



**Universidade Católica Portuguesa**

**Faculdade de Engenharia**

**Arquitetura de *Business Intelligence*  
para *Location Based Services***

**André da Silva Mendes Pedrosa de Barros**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Eng<sup>a</sup> Informática**

**Júri**

Prof. Doutor Manuel José Martinho Barata Marques (Presidente)  
Prof. Doutor Rui Jorge Correia Mendes Alves Pires  
Prof. Doutor Tito Lívio dos Santos Silva (Co-Orientador)  
Prof. Doutor Paulo Cardoso do Amaral (Orientador)

**Setembro de 2013**



# Agradecimentos

Aos pais Manuel Filipe e Maria do Carmo, aos irmãos Nuno Miguel e Joana Maria, à avó Maria Belmira.

Aos amigos.

Ao orientador Prof. Doutor Paulo Cardoso do Amaral.

Ao coorientador Prof. Doutor Tito Santos Silva.

À Prof. Paula Graça.



# Resumo

Tendo-se verificado que segundo Kargin os Location Based Services (LBS) ainda não têm o grau de aceitação desejado e que segundo Roto e Kaasinen é necessário melhorar a experiência de utilização dos mesmos pretende-se nesta dissertação dar um contributo nesse sentido (Kargin et al., 2007), (Roto & Kaasinen, 2008). Pretende-se contribuir para a melhoria da experiência de utilização dos LBS estudando a hipótese de que a arquitetura de referência de Business Intelligence (BI) possa não servir as atuais necessidades dos LBS.

Faz-se nesta dissertação uma análise da adequabilidade da arquitetura de referência de BI aos LBS partindo das necessidades dos mesmos, sintetizando-as e fazendo posteriormente uma análise ponto a ponto. Tendo sido feita a análise e sido encontrados aspetos em que a arquitetura de referência de BI precisa de ser alterada para que melhor responda às necessidades dos LBS faz-se uma proposta de arquitetura de BI que dê um contributo no sentido de melhor responder às necessidades dos mesmos. A elaboração da proposta de arquitetura, parte dos aspetos identificados na análise em que a arquitetura de referência falha na resposta aos requisitos dos LBS e estabelece como meta a solução dessas falhas.

No decorrer desta dissertação pôde concluir-se que a arquitetura de referência de BI tem dois aspetos em que falha na resposta às necessidades dos LBS, são eles, a gestão contextual do utilizador em tempo real e a resposta, também em tempo real, aos pedidos do utilizador dados os desafios que advêm da utilização em mobilidade deste tipo de serviço e da necessidade que surge de processar os dados de posicionamento em tempo real. Com a proposta de arquitetura desenvolvida nesta dissertação dá-se, numa solução de compromisso, através de alterações na arquitetura de referência de BI, um contributo no sentido de melhor responder às necessidades dos LBS.

## Palavras-Chave

Serviços Baseados na Localização, *Business Intelligence*, Arquitetura, Posicionamento, Contexto.



# Abstract

Having been found that, in accordance with Kargin, the Location Based Services (LBS) haven't yet the desired degree of acceptance and that according to Roto and Kaasinen it is necessary to improve the user experience of the LBS, this dissertation aims to make a contribution in this way (Kargin et al., 2007) (Roto & Kaasinen, 2008). This dissertation intends to contribute on improving the user experience of the LBS by studying the hypothesis that the Business Intelligence (BI) reference architecture may not serve the current needs of LBS.

It is made in this dissertation an analysis of the adequacy of the BI reference architecture to LBS starting from the needs of the LBS, synthesizing them and making a further analysis point by point. Having been done the analysis and having been found points in which the BI reference architecture needs to be changed to best meet the needs of LBS it is made a proposal for a BI architecture that gives a contribution to better meet the needs thereof. The elaboration of the proposed architecture, begins with the aspects identified in the analysis in which the reference architecture fails to respond to the requirements of the LBS and establishes as a goal the resolution of these flaws.

Throughout this dissertation could be concluded that the BI reference architecture has two aspects in which fails to respond to the needs of LBS, are they managing contextual user in real time and respond, also in real time, to user requests given the challenges arising from the use of this type of service on the move and the need that emerges of processing positioning information in real time. With the proposal of architecture developed in this dissertation it is intended, on a compromise solution, through changes in the BI reference architecture, to make a contribution so as to better meet the needs of LBS.

## Keywords

Location-Based Services, Business Intelligence, Architecture, Positioning, Context.





# Índice

1. Introdução .....	1
1.1 Fundamentação.....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Metodologia.....	2
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1 Infraestruturas para LBS .....	3
2.1.1 Métodos de posicionamento.....	4
2.1.1.1 Posicionamento por satélite.....	5
2.1.1.2 Posicionamento por Rede Celular.....	6
2.1.1.3 Posicionamento em interior.....	6
2.2 Location Based Services.....	8
2.2.1 Enquadramento.....	8
2.2.2 LBS quanto à sua definição.....	8
2.2.3 LBS quanto à sua história.....	9
2.2.4 Location Based Services .....	11
2.2.5 Aplicações dos LBS.....	12
2.2.6 Exemplos de ferramentas de LBS .....	14
2.2.6.1 Foursquare.....	14
2.2.6.2 Layar.....	16
2.2.6.3 Google Maps .....	17
2.3 Business Intelligence .....	18
2.3.1 Enquadramento.....	18
2.3.2 Business Intelligence.....	19
2.3.3 Arquitetura de referência de BI.....	21
2.3.3.1 Data Warehouse .....	22
2.3.3.2 ETL .....	22
2.3.3.3 Relatórios e processos de visualização .....	23
2.3.3.4 Balanced Scoreboards.....	23
2.3.3.5 Dashboards.....	24
2.3.3.6 OLAP .....	24
2.3.3.7 Data Mining .....	25
2.3.3.8 Serviços de alerta e notificação.....	26
2.3.4 BI aplicado aos LBS.....	26
2.3.5 Serviços baseados em contexto.....	27
3. Análise da adequabilidade da arquitetura de referência de BI aos LBS .....	29
3.1 Necessidades dos LBS .....	29
3.2 Principais requisitos dos LBS em termos de informação .....	32
3.2.1 Mobilidade.....	32
3.2.2 Dados .....	33
3.2.3 Contexto.....	33
3.2.4 Privacidade e segurança.....	34

3.2.5	Camada de middleware .....	34
3.3	Análise da resposta da arquitetura de referência de BI aos principais requisitos dos LBS.....	35
3.3.1	Mobilidade.....	35
3.3.2	Dados .....	36
3.3.3	Contexto.....	36
3.3.4	Privacidade e segurança.....	37
3.3.5	Camada de middleware .....	38
4.	Proposta de alteração à arquitetura de referência de BI .....	39
4.1	Arquitetura proposta.....	39
4.1.1	ETL.....	41
4.1.2	Gestão contextual .....	41
4.1.3	Operational Data Store e Data Warehouse.....	43
4.1.4	Geographic Information System .....	44
5.	Conclusão.....	47
	Referências Bibliográficas .....	49

# 1. Introdução

## 1.1 Fundamentação

Esta dissertação trata da problemática associada ao desenvolvimento de arquiteturas de Business Intelligence (BI) para LBS. Segundo Kargin embora os LBS já estejam acessíveis a uma grande quantidade de potenciais utilizadores, ainda não têm o grau de aceitação e de uso que corresponde ao seu verdadeiro potencial nem sequer estão perto dessa realidade (Kargin et al., 2007).

Tendo identificado a necessidade de melhorar a experiência de utilização destes serviços, Roto e Kaasinen afirmam que essa tarefa exigirá uma cooperação multidisciplinar de diferentes atores, para além de que o foco da pesquisa terá de ser alargado dos atuais serviços individuais para as entidades prestadoras de serviços e para as infraestruturas (Roto & Kaasinen, 2008).

Esta dissertação surge da necessidade identificada por Roto e Kaasinen em melhorar a experiência de utilização dos LBS aperfeiçoando as infraestruturas do sistema e, mediante este facto, visita-se a adequação da arquitetura de BI para os LBS (Roto & Kaasinen, 2008).

Pretende-se contribuir com um estudo retratando a atualidade neste domínio e com soluções ou caminhos a seguir em estudos posteriores dentro deste tema.

## 1.2 Objetivos

Pretende-se que esta dissertação seja um estudo sobre os LBS e suas necessidades em termos de BI. Com esta dissertação, pretende-se também, averiguar a adequabilidade da arquitetura de referência de BI para os LBS.

## 1.3 Metodologia

Tendo sido feita a revisão bibliográfica sobre os LBS, BI e a sua relação levanta-se a hipótese de que a arquitetura de referência de BI possa não servir as atuais necessidades dos LBS dado que se tem de dar resposta em tempo real a pedidos de informação por parte do utilizador condicionados pela utilização em mobilidade dos LBS e que se terá de fazer a gestão contextual em tempo real do utilizador.

Para que se faça o estudo desta hipótese, faz-se um levantamento dos requisitos dos LBS e identificadas as características principais da arquitetura de referência de BI. Partindo-se da arquitetura de referência e tendo como meta os requisitos dos LBS, pretende-se identificar em que aspetos a mesma suporta ou não esses requisitos, para que se possa identificar falhas na resposta aos mesmos e nesse caso propor alterações.

Posteriormente pretende-se fazer uma proposta de alteração à arquitetura para que esta melhor se adapte às necessidades dos LBS e deixar um contributo para estudos futuros nesta área.

Dados os objetivos acima mencionados, a dissertação subdivide-se em três pontos principais: revisão bibliográfica, análise da adequabilidade da arquitetura de referência de BI aos LBS e proposta de arquitetura. Na revisão bibliográfica abrangem-se todos os temas considerados relevantes como suporte teórico à realização da análise. A análise subdivide-se em três pontos principais: identificação das necessidades dos LBS, síntese por pontos das mesmas e avaliação da resposta por parte da arquitetura a essas necessidades. Posteriormente, e com base na análise faz-se uma proposta de alteração à arquitetura de referência de BI. No fim apresentam-se as conclusões.

## **2. Revisão Bibliográfica**

Neste capítulo pretende-se estudar os LBS e as principais áreas de suporte aos mesmos que sejam relevantes para a dissertação.

Como principais áreas a estudar são abordadas as infraestruturas que servem de suporte aos LBS no que respeita aos métodos de posicionamento utilizados; os LBS propriamente ditos no que respeita à sua definição, história, estado de arte, aplicações e ferramentas. Estuda-se também BI no que respeita ao seu enquadramento, à arquitetura de referência de BI e à aplicação de BI aos LBS.

Este estudo serve de suporte teórico para a análise realizada no capítulo seguinte.

### **2.1 Infraestruturas para LBS**

Neste capítulo pretende-se estudar as necessidades em termos de infraestruturas para os LBS. Serão estudados os métodos de posicionamento usados nos LBS e também se irá estudar as necessidades dos mesmos.

## 2.1.1 Métodos de posicionamento

De acordo com Abbas um aspecto de importância extrema no caso dos LBS são as tecnologias de posicionamento (Abbas, 2010). Neste capítulo há que distinguir entre técnicas de posicionamento por satélite, no interior de edifícios e celular (Abbas, 2010). A localização de um equipamento pode ser obtida através de tecnologias independentes da rede móvel que necessitam que o equipamento tenha um receptor de GPS; tecnologias dependentes da rede móvel que precisam de sinais ativos numa rede celular ou, alternativamente, tecnologias de curto alcance para usar no interior de edifícios como Bluetooth, redes locais sem fios e identificação por rádio frequência (Abbas, 2010).

A cada método de posicionamento é atribuído um nível de acuidade, cobertura e tecnologia. Sendo assim a técnica de posicionamento adotada vai determinar o ambiente em que o serviço vai funcionar e o tipo de requisito ao nível de infraestruturas que este irá necessitar para o seu bom funcionamento (Kupper, 2005).

