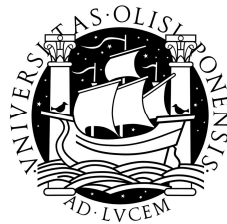


UNIVERSIDADE DE LISBOA  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Informática



VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO  
GEO-REFERENCIADA EM DISPOSITIVOS  
MÓVEIS

Paulo Miguel Ciríaco Pinheiro Pombinho de Matos

Mestrado em Informática

2008



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Informática



VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO  
GEO-REFERENCIADA EM DISPOSITIVOS  
MÓVEIS

Paulo Miguel Ciríaco Pinheiro Pombinho de Matos

Mestrado em Informática

2008

**Orientadora:**

Professora Doutora Ana Paula Pereira Afonso

**Co-Orientadora:**

Professora Doutora Maria Beatriz Duarte Pereira do Carmo





# Resumo

O número de dispositivos móveis e serviços disponibilizados tem recentemente crescido consideravelmente. Este crescimento tem vindo a mudar o modo como as pessoas acedem à informação. Os avanços tecnológicos dos dispositivos móveis oferecem novas oportunidades em domínios onde os dados geográficos têm um papel importante. Os PDA (*Personal Digital Assistants*), telemóveis e outros dispositivos portáteis, têm cada vez mais acesso à posição do utilizador através de dispositivos GPS. Estes avanços tornaram possível incorporar aplicações de visualização que mostram ao utilizador pontos de interesse relevantes na sua vizinhança. No entanto, os dispositivos móveis tem diversas limitações quando comparados com os computadores de secretária, sendo a mais importante o tamanho do ecrã. Este facto sugere que algumas técnicas de visualização podem não ser apropriadas para estes dispositivos. Neste trabalho é explorado o uso de mecanismos de filtragem, baseados em critérios semânticos, para reduzir o número de elementos a visualizar, o uso de operadores de generalização para tratar os restantes elementos que estejam sobrepostos, e o uso de múltiplas representações com diferentes graus de detalhe, que permitam gerar representações legíveis. Como prova de conceito, foi desenvolvido um protótipo de um sistema de visualização de informação geo-referenciada denominado MoViSys. Para avaliar os conceitos propostos, foi realizado um plano de avaliação. Os resultados desta avaliação sugerem que a combinação da função de filtragem com a utilização dos operadores de generalização permite aos utilizadores visualizar um mapa menos confuso, ajudando-os nas suas tarefas.

**Palavras-chave:** Visualização de Informação, Dados Geo-Referenciados, Dispositivos Móveis, Função de Grau de Interesse, Operadores de Generalização, Múltiplas Representações



# Abstract

The number of mobile devices and associated services has recently been growing considerably. This growth has been changing the way people access information. The technological advances of mobile devices offer new opportunities to areas where geographic data has an important role. PDA (Personal Digital Assistants), mobile phones and other portable devices are increasingly beginning to have location awareness via GPS devices. These continuous improvements have made possible to incorporate graphic visualization applications to show relevant points of interest in the vicinity to the user. However, mobile devices have several limitations when compared to desktop computers, the most important of which is the small screen. This suggests that some visualization techniques may not be appropriate for those devices. In this work we explore the use of filtering mechanisms, based on semantic criteria, to reduce the number of visualized elements, the use of generalization operators to solve the remaining overlapping of elements, and the use of multiple representations with different levels of detail to generate intelligible representations. As a proof of concept, a prototype of a geo-referenced information visualization system, named MoViSys, was developed. To evaluate the proposed concepts, a usability test was performed. The results of this evaluation suggest that the combination of a filtering function and the use the generalization operators allows the user to visualize a less confusing map, and aids them in their tasks.

**Key-words:** Information Visualization, Geo-Referenced Data, Mobile Devices, Degree of Interest Function, Generalization Operators, Multiple Representations



# Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram e apoiaram na realização deste trabalho.

Em primeiro lugar quero agradecer à Professora Doutora Ana Paula Afonso e à Professora Doutora Beatriz Carmo as orientações, sugestões e tempo disponibilizado para a concretização deste projecto. Agradeço ainda a revisão minuciosa deste documento.

À professora Ana Paula Pombinho Fernandes, minha tia, agradeço a revisão ortográfica e gramatical do texto deste trabalho.

Quero contudo ressaltar que qualquer erro que possa existir neste trabalho é exclusivamente da minha responsabilidade.

Quero também agradecer ao Departamento de Informática e em particular ao grupo de investigação XLDB, pelas condições e apoio prestado.

A todos aqueles que participaram no plano de avaliação agradeço a paciência e disponibilidade demonstrada.

À Mónica e ao Hélder agradeço o apoio e compreensão.

Aos meus Pais, agradeço o apoio e força que me deram durante todo este tempo. Agradeço também e principalmente todo o amor que colocaram na maneira como me educaram.

Finalmente quero agradecer à Patrícia, minha sobrinha, que, com a sua tenra idade, não me permite esquecer que o futuro começa agora.



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação .....	1
1.2	Objectivos .....	8
1.3	Síntese dos Resultados.....	10
1.4	Estrutura do Relatório.....	10
<b>2</b>	<b>Enquadramento</b>	<b>13</b>
2.1	Características dos Dispositivos Móveis .....	13
2.2	Áreas de Interesse .....	16
2.3	Modelo Genérico .....	20
2.4	Exemplos de Sistemas .....	25
2.5	Sumário e Discussão.....	36
<b>3</b>	<b>Função de Grau de Interesse</b>	<b>37</b>
3.1	Trabalho Relacionado .....	38
3.2	Função de Grau de Interesse no MoViSys.....	50
3.3	Sumário e Discussão.....	59
<b>4</b>	<b>Operadores de Generalização</b>	<b>61</b>
4.1	Trabalho Relacionado .....	62
4.2	Operadores de Generalização no MoViSys .....	67
4.3	Sumário e Discussão.....	71
<b>5</b>	<b>Simbologia</b>	<b>73</b>
5.1	Trabalho Relacionado .....	73
5.2	Simbologia no MoViSys.....	77
5.3	Sumário e Discussão.....	80

<b>6</b>	<b>Sistema MoViSys</b>	<b>81</b>
6.1	Metodologia de Desenvolvimento .....	81
6.2	Modelo de Dados .....	82
6.3	Arquitetura do Protótipo.....	83
6.4	Funcionalidade do Sistema MoViSys .....	86
<b>7</b>	<b>Avaliação</b>	<b>93</b>
7.1	Plano de Avaliação.....	93
7.2	Resultados do Plano de Avaliação .....	95
7.3	Sumário e Discussão .....	103
<b>8</b>	<b>Conclusões</b>	<b>105</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>109</b>
	<b>Anexo A – Símbolos Utilizados</b>	<b>117</b>
	<b>Anexo B – Plano de Avaliação</b>	<b>119</b>



# Lista de Figuras

Figura 2.1 Ecrã do sistema de navegação NDrive .....	17
Figura 2.2 GoCar equipado com GPS e Guia .....	18
Figura 2.3 Jogo PacManhatan.....	20
Figura 2.4 Fluxo de execução de um sistema de visualização de informação geo-referenciada.....	21
Figura 2.5 Esfera resultante da distância ao 1º satélite .....	22
Figura 2.6 Circunferência resultante da distância ao 2º satélite .....	22
Figura 2.7 Pontos resultantes da distância ao 3º satélite.....	22
Figura 2.8 Imagens do Google Maps.....	26
Figura 2.9 Imagens do Live Search Maps. ....	27
Figura 2.10 Pesquisa de uma morada no TomTom. ....	28
Figura 2.11 Mapa com informações de navegação no TomTom.....	28
Figura 2.12 Apresentação de pontos de interesse no TomTom.....	29
Figura 2.13 Exemplo de um ecrã do sistema WebPark .....	30
Figura 2.14 Generalização de Informação. ....	31
Figura 2.15 Caso de uso do montanhista num parque nacional.....	32
Figura 2.16 Caso de uso do incêndio numa universidade.....	32
Figura 2.17 Identificação dos pontos de interesse mais relevantes .....	33
Figura 2.18 Protótipo de apoio a turistas .....	33
Figura 2.19 Resolução de sobreposições através de agregações .....	34
Figura 2.20 Especificação de uma pesquisa no Google Maps Mobile .....	35
Figura 2.21 Resultados da pesquisa em modo textual e no mapa.....	35
Figura 2.22 Sobreposição de resultados muito próximos .....	36
Figura 3.1 Fotografia tirada através de uma lente “olho-de-peixe” .....	38
Figura 3.2 Vista de olho-de-peixe do programa .....	40
Figura 3.3 Vista do programa completo .....	41
Figura 3.4 Ecrã do protótipo .....	43
Figura 3.5 Resultado de uma interrogação .....	47
Figura 3.6 Áreas consideradas para a normalização da distância geográfica. ....	52
Figura 3.7 Posicionamento dos pontos de interesse utilizados .....	53
Figura 4.1 Símbolos versus relações espaciais .....	63

Figura 4.2 Diferença entre relações espaciais absolutas e relativas .....	63
Figura 4.3 Operador de selecção global e local.....	64
Figura 4.4 Operador de simplificação .....	64
Figura 4.5 Operador de agregação .....	65
Figura 4.6 Operador de tipificação.....	65
Figura 4.7 Operador de deslocamento.....	65
Figura 4.8 Utilização do operador de agregação.....	68
Figura 4.9 Utilização do operador de tipificação .....	69
Figura 4.10 Operador de Afastamento. ....	69
Figura 4.11 Descontinuidades visuais no movimento do mapa .....	70
Figura 5.1 Utilização de Múltiplas Representações .....	75
Figura 5.2 Personalização da visualização no sistema GiMoDig .....	76
Figura 5.3 Hierarquia de Símbolos .....	78
Figura 5.4 Exemplos de símbolos individuais .....	78
Figura 5.5 Exemplos de símbolos agregados de uma categoria.....	79
Figura 5.6 Símbolo agregado de múltiplas categorias .....	79
Figura 5.7 Simbologia com indicação de ponto de interesse relevante.....	79
Figura 5.8 Modo de apresentação “parado” e modo “andar” .....	80
Figura 6.1 Diagrama de classes do modelo de Pontos de Interesse .....	82
Figura 6.2 Arquitectura utilizada no protótipo do sistema MoViSys.....	84
Figura 6.3 Fases de processamento .....	84
Figura 6.4 Imagem inicial do protótipo.....	87
Figura 6.5 Especificação da pesquisa.....	88
Figura 6.6 Ecrã com resultados e detalhes a pedido.....	88
Figura 6.7 Opções de configuração.....	90
Figura 7.1 Pontos de interesse relevantes para os utilizadores.....	96

# Lista de Tabelas

Tabela 3.1 Reformulação dos parâmetros da função DOI.....	42
Tabela 7.1 Classificação dos modos de interacção.....	97
Tabela 7.2 Classificação dos símbolos .....	99



# Capítulo 1

## Introdução

A tarefa de visualizar pontos de interesse num mapa através de dispositivos móveis está a tornar-se essencial para ajudar os utilizadores nas suas tarefas do dia-a-dia. Existem, no entanto, problemas por resolver neste tipo de aplicações. Este trabalho apresenta um sistema de visualização de informação geo-referenciada para dispositivos móveis, denominado MoViSys (Mobile Visualization System) cujo principal objectivo é a exploração de técnicas de visualização que permitam minimizar as limitações causadas pelo pequeno tamanho do ecrã destes dispositivos.

### 1.1 Motivação

Uma das características mais marcantes da nossa sociedade actual é o crescente aumento da mobilidade das pessoas. De facto, passam cada vez mais tempo em transportes, movendo-se, por exemplo, entre a casa e o trabalho. Adicionalmente, a mobilidade leva também a que cada vez mais se desloquem para áreas que não lhes são familiares.

No mundo actual, as pessoas não têm necessariamente mais liberdade, mas são, pelo contrário, forçadas a gerir as suas vidas e as suas actividades do dia-a-dia o que se vai tornando cada vez mais complicado.

A mobilidade está actualmente combinada com um crescente desejo de utilização em ambiente móvel de ferramentas de computação e comunicação que permitem tornar produtivas situações que até então não o eram. Esta tendência pode ser observada na rápida proliferação dos computadores portáteis, telemóveis e outros dispositivos móveis [Reichenbacher04]. Hoje em dia, estes dispositivos são um modo comum de acesso à

informação no mundo empresarial, onde a informação é uma necessidade, independentemente do local.

Efectivamente, o número deste tipo de dispositivos tem crescido drasticamente. De acordo com um estudo de mercado da Gartner [Gartner06, Gartner07], a venda de PDA (*Personal Digital Assistants*) e *Smartphones* em conjunto, apenas na primeira metade de 2007, foi superior a 58 milhões de unidades. Este valor equivale a um aumento de quase 40% em relação ao mesmo período de tempo do ano anterior. Associado ao crescente número de serviços disponíveis através destes dispositivos, o aumento atrás indicado está a alterar o modo como as pessoas acedem à informação. Na realidade, perspectiva-se que, num futuro próximo, aceder-se-á, preferencialmente, à informação através destes dispositivos, mesmo por pessoas que nunca utilizaram previamente um computador [Chittaro04a].

Além disso, a proliferação de dispositivos móveis não se verifica apenas no mundo ocidental. Este tipo de dispositivos está a ser adquirido por consumidores que representam praticamente todos os países do mundo, desde nações com mercados de dispositivos móveis relativamente maduros, como a Suécia ou o Reino Unido, até mercados emergentes, como a China, a Índia e o Brasil [Blom05].

É de realçar que, na actual sociedade de informação, a quantidade de informação está a crescer rapidamente. Se considerarmos como exemplo a World Wide Web, esta passou nas suas origens, na década de 70 e 80, de umas centenas de páginas para vários biliões nos dias de hoje [Heimonen02]. Os avanços no armazenamento e na tecnologia dos microprocessadores, tornaram igualmente possível gerar e publicar quantidades de informação muito superiores ao que se produzia anteriormente. Uma vez que se estima que 85% da informação tem uma componente espacial [MacEachren01], o potencial de obtenção de informação geo-referenciada através de dispositivos móveis é muito promissor.

Outra tendência que existe actualmente é a “democratização” da utilização dos computadores [Reichenbacher04]. Durante anos, os sistemas de informação geográfica eram utilizados apenas por peritos, correndo as aplicações em computadores muito dispendiosos. No início dos anos noventa, foram introduzidos sistemas de informação geográfica de fácil utilização para os computadores pessoais. Com a divulgação da

Internet e da utilização de mapas na Web, teve lugar uma nova “democratização” da informação geográfica. Actualmente, após o tremendo sucesso, na última década, da Internet e dos telemóveis, a nova tendência tecnológica parece ser a convergência dos dois: a Internet móvel [Andersson99].

Devido à portabilidade dos dispositivos móveis e à sua evolução, bem como à proliferação de infra-estruturas de redes sem fios e à grande quantidade de informação disponível, existe hoje um aumento significativo na investigação e desenvolvimento de sistemas de visualização de informação geográfica para este tipo de dispositivos. A evolução dos dispositivos móveis oferece novas oportunidades em domínios onde os dados geográficos têm um papel importante, tais como a cartografia, turismo, gestão de recursos naturais e gestão de emergências. Estes dispositivos permitem ao utilizador aceder à informação geo-referenciada de uma forma dinâmica e flexível, em tempo real, em qualquer lado e em qualquer momento [Burigat05].

Actualmente é comum encontrar dispositivos móveis que incorporam um dispositivo de posicionamento do tipo GPS (*Global Positioning System*), permitindo, este, detectar automaticamente a posição do utilizador e apresentando um mapa que inclua os pontos de interesse locais, sem que haja necessidade de qualquer acção adicional. O utilizador pode, desta forma, executar numerosas tarefas, encontrando, por exemplo, locais relevantes na vizinhança, tais como uma bomba de gasolina, o multibanco mais próximo, ou calcular o caminho mais curto para determinado local. O uso de mapas permite ao utilizador comparar localizações alternativas, tal como a localização de um restaurante, ajudando-o a perceber a distância a que está situado ou se está na vizinhança de outros locais do seu interesse.

No entanto, os avanços tecnológicos estão também a direccionar o desenvolvimento num outro sentido. Poder-se-ia mesmo afirmar que estamos perante um desenvolvimento contraditório: embora os dispositivos de computação pessoal se estejam a tornar cada vez mais pequenos, este mesmo facto cria, simultaneamente e contraditoriamente, a necessidade de se encontrar a informação correcta, de uma forma eficaz, num espaço reduzido e no meio de uma cada vez mais vasta quantidade de informação [Heimonen02].

Os mapas são de grande valor para os utilizadores, uma vez que têm o potencial de representar grandes quantidades de informação acerca da área de interesse, através de uma única imagem, potencialmente numa forma de fácil compreensão [Freska99].

Em [Fröhlich06] foram conceptualizadas diferentes tarefas para um utilizador aceder à informação de um sistema de visualização de informação geo-referenciada:

- **Seleccção:** A selecção é utilizada para obter informação sobre um determinado objecto. Um turista, por exemplo, pode ver um determinado monumento e tentar obter informação cultural sobre o mesmo, através do dispositivo.
- **Sniffing de informação:** Neste tipo de tarefa, os utilizadores podem estar interessados em ser notificados sempre que se aproximem de pontos de interesse relevantes, enquanto estão ocupados com as suas tarefas do dia-a-dia.
- **Visualização remota:** Na visualização remota, os utilizadores estão interessados em explorar ambientes físicos que não estão directamente visíveis (por exemplo, o próximo quarteirão).
- **Pesquisa:** Este tipo de tarefa é utilizada pelos utilizadores para procurar informação específica na sua vizinhança, tal como a localização do banco mais próximo ou informação sobre os restaurantes vizinhos.

No caso da tarefa de pesquisa, em [Grossniklaus06], são descritos quatro tipos de interrogações:

- **Localização:** Permite ao utilizador saber em que posição se encontra. (por exemplo, “Onde estou eu?”).
- **Proximidade:** Neste tipo de interrogação o utilizador pretende obter informação sobre os arredores (por exemplo, “Onde é a paragem do autocarro mais próxima?”).
- **Navegação:** Permite ao utilizador encontrar um caminho para determinado lugar (por exemplo, “Qual o caminho para a Torre do Relógio?”).
- **Evento:** O utilizador pretende ser informado sobre aquilo que está a acontecer junto de si (por exemplo, “Quais os eventos que estão a decorrer nas proximidades?”).



Desta forma, um utilizador pode, por exemplo, utilizar um mapa para poder percorrer ou navegar numa área desconhecida, pesquisar por algum tipo de comércio ou atracção turística ou procurar informações gerais sobre uma região (aspectos sociais, económicos, históricos, ambientais, entre outros) [Zipf02].

No entanto, apesar do progresso tecnológico no campo da computação móvel ser significativo e existir cada vez mais investigação direccionada à utilização de informação geográfica, para que os cenários anteriores sejam possíveis, alguns problemas continuam por resolver. A visualização de informação geográfica é limitada por diversas restrições técnicas, tais como o tamanho do ecrã e a respectiva resolução, a falta de capacidade de processamento e memória, a capacidade da bateria e a largura de banda das redes móveis que é consideravelmente inferior à das redes fixas [Reichenbacher04].

Acrescente-se ainda que circunstâncias externas ou actividades nas quais os utilizadores de dispositivos móveis estejam a participar podem tornar difícil focar a atenção nos mesmos [Chittaro06]. Estes dispositivos são transportados e utilizados numa vasta série de ambientes, incluindo em casa, no trabalho, na rua, enquanto se conduz um automóvel ou enquanto se está num transporte público, num restaurante ou noutro local público, desde que as pessoas acordam até ao momento em que se vão deitar. A deslocação entre ambientes, especialmente a transição dos espaços públicos para os espaços privados e vice-versa, envolve significativas mudanças de contexto [Blom05]. Além disso, as pessoas têm menos recursos cognitivos disponíveis em ambientes adversos enquanto atravessam apressadamente um aeroporto ou enquanto conduzem um automóvel, comparativamente a ambientes em que se sentam a uma secretária, no seu local de trabalho ou em casa. Em situações móveis, a utilização do dispositivo torna-se frequentemente secundária em vez de ser a tarefa principal. A utilização concorrente de dispositivos móveis com outras actividades, ainda que comuns, pode até ser perigosa: por exemplo, utilizar um dispositivo móvel enquanto se atravessa uma estrada movimentada pode distrair o utilizador e impedi-lo de escolher um caminho seguro ou de estar consciente dos perigos que o circundam [Chittaro06]. Os riscos e benefícios associados ao uso de dispositivos móveis ao mesmo tempo que se conduz também ainda não estão bem estudados. As tarefas no interior de um automóvel,

tais como a leitura de um mapa ou de longas linhas de caracteres de uma mensagem, são visualmente exigentes, podendo dar origem a acidentes [Chittaro04b].

O desenho de sistemas para plataformas móveis apresenta ainda dificuldades únicas em comparação com o desenho para dispositivos de maiores dimensões. Aplicações complexas neste tipo de dispositivos são ainda uma novidade; os utilizadores não têm uma história de utilização com aplicações semelhantes de onde possam retirar experiência para aprender a utilizar a nova. Estas aplicações são muitas vezes descarregadas *online*: sem manual, nenhum panfleto de “início rápido”, nem sequer muito espaço para funções de ajuda. As características físicas dos diferentes dispositivos são muito variadas: ecrãs de diferentes tamanhos e formatos; um, dois, ou três botões de acesso rápido (*soft button*); existência ou não de botões direccionais de quatro ou de duas direcções; presença ou ausência de botão de menu; vários tamanhos de fontes ou apenas um, entre outras. Mas a maior limitação é o reduzido espaço de ecrã – o que quer que seja mostrado no ecrã tem necessariamente de ser importante para o utilizador [Holtzblatt05]. O pequeno tamanho dos ecrãs destes dispositivos limita o tipo de funcionalidades e aplicações que podem ser utilizadas. A quantidade de detalhe em suportes de informação como os mapas preenche facilmente os ecrãs [Chen03]. Quando um utilizador vê a informação suficientemente ampliada, de forma a poder ver detalhes relevantes, torna-se aborrecido navegar entre locais distantes. Com ampliações elevadas, torna-se também difícil, para o utilizador, manter um sentido de contexto, bem como um modelo mental do espaço da informação [Chen03].

Apesar de alguns problemas serem semelhantes aos existentes em ecrãs de dimensão normal, aqueles são significativamente ampliados, tornando-se ainda mais óbvios [Harrie05].

Para que seja possível fornecer uma boa interface de utilização, neste tipo de dispositivos, a leitura dos mapas é um factor muito importante. Mesmo que a tecnologia presente nos ecrãs permita apresentar altas resoluções, o espaço de ecrã disponível permanecerá inalterado, uma vez que os próprios dispositivos móveis têm, eles próprios, que permanecer pequenos. Consequentemente, o contexto de mobilidade e as limitações deste tipo de dispositivos, nomeadamente a pequena dimensão do ecrã,

sugerem que as técnicas de visualização utilizadas em ecrãs maiores possam não ser apropriadas para estes dispositivos.

Como tal, é necessário explorar a usabilidade destes sistemas. Utilizadores inexperientes não irão adoptar estes dispositivos de forma entusiástica se a complexidade e as limitações da interacção não forem removidas [Chittaro04a]. Desta forma, é fundamental utilizar mecanismos eficientes de visualização, que garantam um acesso rápido e de fácil compreensão à informação relevante que permita ao utilizador concluir com êxito a sua tarefa. A forma de visualizar com sucesso a informação espacial, bem como a correspondente informação não visual é, pois, uma importante área de pesquisa [Burigat05].

Uma possível solução para estes desafios poderá ser uma adaptação que permita fornecer ao utilizador informação mais relevante e precisa, servindo melhor os seus interesses. De acordo com [Elvins98], para se poderem apresentar de modo satisfatório dados cartográficos num ecrã de pequenas dimensões, são necessárias as seguintes operações:

- Extracção de informação das bases de dados e preparação da mesma para a apresentação. Esta operação inclui a especificação visual dos atributos que permitam ajudar a diferenciar entre diferentes tipos de informação [Mayhew92].
- Especificação do posicionamento dos dados no mapa e, se necessário, generalização dos dados cartográficos.
- Implementação de funções de deslocamento e ampliação.

Ao ser concluída a preparação dos dados, pode ser feita uma redução do número de elementos representados de modo a obter uma representação inteligível. As imagens serão mais fáceis de interpretar se existirem mecanismos de filtragem, o que significa a redução dos elementos visualizados através de uma selecção mais criteriosa dos elementos considerados importantes.

Para gerar imagens menos confusas, algumas ferramentas utilizam operadores de generalização, agrupando os elementos que estão geograficamente próximos e utilizando símbolos gráficos diferentes para representar agrupamentos [Edwardes05a]. Esta técnica requer a utilização de múltiplas representações que, neste caso, são usadas

para expressar variações de granularidade, mas que podem também ser adaptadas, em termos de nível de detalhe, para expressar critérios semânticos definidos pelo utilizador ou simplesmente a variação da escala da representação.

A investigação sobre visualização de informação geo-referenciada em dispositivos móveis tem estado muito focada em mecanismos que permitam uma melhor representação e interacção com este tipo de informação em mapas [Burigat07]. Existem já alguns sistemas comerciais que permitem visualizar informação geo-referenciada em mapas, tal como o sistema TomTom Navigator [TomTom]. No entanto, estes sistemas apresentam algumas limitações. Muitos estão excessivamente focados na tarefa de navegação e, conseqüentemente, não têm a melhor qualidade gráfica, apresentando mapas com excesso de informação e de difícil leitura. Adicionalmente, a interface que permite aos utilizadores especificar as suas pesquisas é normalmente limitada, pois não só lhes restringe a possibilidade de apenas seleccionar categorias (por exemplo, Hotel), como também não lhes permite a selecção de atributos dentro dessas categorias (por exemplo, número de estrelas do Hotel e estacionamento).

## 1.2 Objectivos

O objectivo deste trabalho é o desenvolvimento do MoViSys (Mobile Visualization System), um sistema de visualização de dados geo-referenciados para dispositivos móveis, organizados em categorias, cada uma das quais com múltiplos atributos. Este sistema inclui mecanismos de filtragem que permitem controlar a densidade de informação apresentada.

Este trabalho foi desenvolvido no contexto de um projecto da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, de investigação nacional, denominado Visualization of Geo-referenced Information, com a referência PTDC/EIA/69765/2006. Este projecto foca-se no estudo da visualização de informação geo-referenciada, organizada em categorias, em computadores de secretária e em dispositivos móveis. Em ambos os casos o propósito é apresentar, de modo inteligível, a informação disponível ao utilizador. Para tal, o objectivo é permitir ao utilizador uma definição interactiva das suas pesquisas, de uma forma que lhe possibilite expressar as suas preferências, e evitar a apresentação de imagens com demasiada informação, através do uso de mecanismos de filtragem e de representações adequadas dos elementos que satisfazem a pesquisa.

O principal foco do desenvolvimento do MoViSys é a exploração de técnicas que permitam minimizar as limitações em aplicações de visualização, devido aos ecrãs de reduzidas dimensões existentes nos dispositivos móveis, nomeadamente os mecanismos de visualização que garantam um acesso rápido e fácil à informação relevante para o utilizador.

O objectivo é visualizar dados geo-referenciados, organizados em diferentes categorias (por exemplo, Hotel, Restaurante e Área de Serviço), cada uma das quais com múltiplos atributos (por exemplo, para a categoria Restaurante: Preço, Tipo, Classificação, entre outros). A informação que satisfaz a pesquisa feita pelo utilizador é representada através da colocação de símbolos sobre um mapa.

Uma vez que a dimensão do ecrã dos dispositivos móveis é muito reduzida, a representação de todos os pontos de interesse que satisfaçam uma determinada pesquisa pode dar origem a imagens muito confusas. Desta forma, para se obter uma imagem inteligível, é necessário controlar o número de símbolos apresentados no mapa. Isto significa que é necessário reduzir o número de símbolos sempre que o número de pontos de interesse que satisfazem a pesquisa for demasiado elevado ou sempre que estejam demasiado próximos uns dos outros.

Para atingir este objectivo, utilizámos uma combinação de mecanismos de filtragem baseados em critérios semânticos, eliminando os resultados menos relevantes. No entanto, se os objectos não estiverem uniformemente distribuídos no ecrã, podem continuar a existir zonas sobrelotadas de símbolos.

Para minimizar este problema, são utilizados operadores de generalização, nomeadamente técnicas de agregação, agrupando os elementos que se encontram muito próximos geograficamente.

A selecção de símbolos apropriados que transmitam a informação correcta, bem como a sua organização de uma forma clara são factores essenciais para se obterem representações coerentes. De modo idêntico, para desenhar símbolos adequados para serem utilizados em ecrãs de dimensões reduzidas, é necessário ter em conta tanto a sua dimensão como a sua semântica.

Em relação à dimensão dos símbolos, estes têm que ser suficientemente grandes para permitir uma selecção interactiva pelo utilizador, de modo a obter detalhes a

pedido, mas não demasiado grandes que impeçam o utilizador de ver o mapa que está por baixo.

Do ponto de vista da semântica dos símbolos, temos de considerar diferentes níveis de detalhe que transmitam diferentes conceitos. Assim, é necessário que o utilizador consiga identificar pontos de interesse individuais e a sua categoria, bem como agregações de pontos de interesse de apenas uma ou de várias categorias.

### 1.3 Síntese dos Resultados

Após ter terminado este trabalho, foram obtidos os seguintes resultados:

- Análise dos trabalhos e sistemas existentes, permitindo perceber o funcionamento e limitações deste tipo de aplicações [Pombinho07a].
- Definição de uma hierarquia de símbolos, e escolha da respectiva representação simbólica [Pombinho07b, Carmo07].
- Definição de uma função de grau de interesse que permite ao utilizador expressar as suas preferências e, ao mesmo tempo, reduzir o número de pontos de interesse apresentados [Carmo08].
- Escolha de operadores de generalização que permitem resolver as situações em que pontos de interesse demasiado próximos ficam sobrepostos [Vaz08].
- Implementação de um protótipo para testar os conceitos propostos [Pombinho07b, Vaz08].
- Realização de um plano de avaliação que permitiu avaliar os conceitos propostos.

### 1.4 Estrutura do Relatório

Esta tese encontra-se organizada da seguinte forma:

No capítulo 2 (“Enquadramento”) é feita uma introdução aos sistemas de visualização de informação geo-referenciada. São descritas algumas áreas de interesse para este tipo de aplicações, é explicado o seu funcionamento e são enumerados alguns sistemas existentes. Por último, são referidas as limitações dos dispositivos móveis.

