



# Tecnologia *WebSIG* aplicada à Gestão de Espaços Verdes Urbanos

## Caso de Estudo: Oliveira do Hospital

Susana Marília dos Santos Gaspar

### **Orientadores**

Paulo Alexandre Justo Fernandez

José António Abrantes Massano Monteiro

Dissertação apresentado à Escola Superior Agrária de Castelo Branco do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Sistemas de Informação Geográfica em Recursos Agro-Florestais e Ambientais, realizada sob a orientação científica do Mestre e Especialista Paulo Alexandre Justo Fernandez, Professor Adjunto da Unidade Técnico-Científica de Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco e do Professor José António Abrantes Massano Monteiro, da Unidade Técnico Científica de Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável da Escola Superior Agrária, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

**Outubro de 2014**



## Composição do júri

Presidente do júri

Doutor Fernando Manuel Leite Pereira, ESA/IPCB.

Vogais

Mestre Especialista Paulo Alexandre Justo Fernandez, ESA/IPCB.

Doutora Cristina Maria Martins Alegria, ESA/IPCB.



## Agradecimentos

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Gostaria, desta forma expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse uma realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar, à Camara Municipal de Oliveira do Hospital, na pessoa do Senhor Presidente Professor José Carlos Alexandrino, ao Engenheiro José Carlos e Engenheiro Vicente, pelo fornecimento de dados.

Ao Presidente da Cooperativa dos Agricultores de Alvôco das Várzeas, Senhor Agostinho Marques, o apoio, incentivo, a paciência, pois não existem palavras para agradecer toda a sua afabilidade, gentileza, disponibilidade que me dispensou da minha atividade profissional para me empenhar neste trabalho.

À AFCCoias, na pessoa da Mestre e Engenheira Florestal Carla Duarte, que sempre me incentivou, colaborou comigo na identificação das Espécies Florestais com uma atitude aberta, e seu conhecimentos transmitindo assim uma total disponibilidade, esses foram notáveis.

À Municipia, na pessoa da Engenheira Alexandra Maia, agradeço a atenção e o interesse neste projeto, assim como disponibilização de um Ortofotomapa (resolução 10 por 10), pertença do Projecto SiNErGIC (Cadastro Predial Rústico e Urbano para o Concelho de Oliveira do Hospital).

À Câmara Municipal de Seia, na pessoa do Engenheiro Florestal Artur Costa e do Mestre Ricardo, pelo auxílio referente aos equipamentos de GPS e PDA, para o levantamento perimetral dos dados, agradeço toda a atenção e motivação.

Queria expressar o meu agradecimento a grandes amigos como a Nádía Osório e ao Tiago Correia, pela colaboração na tradução e apoio.

Aos meus familiares em especial, ao meu Pai e à minha Mãe, pela sólida formação dada até à minha juventude, que me proporcionou a continuidade nos estudos até à chegada a este mestrado, os meus eternos agradecimentos.

Finalmente ao meu marido João Monteiro que agradeço todo o seu amor, carinho, admiração, e pela presença incansável com que me apoiou ao longo deste Mestrado.



## Resumo

Os Sistemas de Informação Geográfica são hoje em dia, um dos principais pilares da modernização administrativa das autarquias. Neste contexto, neste trabalho, pretendemos implementar um *WebSIG* para o Município de Oliveira do Hospital, com o objetivo de permitir o acesso a informação geográfica variada, de uma forma intuitiva, utilizando apenas o *browser* da internet, sem a necessidade de instalar qualquer *software* com recurso a serviços electrónicos no domínio da informação territorial.

Foi feita uma pesquisa sobre as aplicações livres *WebSIG* que apresentam ferramentas disponíveis para o objetivo mencionado, destacando-se, o *ArcGIS online*, o *ArcGIS Explorer online*, o *ArcGIS viewer for Silverlight* e o *Google Earth*. Testaram-se as várias ferramentas e efetuaram-se comparações nomeadamente quanto às diferentes capacidades e facilidades de implementação/aplicação ao objetivo proposto.

Neste contexto, destacamos a principal vantagem de cada ferramenta utilizada: o *ArGIS online* com a função “*cloud*”, o *ArcGIs Explorer online* com a exploração de dados, o *ArcGIS viewer for Silverlight* com capacidades de análise de dados e o *Google Earth* como ferramenta de visualização tridimensional. Podemos assim definir que o ideal seria futuramente construir uma plataforma única que incorpore todas estas características numa só.

Porém, é de salientar neste trabalho, o *ArcGIS Online* como a ferramenta mais adaptada para a gestão dos espaços verdes urbanos permitindo à autarquia tomar decisões mais conscientes neste âmbito, poupando recursos e aos utilizadores/moradores participação ativa nesta tarefa, beneficiando assim no desenvolvimento de áreas de lazer mais agradáveis.

## Palavras chave

Espaços verdes urbanos; *ArcGis online*; *ArcGis Explorer online*; *ArcGis viewer for Silverlight*; *Google Earth*.



## **Abstract**

The Geographic Information Systems, are today, the main foundation of the administrative modernization on our Municipalities.

In this context, it was the goal of this work to implement a WebSIG in the Oliveira do Hospital municipality, allowing everyone to access, in a user friendly way, the geographic information, using only a web browser, and without the need to install any software.

The work, allowed to explore free applications that gather all the tools needed to achieve this goal, highlighting ArcGIS online, ArcGIS Explorer online, Argis Viewer for Silverlight and Google Earth.

The management of urban green areas in this WebSIG applications was tested, and the features were compared.

The best tools of this platforms were highlighted, namely ArcGIS online, with “cloud” function, ArcGIS Explorer online, with to explore data, ArcGIS viewer for Silverlight with capabilities for data analysis and Google Earth with 3D visualisation.

We can conclude therefore, that the ideal, is to have a unique platform that gathers all the needed resources. In this case, ArcGIS online, includes the tools and applications that allow the Municipality to make decisions, and help on the urban green areas management, allowing citizens to enjoy this areas.

## **Keywords**

Green Space; ArcGis online; ArcGis Explorer online; ArcGis viewer for Silverlight; Google Earth.



# Índice geral

Composição do júri .....	III
Agradecimentos .....	V
Resumo .....	VII
Abstract .....	IX
Índice geral .....	XI
Índice de figuras .....	XIII
Índice de tabelas.....	XV
Lista de anexos .....	XVII
Lista de abreviaturas.....	XIX
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivos .....	1
1.2. Estrutura geral do projeto.....	2
2. Revisão da literatura .....	3
2.1. Sistemas de Informação Geográfica .....	3
2.1.1. Conceitos SIG.....	4
2.1.2. Funcionalidades e potencialidades de um SIG.....	5
2.2. Espaços verdes urbanos.....	6
2.3. Tecnologias <i>WebSIG</i> .....	9
2.3.1 Definição <i>WebSIG</i> .....	10
2.3.2 Evolução dos <i>WebSIG</i> .....	10
2.3.3 Oportunidades das tecnologias <i>WebSIG</i> .....	12
2.3.4 Aplicações <i>WebSIG</i> em estudo.....	13
3. Material e Metodologia .....	16
3.1. Material.....	16
3.2. Metodologia.....	18
3.2.1 Área de Estudo.....	18
3.2.2 Caracterização da informação de base .....	19
3.2.3 Desenvolvimento do modelo concetual .....	22
3.2.4 Desenvolvimento do <i>WebSIG</i> .....	23
4. Resultados e Discussão.....	27
4.1 <i>ArcGIS Online</i> .....	28
4.2 <i>ArcGIS Explorer Online</i> .....	31
4.3 <i>ArcGIS viewer for Silverlight</i> .....	34
4.4 <i>Google Earth</i> .....	37
4.5 Comparação das aplicações em estudo.....	39