Como cada solução requer características diferentes é preciso diferenciar os métodos de posicionamento através de parâmetros de qualidade. De acordo com Kupper os principais parâmetros de qualidade a considerar são:

- i) Acuidade – refere-se à proximidade das várias posições fixadas da posição real embora esta seja desconhecida. Quanto mais longe estiverem da posição real menor o nível de acuidade do método de posicionamento;
- ii) Precisão – refere-se a proximidade de um certo número de posições fixadas do seu valor médio. Quanto mais próximo maior a precisão;
- iii) Confiança – refere-se a habilidade que um método de posicionamento tem de obter posições fixas independentemente do ambiente (interior, urbano ou rural);
- iv) Consistência – é uma maneira de medir a estabilidade da acuidade em ambientes diferentes;
- v) Sobrecarga de Sinal – reflete a quantidade de mensagens transmitidas na rede a fim de controlar o posicionamento;

- vi) Sobrecarga Computacional – refere-se ao desperdício de energia de processamento no controlo de unidades e bases de dados na rede e no terminal;
- vii) Sobrecarga de Energia – consumo de bateria no terminal devido ao método de posicionamento;
- viii) Latência – refere-se ao período de tempo requerido entre o pedido de posicionamento e a entrega da resposta relativa ao posicionamento do equipamento;
- ix) Custos de Implementação – referem-se aos custos de instalar uma infraestrutura para determinado método de posicionamento de raiz ou de alargar uma existente;
- x) Custos de Operação – referem-se a todos os custos relativos ao uso de determinado método de posicionamento.

(Kupper, 2005)

### **2.1.1.1 Posicionamento por satélite**

De acordo com Goh o GPS é hoje em dia o sistema de posicionamento usado, por excelência, para fins comerciais, pessoais e militares (Goh et al., 2011). Quer seja para localizar pontos de interesse ou para navegar este sistema é comumente usado (Goh et al., 2011). Com este sistema os utilizadores podem obter a sua posição enquanto se deslocam e em tempo real quer estejam a andar, conduzir, navegar ou voar (Goh et al., 2011).

De acordo com Kupper este método de posicionamento cobre áreas enormes tendo capacidade mesmo para cobrir o planeta inteiro (Kupper, 2005). Este método permite localizar um equipamento em qualquer ponto do planeta desde que este esteja ao ar livre (Kupper, 2005). Como principais vantagens este tipo de posicionamento apresenta um elevado grau de acuidade e a possibilidade de cobrir toda a superfície terrestre (Kupper, 2005). Como principais desvantagens este método necessita de uma linha de vista entre o equipamento e os satélites funcionando mal ou mesmo até não funcionando no caso de ter barreiras entre ambos, como

por exemplo no interior de edifícios (Kupper, 2005). Apresenta ainda um considerável consumo de energia nos equipamentos móveis e implica também custos consideráveis (Kupper, 2005).

### **2.1.1.2 Posicionamento por Rede Celular**

De acordo com Kupper este método de posicionamento permite calcular a posição de determinado equipamento dentro da área de cobertura da rede móvel (Kupper, 2005). É um método muitas vezes usado para complementar o posicionamento por satélite (Kupper, 2005). Como principais vantagens este método apresenta uma boa consistência funcionando bem por vezes em interior, também é fácil de implementar nos dispositivos pois não requer alterações de fundo nos mesmos dado que estes já estabelecem as suas comunicações através da rede (Kupper, 2005). Como principais desvantagens, neste tipo de posicionamento, há que ter em conta a sobrecarga de sinal dado as possíveis interferências e o facto deste método ter uma acuidade moderada (Kupper, 2005).

### **2.1.1.3 Posicionamento em interior**

Este método de posicionamento pode ser instalado nos mais variadíssimos sítios destes edifícios de empresas, escolas, universidades, hospitais, edifícios públicos (Kupper, 2005). Com este método pode-se calcular a posição tanto a partir do equipamento como da rede (Kupper, 2005). Como principais vantagens há que referir o baixo consumo de energia que esta tecnologia requer e a sua alta acuidade (Kupper, 2005). Como principais desvantagens há que referir que os sistemas estão em constante alteração e que não há opções standardizadas (Kupper, 2005).



De acordo com Lee neste tipo de posicionamento embora se usem várias tecnologias há duas que se destacam:

- i) Localização por rede sem fios local;
- ii) Radio-Frequency IDentification (RFID) ;

(Lee, 2011)

De acordo com Wen a localização por rede local sem fios veio complementar a falha que o GPS tem quando falamos de localização em interiores (Wen et. al, 2011). Grande parte destes sistemas como o RFID, ultrassons, Bluetooth e por endereço IP pertencem a sistemas proprietários e por isso acarretam alguns custos de implementação (Wen et. al, 2011). Dados estes custos, ultimamente, tem-se dado bastante atenção à localização por Wi-Fi. Este tipo de tecnologia usa hardware que já está disponível quer nos edifícios quer em grande parte dos equipamentos utilizados pelos utilizadores (Wen et. al, 2011). Tem também como vantagem a facilidade de instalação e a estabilidade (Wen et. al, 2011). Comparando com outros sistemas este é um sistema bastante fiável na medida em que a distância de propagação do sinal é bastante superior (Wen et. al, 2011).

No que respeita a RFID, Lee afirma que, este permite, através de impulsos electromagnéticos, trocar e armazenar informação (Lee, 2011). Um sistema deste tipo tem várias componentes entre as quais os leitores de RFID, tags electrónicas de RFID e a comunicação entre eles (Lee, 2011). Nos dias de hoje já há várias tecnologias de RFID conhecidas como a LANDMARC e SpotON. Este tipo de tecnologia é bastante interessante na medida em que tem uma grande acuidade e que os seus custos são relativamente baixos (Lee, 2011).

## **2.2 Location Based Services**

### **2.2.1 Enquadramento**

Neste capítulo faz-se o enquadramento dos LBS. Começa-se por fazer uma definição dos mesmos e de seguida pretende-se saber como e em que circunstâncias os mesmos surgiram.

### **2.2.2 LBS quanto à sua definição**

Os LBS podem ser entendidos como aplicações que ganham valor com a informação relativa à posição do equipamento móvel (Dhar & Varshney, 2011).

Em (Abbas, 2010) define-se LBS como quaisquer aplicações que permitam acesso a informação, comunicação ou transações que satisfaçam as necessidades específicas de um utilizador num sítio particular.

Os LBS subdividem-se em três camadas: Posicionamento, Serviço e Aplicações. Neste esquema a camada de posicionamento representa todas as tecnologias pelas quais se pode determinar a localização de um equipamento como por exemplo: GPS, Bluetooth, Triangulação, Wi-Fi (Etherton et al., 2008).

A camada de serviço faz a junção das técnicas de posicionamento e uniformiza a posição do equipamento de maneira a que possa ser usada pelas aplicações. A camada de aplicação pode ter inúmeras aplicações dado que apenas necessita da posição calculada na camada inferior. A camada de aplicação pode ser implementada tanto num equipamento móvel como num servidor (Etherton et al., 2008).

### **2.2.3 LBS quanto à sua história**

Os LBS já estão presentes na internet há alguns anos de uma maneira menos visível (Barnes et al., 2011). Desde os anos noventa que se sente a necessidade de diferenciar o tratamento de informação para pessoas de diferentes localizações (Barnes et al., 2011). Desta maneira uma pessoa pode aceder a uma página em qualquer ponto geográfico dado que a mesma será disponibilizada na língua respetiva a essa mesma zona (Barnes et al., 2011). Esta diferenciação do serviço para diferentes partes do mundo é feita com base no endereço IP do utilizador e nem sempre é feita de uma maneira perceptível ao mesmo (Barnes et al., 2011).

Abbas afirma que o aparecimento dos LBS pode ser associado ao domínio do comércio móvel (Abbas, 2010). Afirma ainda que o mesmo se define como sendo a realização de transações usando um dispositivo sem fios com acesso à internet ou a exploração de sistemas de telecomunicações sem fios e de dispositivos para atividades comerciais independentemente da localização e, de uma maneira geral, dentro de um contexto de negócio. Ainda acerca do comércio móvel Abbas afirma que o mesmo é caracterizado pelo estudo de tecnologias portáteis e sem fios permitindo que o seu uso possa ser feito em mobilidade e que a tecnologia usada seja portátil (Abbas, 2010). Deste modo os LBS e aplicações relacionadas prosperam e assumem um papel preponderante no domínio do comércio móvel por serem focados na localização.

A introdução dos LBS pode assim ser associada a dois grandes desenvolvimentos: avanços em comunicações sem fios, nomeadamente na internet móvel e na tecnologia móvel, e o uso de sistemas de localização por satélite, mais propriamente no que respeita à introdução do GPS na área comercial (Abbas, 2010).

O início dos LBS é a progressão natural e resultante da convergência de vários conceitos e tecnologias nomeadamente: comunicações sem fios, tecnologias móveis, tecnologias de posicionamento móvel, estratégias e aplicações de comércio móvel (Abbas, 2010).

Na tabela 2 pretende-se ilustrar a cronologia dos LBS como também das tecnologias que permitiram o seu aparecimento.

	Comunicações Sem Fios *	GPS (EUA) *	Galileo (UE) *	LBS
1970-1980	Ainda sem muita qualidade eram usadas por governos ou por militares	Usado pelo <i>Dep. of Defense</i> para fins de emergência e militares		
1980-1990	Rede analógica de 1ª geração (voz) Aparecimento de empresas de telefones móveis e de telecomunicações.	Aberto para uso comercial com disponibilidade seletiva		
1990-2000	Rede digital de 2ª geração (voz e dados) SMS Internet via WAP Rede GSM Rede digital de 2,5ª geração (voz e dados aprimorados MMS) GPRS	Interesse por parte das operadoras nesta tecnologia		Diferenciação de conteúdos mediante geolocalização por IP
2000-2010	Rede digital de 3ª geração (voz e multimédia) Negócios integrados e Dimensões sociais do utilizador	Fim da disponibilidade seletiva	Fase de desenvolvimento Fase de implementação (2005 até presente)	Uso de métodos de posicionamento onde a localização por satélite não tem cobertura
2010-2012		GPS usado amplamente em aplicações LBS		Desenvolvimento considerável de aplicações dos LBS

Tabela 2 - Cronologia de LBS e tecnologias de suporte ao aparecimento dos mesmos.

\* - Informação nesta coluna foi retirada de (Abbas, 2010).

## 2.2.4 Location Based Services

A tabela 2 ilustra a tendência crescente para que o uso da internet tenha associado uma perspectiva de mobilidade. (Barnes et al., 2011) afirma que a internet se tem vindo a transformar nos últimos 30 anos e que os terminais fixos se têm vindo a transformar numa rede alargada de equipamentos móveis. Barnes afirma, ainda, que à medida que os equipamentos se tornam mais portáteis, maior relevo adquire a sua localização como parte crítica do contexto em que o utilizador está inserido (Barnes et al., 2011). Esta informação é usada pelas empresas para melhor responder às necessidades do utilizador (Barnes et al., 2011).

De acordo com Dhar e Varshney, o potencial dos LBS é, hoje em dia, inquestionável na medida em que estes são cada vez mais populares e que se preveem receitas extraordinárias para publicidade móvel (Dhar & Varshney, 2011). Acordos recentes entre empresas de media, agencias de publicidade e empresas de software têm sido um bom indicador do interesse nesta área e de optimismo para crescimento futuro (Dhar & Varshney, 2011).

De acordo com Dhar e Varshney embora esta área seja promissora, ela traz muitos desafios criando dificuldades que têm atrasado a implementação, a oferta e a adoção em larga escala dos LBS (Dhar & Varshney, 2011). Como principais desafios há que ter em conta as tecnologias emergentes, aplicações e modelos de negócio dos LBS (Dhar & Varshney, 2011). Dhar e Varshney falam destas tecnologias e afirmam que, hoje em dia, a localização dos equipamentos já não se faz apenas por GPS mas também por sensores, baseados em RFID, Bluetooth, WiMax e redes locais sem fios (Dhar & Varshney, 2011).