No capítulo 3 (“Função de Grau de Interesse”) é definida a função de grau de interesse que permite ao utilizador expressar o seu interesse e, deste modo, filtrar os pontos de interesse menos relevantes, reduzindo o número de pontos de interesse.

O capítulo 4 (“Operadores de Generalização”) apresenta os operadores que são utilizados para resolver as sobreposições de símbolos, em situações em que estes estão demasiado próximos geograficamente.

No capítulo 5 (“Simbologia”) é descrita a hierarquia de símbolos utilizada e os respectivos símbolos.

No capítulo 6 (“Sistema MoViSys”) é apresentado o protótipo do sistema MoViSys que foi desenvolvido e a respectiva arquitectura. É também descrito o modelo de dados utilizado para representar os pontos de interesse.

O capítulo 7 (“Avaliação”) descreve o plano de avaliação utilizado para avaliar os conceitos propostos nos capítulos anteriores e apresenta os respectivos resultados.

Por último, no capítulo 8 (“Conclusões”) são apresentadas as conclusões ao trabalho e o trabalho futuro.





# Capítulo 2

## Enquadramento

O desenvolvimento de sistemas de visualização para dispositivos móveis requer o conhecimento de conceitos fundamentais. Neste capítulo apresentam-se os aspectos mais relevantes dos sistemas de pesquisa de informação geo-referenciada em dispositivos móveis. Na secção 2.1 são apresentadas as principais limitações existentes nos dispositivos móveis. Na secção 2.2 são apresentadas as principais áreas de interesse deste tipo de sistemas. Na secção 2.3 é feito um resumo dos conceitos essenciais de um sistema de pesquisa de informação geo-referenciada e na secção 2.4 são descritos vários sistemas existentes.

### 2.1 Características dos Dispositivos Móveis

Uma análise comparativa das características dos dispositivos móveis e dos computadores de secretária mostra que existem ainda diversas limitações nos dispositivos móveis que têm que ser tidas em conta no desenho de aplicações de visualização móvel [Afonso04]. De seguida são descritas algumas dessas limitações.

#### 2.1.1 Ecrã

Apesar do aumento da qualidade dos ecrãs, o seu tamanho continua a ter uma área muito inferior àquela que é encontrada em monitores de computadores de secretária ou portáteis. Em dispositivos móveis o tamanho do ecrã varia entre 2,8'' e 4'', enquanto que os ecrãs convencionais são, com frequência, superiores a 17''. Deste modo, o tamanho do ecrã limita significativamente a quantidade de informação que nele se pode mostrar.

Num estudo sobre o impacto da utilização destes dispositivos concluiu-se que 80% dos utilizadores se sentem afectados na realização das suas tarefas ao utilizarem este tipo de dispositivos [Jones99]. Efectivamente, um utilizador que esteja a visualizar uma vasta área terá uma percepção global sobre a mesma, apesar de não ter detalhe suficiente. Mas, se o utilizador decidir ampliar a imagem, de modo a obter o detalhe extra necessário, irá perder o contexto do que o rodeia à medida que locais relevantes desaparecem do ecrã. A comparação entre dois locais distintos torna-se, assim, muito difícil, uma vez que para a efectuar é necessário estar constantemente a mudar a ampliação e o posicionamento do mapa, sendo estas operações consideradas complexas, confusas e fastidiosas do ponto de vista cognitivo [Burigat07, Baudisch03].

Outro factor que tem de ser considerado é a diferença de resolução e de cores disponíveis. De facto, quando comparados com os outros computadores, os dispositivos móveis têm resoluções mais baixas e menor número de cores disponíveis, limitando a qualidade da informação apresentada.

### **2.1.2 Processamento e Capacidade de Armazenamento**

A sua muito reduzida capacidade de processamento, memória e processamento gráfico, bem como o espaço reduzido de armazenamento disponível (incomparavelmente menor do que o existente nos outros computadores) são também características restritivas dos dispositivos móveis. Se compararmos as especificações de uns e outros, notamos que a diferença é frequentemente de duas ordens de magnitude, chegando no caso do armazenamento a três.

Se tomarmos como exemplo o processador nos dispositivos móveis, estes têm actualmente uma velocidade de cerca de 500Mhz, enquanto que em computadores de secretária as velocidades são na ordem dos 2 ou 3 GHz, potencialmente multiplicados por dois ou quatro núcleos. Por conseguinte, não só é necessário evitar algoritmos computacionalmente exigentes (limitando, por exemplo, o uso de melhores técnicas de ampliação), como também é limitada a quantidade de informação disponível.

### **2.1.3 Interação**

Os métodos de interacção nos dispositivos móveis, como o ponteiro (*stylus*), *microjoysticks* e outros, são normalmente inadequados para tarefas complexas

[Chittaro06]. Estes dispositivos são ainda estranhos para alguns utilizadores, quando comparados com os métodos de interacção mais vulgares, com os quais os utilizadores já há muito se familiarizaram, tais como o rato e o teclado. No caso dos dispositivos móveis, apesar de existir um teclado virtual (por vezes físico), este é de muito reduzidas dimensões e muito especializado, não sendo de uso fácil por parte dos utilizadores.

Os métodos de interacção variam consideravelmente entre dispositivos de diferentes modelos ou marcas, o que se torna evidente na variação em número, tipo, tamanho e localização dos botões, dificultando ainda mais uma habituação correcta por parte dos utilizadores. Para complicar ainda mais esta interacção, os próprios sistemas operativos utilizam diferentes paradigmas de navegação. Uma vez que todas estas variações têm de ser suportadas, a tarefa de quem desenha as aplicações para este tipo de dispositivo fica também bastante dificultada [Rondeau05].

#### **2.1.4 Autonomia**

Outra limitação importante nos dispositivos móveis é a capacidade das baterias. Apesar de estas conseguirem rivalizar já com as baterias utilizadas nos computadores portáteis, não acompanharam a evolução dos outros componentes. Embora permitam manter em funcionamento um dispositivo até cerca de sete horas nos modelos mais recentes, são ainda pouco potentes e, como tal, limitam a capacidade dos restantes dispositivos.

#### **2.1.5 Conectividade**

As características das redes de comunicação móveis que, até certo ponto, são também comuns aos computadores portáteis, traduzem-se também numa limitação. Este tipo de redes coloca não só diversas limitações na largura de banda utilizada, bem como na fiabilidade das mesmas. Na verdade, em ambientes móveis, é frequente a existência de períodos em que não é possível estabelecer uma ligação à rede ou em que a velocidade da mesma é muito reduzida, provocando graves problemas a aplicações que necessitam desse tipo de comunicação para o seu funcionamento.

## 2.2 Áreas de Interesse

As aplicações de visualização de informação geográfica em dispositivos móveis têm o potencial de abranger áreas que vão desde o planeamento de viagens turísticas até ao suporte à navegação enquanto se conduz um automóvel, serviços de páginas amarelas e “comércio móvel” [Zipf01, Zipf02]. De facto, a visualização de dados geo-referenciados está presente em muitas situações do dia-a-dia, ajudando os utilizadores nas suas decisões e na procura de informação.

De seguida, serão apresentados alguns exemplos de possíveis utilizações da visualização de informação geo-referenciada.

### 2.2.1 Navegação

De todas as possíveis aplicações da utilização de dados geo-referenciados, as aplicações de navegação são aquelas que têm tido mais sucesso. Prova desse sucesso é a utilização do termo genérico “GPS” para referir este tipo de aplicações.

As aplicações de navegação consistem essencialmente na apresentação ao utilizador de estradas geo-referenciadas desenhadas sobre mapas e na utilização de algoritmos de encaminhamento sobre o grafo formado pelas estradas. É assim que a aplicação tem a possibilidade de informar o utilizador sobre o melhor caminho (por exemplo, mais curto, mais rápido) para chegar de um ponto A a um ponto B.

Algumas destas aplicações apresentam já a localização de alguns pontos de interesse, tais como monumentos, bombas de gasolina, entre outros. Contudo, os dados disponibilizados são ainda bastante rudimentares. A utilização da Internet móvel permite-lhes também o acesso a informação de trânsito ou meteorológica em tempo real, ajustando automaticamente os caminhos, com base nestas informações. Exemplos deste tipo de aplicações são o sistema TomTom Navigator [TomTom], o sistema Navigon [Navigon], e o sistema NDrive [NDrive] (Figura 2.1), discutidos com mais detalhe na secção 2.4.



Figura 2.1 Ecrã do sistema de navegação NDrive [NDrive]

### 2.2.2 Planeamento Urbano

Uma outra área de aplicação da visualização de informação geo-referenciada é o planeamento urbano. A referenciação geográfica de projectos de obras públicas pode ser útil tanto para os profissionais como para o público em geral.

No que concerne aos profissionais, este tipo de aplicações poderá ser uma ferramenta útil para a elaboração e planeamento das obras, permitindo modelar, no terreno, os próprios projectos e gerar um conjunto de diferentes hipóteses. Estas aplicações permitem ainda uma análise no local de diversos tipos de informação relevante (tipologia do terreno, tráfego, entre outros) [Jiang03, Jiang05].

No que se refere ao público em geral, este tipo de aplicações possibilita aos profissionais a transmissão das suas hipóteses ao público, permitindo que este visualize *in loco* o resultado final destas mesmas hipóteses, tornando possível uma discussão pública de forma mais eficiente e rápida e permitindo um melhor debate de questões de planeamento controverso [Jiang05, Nielsen05].

### 2.2.3 Turismo

Imediatamente a seguir às aplicações de navegação, as aplicações de turismo são aquelas com maior aumento de popularidade. Apesar de ainda serem utilizadas maioritariamente em contextos locais, como museus ou cidades, são já uma ajuda preciosa para os turistas.

Este tipo de aplicações pode ter várias vertentes [Cena05]. Por um lado, pode servir como simples ferramenta de navegação para o utilizador, indicando o caminho para um determinado local, por outro, permite ao utilizador efectuar uma pesquisa por determinados pontos de interesse, tais como hotéis, restaurantes, monumentos, entre outros. No entanto, a tarefa actualmente mais comum é a de servir como guia, indicando ao utilizador o percurso a efectuar, ao mesmo tempo que vão sendo dadas explicações históricas e culturais sobre cada local. Um exemplo deste tipo de aplicação é o GoCar de São Francisco [GoCar], onde, ao mesmo tempo que vão sendo dadas indicações para onde conduzir, vão sendo contadas histórias sobre a cidade (Figura 2.2).



Figura 2.2 GoCar equipado com GPS e Guia [GoCar]

Uma das razões que faz com que este tipo de aplicações tenha um crescente sucesso é o facto de não serem úteis apenas para os turistas. Com efeito, este tipo de tecnologia, além de permitir uma experiência mais agradável aos turistas, promove também um aumento de visitas a determinadas atracções turísticas e um aumento de vendas em determinados estabelecimentos de comércio, podendo ainda ser ela própria uma fonte de receitas, através do aluguer dos dispositivos [GoCar].

Outros exemplos deste tipo de sistemas são o CyberGuide [Abowd97], o GUIDE [Cheverst00], o CRUMPET [Poslad01] e o Lol@ [Gartner01].

#### 2.2.4 Gestão de Recursos Naturais

A gestão de recursos naturais é também uma área que pode beneficiar das aplicações de visualização de informação geo-referenciada [Adrienko07]. Desde logo, numa primeira fase, a utilização de dispositivos móveis permite uma catalogação (e

geo-referenciação) mais fácil dos diferentes tipos de recursos, uma vez que admite que esta seja feita no terreno. De facto, se considerarmos, por exemplo, uma área florestal, é mais simples identificar e referenciar uma espécie de árvore no terreno do que numa vista aérea ou de satélite.

Numa segunda fase, este tipo de aplicações permite também visualizar mapas com diferentes dados (nível de pH do solo, salinidade, entre outros), verificando, em simultâneo e no local, os recursos e a sua relação com as condições existentes (por exemplo, crescimento das árvores de acordo com os níveis de pH) [Burigat05], conseguindo, deste modo, identificar as áreas propícias a cada tipo de recursos naturais.

Do ponto de vista ambiental, devido às alterações climáticas, o conceito de gestão sustentada das florestas é algo que está actualmente na ordem do dia. Este tipo de gestão requer ferramentas que permitam aos especialistas analisar as dinâmicas temporais e espaciais das florestas, podendo deste modo efectuar uma gestão e manutenção correcta da biodiversidade e recursos das mesmas [Danado05].

Existem já alguns protótipos deste tipo de aplicação em funcionamento em alguns países da Europa e na Rússia [Chertov01, Chertov05], estando esta área, no entanto, ainda em desenvolvimento.

### **2.2.5 Arqueologia**

Tal como acontece no planeamento urbano, também na arqueologia existe uma vertente pública e outra profissional.

Do ponto de vista dos profissionais, a visualização de informação geo-referenciada permite aos arqueólogos a análise de vários tipos de dados sobre o terreno. É possível saber, com alguma precisão, no terreno, quais os melhores locais para efectuar uma escavação. É dada também a possibilidade dos peritos verem, no local, possíveis reconstituições de zonas históricas, auxiliando, dessa forma, a investigação e formação de novas teorias sobre os locais [Bernardes01, Dykes04].

Do ponto de vista do público em geral, este tipo de aplicações é, de certo modo, semelhante às aplicações de turismo, servindo de guia, por exemplo, a visitas a escavações arqueológicas [Augello06] e permitindo, ao utilizador, obter informação histórica dependente da localização do mesmo.

### 2.2.6 Entretenimento

Com o aumento significativo de utilizadores de dispositivos móveis, aumentou também o mercado dos jogos móveis. Uma área que, apesar de ainda embrionária, promete ter uma evolução significativa, é a dos jogos baseados na posição. Este tipo de jogos difere dos tradicionais, devido ao facto de se desenrolar tendo em conta a localização do utilizador, oferecendo experiências de jogo ubíquas [Kiefer06].

Tratando-se de uma área que está ainda no seu início, tem actualmente mais interesse académico do que comercial. No entanto, existem já alguns protótipos de jogos deste tipo. Destes, o mais famoso é o PacManhattan [PacManhattan], no qual os utilizadores jogam uma versão real do jogo Pacman no interior do Washington State Park, recorrendo a um telemóvel para visualizarem o tabuleiro virtual do jogo, bem como para calcular a sua posição (Figura 2.3).

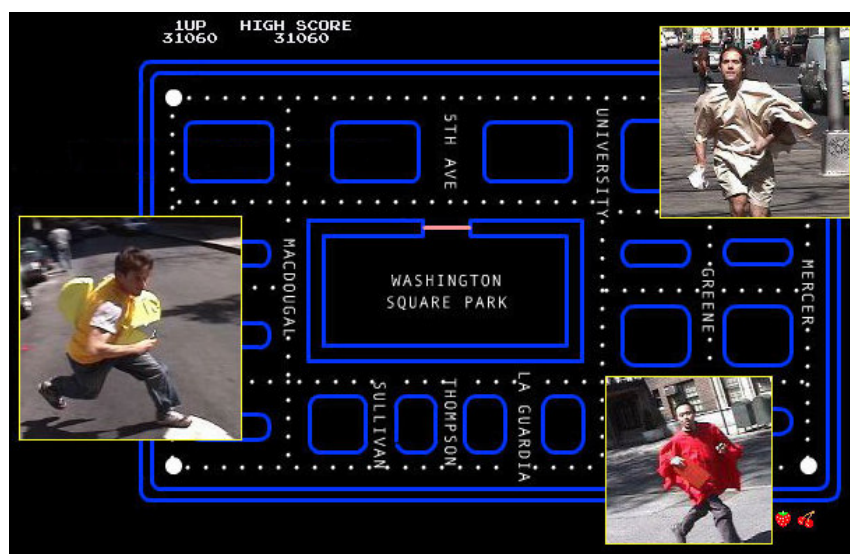


Figura 2.3 Jogo PacManhattan [PacManhattan]

## 2.3 Modelo Genérico

Os sistemas de visualização de informação geo-referenciada, apesar de poderem ser concebidos segundo diferentes critérios, partilham todos o objectivo de visualizar pontos de interesse geo-referenciados. A Figura 2.4 representa um modelo genérico de visualização de informação geo-referenciada, com a representação dos processos.

Existem normalmente três tipos de dados que é necessário obter: as coordenadas da posição que o utilizador deseja visualizar, a imagem do mapa correspondendo a essas



mesmas coordenadas e, por fim, a informação sobre os pontos de interesse existentes nessa localização. Estes dados são, então, tratados e combinados de modo a formar a imagem final que é apresentada ao utilizador.

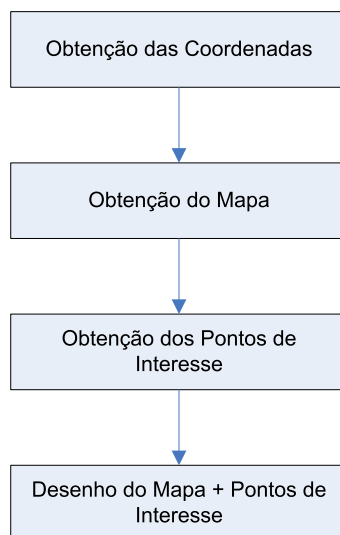


Figura 2.4 Fluxo de execução de um sistema de visualização de informação geo-referenciada

Serão descritas, nas secções seguintes, com mais detalhe, cada uma das fases de obtenção de dados e respectivo tipo. Uma vez que o tratamento dos dados está descrito com maior detalhe nas secções de trabalho relacionado, não será abordado nesta secção.

### 2.3.1 Obtenção das Coordenadas

Actualmente, o tipo mais comum de posicionamento utilizado, é feito por satélite. Neste tipo de posicionamento, pequenos receptores electrónicos captam o sinal de diferentes satélites, conseguindo deste modo obter a longitude, latitude e altitude do local onde se encontram. Este tipo de receptores consegue ter uma resolução de apenas alguns metros.

Presentemente, apenas os Estados Unidos possuem um sistema de posicionamento totalmente operacional, o Global Positioning System (GPS) da NAVSTAR [Navstar].

Para calcular as coordenadas do local onde se encontra, é necessário ao receptor, capturar, no mínimo, o sinal de quatro satélites [GPS]. É transmitida, através deste, informação sobre a posição do satélite e a hora exacta em que o sinal foi enviado (obtida através de um relógio atómico existente em cada satélite). Partindo desta informação, o receptor consegue calcular quanto tempo demorou a receber o sinal e,

consequentemente, a distância percorrida pelo mesmo. Por meio desta, consegue-se calcular uma superfície de esfera com raio igual à distância onde se encontra (Figura 2.5).

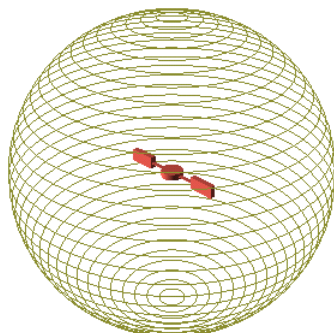


Figura 2.5 Esfera resultante do cálculo da distância ao 1º satélite [GPS]

Ao interseccionar duas destas esferas, é obtida uma circunferência na qual se encontra o receptor (Figura 2.6). Por último, ao interseccionar esta circunferência com a terceira esfera, são obtidos apenas dois pontos (Figura 2.7), como um destes pontos corresponde obrigatoriamente a uma altitude “fora” da Terra, é obtida a posição do utilizador.

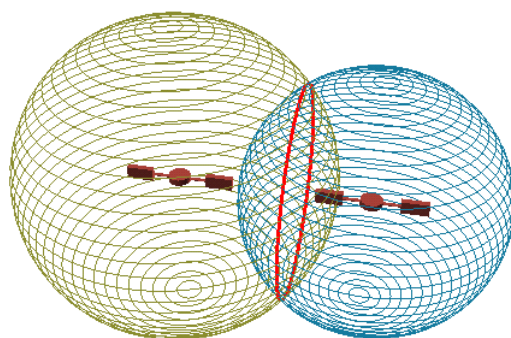


Figura 2.6 Circunferência resultante do cálculo da distância ao 2º satélite [GPS]

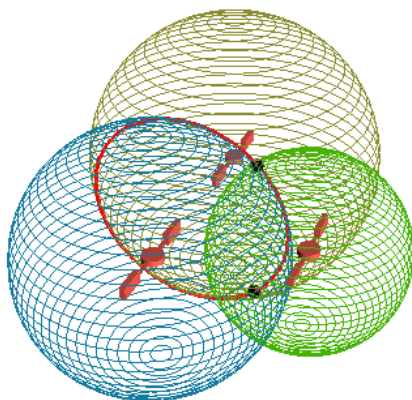


Figura 2.7 Pontos resultantes do cálculo da distância ao 3º satélite [GPS]

A utilização de um quarto satélite é necessária de modo a sincronizar o relógio do receptor com os relógios atómicos existentes nos satélites, permitindo deste modo cálculos precisos.

Como já foi referido, actualmente, o único sistema totalmente operacional é o GPS dos Estados Unidos. Este é constituído por 32 satélites (4 dos quais de reserva). Este sistema está operacional desde 1978 e tinha inicialmente dois tipos de sinais, um público e outro militar. O sinal militar oferecia uma melhor resolução (na ordem de magnitude dos cm), enquanto que o público tinha deliberadamente erros aleatórios na ordem da centena de metros. Esta inserção de erro, denominada de “Disponibilidade Selectiva”, foi desligada em Maio de 2000, tendo actualmente os dois sinais uma resolução semelhante.

Além do sistema GPS, existem outros sistemas em desenvolvimento, nomeadamente o sistema Russo e o Europeu.

O sistema Russo GLONASS [GLONASS], que deixou de estar operacional com a queda da União Soviética, tem previsto o ano de 2009 para voltar a estar totalmente operacional. No caso do sistema Europeu Galileo [Galileo] este entrará previsivelmente em funcionamento em 2013. No entanto, devido a constantes atrasos e dificuldades financeiras, esse prazo poderá ser adiado.

Outros sistemas em projecto são o sistema Compass da China e o IRNSS da Índia.

### 2.3.2 Obtenção dos Mapas

Uma das primeiras escolhas que é feita quando é desenvolvido um sistema de visualização de informação geo-referenciada é o tipo de mapa a ser utilizado, bem como o local onde este vai ser armazenado, estando as duas escolhas interligadas. Em relação aos tipos de mapas, existem dois à escolha: mapas *raster* e mapas vectoriais.

Um mapa do tipo *raster* é essencialmente uma imagem composta por um mapa de bits, em que a cada pixel da imagem é atribuída uma cor [Foley97]. Neste tipo de mapas, a imagem final é normalmente composta, através da junção num mosaico, de um conjunto de imagens mais pequenas, que são então, identificadas e indexadas, de acordo com a sua localização, para um acesso mais fácil. As referidas imagens são normalmente armazenadas em formatos de imagem como o TIF ou o JPEG. Os mapas deste tipo têm como principal vantagem o facto de permitirem representar com

exactidão imagens muito complexas (por exemplo, fotografias de satélite ou aéreas). As grandes desvantagens são o tamanho considerável de cada imagem, bem como a inexistência de informação sobre aquilo que estão a representar, tornando-se impossível saber, por exemplo, se aquilo que se está a tapar ao sobrepor um símbolo nessa imagem é, ou não, importante.

No caso dos mapas vectoriais, são utilizadas primitivas geométricas como pontos, linhas, curvas e polígonos, que representam os diferentes objectos numa imagem [Foley97]. Neste caso, todas as características a representar são desenhadas a partir de formas geométricas. Assim, diferentes características são representadas por diferentes tipos de geometria: os pontos são utilizados para representar localizações simples como cidades pequenas; as linhas representam rios, estradas e outras características lineares; os polígonos são utilizados para representar locais que cobrem uma área considerável, tais como lagos, florestas e grandes cidades.

Adicionalmente, cada uma destas características desenhadas num mapa pode conter informação relevante, tais como informações utilizadas no desenho do mapa (cor, espessura do traço, entre outras) ou informação sobre a característica em si (limites de velocidade de uma estrada, nome, entre outras). Deste modo, um mapa vectorial é constituído por um conjunto de entradas indexadas pela localização que contêm uma determinada característica do mapa.

A grande vantagem dos mapas vectoriais sobre os mapas *raster* consiste na possibilidade de ter informação sobre os objectos que se estão a desenhar. Por conseguinte, é possível, por exemplo, escolher o local adequado onde colocar um símbolo, de modo a não tapar nada de importante. O tamanho reduzido deste tipo de mapas, quando comparado com os mapas *raster* é também uma vantagem. A principal desvantagem dos mapas deste tipo é o facto de ou não serem tão realistas e atraentes para o utilizador, ou requererem uma significativa capacidade gráfica no dispositivo onde vão ser desenhados.

Relativamente ao local onde os mapas são armazenados podem existir duas localizações distintas: a memória do dispositivo ou um servidor de mapas. A utilização da memória do dispositivo para guardar os mapas tem como principal vantagem o facto de as imagens estarem todas disponíveis no dispositivo, evitando descarregá-los

constantemente de um servidor de mapas (o que requer não só uma ligação disponível, mas também tempo para o fazer). De salientar, contudo, que nem todos os dispositivos dispõem de leitores de cartões ou de espaço suficiente para guardar os mapas.

Poder-se-á concluir que o armazenamento em memória é mais indicado para mapas do tipo *raster*, que ocupam muito espaço, enquanto que os servidores de mapas são mais indicados para mapas vectoriais. No entanto, o aparecimento de servidores como o Google Maps [GoogleMaps], que disponibilizam gratuitamente os seus mapas (do tipo *raster*) tem provocado uma tendência contrária, tornando muito comum o uso de mapas *raster* descarregados através da Internet.

### 2.3.3 Pontos de Interesse

Tal como nos mapas, é o tipo de aplicação e o modo como se pretende utilizar os pontos de interesse que define o tipo e armazenamento dos mesmos.

Os pontos de interesse podem ser mais ou menos complexos, consoante o grau de detalhe que se pretende na aplicação. Analisando sistemas de navegação como o TomTom Navigator [TomTom], que apenas apresentam o tipo e o nome de um determinado ponto de interesse, observamos que utilizam ficheiros locais nos quais são guardadas estruturas simples de pontos de interesse contendo a latitude, longitude, tipo e nome do objecto. Este tipo de pontos de interesse tem, assim, a vantagem de estar já no dispositivo, não requerendo uma ligação à Internet, embora aplicações cujos pontos de interesse tenham mais informação disponível (por exemplo, diferentes atributos sobre o ponto de interesse) necessitem de estruturas de dados mais complexas e dêem origem a ficheiros de maiores dimensões. Por esta razão, este tipo de aplicações utiliza normalmente bases de dados para o armazenamento dos pontos de interesse, pelo que apresenta a vantagem de não requerer armazenamento adicional no dispositivo.

## 2.4 Exemplos de Sistemas

A grande maioria da investigação na área das aplicações de visualização de informação para dispositivos móveis concentra-se no domínio do turismo. Estas aplicações utilizam a posição do utilizador, bem como a hora e a data, de modo a mostrar ao turista mapas que contenham informação geo-referenciada útil. Para além

dos projectos académicos, existem também aplicações comerciais, sendo a maioria focada em sistemas de navegação automóvel.

De seguida serão descritas, de modo resumido, algumas destas aplicações.

### 2.4.1 Aplicações para Computadores de Secretária

Actualmente, existem muitas aplicações de visualização de informação geo-referenciada para computadores de secretária. Com efeito, este tipo de aplicações tem hoje uma grande popularidade, sendo uma aposta de muitas das grandes empresas de tecnologias da informação. Exemplos destes sistemas são o Google Maps [GoogleMaps] e o Google Earth [GoogleEarth], o Yahoo!Maps [YahooMaps] e o Live Search Maps [LiveSearchMaps]. Todos eles possuem um modo de interacção semelhante, permitindo ao utilizador efectuar operações de deslocamento do mapa (arrastando-o com o rato) e de ampliação ou redução, mostrando diferentes níveis de detalhe consoante a ampliação escolhida.



Figura 2.8 Imagens do Google Maps. Em cima vista de “Mapa”, em baixo vista de “Satélite” [GoogleMaps]

De modo a facilitar a compreensão dos mapas pelos utilizadores, estes são representados de três maneiras à escolha: mapa, satélite ou ambos (Figura 2.8). No Live Search Maps existe ainda a opção de ver imagens mais ampliadas e não ortogonais ao

chão, permitindo, por exemplo, visualizar as faces de um edifício. Esta vista tem o nome de “birds eye view” (Figura 2.9).

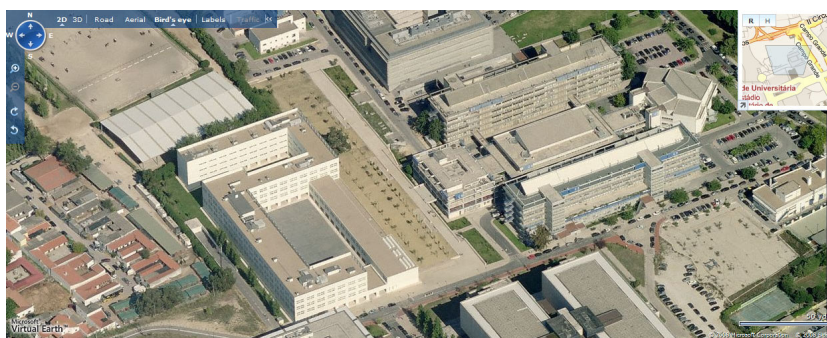


Figura 2.9 Imagens do Live Search Maps. Vista de “Birds eye view” [LiveSearchMaps]

Em cada uma destas aplicações é fornecida a possibilidade de efectuar pesquisas de lugares que estejam geo-referenciados. A apresentação destes resultados é normalmente feita através da sobreposição de pequenos símbolos numerados sobre o mapa, sendo a legenda correspondente mostrada numa secção lateral da página. Este tipo de representação, apesar de ocupar pouco espaço no mapa, é inadequado em dispositivos de ecrã de pequena dimensão, uma vez que não há espaço disponível para a apresentação de uma legenda.

#### 2.4.2 Aplicações de Navegação

No que diz respeito à utilização de sistemas de visualização de informação geo-referenciada em dispositivos móveis, apenas os sistemas focados na navegação conseguem, actualmente, ter muita popularidade. Devido ao forte aumento da procura de dispositivos móveis e à frequente inclusão, nestes, de um receptor de GPS, as aplicações de navegação são uma das áreas em forte expansão.