5. Conclusões.....	41
5.1. Limitações .....	42
5.2. Perspetivas Futuras .....	43
Referências bibliográficas.....	44

## Índice de figuras

Figura 1- As componentes de um SIG.....	3
Figura 2 - Conjuntos de informação num SIG.....	4
Figura 3 - Condições de desenvolvimento das árvores em meio urbano.....	7
Figura 4 – Podas de formação .....	8
Figura 5 - Podas de conformação.....	9
Figura 6 - Evolução dos <i>WebSIG</i> .....	12
Figura 7 – Tipologias SIG .....	13
Figura 8 – Capacidades do <i>ArcGIS</i> .....	18
Figura 9 - Plano de trabalho para a gestão dos espaços verdes urbanos da cidade de Oliveira do Hospital.....	22
Figura 10 - Modelo de dados <i>ArcGis diagrammer</i> .....	23
Figura 11 – Plano de acções, construção da aplicação <i>WebSIG</i> para a cidade de Oliveira do Hospital....	24
Figura 12 – Requisitos em estudo para cada interface. ....	25
Figura 13 – Área de estudo e informação caracterizada.....	27
Figura 14 – Interface <i>ArcGIS online</i> - preenchimento de formulários pelo utilizador/morador (Identificação de danos).....	28
Figura 15 – Interface <i>ArcGIS online</i> - Preenchimento de formulários pelo utilizador/morador (Identificação de riscos).....	29
Figura 16 – Interface <i>ArcGIS online</i> - Preenchimento de formulários pelo utilizador/morador (pedido de intervenção).....	29
Figura 17 – Interface <i>ArcGIS online</i> - diâmetro máximo das copas. ....	30
Figura 18 – Interface <i>ArcGIS online</i> - funcionalidade de apresentação de conteúdos.....	31
Figura 19 – Interface <i>ArcGIS Explorer online</i> - área de visualização de mapas .....	32
Figura 20 – Interface <i>ArcGIS Explorer online</i> - consultas.....	33
Figura 21 – Interface <i>ArcGIS Explorer online</i> – exposição de informação.....	33
Figura 22 – Interface <i>ArcGIS viewer for Silverlight</i> - ferramentas de geoprocessamento.....	35
Figura 23 – Interface <i>ArcGIS viewer for Silverlight</i> - configuração do visualizador .....	36
Figura 24 – Interface <i>ArcGIS viewer for Silverlight</i> - consulta de informação .....	36
Figura 25 – Interface <i>Google Earth</i> - vista da rua do visualizador.....	38
Figura 26 – Interface <i>Google Earth</i> - consulta da informação de base.....	39
Figura 27 – Aplicação <i>ArcGIS Explorer online</i> configuração de imagem .....	43

Nota: Na presente publicação todas as imagens e tabelas sem referência à (s) fonte (s) são do próprio autor.



## Índice de tabelas

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens dos <i>WebSIG</i> .....	10
Tabela 2 - Principais tecnologias WebSIG – 4ª geração .....	11
Tabela 3 – Equipamento de levantamento de campo (GPS/PDA).....	16
Tabela 4 - Inventariação de dados de base.....	16
Tabela 5 - Programas utilizados e requisitos de instalação.....	17
Tabela 6 - Características do Sistema de Projeção WGS84 .....	17
Tabela 7 – Informação geográfica de base .....	17
Tabela 8 – Funcionalidades de cada aplicação .....	40



## **Lista de anexos**

Anexo A – Lista de espécies em estudo.

Anexo B – Mapas de informação referente ao crescimento máximo das copas das árvores.

Anexo C – Mapas de informação de base (produzidos em *ArcGIS desktop*).



## Lista de abreviaturas

3D – Três dimensões

API - Interface de Programação de Aplicações

CMOH - Câmara Municipal de Oliveira do Hospital

CSV - Comma-separated values (valores separados por vírgulas)

GEVU - Gestão dos espaços verdes urbanos

GPX - GPS exchange format (formato de transferência de dados GPS)

IG - Informação Geográfica

IGESPAR - Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico, I. P

IIS - Internet Information Services (servidor web criado pela Microsoft)

IOS - iPhone OS (sistema operativo móvel da Apple Inc.)

JSON - JavaScript Object Notation (notação de objetos JavaScript )

KML- Keyhole Markup Language (linguagem de marcação KML)

NTI - Novas Tecnologias da Informação

RIA – Rich Internet Application (Aplicação de Internet Rica)

SDK - Software Development Kit (Kit de desenvolvimento de aplicativos)

SGBD - Sistema de Gestão de Bases de Dados

SI - Sistema de Informação

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

TI - Tecnologias da Informação

URL - Uniform Resource Locator (Localizador-padrão de recursos numa rede internet ou intranet)

WPF- Windows Presentation Foundation (modelo de programação unificado para Windows)

XML- Extensible Markup Language (linguagem de marcação XML)



# 1. Introdução

A partir do momento em que a *Internet* começou a fazer parte da vida quotidiana do cidadão comum, os computadores deixaram de ser apenas máquinas que processam informação, para se tornarem veículos de acesso a toda e a qualquer informação disponível (a qualquer hora, em qualquer lugar e para qualquer plataforma). A *Internet* possibilita a partilha e a troca de informação de um modo abrangente, em diferentes áreas, beneficiando tanto os utilizadores, como os programadores que facilmente adquirem os conhecimentos para o desenvolvimento de novas aplicações (Faria 2007).

A preocupação na forma de como esta informação é partilhada entre cada domínio específico, tem conduzido ao desenvolvimento de ferramentas – denominados de Sistemas de Informação, que permitem normalizar ao máximo essas mesmas trocas. O fornecedor de informação não pode disponibilizar a informação à sua própria maneira, e o cliente por sua vez, deve ser “obrigado” a perceber a forma como o fornecedor o faz (Faria 2007).

No domínio da troca de Informação Geográfica (IG) o caminho histórico não tem sido muito diferente, pois os utilizadores devem estar conscientes das dificuldades do passado e dos insucessos ocorridos em lidar com os formatos cedidos pelos proprietários. Tendo esse fato, conduzido à necessidade em se querer organizar e estruturar o modo como se realizam as trocas de informação nesta área, principalmente aquelas que são feitas através da *Web*. Despoletou-se assim, o desenvolvimento daquilo que atualmente denominamos de Sistemas de Informação Geográficos *online*, que funcionam não mais que “normalizadores”/“organizadores” de informação nesta área (Faria 2007).

Atualmente, um SIG não é apenas um sistema capaz de disponibilizar mapas com informação anexa, permite também manipular, recolher e analisar dados geográficos (Aronoff 1989). Deste modo há obrigatoriedade em existir uma rede de fornecedores de informação, um núcleo de tratamento de dados, um núcleo de programadores de aplicações e, por último, um grupo de utilizadores. Assim, estes sistemas integram vários elementos, como pessoas, *hardware*, *software*, dados e procedimentos de trabalho (Dangermond 1990).

Todos os intervenientes nestes sistemas têm um papel importante, começando por referir os fornecedores de informação, sem os quais, não se consegue atualizar periodicamente os dados necessários ao núcleo de tratamento de informação. Segue-se o núcleo de tratamento de informação, que por sua vez, ao trabalhar com a informação incoerente e desatualizada não consegue estruturar devidamente as suas bases de dados. Depois, os programadores das aplicações que têm também de estar alerta às atualizações de modo a poderem melhorar os dados disponíveis e assim, conseguem ajudar nas tarefas diárias dos utilizadores. E por último, os utilizadores que têm a tarefa importante de transmitir as suas necessidades e avaliar a utilidade das aplicações disponibilizadas. Deste modo, o nível de articulação entre os diversos intervenientes é fundamental para que a implementação de um SIG seja um sucesso (Afonso *et al.* 2010).