Quanto aos LBS, Rao e Minakakis, classificam-nos como sendo serviços de informação móveis que melhoram as capacidades de processamento espaciais e temporais através da internet e comunicações sem fios potenciando aplicações em diferentes domínios como sistemas de navegação, entretenimento, serviços de emergência e aplicações de comércio móvel (Rao & Minakakis, 2003). Dhar e Varshney afirmam que dada a complexidade e completude de tecnologias que um serviço destes pode ter para funcionar há que ter consciência que a arquitetura de um sistema destes pode assumir várias formas (Dhar & Varshney, 2011). Para que se consiga implementar com sucesso é preciso que a camada de middleware esteja preparada para responder as necessidades das aplicações (Dhar & Varshney, 2011).

Quanto à sua natureza os LBS podem ser classificados de acordo com várias categorias como por exemplo: orientados ao utilizador ou ao equipamento, perfil direto ou indireto, push ou pull e outros (Dhar & Varshney, 2011).

Como em todas as áreas há entidades que se destacam. De acordo com Dhar e Varshney embora haja várias entidades envolvidas neste tipo de serviços as que têm o papel mais significativo no desenvolvimento de normas para o bom funcionamento destes são a Open Mobile Alliance (OMA) e a Open Geospatial Consortium (OGC) (Dhar & Varshney, 2011). Um dos standards mais relevantes da OMA foi o Mobile Location Protocol (MLP). Este protocolo permite que os LBS interajam entre si independentemente da sua interface e método de posicionamento (Dhar & Varshney, 2011). O MLP define um interface comum e ajuda a troca de informação entre a aplicação e os servidores de localização nas redes sem fios (Dhar & Varshney, 2011). Este protocolo tem também preocupação com a privacidade na medida em que apenas permite acesso a informação de posicionamento do equipamento a utilizadores autorizados (Dhar & Varshney, 2011). A OGC é a uma organização de normas internacional responsável pelo desenvolvimento de normas para LBS e serviços geo-espaciais (Dhar & Varshney, 2011).

## **2.2.5 Aplicações dos LBS**

Nesta secção pretende-se ilustrar as potencialidades dos LBS.

Os LBS têm aplicações nas mais diversas áreas e com o desenvolvimento e aparecimento de tecnologias estão sempre a surgir novos tipos de potencialidades para este tipo de serviços (Lehrer, 2010).

De acordo com Abbas o uso dos LBS está presente em:

- i) gestão de emergências e aplicações governamentais, incluindo a exploração de equipamentos móveis para o fornecimento de informação periódica pelo governo ou outras agências, também para chamadas feitas pelos cidadãos em casos de emergência;

- ii) soluções de negócio em que os LBS são usados para gestão de frotas, monitorização de empregados, localização de trabalhadores de campo e localização de produtos;
- iii) aplicações de consumidor como serviços de navegação com preocupação com características específicas de cada local e serviços de informação que fornecem conteúdos aplicados à localização específica em que o utilizador se insere;
- iv) outras aplicações para negócios específicos como saúde ou turismo.

(Abbas, 2010)

Ali-Hassan afirma que à medida que estes dispositivos se tornam mais comuns e cada vez mais usados mais aplicações surgem e esperam-se mudanças significativas ao nível das aplicações produzidas para os mesmos que delinearão direções interessantes no futuro (Ali-Hassan et. al, 2010). Acerca destas mesmas alterações Abbas afirma que com o desenvolvimento das tecnologias têm vindo a aparecer novas aplicações de acordo com as necessidades do cliente e com a criação de ofertas inovadoras as quais combinam as soluções existentes com uma componente de localização (Abbas, 2010). Exemplos das aplicações mais recentes são as aplicações sociais móveis de localização de amigos (Abbas, 2010). Estas aplicações incorporam o tradicional software social de rede com capacidade de localização num dispositivo móvel (Abbas, 2010). Com a introdução de novas aplicações, os aspetos positivos e que orientam o desenvolvimento dos LBS são evidentes, sendo promovidos pela indústria e suportados pela literatura (Abbas, 2010).

A necessidade de reconceptualização da indústria dos LBS como uma unidade compreensiva, com múltiplos intervenientes e dimensões emerge através da análise da literatura existente (Abbas, 2010). Esta reconceptualização pode ser conseguida através da análise das origens das tecnologias de LBS, da maneira em que as soluções são disponibilizadas aos clientes através da cadeia de valor e de uma revisão das implicações sociais resultantes da introdução dos LBS em contextos sociais específicos (Abbas, 2010). Podem considerar-se entre as motivações para o desenvolvimento dos LBS: a melhoria da gestão e da sua eficiência e a redução dos custos nas empresas, associados a benefícios como: conveniência, poupança de tempo e dinheiro e interesse em geral no consumidor (Abbas, 2010). Há também uma evidente compreensão das implicações da adoção dos LBS a nível social (Abbas, 2010).

Abbas afirma que o uso destas tecnologias permite a uma empresa alterar a tendência atual de foco no produto passando a focar-se no cliente, conseguindo dar uma melhor resposta às

necessidades deste último e assim ganhar vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes (Abbas, 2010). Quanto mais apurada e aperfeiçoada for a tecnologia utilizada maior a vantagem (Abbas, 2010).

## 2.2.6 Exemplos de ferramentas de LBS

### 2.2.6.1 Foursquare

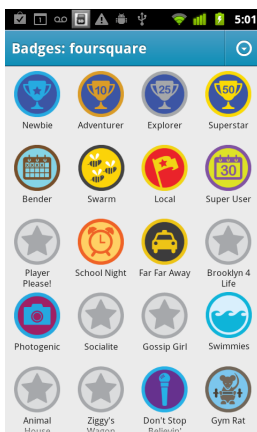


Figura 2.1

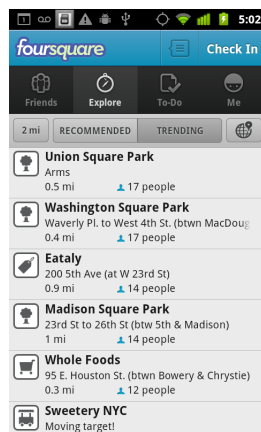


Figura 2.2

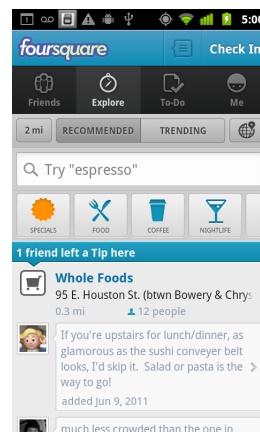


Figura 2.3

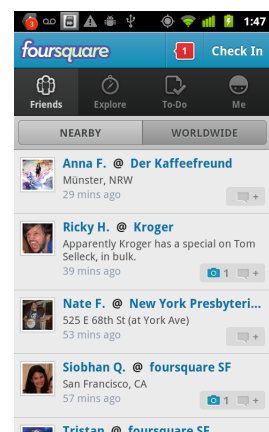


Figura 2.4

- Imagens 2.1 a 2.3 retiradas de <https://foursquare.com/about>

A Foursquare define o seu serviço como um meio para ajudar a explorar as cidades e a conhece-las de uma maneira mais divertida (Fig. 2.2) (Lindqvist et al., 2011). Esta aplicação permite encontrar amigos ou pessoas que estejam a partilhar o mesmo espaço na mesma altura, é um guia social cidadão e um jogo que incentiva as pessoas a conhecer sítios novos e

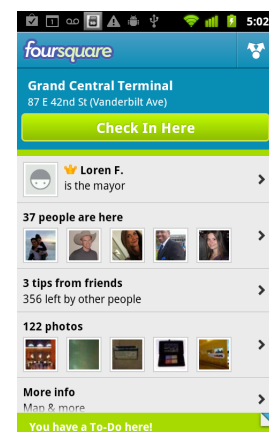


Figura 2.5



premeia-os por isso (Fig 2.3, 2.4 e 2.6). Esta aplicação está presente nos atuais sistemas móveis mais conhecido como iPhone, BlackBerry, Palm e Android (Lindqvist et al., 2011).

Em semelhança a outras a rede social Foursquare permite que os utilizadores se conectem aos seus amigos. Os utilizadores podem fazer check-in para dizer que partiram para ou que chegaram a determinado local (Fig. 2.5). Quando um utilizador se liga ao programa é-lhe apresentado uma lista com os locais conhecidos mais perto em que o mesmo pode fazer check-in. Caso o local em que o utilizador pretenda fazer check-in ainda não tenha sido criado o mesmo poderá fazê-lo criando um perfil para esse local (Lindqvist et al., 2011).

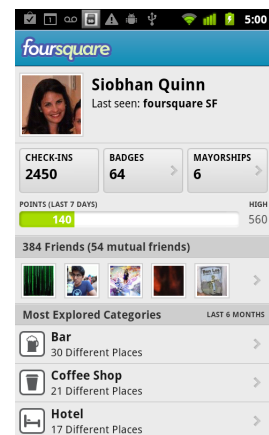


Figura 2.6

Quando um utilizador faz check-in em determinado sítio este pode escolher entre notificar os seus amigos ou não. Optando por notificar os seus amigos este também o poderá fazer através das redes sociais Facebook e Twitter pois a aplicação tem possibilidade de se conectar com as mesmas. Não querendo notificar os seus amigos apenas fica registado o seu check-in na Foursquare. Partilhando ou não um check-in este, ainda assim, conta para ganhar pontos, distintivos ou *mayorship's*. Quando um utilizador faz check-in este tem acesso a quem também fez check-in no mesmo local (Lindqvist et al., 2011).

Esta aplicação, como já foi referido em cima, oferece prémios por check-in ao utilizador sob a forma de pontos, distintivos (Fig. 2.1) e mayorship's. Ganha-se mayorship de determinado local quando, nos últimos sessenta dias, esse utilizador foi o que mais frequentou esse local (Lindqvist et al., 2011). Para efeitos de premiar o utilizador com o título mayorship apenas se conta no máximo um check-in por dia. Em alguns estabelecimentos há recompensas para os mayors como descontos no café e outros. Há a possibilidade também de se deixar conselhos para utilizadores que venham a frequentar o mesmo local (Lindqvist et al., 2011).

## 2.2.6.2 Layar

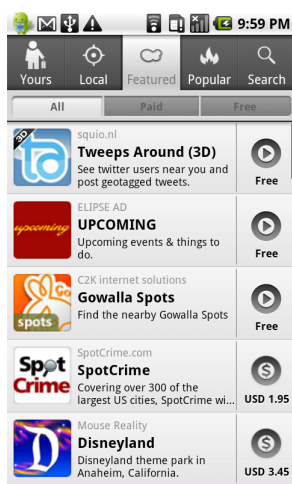


Figura 1.7 – exemplo de camadas disponíveis. Imagem retirada de site.layar.com



Figura 2.8 – Exemplo de uso da aplicação Casa Sapo. Imagem retirada de casa.sapo.pt

Layar é uma aplicação de realidade aumentada para explorar o mundo à nossa volta disponível gratuitamente para dispositivos móveis com iPhone ou Android. É constituída por duas partes distintas: uma lista de camadas e o explorador (Fig. 2.7 e 2.8) (Jones, 2010).

Esta aplicação é líder em disponibilizar conteúdo dinâmico em tempo real numa aplicação de exploração do meio em que o utilizador está inserido com um crescente número de camadas cobrindo um largo espectro de categorias (Jones, 2010).

As camadas/categorias apenas podem ser criadas por programadores/colaboradores no desenvolvimento da aplicação não estando assim disponível esta funcionalidade ao comum utilizador (Jones, 2010).

Quanto ao interface o utilizador pode escolher entre várias vistas: realidade aumentada, mapa ou lista (Jones, 2010).