Entre os diversos produtos existentes, alguns dos exemplos mais conhecidos são o TomTom Navigator [TomTom], o sistema Navigon [Navigon] e o NDrive [NDrive]. Este tipo de aplicações permite, essencialmente, auxiliar a escolha de caminhos correctos para ir de um determinado local para outro.

Deste modo, a grande maioria das funcionalidades incluídas nestas aplicações diz respeito à escolha do local de origem e de destino, bem como ao tipo de caminho a escolher para efectuar o percurso entre os dois locais. Assim, o utilizador pode utilizar um menu de pesquisa textual para encontrar a morada pretendida (Figura 2.10) ou, em



alternativa, escolher um ponto no mapa. Seguidamente, pode configurar, por exemplo, se pretende encontrar o caminho mais curto, mais rápido ou mais barato.

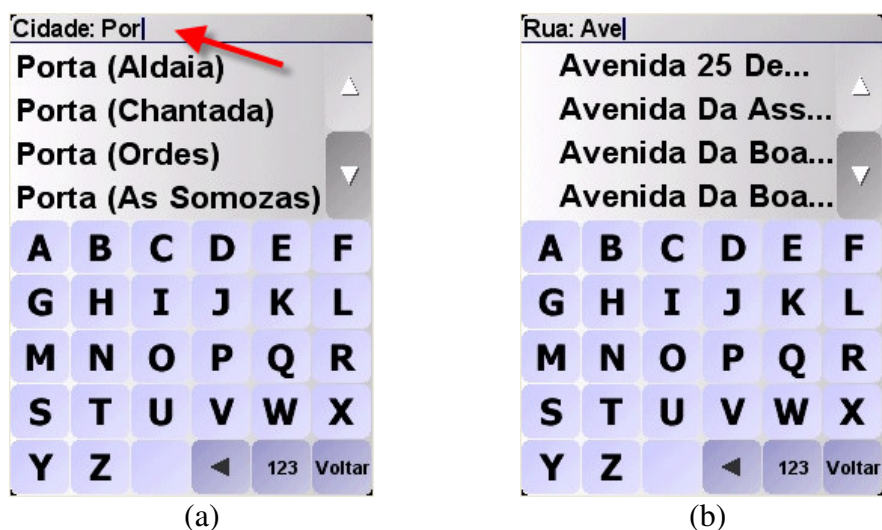


Figura 2.10 Pesquisa de uma morada no TomTom. (a) Escolha da cidade. (b) Especificação da rua [PortalPPC\_TT6]

Após esta sequência (rápida) de passos, a esmagadora maioria de tempo em que se utiliza a aplicação é feita apenas através da reprodução de instruções de navegação sonoras, bem como da apresentação constante de um mapa, centrado na posição do utilizador, indicando também as próximas mudanças de posição (Figura 2.11).

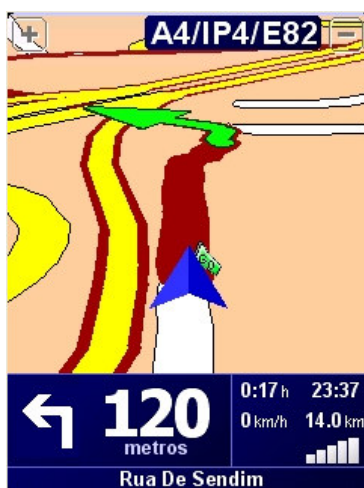


Figura 2.11 Mapa com informações de navegação no TomTom [PortalPPC\_TT6]

Estas aplicações incluem um modo de pesquisa de pontos de interesse. No entanto, uma vez que o foco da utilização é a navegação num automóvel, a apresentação do mapa é muito simples, de modo a permitir ao condutor uma visualização rápida e fácil



do caminho que está a percorrer. A pesquisa de pontos de interesse é, logo, demasiado elementar, permitindo apenas filtrar os pontos por categorias e tendo muito pouca informação sobre os mesmos, normalmente apenas o nome e as coordenadas (Figura 2.12).



Figura 2.12 Apresentação de pontos de interesse no TomTom [PortalPPC\_TT6]

Este tipo de aplicações, apesar de muito útil para auxiliar as tarefas de navegação, pode revelar-se de pouca utilidade para ajudar a escolher um determinado ponto de interesse. Por exemplo, um utilizador que queira escolher um restaurante tem como único critério de escolha o nome e a localização do mesmo.

### 2.4.3 WebPark

Apesar de ser uma área que está ainda no início, existem já alguns projectos que se focaram na tarefa de pesquisa de pontos de interesse geo-referenciados em dispositivos móveis. Um destes projectos é o WebPark [WebPark05], que fornece informação para visitantes de parques naturais, através de dispositivos móveis. Concebido, numa primeira fase, apenas como protótipo, este sistema foi, posteriormente, disponibilizado comercialmente para o parque nacional Suíço e também para a área do Mar de Wadden na Holanda. A investigação feita neste projecto focou todas as áreas da construção de um sistema baseado na localização, desde o potencial de mercado até ao próprio *hardware*.

A aplicação desenvolvida (Figura 2.13) permite aos utilizadores pesquisarem informação sobre o local onde estão, anteriormente apenas disponível na Web, em postos de turismo ou espalhada pelo parque em placas informativas. Acresce ainda que,

além da localização, esta informação varia também consoante a data, hora e interesses do utilizador e poderá ser taxada, através de micro pagamentos ou de subscrições.

Uma das áreas focadas por este estudo foi a utilização de operadores de generalização, descritos com maior detalhe no capítulo quatro.



Figura 2.13 Exemplo de um ecrã do sistema WebPark [WebPark]

#### 2.4.4 GiMoDig

Outro projecto que se foca na visualização de dados geo-referenciados em dispositivos móveis é o GiMoDig (*Geospatial info-Mobility service by real-time Data-integration and generalisation*) [GiMoDig05]. O objectivo deste projecto foi estudar e desenvolver métodos para apresentar informação geo-referenciada ao utilizador num ambiente móvel, através da integração e generalização, em tempo real, de dados de diversas agências nacionais. Como tal, o grande foco do projecto foi a generalização dos mapas e conseqüente variação do grau de detalhe, de acordo com o nível de ampliação. Este objectivo foi alcançado, graças à utilização de mapas vectoriais que permitiam manipular os dados, variando a complexidade da informação apresentada, conforme necessário (Figura 2.14).



Figura 2.14 Generalização de Informação. (b) mostra uma generalização e simplificação da informação do mapa apresentado em (a) [Brenner05]

Outra área estudada neste projecto foi a simbologia utilizada para representar pontos de interesse, de modo a facilitar a compreensão por parte dos utilizadores. Uma das características interessantes é a utilização do conceito de mapas adaptativos, nos quais a informação apresentada varia em função da localização ou de factores como a altura do ano ou a idade do utilizador, entre outros. Este estudo está descrito com maior detalhe no capítulo cinco, onde se abordam os aspectos de simbologia tratados no sistema MoViSys.

Para exemplificar as potencialidades e a adaptabilidade do sistema, foi desenvolvido um protótipo e foram definidos três casos de uso:

- Um montanhista num parque nacional: neste tipo de utilização, o mapa é utilizado para planear uma rota. Para dar uma maior envolvência do contexto ao utilizador, as cores do mapa variam conforme a estação do ano, simulando as cores reais (por exemplo, castanho no Outono, branco no Inverno) (Figura 2.15).
- Um incêndio numa universidade: de acordo com este cenário, o sistema possibilita, a um guarda, marcar, no mapa, o local onde detectou o fogo, sendo esta posição transmitida de imediato para a base de dados central (Figura 2.16).
- Um ciclista na fronteira entre dois países: este cenário permite demonstrar as capacidades de harmonização dos dados de diferentes países, mostrando ao utilizador dados uniformes, apesar de obtidos a partir de bases de dados heterogéneas de diferentes países.

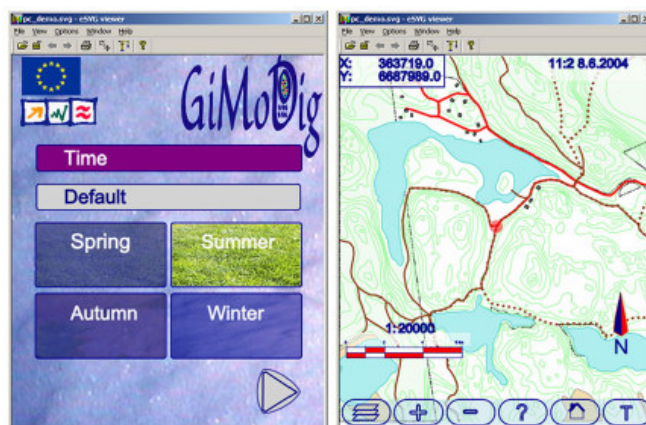


Figura 2.15 Caso de uso do montanhista num parque nacional. Através da selecção da estação do ano é possível alterar as cores do mapa [GiMoDig]

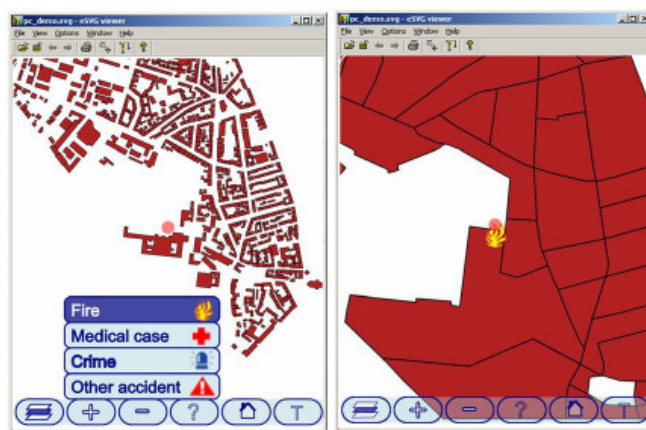


Figura 2.16 Caso de uso do incêndio numa universidade. Os mapas mostram o local onde foi marcado o fogo, em diferentes ampliações [GiMoDig]

### 2.4.5 MAGDA

O sistema MAGDA (*Mobile Analysis of Geographic Data*) [Burigat08a] é um projecto recente que tem como principal objectivo minimizar os problemas relacionados com o tamanho dos ecrãs dos dispositivos móveis. Este projecto foca essencialmente a utilização de interfaces de pesquisa interactivas e dinâmicas, como uma técnica para filtrar informação.

Ao utilizarem pesquisas dinâmicas [Shneiderman94], os utilizadores podem construir as suas interrogações de uma forma incremental, vendo, de imediato, o resultado das suas escolhas [Burigat05]. Este tipo de interacção permite, deste modo, que os utilizadores tenham um controlo total do sistema, podendo explorar os resultados de uma forma iterativa, fazendo as suas escolhas com base nos resultados anteriores.

Uma das diferenças da pesquisa deste sistema consiste em mostrar resultados parcialmente de acordo com as especificações do utilizador, enquanto que os sistemas tradicionais apenas mostram os resultados que satisfazem totalmente a pesquisa feita. Esta característica tem a vantagem de permitir ao utilizador ter uma visão global dos resultados, o que facilita significativamente a tarefa de exploração. Acresce ainda que elementos que apenas falham numa das restrições impostas são de especial relevância para o utilizador em situações em que não existem resultados perfeitos. Assim, torna-se mais vantajoso mostrar, ao utilizador, um ecrã com resultados com uma relevância menor do que aqueles que este procura, em vez de um ecrã sem um único resultado. Para mostrar ao utilizador as diferenças de relevância entre os dados, é colocada, junto de cada ponto de interesse, uma barra verde vertical, de tamanho proporcional ao número de restrições que são satisfeitas (Figura 2.17).

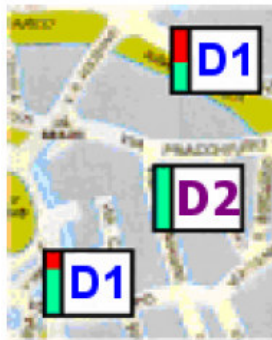


Figura 2.17 A colocação de uma barra verde vertical, permite identificar quais os pontos de interesse mais relevantes [Burigat05]

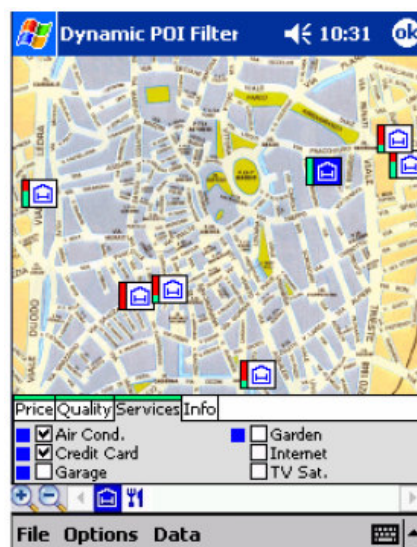


Figura 2.18 Protótipo de apoio a turistas [Burigat05]



Para testar este tipo de interface foram desenvolvidos dois protótipos: um de apoio a turistas, com informação sobre hotéis e restaurantes (Figura 2.18), e outro de análise às propriedades químicas do solo.

Muito recentemente, este projecto focou-se também na resolução dos problemas da sobreposição de símbolos [Burigat08b]. Para o resolver, são utilizadas técnicas de generalização. Inicialmente, é feita uma detecção das colisões entre símbolos, fase em que é construído um grafo de conflito estático. De seguida, utilizando o grafo produzido, é possível substituir os símbolos que estão sobrepostos por um único símbolo que representa uma agregação de pontos de interesse (Figura 2.19).

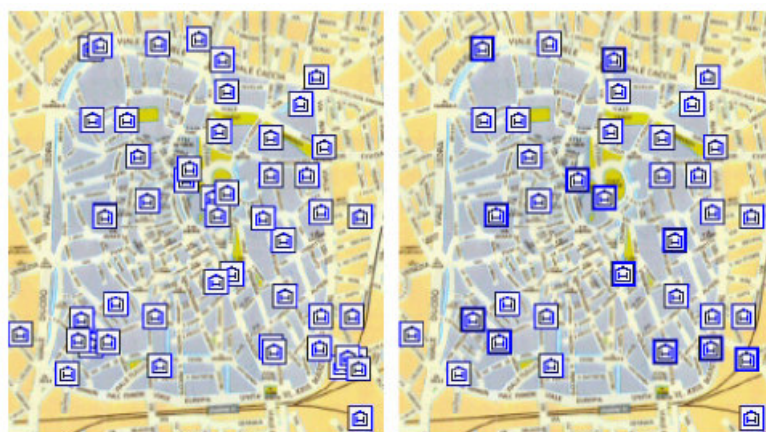


Figura 2.19 Resolução de sobreposições através de agregações [Burigat08b]

#### 2.4.6 Google Maps Mobile

Apesar da maioria dos sistemas de pesquisa de pontos de interesse existentes para dispositivos móveis serem projectos académicos ou específicos para uma área restrita, existem já alguns sistemas comerciais, como é o caso do Google Maps Mobile [GMM].

Este sistema tem por base o Google Maps, descrito na secção 2.4.1, e utiliza os mesmos mapas e o mesmo tipo de pesquisa. Apesar de permitir a pesquisa de pontos de interesse, esta é feita através do uso de palavras-chave (Figura 2.20), não sendo possível pesquisar por outra informação que não o nome e a localização, tal como acontece na versão para computador de secretária.



Figura 2.20 Especificação de uma pesquisa no Google Maps Mobile [GMM]

Uma vez que esta aplicação foi desenhada para telefones móveis, a interface está otimizada para este tipo de dispositivos. Assim, sempre que é feita uma pesquisa, são desenhados, no máximo, nove resultados, correspondendo cada um a uma tecla numérica do telemóvel. Estes resultados são inicialmente mostrados numa lista textual, sendo também possível vê-los no mapa, representados por pequenos símbolos (Figura 2.21).

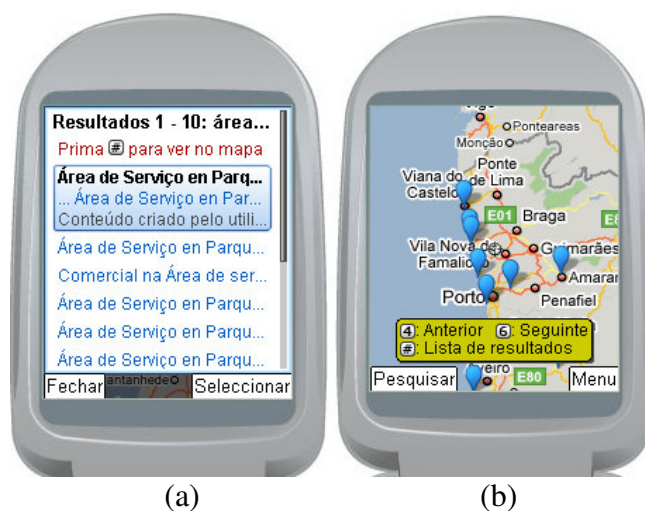


Figura 2.21 Resultados da pesquisa em modo textual (a) e apresentados no mapa (b) [GMM]

Contudo, apesar de serem devolvidos poucos pontos de interesse, é difícil para o utilizador ver claramente qual o local exacto onde fica cada um deles, porque, frequentemente, estes estão sobrepostos uns aos outros (Figura 2.22). Além disso, pelo facto de apenas existirem nove resultados, a tarefa de escolha e comparação de pontos

de interesse é também muito difícil de executar, sendo normalmente necessárias diversas pesquisas diferentes.



Figura 2.22 Sobreposição de resultados muito próximos geograficamente [GMM]

## 2.5 Sumário e Discussão

Neste capítulo foram enumeradas as diversas áreas de interesse das aplicações de visualização de informação geo-referenciada em dispositivos móveis, bem como alguns dos sistemas existentes actualmente.

Foi também descrito o funcionamento genérico deste tipo de sistemas, e foram resumidas as principais características dos dispositivos móveis de pequena dimensão. As limitações apresentadas por estes dispositivos sugerem que é necessário preconizar-se uma adaptação das actuais técnicas de visualização, para os ambientes de mobilidade.

Nos próximos capítulos serão abordados os vários aspectos do sistema de visualização concebido, MoViSys, nomeadamente a função de grau de interesse desenvolvida, a aplicação dos operadores de generalização e a simbologia utilizada. Em cada um destes capítulos é apresentado o trabalho relacionado respectivo.



# Capítulo 3

## Função de Grau de Interesse

Como foi anteriormente analisado, a maior limitação na visualização de informação nos dispositivos móveis é o tamanho do ecrã. Uma vez que o objectivo deste trabalho é a visualização de informação geo-referenciada através da colocação de símbolos num mapa, e tendo em conta que o tamanho destes símbolos não é desprezável quando comparado com o tamanho do ecrã, podemos concluir que a probabilidade destes símbolos ficarem sobrepostos uns aos outros é muito elevada. Deste modo, é também elevada a probabilidade do mapa se tornar complexo e de difícil leitura para o utilizador. Consequentemente, para que seja possível obter imagens inteligíveis, é necessário recorrer a mecanismos de filtragem que reduzam a quantidade de objectos apresentados no ecrã.

No entanto, os mecanismos de filtragem tradicionais, que mostram apenas os resultados que satisfazem o conjunto de restrições que o utilizador especificou, têm problemas quando utilizados em dispositivos móveis. Se as condições impostas pelo utilizador forem pouco restritivas, o mapa resultante continuará a estar cheio de símbolos e consequentes sobreposições. Caso contrário, se existirem demasiadas restrições, poderá devolver muito poucos resultados, não dando ao utilizador a possibilidade de explorar outras alternativas [Chittaro06, Burigat05].

Deste modo, é fundamental conceber uma função de filtragem que permita ao utilizador especificar aquilo que deseja e que, de seguida, retorne um número adequado de resultados ordenados pelo interesse do utilizador, omitindo os menos relevantes.

Na próxima secção serão descritos alguns trabalhos que foram utilizados como ponto de partida para a definição de uma função de grau de interesse utilizada no

sistema MoViSys. Na secção 3.2 será descrita a função de grau de interesse proposta neste trabalho.

## 3.1 Trabalho Relacionado

### 3.1.1 Função de Grau de Interesse de George Furnas

Para fazer face à apresentação de estruturas potencialmente grandes, em janelas de dimensão muito reduzida, George W. Furnas faz uma analogia com as lentes grande angular, também denominadas de “olho-de-peixe” [Furnas82, Furnas86]. Este tipo de lentes apresenta uma visão correcta e detalhada do centro da imagem e uma visão progressivamente mais distorcida e com menos detalhe à medida que nos afastamos do centro da imagem (Figura 3.1). Recorrendo à utilização destas lentes é possível combinar o detalhe e o contexto numa única estrutura visual, realçando a informação “local” ao mesmo tempo que se apresenta, de forma atenuada, a informação “global” ou periférica.



Figura 3.1 Fotografia tirada através de uma lente “olho-de-peixe” [Nikon]

No seu artigo, Furnas refere que a motivação fundamental para uma estratégia de “olho-de-peixe” é providenciar um bom balanço entre os detalhes locais e um contexto global. Segundo este autor, este balanço é essencial, uma vez que ambos são importantes: o detalhe local é necessário para as interacções locais com a estrutura e o contexto global é necessário para que o utilizador possa saber onde está e perceber que outras partes da estrutura existem.

De facto, nos estudos realizados por Furnas, foi possível demonstrar que as pessoas preferem ter conhecimento não só daquilo que está na sua proximidade, como daquilo que, apesar de longe, tem uma grande importância *a priori* para os mesmos. Quando inquiridas para nomear estados dos Estados Unidos, um conjunto de crianças, filhas de imigrantes, mencionaram maioritariamente os estados mais importantes do país (por exemplo, a Califórnia) e aqueles em que viviam ou com os quais faziam fronteira. Do mesmo modo, quando lhes foram perguntados nomes de presidentes, responderam maioritariamente os mais célebres (por exemplo, Lincoln) e os mais recentes (por exemplo, Reagan). Estes estudos sugerem que uma vista de “olho-de-peixe” pode ser boa para aplicações que envolvam grandes quantidades de informação.

Para formalizar a sua concepção de vistas de “olho-de-peixe”, Furnas introduz o conceito de função de grau de interesse (DOI – *Degree of Interest Function*), que associa a cada objecto um valor que descreve o interesse que o utilizador tem em visualizar esse mesmo objecto, tornando possível a visualização apenas dos objectos mais interessantes para o utilizador.

Para calcular esta função, Furnas utiliza dois componentes: uma importância *a priori* e uma importância *a posteriori*. A importância *a priori* representa a importância global do elemento a ser avaliado, sendo, deste modo, independente da tarefa ou do objectivo actual do utilizador. No caso da importância *a posteriori*, esta depende especificamente da tarefa do utilizador nesse mesmo momento. Uma vez que Furnas considera que a interacção com a estrutura a visualizar está focada num determinado ponto da estrutura, a componente *a posteriori* pode ser considerada apenas como uma distância a esse ponto.

Define, deste modo, a função de grau de interesse como sendo:

$$DOI_{\text{fisheye}}(x|y) = API(x) - D(x, y)$$

onde  $DOI_{\text{fisheye}}$  corresponde ao interesse num dado objecto  $x$ , sendo que o ponto de foco é  $y$ ;  $API(x)$  corresponde à importância *a priori* de  $x$  e  $D(x,y)$  é a distância entre  $x$  e o ponto de foco  $y$ . Assim, o interesse num dado ponto cresce com a importância *a priori* e diminui quanto mais afastado estiver do foco.

Nas figuras seguintes é possível observar um exemplo, dado por Furnas, de uma vista “olho-de-peixe” utilizada na visualização de código de programação com a linguagem C. Uma vez que o ecrã disponível apenas permite visualizar algumas linhas de código, apesar de estas apresentarem todo o detalhe, pode ser difícil para o utilizador ter um contexto global do programa e saber exactamente em que zona deste se encontra. Assim, ao utilizar uma vista de “olho-de-peixe” (Figura 3.2), é possível esconder algumas das linhas que, apesar de próximas, têm uma importância relativa pequena e mostrar outras que, embora mais distantes, têm uma maior importância, permitindo, deste modo, dar um maior contexto ao utilizador. Na Figura 3.3 é mostrado o código completo, permitindo comparar as duas vistas.

A função de grau de interesse definida por Furnas foi a função base com a qual se começou a construir a função de grau de interesse utilizada no sistema MoViSys. A função original permitia, no entanto, apenas dois atributos, um determinado pela importância *a priori* e a localização geográfica. Uma vez que um dos objectivos do sistema MoViSys é contemplar múltiplos atributos, foi necessário adaptar esta função. Uma solução adaptada a bases de dados relacionais é apresentada no trabalho seguinte.

```
1 #define DIG 40
2 #include <stdio.h>
...4 main()
5 {
6     int c, i, x[DIG/4], t[DIG/4], k = DIG/4, noprint = 0;
...8     while((c=getchar()) != EOF){
9         if(c >= '0' && c <= '9'){
...16         } else {
17             switch(c){
18                 case '+':
...27                 case '-':
...38                 case 'e':
>>39                 for(i=0;i<k;i++) t[i] = x[i];
40                 break;
41                 case 'q':
...43                 default:
...46             }
47             if(!noprint){
...57             }
58         }
59         noprint = 0;
60     }
61 }
```

Figura 3.2 Vista de olho-de-peixe do programa; ‘...’ indica linhas que foram retiradas [Furnas86]

```

1 #define DIG 40
2 #include <stdio.h>
3
4 main()
5 {
6     int c, i, x[DIG/4], t[DIG/4], k = DIG/4, noprint = 0;
7
8     while((c=getchar()) != EOF){
9         if(c >= '0' && c <= '9'){
10            x[0] = 10 * x[0] + (c-'0');
11            for(i=1;i<k;i++){
12                x[i] = 10 * x[i]
13                    + x[i-1]/10000;
14                x[i-1] %= 10000;
15            }
16        } else {
17            switch(c){
18                case '+':
19                    t[0] = t[0] + x[0];
20                    for(i=1;i<k;i++){
21                        t[i] = t[i] + x[i]
22                            + t[i-1]/10000;
23                        t[i-1] %= 10000;
24                    }
25                    t[k-1] %= 10000;
26                    break;
27                case '-':
28                    t[0] = (t[0] + 10000)
29                        - x[0];
30                    for(i=1;i<k;i++){
31                        t[i] = (t[i] + 10000)
32                            - x[i]
33                            - (1 - t[i-1]/10000);
34                        t[i-1] %= 10000;
35                    }
36                    t[k-1] %= 10000;
37                    break;
38                case 'e':
39                    for(i=0;i<k;i++) t[i] = x[i];
40                    break;
41                case 'q':
42                    exit(0);
43                default:
44                    noprint = 1;
45                    break;
46            }
47            if(!noprint){
48                for(i=k - 1;t[i] <= 0 && i > 0;i--){
49                    printf("%d",t[i]);
50                    if(i > 0) {
51                        for(i-- ; i >= 0; i--){
52                            printf("%04d",t[i]);
53                        }
54                    }
55                    putchar('\n');
56                    for(i=0; i > k;i++) x[i] = 0;
57                }
58            }
59            noprint = 0;
60        }
61    }

```

Figura 3.3 Vista do programa completo; a caixa mostra a vista *standard*. As linhas sublinhadas são aquelas que aparecem na vista de olho-de-peixe [Furnas86]

### 3.1.2 Função de Grau de Interesse de Mafalda Martins

Em [Martins02], é apresentada uma generalização dos conceitos referidos na secção anterior, tendo como objectivo facilitar a exploração interactiva de informação existente em bases de dados relacionais, através da utilização de uma função de grau de interesse. Este tipo de função serve, como foi já referido anteriormente, para que o utilizador possa ter um maior controlo sobre a informação visualizada e não se limita a impor

restrições cujo único objectivo seja reduzir o grande volume de informação, evitando assim, efeitos secundários, tais como a eliminação de resultados potencialmente relevantes.

Uma vez que neste trabalho a função de Furnas é aplicada a bases de dados relacionais, surgem dois problemas. Por um lado, uma vez que este tipo de informação não tem normalmente uma estrutura hierárquica definida, torna-se difícil atribuir uma importância *a priori* a cada um dos seus elementos. Por outro lado, a definição do ponto foco, que na definição original é um elemento da estrutura, pode não o ser no caso de uma base de dados relacional, por não contemplar todas as características definidas pelo utilizador.

Para eliminar estas dificuldades, os conceitos de ponto foco, distância ao foco e importância *a priori* foram reformulados, sendo também definido o conceito de objecto prioritário. Na tabela seguinte apresenta-se esta reformulação, sendo que, no contexto do trabalho, “objecto” representa uma linha de uma tabela proveniente de uma interrogação a uma base de dados relacional.

Função de grau de interesse original	Função de grau de interesse generalizada
<b>Ponto foco:</b> $F$ Elemento existente na estrutura de informação.	<b>Objecto foco:</b> $O_F$ Objecto construído pelo utilizador; representa o seu interesse momentâneo.
<b>Distância ao foco:</b> $D(x, F)$ , onde $D(F, F) = 0$ e $D(x, F) \geq 0, \forall_{x \in Est. Inf.}$ Função definida pela pessoa que desenvolve a aplicação; retorna a distância a que o elemento $x$ se encontra do foco $F$ .	<b>Distância ao foco:</b> $Dist(O_i, O_F)$ , onde $Dist(O_F, O_F) = 0$ e $Dist(O_i, O_F) \geq 0, \forall_{O_i \in Est. Inf.}$ Função parcialmente definida pelo utilizador; retorna a distância a que o objecto $O_i$ se encontra do foco $O_F$ .
	<b>Objecto prioritário:</b> $O_P$ Objecto construído pelo utilizador, representa a sua prioridade; inalterável durante a interacção.
<b>Importância a priori:</b> $API(x)$ . Importância <i>a priori</i> do elemento $x$ dentro da estrutura; estabelecida pelo pessoa que desenvolve a aplicação.	<b>Importância a priori:</b> $API(O_i, O_P)$ . Função parcialmente definida pelo utilizador; retorna a importância <i>a priori</i> do objecto $O_i$ dado o objecto $O_P$ .

Tabela 3.1 Reformulação dos parâmetros da função DOI [Martins02]

Ao utilizar estes novos conceitos como parâmetros da função de grau de interesse (DOI), foi necessário redefini-la do seguinte modo:

$$DOI(O_i, O_F, O_P) = f(API(O_i, O_P), Dist(O_i, O_F))$$

onde  $O_i$  designa cada um dos objectos a visualizar e  $f$  é uma função que tem de ser crescente no primeiro termo e decrescente no segundo.