## 1.1 Objetivos

Com este estudo, pretende-se organizar a informação referente aos espaços verdes urbanos, da cidade de Oliveira do Hospital, fazendo um levantamento de dados no terreno, através da fotointerpretação e edição de dados de base da autarquia, obedecendo às seguintes características:

a) Apresentar a importância da informação geográfica no contexto da Gestão dos Espaços verdes Urbanos:

- Clarificar conceitos e terminologias;
- Comparação das diferentes tecnologias *WebSIG* e adequar a que melhor se ajusta à óptica do utilizador /ou morador e à óptica da autarquia.

b) Apresentar uma abordagem crítica à implementação de uma infra-estrutura de Dados Espaciais:<sup>1</sup>

- Desenvolver e apresentar uma metodologia fácil de implementar, capaz de fazer a gestão de espaços verdes urbanos nomeadamente aplicada à cidade de Oliveira do Hospital,

## 1.2 Estrutura geral do projeto

O presente trabalho está estruturado em vários capítulos. No capítulo 1 faz-se uma introdução fundamentada sobre o tema do projeto e são apresentados os objetivos do trabalho, elucidando um pouco a estrutura do mesmo. No capítulo 2 descreve-se de uma maneira geral o que são as tecnologias *SIG* e *WebSIG*, a menção à estrutura e organização de um *WebSIG*, aborda-se a evolução destes sistemas de informação geográfico identificando suas vantagens e desvantagens e são ainda descritas de forma minuciosa as diferentes tecnologias utilizadas ao longo deste trabalho. No capítulo 3, descreve-se o caso de estudo e a metodologia do projeto, caracterização e classificação dos espaços verdes da cidade de Oliveira do Hospital, produção e sistematização de dados, assim como a comparação de vários *softwares*, evidenciando aspetos e tópicos importantes necessários à sua utilização e aplicabilidade, garantindo uma melhor resposta às necessidades dos utilizadores. No capítulo 4 são descritos os resultados obtidos para cada uma das plataformas utilizadas e a discussão dos mesmos, evidenciando as suas principais características. Por fim, no capítulo 5 são, então, apresentadas as conclusões mais relevantes, assim como são mencionadas algumas recomendações e perspetivas futuras.

---

<sup>1</sup> A Infra-estrutura de dados espaciais é um sistema informático composto por conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, dados, aplicações, paginas web) destinados a gerir informação geográfica (mapas, ortofotos, imagens de satélite, topónimos) disponíveis na internet, os quais cumprem uma série de condições de interoperabilidade (normas, especificações, protocolos, interfaces) e que permitem que um utilizador de um simples navegador, possa utiliza-los e combina-los de acordo com as suas necessidades (Afonso 2008).

## 2. Revisão da Literatura

Neste capítulo será realizada uma revisão da literatura onde serão abordados alguns dos conceitos que envolvem o tema deste trabalho, mais especificamente os sistemas de informação geográfica, os espaços verdes urbanos, assim como a tecnologias *WebSIG*.

### 2.1. Sistemas de Informação Geográfica

Um SIG é um sistema composto por um software, hardware, pessoas e dados, que em conjunto possibilitam localizar, georreferenciar, armazenar, pesquisar e cruzar características de elementos presentes no mundo real. A integração dos dados permite então produzir nova informação útil (Almeida 2007).

O que distingue os SIGs é a sua capacidade de gerir informação geográfica baseada na topologia, sendo uma das suas características básicas e fundamentais de funcionamento. Sucintamente consiste num procedimento matemático que permite desenvolver relações espaciais, facilitando o armazenamento e tratamento dos dados, permitindo depois a realização de funções analíticas mais complexas (Almeida 2007).

Os SIG surgem então como uma ferramenta de apoio bastante valiosa, com elevada capacidade de armazenar e gerir informação geográfica e alfanumérica de forma interligada e estruturada (figura 1), constituindo uma ferramenta essencial na tomada de decisão. No panorama atual das sociedades desenvolvidas isto é fundamental no auxílio de todos aqueles que têm de desenvolver tarefas de gestão que têm por base a variável espacial (Almeida 2007).

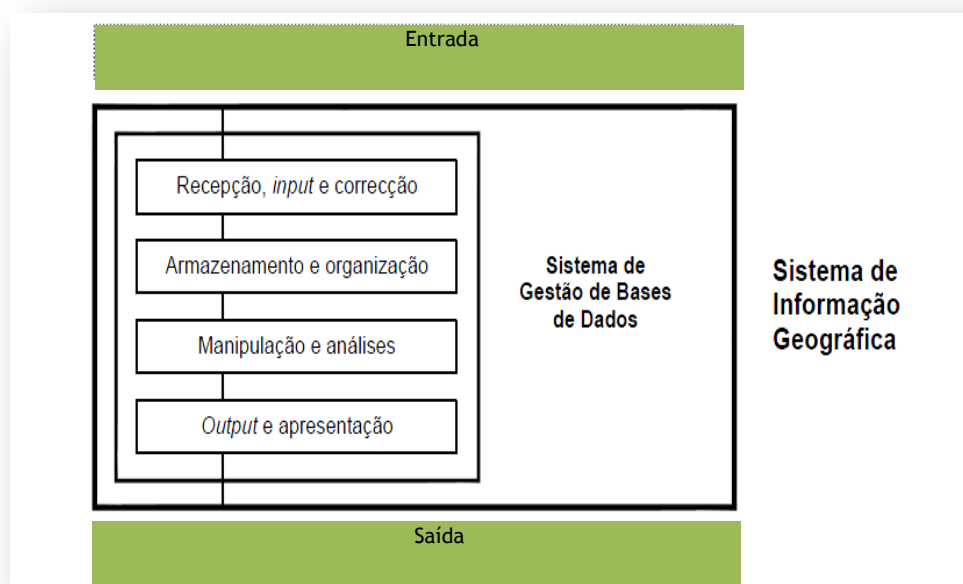


Figura 1 - As componentes de um SIG (Martin 1996).

### 2.1.1 Conceitos SIG

Os SIG permitem gerar e trabalhar elevada quantidade de informação, que de outro modo não seria possível fazê-lo. Segundo Martin (1996) um SIG deve conter vários elementos, que são fundamentais ao seu funcionamento, nomeadamente (figura 2):

**Os dados espaciais** derivados de fontes variadas, como fotografia aérea, levantamentos cartográficos, deteção remota, censos, entre outros, cuja principal finalidade é a de agregação e integração da informação georreferenciada de várias fontes.

**Os recursos humanos** constituem a componente fundamental para lidar com os procedimentos complexos desta tecnologia, desde o levantamento, armazenamento, tratamento, apresentação e análise dos dados. Estas operações requerem capacidades e conhecimentos adequados por parte dos utilizadores.

A **recepção, introdução e correção** de dados para o sistema, podem ser feitas por digitalização manual e/ou por rasterização e recuperação de dados através de outros sistemas de bases de dados.

O **armazenamento e organização** são mecanismos que incluem o armazenamento físico dos dados.

A **manipulação e análises** referem-se a capacidade de manipular a informação de modo espacial.

A **saída de dados e representação gráfica** constituem uma importante ferramenta de apresentação dos dados espaciais, envolvendo a exportação dos dados do sistema do computador para uma forma legível pelo ser humano (Faria 2006).