### 2.2.6.3 Google Maps



Figura 2.9 – Imagem dos menus do Google Maps  
Imagem retirada de <http://www.google.pt/mobile/maps/>

Sendo uma das principais ferramentas usadas pelo comum utilizador esta aplicação é até em alguns casos uma razão importante para compra de determinados equipamentos (Lehrer et al.,2010). Esta é uma das aplicações mais conhecidas em todo o mundo (Lehrer et al.,2010). A sua característica principal hoje em dia é o fornecimento de instruções de navegação ao utilizador enquanto este se encontra em movimento. Esta aplicação está também presente na internet (Lehrer et al.,2010).

Esta aplicação dependendo da localização do cliente permite-lhe ver informação sobre comércio local como a sua localização, contactos e como chegar lá. Esta aplicação permite também ver imagens de satélite do local em que o utilizador se insere ou de outro local qualquer desde que ainda dentro dos locais abrangidos pela aplicação. (<http://maps.google.com/support/>).

## 2.3 Business Intelligence

### 2.3.1 Enquadramento

Pretende-se neste capítulo definir BI. Faz-se uma análise de várias definições de vários autores.

De acordo com Kabakchieva há três áreas em que BI é utilizado: Marketing, Detecção de Fraude e Gestão de Rede (Kabakchieva, 2007). De acordo com (Kabakchieva, 2007) na área de Marketing, Vendas e CRM os principais problemas reconhecidos são: produção de perfis de utilizador a partir de registos de detalhes de chamadas, medição de valor do cliente, maximização do lucro obtido com cada cliente, contratação de novos clientes e análise de Churn. Na área de Detecção de Fraude procede-se à identificação de padrões de uso atípicos de utilizadores fraudulentos, deteção de tentativas de acesso fraudulento a contas de clientes, identificação de padrões não usuais que necessitem de atenção especial tais como horas de pico e padrões de congestão (Kabakchieva, 2007). Na área de gestão de rede procede-se à identificação de falhas de rede, predição de falhas de rede, identificação e comparação de tráfego, gestão de uso de recursos e de comportamentos de grupo (Kabakchieva, 2007).

Li afirma que a gestão de informação e das suas vantagens constitui tanto uma excelente oportunidade como um desafio considerável (Li et al., 2008). BI é todo um conjunto de processos que apoiam decisões de negócio que pretende providenciar um melhor entendimento da dinâmica de negócio usando informação proveniente de vários meios aplicando experiência e assunções (Li et al., 2008). Gera-se informação útil para a tomada de decisões integrando análise de dados com ferramentas de apoio à decisão (Li et al., 2008). De acordo com Li com um bom sistema de BI uma empresa poderá montar um bom sistema de apoio a decisão e ganhar vantagem competitiva (Li et al., 2008). Para tal e tendo em conta que estamos perante sistemas em constante mutação o processo de BI tem de ser sistemático e contínuo, responsável por identificar que informação é necessária, como deve ser recolhida, como deve ser organizada e guardada, por definir políticas de acesso à mesma e como pode ser melhor aproveitada (Li et al., 2008).

Curko define BI como a capacidade que uma empresa tem para organizar dados dispersos e transformá-los em informação para que, posteriormente, se possa dessa mesma informação

extrair conhecimento (Curko et al., 2010). Este processo aumenta bastante a performance de uma empresa e o seu uso é de extrema importância para uma melhor resposta às necessidades do cliente (Curko et al., 2010).

Em qualquer área de atividade as aplicações de BI e de Data Mining estão dependentes de dois fatores: problemas que urgem de resolução e disponibilidade de dados (Curko et al., 2010). O sector das telecomunicações é rico em ambos (Curko et al., 2010).

Os rápidos avanços em pesquisa móvel e LBS permitem cada vez mais que os utilizadores façam decisões em tempo real baseados em pesquisas online e à medida que os utilizadores estão cada vez mais conectados através dos mais diversos meios, a uma velocidade que não era esperada, as empresas ficam sobre imensa pressão na medida em que necessitam de entender como responder às necessidades que surgem por parte dos utilizadores (Li et al., 2008). O dinamismo entre organizações e clientes a si conectados vai ditar o desenvolvimento a longo termo de muitas organizações (Li, 2011).

## **2.3.2 Business Intelligence**

Os sistemas de Business Intelligence (BI) combinam dados operacionais e de histórico para apresentar informação de valor a gestores de negócio e para ajudar no processo de tomada de decisão (Khan, 2012). Segundo Khan, o objetivo de BI é melhorar a intemporalidade e qualidade da informação e permitir aos gestores um melhor entendimento da posição da sua empresa em comparação com os seus competidores (Khan, 2012). As aplicações e tecnologias de BI podem ser úteis às empresas na análise de tendências de mudança na quota de mercado, mudanças comportamentais de cliente e padrões de consumo, preferências de clientes, capacidades da empresa e condições de mercado (Khan, 2012). De acordo com Khan, BI pode ser usado para ajudar analistas e gestores a determinar que ajustes serão mais adequados para responder a mudanças de tendências (Khan, 2012). O aparecimento dos Data Warehouses como repositórios de dados, avanços em limpeza de dados, aumento de capacidades de hardware e software em conjunto criam um ambiente de BI mais rico do que o que existia previamente (Khan, 2012).

De acordo com Dumitrita embora ligado a software empresarial, Business Intelligence não é um produto ou um sistema mas sim um conceito que abrange arquiteturas, aplicações e DW (data warehouses) (Dumitrita, 2011). O seu propósito principal é permitir aos utilizadores o fácil acesso a dados através de DW, manipulação e análise (Dumitrita, 2011). A análise de dados históricos permite evidenciar atividades, estado de negócio e os gestores podem confiar no processo de tomada de decisões incluindo análise comportamental e predição (Dumitrita, 2011).

De acordo com Khan, o conceito de BI pode ser decomposto em três partes: aquisição ou captura de dados, armazenamento de dados e acesso ou análise de dados (Khan, 2012). Os dados são recolhidos quer de fontes internas como de fontes externas (Khan, 2012). As fontes internas de dados são a base de dados operacional da empresa (sistema OLTP) e o data warehouse (DW) (Khan, 2012). As fontes externas de dados são dados dos clientes, fornecedores, agências governamentais, competidores e internet (Khan, 2012). Os dados heterogéneos adquiridos são armazenados no DW após passarem pelo processo de ETL (extração, transformação e carregamento) (Khan, 2012). No final os dados armazenados no DW serão analisados para ajudar no processo de tomada de decisões (Khan, 2012).

Segundo Dumitrita, BI não produz dados mas utiliza os dados produzidos pelas aplicações de software da empresa como: Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), Supply Chain Management (SCM) (Dumitrita, 2011). Depois de se armazenar grandes volumes de dados criados pelas empresas em sistemas baseados em Online Transactional Processing (OLTP) o passo seguinte é organizar estes dados armazenando-os em Data Warehouses (DW) através de ferramentas de extração, carregamento e transformação (ETL: extract, load and transform) (Dumitrita, 2011). Findo este processo as ferramentas de BI encarregam-se de analisar os dados, tendo como principais funcionalidades:

- Relatórios
- Análise de vendas e marketing
- Previsão e planeamento
- Consolidação financeira
- Orçamentação
- Análise de lucro

Recorrendo a BI produz-se a informação necessária no momento exato em que se precisa da mesma fornecendo respostas a problemas de uma organização ajudando a mesma a tomar decisões rapidamente e com fiabilidade (Dumitrita, 2011).

De acordo com Dumitrita como principais benefícios da utilização de BI podemos evidenciar:

- Relatórios mais rápidos e fiáveis
- Melhoria do processo de decisão
- Melhor relação com clientes
- Aumento de lucros

### 2.3.3 Arquitetura de referência de BI

BI é uma combinação de arquitetura e tecnologias de software (Dumitrita, 2011). A arquitetura de referência de BI é composta pelas seguintes ferramentas: DW, ETL, relatórios e consultas, visualização de dados, painéis de instrumentos (dashboards), OLAP, data mining (DM), sistemas de alertas e notificações (Dumitrita, 2011).

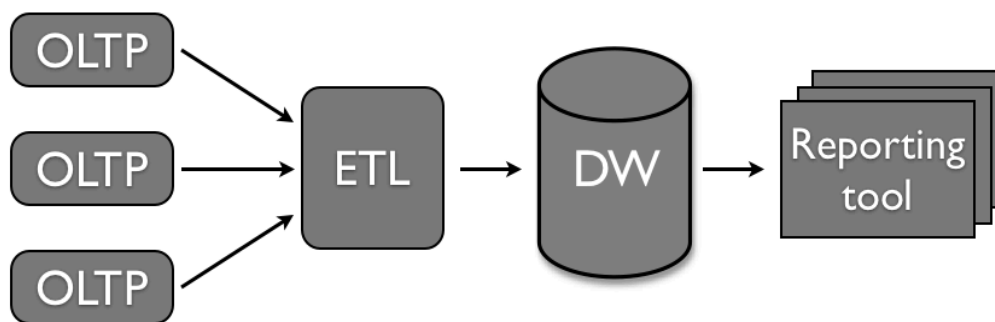


Figura 2.10 – Arquitetura de referência de BI

### **2.3.3.1 Data Warehouse**

Os DW armazenam dados vindos de OLTP, ERP, CRM, SCM, outras aplicações organizacionais, fontes externas, ou seja, bases de dados com diferentes formatos e estruturas de dados específicas (Dumitrita, 2011). Segundo Dumitrita ter todas estas bases de dados juntas é extremamente importante pois assegurar a captura e unificação dos dados é considerado o fator mais relevante e dispendioso numa arquitetura de um sistema de BI (Dumitrita, 2011).

De acordo com Khan um DW é uma cópia dos dados transacionados estruturados especificamente para consulta e análise (Khan, 2012). É orientado em função de ser informativo, dar apoio à análise e ajudar ao processo de tomada de decisão e não orientado em função de operações e transações (Kimball, 2006). Os DW destinados a apoiar o processo de tomada de decisão são mantidos separadamente das bases de dados operacionais (Khan, 2012).

### **2.3.3.2 ETL**

O processo de preenchimento do DW é realizado através do processo ETL: extração, transformação e carregamento (Dumitrita, 2011).

O processo de extração lê os dados de várias fontes e extrai os dados requeridos (Dumitrita, 2011). Segundo Khan, os dados são extraídos de múltiplas fontes incluindo sistemas OLTP (Khan, 2012). Os dados selecionados são consolidados e filtrados de várias formas de impurezas (Khan, 2012). A limpeza dos dados valida e limpa os dados extraídos de maneira a corrigir valores inconsistentes, em falta ou inválidos (Khan, 2012). De acordo com Khan este processo aciona rastilhos, relatórios de erros e processos corretivos (Khan, 2012).

O processo de transformação trabalha os dados segundo certas regras e cria combinações com outros dados convertendo-os para o formato desejado (Dumitrita, 2011). A transformação de dados integra os dados em formatos standard e aplica regras de negócio que mapeiam os dados para o esquema do DW (Khan, 2012).



De acordo com Dumitrita, depois dos processos de extração e transformação ocorre o processo de carregamento em que se guardam os dados no DW assegurando a conversão entre bases de dados e migrações entre as várias plataformas (Dumitrita, 2011).

### **2.3.3.3 Relatórios e processos de visualização**

Uma das funções de BI é a capacidade de elaborar relatórios definindo o processo de aceder a dados, formatação e disponibilização como informação de apoio à decisão (Dumitrita, 2011). Segundo Dumitrita relatórios e requerimentos são obtidos usando linguagem de consulta de base de dados SQL (Dumitrita, 2011).

O tipo preferido de visualização de dados é através de representação gráfica (Dumitrita, 2011). Com a ajuda destas ferramentas a informação e a relação entre informação é disponibilizada ao utilizador (Dumitrita, 2011). O utilizador pode combinar diferentes representações dos dados e diferentes perspectivas sobre o mesmo conjunto de dados (Dumitrita, 2011).