Para testar estes conceitos, foi implementado um protótipo de um sistema de visualização de dados sobre casas para venda (Figura 3.4).

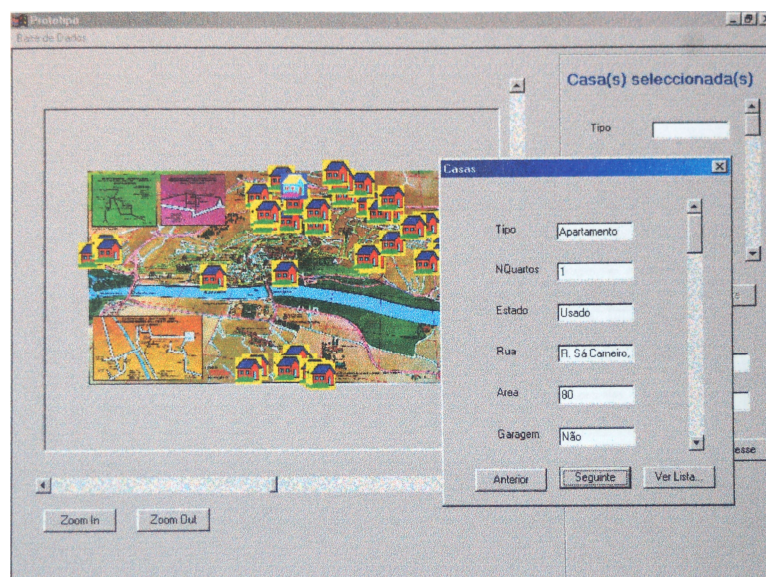


Figura 3.4 Ecrã do protótipo [Martins02]

Neste protótipo, existem dois tipos de características definidas pelo utilizador. Por um lado, existem as características prioritárias, cujo conjunto é o objecto  $O_P$ , e que permanecem constantes durante a interacção, porque são características a que o utilizador não cede. Um utilizador pode, por exemplo, procurar uma casa e considerar essencial que esta tenha garagem ou uma determinada área, pelo que os objectos que têm tais características, têm uma maior importância *a priori*.

Por outro lado, existem as características não prioritárias, ou negociáveis, que se vão alterando durante a interacção, reflectindo o interesse momentâneo do utilizador. Por exemplo, o utilizador pode ter preferência por uma determinada zona, mas não se importar de ver outros locais. O conjunto destas características é o objecto  $O_F$ .

No caso da função de distância, utilizada na função de grau de interesse, é necessário especificá-la de modo distinto para os diferentes tipos de atributos possíveis: numéricos, ordinais e nominais. Para cada um destes tipos de atributos, é dada ao utilizador a possibilidade de definir a sua própria função de distância, argumentando-se que este é a pessoa indicada para saber como a definir.

Relativamente à importância *a priori*, é considerado que quanto mais parecido um objecto for com as características prioritárias para o utilizador maior importância terá. Consequentemente, a função de importância *a priori* foi definida como:

$$API(O_i, O_p) = Dist(O_i, O_p)$$

Por último, para a função  $f$ , a autora utilizou uma forma aditiva simples, para combinar a distância e a importância *a priori*:

$$f(API(O_i, O_p), Dist(O_i, O_F)) = API(O_i, O_p) - Dist(O_i, O_F)$$

A relevância de um objecto  $O_i$  é, assim, directamente proporcional à sua importância *a priori* e inversamente proporcional à distância a que está de  $O_F$ .

### 3.1.3 Mecanismos de Filtragem para Informação Geo-Referenciada

O trabalho apresentado em [Carmo05], um dos pontos de partida deste trabalho, teve como objectivo o desenvolvimento de uma ferramenta que permitisse visualizar na Web informação geo-referenciada organizada por diferentes categorias.

Um dos focos deste trabalho foi a inclusão de um mecanismo de filtragem baseado em critérios semânticos, com vista à redução do volume de informação visualizado, de acordo com os interesses dos utilizadores, permitindo, deste modo, uma melhor compreensão da informação por parte dos utilizadores.

A função de grau de interesse adoptada foi a de Furnas [Furnas86] (descrita na secção 3.1.1). Para utilizar esta função, foi definida uma função de importância *a priori* e uma função de distância. No caso da função de importância *a priori*, é utilizado, para cada categoria, o valor de um dos seus atributos. No exemplo dado, se um utilizador estiver à procura de um hotel de alta qualidade, pode escolher o atributo “Estrelas” da



categoria “Hotel”. Neste caso, a importância *a priori* de um hotel é directamente proporcional ao número de estrelas. No caso da função de distância, esta é calculada entre um ponto foco (centro do ecrã - que pode ser alterado facilmente através da interacção com o sistema) e a localização dos objectos; para tal, é utilizada a distância Euclideana.

A função de grau de interesse, tal como definida por Furnas, é deste modo:

$$DOI(x|y) = API(x) - D(x, y)$$

na qual tanto a função  $API(x)$  como  $D(x,y)$  estão normalizadas para dar resultados compreendidos no intervalo  $[0, 1]$ . Assim, a função  $DOI$  tem resultados compreendidos entre  $[-1, 1]$ .

A filtragem dos dados é feita através da utilização de um limiar para o resultado da função a partir do qual se mostram os dados, sendo omitidos todos os que tenham um resultado inferior.

### 3.1.4 Sistema VisDB

Como no trabalho de Furnas, também Keim et al se foca sobre a problemática da visualização de grandes quantidades de informação [Keim94]. Para Keim, o problema essencial reside no processo de especificação das interrogações feitas às bases de dados. Isto acontece devido ao modo como as interrogações são tratadas, não existindo a possibilidade de mudar ligeiramente uma interrogação ou exprimir interrogações vagas.

Keim refere que em muitas aplicações as interrogações se baseiam em chaves (por exemplo, sistemas bancários e sistemas de reservas) que permitem aceder exactamente aos dados pretendidos e necessitam geralmente apenas de uma interrogação. Afirma ainda que no tipo de aplicações, que envolvem enormes volumes de dados, tais como bases de dados científicas ou ambientais, é sistematicamente difícil encontrar os dados pretendidos. Como tal, é frequente uma interrogação à base de dados não devolver nenhum resultado e, portanto, nenhuma pista para continuar a pesquisa ou devolver demasiados dados e, conseqüentemente, tornar a visualização desses dados demasiado confusa e complexa.

Este tipo de problemas acontece sempre que as bases de dados contêm informação diferente daquela que o utilizador espera ou quando o utilizador não sabe exactamente o que procura. Nestes casos, Keim compara a interrogação a uma pesquisa não exacta e refere que, se esta não devolve os dados pretendidos, é geralmente feita, pelo utilizador, uma nova interrogação semelhante, divergindo da anterior apenas num detalhe. Deste modo, ao pesquisar pelos dados pretendidos e até os encontrar, o utilizador efectua diversas interrogações muito semelhantes entre si.

Para oferecer uma possível solução para este problema, Keim criou o sistema VisDB (*DataBase exploration using multidimensional Visualization*), com o objectivo de facilitar o processo de especificação das interrogações, através da utilização de técnicas de visualização que permitam ao utilizador obter mais informação sobre os resultados das suas interrogações. Neste sistema, cada pixel do ecrã representa um dos resultados da interrogação feita à base de dados. Esta interrogação devolve, além dos dados que satisfazem totalmente a interrogação, os que se limitam a satisfazê-la parcialmente. Para determinar estes resultados aproximados, são utilizadas funções de distância entre os diversos atributos especificados pelo utilizador e os respectivos valores constantes da base de dados. Estas funções de distância são dependentes da aplicação e têm de ser fornecidas pela mesma, podendo ser de diversos tipos, tais como diferenças numéricas e matrizes de distância. A combinação destas distâncias resulta no factor de relevância do resultado.

Uma vez que o objectivo é obter um resultado final que tenha um significado global, é necessário resolver alguns problemas na combinação das diferentes distâncias. Por um lado, cada atributo tem uma prioridade diferente para o utilizador, acontecendo o mesmo para cada distância, o que leva a que Keim introduza factores de ponderação (introduzidos pelo utilizador) que representam a importância de cada atributo. Por outro lado, os valores calculados para cada função de distância podem ter ordens de grandeza completamente distintas, em que um valor pequeno pode efectivamente corresponder a uma grande diferença e vice-versa. Para resolver este problema, é feita uma normalização das distâncias, utilizando os valores máximos e mínimos existentes para cada atributo. Ou seja, são utilizadas funções de média para calcular, para cada resultado  $i$  devolvido pela interrogação, uma distância combinada correspondente à

junção das diversas distâncias normalizadas calculadas independentemente e para condições ligadas por conjunções, é utilizada uma média aritmética ponderada:

$$DistânciaCombinada_i = \sum_{j=1}^{\#sp} w_j \times d_{ij}$$

nas quais  $j$  refere-se ao atributo considerado,  $w_j$  é o factor de ponderação desse mesmo atributo,  $d_{ij}$  é a distância do resultado  $i$  no atributo  $j$  e  $\#sp$  é o conjunto dos atributos seleccionados pelo utilizador.

No caso das condições estarem ligadas por disjunções, é utilizada uma média geométrica ponderada:

$$DistânciaCombinada_i = \prod_{j=1}^{\#sp} d_{ij}^{w_j}$$

Após calcular estas distâncias combinadas, é possível calcular o factor de relevância como sendo o inverso da função de distância, mostrando de que modo um determinado resultado se aproxima da interrogação feita pelo utilizador e representando a relevância desse resultado para o utilizador. Após calcular o factor de relevância, os resultados são ordenados, e é então feito uma correspondência por cores. Seguidamente, são geradas imagens (Figura 3.5) com vista à visualização dos resultados. No canto superior esquerdo está o resultado final considerando o factor de relevância. As restantes células da grelha mostram as distâncias para cada um dos oito atributos utilizados na interrogação.

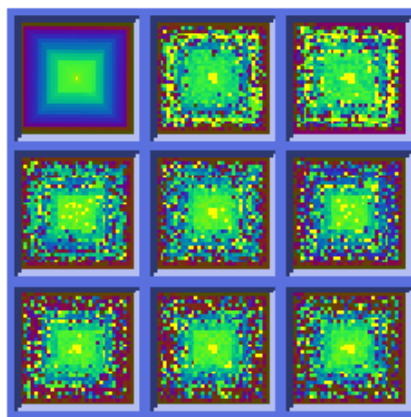


Figura 3.5 Resultado de uma interrogação [Keim94]

No centro de cada imagem, com cor amarela, são apresentados os mais relevantes e em espiral e à volta da zona anteriormente referida são mostrados os aproximados, cujas cores variam do amarelo para o preto, passando pelo verde, o azul e o vermelho, de acordo com a progressão decrescente do factor de relevância. O utilizador pode, desta forma, compreender características dos dados, em conjuntos multidimensionais, ou fazer correlações entre estes. Além disso, as imagens separadas por atributo, disponibilizam ao utilizador a informação que lhe permite compreender de que forma cada um destes atributos restringe o conjunto de resultados obtido.

Apesar de inicialmente a função de grau de interesse a utilizar no MoViSys ter como base a função de Furnas, à medida que foi sendo adaptada, acabou por se tornar mais semelhante à função definida por Keim et al. Contudo, a função definida para o sistema VisDB não contempla múltiplas categorias nem especifica quais as funções de distância a utilizar, pelo que foi necessário efectuar mais algumas adaptações.

### **3.1.5 Trabalho de Reichenbacher**

No trabalho de Reichenbacher, focado especificamente para cartografia em ambientes móveis, é apresentado um modelo conceptual para serviços de geo-visualização [Reichenbacher04]. Segundo Reichenbacher, para se poder assegurar uma comunicação eficiente e garantir a usabilidade deste tipo de serviços, é necessário que estes incorporem sistemas de adaptação ao utilizador. Esta adaptação é indispensável por várias razões. Por um lado, permite que a crescente quantidade de informação seja correctamente filtrada e mostrada de modo a impedir que o utilizador fique saturado com a mesma. Por outro lado, uma adaptação feita correctamente pode levar a um melhor acolhimento das tecnologias novas e ainda imaturas. Deste modo, os sistemas devem-se adaptar de forma a fornecerem ao utilizador os dados mais relevantes e detalhados que sirvam as necessidades do mesmo.

Para Reichenbacher, reduzir as necessidades de informação geográfica a apenas dois factores: a localização e o próprio objecto, é uma perspectiva restritiva. Desta forma, Reichenbacher contempla um terceiro factor relacionado com a dimensão temporal associada ao objecto.

O autor cria, então, uma nova função de relevância, baseada no trabalho de Keim e Kriegel [Keim94], referido anteriormente, introduzindo-lhe o factor tempo.

Passam, desta forma, a ser considerados três tipos de distâncias: uma distância aos tópicos,  $d_{top}$ , uma distância espacial,  $d_s$ , e, por último, uma distância temporal,  $d_t$ . A distância espacial,  $d_s$ , é definida como sendo a distância euclidiana entre as localizações  $l(x_i, y_i)$  dos eventos  $e_i$ ,  $i = (1, \dots, n)$  à posição do utilizador  $l(x_u, y_u)$ :

$$d_s(e_i) = \Delta l = |l_e - l_u| = \sqrt{(x_e - x_u)^2 + (y_e - y_u)^2}$$

A distância temporal,  $d_t$ , entre o tempo de um determinado evento,  $t_e$ , e o tempo actual,  $t_c$ , ( $h$  são as horas e  $m$  os minutos):

$$d_t(e_i) = \Delta t = |t_e - t_c| = |((h_e - h_c) \times 60) + (m_e - m_c)|$$

Por último, a distância aos tópicos,  $d_{top}$ , é calculada através da seguinte função:

$$d_{top}(e_i) = \begin{cases} 0 & \text{se eventtype} \neq \text{eventtype}_{query} \wedge \text{category} \neq \text{category}_{query} \\ 0.5 & \text{se eventtype} \neq \text{eventtype}_{query} \wedge \text{category} = \text{category}_{query} \\ 1 & \text{se eventtype} = \text{eventtype}_{query} \wedge \text{category} = \text{category}_{query} \end{cases}$$

Uma vez que podem apresentar valores bastante diferentes, as distâncias temporais e espaciais são normalizadas utilizando a seguinte função:

$$d_{norm}(e_i) = \min(d_1, \dots, d_n) / d_i$$

A função final que indica a relevância total é definida do seguinte modo:

$$rel_{tot}(e_i) = d_{snorm} + d_{inorm} + d_{top}$$

Sendo também normalizada:

$$rel_{tot\_norm}(e_i) = rel_{tot}(e_i) / \max(rel_{tot}(e_1), \dots, rel_{tot}(e_n))$$

Assim, a relevância final será uma combinação da relevância aos tópicos com as relevâncias espaciais e temporais. Os pontos de interesse ou eventos retornados pelo serviço ao utilizador serão os mais próximos da sua posição, em termos geográficos e

temporais (sendo considerados mais relevantes os que começaram há menos tempo e os que irão ter início mais cedo) e os que mais se assemelham aos tópicos que o utilizador considera importantes.

Este trabalho, apesar de adicionar a dimensão temporal ao cálculo da relevância de um evento, continua a estar limitado a apenas três atributos: tempo, distância e tipo de evento. Uma vez que para o sistema MoViSys se pretendia utilizar um conjunto de atributos de dimensões variáveis, para múltiplas categorias, não foi possível utilizar as funções definidas por Reichenbacher.

Será descrita, de seguida, a função de grau de interesse desenvolvida para o sistema MoViSys.

## 3.2 Função de Grau de Interesse no MoViSys

Como foi anteriormente referido, para que o utilizador tenha acesso a mapas com informação inteligível, é necessário reduzir o número de resultados. Optámos, assim, por calcular para cada ponto de interesse um valor que meça a relevância desse mesmo ponto perante a interrogação feita pelo utilizador. De seguida, utilizando um limite de pontos de interesse a desenhar no ecrã, definido pelo utilizador, é possível omitir os resultados menos relevantes.

Nas duas secções seguintes serão descritas as duas versões da função de grau de interesse desenvolvidas: uma função base, mais simples, desenvolvida inicialmente, e uma versão estendida, que permitiu resolver algumas limitações existentes na primeira versão.

### 3.2.1 Função Base

#### Definição:

Utilizando como base os trabalhos anteriores, definimos uma função de grau de interesse que permite quantificar o grau de interesse do utilizador num determinado ponto de interesse. Assim, dado o conjunto  $A$  composto pelos  $k$  diferentes atributos seleccionados pelo utilizador:  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$  e o conjunto  $P$  composto pelos  $n$  pontos de interesse existentes:  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ , definimos a Função de Grau de Interesse (DOI – *Degree of Interest*) para um dado ponto de interesse  $p_j$  como a média

do interesse do utilizador (UI) nos  $k$  diferentes atributos  $a_i, i=1,2,\dots,k$  especificados pelo utilizador:

$$DoI(p_j) = \frac{\sum_{i=1}^k UI(a_i, p_{ji})}{k} \in [0,1] \quad (1)$$

em que  $p_{ij}$  é o valor do atributo  $i$  do ponto de interesse  $p_j$ , e  $UI(a_i, p_{ji})$  é definido, por sua vez, como sendo o complementar para 1 da distância entre o valor especificado pelo utilizador para o atributo  $i$  e o valor associado ao ponto de interesse  $p_j$ :

$$UI(a_i, p_{ji}) = 1 - Dist(a_i, p_{ji}) \times w_i, \quad w_i \in [0,1] \quad (2)$$

em que  $w_i \in [0,1]$  é o peso escolhido pelo utilizador para o atributo  $i$  e  $Dist(a_i, p_{ji})$  é a distância entre o valor  $a_i$  escolhido pelo utilizador para o atributo  $i$ , e o valor  $p_{ji}$  do ponto de interesse  $p_j$ .

As funções de distância a ser utilizadas na função anterior dependem do tipo do atributo que está a ser considerado. Após verificar quais os tipos mais comuns, concluiu-se ser necessário ter em consideração três tipos de atributos: numéricos (por exemplo, Preço e Classificação), nominais (por exemplo, Tipo de Restaurante e Marca) e ainda a localização geográfica (utilizando coordenadas de latitude e longitude). Deste modo, foram definidas para cada tipo de atributo as seguintes funções de distância:

- Distância normalizada entre atributos numéricos:

$$Dist(a_i, p_{ji}) = \left| \frac{a_i - p_{ji}}{\max_i - \min_i} \right| \quad (3)$$

em que  $\max_i$  é o valor máximo existente na base de dados para o atributo  $i$  e  $\min_i$  é o valor mínimo.

- Distância entre atributos nominais ou booleanos:

$$Dist(a_i, p_{ji}) = \begin{cases} 0, & \text{se } a_i = p_{ji} \\ 1, & \text{se } a_i \neq p_{ji} \end{cases} \quad (4)$$

- Distância geográfica (euclidiana) normalizada para valores entre 0 e 1:

$$Dist(a_i, p_{ji}) = \sqrt{\left(\frac{x_a - x_{p_i}}{\max_x - \min_x}\right)^2 + \left(\frac{y_a - y_{p_i}}{\max_y - \min_y}\right)^2} \quad (5)$$

em que  $(x_a, y_a)$  e  $(x_{p_i}, y_{p_i})$  correspondem, respectivamente, à posição geográfica de interesse para o utilizador e à localização geográfica do ponto de interesse que está a ser considerado.

Para a normalização da função de distância geográfica, é necessário ter em conta que os valores máximos e mínimos utilizados variam consoante a posição geográfica de interesse escolhida pelo utilizador. Assim, caso a posição de interesse para o utilizador esteja dentro da área visível no ecrã, os valores utilizados para a normalização serão as coordenadas máximas e mínimas da área visível (Figura 3.6, zona 1 – sombreado a verde). Na imagem, os pontos coloridos indicam a posição de interesse para o utilizador. As áreas estão numeradas e sombreadas com a mesma cor do ponto a que correspondem.

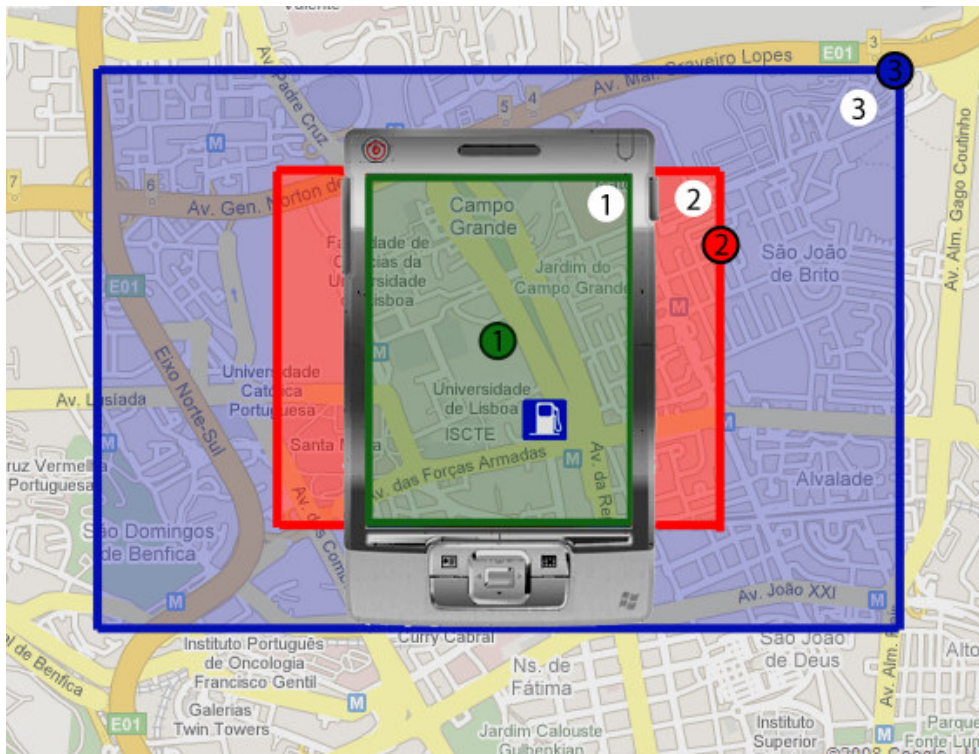


Figura 3.6 Áreas consideradas para a normalização da distância geográfica.



Caso a posição de interesse esteja fora da área visível, as coordenadas máximas e mínimas utilizadas serão os extremos de um retângulo centrado na área visível e expandido para incluir a posição de interesse (Figura 3.6, zona 3 – sombreado a azul). De referir, no entanto, que o tamanho deste retângulo não pode nunca ser inferior à área visível, de modo a impedir que pontos de interesse visíveis fiquem fora da área de normalização (Figura 3.6, zona 2 – sombreado a vermelho).

Utilizando este tipo de função, é possível ordenar os diferentes pontos de interesse presentes e, através desta informação, apresentar apenas os mais relevantes para o utilizador.

Uma vez que tanto as funções de distância, como a função *UI* podem apenas ter valores compreendidos entre 0 e 1, também a função *DoI* tem resultado entre 0 e 1. Assim, um ponto de interesse que obtenha um resultado próximo de 1 será muito relevante para o utilizador e, pelo contrário, um resultado próximo de 0 será muito pouco relevante.

Para que seja mais fácil perceber a utilização das fórmulas anteriores, será, de seguida, descrito um caso de utilização das mesmas.

### Cenário De Utilização

Por uma questão de simplicidade de cálculo, apesar de nas fórmulas definidas se utilizarem coordenadas geográficas, no exemplo seguinte serão utilizadas as distâncias, em metros, ao extremo NW do mapa (Figura 3.7).

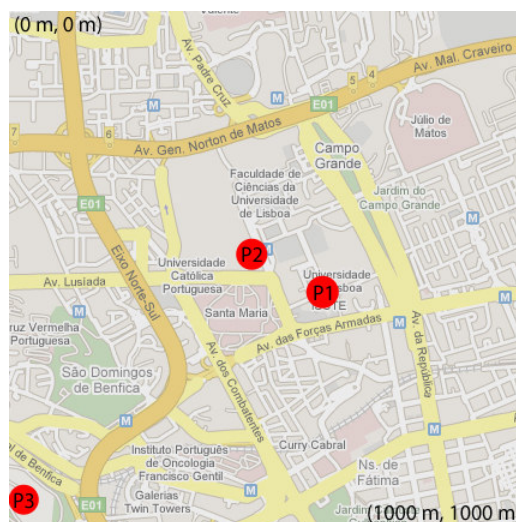


Figura 3.7 Posicionamento dos pontos de interesse utilizados no exemplo

Supondo que, dos restaurantes existentes, um utilizador queria encontrar o mais próximo, de preferência Italiano, e, se possível, barato, ele escolheria, na aplicação, a categoria ‘Restaurante’; de seguida, definiria os atributos que lhe interessavam e respectivos pesos variando entre 0 e 1, onde o valor 1 representa “muito importante” e o valor 0 representa “pouco importante”:

- Posição de Interesse = ‘Centro do ecrã’ (500m, 500m), com peso = 1,0
- Tipo de Restaurante = ‘Italiano’, com peso 0,8
- Preço = ‘5 €’, com peso = 0,5

Supondo ainda que na área visível existiam três restaurantes (Figura 3.7):

- P1 – Restaurante Italiano, com preço médio de 60 €, localizado próximo do centro do ecrã (550m, 600m).
- P2 – Marisqueira, com preço médio de 20 €, localizada muito próxima do centro do ecrã (490m, 490m).
- P3 – Restaurante Italiano, com preço médio de 15€, localizado na extremidade do ecrã (950m, 10m).

Para o 1º ponto de interesse, começaríamos por calcular as distâncias entre os diferentes atributos. Para o atributo ‘Tipo de Restaurante’, utilizaríamos a fórmula (4):

$$Dist('Italiano', 'Italiano') = 0$$

logo, por (2):

$$UI('Italiano', 'Italiano') = 1$$

Para o atributo ‘Preço’, utilizaríamos a fórmula (3), usando os valores máximos e mínimos guardados na base de dados para normalizar (considerando  $maxPreço = 70 €$  e  $minPreço = 5 €$ ):

$$Dist('5€', '60€') \approx 0,85$$

logo, por (2):

$$UI('5€', '60€') \approx 0,57$$

Por último, para a distância, é utilizada a fórmula (5) (considerando  $maxDist = (1000m, 1000m)$  e  $minDist = (0m, 0m)$ ):

$$Dist((500m,500m), (550m,600m)) \approx 0,11$$

assim, por (2):

$$UI('(500m,500m)', '(550m,600m)') = 0,89$$

Logo, utilizando a fórmula (1), o interesse do utilizador no ponto P1 será:

$$DoI(p_1) \approx 0,91$$

Utilizando um cálculo análogo ao utilizado para P1, podemos calcular o interesse em P2:

$$Dist('Italiano', 'Marisqueira') = 1$$

$$UI('Italiano', 'Marisqueira') = 0,2$$

$$Dist('5€', '20€') \approx 0,23$$

$$UI('5€', '20€') \approx 0,89$$

$$Dist((500m,500m), (490m,490m)) \approx 0,01$$

$$UI('(500m,500m)', '(490m,490m)') = 0,99$$

$$DoI(p_2) \approx 0,69$$

Do mesmo modo, o grau de interesse em P3 será:

$$Dist('Italiano', 'Italiano') = 0$$

$$UI('Italiano', 'Italiano') = 1$$

$$Dist('5€', '15€') \approx 0,15$$

$$UI('5€', '15€') \approx 0,93$$

$$Dist((500m,500m), (950m,10m)) \approx 0,66$$

$$UI('(500m,500m)', '(950m,10m)') = 0,34$$

$$DoI(p_3) \approx 0,76$$

Em conclusão, ao comparar os valores da função de grau de interesse para cada um dos pontos de interesse, podemos notar que aquele que terá maior interesse para o utilizador será P1, uma vez que estando próximo e sendo do mesmo tipo de restaurante desejado consegue compensar o facto de ser muito mais caro, atributo ao qual o utilizador apenas atribuiu um peso de 0,5.

Como é possível verificar através do exemplo dado, a função base permite calcular o grau de interesse dos vários pontos de interesse presentes e ajudar, deste modo, à tarefa de decisão por parte do utilizador. No entanto, existem ainda algumas limitações que serão tratadas na secção seguinte.

### 3.2.2 Função Estendida

Apesar de, na função base, o uso de pesos nos atributos permitir distinguir correctamente entre atributos importantes para o utilizador e atributos menos importantes, esta não tem em conta as diferenças de importância entre as próprias categorias.

De facto, podemos supor um caso em tudo semelhante ao exemplo dado na secção anterior, mas no qual o utilizador necessitasse previamente de levantar dinheiro. Neste tipo de situação, o utilizador estaria sobretudo à procura de um restaurante que satisfizesse as suas preferências e, num segundo plano, de um multibanco. No entanto, o facto de o utilizador especificar as características do restaurante a que quer ir reduz automaticamente o valor da função de grau de interesse para os diferentes restaurantes. Na verdade, apenas um restaurante perfeito (do mesmo tipo, com o mesmo preço e localizado exactamente na posição de interesse para o utilizador) teria o valor 1. Por outro lado, uma vez que o utilizador não tem qualquer preferência nas características do multibanco, o valor da função para qualquer multibanco será sempre 1.

Se tivermos em conta que apenas os melhores pontos de interesse são desenhados no ecrã, é possível concluir que todos os multibancos estarão à frente dos restaurantes, originando, por isso, um problema grave, uma vez que a pesquisa principal eram, de facto, os restaurantes.

Para solucionar esta limitação, foi feita uma extensão à fórmula de grau de interesse, adicionando-se um peso às categorias:

$$DoI(p_j) = \frac{\sum_{i=i}^k UI(a_i, p_{ji})}{k} \times w_{cat} \in [0,1] \quad (6)$$

em que  $w_{cat}$  é o peso dado pelo utilizador à categoria seleccionada.

É possível, desta forma, distinguir as categorias mais importantes daquelas que são menos importantes, aumentando a relevância dos pontos de interesse que pertençam a categorias com pesos elevados e diminuindo a relevância de pontos de interesse pertencentes a categorias com pesos baixos. No exemplo anterior, a categoria ‘Restaurante’ poderia pois ter o peso 1 e a categoria ‘Multibanco’ ter apenas o peso 0,5. Seria, assim, garantido que os melhores restaurantes teriam um grau de relevância superior aos dos multibancos, tendo prioridade sobre os mesmos.