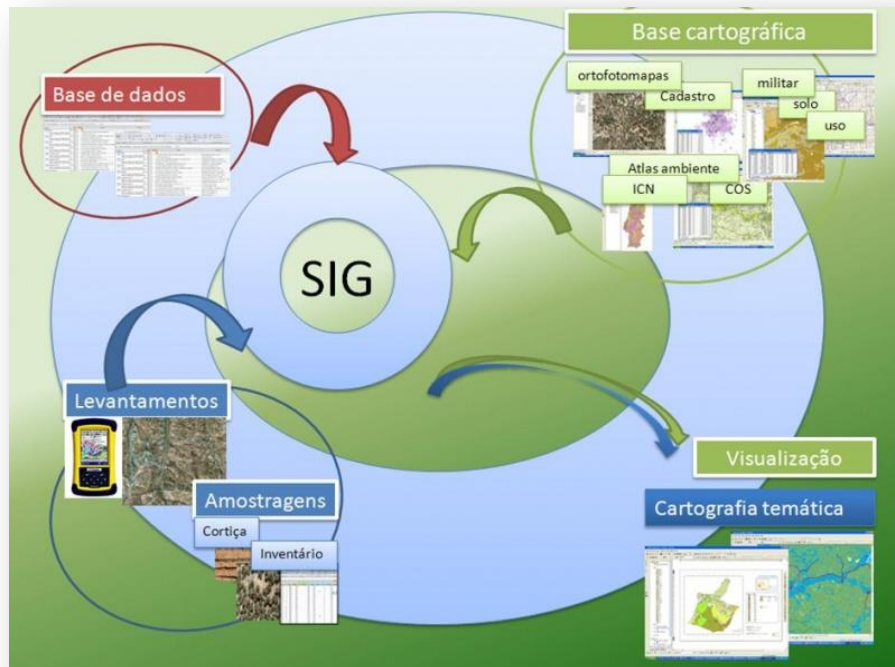


Figura 2 - Conjuntos de informação num SIG (APFC 2010).

**Mapas interativos.** Proporcionam uma visão interativa da informação geográfica que permite dar resposta a questões concretas. Os mapas proporcionam ao utilizador as ferramentas necessárias para interação com a informação geográfica.

**Dados Geográficos.** Na base de dados inclui-se informação vectorial e *raster*, modelos digitais de terreno, redes lineares, informação precedente de estudos topográficos, topologias e atributos.

**Modelos de Geoprocessamento.** São os fluxos de processos que permitem automatizar tarefas que se repetem com frequência, permitindo assim o cruzamento de diversos modelos.

**Modelos de dados.** A informação geográfica em *Geodatabase* é algo mais que um conjunto de tabelas armazenadas num SGBD (Sistema de Gestão de Bases de Dados). Incorpora conjuntamente as regras para integração da informação.

**Metadados.** São dados que descrevem a informação geográfica, como por exemplo, o proprietário, formato, sistema de coordenadas, extensão, etc. Um catálogo de metadados permite ao utilizador organizar, realizar pesquisas e aceder à informação geográfica partilhada. Qualquer catálogo deve ter ferramentas disponíveis para gerar, editar e sincronizar de forma automática a informação.

Em suma, um SIG descreve-se então como um sistema que permite associar informação de vários elementos que constituem a superfície terrestre, criar relacionamentos diversos entre eles, gerando assim nova informação que, por sua vez, permite apoiar nas tomadas de decisão, constituindo-se num apoio fundamental para organizações que interferem na gestão do espaço terrestre (Almeida 2007).

## 2.1.2 Funcionalidades e potencialidades de um SIG

O conceito de informação geográfica não se limita à informação cartográfica. Deverá ser entendido num sentido mais lato, que engloba todo o tipo de dados diretamente materializáveis sobre a representação cartográfica e suscetível de se analisar espacialmente. Ou seja, engloba todo o tipo de informação cartográfica, mais a informação de índole quantitativa e/ou georreferenciada, representando cerca de 80 a 90% do universo da informação existente neste âmbito (Cunha 2009).

O espaço geográfico é um elemento indissociável do desenvolvimento, servindo de base integradora a todos os fatores de crescimento económico: os recursos humanos, os recursos naturais, o dinheiro e a tecnologia. Por isso, estes quatro fatores devem estar devidamente conjugados, para permitir orientar o crescimento económico na direção mais desejável, não descurando assim da importância em trabalhar devidamente os dados de espaço geográfico (Machado 2010).

Para tal, é necessário então uma boa georreferenciação que pressupõe uma boa organização dos dados num SIG, de forma, a que toda a informação fique disponível e organizada para posterior análise. Ou seja, após a introdução de toda a informação indispensável a um SIG, podemos daí extrair inúmeros ganhos resultantes da sua análise (Cunha 2009).

Basicamente, as funções dum SIG passam por adquirir, armazenar e extrair informação mas, particularmente pressupõem, segundo Cunha (2009) na:

- **Recolha de dados:** disponibilizando métodos para a introdução de dados geográficos (georreferenciados) e tabulares (atributos);

- **Armazenamento:** os dados geográficos podem ser armazenados no modelo vetorial e no modelo matricial;

- **Consulta:** os atributos dos dados geográficos podem ser consultados nas bases de dados;

- **Análise:** capacidade em responder a questões relacionadas com a interação das relações espaciais de vários dados;

- **Visualização:** permite a identificação visual de relacionamentos espaciais de vizinhança, conexão e proximidade (importante na análise exploratória de dados).

- **Saídas:** os resultados podem ser apresentados como mapas, relatórios e gráficos.

## 2.2 Espaços verdes urbanos

O êxodo da maioria da população para as cidades e o aumento da densidade de construção fez com que o espaço rural fosse escasseando e que com isso, o contato com a natureza fosse progressivamente, se perdendo. No entanto, a possibilidade de interação com espaços naturais ou seminaturais é ainda hoje para muitos habitantes, sinónimo de bem-estar e de qualidade de vida. Assim, surge a construção de espaços verdes em ambiente urbano, como forma de recriar espaços naturais e rurais outrora existentes (Neto 2011).

Quanto a definir espaço verde urbano, pelas razões anteriormente enunciadas este acaba por ser um conceito bastante ambíguo, uma vez que nas cidades estes espaços acabam por se assumir em diversas formas (características e dimensões) e com diferentes funções. Na perspetiva de Castro *et al.* (2007), o espaço verde urbano pode ser divisível nas seguintes categorias:

- Parque Urbano: espaços que integram a estrutura verde principal, adaptados à escala da cidade e que incorporam áreas de recreio ativo, lazer e convívio.
- Jardins Patrimoniais: Espaços verdes de valor histórico, cultural e paisagístico, cujas características iniciais ou resultantes da evolução histórica devem ser preservadas. Integram a estrutura verde secundária.
- Espaços de proximidade: espaços verdes de recreio ativo do bairro, cuja influência abrange um bairro ou uma unidade de vizinhança (1 km a pé). São geralmente ponto de encontro do bairro e integram a estrutura verde secundária.
- Verde de enquadramento: associadas as áreas de proteção de vias com tráfego intenso e maior ruído ou enquadramento paisagístico e ambiental de áreas edificadas ou infraestruturadas.
- Verde integrado no edificado: espaços verdes de dimensões reduzidas, tais como canteiros e logradouros.

Assim, neste trabalho podemos assumir que espaços verdes são o conjunto de áreas revestidas por matéria vegetal que podem desempenhar funções de proteção ambiental, de integração paisagística, ou de recreio. Além disso, são espaços que proporcionam múltiplos benefícios, em que se incluem o embelezamento da paisagem, a redução da poluição atmosférica, o benefício pelas áreas de lazer e até mesmo o aumento da eficácia na utilização dos recursos hídricos (Carvalho 2009).

Pelos benefícios anteriormente apontados, retirados destes espaços, torna-se cada vez mais importante fazer uma boa gestão destes espaços, pois é essencial garantir a sua adequação ao meio urbano, maximizando desta forma a sua rentabilidade (Neto2011).

No meio urbano como é sabido, há então uma maior dificuldade em criar e desenvolver estes espaços verdes e por isso, aquando da sua criação vários fatores devem ser tidos em consideração por parte das entidades gestoras. Primeiramente na seleção de árvores a plantar (espécies adequadas ao local), na preparação do meio onde serão colocadas, na instalação de estruturas de proteção e na colocação de tutor. Seguidamente, outros fatores devem ser pensados como a influência do próprio ambiente urbano que pode afetar o desenvolvimento natural das árvores, como por exemplo a exposição a inúmeros poluentes atmosféricos. Nas situações mais gravosas quando este fator não é considerado pelas entidades gestoras, assiste-se a uma debilidade das árvores e eventual morte

(Carvalho 2009). Depois a própria organização dos espaços urbanos, pois a distribuição num espaço deve ter em consideração o desenvolvimento da parte aérea e radicular da árvore, assim como determinar fatores que podem condicionar o seu normal desenvolvimento por lhe estarem a causar stress, como por exemplo a iluminação pública noturna, a disponibilidade de água, a composição do solo, entre outros (Carvalho 2009).