### **2.3.3.4 Balanced Scoreboards**

Segundo Dumitrita os Balanced Scorecards servem para ajudar o utilizador a pôr estratégias em prática (Dumitrita, 2011). Com este processo medem-se desempenhos, a partir dos objetivos e estratégia da empresa, que reflete os aspetos mais importantes do negócio (Dumitrita, 2011). Os Balanced Scoreboards podem ser vistos como uma lista central de números predefinidos, cada um deles atribuído a uma componente chave de um negócio bem sucedido (Dumitrita, 2011). Focam-se ao nível estratégico da gestão de objetivos e no uso destes instrumentos de gestão para monitorizar os resultados na zona chave de um negócio (Dumitrita, 2011).

### **2.3.3.5 Dashboards**

De acordo com Dumitrita os Dashboards são uma interface de utilizador que agrega e mostra informação de um modo fácil e intuitivo (Dumitrita, 2011). Estão organizados de maneira a oferecer a informação necessária, da melhor maneira possível assegurando a interatividade com o utilizador/gestor (Dumitrita, 2011).

### **2.3.3.6 OLAP**

De acordo com Turban as técnicas de descoberta de conhecimento mais conhecidas são as técnicas OLAP e de data mining (Turban et al., 1999). OLAP fornece aos utilizadores os meios para explorar e analisar grandes quantidades de dados, envolvendo cálculos complexos, relações entre os mesmos e apresentação visual de resultados sob diferentes perspetivas (Khan, 2012). Segundo Khan as ferramentas OLAP são uma combinação de procedimentos de processamento analítico e interface gráfico de utilizador (Khan, 2012). As funcionalidades chave de uma aplicação OLAP são: vistas multidimensionais de dados, capacidade de cálculo intensivo e inteligência temporal (Khan, 2012).

A componente OLAP permite ao utilizador extrair e apresentar os dados de diferentes pontos de vista (Dumitrita, 2011). De acordo com Dumitrita esta análise apenas é possível em bases de dados multidimensionais (Dumitrita, 2011). O mais importante é o servidor OLAP localizado entre o cliente e o sistema de gestão da base de dados (Dumitrita, 2011). Os instrumentos OLAP permitem uma análise baseada em diferentes dimensões de dados multidimensionais e são usados frequentemente em data mining (Forsman, 1997).

### **2.3.3.7 Data Mining**

Data mining refere-se ao uso de uma variedade de técnicas para identificar núcleos de informação ou conhecimento para tomada de decisão em dados em massa e extraí-los de maneira a que estes possam ser usados nas áreas de suporte à decisão, predição, previsão e estimação (Khan, 2012). Os dados recorrentemente extensos, de baixo valor por não se conseguir sobre os mesmos qualquer uso direto, apresentam a sua mais-valia na informação que neles detêm escondida (Khan, 2012). De acordo com Khan, data mining é a não trivial extração de informação potencialmente útil, previamente desconhecida, dos dados (Khan, 2012). Engloba um número de diferentes aproximações técnicas tais como: clustering, sumarização de dados, aprendizagem de regras de classificação, pesquisa de redes dependentes, análise de mudanças e deteção de anomalias (William et al., 1994). Segundo Holsheimer e Siebes, data mining, é a pesquisa de relações e padrões globais que existem em bases de dados extensas mas que se encontram escondidas entre as grandes quantidades de dados (Holsheimer & Siebes, 1994).

Data mining foca-se especialmente na análise de dados e no uso de técnicas de software para encontrar padrões e regularidades em conjuntos de dados (Khan, 2012). É responsável por encontrar padrões através da identificação de regras e funcionalidades presentes nos dados (Khan, 2012). A ideia é de que é possível encontrar ouro em lugares inesperados à medida que o software de data mining extrai anteriormente não discerníveis ou tão óbvios que não tenham sido notados até à data (Khan, 2012).

Data mining usa vários instrumentos e o nome de cada um reflete claramente o seu espectro e o que é que se tem de investigar para que encontre dados relevantes para cada negócio (Dumitrita, 2011). Data mining extrai informação de bases de dados e pode pesquisar usando diferentes padrões em bases de dados OLTP (Dumitrita, 2011).

Espera-se das soluções de BI que desempenhem um papel importante numa resposta rápida às exigências de mercado e na formulação da estratégia de muitas organizações empresariais pois as que não levem a sério esta adaptação aos desafios de mercado enfrentam a ameaça de não conseguirem sobreviver (Khan, 2012). Com o fácil acesso a grandes quantidades de dados complexos de fontes dispersas, as organizações empresariais são capazes de gerir custos, performance e aumentar a rentabilidade (Khan, 2012).

### **2.3.3.8 Serviços de alerta e notificação**

De acordo com Dumitrita estes serviços trabalham de forma proactiva, oferecendo aos utilizadores informação de acordo com os critérios predefinidos assim que os eventos ocorrem (Dumitrita, 2011). Os utilizadores têm conhecimento, a todo o momento, dos eventos mais importantes seja no trabalho, em casa ou em movimento através de equipamentos móveis (Dumitrita, 2011).

## **2.3.4 BI aplicado aos LBS**

Nesta secção pretende-se rever o que já foi estudado sobre BI relativamente aos LBS.

Os LBS baseiam-se na informação sobre a localização dos utilizadores para lhes fornecer serviços à medida ou informação através de um dispositivo móvel (Joy et al., 2008).

De acordo com Verkasalo os serviços móveis diferenciam-se de outros serviços através dos seus atributos temporais e espaciais (Verkasalo, 2008). Com a evolução das empresas deste sector, cada vez mais se pode tirar mais informação relevante sobre os padrões de uso dos clientes (Verkasalo, 2008). Para que se consiga fazer isto é necessário que se identifique o contexto em que os mesmos se inserem (Verkasalo, 2008). Contexto de utilizador é muito mais do que a sua mera localização, é algo que o relaciona com todos os fatores que o rodeiam numa situação particular (Verkasalo, 2008). Os serviços móveis podem ser usados a partir de qualquer local em qualquer altura e como tal há uma necessidade de identificar contextos de utilização dos serviços móveis (Verkasalo, 2008).

O acesso à internet através de dispositivos móveis, segundo Roto e Kaasinen, tem mudado a maneira como a internet é usada (Roto & Kaasinen, 2008). Os serviços fornecidos online podem ser moldados às necessidades dos clientes na medida em que os mesmos podem obter tanto informação relevante como serviços utilizando a sua localização e informação contextual (Roto & Kaasinen, 2008). Há que ter em conta que o contexto em que o utilizador se insere pode mudar até durante a sessão (Roto & Kaasinen, 2008). Os utilizadores esperam que as

aplicações estejam cientes não só do seu contexto físico como também do seu contexto virtual nomeadamente: a sua localização, as tarefas que pretendem desempenhar, a informação que procuram, as pessoas com que interagem e o histórico dos mesmos (Rhee & Lee, 2009). Para que se melhore a experiência de utilização dos serviços móveis deve-se proceder ao estudo dos contextos de utilização, ao desenvolvimento de serviços móveis e a experiências de desenvolvimento ao nível de infraestruturas para a internet móvel (Roto & Kaasinen, 2008).

### **2.3.5 Serviços baseados em contexto**

O processamento de informação que os seres humanos desempenham aquando das suas relações sociais é algo que no caso das interações homem-máquina tem de ser mecanizado e implementado (Abowd et al.,1999). Segundo Abowd, ao se melhorar o acesso dos computadores a informação contextual do utilizador, aumenta-se o valor das comunicações durante o processo de interação homem-máquina e torna-se possível a criação sistemas de informação com maior utilidade (Abowd et al.,1999).

De acordo com Abowd, contexto é qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de determinada entidade (Abowd et al.,1999). Considera-se entidade como sendo uma pessoa, um local, um objeto que seja considerado relevante para a interação entre o utilizador e uma aplicação, incluindo o próprio utilizador e aplicação (Abowd et al.,1999). Se determinada informação pode ser usada para caracterizar uma situação de um participante numa interação então essa informação é considerada contexto (Abowd et al.,1999).

Segundo Abowd, localização, identidade, tempo e atividade são considerados os tipos de contexto primários para caracterizar o contexto de determinada entidade (Abowd et al.,1999). Estes quatro tipos não só respondem as questões de quem, o quê, quando e onde como também funcionam como índices para outros tipos de informação contextual (Abowd et al.,1999). Sendo assim Abowd considera que estes tipos de contexto ficam num nível primário e os restantes num nível secundário (Abowd et al.,1999). Por exemplo uma previsão meteorológica pode ser considerada informação de contexto secundaria que se obtém sabendo a data desejada e o local para a previsão (Abowd et al.,1999).

Abowd define um sistema baseado em contexto como sendo um sistema que usa informação contextual para fornecer informações ou serviços relevantes para o utilizador, em que a sua relevância depende da tarefa do utilizador (Abowd et al.,1999). Em computação móvel e ubíqua, o contexto do utilizador é extremamente dinâmico (Abowd et al.,1999). Quando, ao se usar aplicações nestes parâmetros, um utilizador tem muito a ganhar com uso eficaz de contexto depreendido implicitamente (Abowd et al.,1999). Isto permite que o comportamento de uma aplicação se adapte a corrente situação do utilizador (Abowd et al.,1999). As definições na categoria mais específica de aplicações que se adaptam ao contexto necessitam que o comportamento das mesmas seja alterado para que se considere uma aplicação baseada em contexto (Abowd et al.,1999). Quando se tenta aplicar esta definição as aplicações baseadas em contexto existentes verifica-se que estas não se enquadram na mesma (Abowd et al.,1999).

Tendo neste capítulo sido estudado os LBS e principais áreas de suporte aos mesmos procede-se agora à análise.

### **3. Análise da adequabilidade da arquitetura de referência de BI aos LBS**

Neste capítulo pretende-se estudar se a arquitetura de referência de BI responde aos requisitos dos LBS. Para tal começa-se por definir as principais necessidades dos LBS, posteriormente faz-se uma síntese dessas necessidades enumerando os principais requisitos e no fim conclui-se sobre a resposta da arquitetura de referência a cada um desses requisitos.

#### **3.1 Necessidades dos LBS**

Nesta secção pretende-se identificar as necessidades dos LBS. Com base nestas necessidades pretende-se identificar os requisitos dos LBS na secção seguinte.

Segundo Barnes, os LBS têm vindo a evoluir e a principal evolução neste tipo de serviços está relacionada com a altura em que os equipamentos deixaram de ser fixos a passaram a ser móveis (Barnes et al., 2011). Com esta evolução, estes serviços ganharam novas necessidades na medida em que necessitam de um tratamento dinâmico de dados relativos a sua posição (Barnes et al., 2011).

Abbas distingue dois tipos de LBS com necessidades distintas a nível tecnológico: push e pull (Abbas, 2010). Uma aplicação do tipo push requer que as coordenadas do cliente sejam fornecidas continuamente em tempo real (Abbas, 2010). Uma aplicação do tipo pull requer que o cliente faça updates seletivos quando necessários (Abbas, 2010). Podemos ainda considerar outras classificações de LBS podendo estes ser orientados ao cliente ou ao dispositivo, orientados à rede ou ao dispositivo, reativos ou proactivos (Abbas, 2010). Estas classificações

permitem que o estudo destes serviços seja mais completo e eficaz ao tentar estudar as necessidades de um LBS em particular (Abbas, 2010).

Um desafio neste tipo de serviços é acarretar a evolução dos mesmos sem perdas na qualidade do serviço (QoS) (Dhar & Varshney, 2011). Podendo esta ser expressa na acuidade pretendida da informação de localização, no tempo de resposta, e na fiabilidade de operação (Dhar & Varshney, 2011). São estes eixos que permitem aos arquitetos orientar o desenho da arquitetura para que a mesma esteja de acordo com as necessidades das aplicações e com as funcionalidades requeridas na infraestrutura de rede dependente da localização (Dhar & Varshney, 2011).

Para que se responda melhor as necessidades do utilizador os pedidos de informação deverão ser respondidos sem sobrecarregar o mesmo. Este deve ser capaz de aceder a informação que pretende, usá-la rapidamente e retornar ao que estava a fazer originalmente. O desafio é condensar a informação fornecendo em quantidade suficiente mas não em demasia (Xu et al., 2008).