A utilização dos pesos permitirá também alterar a limitação do número de pontos de interesse apresentado em cada ecrã em função da importância de cada categoria. Ou seja, em vez de se ter apenas definido um limite total de pontos de interesse, é tido em conta o peso dado a cada categoria:

$$n_{Cat\_i} = \frac{n_{max} \times w_{cat\_i}}{\sum_{j=0}^k w_{cat\_j}} \quad (7)$$

em que  $n_{Cat\_i}$  representa o limite de símbolos a desenhar da categoria  $i$ ,  $n_{max}$  é o limite total de símbolos a desenhar e  $w_{cat\_i}$  é o peso dado à categoria  $i$ . A atribuição de uma maior importância a uma dada categoria não impede que qualquer outra mostre resultados, garantindo, no entanto, ao utilizador, a possibilidade de ter mais resultados na categoria em que evidenciou mais interesse. No caso de não existirem pontos de interesse suficientes para uma dada categoria atingir o limite, são então repescados os melhores pontos de interesse, ainda não utilizados, do conjunto de todas as categorias, de modo a atingir o limite global, definido pelo utilizador. No caso de  $n_{Cat\_i}$  ser menor que um, é atribuído apenas um símbolo à categoria  $i$  de modo a possibilitar pelo menos um resultado visível.

Outro problema que existe nas funções definidas anteriormente é o de estas apenas permitirem a selecção de um único valor em cada atributo. No entanto, no exemplo dado, o utilizador poderia querer ter um leque de escolhas mais diversificado; em vez de escolher um restaurante do tipo ‘Italiano’ poderia ter preferência por vários tipos em simultâneo (por exemplo, ‘Italiano ou Rodízio’) ou em vez de definir um preço, poderia ser mais útil escolher um intervalo de preços.

Na resolução desta limitação, foi necessário estender as funções de distância anteriormente definidas:

- Distância entre atributos nominais ou booleanos, com  $l$  valores alternativos:

$$Dist(a_i, p_{ji}) = \begin{cases} 0, & \text{se } a_{i1} = p_{ji} \vee a_{i2} = p_{ji} \vee \dots \vee a_{il} = p_{ji} \\ 1, & \text{se } a_{i1} \neq p_{ji} \wedge a_{i2} \neq p_{ji} \wedge \dots \wedge a_{il} \neq p_{ji} \end{cases} \quad (8)$$

- Distância normalizada entre atributos numéricos, com  $l$  valores alternativos:

$$Dist(a_i, p_{ji}) = \min \left\{ \left| \frac{a_{i1} - p_{ji}}{\max_i - \min_i} \right|, \left| \frac{a_{i2} - p_{ji}}{\max_i - \min_i} \right|, \dots, \left| \frac{a_{il} - p_{ji}}{\max_i - \min_i} \right| \right\} \quad (9)$$

- Distância normalizada para um intervalo de atributos numéricos, em que  $a_{i1}$  é o valor mínimo do intervalo e  $a_{i2}$  é o valor máximo:

$$Dist(a_i, p_{ji}) = \begin{cases} 0, & \text{se } a_{i1} \leq p_{ji} \leq a_{i2} \\ \left| \frac{a_{i1} - p_{ji}}{\max_i - \min_i} \right|, & \text{se } p_{ji} < a_{i1} \\ \left| \frac{a_{i2} - p_{ji}}{\max_i - \min_i} \right|, & \text{se } p_{ji} > a_{i2} \end{cases} \quad (10)$$

Esta extensão permite resolver o problema anterior, sendo possível, ao utilizador, inserir vários valores alternativos ou intervalos de valores. No caso em que o utilizador apenas escolha um valor, ou seja  $l = 1$ , as funções estendidas correspondem às funções base definidas anteriormente.

### **3.3 Sumário e Discussão**

Neste capítulo foi descrita a função de grau de interesse utilizada no sistema MoViSys. Esta função permite reduzir o número de pontos de interesse visualizados, escolhendo aqueles que são mais relevantes para o utilizador. É possível desta forma minimizar os problemas existentes devido à existência de um grande número de símbolos, num ecrã de dimensões reduzidas.

No capítulo seguinte será apresentada outra técnica de visualização utilizada no sistema MoviSys, os operadores de generalização. Estes operadores permitem resolver algumas situações que não são solucionadas pela utilização da função de grau de interesse.





# Capítulo 4

## Operadores de Generalização

Apesar do uso de uma função de grau de interesse permitir reduzir o número de elementos e, deste modo, minimizar o problema da sobreposição de símbolos, não o resolve na totalidade. De facto, se a distribuição dos símbolos no ecrã não for uniforme, continua a ser possível a existência de símbolos sobrepostos e, conseqüentemente, a imagem pode ser de difícil compreensão para o utilizador. Este problema tem uma importância acrescida se constatarmos que, efectivamente, a distribuição de pontos de interesse num mapa não é normalmente uniforme. Um exemplo demonstrativo deste problema reside na localização de restaurantes. Num centro comercial, por exemplo, é frequente existirem muitos restaurantes, pelo que o espaço num mapa correspondente a apenas um edifício será preenchido por uma dezena ou mais de símbolos correspondentes a restaurantes. Efectivamente, é fácil concluir, através de uma análise rápida aos diferentes tipos de categorias existentes, que este tipo de sobreposições ocorre frequentemente na maioria delas.

É, assim, necessário encontrar um modo de complementar a redução dos pontos de interesse através da função de grau de interesse. Um método frequentemente utilizado, é através do agrupamento de elementos que se encontram próximos, substituindo-os por uma representação diferente. Este tipo de operadores, também chamados de operadores de generalização, permite o agrupamento, num único símbolo, de vários pontos de interesse que estejam próximos. Com efeito, em vez de apenas se reduzir o número de pontos de interesse, é também reduzido o número de símbolos apresentados, o que origina uma imagem mais legível. Um sistema que faz uso desta técnica é o sistema Metacarta [MetaCarta].

Na próxima secção serão descritos alguns trabalhos considerados mais relevantes relacionados com este tipo de operadores. Na secção 4.2, será descrito o modo de funcionamento dos operadores de generalização utilizados neste trabalho.

## 4.1 Trabalho Relacionado

### 4.1.1 WebPark

O trabalho, feito no contexto do projecto WebPark e já referido na secção de enquadramento, desenvolveu um sistema de informação móvel que fornece serviços de informação contextual aos visitantes de parques nacionais e tem como objectivo estudar as relações espaciais entre os objectos que estão como fundo do ecrã (por exemplo, o mapa) e os objectos sobrepostos a este fundo (por exemplo, os pontos de interesse) [Edwardes05a, Edwardes05b].

Os autores referem que os mapas comunicam informação de dois modos diferentes: simbolicamente e espacialmente. Por um lado, a informação simbólica é apresentada de uma forma explícita, através da utilização de símbolos que representam determinadas características de cada objecto. Por outro lado, a informação espacial é apresentada de forma implícita através do uso de características espaciais que restringem o mapa de um modo análogo ao que restringe o espaço geográfico. Deste modo, as relações espaciais no espaço geográfico são representadas de forma relativamente precisa quando apresentadas num mapa. No entanto, estes dois tipos de representação, quando apresentados em conjunto, dão geralmente origem a alguns problemas.

Efectivamente, a representação de símbolos num mapa, quando estes ocupam (à escala) um espaço maior do que aquele que ocupam na realidade, limita a capacidade de representar uma relação espacial. Quanto maior for um símbolo, mais rápida será a deterioração das relações espaciais quando a escala do mapa é reduzida. Pelo contrário, quanto menor for um símbolo, menos informação semântica pode transmitir.

Na Figura 4.1, é possível verificar a deterioração mencionada. A imagem (a) fornece facilmente informações sobre o número e tipo de animais observados, através de símbolos heterogéneos de grande dimensão. Mas, devido a essa mesma dimensão, revela-se ineficaz na transmissão da relação espacial entre os locais onde se podem observar os animais. Na imagem (b), é mostrada informação sobre a diversidade de

animais em cada local. Este tipo de abordagem, através do uso de símbolos mais pequenos e homogêneos, permite transmitir uma maior informação espacial. Por último, a imagem (c), representa o extremo oposto da primeira imagem. A mera utilização de pontos coloridos para mostrar locais de observação de animais permite uma maior compreensão das relações espaciais em detrimento duma melhor compreensão semântica.

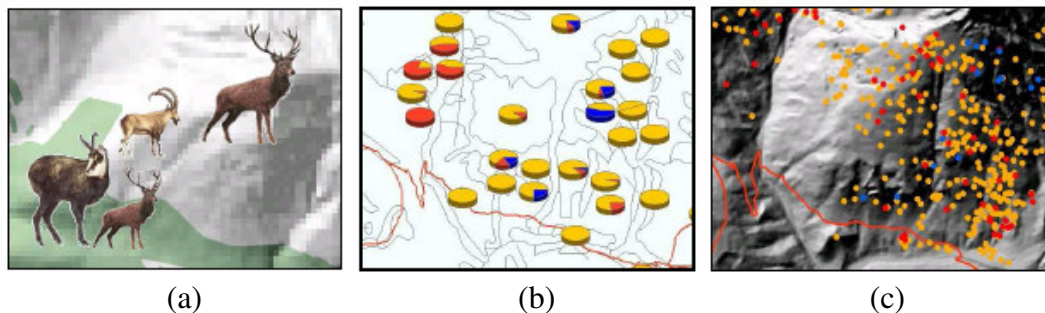


Figura 4.1 Símbolos versus relações espaciais [Edwardes05a]

Os autores referem ainda que esta relação entre a componente simbólica e a espacial é problemática, especialmente se considerarmos os serviços de informação em dispositivos móveis, uma vez que a baixa resolução dos dispositivos obriga a que o tamanho dos símbolos seja maior do que o usado noutros tipos de ecrãs.

Para resolver este problema, são sugeridos dois tipos de soluções. A escolha do tipo de solução está relacionada com o modo como é visto o espaço. No caso de se considerar o espaço como sendo absoluto, os símbolos são vistos como estando a ocupar uma região do espaço (Figura 4.2 (a)). Se, pelo contrário, se considerar o espaço como relativo, o uso de símbolos irá distorcer o espaço à sua volta (Figura 4.2 (b)).

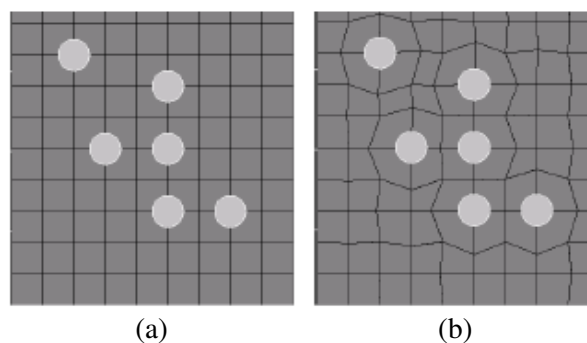


Figura 4.2 Diferença entre relações espaciais absolutas (a) e relativas (b) [Edwardes05a]

A solução proposta, no caso de se considerar que o espaço é relativo, consiste na utilização de transformações, nas quais se afasta o mapa por trás do símbolo, de forma a que o único ponto do mapa sobreposto seja o local exacto do símbolo.

Os autores referem, no entanto, que o modo habitual de tratar o espaço em análises cartográficas é vê-lo como absoluto. Assim, sugerem um conjunto de operadores de generalização que podem minimizar a degradação das relações espaciais: selecção, simplificação, agregação, tipificação e deslocamento.

O operador de selecção (Figura 4.3) identifica, em cada escala do mapa, que objectos devem ser apresentados. Como tal, refere-se à semântica dos objectos e não à localização dos mesmos. Este operador pode ser aplicado globalmente ou localmente. No caso de ser aplicado globalmente (Figura 4.3 (a)) é usado para filtrar a informação com intenção de reduzir o potencial de conflitos entre objectos. Quando aplicado localmente (Figura 4.3 (b)), o operador permite omitir informação onde existam conflitos, de modo a manter aquela que se considerar semanticamente mais importante.



Figura 4.3 Operador de selecção: selecção global (a), selecção local (b) [Edwardes05a]

O operador de simplificação (Figura 4.4) pode ser visto como uma alteração do operador anterior, no qual são utilizadas as características espaciais, tendo como objectivo encontrar um subconjunto de objectos que seja próximo do conjunto inteiro e que, apesar de não resolver todos os conflitos, possa minimizá-los.

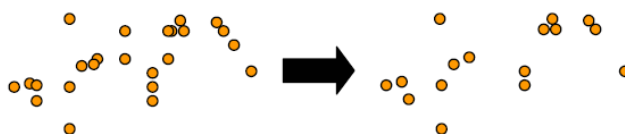


Figura 4.4 Operador de simplificação [Edwardes05a]

A agregação (Figura 4.5) é um operador que permite substituir dois ou mais objectos por um novo. O seu principal objectivo é reduzir o nível de detalhe do mapa através da redução do número de objectos presentes. Este tipo de operador é usado quando objectos semanticamente semelhantes estão espacialmente demasiado próximos para que se considere que têm localizações diferentes. A agregação é aplicada globalmente ao mapa e apenas resolve conflitos gráficos no subconjunto limitado de objectos que satisfazem as regras semânticas para a agregação.



Figura 4.5 Operador de agregação [Edwardes05a]

O operador de tipificação (Figura 4.6) pode ser visto como um tipo de agregação, diferindo deste pelo facto de utilizar as relações espaciais entre os objectos. Este tipo de operador substitui os vários objectos em conflito por um conjunto reduzido de objectos posicionados de modo a transmitir informação sobre a sua configuração.



Figura 4.6 Operador de tipificação [Edwardes05a]

Por último, o operador de deslocamento (Figura 4.7) permite resolver conflitos locais através do afastamento dos objectos uns dos outros. Desta forma, este operador actua apenas localmente para tentar obter o melhor posicionamento que resolva o conflito.

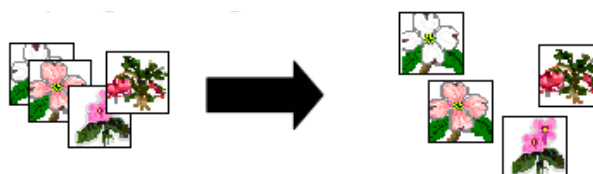


Figura 4.7 Operador de deslocamento [Edwardes05a]

Dos operadores de generalização referidos neste trabalho, optámos por utilizar três deles no sistema MoViSys. O operador de agregação para resolver sobreposições de objectos semanticamente semelhantes, o operador de tipificação para sobreposições de objectos semanticamente distintos, e o operador de afastamento, em situações em que não fosse útil utilizar um dos outros dois operadores.

#### 4.1.2 VIDA

Neste trabalho, Allison Woodruff *et al.* descrevem o sistema VIDA (*Visual Information Density Adjuster*) [Woodruff98], no qual utilizam um algoritmo para evitar a existência de sobreposições na visualização de informação e zonas vazias. Referem que a existência de ambas é indesejável. Por um lado, a sobreposição de objectos pode torná-los ilegíveis; por outro, a existência de zonas vazias pode originar um uso ineficiente do espaço disponível.

Para evitar estas ocorrências, utilizam o Princípio da Densidade de Informação Constante [Frank94] que refere que o número de objectos por área se deve manter constante. A quantidade de informação deverá, assim, manter-se constante quando o utilizador move a área de visualização ou quando faz alterações à sua escala.

Para conseguir manter a densidade de informação constante, o sistema começa por dividir a área de visualização numa grelha com  $n \times n$  subdivisões, preenchendo, seguidamente, cada uma delas com a informação gráfica necessária para que um dado valor de densidade de informação seja atingido.

Com o intuito de alterar a densidade em cada subdivisão, são utilizadas individualmente, ou em conjunto, dois tipos de operações. Podem ser criadas diferentes representações para o mesmo objecto, alterando-se a representação para que esta se adeque à densidade corrente. Assim, para reduzir a densidade, é possível substituir uma representação por outra com menor densidade (um rio representado por vários vértices pode ser substituído por uma representação com menos vértices); parte da representação gráfica de um objecto pode ser omitida (a legenda com o nome de uma cidade pode ser removida); podem ser agregados um conjunto de objectos (um conjunto de pontos pode ser substituído por apenas um ponto). Um objecto pode, contudo, ser totalmente omitido, de modo a reduzir a densidade local.

Apesar da grelha utilizada neste sistema não ser perceptível para o utilizador, a não ser em casos em que a distribuição dos dados seja demasiado uniforme, o sistema tem a limitação de a associar ao ecrã, originando inconsistências visuais quando o utilizador move a área de visualização, uma vez que objectos que antes se encontravam numa área com alta densidade (e por isso representados com pouco detalhe) podem passar a estar numa subdivisão com baixa densidade e mudar radicalmente de representação.

A utilização de uma grelha, tal como sugerido por Woodruff, foi utilizada no sistema MoViSys, no entanto, para resolver o problema das inconsistências visuais referido anteriormente, foi necessário adaptar a colocação da grelha.

## 4.2 Operadores de Generalização no MoViSys

Como vimos anteriormente, a redução da densidade de informação num mapa é crucial para que seja possível torná-la legível para o utilizador. Uma vez que no nosso sistema estamos a considerar o espaço como sendo absoluto, os símbolos ocupam uma região do mesmo, tapando os objectos que estão por trás deles. Este facto faz com que este tipo de operações ganhe uma importância acrescida.

Para minimizar estes problemas foram utilizados alguns operadores de generalização baseados nos trabalhos descritos na secção anterior. Apesar de este tipo de operadores poder operar de um modo global, tal não é aconselhável. No caso da quantidade de informação contida em todo o ecrã de visualização não contabilizar uma densidade suficientemente elevada para que se justifique o uso dos operadores, verifica-se, com frequência, uma densidade muito elevada de informação em determinadas zonas.

Tal como no trabalho de Woodruff [Woodruff98] (apresentado na secção anterior), optámos em primeiro lugar, por subdividir a área de visualização através de uma grelha sobreposta à mesma, contabilizando-se, de seguida, o número de pontos de interesse presentes em cada célula (cada um representado, potencialmente, por um símbolo). Caso um determinado limiar  $\epsilon$  seja atingido, serão utilizados os operadores de generalização. Para este limiar existe um valor definido por omissão e que pode ser alterado pelo utilizador.

Consoante a situação e o tipo dos pontos de interesse presentes, existem três tipos de operadores de generalização que podem ser utilizados.

Se os pontos de interesse contidos numa determinada célula da grelha pertencerem todos a uma mesma categoria, tendo conseqüentemente uma relação semântica entre si, é utilizado o operador de agregação, substituindo-se dois ou mais símbolos por apenas um único que representa um grupo de pontos de interesse. Na Figura 4.8 (a), pode-se observar uma célula na qual existem diversos hotéis. Através da utilização de agregações, é possível mostrar apenas um único símbolo que transmita ao utilizador a informação de que existem diversos hotéis nas proximidades do símbolo (Figura 4.8 (b)).

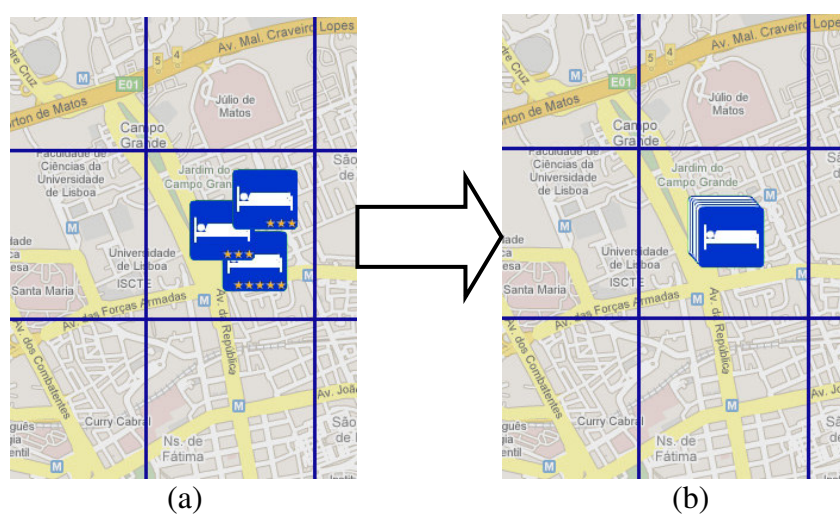


Figura 4.8 Utilização do operador de agregação

Caso os pontos de interesse não tenham uma relação semântica entre si, pertencendo a categorias distintas, é utilizado o operador de tipificação. Através deste operador, é possível fazer um tipo de agregação, no qual é dada alguma informação sobre as diferentes características semânticas que o compõem. Como exemplo deste operador, temos, na Figura 4.9 (a), um conjunto de pontos de interesse de categorias distintas. Na Figura 4.9 (b), podemos constatar a substituição efectuada pelo operador de tipificação, na qual todos os símbolos foram substituídos por um único, o qual transmite a informação sobre quais as categorias dos pontos de interesse que o compõem e a quantidade relativa dos mesmos. No capítulo 5 serão abordados os detalhes acerca da simbologia utilizada.



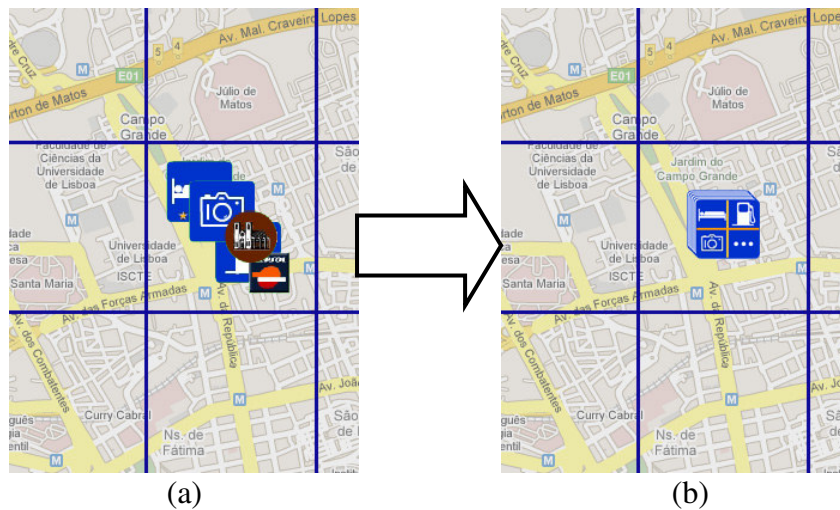


Figura 4.9 Utilização do operador de tipificação

Por último, quando não for útil ao utilizador permitir os tipos anteriores de generalização, nomeadamente em situações em que o nível de ampliação seja muito alto, ou quando o utilizador pedir explicitamente para que seja feita uma “desagregação”, poderão ocorrer sobreposições. Para que estas sejam atenuadas é utilizado um operador de afastamento, através do qual é possível verificar a existência de sobreposições e calcular o afastamento necessário para as minimizar. Este afastamento é proporcional à área dos símbolos que está sobreposta, sendo repartido por estes. A Figura 4.10 (a), permite-nos ver a ocorrência de sobreposições entre símbolos e, em (b), o afastamento dos símbolos uns dos outros.

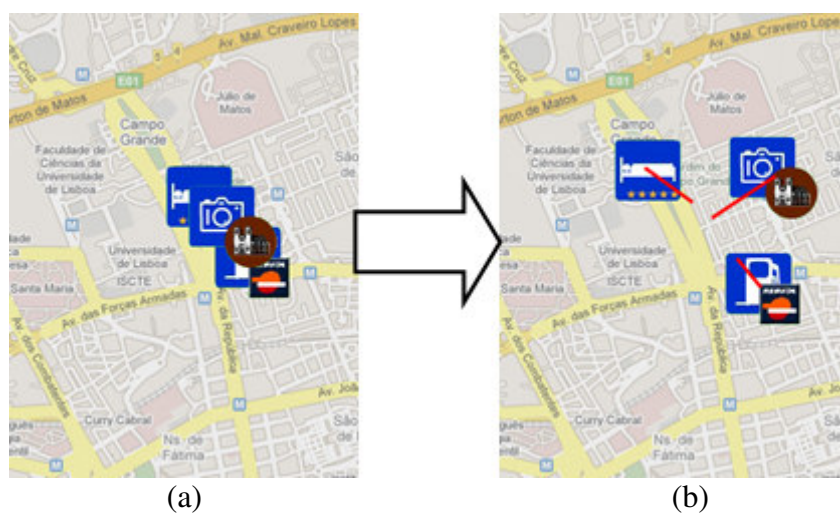


Figura 4.10 Operador de Afastamento. As linhas a vermelho mostram o deslocamento dos símbolos

Uma vez que os pontos de interesse deixam de ser desenhados centrados no local exacto onde se encontram, é utilizado um segmento de recta para indicar este local. Assim, uma das extremidades do segmento está na localização geográfica do ponto de interesse e a outra no centro do símbolo que o representa.

É ainda importante ter em consideração que no caso da grelha estar associada às coordenadas do ecrã de visualização, quando o utilizador move o ecrã, pode dar origem a situações de descontinuidade visual. Como é possível ver através da Figura 4.11, numa situação em que existam pontos de interesse próximos do limite das células, é possível com apenas um ligeiro movimento do mapa, alterar a densidade local das mesmas. A imagem (a) mostra um ecrã inicial. Na imagem (b) é possível ver como um deslocamento mínimo do mapa para NW coloca todos os quatro pontos de interesse na mesma célula, dando imediatamente origem a uma agregação (que não existia inicialmente).

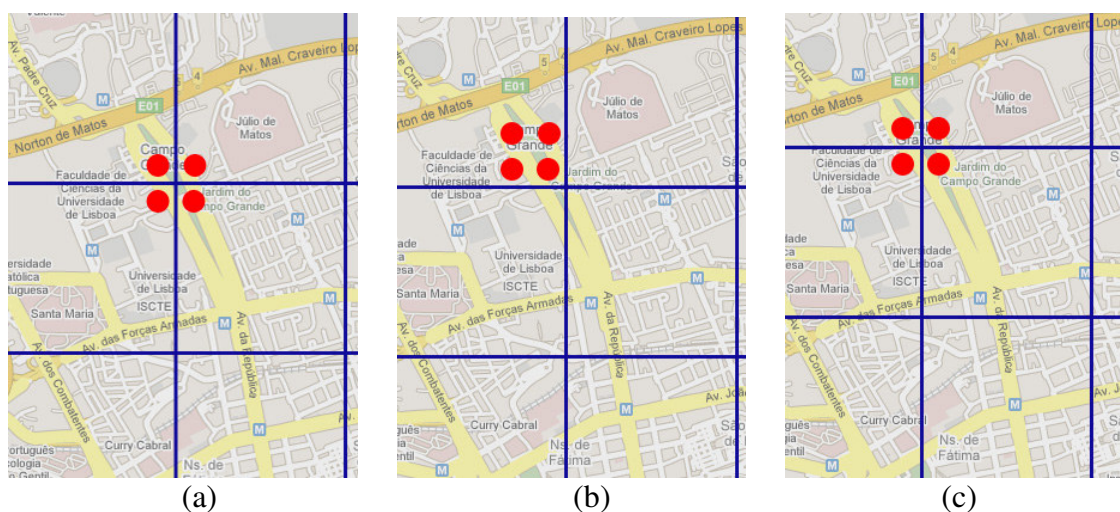


Figura 4.11 Descontinuidades visuais no movimento do mapa

Para resolver este problema associou-se a grelha às coordenadas geográficas em detrimento das coordenadas do ecrã. Assim, ao mover o mapa, as células movem-se simultaneamente, mantendo a densidade constante em cada célula ao longo do deslocamento (Figura 4.11 (c)), o que permite evitar um grande número de descontinuidades visuais.

### **4.3 Sumário e Discussão**

Neste capítulo foram descritos os três operadores de generalização utilizados no sistema MoViSys. Estes operadores permitem solucionar o problema da sobreposição de símbolos, que apenas era minimizada através da utilização da função de grau de interesse. Os primeiros dois operadores, agregação e tipificação, agrupam os elementos que estão muito próximos geograficamente, substituindo-os por símbolo novo que representa um conjunto de elementos. Em situações nas quais não seja útil utilizar estes operadores é utilizado o operador de afastamento, que permite reduzir a área dos símbolos que está sobreposta, tornando a imagem menos confusa.

No próximo capítulo serão apresentados os aspectos relevantes na concepção da simbologia.



# Capítulo 5

## Simbologia

Nos dois capítulos anteriores foram discutidas formas de reduzir não só o número de pontos de interesse, mas também a própria densidade de informação presente na área de visualização, o que é conseguido mediante a filtragem dos elementos com menor grau de interesse para o utilizador, bem como através da substituição de símbolos que se encontrem próximos por um único símbolo que represente essa generalização. Apesar de esta redução ter como potencial tornar os mapas mais legíveis, tal não é possível se a simbologia utilizada não for a mais adequada.

De facto, não basta apresentar informação que seja facilmente visível e relevante; é preciso disponibilizá-la de uma forma que permita ao utilizador compreender o seu significado.

À semelhança dos capítulos anteriores, serão primeiro apresentados os trabalhos relacionados, sendo de seguida apresentada a simbologia utilizada neste trabalho.

### 5.1 Trabalho Relacionado

#### 5.1.1 Mecanismos de Filtragem para Informação Geo-Referenciada

O trabalho apresentado em [Carmo98, Carmo05], parcialmente descrito no capítulo três, tem como principal objectivo, além da utilização de uma função de grau de interesse, o uso de múltiplas representações, que se pretendia incorporar no sistema MoViSys.

No protótipo desenvolvido no trabalho referenciado, são definidas diferentes representações tanto para os mapas colocados em fundo, como para os elementos que satisfaçam as interrogações colocadas pelo utilizador. Tratando-se do mapa, a

representação é escolhida de acordo com a escala que está a ser utilizada na altura. No caso dos elementos sobrepostos ao mapa, cada representação tem um intervalo de escalas dentro do qual é utilizada, sendo substituída por outra representação quando a escala fica fora desse intervalo [Carmo02].

A escolha da representação a utilizar depende ainda do valor da função de grau de interesse de cada elemento; elementos menos relevantes podem ser representados de forma menos detalhada, enquanto que os mais relevantes podê-lo-ão ser com a maior complexidade disponível para a escala actual.

Para que o valor da função de grau de interesse seja tido em conta, o intervalo dos valores da função  $[minDOI, maxDOI]$  é dividido pelo número de representações disponíveis. Os objectos que, sendo assim, se situem no intervalo superior serão representados com a melhor representação possível para a escala utilizada e, para cada intervalo inferior serão utilizadas as representações cada vez menos detalhadas. Para se poder saber qual a representação que corresponde a um determinado valor da função de grau de interesse  $DOI$ , é necessário começar por calcular qual o intervalo *subint* a que pertence:

$$subint = (DOI - minDOI) \text{ div } ((maxDOI - minDOI) / n) + 1$$

em que  $n$  é o número de representações existentes. De seguida é necessário saber qual a distância, *delta*, entre o intervalo a que pertence e o intervalo com os valores máximos:

$$delta = n - subint$$

A representação que é utilizada é:

$$Max(1, representação\_actual - delta)$$

em que 1 corresponde à representação mais simples.