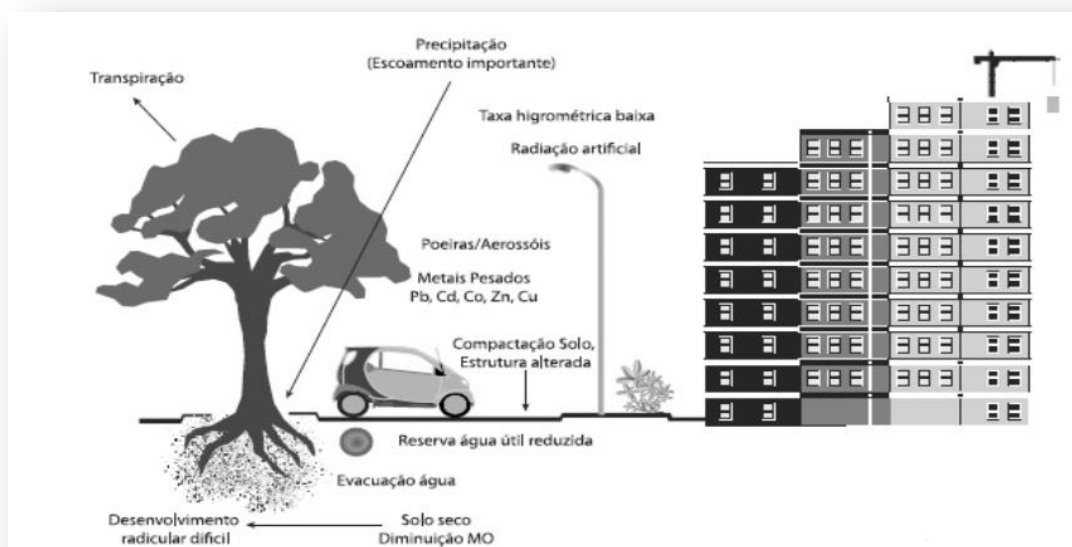


Figura 3 - Condições de desenvolvimento das árvores em meio urbano (Carvalho 2009).

Além de todos os aspetos já mencionados ainda deve ser tido em conta para a localização das árvores, o risco a que estas podem ficar sujeitas, nomeadamente a danos físicos causados pelas pessoas e veículos, fruto de negligência ou vandalismo (Carvalho 2009). Assim, a instalação de árvores num espaço urbano requer um papel fulcral neste projeto, considerando constrangimentos e as potencialidades do local, de modo a pensar-se indiretamente nos recursos financeiros e técnicos acoplados a esta questão.

Em suma, numa fase inicial de criação de um espaço verde urbano a entidade gestora deve ponderar os vários fatores anteriormente apontados, mas após a sua fase de implementação outras questões devem ser devidamente acauteladas, para manter aquele espaço verde rentável e funcional, nomeadamente a morda das árvores, cobertura, rega, proteção e poda. Nestas questões de manutenção é a poda que detém maior importância, pela própria necessidade de calendarização de tarefas, pelo tempo despendido na execução das tarefas e a necessidade de elevada mão-de-obra. Assim, é a este nível que se dão as maiores preocupações das entidades gestoras destes espaços, pois é a este nível que elas devem estar em constante alerta (Carvalho 2009).

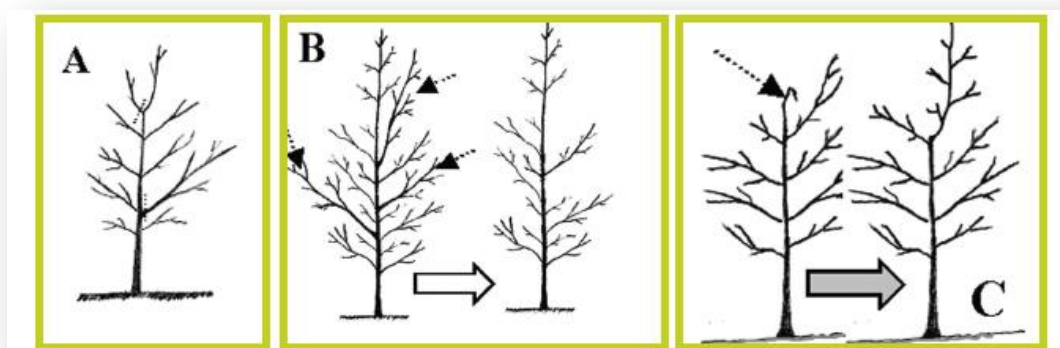
O processo de poda inclui vários tipos, nomeadamente a de manutenção, a de formação, a de conformação e sanitárias.

A **poda de manutenção** inclui:

- a eliminação de ramos mortos, que podem tombar e causar danos, deixando feridas nas árvores;
- a supressão de ramos vivos que cresçam mal orientados e possam causar problemas de qualquer tipo, como os que crescem de cima para baixo, ou da periferia da copa para o interior;

- a remoção de ramos excessivos, isto é, em zonas de ramificação muito densa;
- a remoção de ramos que cresçam muito chegados ao tronco (em alternativa, podem ser afastados com suportes ou técnicas de amarração adequados);
- a supressão de raízes superficiais que ocasionem problemas em pavimentos ou dificultem a circulação de pessoas e viaturas.

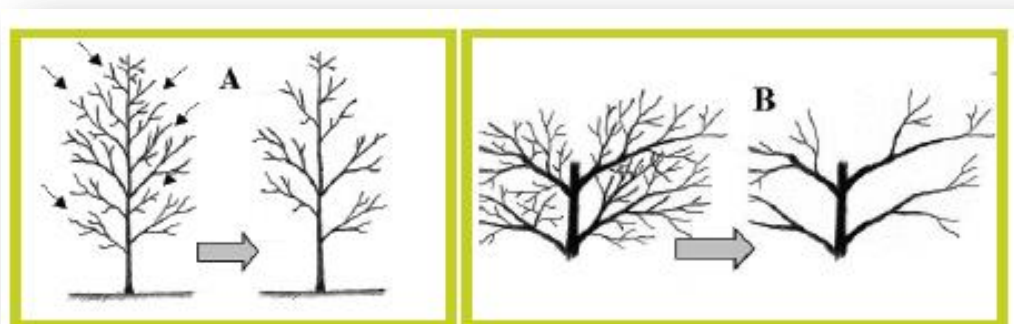
A **poda de formação** deve aplicar-se desde cedo a árvores ainda de pequena dimensão, visando formar uma copa equilibrada e com a forma própria da espécie a que a árvore pertence. Deve proporcionar a formação de uma flecha bem conformada, sobretudo nas árvores de forma cónica ou fusiforme, eliminando bifurcações do eixo principal e atarracando flechas com a extremidade quebrada ou com o gomo terminal morto, para que uma das pernadas mais altas substitua esse eixo. É também nesta fase que se devem eliminar pernadas demasiado desenvolvidas, que possam vir a competir em importância e diâmetro com o tronco da árvore (figura 4) (Fabião 2006).



**Figura 4** - Podas de formação - bifurcações da flecha (A); pernadas com desenvolvimento excessivo ou muito levantadas (B); flecha danificada (C) (adaptada: Fabião 2006).