As aplicações baseadas em contexto adaptam-se a mudanças de contexto que, conseqüentemente, fazem com que as necessidades do utilizador se alterem (Henricksen et al., 2005). Esta adaptação dinâmica fornece aos utilizadores o nível de autonomia suficiente para que os mesmos se libertem do modelo centrado no computador da interação homem-máquina (Henricksen et al., 2005). O utilizador tem diferentes necessidades de informação consoante o contexto em que se encontra. O que é considerada informação útil varia de acordo com a sua situação, refletindo as suas preferências contextuais (Xu et al., 2008).

Segundo Xu as necessidades de informação no mundo real são muito mais variadas e incluem uma vasta gama de diferentes contextos como tempo, notícias, dados de stocks, dados financeiros, calendário pessoal, listas televisivas, horários de cinema, feeds RSS e outros (Xu et al., 2008). A solução ideal seria um único sistema centralizado que pudesse integrar e filtrar uma variedade de tipos de informação heterogêneos com base na sua relevância para o contexto do utilizador (Xu et al., 2008).

As aplicações e serviços baseados em contexto requerem tecnologia em termos de redes sem fios, infraestrutura de utilizador e middleware (Hong et al., 2009). As aplicações e tecnologia relacionada com a rede, middleware e infraestrutura de utilizador são baseadas em contextos e atividades de investigação. Estas atividades estão relacionadas com visão geral do sistema, algoritmos, orientação de desenvolvimento, enquadramento, gestão de dados de contexto, privacidade e segurança (Hong et al., 2009).



Os sistemas baseados no contexto têm de ter suporte de middleware para fornecer serviços personalizados (Hong et al., 2009). Esta camada de middleware permite aos agentes móveis a obtenção de informação contextual com relativa facilidade, moldando-a segundo diferentes lógicas para que depois se adaptem a contextos em mudança constante (Hong et al., 2009). Segundo Henricksen, a camada de middleware tem de responder a muitos dos requerimentos dos tradicionais sistemas distribuídos tais como heterogeneidade, mobilidade, escalabilidade e tolerância a falhas de componentes e falhas no serviço (Henricksen et al., 2005). Também tem de proteger informação pessoal dos utilizadores tais como localização e preferências, de acordo com as suas preferências de privacidade e garantir que ações automáticas por parte de aplicações baseadas no contexto usadas pelos utilizadores possam ser adequadamente entendidas e controladas pelos utilizadores (Henricksen et al., 2005).

Como os dados de contexto de utilizador são pessoais por definição, para que estes sejam acedidos de uma maneira segura, é necessário que os mesmos só sejam acedidos após autenticação do utilizador (Hong et al., 2009).

Segundo Hong grande parte dos sistemas baseados em contexto baseiam-se em contexto exterior, chamado contexto físico, ou seja, dados recolhidos a partir de sensores físicos (Hong et al., 2009). Envolve dados contextuais do ambiente físico, dados de localização, distancia, temperatura, som, pressão do ar, tempo, nível de iluminação e outros (Hong et al., 2009). O contexto exterior é importante na medida em que fornece serviços recomendados com base nos dados exteriores (Hong et al., 2009). No entanto, para que se forneçam serviços recomendados de acordo com preferências do utilizador, tarefas e estado emocional é necessário que haja, no domínio cognitivo, recolha de informação, decisões e monitorização (Hong et al., 2009).

Prever as preferências do utilizador em comércio móvel para melhor fornecer serviços personalizados é extremamente importante e como tal uma solução possível será guardar um histórico contextual de utilizador (Hong et al., 2009).

De acordo com Hong encontrar o serviço ideal rapidamente e corretamente num contexto de baixo nível é de extrema importância em ambientes computacionais limitados e como tal deve-se apurar o melhor algoritmo de inferência para que se extraia o contexto de utilizador da melhor maneira (Hong et al., 2009). É necessário também uma metodologia e implicação real para que se trate variedade e diversidade de contextos (Hong et al., 2009).

## **3.2 Principais requisitos dos LBS em termos de informação**

Tendo analisado quais as principais necessidades dos LBS, apresenta-se abaixo uma síntese por pontos dos principais requisitos dos LBS em termos de informação. São eles:

- Mobilidade: tratamento dinâmico de dados relativos a posicionamento em tempo real.
- Dados, Quantidade versus Qualidade: filtrar informação eficientemente de maneira a não sobrecarregar o utilizador.
- Contexto: adaptação dinâmica do sistema face às mudanças de preferências do utilizador dada a constante mudança de contexto em que o mesmo se encontra.
- Contexto: centralização de vários tipos de informação contextual heterogénea com base na sua relevância para o contexto do utilizador.
- Privacidade e Segurança: preocupação em proteger e salvaguardar dados de preferências e contextuais do utilizador.
- Camada middleware: dar resposta a necessidades de heterogeneidade de dados, escalabilidade do sistema e tolerância a falhas.

### **3.2.1 Mobilidade**

Sendo este tipo de sistema para ser usado em mobilidade a arquitetura de BI terá de suportar um tratamento dinâmico e em tempo real dos dados relativos ao posicionamento do utilizador. Este tratamento dos dados deve fazer a melhor junção possível das tecnologias de posicionamento para que trabalhem em sintonia e consigam a melhor eficácia possível no tratamento dos dados relativos ao posicionamento do utilizador, ou seja, em tempo real.

Sendo que os LBS são usados em mobilidade e que dentro de uma única sessão de utilização deste tipo de serviços o utilizador se pode encontrar em movimento, apresentando posições diferentes em diferentes momentos, surge a necessidade, por parte do sistema, em dar resposta a esta constante alteração de posição do utilizador em tempo real.

Este processo de acompanhamento da mobilidade do utilizador, sendo a base deste tipo de serviço, tem de ser o mais rápido e fluido possível. Desta maneira as fases seguintes de construção deste tipo de sistema poderão ir também no sentido de se conseguir dar uma resposta em tempo real ao utilizador.

### **3.2.2 Dados**

Sendo o cerne deste tipo de sistemas a informação esta deve ser fornecida ao utilizador com alguma ponderação de maneira a não sobrecarregar o utilizador. Deve o utilizador ser capaz de parar a atividade que estava a desempenhar, consultar a informação e voltar rapidamente ao que estava a fazer anteriormente. Para tal deve o sistema ser capaz de fornecer informação ao utilizador tendo como objetivo minimizar a quantidade de informação e maximizar a sua qualidade.

### **3.2.3 Contexto**

Tendo estes sistemas especial preocupação com a contextualização do utilizador e sendo os mesmos usados em mobilidade devem estar preparados para a mudança de contexto do utilizador dentro da mesma sessão. Desde que o utilizador inicia a sessão até que acaba a mesma o contexto muda e como tal deve ser disponibilizada a informação em tempo real de acordo com uma utilização em mobilidade, com variação do contexto do utilizador.

Sendo o contexto do utilizador composta por várias fontes de informação contextual heterogénea deve o sistema ser capaz de centralizar os vários tipos de informação consoante a sua relevância para o utilizador.

### **3.2.4 Privacidade e segurança**

Tratando este tipo de sistemas com dados pessoais do utilizador este sistema terá de proteger o mesmo. Como tal é necessário que este sistema faça a autenticação do utilizador de maneira a eliminar o acesso indevido aos mesmos.

Como os utilizadores têm necessidades de privacidade diferentes deve o sistema ser capaz de suportar vários perfis de privacidade para que o utilizador escolha o que melhor satisfaz as suas necessidades.

### **3.2.5 Camada de middleware**

No que diz respeito a este tipo de sistema e dada a sua semelhança com os sistemas distribuídos este terá também de responder a problemas conhecidos dos mesmos, tais como: heterogeneidade, escalabilidade e tolerância a falhas. Terá de estar preparado para lidar com informação contextual heterogénea, ou seja, ter capacidade para agrupar e normalizar informação contextual de fontes diversas. Por ser um tipo de sistema que necessita de estar preparado para aceitar novos utilizadores sem ter predefinido um número limite para os mesmos este sistema tem de ser construído de raiz a contar com esse fator. Sendo este tipo de sistema um tipo de sistema a ser utilizado a qualquer hora deve este ser resiliente a falhas.

## **3.3 Análise da resposta da arquitetura de referência de BI aos principais requisitos dos LBS**

Nesta secção pretende-se concluir da resposta da arquitetura de referência de BI aos principais requisitos dos LBS referidos na secção anterior.

### **3.3.1 Mobilidade**

Para este requisito, a arquitetura responde deficientemente ao que é requerido por este tipo de sistema. A arquitetura está preparada para conter dados respetivos à localização do utilizador porém não está preparada para o tratamento em tempo real dos mesmos.

Quando o utilizador pretende utilizar este tipo de sistema necessita que o mesmo saiba a localização e contexto do utilizador nesse momento e, como esta não tem nenhum modulo preparado para o constante acompanhamento da localização do utilizador, não é possível responder a este requisito com a arquitetura de referência de BI.

A arquitetura de referência de BI não está preparada para responder aos requisitos de mobilidade dos LBS. Responder ao requisito de mobilidade patente nos LBS é ter capacidade para fazer o processamento de informação de geo-posicionamento em tempo real (a arquitetura de referência está preparada para conter informação de posicionamento mas não para a processar em tempo real) processando essa mesma informação e confrontando-a com o pedido do utilizador para que, usando a base de conhecimento presente na BD dê uma resposta em tempo real ao utilizador. Este processamento de informação e processamento de pedidos com base nessa mesma informação, em tempo real, não são suplantados pela arquitetura de

referência de BI quer pela sua morfologia (que necessita de tempo para processamento) quer pelas ferramentas necessárias que não estão presentes na mesma.

### **3.3.2 Dados**

Quanto ao tratamento de dados e filtragem dos mesmos para não sobrecarregar o utilizador a arquitetura de referência de BI está preparada para desempenhar esta tarefa.

Sendo que é necessário, perante um pedido de informação, por parte do utilizador, dar resposta ao mesmo de maneira sucinta de maneira a que este consulte a informação e volte a tarefa que estava a desempenhar anteriormente torna-se obrigatório a que o sistema tenha a capacidade de sintetizar a informação a ser disponibilizada ao utilizador maximizando a sua qualidade e minimizando a sua quantidade. Ora, para a arquitetura de referência de BI, este não é um desafio novo e como tal não são necessárias alterações à mesma.

### **3.3.3 Contexto**

No que diz respeito a contextualização do utilizador temos dois requisitos principais que necessitam de suporte por parte da arquitetura: atualização em tempo real do contexto do utilizador e resposta de acordo, centralização de informação heterogénea contextual. Quanto ao primeiro não há capacidade, por parte da arquitetura de referência de BI, de dar resposta a este requisito pois não permite um tratamento de dados dinâmico e em tempo real, ou seja, o sistema não tem capacidade para se ajustar automaticamente à constante mudança de contexto em que o utilizador se insere. Quando o utilizador faz um pedido de informação ao sistema o seu contexto já tem de estar calculado pelo sistema e para tal é necessário que haja um processamento constante do contexto do utilizador para que o mesmo aceda ao sistema, aceda à

informação de que necessita e volte à tarefa que estava a desempenhar anteriormente. Como a arquitetura de referência de BI não tem maneira de acompanhar dinamicamente a variação contextual do utilizador esta falha na resposta a este requisito.

Para que se consiga tratar de dados contextuais em tempo real não basta preparar a mesma para tratar dados relativos a posicionamento. Este tipo de sistema lida com dados de localização e dados contextuais que estão em permanente mutação. Sendo assim, a arquitetura de referência falha no processo de ETL, pelo tempo requer, não tendo capacidade para dar uma resposta em tempo real em termos de processar os dados de contexto do utilizador.

Falha, a arquitetura de referência de BI, também ao nível DW, pois este é pesado demais para os prazos exigidos tendo informação que não é necessária para as tarefas do sistema que necessitam de ser desempenhadas em tempo real.