Na Figura 5.1, é apresentado um exemplo de um mapa utilizando este tipo de escolha de representações. A imagem (a) mostra uma representação determinada pela

escala, a imagem (b) mostra uma representação determinada pela escala e importância *a priori*.

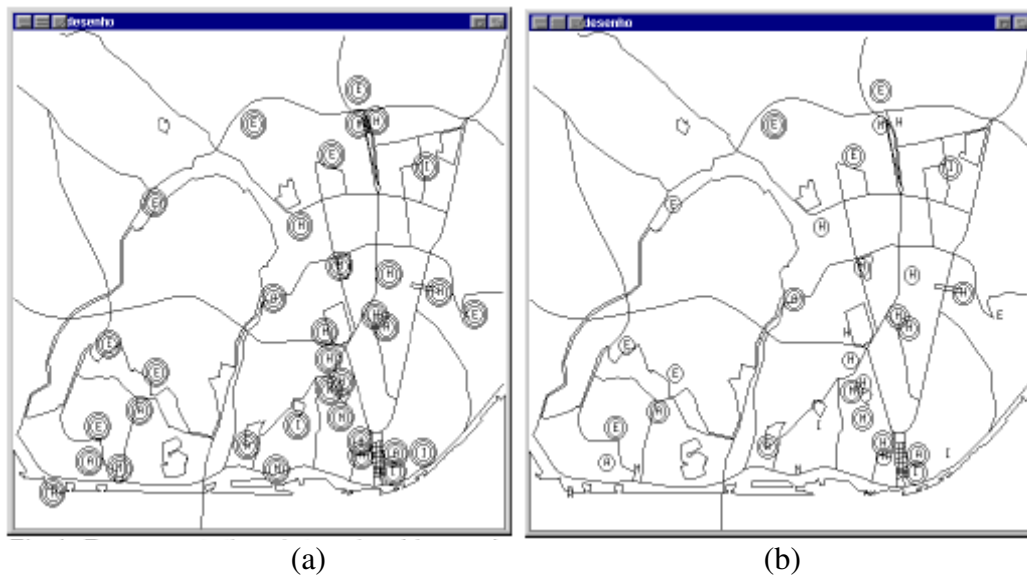


Figura 5.1 Utilização de Múltiplas Representações [Carmo97]

### 5.1.2 GiMoDig

O trabalho realizado no contexto do projecto GiMoDig (*Geospatial Info-mobility Service by Real-time Data Integration and Generalisation*) [Nivala07], tem como objectivo estudar as características do *design* cartográfico para mapas utilizados em dispositivos móveis.

De acordo com os autores do estudo, a utilização de mapas em ambientes móveis difere significativamente do uso dos mapas tradicionais em papel. De facto, sugerem que este tipo de utilizadores terão um comportamento semelhante ao dos turistas, que exigem um rápido acesso aos mapas, cujas instruções deverão ser suficientemente intuitivas com vista a minimizar o tempo perdido. No entanto, o perfil dos utilizadores é muito variado, podendo ter capacidades físicas, cognitivas e perceptivas diferentes, bem como diferenças de idade e de personalidade. Os próprios objectivos dos utilizadores são também muito variados, obrigando a necessidades de interacção completamente diferentes. Este facto obriga a que a informação apresentada num mapa e a sua visualização sejam adequadas para o contexto de utilização.







As imagens de cima diferem das de baixo nos símbolos utilizados: nas primeiras, direccionadas para as pessoas mais velhas (com mais de 46 anos) são fornecidos pictogramas com um fundo branco; nas outras são fornecidos símbolos mais ilustrativos, dirigindo-se às pessoas mais novas, não tão familiarizadas com os pictogramas tradicionais utilizados nos mapas. As imagens diferem, pela mesma razão, da esquerda para a direita, devido a representarem estações do ano diferentes. As imagens da esquerda, utilizadas no Verão, revelam símbolos de tarefas que apenas são feitas nesta altura do ano, o mesmo acontecendo com as imagens da direita que representam o Inverno.

## 5.2 Simbologia no MoViSys

Como já vimos, para que um utilizador apreenda de forma correcta e fácil a informação que lhe é apresentada sobre um mapa, é fundamental que sejam escolhidos símbolos adequados para representar os pontos de interesse.

Neste trabalho, devido à escolha da utilização dos operadores de generalização referidos no capítulo anterior, existem, à partida, diferentes classes de símbolos. Por um lado, temos símbolos que representam apenas um ponto de interesse e, por outro, o resultado dos operadores de agregação ou tipificação que dão origem a um símbolo que representa um conjunto de pontos de interesse.

Foi assim definida uma hierarquia de símbolos (Figura 5.3), os quais foram organizados em duas grandes classes: símbolos individuais e símbolos agregados. Neste caso, é feita uma divisão entre símbolos agregados de uma categoria (obtidos pelo operador de agregação) e símbolos agregados de múltiplas categorias (obtidos através do operador de tipificação). No caso dos símbolos individuais, dado que apenas representam um ponto de interesse, estão por sua vez subdivididos em diferentes tipos de detalhe, através dos quais pode ser mostrada, ou não, informação sobre algum dos atributos do ponto de interesse.

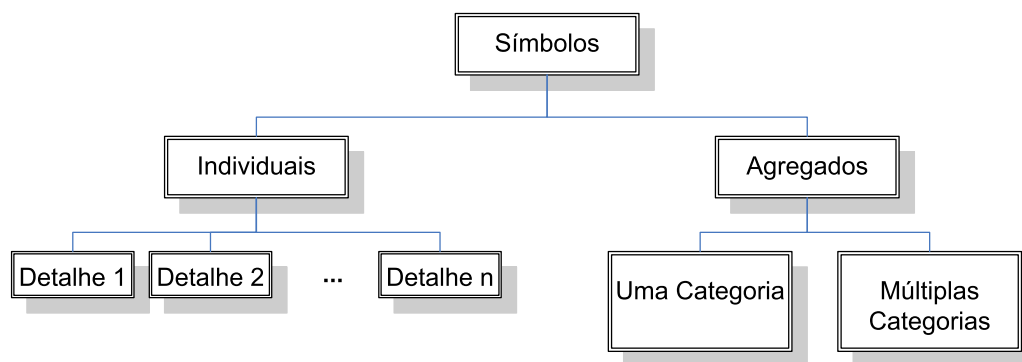


Figura 5.3 Hierarquia de Símbolos

Para a escolha da representação simbólica foram tidos em conta diversos factores. Por um lado, é importante que os símbolos se destaquem do mapa a que estão sobrepostos e que não se confundam com a informação já existente, permitindo que o utilizador possa, num relance, perceber que símbolos estão presentes. Para tal, todos os símbolos têm como cor de fundo um tom de azul que não é utilizado nas cores do mapa, de modo a serem facilmente detectáveis. Por outro lado, visto que era também nosso objectivo criar símbolos facilmente identificáveis e que remetessem para uma rápida compreensão daquilo que estão a representar, optou-se por utilizar símbolos presentes na experiência pessoal da maioria dos utilizadores, tais como símbolos comuns em mapas tradicionais e, essencialmente, em sinais de trânsito. Na Figura 5.4 mostram-se alguns dos símbolos individuais sem detalhe sobre os atributos (na fila de cima) e com detalhe (fila de baixo). No Anexo A encontra-se uma listagem de todos os símbolos concebidos no sistema MoViSys.



Figura 5.4 Exemplos de símbolos individuais

No caso das agregações, utilizam-se os mesmos pictogramas utilizados nos símbolos individuais (Figura 5.5). No entanto, para transmitir ao utilizador a informação de que se trata de um conjunto de pontos de interesse, é adicionado um efeito de “pilha”.



Figura 5.5 Exemplos de símbolos agregados de uma categoria

No caso do símbolo que representa vários pontos de interesse de categorias diferentes (Figura 5.6), é criado dinamicamente um símbolo composto pelas quatro categorias mais numerosas, ordenadas da esquerda para a direita e de cima para baixo. Desta forma, é possível transmitir ao utilizador não só quais as categorias existentes no conjunto, mas também quais as que estão em maior número.



Figura 5.6 Símbolo agregado de múltiplas categorias

Adicionalmente, e uma vez que é utilizada na aplicação uma função de grau de interesse que permite ordenar, por ordem de relevância, os diferentes pontos de interesse, foi introduzido um símbolo '+', adicionado no canto superior direito dos símbolos que contenham o ponto de interesse mais relevante de cada categoria. Pretende-se, desta forma, que os pontos de interesse mais relevantes para o utilizador sejam facilmente identificados (Figura 5.7).



Figura 5.7 Simbologia com indicação da existência de ponto de interesse relevante

Outro aspecto fundamental na representação dos símbolos é o seu tamanho. Embora seja importante que estes tenham o menor tamanho possível, para permitir maiores densidades de informação, ocultando, simultaneamente, a menor área do mapa, é também necessário que sejam suficientemente grandes para permitir a sua selecção interactiva para a obtenção de detalhes a pedido.

É ainda preciso ter em conta que o contexto de utilização de um dispositivo móvel varia frequentemente entre dois estados: quando o utilizador está parado, utilizando de

modo mais eficaz o ponteiro ou os dedos para interagir como o dispositivo, e momentos em que o utilizador está a andar. Neste tipo de interacção em particular é necessário aumentar a área disponível para a selecção dos símbolos, porquanto o posicionamento do ponteiro ou dos dedos se torna muito mais irregular. Para minimizar o problema, optámos por introduzir um botão de fácil acesso que alterna entre os dois modos, aumentando os símbolos quando se selecciona o modo “andar” (Figura 5.8).

Saliente-se que a facilidade de utilização de um ponteiro num dispositivo móvel varia consideravelmente entre utilizadores, razão pela qual optámos ainda por permitir a alteração interactiva do tamanho dos símbolos, de forma a permitir que cada utilizador possa configurar o tamanho mais adequado.

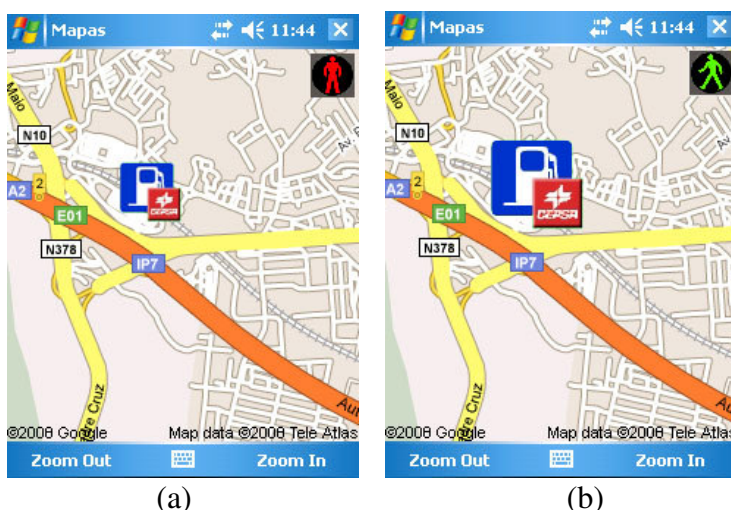


Figura 5.8 Modo de apresentação “parado” (a), modo de apresentação “andar” (b)

### 5.3 Sumário e Discussão

Neste capítulo foi apresentada a simbologia utilizada no sistema MoViSys. Esta simbologia está organizada numa hierarquia, existindo símbolos individuais e agregados. No caso dos símbolos individuais, estes representam um único ponto de interesse, e podem ter, ou não, detalhe sobre um dos seus atributos. Os símbolos agregados, representam um conjunto de pontos de interesse, e podem incluir elementos de apenas uma categoria, ou de várias.

No próximo capítulo será apresentado o sistema MoViSys, como prova dos conceitos expostos.

# Capítulo 6

## Sistema MoViSys

Uma vez definidos os conceitos fundamentais associados a um sistema de visualização adaptado para dispositivos móveis, este trabalho tem também como objectivo concretizar um protótipo como prova de conceito e demonstração das opções tomadas.

Na secção 6.1 é apresentada a metodologia de desenvolvimento do sistema MoViSys, na secção 6.2 e 6.3 descrevem-se, respectivamente, as fases de análise e a arquitectura do sistema desenvolvido e na última secção são fornecidos alguns detalhes sobre a implementação do protótipo.

### 6.1 Metodologia de Desenvolvimento

O desenvolvimento do sistema MoViSys baseou-se numa metodologia centrada no utilizador. Foi escolhido um modelo iterativo, que permitiu que o protótipo fosse sucessivamente aperfeiçoado. Desta forma, foi possível desenvolver em etapas distintas as diversas fases de execução do sistema:

- Obtenção do mapa e respectivas operações de deslocamento
- Obtenção dos pontos de interesse
- Escolha e concepção da simbologia
- Desenvolvimento dos operadores de generalização
- Desenvolvimento da função de grau de interesse

Para cada uma destas fases foi feita, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica e familiarização com os sistemas existentes, com o objectivo de perceber quais os problemas que existiam, e qual o melhor modo de os tentar solucionar ou minimizar. Após a análise inicial, e da proposta de uma possível solução, esta foi implementada no

sistema. De seguida, foi feita uma análise e avaliação informal, que permitia detectar rapidamente alguns problemas e corrigi-los antes de se iniciar a etapa seguinte.

Para a fase de concepção da simbologia utilizada no sistema, foram feitos diversos testes informais com alguns utilizadores, de modo a tentar obter, desde logo, um conjunto de símbolos cujo significado fosse facilmente perceptível.

Após ter terminado o desenvolvimento do protótipo, este foi alvo de uma avaliação mais aprofundada e formal. Esta avaliação e os respectivos resultados serão apresentados no capítulo seguinte.

## 6.2 Modelo de Dados

O objectivo principal na criação do modelo de dados era criar uma estrutura que representasse o conjunto de pontos de interesse geo-referenciados, estando, ao mesmo tempo, totalmente abstraída das características desses mesmos pontos de interesse. Desta forma, seria possível evitar restrições nos tipos de pontos de interesse inseridos na base de dados, bem como nas categorias e atributos possíveis de adicionar.

Na Figura 6.1 é apresentado o modelo de dados concebido através de um diagrama de classes em UML:

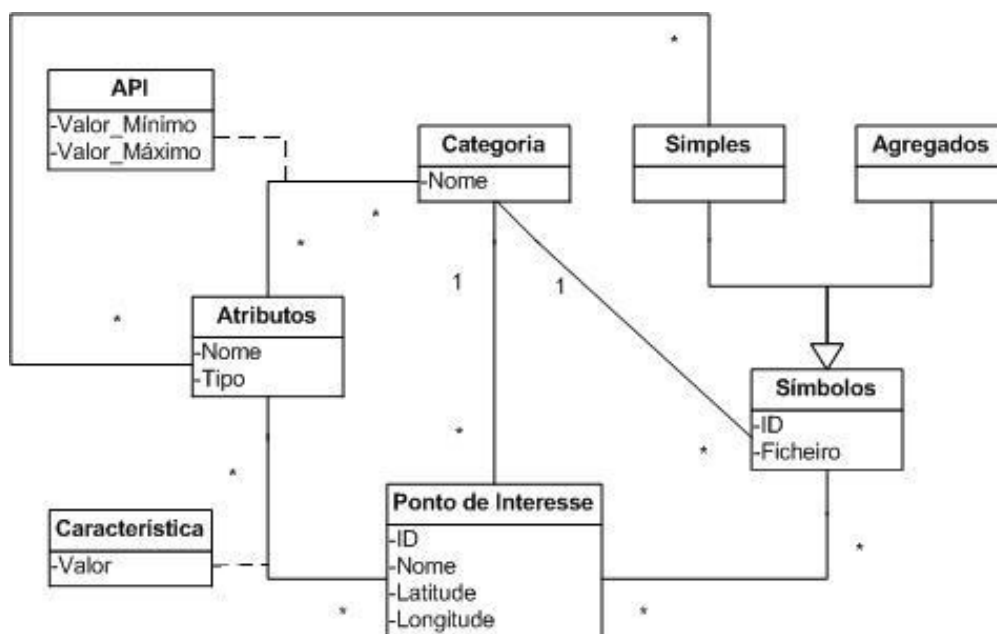


Figura 6.1 Diagrama de classes do modelo de Pontos de Interesse

No modelo de dados desenvolvido, todos os pontos de interesse pertencem a uma dada categoria (por exemplo, Hotel ou Praia) e têm um conjunto de atributos relacionados com essa mesma categoria (por exemplo, Número de Estrelas e Preço, para a categoria Hotel).

A entidade “Característica” contém os valores de todos os atributos de cada ponto de interesse, enquanto a entidade “API” contém os valores máximos e mínimos de cada atributo de uma dada categoria, utilizados no cálculo da função de grau de interesse para poder normalizar os dados.

### 6.3 Arquitectura do Protótipo

O protótipo do MoViSys foi desenvolvido para Pocket PC, com o sistema operativo Windows Mobile 5.0, utilizando o .Net Compact Framework 2.0. Os pontos de interesse são guardados numa base de dados SQL Server e os mapas obtidos através do Google Maps WebServer.

O esquema da arquitectura utilizada no protótipo desenvolvido é mostrado na Figura 6.2. Nesta arquitectura, sempre que o utilizador altera as coordenadas que está a ver ou altera a ampliação do mapa, o Cliente de HTTP envia um pedido ao servidor Web do Google Maps, que lhe devolve uma nova imagem do mapa para as coordenadas e nível de ampliação desejado. Igualmente, sempre que há uma alteração na área visível ou na pesquisa feita pelo utilizador, é enviado um pedido para um servidor SQL Server (contendo as categorias seleccionadas, e o intervalo de coordenadas que está visível) que devolve para o Cliente SQL Server a lista de pontos de interesse visíveis e respectivos atributos.

Na obtenção dos pontos de interesse, foram utilizados pontos de interesse existentes em ficheiros realizados de modo colaborativo em sites nacionais vocacionados para a área dos aparelhos de navegação GPS [PortalPPC]. Estes ficheiros, apesar de conterem muitos pontos de interesse com a respectiva localização geográfica, possuíam informação reduzida ao nível dos atributos, pelo que muitos destes tiveram que ser atribuídos de forma semi-aleatória. Foi, assim, possível carregar um conjunto de mais de 8000 pontos de interesse, repartidos por oito categorias e distribuídos ao longo de Portugal Continental.

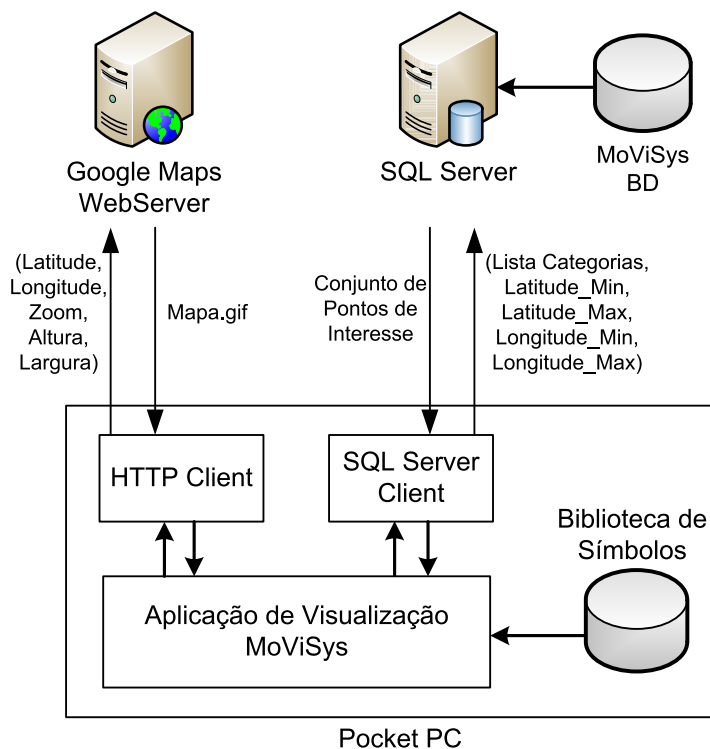


Figura 6.2 Arquitectura utilizada no protótipo do sistema MoViSys

Na Figura 6.3 é possível observar as fases de processamento da aplicação, após a especificação de uma pesquisa por parte do utilizador. Esta especificação envolve a definição das categorias, atributos e pesos pretendidos.

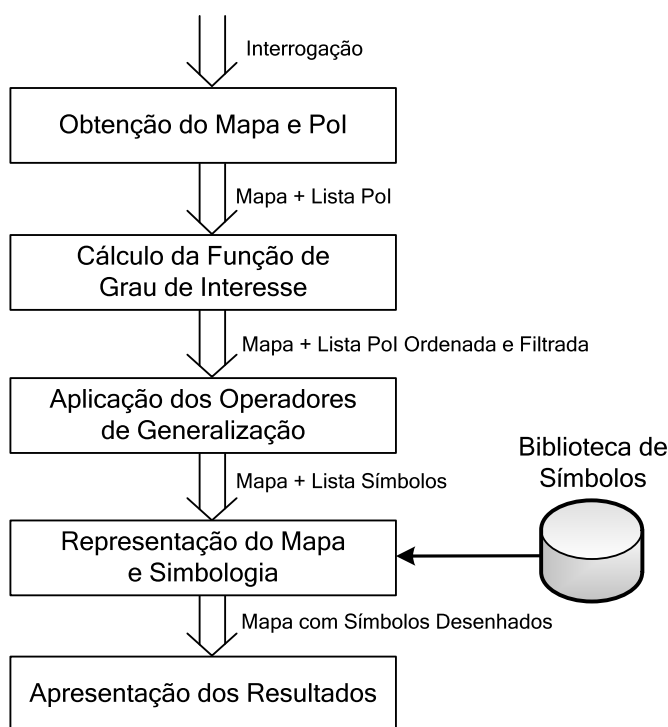


Figura 6.3 Fases de processamento



Inicialmente, é obtida a imagem do mapa e a lista dos correspondentes pontos de interesse. Para tal, é indispensável especificar, em primeiro lugar, quais as coordenadas desejadas. Esta especificação pode ser feita de dois modos diferentes. Por um lado, o utilizador pode especificar a latitude e longitude do local desejado (em graus, minutos e segundos) através das opções disponíveis. Em alternativa, pode optar por iniciar o dispositivo de GPS (novamente através das opções) e obter, através deste, a sua localização actual.

Após ter obtido as coordenadas desejadas, é preciso obter o mapa correspondente, utilizando o WebServer do Google Maps [GoogleMaps]. Para tal é necessário construir o pedido do mapa, juntando-lhe a latitude, longitude, nível de ampliação, largura e altura.

Uma vez que as coordenadas utilizadas pelo servidor são números inteiros, é necessário convertê-las inicialmente para um formato decimal, limitado a seis casas decimais, e de seguida multiplicar este valor por um milhão, obtendo-se um valor inteiro. No caso da latitude, esta pode variar entre -90000000 a 90000000, sendo os valores negativos correspondentes ao Hemisfério Sul e os valores positivos ao Hemisfério Norte. A longitude tem um formato semelhante, sendo as coordenadas a Este do Meridiano de Greenwich representadas de 0 a 180000000 e as coordenadas a Oeste de Greenwich representadas de 180000000 a 360000000. De referir que as coordenadas a Oeste são inversas. Como tal, o valor mais alto corresponde aos 0° Oeste e o valor mais baixo aos 180° Oeste.

No caso da ampliação, e apesar de na aplicação original do Google Maps existir um maior número de níveis de ampliação, as imagens obtidas através do servidor apenas correspondem a dez níveis, sendo que o nível de ampliação mais elevado é o zero e o menos elevado o nove.

Por último, é necessário adicionar o tamanho do mapa que será igual à resolução do dispositivo.

Após ter construído o pedido, este é enviado e é obtida a imagem do mapa correspondente.

Adicionalmente, é feito um pedido ao servidor SQL Server, que devolve todos os pontos existentes nas coordenadas visíveis no ecrã, e que pertencem às categorias seleccionadas pelo utilizador.

De seguida, é calculada a função de grau de interesse para cada um destes pontos de interesse, tendo em conta as opções seleccionadas pelo utilizador. Com base nos valores calculados é então possível ordenar os pontos de interesse do mais relevante para o menos relevante, armazenando apenas um determinado número dos pontos de interesse com maior valor da função de grau de interesse o qual é definido previamente pelo utilizador. Os restantes pontos são, assim, descartados.

Após a fase de ordenação, são utilizados os operadores de generalização. Estes, tal como já foi explicado anteriormente, calculam, para cada célula da grelha se deve ou não ser realizado um agrupamento de vários pontos de interesse, num único símbolo. Após ter percorrido todas as células, é ainda verificado se existe alguma sobreposição, sendo resolvida pelo mesmo processo, caso exista.

Posteriormente, são criados os símbolos para cada ponto de interesse (ou grupo de pontos de interesse), recorrendo a uma biblioteca de símbolos existente no dispositivo. Por questões de desempenho esta biblioteca é instalada juntamente com a aplicação.

Após a fase anterior, os símbolos são desenhados sobrepostos ao mapa e este é passado à interface do utilizador.

## **6.4 Funcionalidade do Sistema MoViSys**

Serão de seguida descritas as diversas funcionalidades existentes no sistema MoViSys.

### **6.4.1 Interacção com o mapa**

No protótipo desenvolvido, o utilizador começa por ver o ecrã base que mostra a posição escolhida, com o nível de ampliação definido por omissão (alterável pelo utilizador), sem nenhuma pesquisa realizada (Figura 6.4).

Ao interagir com a aplicação, o utilizador pode movimentar o mapa de duas maneiras diferentes: utilizando o cursor e teclas do dispositivo, para efectuar deslocamentos verticais ou horizontais; ou, em alternativa, através da utilização de um ponteiro ou dos dedos, “clique” no mapa, arrastando-o na direcção desejada.



Figura 6.4 Imagem inicial do protótipo

O utilizador pode, ainda, alterar a ampliação do mapa através dos botões existentes na parte inferior do ecrã ou, caso existam, utilizando os botões de acesso rápido do dispositivo. Em alternativa, o utilizador pode utilizar o menu de contexto (descrito em detalhe na Secção 6.4.4) para aumentar ou reduzir o nível de ampliação, centrando o mapa, simultaneamente, no local seleccionado.

Carregando no botão central do cursor, o utilizador tem acesso aos menus de opções. Nestes, o utilizador pode efectuar pesquisas, configurar diferentes opções de utilização da aplicação e alterar a sua posição.

#### 6.4.2 Pesquisa de Pontos de Interesse

Para efectuar uma pesquisa, o utilizador começa por escolher as categorias que pretende procurar e, caso o deseje, pode alterar o peso dado a cada uma (Figura 6.5 (a)). De seguida, seleccionando o botão “+”, pode indicar qual o seu interesse específico para cada atributo da categoria (Figura 6.5 (b)), podendo alterar também a importância de cada atributo através dos pesos respectivos. Os pesos utilizados na aplicação são definidos no intervalo inteiro  $[0,100]$ , correspondendo ao intervalo real utilizado na função de grau de interesse  $[0.0,1.0]$ . Por omissão, sempre que o utilizador selecciona uma categoria ou atributo, o peso correspondente é definido como 100. Como todas as categorias e atributos são considerados igualmente importantes, é possível, a um utilizador menos experiente, utilizar a aplicação sem necessitar de variar estes pesos. Um utilizador mais experiente poderá, apesar disso, refinar a sua pesquisa, através da

alteração dos pesos, de modo a dar menos importância a uma determinada categoria ou atributo.

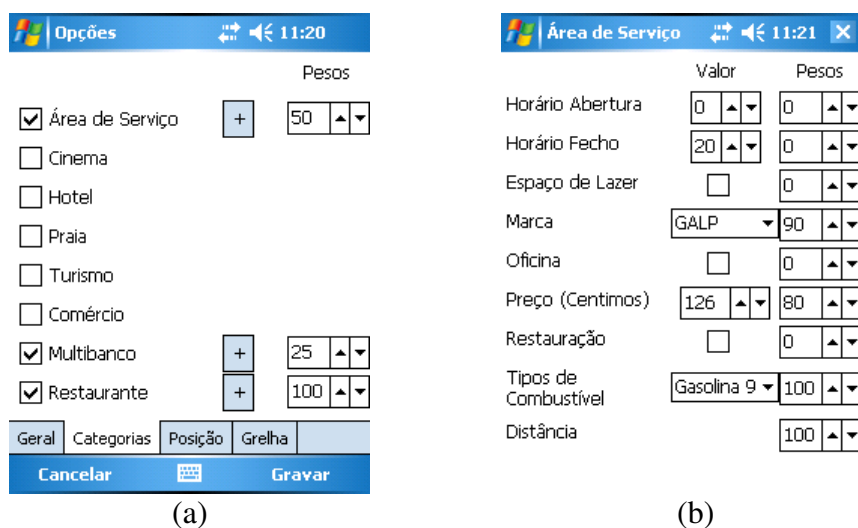


Figura 6.5 Especificação da pesquisa

### 6.4.3 Visualização dos resultados

Após a obtenção do mapa com os resultados (Figura 6.6 (a)), caso o utilizador deseje mais informação sobre algum dos pontos de interesse, pode seleccionar o ponto pretendido, aparecendo uma caixa de informação com os detalhes a pedido (Figura 6.6 (b)), onde consta informação sobre os atributos do ponto de interesse seleccionado e o valor de relevância obtido.



Figura 6.6 Ecrã com resultados (a) e detalhes a pedido (b)

Se for seleccionado um símbolo correspondente a uma agregação, é apresentada uma lista dos vários pontos de interesse presentes, podendo o utilizador seleccionar um deles para obter mais detalhes.

Como já foi referido no capítulo da simbologia, é possível, ao alternar entre os modos “andar” e “parado”, através do botão presente no canto superior direito do ecrã, aumentar o tamanho dos símbolos, o que permite uma interacção e visualização mais fácil dos pontos de interesse.