Podem também procurar-se outros efeitos de forma, como seja condicionar as árvores de alinhamento para que as suas copas não interceam a circulação de veículos de maior dimensão (poda em túnel ou em abóbada). Quando se procuram estes efeitos, contudo, a poda passa a entrar no domínio da configuração em formas ditas artificiais. Muitas destas situações resultam de se ter a espécie errada de árvore para o local ou para o espaço disponível. Por vezes, pode ser preferível trocar estas árvores por outras com forma e dimensão mais adequadas (salvo se a idade, dimensão excecional, ou raridade da espécie justificarem um esforço especial de manutenção) (Fabião 2006).

A **poda de conformação** consiste selecionar as pernadas que devem ficar para constituírem o suporte principal da copa, eliminando pernadas em zonas onde se encontrem muito próximas, ou as que tendem a desenvolver-se muito verticalmente, ou as que se apresentem mal conformadas (figura 5) (Fabião 2006).



**Figura 5** - Podas de conformação - definição da estrutura principal da árvore (A); eliminação de braços e ramos de ordem superior (B) (adaptada: Fabião 2006).

É esta também a operação adequada para se suprimirem ramos que se cruzam e tocam, pois podem vir a ser, mais tarde, uma fonte de problemas sanitários: a fricção tende a enfraquecê-los e a criar feridas onde se podem instalar-se insetos e fungos e, eventualmente poderão vir a quebrar-se e a cair, com risco para pessoas e bens (Fabião 2006).

Este tipo de poda pode também englobar um tipo de intervenção que visa a configuração da copa de acordo com finalidades artísticas, conduzindo a formas geométricas ou de animais, ou simplesmente à formação de copas muito largas e ramificadas, integradas em jardins onde se pretende manter um estilo formal. Este tipo de poda só deve ser executado por operadores especialmente qualificados com a formação mais adequada (Fabião 2006).

As **podas sanitárias** são efetuadas em árvores doentes ou vítimas de pragas de insetos e neste caso a poda pode ser um instrumento de luta contra estes agentes. Quando os sintomas estão localizados em zonas bem definidas da copa, a remoção da parte afetada seguida da sua queima (para evitar o contágio a outras árvores) pode pelo menos atrasar o desenvolvimento da doença ou da praga, até que seja possível tomar outras medidas adequadas; quando se atua no início do problema, poderá mesmo resolvê-lo. Contudo, deve-se ter presente que a poda só é um meio de luta eficaz após um diagnóstico credível e nos casos em que a doença ou praga está limitada em partes identificáveis da copa. A remoção completa desta raramente se justifica e poria quase sempre em causa a sensatez de manter a árvore depois de um tal ataque e de tão drástico tratamento (Fabião 2006).

Face ao contexto anteriormente mencionado conclui-se então que o processo de gestão destes espaços verdes é uma tarefa árdua, que detém elevados custos, nomeadamente na mão-de-obra que cada vez é mais dispendiosa e requer muito tempo para ser bem-feita, nomeadamente em tarefas de calendarização e coordenação de trabalhos a executar. Assim, este processo requer todo um bom planeamento de trabalho que só é possível recorrendo a ferramentas de base de gestão eficazes (Carvalho 2012), nomeadamente aplicação de tecnologias *WebSIG* para organização de dados neste âmbito.

## 2.3 Tecnologias *WebSIG*

No presente capítulo é feita uma descrição do que é uma tecnologia *WebSIG*, mencionando vantagens e desvantagens. Seguirá uma posterior caracterização da evolução dessas tecnologias, dando ênfase a características/capacidades que estas foram adquirindo ao longo dos tempos. E por último será feita uma apresentação das diferentes tecnologias *WebSIG* aplicadas neste estudo.

### 2.3.1 Definição de WebSIG

O termo "WebSIG" refere-se a aplicações que distribuem dados espaciais pelos utilizadores através de um navegador *Web*. Dependendo das capacidades do software utilizado, os utilizadores podem exibir, consultar e analisar dados geográficos através de um interface disponível num navegador *Web*. O conceito WebSIG tornou-se amplamente utilizado tanto por organizações públicas como privadas, porque é uma maneira relativamente barata de divulgação de dados espaciais e funcionalidades básicas de SIG (Bonnici 2005).

Um *WebSIG* é então constituído por cinco elementos chave: um cliente (browser de internet como *Internet Explorer*, *FireFox*, etc.), um servidor *Web* (*IIS*, *Apache*, etc.), uma linguagem de programação compatível, uma base de dados espacial e um servidor de mapas (Gorni *et al.* 2007).

Estes *WebSIGs*, têm evoluído ao longo dos tempos, acompanhando os avanços das tecnologias e por isso cada vez são mais utilizados. Assim, torna-se importante reconhecer as suas vantagens e desvantagens (tabela 1):

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens dos *WebSIG* (Bonnici 2005).

<b>WebSIG</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade para distribuir dados <i>SIG</i> e funcionalidade para um grande público;</li> <li>• Os utilizadores não precisam de comprar o <i>software SIG</i>;</li> <li>• Os utilizadores normalmente não precisam de treino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O tempo de resposta pode ser longo, dependendo de vários fatores tais como a capacidade de conexão, dados de volume de tráfego de rede e da capacidade do processador.</li> </ul>

### 2.3.2 Evolução dos WebSIG

O primeiro mapa a ser apresentado foi na *World Wide Web* através do visualizador de mapas da *Xerox Palo Alto Research Center* (PARC) em 1993, mapa interativo capaz de exibir os rios e as fronteiras nacionais, com possibilidade de alteração da escala, possibilidade de alteração do sistema de projeção e possibilidade de fazer a adição de marcadores (Correia 2012).

Um investigador da Universidade da *Califórnia-Berkeley*, no ano de 1995, estudou e desenvolveu *GRASSLinks*, uma interface *Web* que corria por cima do *GRASS*, um pacote de código aberto SIG originalmente desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (Correia 2012).

Em 1996, surge então o primeiro mapa destinado a consumidores, o *MapQuest*. Bastante utilizado na altura para obter direções, assemelhava-se ao motor de busca mais popular dos dias de hoje, o *Google*. Cada um desses domínios/servidores de mapas era parte daquilo a que o investigador *BYU Brandon Plewe* chamou a 1ª geração na evolução de mapas da *Web*. São caracterizados por protocolos HTML simples e mapas principalmente estáticos (surgiram durante o período de 1993-1999) (Correia 2012).

Uma segunda geração de aplicações de mapeamento *Web* aproveitou-se das tecnologias emergentes na altura, como o *HTML* dinâmico, *Java* e *ActiveX* para produzir novos domínios/servidores de mapas na *Web* com maior interatividade e desempenho. O crescente aumento dos *WebSIG*, conduziu os vendedores de *software SIG* - servidores (tais como *ESRI*, com o *ArcIMS* e o *Web Map* da *Intergraph GeoMedia*), a disponibilizar aos seus clientes, *softwares* que permitiam colocar dados geográficos "online", permitindo assim, uma visualização dinâmica desses mesmos dados, com a disponibilidade de

utilizar algumas ferramentas de análise espacial, desenvolvidas em programação (linguagem *Java*). No entanto pouco sustentáveis e ainda com alguns problemas principalmente na visualização (Correia 2012).

O grande passo que se seguiu no desenvolvimento de mapas na *Web* foi então dado em 2005 e este trouxe melhorias significativas no desempenho destes *softwares*. Uma nova tecnologia chamada *Ajax* (*Asynchronous JavaScript e XML*) destinada a programadores na *Web* permitiu desenvolver domínios que se aproximavam mais de aplicações *desktop* do que as aplicações “clique-e-espera” do passado. Esta linguagem, que incorpora os códigos *JavaScript e XML*, foi desenvolvida para *browsers* tornando as páginas *Web* mais interativas com o utilizador, evitando que a página fosse recarregada a cada interação com o servidor, eliminando assim o tempo de espera e tornando a navegação mais rápida (Correia 2012).