A arquitetura de referência de BI falha também em dar resposta em tempo real na aglutinação e normalização de informação contextual dispersa e variada pois com os processos que dispõe não consegue desempenhar a tarefa no tempo exigido.

### **3.3.4 Privacidade e segurança**

No que diz respeito a privacidade temos dois principais requisitos no que diz respeito a arquitetura: autenticação do utilizador e elaboração de perfis de privacidade. No que diz respeito ao primeiro a arquitetura de BI não apresenta qualquer dificuldade acrescida em responder ao mesmo. Quanto ao segundo também responde plenamente ao mesmo.

A função por parte de um sistema de autenticação de utilizador e a possibilidade de diferenciar os utilizadores de acordo com perfis de utilizador não trazem alterações significantes à arquitetura de referência de BI.

### **3.3.5 Camada de middleware**

Os requisitos quanto à camada de middleware não apresentam desafios novos e para os quais a arquitetura de referência de BI não esteja preparada para responder.

Sendo que a camada de middleware fará principalmente a ligação entre determinada aplicação e o sistema operativo e dado que as necessidades dos LBS, ainda que também sejam especiais, não implicam mudanças na arquitetura de BI pois estas a ser feitas serão a outro nível e não na arquitetura de BI.



## **4. Proposta de alteração à arquitetura de referência de BI**

Tendo constatado na análise falhas potenciais na resposta por parte da arquitetura de referência aos requisitos dos LBS propõe-se neste capítulo uma solução em termos de arquitetura de BI para os LBS.

### **4.1 Arquitetura proposta**

Tendo sido identificadas como falhas principais na arquitetura de referência de BI a resposta em tempo real à constante alteração do contexto e localização do utilizador introduz-se nesta proposta de arquitetura de BI para os LBS alterações ao processamento e fluxo de informação com especial preocupação com: a arquitetura, a contextualização e subjacente gestão de informação geográfica em tempo real.

Para, que se consiga, dar uma resposta em tempo real ao utilizador é necessário simplificar e uniformizar a informação que fluirá por toda a arquitetura do sistema, simplificando também a estrutura de dados do DW de maneira a reduzir o tempo despendido no processamento de informação. No desenho da mesma, terá de se ter em conta, que o sistema terá de ter a capacidade de fazer a EII (integração da informação da empresa) possibilitando o acesso à mesma de uma maneira uniformizada e normalizada também com o intuito de reduzir o tempo de processamento de informação. Esta capacidade tanto é requerida para a informação de contexto, como para informação relativa aos pedidos do utilizador que devem ser limitados na sua complexidade de maneira a aumentar a fluidez dos dados.

Como identificado na análise, é necessário fazer alterações à arquitetura de referência de BI para que esta consiga responder aos requisitos dos LBS. Para se fazer gestão contextual é necessário que o sistema esteja preparado para gerir também dados de geo-posicionamento

através de um GIS (Geographic Information System) dado que nesta proposta de arquitetura se considera a localização como parte integrante do contexto do utilizador. Como o DW, pela sua morfologia, não tem capacidade em responder a pedidos em tempo real dado o volume de dados que armazena é preciso também incluir um ODS (Operational Data Store) que terá uma porção de dados do DW sendo estes os estritamente necessários aos pedidos de utilizador a ser respondidos em tempo real. Para que se consiga dar uma resposta em tempo real ao utilizador é necessário que se façam alterações para tornar o sistema mais fluido e como tal, é necessário que se criem mecanismos para que se acelere o processo de gestão contextual como se explica mais a frente neste capítulo.

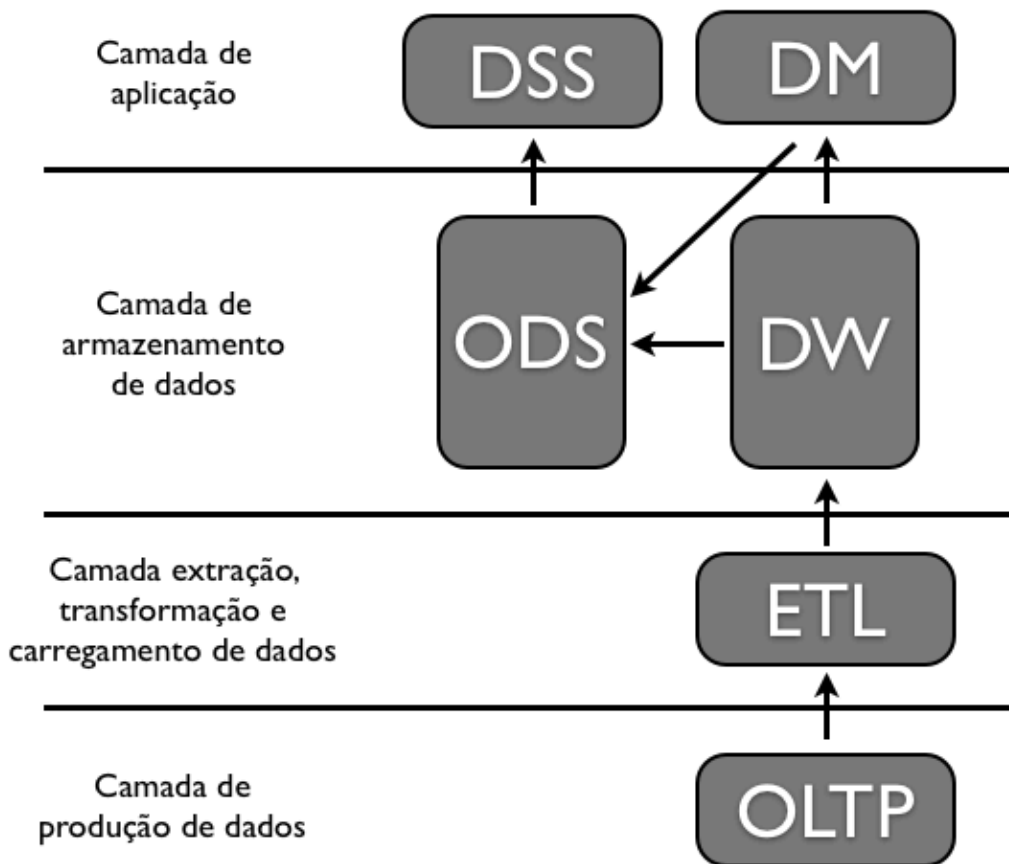


Figura 4.1 – Proposta de alteração à arquitetura de referência de BI

## **4.1.1 ETL**

Segundo Kimball, a diferença entre a entrega de informação diariamente, frequentemente e, em tempo real passa por fazer alterações no processo ETL (nomeadamente no processo de captura e extração de dados) (Kimball, 2006). Uma diminuição do tempo de resposta ao utilizador passará por limitar o tempo que se terá de gastar com o processo ETL. Desta maneira pretende-se que o processo ETL seja o mais fluido e rápido possível de maneira a informação no sistema seja o mais atual possível. Há que considerar que numa solução de compromisso que informação disponibilizada com um intervalo de cinco a quinze minutos de atraso face à realidade se pode considerar informação em tempo real.

## **4.1.2 Gestão contextual**

Nesta proposta de arquitetura considera-se a localização do utilizador como parte do contexto. De acordo com Verkasalo, contexto de utilizador é muito mais do que a sua mera localização, é algo que o relaciona com todos os fatores que o rodeiam numa situação particular (Verkasalo, 2008). O contexto é composto pela localização do utilizador e pelo contexto propriamente. A localização pode ser interior (Wi-Fi, RFID) ou exterior (GPS). Os dados de contexto podem ser primários ou secundários. Os dados contextuais primários podem-se dividir em contexto físico e contexto virtual. Entende-se por contexto físico todo o contexto inferido sensorialmente (luz, movimento, temperatura). Entende-se por contexto virtual: tarefas a desempenhar, informação pedida, as entidades e utilizadores com que se pretende interagir e o histórico dos mesmos. Entende-se por contexto secundário todo o contexto inferido através da combinação de dois ou mais elementos de contexto primário (por exemplo, segundo Abowd, uma previsão meteorológica pode ser considerada informação de contexto secundária que se obtém sabendo a data desejada e o local para a previsão (Abowd et al., 1999)).

Considerando a gestão contextual da arquitetura um módulo de processamento de informação temos input de informação, processamento da mesma e posterior output. Como input de informação é considerada toda a informação relativa ao contexto do utilizador. O

processamento da mesma informação passa por uniformizar fontes de informação contextual heterogênea classificando-a de acordo com a relevância para o utilizador. Esta uniformização depende do sistema a desenhar e das necessidades do mesmo. Para determinado sistema a passagem do input para o output é tão simples quanto limitar o número de estados para determinado tipo de informação contextual primária (por exemplo, ter intervalos para a temperatura, intervalos de intensidade luminosa) exceptuando as de localização em que apenas se terá de escolher uma nomenclatura comum para representar as coordenadas relativas a posição do utilizador. Como output de informação obtém-se o contexto do utilizador já uniformizado e preparado para ser usado pelo sistema.

Visto ser o propósito principal deste módulo colmatar a falta de resposta, por parte da arquitetura de referência de BI, à necessidade que foi identificada por parte dos LBS que há em dar resposta em tempo real à constante alteração do contexto e localização do utilizador, este módulo está em constante funcionamento para que aquando de uma solicitação de informação este tenha a informação contextual disponível o mais rápido possível.

Uma gestão contextual eficiente passa pela capacidade de encontrar padrões comportamentais de contexto do utilizador unificando informação de contexto de utilizadores diferentes, e assim, depois de identificados esses padrões as associações entre determinado contexto de utilizador e as suas necessidades nesse momento será rapidamente feita. Esta contextualização necessitará de uma fase de aprendizagem. Nesta fase de aprendizagem o sistema irá identificar padrões de utilização dos utilizadores identificando situações em que utilizadores diferentes em determinado contexto apresentam as mesmas preferências.

Finda esta fase de aprendizagem, tendo conhecimento do contexto do utilizador, o sistema conseguirá deduzir com grande rapidez e com grande probabilidade as preferências do utilizador. Desta maneira conseguir-se-á reduzir o tempo de resposta do sistema aos pedidos do utilizador de maneira a que este tipo de sistema seja utilizável transpondo o limite atual da arquitetura de referência de BI.

### 4.1.3 Operational Data Store e Data Warehouse

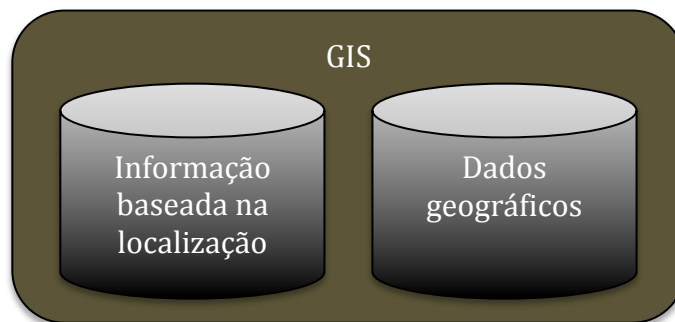
Implementa-se para suportar interações em tempo real, especialmente em aplicações de customer relationship management (CRM) para aceder a itinerários de viagem num site ou a histórico de serviços (Kimball, 2006). Segundo Kimball, os DW tradicionais não estão em posição de responder a necessidades de dados em tempo real ou respostas imediatas no tempo (Kimball, 2006). Para que as consultas de dados suportem estas interações em tempo real estas têm de ter uma estrutura fixa e bem definida (Kimball, 2006). Algumas vezes este tipo de ODS usa dados do DW (como dados da aplicação de call center de serviço ao consumidor que usa informação comportamental) para pré-calcular pontuações de propensão e guardá-las no ODS (Kimball, 2006).