#### **6.4.4 Menu de contexto**

Além das funcionalidades já referidas, o utilizador pode ainda aceder a algumas funcionalidades através de um menu de contexto. Este tipo de menu, frequentemente utilizado em dispositivos móveis, é obtido através da selecção de um determinado ponto (ponto do mapa ou símbolo), durante breves instantes, até que o menu apareça. Neste são disponibilizadas diversas opções relacionadas com o local onde se carregou (algumas opções estão, ou não, activas, dependendo do local escolhido):

- *Zoom In* – Aumenta a ampliação do mapa, centrando-o no local escolhido.
- *Zoom Out* – Reduz a ampliação do mapa, centrando-o no local escolhido.
- *Centrar* – Centra o mapa no local escolhido.
- *Mais Informação* – Permite obter detalhes sobre os pontos de interesse correspondentes ao símbolo seleccionado.
- *Desagregar* – Permite desenhar símbolos simples relativos aos pontos de interesse que compõem a agregação seleccionada.
- *Escolher Ponto Central de Interesse (PCI)* – Permite, ao utilizador, definir qual o foco de interesse, ou seja, qual o local utilizado para calcular as distâncias de cada ponto de interesse.
- *Fechar* – Fecha o menu de contexto, sem escolher nenhuma opção.

### 6.4.5 Opções de configuração

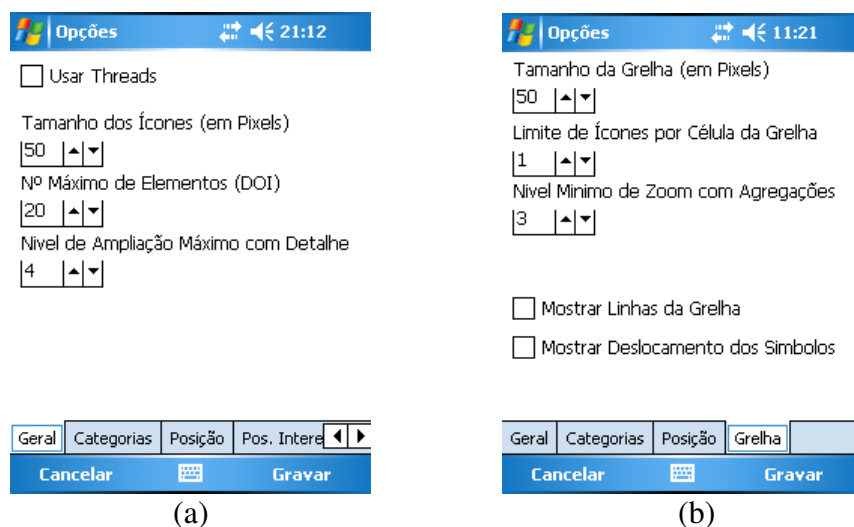


Figura 6.7 Opções de configuração

Nas páginas de opções existem diversas configurações possíveis (Figura 6.7):

- Usar *Threads* – Permite que os mapas vizinhos à área visível sejam simultaneamente carregados, facilitando a acção de arrastamento dos mapas e permitindo, ao utilizador, ter um melhor contexto do local que está a visualizar. Esta opção torna, no entanto, o sistema consideravelmente mais lento.
- Tamanho dos Ícones – Permite alterar o tamanho base dos símbolos em pixels.
- Nº Máximo de Elementos – Indica à função de grau de interesse o número máximo de elementos que podem ser apresentados, sendo os restantes omitidos.
- Nível de Ampliação Máximo com Detalhe – Indica a partir de que nível de ampliação é possível mostrar símbolos mais detalhados.
- Tamanho da Grelha – Permite definir o tamanho das células da grelha utilizadas pelos operadores de generalização.
- Limite de Símbolos por Célula da Grelha – Indica o número máximo de símbolos existentes em cada célula, sem que seja feita uma agregação.
- Nível Mínimo de Ampliação com Agregações – Caso o aparecimento de agregações em níveis de ampliação muito elevados não seja intuitivo, permite definir um nível de ampliação a partir do qual estas não são feitas.
- Mostrar Linhas da Grelha – Mostra ao utilizador a grelha, sobreposta ao mapa, utilizada pelos operadores de generalização.

- **Mostrar Deslocamento dos Símbolos** – Mostra, através de um segmento de recta, qual foi o deslocamento dos símbolos que estavam em sobreposição, efectuado pelo operador de afastamento.
- **Posição Central de Interesse (PCI)** – Permite, ao utilizador, escolher o local a partir do qual as distâncias utilizadas na função de grau de interesse devem ser calculadas. Este local pode ser o centro do ecrã ou, em alternativa, um local fixo, definido através das suas coordenadas.





# Capítulo 7

## Avaliação

Neste capítulo é apresentado o plano de avaliação elaborado com o intuito de estudar e avaliar os conceitos apresentados neste trabalho, através de uma análise detalhada da interacção dos utilizadores com o protótipo do sistema MoViSys e da observação do seu comportamento quando o utilizam. Na secção 7.1 é descrito o plano de avaliação e a escolha dos utilizadores que foram avaliados. Na secção 7.2 são enumerados os resultados obtidos pela realização do plano de avaliação.

### 7.1 Plano de Avaliação

Com o objectivo de avaliar o protótipo desenvolvido, foi concebido um teste de usabilidade composto por duas partes distintas: um pré questionário e uma entrevista com guião (Anexo B). O primeiro é constituído por um conjunto de perguntas que visa obter informações sobre o perfil dos utilizadores e sobre a sua experiência na utilização de aplicações de pesquisa de informação geo-referenciada, em computadores de secretária, em dispositivos móveis e também no tipo de utilização que dão a estas aplicações.

A entrevista com guião tem como objectivo a realização de um conjunto de cinco tarefas, seguidas de um conjunto de perguntas e obtenção de comentários por parte dos utilizadores. Nas perguntas em que era pedido para classificar algo, foi utilizada uma escala de Lickert de seis níveis, em que 1 representa uma avaliação negativa e 6 positiva.

A tarefa inicial consiste numa interacção livre com o mapa, testando as diversas possibilidades de deslocamento e as alterações à ampliação. Esta tarefa tem como objectivo perceber qual o tipo de interacção (teclas, *stylus* ou dedos) preferido pelos

utilizadores, bem como perceber se os mapas adjacentes devem ser apresentados quando é feito o deslocamento.

Na segunda tarefa o objectivo é determinar um valor ideal para o tamanho dos símbolos, obter retorno dos utilizadores sobre as cores utilizadas e perceber se compreendem o significado dos diferentes símbolos. Esta tarefa tem também como objectivo perceber se a opção “andar/parado” é, ou não, útil. Para tal, é pedido aos utilizadores que seleccionem uma categoria à escolha e testem diferentes tamanhos e opções.

Na tarefa seguinte, é pedido aos utilizadores que utilizem o menu de contexto e também que visualizem informação detalhada sobre os pontos de interesse. Deste modo, pretende-se perceber se as opções existentes no menu de contexto e se os detalhes existentes sobre os pontos de interesse são adequados.

A quarta tarefa tem como objectivo avaliar a utilidade e facilidade de utilização dos operadores de generalização. Como tal, é pedido aos utilizadores que testem situações onde existem agregações e a opção que permite efectuar uma desagregação.

Por último, é pedido aos utilizadores que simulem algumas situações da vida real que permitam testar tipos de pesquisa específicos e verificar qual a reacção perante os resultados. Deste modo, é possível avaliar se o utilizador percebe o funcionamento da função de grau de interesse, se a utiliza para decidir por um determinado ponto de interesse e se faz uso de outros meios para auxiliar a sua decisão.

De modo a permitir uma correcta avaliação destes conceitos, foi utilizado como base o estudo de Nielsen [Nielsen00, Nielsen06]. Este estudo indica que ao serem avaliados apenas cinco utilizadores é já possível obter cerca de 85% dos problemas existentes, e considera desnecessário o tempo que se gasta com mais testes. No caso de avaliações com grupos de pessoas com perfis distintos, como acontece na avaliação feita ao sistema MoViSys, este número deve ser ligeiramente aumentado de modo a poder captar os diferentes comportamentos de cada grupo. Assim, o plano de avaliação foi realizado a 15 pessoas com perfis diversificados, abrangendo cinco utilizadores mais experientes, seis sem experiência de utilização deste tipo de aplicações, dois especialistas nestas aplicações e dois utilizadores mais novos.

Para tentar fazer uma avaliação estatística sobre o funcionamento dos conceitos propostos, foi também guardado, para cada ecrã visualizado, um registo que permite ter acesso a diversos dados sobre o funcionamento dos operadores de generalização e da função de grau de interesse. Assim, foi possível guardar quantos pontos de interesse eram devolvidos pelo SQL Server em cada instante, destes, quantos eram filtrados pela função de grau de interesse e após esta filtragem, quantas sobreposições de símbolos existiam. Após a aplicação dos operadores de generalização que resolviam as sobreposições, foi também guardado o número de símbolos desenhados no ecrã, quantos destes eram agregações e, por sua vez, quantas destas eram agregações múltiplas. Por último, foi ainda guardado o valor médio da função de grau de interesse dos pontos de interesse que eram apresentados ao utilizador.

Devido ao modo como estava configurada a base de dados, o teste foi realizado pelos utilizadores através de um Pocket PC com processador de 200 Mhz, 128 MB de ROM e 64 MB de RAM, ecrã de 2,8’’ com uma resolução de 240x320 pixels e 65000 cores, equipado com Windows Mobile 5.0. Este Pocket PC estava ligado a um computador portátil onde eram guardados os registos referidos no parágrafo anterior. Devido a esta limitação, e uma vez que as diversas tarefas correspondiam a coordenadas diferentes das do local onde se realizaram os testes, estes foram feitos num laboratório, e não no exterior. Este facto impediu a análise da interacção com o sistema em situações de verdadeira mobilidade.

## **7.2 Resultados do Plano de Avaliação**

Nas secções seguintes serão apresentados, por tarefa, os resultados obtidos através da realização do plano de avaliação descrito na secção anterior. Todas as perguntas cujas respostas têm associada uma escala variam num intervalo discreto entre 1 e 6.

### **7.2.1 Perfil dos participantes**

A realização do pré-questionário permitiu-nos perceber qual o perfil de cada um dos utilizadores testados, e verificar a sua experiência na utilização de aplicações de pesquisa de informação geo-referenciada.

Dos 15 utilizadores, seis eram do sexo masculino, e nove do sexo feminino. As idades estavam compreendidas entre 18 e 58 anos, existindo, no entanto, uma maioria

dos utilizadores (seis) no escalão etário ‘25/34’, os restantes escalões (‘18/24’, ‘35/45’ e ‘>45’) tinham ambos três pessoas. Por último, a área de trabalho dos utilizadores era bastante variada, quatro pessoas eram da área da Informática, quatro de Ciências, três de Gestão, duas de Letras e duas da área de Artes.

Após saber qual o perfil dos utilizadores, era pedido aos utilizadores para indicarem a sua experiência. Dos 15 utilizadores, 12 tinham já utilizado aplicações deste tipo em computadores de secretária, sendo a aplicação mais utilizada por todos o Google Maps. Estas aplicações são utilizadas frequentemente por quatro dos inquiridos e ocasionalmente por oito. Em relação à utilização de aplicações deste tipo em ambiente móvel, apenas seis já tinham experimentado este tipo de aplicações, tendo todos eles utilizado o TomTom Navigator com uma frequência de utilização ocasional. Quando inquiridos sobre as situações em que utilizaram estas aplicações, cinco responderam que as utilizavam no decurso de uma viagem, o que se deve sobretudo ao facto de a aplicação (TomTom Navigator) ser de navegação e, como tal, se destinar essencialmente a uma utilização em viagem.

De forma a perceber que tipo de informação é importante para os utilizadores, foi também inquirido quais os tipos de pontos de interesse que procurariam. Os resultados desta pergunta podem ser vistos no gráfico seguinte.

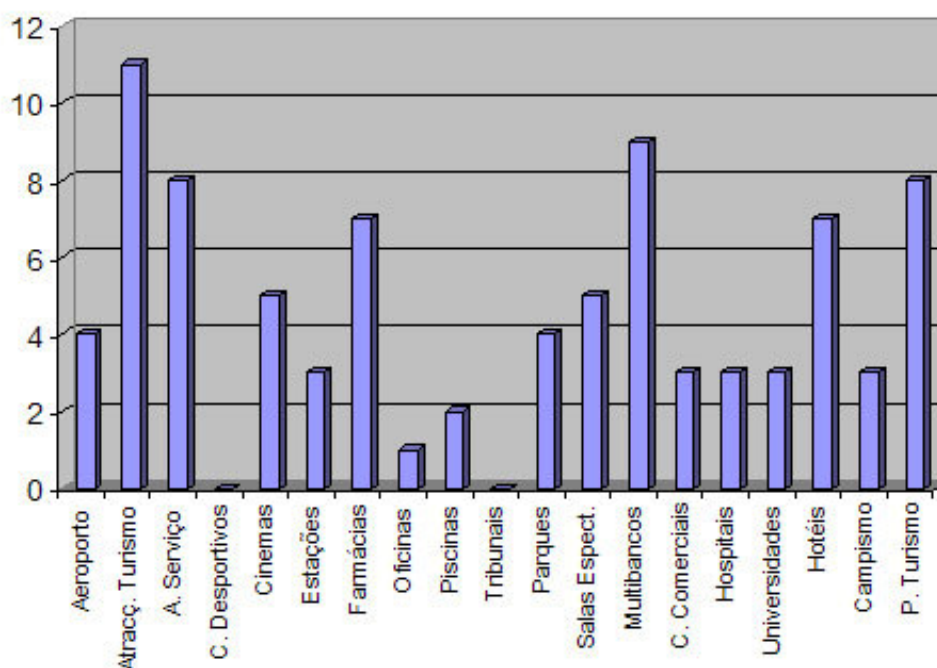


Figura 7.1 Pontos de interesse relevantes para os utilizadores

Apesar de existirem respostas em quase todos eles, foi dada especial importância aos relacionados com turismo (11 – Atracções Turísticas, 8 – Postos de Turismo, 7 – Hotéis) e com a utilização quotidiana (9 – Multibancos, 8 – Áreas de Serviço, 7 – Farmácias).

Para permitir correlacionar os resultados obtidos com o perfil dos utilizadores, estes foram divididos em quatro grupos distintos. Deste modo, considerámos:

- Um grupo de utilizadores especialistas, devido a trabalharem especificamente com aplicações deste tipo em ambiente móvel.
- Utilizadores experientes, visto utilizarem este tipo de aplicações em ambiente móvel com frequência.
- Utilizadores sem experiência, que apenas utilizam aplicações não móveis de uma forma ocasional.
- Utilizadores mais novos, que pertencem ao grupo etário mais novo e que, apesar de poderem não utilizar frequentemente este tipo de aplicações, têm muita experiência na interacção com dispositivos móveis, nomeadamente telemóveis.

### 7.2.2 Tarefa 1 – Mapa

Tendo em conta que a realização da primeira tarefa tinha como objectivo perceber qual o tipo de interacção preferencial, foi-lhes pedido que interagissem com o mapa utilizando as teclas, o ponteiro e os dedos e classificando cada uma destas utilizações quer na aprendizagem, quer na facilidade de utilização.

Na Tabela 7.1 é possível ver qual a classificação média obtida por cada tipo de interacção e o respectivo desvio padrão  $\sigma$ .

	Aprendizagem	Facilidade de utilização
Teclas	5,6 ( $\sigma = 0,5$ )	5,8 ( $\sigma = 0,6$ )
Ponteiro	5,2 ( $\sigma = 1,0$ )	5,8 ( $\sigma = 0,4$ )
Dedos	5,5 ( $\sigma = 0,6$ )	5,3 ( $\sigma = 0,8$ )

Tabela 7.1 Classificação dos modos de interacção

Como é possível observar pela tabela anterior, tanto a aprendizagem como a utilização foram classificadas como bastante fáceis. No entanto, foi possível observar que os inquiridos com menor experiência de interacção com dispositivos móveis

utilizavam inicialmente o ponteiro com alguma timidez, manifestando uma dificuldade ligeiramente maior na aprendizagem. De referir também que a utilização dos dedos teve quase sempre piores resultados, à excepção dos mais jovens que preferiam este tipo de interacção. Quando questionados sobre os modos de interacção que preferiam, apenas um utilizador referiu as teclas. A grande maioria mostrou preferência pela utilização do ponteiro (nove utilizadores), apenas três preferiram os dedos e dois utilizaram igualmente dedos e ponteiro.

Uma vez que a utilização das teclas para mover o mapa utiliza um deslocamento predefinido (2/3 do mapa), os utilizadores foram também questionados sobre este movimento, classificando-o entre 1 – demasiado pequeno e 6 – demasiado grande. O resultado obtido foi em média 4,6 ( $\sigma = 0,5$ ). Assim, a maioria dos utilizadores preferem deslocções mais curtas, tendo, dessa forma, uma melhor noção do contexto para onde se deslocam. De facto, com o deslocamento definido no protótipo (2/3 do mapa), muitos utilizadores referiram que se perdiam, não conseguindo identificar o local de origem.

Por último, relativamente à opção que permite ver os mapas vizinhos quando se está a fazer um deslocamento do mapa, foi classificada como útil (média de 5,3,  $\sigma = 0,7$ ). Apesar desta opção tornar a aplicação consideravelmente mais lenta, devido ao carregamento de nove mapas, em vez de apenas um, a classificação revela que esta opção é útil, uma vez que permite visualizar automaticamente o local para onde se está a deslocar o mapa, melhorando o contexto. Apenas três pessoas preferem ter esta opção desactivada, devido ao aumento do tempo de espera.

### 7.2.3 Tarefa 2 – Simbologia

Ao realizar a segunda tarefa, foi possível verificar que a maioria dos símbolos tem um significado perceptível. Apenas os símbolos correspondentes à “Praia” e às “Atracções Turísticas” obtiveram respostas que diferiam do seu significado. De facto, uma vez que o símbolo das “Atracções Turísticas” é representado por uma máquina fotográfica, a maioria das pessoas (oito utilizadores) respondeu que se tratava de um miradouro. Do mesmo modo, também o símbolo da “Praia” foi interpretado como sendo uma piscina (quatro utilizadores).

A diferença entre os vários tipos de símbolos foi também correctamente interpretada pelos utilizadores, uma vez que todos perceberam qual o significado dos símbolos de agregações e dos símbolos individuais com detalhe.

Um dos objectivos desta tarefa era perceber se existia um tamanho ideal para os símbolos. Apesar da média de tamanhos utilizados rondar os 40 pixels, o desvio padrão calculado é superior a 10 pixels, existindo variações de respostas entre os 20 e os 60 pixels. Deste modo, podemos considerar que os tamanhos variam muito de pessoa para pessoa, pelo que deverá existir uma opção de configuração disponível.

Na Tabela 7.2 são apresentados os resultados obtidos nos testes de símbolos. É possível verificar que estes foram considerados esteticamente agradáveis, com cores legíveis e com um significado perceptível.

Adequação das Cores	5,2 ( $\sigma = 0,7$ )
Estética	5,2 ( $\sigma = 0,9$ )
Significado	5,4 ( $\sigma = 0,6$ )

Tabela 7.2 Classificação dos símbolos

Nesta tarefa os utilizadores experimentaram os diferentes níveis de ampliação e especificaram a partir de que nível deveriam começar a aparecer os símbolos mais detalhados. Apesar de ter sido obtido, em média, o nível de ampliação quatro, foi notória a dificuldade em responder a esta pergunta, uma vez que não existe uma indicação clara de qual o nível em que se está em cada instante. Por este motivo, consideramos ser inconclusiva a resposta a esta questão. Concluimos, no entanto, que deve ser acrescentada informação que indique o nível de ampliação actual, de modo a que o utilizador possa ter um melhor contexto daquilo que está a visualizar.

Por último, era pedido aos utilizadores para testarem o botão “Andar/Parado”, o qual permite aumentar os símbolos facilitando a interacção quando se está a andar. Todos os utilizadores perceberam que o botão aumentava os símbolos, no entanto, apenas seis compreenderam que este podia ser utilizado quando estavam em andamento. Esta funcionalidade foi considerada útil (média de 5,0 e  $\sigma = 0,8$ ) e muito fácil de utilizar (média de 5,9 e  $\sigma = 0,4$ ). De referir que esta função foi também considerada útil por utilizadores que definiram os símbolos com um tamanho mais pequeno, dado que lhes permite aumentá-los temporariamente para uma melhor visualização.

### 7.2.4 Tarefa 3 – Detalhes a Pedido

Na tarefa seguinte foi possível avaliar a utilização do menu de contexto. Assim, apenas uma pessoa considerou que as opções existentes neste não eram adequadas, adicionando uma opção para desmarcar o ponto central de interesse. A avaliação sobre a adequação da informação detalhada sobre os pontos de interesse, foi considerada muito adequada (média de 5,9 e  $\sigma = 0,4$ ) e apresentada de forma clara (média de 5,4 e  $\sigma = 0,8$ ).

### 7.2.5 Tarefa 4 – Grelha

Na quarta tarefa foi avaliada a utilização dos operadores de generalização. Esta funcionalidade foi avaliada como sendo muito útil (média de 5,9 e  $\sigma = 0,4$ ), tendo todos os utilizadores referido que optariam por utilizá-la.

A opção “Desagregar” foi também avaliada, sendo pedido aos utilizadores para escolherem uma agregação e seleccionarem esta opção. Apesar de os utilizadores considerarem a funcionalidade útil (média de 5,2 e  $\sigma = 0,8$ ), o resultado da desagregação variou muito de acordo com a pesquisa efectuada. Consequentemente, quando inquiridos sobre o facto do resultado ser mais ou menos confuso do que a agregação, as respostas variaram entre 1 e 6, obtendo-se uma média de 3,4 com um desvio padrão  $\sigma = 1,8$ . Com efeito, apesar de uma avaliação numérica não ser conclusiva, foi possível perceber, pelos comentários, que os utilizadores consideraram esta opção útil para agregações com poucos elementos e em níveis de ampliação mais elevados, tornando a visualização dos pontos de interesse menos confusa. Em contrapartida, em níveis de ampliação menos elevados ou com agregações de muitos pontos de interesse, o resultado é muito mais confuso, uma vez que não só é impossível evitar a sobreposição de símbolos, como também é mais difícil de perceber qual a localização exacta do ponto de interesse.

### 7.2.6 Tarefa 5 – Função de Grau de Interesse

Na tarefa cinco, foi pedido aos utilizadores que efectuassem três pesquisas distintas, de modo a testar o funcionamento da função de grau de interesse.



Na primeira pesquisa, era pedido para procurarem por um restaurante Italiano, embora não existisse, nenhum na área visível. Uma vez que a pesquisa realizada pela função de grau de interesse não é exclusiva, foi apresentado como resultado (apesar de ter um valor de função de grau de interesse muito baixo) o único restaurante existente na zona (que não é Italiano). Como os utilizadores estão habituados a pesquisas exclusivas, todos assumiram imediatamente que o restaurante apresentado era aquele que procuravam. Deste modo, apesar de poder ser útil mostrar que apenas existe um restaurante na proximidade, o resultado induz o utilizador em erro.

Na segunda pesquisa, era simulada uma situação em que os utilizadores procuravam, por duas categorias de pontos de interesse, o melhor restaurante tradicional ao mais baixo preço e uma área de serviço da Galp. Todos os utilizadores efectuaram a pesquisa de modo semelhante, procurando um restaurante com classificação 5 e preço 1€ e uma área de serviço da Galp.

Após visualizarem os resultados, apenas três pessoas não utilizaram a função de grau de interesse para escolherem o restaurante, tendo os restantes feito a sua escolha com base no valor apresentado. No caso da área de serviço, o valor da função de grau de interesse era igual para dois pontos diferentes: um próximo do restaurante e outro mais afastado. Neste caso, todos os utilizadores escolheram aquela que se encontrava mais próxima do restaurante. Nesta pesquisa foi possível verificar que o símbolo '+', indicador dos pontos de interesse de cada categoria com melhor valor da função de grau de interesse, não era facilmente visível, pelo que passou despercebido à maioria dos utilizadores.

Na última pesquisa, era simulada uma situação em que eram apresentados muitos museus. Pretendia-se observar o modo como era feita a escolha por parte do utilizador: sete dos utilizadores utilizaram a função de grau de interesse para se decidirem, enquanto que os restantes oito preferiram modificar a ampliação do mapa e utilizar a opção de desagregar. Para este tipo de pesquisa, foi também referido, por um dos utilizadores, que seria útil existir um ecrã textual que fizesse um resumo de todos os pontos de interesse mostrados.

Após as pesquisas anteriores, foi pedido aos utilizadores para classificarem a função de grau de interesse, que foi classificada como não muito fácil de aprender (média de

4,1 e  $\sigma = 1,0$ ) e confusa (média de 3,5 e  $\sigma = 0,9$ ). De facto, alguns utilizadores demoraram algum tempo para compreenderem o conceito representado pela função e tiveram alguma dificuldade em perceber de que modo as suas escolhas alteravam os resultados.

Apesar destes resultados, a função foi classificada como sendo útil (média de 5,2 e  $\sigma = 0,8$ ), tendo todos os utilizadores referido que utilizariam este tipo de função.

### 7.2.7 Registo de Pesquisas

Para se proceder à avaliação do funcionamento dos conceitos propostos, foram guardados, numa base de dados informações relacionadas com as interrogações efectuadas no decurso dos testes, o que fez um total de 1384 interrogações.

Através da análise destas interrogações, foi possível verificar que, em média, existem cerca de 17,9 pontos de interesse devolvidos por cada interrogação ( $\sigma = 43,7$ ). Destes, apenas são considerados, depois de filtrados pela função de grau de interesse, uma média de 8,7 pontos de interesse ( $\sigma = 8,0$ ). Desta forma, é possível verificar que a probabilidade de ocorrência de sobreposições baixa consideravelmente após a filtragem de dados.

Apesar de baixar a probabilidade de ocorrência de sobreposições, existem, em média, 5,4 sobreposições após filtragem ( $\sigma = 5,7$ ). Deste modo, é possível concluir que, apesar do reduzido número de pontos de interesse, estes são frequentemente valorizados pelo facto de se encontrarem próximo do local de interesse para o utilizador, razão pela qual estão, logicamente, próximos uns dos outros.

Após terem sido utilizados os operadores de generalização, foi possível eliminar as sobreposições, o que deu origem, em média, a 4,6 símbolos ( $\sigma = 3,7$ ). Destes, 1,3 correspondem a símbolos de agregações ( $\sigma = 1,2$ ), dos quais 0,5 são agregações de múltiplas categorias ( $\sigma = 0,8$ ).

Outro dos objectivos desta análise era perceber se as pesquisas efectuadas pelos utilizadores devolviam pontos de interesse relevantes para o utilizador. Foi possível constatar que a média do valor da função de grau de interesse foi de 65,2 ( $\sigma = 19,1$ ), mostrando que, em geral, as pesquisas devolvem resultados satisfatórios para os utilizadores.

### 7.3 Sumário e Discussão

Os resultados do plano de avaliação permitem concluir que a utilização da função de grau de interesse e dos operadores de generalização é considerada útil por parte dos utilizadores. De facto, todos os utilizadores preferiram utilizar a aplicação com estas funcionalidades activadas.

Foi ainda possível verificar, através dos registos efectuados, que, mesmo depois da filtragem dos dados através da função de grau de interesse, existem com frequência sobreposições resolvidas através dos operadores de generalização. No entanto, apesar de os utilizadores considerarem a função de grau de interesse útil, é também possível concluir que este tipo de pesquisa é uma experiência nova para os utilizadores, sendo estes, por vezes, induzidos em erro na sua utilização. Outro ponto referido por muitos utilizadores é a dificuldade de identificação simbólica do ponto de interesse mais relevante, o que (na nossa óptica) deverá ser alvo de uma futura análise mais detalhada.

Do ponto de vista da simbologia, foi possível concluir que os símbolos são, em geral, adequados.

Após a análise inicial dos dados, procedeu-se ainda a um cruzamento de dados de forma a analisar a existência de diferenças significativas nas respostas dos múltiplos perfis de utilizadores. Contudo, exceptuando um ou outro caso, não se notaram discrepâncias na avaliação do sistema. Na realidade, as grandes diferenças na utilização assentam na interacção com o dispositivo móvel. Os utilizadores experientes neste tipo de dispositivo sentiram-se mais à vontade com a aplicação, enquanto que aqueles que não tinham experiência demoraram um pouco mais na aprendizagem da interacção com o mapa. Esta reflectiu-se no tipo de interacção preferencialmente utilizado: por um lado, os utilizadores do escalão etário mais baixo revelaram mais à vontade com a utilização dos dedos, por outro, os restantes preferiram a utilização do ponteiro.

No que concerne à restante avaliação não houve diferenças entre os perfis. Tal pode justificar-se pelo facto de todos os utilizadores, mesmo os que já utilizaram aplicações de pesquisa de informação geo-referenciada em dispositivos móveis, o terem feito com aplicações de navegação, as quais têm um paradigma de interacção bastante diferente.



# Capítulo 8

## Conclusões

A investigação na área de visualização de informação para dispositivos móveis é um assunto recente, no qual existem ainda vários problemas por resolver. As limitações impostas pelas características dos dispositivos, nomeadamente o tamanho do ecrã, restringem muito as aplicações de visualização de informação.

Neste trabalho, foram apresentadas algumas técnicas que permitem minimizar os problemas causados pela pequena dimensão dos ecrãs dos dispositivos móveis, em aplicações de visualização de informação geo-referenciada.

Para tal, foi proposta a utilização de uma função de grau de interesse que permite calcular a relevância de um determinado ponto de interesse para o utilizador e adicionalmente, filtrar os pontos de interesse, mostrando apenas os mais relevantes. Pretendia-se, com esta função, reduzir a probabilidade de ocorrência de sobreposições de símbolos. No entanto, uma vez que os pontos de interesse não são distribuídos de forma uniforme pelo mapa, existindo frequentemente resultados muito próximos geograficamente, a função não resolve totalmente o problema. Para o fazer, é feita uma combinação entre a técnica de filtragem e a aplicação dos operadores de generalização, através dos quais é possível agrupar elementos que se encontrem próximos, resolvendo, desta forma, a sua sobreposição.

Foi também criado um conjunto de símbolos, organizados numa hierarquia, que permite representar pontos de interesse individuais e agregados. Os símbolos individuais podem ter, ou não, informação sobre um determinado atributo da categoria que representam. No caso dos símbolos agregados, podem representar pontos de interesse de apenas uma categoria ou de várias.