Esta terceira geração de mapas na *Web* foi então caracterizada pelos servidores de mapas que beneficiaram das técnicas de programação *Ajax* — *Google Maps*. Outras empresas de criação de mapas *on-line* rapidamente adotaram esta tecnologia, designadamente a *Yahoo* e o *MapQuest* e o seu resultado foi uma explosão de aplicações de mapeamento personalizadas e a adição de um novo termo para o léxico de mapas na *Web* — *mashup*. Assim, esta geração de mapeamento da *Web* pode ser designada como a geração de *mashup*. A *ESRI* melhorou o seu software para servidor *Web* com a incorporação do *Ajax* nos seus produtos de *ArcGIS Server* (Correia 2012).

Por último, a quarta geração de mapas da *Web* é caracterizada por aplicativos que se aproximam o mais possível da realidade com a utilização de globos 3D. O *Google*, é o pioneiro nesta geração, apresenta a aplicação *Google Earth* que é atualmente o meio mais utilizado e acessível a programadores *Web* (Detwiler 2009). Esta geração procura assim, um maior realismo na representação do mundo através da utilização de visualizadores 3D e ambientes imersivos. Outras das tecnologias populares de visualizadores em 3D incluem *Microsoft Virtual Earth* e o *Nasa World Wind* (Detwiler 2009).

Na Tabela 2 encontram-se enunciados os vários softwares disponíveis que utilizam a quarta geração de mapeamento via Internet:

Tabela 2 - Principais tecnologias WebSIG - 4ª geração (Correia 2011)

Software	Endereço
<b>Software Proprietário</b>	
<i>ArcGIS Server</i>	<a href="http://www.esri.com">http://www.esri.com</a>
<i>GeoMedia WebMap</i>	<a href="http://www.intergraph.com">http://www.intergraph.com</a>
<i>MapXtreme</i>	<a href="http://www.empower.com/pages/products_mapxtreme.html">http://www.empower.com/pages/products_mapxtreme.html</a>
<i>MapGuide</i>	<a href="http://mapguide.osgeo.org">http://mapguide.osgeo.org</a>
<b>Software Livre</b>	
<i>MapServer</i>	<a href="http://mapserver.org">http://mapserver.org</a>
<i>GeoServer</i>	<a href="http://geoserver.org">http://geoserver.org</a>
<i>OpenLayers</i>	<a href="http://openlayers.org">http://openlayers.org</a>
<i>SVG (Scaleable Vector Graphics)</i>	<a href="http://www.adobe.com/svg">http://www.adobe.com/svg</a>
<b>APIs Públicas</b>	
<i>Google Maps</i>	<a href="http://maps.google.com">http://maps.google.com</a>
<i>Yahoo! Maps</i>	<a href="http://maps.yahoo.com">http://maps.yahoo.com</a>
<i>Microsoft Virtual Earth (2D)</i>	<a href="http://www.bing.com/maps">http://www.bing.com/maps</a>
<i>MapQuest OpenAPI</i>	<a href="http://www.mapquest.com">http://www.mapquest.com</a>
<b>Globo Terrestre</b>	
<i>Google Earth</i>	<a href="http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/index.html">http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/index.html</a>
<i>Microsoft Virtual Earth (3D)</i>	<a href="http://www.microsoft.com/download/en/details.aspx?id=6436">http://www.microsoft.com/download/en/details.aspx?id=6436</a>
<i>ArcGIS Explorer</i>	<a href="http://www.esri.com/software/arcgis/explorer/index.html">http://www.esri.com/software/arcgis/explorer/index.html</a>
<i>NASA WorldWind</i>	<a href="http://worldwind.arc.nasa.gov/java">http://worldwind.arc.nasa.gov/java</a>

Em suma, na Figura 6 podemos observar de um modo resumido a evolução das tecnologias *WebSIG* no que toca a Interatividade e Funcionalidade, acompanhando a evolução tecnológica.

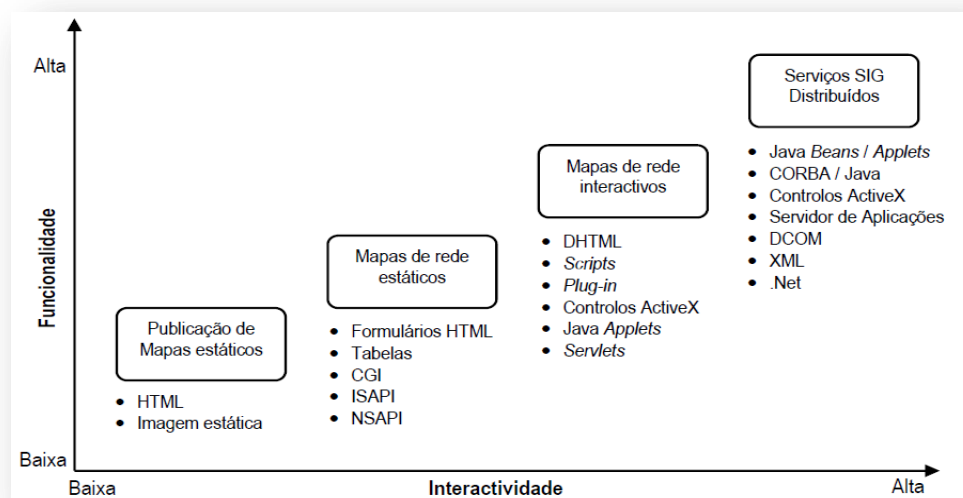


Figura 6 - Evolução dos WebSIG (Peng *et al.* 2003)

### 2.3.3 Oportunidades das tecnologias *WebSIG*

Os *WebSIG* de 4ª geração vieram então revolucionar a partilha de informação nesta área, vieram proporcionar novas oportunidades e novos desafios através da disponibilização completa de um SIG tradicional (*desktop*) pela *Internet* (Correia 2011). Têm-se tornado ferramentas cada vez mais úteis para autoridades por exemplo, na troca e partilha de informação relativa ao planeamento de território, riscos de inundações, gestão da qualidade do ar, rotas para ciclistas e zonas de estacionamento controlado, etc... (Ramos 2009).

Estes *WebSIG* na atualidade deixaram de estar confinados a desempenhar tarefas simples como desenhar e gerir informação e passaram a incorporar características avançadas de análise e processamento de dados devido à sua possibilidade de utilização em aparelhos de computação móvel como *smart phones*, *PDA*s e *GPS* (Curto 2011). No entanto, para este efeito, é preciso serem garantidos os seguintes elementos: o cliente (browser de *internet*), um servidor *Web* (IIS, Apache, etc.), uma linguagem de programação, base de dados e um serviço de mapas (Figura 7) (Gorni *et al.* 2007).

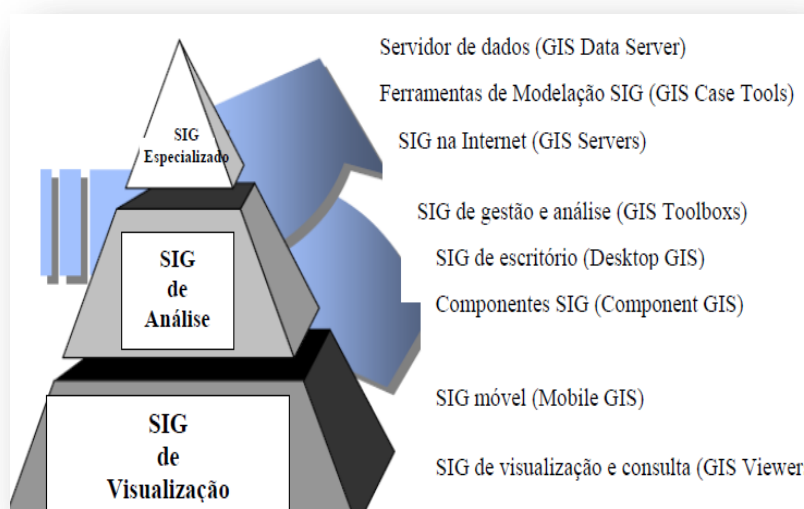


Figura 7 - Tipologias SIG (Riedo 2005).