Quanto a implementação o ODS pode ser tanto um terceiro sistema físico entre os sistemas operativos e o DW como uma partição especialmente administrada do DW (Kimball, 2006). Todas as empresas necessitam de sistemas operativos (Kimball, 2006). Segundo Kimball apenas se deve criar um ODS caso nem os sistemas operativos nem o DW respondam as necessidades do sistema, ou seja, não é desejável alocar recursos num terceiro sistema físico a menos que as necessidades não sejam respondidas nem pelo sistema de coleção de dados operacionais nem pelo DW (Kimball, 2006).

Nesta arquitetura e dadas as suas necessidades de resposta em tempo real inclui-se, na arquitetura, um ODS responsável por gerir a informação relevante para dar resposta às necessidades do sistema em tempo real. Para tal, o ODS terá as dimensões relevantes para o contexto do utilizador. O ODS recebe informação de duas maneiras diferentes: DW e ferramentas de DM a correr sobre o DW. Sendo assim recebe diretamente do DW uma partição de dados base que sejam relevantes para desempenho em tempo real do ODS, através de DM a correr sobre o DW recebe padrões comportamentais de utilização do sistema terminando o processo com DSS com DM, a analisar todos estes dados e fazendo o suporte à decisão. Desta maneira temos o DW a popular o ODS com dados relevantes para os processos a desempenhar em tempo real e a fornecer conhecimento ao ODS através de DM a correr sobre o DW, o ODS a permitir que se produza conhecimento em tempo real e DSS com DM a funcionar também em tempo real sobre o ODS.

Nesta arquitetura distinguem-se três tipos principais de informação: instantânea, frequente e diária. A chamada informação instantânea ou, se quisermos, em tempo real pode numa solução de compromisso ser informação com quinze minutos de atraso, sendo que, o ODS deverá conter apenas informação relevante para o trabalho em tempo real, ou seja, informação contextual.

#### 4.1.4 Geographic Information System



Os DW podem tirar vantagens de ferramentas de sistemas de informação geográfica (GIS) para fornecer informação contida em moradas orientadas espacialmente ou dados de rota (Kimball, 2006). Este fator encoraja a que se façam melhorias de design e extensões para incluir atributos que permitam análises mais ricas dos dados do DW através das capacidades do GIS (Kimball, 2006).

Através do uso de ferramentas de GIS, podemos explorar eficientemente milhões de moradas já guardadas (Kimball, 2006). Pode-se invocar novas ferramentas de representação gráfica que permitem que se veja padrões bidimensionais num mapa que não podem ser simplesmente detetados em folhas de cálculo e relatórios convencionais (Kimball, 2006). Adicionalmente, podem-se adicionar novos verbos as consultas as bases de dados existentes que nos permitam fazer perguntas orientadas espacialmente tais como: “Encontrar posto de abastecimento mais próximo” sem que se modifiquem os dados subjacentes (Kimball, 2006).

Nesta arquitetura a informação de localização é transversal a todas as fases da arquitetura sendo informação fulcral ao funcionamento deste tipo de sistema. Deve por isso, estar presente em todas as fases da arquitetura de BI, data mining inclusive sendo parte integrante da informação contextual do utilizador.





## 5. Conclusão

Os LBS trazem desafios novos que, por sua vez, trazem novos requerimentos em termos da arquitetura de BI. Nesta dissertação partindo-se da atualidade dos LBS e de BI e com foco na relação entre os dois pretende-se concluir da adequabilidade da arquitetura de referência de BI aos LBS.

Pôde-se, nesta dissertação, na secção 3.3, concluir que os LBS têm necessidades para os quais a arquitetura de BI é plenamente capaz de responder e outros para os quais a mesma não tem capacidade de resposta. Das necessidades dos LBS em termos de tratamento de dados e filtragem dos mesmos, armazenamento de dados respeitantes a geo-referenciação, normalização de informação heterogénea, privacidade e segurança e da camada de middleware a arquitetura de referência de BI está plenamente capacitada para responder com eficácia. Já em termos de dar uma resposta em tempo real à constante alteração do contexto e localização do utilizador a arquitetura de referência falha e como tal necessita de alterações.

Em relação à hipótese da adequabilidade da arquitetura de referência de BI aos LBS, face às necessidades dos LBS, conclui-se que a mesma não se adequa aos LBS dado não ter capacidade para responder positivamente a todos os requisitos identificados nesta dissertação.

Tendo identificado as principais falhas da arquitetura de referência de BI faz-se uma proposta de arquitetura para os LBS que dá um contributo a fim de que se torne possível dar resposta as necessidades dos LBS em termos de gestão contextual do utilizador em tempo real e de dar resposta, também em tempo real, aos pedidos do utilizador transpondo os desafios que advêm da utilização em mobilidade deste tipo de serviço e da necessidade que daí surge em processar os dados de posicionamento em tempo real. A inclusão de um GIS para a gestão de informação de posicionamento do utilizador (informação esta transversal à arquitetura), de um ODS dedicado apenas às tarefas em tempo real contento uma subparte dos dados do DW necessários para essas tarefas, de ferramentas de DM a correr em cima do DW afim de alimentar o ODS, de DSS com DM a correr sobre o ODS permitem que se façam pedidos de informação em tempo real e que se obtenha também resposta a esses pedidos em tempo real e de acordo com o contexto em que o utilizador se insere. Por fim contribui-se também para a diminuição do atraso da informação disponível para responder ao utilizador face à realidade simplificando a estrutura da arquitetura.

Foi nesta dissertação dado um contributo para a elaboração de uma arquitetura de BI que melhor responda às necessidades dos LBS preparando-a, face à arquitetura de referência de BI, para responder a pedidos por parte do utilizador em tempo real consoante o seu contexto e diminuindo o atraso, face a realidade, da informação disponível no sistema. Para trabalhos futuros seria interessante estudar que tipos de dados contextuais secundários poderão fazer sentido no futuro. Dado que uma melhor contextualização do utilizador contribui diretamente para uma melhor qualidade de serviço, seria vantajoso estudar os atuais processos de contextualização e se haveria forma de os melhorar. Seria interessante também fazer uma implementação de um sistema tirando partido das alterações propostas nesta dissertação.

# Referências Bibliográficas

Abbas, R. (2010). An approach to studying location-based services regulation in Australia. *Technology and Society (ISTAS), 2010 IEEE International Symposium on* (p. 77–86).

Abowd, G., Dey, A., Brown, P., & Davies, N. (1999). Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness.

Ali-Hassan, H., Nevo, D., & Nevo, S. (2010). Mobile collaboration: exploring the role of social capital. *ACM SIGMIS Database, 41(2)*, 9–24. ACM.

Barnes, R., Winterbottom, J., & Dawson, M. (2011). Internet geolocation and location-based services. *Communications Magazine, IEEE, 49(4)*, 102–108. IEEE.

Curko, K., Vuksic, V. B., Lovric, A., & Adria, H. A. (2010). Business Process Management Systems and Business Intelligence Systems as support of Knowledge Management. *wseas.us*, 53-58.

Dhar, S., & Varshney, U. (2011). Challenges and business models for mobile location-based services and advertising. *Communications of the ACM, 54(5)*, 121.

Dumitrita, B. M. (2011). Business intelligence. *Journal of Information Systems & Operations*.

Etherton, J., Clark, R. J., & Sanders, M. (2008). WhereAmI: A realworld testbed for location services. *2008 International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks*, 1-6.

Forsman, S., (1997). OLAP Council White Paper, OLAP Council, San Rafael CA 1996

Goh, K., Ng, Y., Jusoff, K., & Chen, Y. (2011). Architecture of a GPS-Based Road Management System. *Information Sciences*, 12, 26-31.

Hong, J.-yi, Suh, E.-ho, & Kim, S.-J. (2009). Context-aware systems: A literature review and classification. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 8509-8522. Elsevier Ltd.

Henricksen, K., Indulska, J., & McFadden, T. (2005). Middleware for distributed context-aware systems. *On the Move to*.

<https://foursquare.com/about>

<http://maps.google.com/support/>

<http://support.layar.com/home>

Jones, M. (2010). Investigating GPS-based Augmented Reality for Mobile Devices. [justanothermark.co.cc](http://justanothermark.co.cc).

Joy, V., Sridevi, S., & Laxman, P. (2008). Location Based Services-Enterprise Mobility. *Wireless Communications and Networking Conference, 2008. WCNC 2008. IEEE* (pp. 3087–3092). IEEE.

Kabakchieva, D. (2009). Business Intelligence Applications and Data Mining Methods in Telecommunications: A Literature Review. *Proceedings of International Conference on SOFTWARE, SERVICES & SEMANTIC TECHNOLOGIES*, October (p. 28–29).

Kargin, B., Basoglu, N., & Daim, T. (2009). Factors affecting the adoption of mobile services. *International Journal of Services Sciences*, 2(1), 29.

Khan, R. (2012). Business Intelligence: An Integrated Approach. *Business Intelligence Journal*, 5(1), 64-70.

Kimball, R. (2006). *The data warehouse toolkit*.

Kukulska-hulme, A., Pettit, J., & Bradley, L. (2011). Mature Students Using Mobile Devices in Life and Learning. *International Journal*, 3(March), 18-52. doi: 10.4018/jmbl.2011010102.

Kupper, A. (2005). *Location-Based Services: Fundamentals and Operation*. John Wiley and Sons.

Lee, M. G. (2011). Design and Implementation of a RFID-based Clean Room Real-Time Location-aware System. *Journal of Information Technology and Applications*, 5(2), 83

Li, F. (2011). MAKING SENSE OF THE CONNECTED CONSUMERS: THE BUSINESS PERSPECTIVE, (January), 1-8.

Li, S., Shue, L., & Lee, S. (2008). Business intelligence approach to supporting strategy-making of ISP service management. *Expert Systems with Applications*, 35(3), 739-754. doi:10.1016/j.eswa.2007.07.049

Lehrer, C., Constantiou, I., & Hess, T. (2010). Exploring Use Patterns and Perceived Value of Location-Based Services. *2010 Ninth International Conference on Mobile Business and 2010 Ninth Global Mobility Roundtable (ICMB-GMR)* (pp. 107-115). IEEE. doi: 10.1109/ICMB-GMR.2010.64.

Lindqvist, J., Cranshaw, J., Wiese, J., & Hong, J. (2011). I'm the mayor of my house: Examining why people use foursquare-a social-driven location sharing application. *Design*.

Rao, B., Minakakis, L. (2003). Evolution of mobile location-based services. *Communications of the ACM*, 46(12), 61

Rhee, Y., & Lee, J. (2009). ON MODELING A model of mobile community. *interactions*, 16(6), 46. doi:10.1145/1620693.1620705

Roto, V., & Kaasinen, E. (2008). The second international workshop on mobile internet user experience. *Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services* (pp. 571–573). ACM.

Sanguino, J. E., Tocha, F., & Rodrigues, A. (2010). WAW Location-based Service Positioning. *Wireless Personal Communications*, 58(3), 599-612.

Turban, E., McLean, E., Wetherbe, J. (1999). *Information Technology for Management: Making Connections for Strategic Advantage*, John Wiley & Sons.

Verkasalo, H. (2008). Contextual patterns in mobile service usage. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(5), 331-342. doi:10.1007/s00779-008-0197-0

Wen, L. P., Nee, C. W., Chun, K. M., Shiang-Yen, T., & Idrus, R. (2011). Application of WiFi-based indoor positioning system in handheld directory system. *Proceedings of the 5th European conference on European computing conference* (p. 21–27). World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS).

William J. F., Gregory P. & Matheus C. J. (1994) “Knowledge Discovery in Databases: An overview”, *AI Magazine*, Volume 13 , Issue 3, Fall 1992.

Xu, Kaijian; Zhu, Manli; Zhang, D. (2008). Context-aware content filtering & presentation for pervasive & mobile information systems. *Proceedings of the 1st international conference on Ambient media and systems*.

Yiu, M. L., Jensen, C. S., Møller, J., & Lu, H. (2011). Design and analysis of a ranking approach to private location-based services. *ACM Transactions on Database Systems*, 36(2), 1-42.