Para testar os conceitos propostos foi implementado um protótipo e, de seguida, conduzida uma avaliação com diferentes utilizadores. Esta avaliação permitiu concluir que as técnicas propostas, além de resolverem o problema das sobreposições, obtiveram uma avaliação bastante positiva por parte dos utilizadores. Existem, no entanto, alguns problemas por resolver, os quais têm origem, sobretudo, no facto de se tratar de um paradigma de interacção diferente. Esta característica remete, obviamente, para uma utilização bastante diferente dos sistemas tradicionais, tanto mais que uma função de grau de interesse é totalmente inexistente nas aplicações comuns. Como tal, é necessário evidenciar que os resultados apresentados não têm necessariamente de obedecer a todos os critérios definidos.

Com vista à resolução deste problema, sugere-se, por exemplo, a inclusão de uma opção que permita ao utilizador seleccionar a sua pretensão relativamente a efectuar uma pesquisa exclusiva. Poder-se-á, no entanto, também optar pela utilização de cores diferentes, consoante o valor da função, ou pela inclusão de um indicador que mostre claramente qual o valor obtido.

No protótipo implementado existe apenas uma indicação do melhor ponto de interesse, para cada categoria. Dever-se-á, no entanto, melhorar a sua visibilidade, dado que esta indicação é pouco visível para os utilizadores.

Por último, foi também possível aferir que os utilizadores consideraram a utilização da função de grau de interesse um pouco confusa. Este problema poderá, eventualmente, ser resolvido através da utilização de uma melhor interface de especificação de pesquisa (que estava fora do âmbito deste trabalho).

Apesar da avaliação feita ao sistema ser globalmente positiva, algumas áreas deverão ser alvo de um trabalho futuro. No caso da função de grau de interesse, como foi já referido, é importante estudar diferentes possibilidades para transmitir ao utilizador o seu valor em cada ponto, bem como verificar se deverá existir uma opção de exclusividade. É também relevante estudar se é preferível existir um número limite de pontos de interesse desenhados, ou se este pode ser substituído por um limiar do valor da função de grau de interesse. Esta alteração poderá resolver o problema existente na primeira pesquisa da tarefa 5 do plano de avaliação, omitindo os pontos de

interesse que são pouco relevantes, mas originará um maior número de conjuntos de resultados vazios.

Em relação aos operadores de afastamento, uma vez que o objectivo era perceber se este tipo de operadores era, ou não, útil, foi utilizado um algoritmo de afastamento muito simples. Como trabalho futuro, é importante estudar algoritmos de posicionamento dos símbolos mais complexos, que obtenham resultados potencialmente melhores. De facto, a colocação dos símbolos é um importante tópico de pesquisa, não só na sua relação uns com os outros, mas também na própria relação com o mapa onde estão colocados. Importa explorar a colocação dos símbolos relativamente a outros elementos de informação disponíveis no mapa (por exemplo: nomes de ruas). Para este efeito é fundamental explorar formatos vectoriais para a representação de mapas.

O conceito de múltiplas representações pode também ser alargado, de modo a poder adaptar-se de acordo com determinados critérios semânticos, por exemplo, idade do utilizador, altura do dia, tipo de pesquisa, entre outros.

Por último, a exploração e adaptação das técnicas de visualização de informação para dispositivos móveis, baseados em critérios de localização do utilizador e nas suas preferências, devem ser alargados a contextos mais enriquecidos. De entre estes, destacam-se os seguintes: o contexto espacial (por exemplo, orientação e velocidade); o contexto temporal (por exemplo, acesso a informações baseados em critérios temporais); a informação do ambiente físico circundante (por exemplo, temperatura, qualidade do ar); o contexto de utilização dos dispositivos (por exemplo: luminosidade); o contexto pessoal mais abrangente (por exemplo, estado físico ou emocional e padrões de comportamento); contexto social ou cultural do utilizador e contextos de interacção mais alargados.





# Bibliografia

- [Abowd97] G. Abowd, C. Atkeson, J. Hong, S. Long, R. Kooper, M. Pinkerton. Cyberguide: a Mobile Context-Aware Tour Guide. *Wireless Networks*, 3(5), pp. 421-433, 1997.
- [Adrienko07] G. Adrienko, N. Adrienko, P. Jankowski, D. Keim, M.-J. Kraak, A. MacEachren, S. Wrobel. Geovisual analytics for spatial decision support: Setting the research agenda. *International Journal of Geographical Information Science*, 21(8), pp. 839-857, 2007.
- [Afonso04] A. P. Afonso. Contribuições Metodológicas para o Desenvolvimento de Assistentes de Informação Personalizada, Dissertação de Doutorado. *Relatório Técnico DIFCUL TR-04-3*, 2004.
- [Andersson99] C. Andersson, P. Svensson. Mobile Internet - An Industry-Wide Paradigm Shift?. *Ericsson Review* (4), pp. 206-213, 1999.
- [Augello06] A. Augello, A. Santangelo, S. Sorce, G. Pilato, A. Gentile, A. Genco, S. Gaglio. MAGA: A Mobile Archaeological Guide at Agrigento. *Proceedings of the Mobile Guide 06*, 2006.
- [Baudisch03] P. Baudisch, R. Rosenholtz. Halo: A Technique for Visualizing Off-Screen Locations. *Proceedings of the ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 481-488, 2003.
- [Bernardes01] P. Bernardes, M. Martins. Diogenes: A Web Search Agent for Content Based Indexing of Personal Images, 2001.
- [Blom05] J. Blom, J. Chipchase, J. Lehtikainen. Contextual and Cultural Challenges for User Mobility Research. *Communications of the ACM*, 48(7), pp. 37-41, 2005.
- [Brenner05] C. Brenner, M. Sester. Continuous Generalization for Small Mobile Displays. *Next Generation Geospatial Information, Agouris & Croitoru (eds.)*, pp. 33-41, 2005.
- [Burigat05] S. Burigat, L. Chittaro. Visualizing the Results of Interactive Queries for Geographic Data on Mobile Devices. *Proceedings of the 13th Annual ACM International Workshop on Geographic Information Systems*, ACM Press, pp. 277-284, 2005.

- [Burigat07] S. Burigat, L. Chittaro. Geographic Data Visualization on Mobile Devices for User's Navigation and Decision Support Activities. *Spatial Data on the Web – Modelling and Management*, Springer, pp. 261-284, 2007.
- [Burigat08a] S. Burigat, L. Chittaro. Interactive Visual Analysis of Geographic Data on Mobile Devices based on Dynamic Queries. *Journal of Visual Languages and Computing*, 19(1) pp. 99-122, 2008.
- [Burigat08b] S. Burigat, L. Chittaro. Decluttering of Icons based on Aggregation in Mobile Maps. *Map-based Mobile Services - Interactivity and Usability*, Springer, pp. 13-32, 2008.
- [Carmo97] M. B. Carmo, J. D. Cunha. Visualization of Large Volumes of Information Using Different Representations. *Proceedings of IEEE Information Visualization '97*, pp.101-105, 1997.
- [Carmo98] M. B. Carmo, J. D. Cunha. Filtragem e Escolha de Representação na Visualização de Informação. *Actas do 8º Encontro Português de Computação Gráfica*, pp 81-94, 1998.
- [Carmo02] M. B. Carmo. Visualização de Informação – Modelo Integrado para o Tratamento de Filtragem e Múltiplas Representações, Dissertação de Doutoramento. *Relatório Técnico DIFCUL TR-03-9*, 2002
- [Carmo05] M. B. Carmo, S. Freitas, A. P. Afonso, A. P. Cláudio. Filtering Mechanisms for the Visualization of Geo-Referenced Information. *Proceedings of the Workshop on Geographical Information Retrieval, ACM GIR'05*, pp 1-4, 2005.
- [Carmo07] M. B. Carmo, A. P. Afonso, P. Pombinho. Visualization of Geographic Query Results for Small Screen Devices. *Proceedings of the GIR'07 – 4<sup>th</sup> Workshop on Geographical Information Retrieval (held at ACM CIKM 2007)*, 2007.
- [Carmo08] M. B. Carmo, A. P. Afonso, P. Pombinho, A. Vaz. MoViSys – A Visualization System for Mobile Devices. *Proceedings of the Visual 2008, LNCS 5188*, pp. 167-178, 2008.
- [Cena05] F. Cena, L. Console, C. Gena, A. Goy, G. Levi, S. Modeo, I. Torre. An Adaptive Tourist Guide in Mobile Context. *Proceedings of HCIItaly 2005, the Forth Italian Symposium on Human Computer Interaction*, 2005.
- [Chen03] Y. Chen, W.-Y. Ma, H.-J. Zhang. Detecting Web Page Structure for Adaptive Viewing on Small Form Factor Devices. *Proceedings of the WWW'03*, pp. 225-233, 2003.
- [Chertov01] O. Chertov, A. Komarov, N. Andrienko, G. Andrienko, P. Gatal'sky. Ecological Modelling meets Interactive Geovisualization at GMD. *ERCIM News*, nº45, 2001.

- [Chertov05] O. Chertov, A. Komarov, A. Mikhailov, G. Andrienko, N. Andrienko, P. Gatalsky. Decision Support Systems for Forest Management, Geovisualization of forest simulation modelling results: A case study of carbon sequestration and biodiversity. *Computers and Electronics in Agriculture* 49(1), pp. 175-191, 2005.
- [Cheverst00] K. Cheverst, N. Davies, K. Mitchell, A. Friday. Experiences of Developing and Deploying a Context-Aware Tourist Guide: The GUIDE Project. *Proceedings of the Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom)*, ACM Press, pp: 20-31, 2000.
- [Chittaro04a] L. Chittaro. HCI Aspects of Mobile Devices and Services. *Personal and Ubiquitous Computing, Springer-Verlag*, 8(2), pp. 69-70, 2004.
- [Chittaro04b] L. Chittaro, L. De Marco. Distraction Caused by Mobile Devices: Studying and Reducing Safety Risks. *Proceedings of the International Workshop on Mobile Technologies and Health: Benefits and Risks*, 2004.
- [Chittaro06] L. Chittaro. Visualizing Information on Mobile Devices. *Computer, IEEE Computer Society Press*, 39(3),pp. 40-45, 2006.
- [Danado05] J. Danado, A. Dias, T. Romão, N. Correia, A. Trabuco, C. Santos, J. Serpa, M. Costa, A. Câmara. Mobile Environmental Visualization. *The Cartographic Journal*, 42(1), pp. 61-68, 2005.
- [Dykes04] J. Dykes, A. MacEachren, M.-J. Kraak. Exploring Geovisualization. *Elsevier Science*, 2004.
- [Edwardes05a] A. Edwardes, D. Burghardt, R. Weibel. Portrayal and Generalisation of Point Maps for Mobile Information Services. *Map-based Mobile Services Theories, Methods and Implementations*, pp. 11-30, 2005.
- [Edwardes05b] A. Edwardes, D. Burghardt, E. Dias, R. Purves, R. Weibel. Geo-Enabling Spatially Relevant Data for Mobile Information Use and Visualisation. *Web and Wireless Geographical Information Systems*, pp. 78-92, 2005.
- [Elvins98] T. T. Elvins, R. Jain. Engineering a Human Factor-Based Geographic User Interface. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 18(3), pp.66-77, 1998.
- [Foley97] J. D. Foley, A. Dam, S. Feiner, J. Hughes, R. Phillips. Introduction to Computer Graphics. *Addison-Wesley 2nd Ed.*, 1997.
- [Frank94] A. Frank, S. Timpf. Multiple Representations for Cartographic Objects in a Multi-Scale Tree – An Intelligent Graphical Zoom, *Computers & Graphics*, 18(6), pp. 823-829, 1994.

- [Freska99] C. Freska. Spatial Aspects of Task-Specific Wayfinding Maps - A Representation-Theoretic Perspective. *University of Sidney, Visual and Spatial Reasoning in Design*, pp. 15-32, 1999.
- [Fröhlich06] P. Fröhlich, R. Simon, L. Baillie, H. Anegg. Comparing Conceptual Designs for Mobile Access to Geo-Spatial Information. *Proceedings of the 8th Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, pp. 109-112, 2006.
- [Furnas82] G. W. Furnas. The FISHEYE View: A New Look at Structured Files. *Bell Laboratories Technical Memorandum*, 1982.
- [Furnas86] G. W. Furnas. Generalized Fisheye Views. *Proceedings of Human Factors in Computing Systems CHI'86 Conference*, pp. 16-23, 1986.
- [Galileo] Galileo – Navigation.  
<http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>
- [Gartner01] G. Gartner, S. Uhlirz. Cartographic Concepts for Realizing a Location Based UMTS Service: Vienna City Guide Lol@. *Proceedings of the Cartographic Conference*, pp. 3229-3239, 2001.
- [Gartner06] Gartner, Inc. Gartner's PDA and Smartphone Quarterly Statistics Programme, 2006.  
<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=496997>
- [Gartner07] Gartner, Inc. Quarterly Statistics: Windows Mobile Licensees Propel PDA Market to 39.7% Growth in 1Q07, 2007.  
<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=506328>
- [GiMoDig] GiMoDig – Geospatial Info-Mobility Service by Real-Time Data-Integration and Generalisation.  
<http://gimodig.fgi.fi/>
- [GiMoDig05] T. Sarjakoski, L. T. Sarjakoski. GiMoDig – Public Final Report, 2005.  
[http://gimodig.fgi.fi/pub\\_deliverables/GiMoDig-D1231-Final-public.pdf](http://gimodig.fgi.fi/pub_deliverables/GiMoDig-D1231-Final-public.pdf)
- [GLONASS] GLONASS Information-Analytical Centre.  
<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/>
- [GMM] Google Maps Mobile.  
<http://www.google.com/gmm>
- [GoCar] GoCar Tours.  
<http://www.gocartours.com>
- [GoogleEarth] Google Earth.  
<http://earth.google.com>
- [GoogleMaps] Google Maps.

- <http://maps.google.com>
- [GPS] Fundamentals of the Global Positioning System.  
<http://gis.washington.edu/cfr250/lessons/gps/>
- [Grossniklaus06] M. Grossniklaus, M. Norrie, B. Signer, N. Weibel. Putting Location-Based Services on the Map. *Proceedings of W2GIS 2006, 6th International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems, 2006.*
- [Harrie05] L. Harrie, H. Stigmar, T. Koivula, L. Lehto. An Algorithm for Icon Labelling on a Real-Time Map. *Developments in Spatial Data Handling, 11th International Symposium on Spatial Data Handling, pp. 493-507, 2005.*
- [Heimonen02] T. Heimonen. Information Visualization on Small Display Devices. Master Thesis. *Department of Computer Sciences, University of Tampere, 2002.*
- [Holtzblatt05] K. Holtzblatt. Designing for the Mobile Device: Experiences, Challenges, and Methods. *Communications of the ACM, 48(7), pp. 33-35, 2005.*
- [Jiang03] B. Jiang, B. Huang, V. Vasek. Geovisualisation for Planning Support Systems. *Planning Support Systems in Practice, Springer, 2003.*
- [Jiang05] B. Jiang, Z. Li. Geovisualization: Design, Enhanced Visual Tools and Applications. *The Cartographic Journal, 42(1), pp. 3-4, 2005.*
- [Jones99] M. Jones, G. Marsden, N. Mohd-Nasir, K. Boone, G. Buchanan. Improving Web Interaction On Small Displays. *Proceedings of the 8th International World-Wide Web Conference on Computer Networks, 31(11-16), pp. 1129-1137, 1999.*
- [Keim94] D. A. Keim, H. -P. Kriegel. VisDB: Database Exploration Using Multidimensional Visualization. *Computer Graphics and Applications, IEEE, 14(5), pp. 40 - 49, 1994.*
- [Kiefer06] P. Kiefer, S. Matyas, C. Schlieder. Systematically Exploring the Design Space of Location-based Games. *Proceedings of the Pervasive 2006 Workshop, 2006.*
- [LiveSearchMaps] Live Search Maps.  
<http://maps.live.com>
- [MacEachren01] A. M. MacEachren, M. J. Kraak. Research Challenges in Geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science, 28(1), pp. 1-12, 2001.*
- [Martins02] A. M. Martins. Funções de Grau de Interesse – Aplicação a Informação Extraída de Bases de Dados Relacionais, Dissertação de Mestrado. *Departamento de Informática, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2002.*

- [Mayhew92] D. J. Mayhew. Principles and Guidelines in Software User Interface Design. *Prentice Hall*, 1992.
- [MetaCarta] MetaCarta.  
<http://www.metacarta.com>
- [Navigon] Navigon Mobile Navigator.  
<http://www.navigon.com>
- [Navstar] NAVSTAR GPS Joint Program Office.  
<http://gps.losangeles.af.mil>
- [NDrive] NDrive Windows Mobile.  
<http://www.ndriveweb.com>
- [Nielsen00] J. Nielsen, Why You Only Need To Test With 5 Users, 2000.  
<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>
- [Nielsen05] A. Nielsen. Visual Representations, Usability and Urban Planning in Real-time 3D Geovisualization. *Proceedings of AGILE 2005*, 2005.
- [Nielsen06] J. Nielsen, Quantitative Studies: How Many Users to Test, 2006.  
[http://www.useit.com/alertbox/quantitative\\_testing.html](http://www.useit.com/alertbox/quantitative_testing.html)
- [Nikon] Nikon Fisheye Lenses.  
<http://www.nikonweb.com/fisheye>
- [Nivala07] A. -M. Nivala, L. T. Sarjakoski. User Aspects of Adaptive Visualization for Mobile Maps. *Cartography and Geographic Information Science, Towards Ubiquitous Cartography*, 34(4), pp. 275-284, 2007.
- [PacManhattan] PacManhattan.  
<http://www.pacmanhattan.com>
- [Pombinho07a] P. Pombinho, A. P. Afonso, M. B. Carmo. Geo-referenced Information Visualization on Mobile Devices. *Workshop sobre Sistemas Móveis e Ubíquos (WSMU'07)*, 2007.
- [Pombinho07b] P. Pombinho, M. B. Carmo, A. P. Afonso. Visualização de Informação Georeferenciada em Dispositivos Móveis. *Actas do Encontro Português de Computação Gráfica (EPCG'07)*, 2007.
- [PortalPPC] Fóruns Portal PPC.  
<http://www.portalppc.com/>
- [PortalPPC\_TT6] Fóruns Portal PPC – TomTom Navigator 6.  
[http://www.portalppc.com/forum/forum\\_posts.asp?TID=5910](http://www.portalppc.com/forum/forum_posts.asp?TID=5910)

- [Poslad01] S. Poslad, H. Laamanem, R. Malaka, A. Nick, P. Buckle, A. Zipf. CRUMPET: Creation of User-Friendly Mobile Services Personalized for Tourism. *Proceedings of the Conference on 3G Mobile Communication Technnnologies*, pp. 26-29, 2001.
- [Reichenbacher04] T. Reichenbacher. Mobile Cartography - Adaptative Visualization of Geographic Information on Mobile Devices. PhD Thesis. *Verlag Dr. Hut, München*, 2004.
- [Rondeau05] D. Rondeau. For Mobile Applications, Branding is Experience. *Communications of the ACM*, 48(7), pp. 61-66, 2005.
- [Shneiderman94] B. Shneiderman. Dynamic Queries for Visual Information Seeking. *IEEE Software*, 11(3), pp. 70-77, 1994.
- [TomTom] TomTom Car Navigation System.  
<http://www.tomtom.com>
- [Vaz08] A. F. Vaz, P. Pombinho, A. P. Afonso, M. B. Carmo. MoViSys – Um Sistema de Visualização para Dispositivos Móveis. *Interacção'2008: 3ª Conferência Nacional em Interacção Pessoa-Máquina, (aceite para publicação)*, 2008.
- [WebPark] WebPark – Location Based Services in Natural Areas.  
<http://www.webparkservices.info/>
- [WebPark05] E. J. van Kootwijk. WebPark – Final Report, 2005.  
[http://www.webparkservices.info/pdfs/WP1\\_D116\\_Final\\_report\\_v04.pdf](http://www.webparkservices.info/pdfs/WP1_D116_Final_report_v04.pdf)
- [Woodruff98] A. Woodruff, J. Landay, M. Stonebraker. Constant Information Density Visualizations of Non-Uniform Distributions of Data. *Proceedings of the UIST '98*, pp. 19-28, 1998.
- [YahooMaps] Yahoo!Maps.  
<http://maps.yahoo.com>
- [Zipf01] A. Zipf, R. Malaka. Developing "Location Based-Services" (LBS) for Tourism - The Service Providers View. *Information and Communication Technologies in Tourism 2001. Proceedings of ENTER 2001, 8th International Conference*, pp. 83-92, 2001.
- [Zipf02] A. Zipf. User-Adaptative Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism. *Proceedings of the 9th Int. Conf. for Information and Communication Technologies in Tourism, ENTER 2002*, 2002.





## Anexo A – Símbolos Utilizados

### Símbolos Individuais

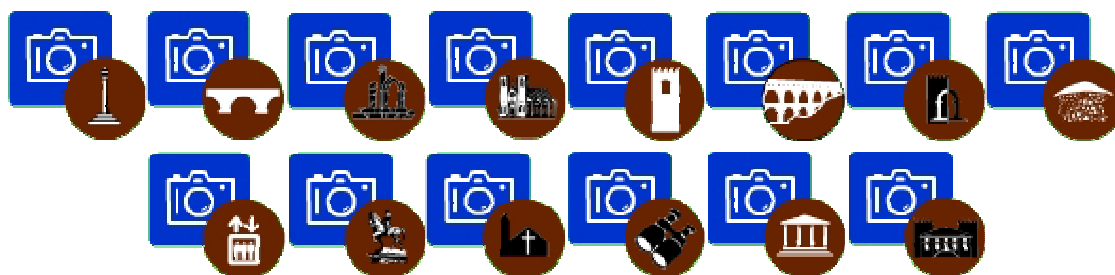
Da esquerda para a direita: ‘Atracção Turística’, ‘Cinema’, ‘Comércio’, ‘Área de Serviço’, ‘Hotel’, ‘Multibanco’, ‘Praia’, ‘Restaurante’.



### Símbolos Individuais com detalhe

#### Atracções Turísticas com detalhe sobre o Tipo

Da esquerda para a direita (fila de cima): ‘Paço’, ‘Ponte’, ‘Ruínas’, ‘Sé / Mosteiro’, ‘Torre’, ‘Aqueduto’, ‘Castelo’, ‘Castro’, (fila de baixo) ‘Elevador’, ‘Estátua’, ‘Igreja’, ‘Miradouro’, ‘Museu’, ‘Palácio’



#### Restaurantes com detalhe sobre a classificação

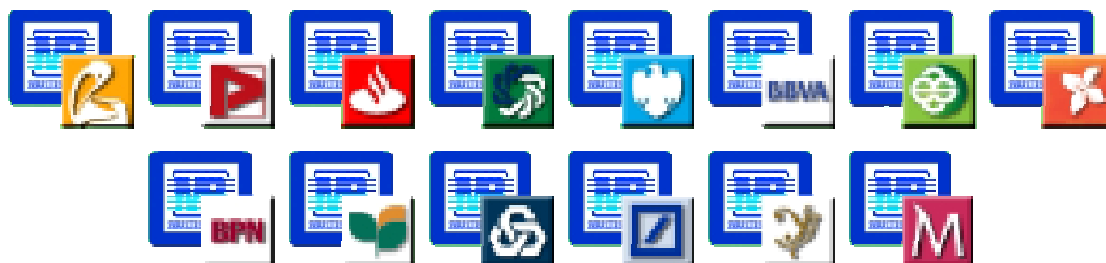


#### Hotéis com detalhe sobre o número de estrelas



### Multibancos com detalhe sobre o Banco

Da esquerda para a direita (fila de cima): ‘Montepio Geral’, ‘Banco Popular’, ‘Totta’, ‘BANIF’, ‘Barclays’, ‘BBVA’, ‘BES’, ‘BPI’, (fila de baixo) ‘BPN’, ‘Caixa Agrícola’, ‘CGD’, ‘Deutsche Bank’, ‘Finibanco’, ‘BCP’



### Áreas de Serviço com detalhe sobre a marca

Da esquerda para a direita (fila de cima): ‘Cipol’, ‘Esso’, ‘Galp’, ‘Repsol’, ‘Total’, ‘Agip’, (fila de baixo) ‘Alves Bandeira’, ‘Avia’, ‘BP’, ‘Cepsa’



### Símbolos Agregados

Da esquerda para a direita: ‘Atracção Turística’, ‘Cinema’, ‘Comércio’, ‘Área de Serviço’, ‘Hotel’, ‘Multibanco’, ‘Praia’, ‘Restaurante’.



## **Anexo B – Plano de Avaliação**

### **Perfil**

1. Nome: \_\_\_\_\_
  
2. Sexo: M  F
  
3. Idade: 18-24  25-34   
35-45  > 45
  
4. Nível de ensino:  
Básico – 1º ciclo  Básico – 2º ciclo   
Básico – 3º ciclo  Secundário   
Superior
  
5. Se tem ou frequenta um curso superior indique qual: \_\_\_\_\_
  
6. Ocupação: \_\_\_\_\_

## Pré Questionário

7. Já utilizou aplicações de pesquisa de informação geo-referenciada? Sim  Não

Se sim:

7.1. Com que frequência?

Ocasionalmente  Uma vez por semana

Várias vezes por semana  Diariamente

7.2. Qual a aplicação que mais utiliza: \_\_\_\_\_

8. Já utilizou aplicações de pesquisa de informação geo-referenciada em **dispositivos móveis**? Sim  Não

Se sim:

8.1. Com que frequência?

Ocasionalmente  Uma vez por semana

Várias vezes por semana  Diariamente

8.2. Qual a aplicação que mais utiliza: \_\_\_\_\_

8.3. Em que situações utiliza este tipo de aplicações? (marcar todas as que se aplicarem)

No decurso duma viagem

Em casa para planear uma viagem

No dia a dia

Outro: \_\_\_\_\_

8.3.1. Quais as principais dificuldades na utilização deste tipo de aplicações?

\_\_\_\_\_

9. Que tipo de pontos de interesse costuma procurar? (marcar todas as que se aplicarem)

- |                     |                          |                       |                          |
|---------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Aeroporto           | <input type="checkbox"/> | Parques               | <input type="checkbox"/> |
| Atrações Turísticas | <input type="checkbox"/> | Salas de Espectáculos | <input type="checkbox"/> |
| Bombas de Gasolina  | <input type="checkbox"/> | Caixas Multibanco     | <input type="checkbox"/> |
| Centros Desportivos | <input type="checkbox"/> | Centros Comerciais    | <input type="checkbox"/> |
| Cinemas             | <input type="checkbox"/> | Hospitais / C. Saúde  | <input type="checkbox"/> |
| Estações Comboios   | <input type="checkbox"/> | Universidades         | <input type="checkbox"/> |
| Farmácias           | <input type="checkbox"/> | Hotéis                | <input type="checkbox"/> |
| Oficinas            | <input type="checkbox"/> | Parque de Campismo    | <input type="checkbox"/> |
| Piscinas            | <input type="checkbox"/> | Postos de Turismo     | <input type="checkbox"/> |
| Tribunais           | <input type="checkbox"/> | Outro                 | <input type="checkbox"/> |



**Tarefa 1.3.**– Repita a tarefa anterior, utilizando os **dedos**

Quando se sentir confiante indique:

1.3.1. Aprendizagem:

Difícil	1	2	3	4	5	6	Fácil
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

1.3.2. Facilidade de utilização:

Difícil	1	2	3	4	5	6	Fácil
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

1.3.3. Numa utilização normal, qual o modo de interacção que preferiria?

Teclas

Ponteiro

Dedos

**Tarefa 1.4.**– Vá às opções e seleccione a opção “Usar Threads”. Movimente-se novamente pelo mapa.

Quando se sentir confiante indique:

1.4.1. Utilidade desta opção:

Inútil	1	2	3	4	5	6	Útil
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

1.4.2. Prefere utilizar a aplicação com, ou sem esta opção activada?

Activada  Desactivada





2.2.4. O significado dos símbolos é:

Confuso	1	2	3	4	5	6	Perceptível
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Tarefa 2.3.**– Experimente os vários níveis de zoom existentes na aplicação, notando as diferenças de apresentação entre estes.

Quando se sentir confiante indique:

2.3.1. Sabendo que existem 10 níveis de ampliação, e que o nível 0 é o que representa uma escala menor, a partir de que nível pensa que devem ser apresentados os símbolos com mais detalhe?

\_\_\_\_\_

**Tarefa 2.4.**– Seleccione o símbolo que se encontra no canto superior direito e observe as diferenças na apresentação dos símbolos.

2.4.1. Para que serve o botão que acabou de utilizar? \_\_\_\_\_

2.4.2. Como classificaria a utilização desta funcionalidade?

Inútil	1	2	3	4	5	6	Útil
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Difícil	1	2	3	4	5	6	Fácil
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

### Tarefa 3 – Detalhes a Pedido

**Tarefa 3.1.**– Utilizando o ponteiro fique a carregar num qualquer ponto (livre) do mapa até que lhe apareça um menu (menu de contexto).

3.1.1. As opções disponíveis são adequadas?

Sim  Não

Se Não,

3.1.1.1. Indique quais as opções que retiraria: \_\_\_\_\_

3.1.1.2. Indique que opções acrescentaria: \_\_\_\_\_



## Tarefa 5 – Função Grau de Interesse

**Tarefa 5.1.**– Nas opções, na página de avaliação seleccione o botão correspondente à tarefa 5.1. De seguida, suponha que está de férias na Serra da Estrela e que deseja muito ir comer a um restaurante Italiano. Como faria a sua pesquisa?

**Tarefa 5.2.**– Nas opções, na página de avaliação seleccione o botão correspondente à tarefa 5.2. De seguida, suponha que está em Portalegre e que deseja comer no melhor restaurante tradicional, ao mais baixo preço, preferencialmente perto do centro da cidade (centro do ecrã). Além disso, precisa de abastecer o seu automóvel, tendo preferência pela Galp. Faça a pesquisa e indique que local escolheu?

**Tarefa 5.3.**– Nas opções, na página de avaliação seleccione o botão correspondente à tarefa 5.3. De seguida, suponha que pretende visitar museus no Porto e arredores? Como faria a sua pesquisa?

**Tarefa 5.4.**– Explore livremente a aplicação se assim o entender.

Quando se sentir à vontade com Função de Grau de Interesse indique:

5.4.1. Como classifica esta funcionalidade:

Difícil de Aprender	1	2	3	4	5	6	Fácil
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Inútil	1	2	3	4	5	6	Útil
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Confuso	1	2	3	4	5	6	Clara
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

5.4.2. Se tivesse de escolher, utilizaria uma aplicação com ou sem esta funcionalidade?

Com  Sem