A evolução destes sistemas com a possibilidade de utilização em aparelhos de computação móvel, está relacionada com o surgimento da *internet* de banda larga, com a tipologia de dados, com os *softwares* desenvolvidos e com os hardwares disponíveis.

### 2.3.4 Aplicações WebSIG na gestão de espaços verdes

Para se poder definir uma melhor tecnologia de *software* para aplicar na gestão de espaços verdes, é necessário primeiramente fazer um levantamento sobre as várias ferramentas disponíveis. Dessas ferramentas destacam-se o *ArcGIS online*, *ArcGIS Explorer* e o *ArcGIS for Microsoft Silverlight* (ESRI) e o Google Earth.

#### **ArcGIS online**

A ferramenta *ArcGIS online* é uma aplicação de mapa na *Web*, maioritariamente destinada a empresas e organizações. O visualizador de mapa do *ArcGIS.com* é gratuito e exige somente um navegador de web e uma conexão à *Internet*. É portanto acessível em qualquer lugar e em qualquer dispositivo eletrónico permitindo assim, um acesso a um conteúdo dinâmico, com autonomia para criar, colaborar e compartilhar dados e aplicações com outros membros da mesma organização ou com o público em geral.

Este visualizador possibilita então uma configuração que engloba:

- Escolher um mapa base,
- Adicionar camadas de dados,
- Configurar janelas *pop-up*,
- Alterar a visualização,
- Guardar os mapas e compartilhá-los com outros ou com grupos específicos.

Os utilizadores através desta plataforma podem criar os seus próprios grupos e convidar outras pessoas para participar e compartilhar o seu conteúdo. A versão móvel do visualizador abre automaticamente em dispositivos *iOS*, *Android* e *Blackberry*, fornecendo ainda uma visualização

aperfeiçoada de mapas da *web* num dispositivo móvel (ESRI 2010).

O *ArcGis Online* possui funcionalidades de *cloud*. A *cloud* e os serviços da *Cloud*<sup>2</sup> são componentes centrais de um sistema *ArcGIS online*. Permitem a integração mais estreita entre o *ArcGIS Desktop* e o *ArcGIS Online* possibilitando um acesso facilitado a coleções de *basemaps* de alta qualidade e serviços SIG *ArcGIS Online* e *ArcGIS Server*. A possibilidade de utilizar o *ArcGIS Desktop* permite assim criar serviços de mapas. Nos servidores SIG da *Cloud*, é facilitada a publicação de mapas, localizadores, globos ou tarefas de geoprocessamento. Assim, os serviços SIG ficam prontos para serem utilizados a partir de qualquer aplicação ou API *ArcGIS*. A implementação do *ArcGIS for Server* torna-se simplificada e pode ser aplicada a *Web Services* da *Amazon* (ESRI 2011a).

Esta plataforma pode ser ainda utilizada através do *upload* e pode-se escolher entre trabalhar com ela de modo privado, com partilha em grupos ou partilha com todos os utilizadores. A sua Integração é melhorada, tendo suporte para *pop-ups*, *bookmarks* e permite mudar *basemaps*, legendas dinâmicas e tem ainda, capacidade de partilha via *SMS*, *Facebook* e *Twitter*.

Todos os recursos SIG, que partilham dados através do *ArcGIS for Desktop* como por exemplo um mapa, um modelo de geoprocessamento, um localizador, etc., têm a capacidade de analisar automaticamente os dados e assegurar o seu conteúdo para as aplicações *web*. A visualização nesta plataforma é gratuita e pode ser configurável para *Flex* e *Silverlight*, ou em aplicações *web* personalizáveis construídas com *ArcGIS APIs for Flex*, *JavaScript* e *Silverlight* (ESRI 2011a).

### ***ArcGis Explorer online***

O *ArcGIS Explorer Online* é uma aplicação *online* que permite explorar e apresentar mapas dentro de um ambiente eficiente e bem estruturado. Além disso, pode criar painéis de mapa e apresentações que contam uma história geográfica, com diferentes áreas de interesse ou destacar assuntos específicos. Os mapas da *web* criados no visualizador de mapa do *ArcGIS.com* podem ser abertos no *ArcGIS Explorer Online*. Porém, esta plataforma exige o *plug-in Silverlight 4* da *Microsoft* e um navegador compatível com o *plug-in Silverlight* (por exemplo, as versões atuais do *Internet Explorer da Microsoft*, do *Google Chrome* no *Microsoft Windows*, ou do *Safari* no *Macintosh OS*). Este visualizador não requer a instalação de nenhum *software ESRI* no computador, pois o aplicativo é executado dentro do navegador da *web* existente (ESRI 2013).

O *ArcGIS Explorer Online* armazena a informação em *ArcGIS Online* o que possibilita o acesso a diferentes conteúdos no portal *ArcGIS Online*, havendo a facilidade de partilha de informação com grupos de trabalho e com diferentes utilizadores, bem como integração de serviços de mapas. Assim, podem transformar-se os dados locais num mapa interativo na *Web*, bem como acrescentar funcionalidades para pesquisa, apresentação de atributos alfanuméricos das *features* espaciais, locais e endereços, de recursos, realização de análises espaciais complexas, bem como a possibilidade de criar *mashups* de forma rápida e fácil. Um aplicativo em *Web JavaScript* está também disponível, permitindo a utilização de serviços *Web*, oriundos de várias fontes integrados assim numa mesma aplicação (Dias 2010).

### ***ArcGIS for Microsoft Silverlight***

Esta *API* é uma nova aposta da *ESRI* para o desenvolvimento de aplicações utilizando o paradigma de Aplicações Ricas para Internet (*RIA*). Este paradigma consiste basicamente na capacidade de oferecer ao utilizador da aplicação características que não poderiam ser obtidas através do desenvolvimento com *HTML*, criando assim, uma aplicação mais relativa às ações e interativa, com uma interface mais agradável e moderna. Outro ponto relevante neste tipo de aplicações é que, ao contrário do processamento estar do lado do servidor, como nas aplicações *Web* tradicionais, o processamento é

---

<sup>2</sup> O *cloud computing* providencia capacidades tecnológicas, mantidas fora das instalações, que são fornecidas a pedido, como os serviços via Internet (ESRI Portugal 2013)

feito quase todo no lado do cliente, obtendo-se assim um ganho de performance na construção da aplicação e na interação com a interface *Web*.

Esta API permite ao programador a capacidade de desenvolvimento com os componentes *Silverlight*, *WPF* e acesso a mapas *ESRI*. Tirando este proveito das funcionalidades como *data grids*, controles deslizantes, painéis, controles de texto, etc. Outro ponto positivo é a possibilidade de combinar serviços *SIG* baseados na *Web* a partir do *ArcGIS Server* e *ArcGIS Online*, bem como utilizar *geocoding* do *Bing Maps* e serviços de rotas. A visualização da informação com esta aplicação necessita da instalação de um *Plug-in Microsoft Silverlight*. Segundo a *ESRI*, o próximo passo a ser dado no desenvolvimento e melhoria desta API é a capacidade de edição via *Web* através do padrão *OGC WFS-T* (Dias 2010).

## Google Earth

O *Google Earth* é uma aplicação desenvolvida pela empresa americana *Google* desenvolvida a partir de um mosaico de imagens satélite obtidas de diversas fontes, imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e *GIS 3D*, criando-se assim um modelo tridimensional do globo terrestre.

Nos dias de hoje há uma grande variedade de “globos virtuais”, com várias características específicas, nomeadamente:

- *Bing Maps*;
- *Google Earth* (lançado em 2005);
- *Dapple Earth Explorer* (lançado em 2006);
- *ESRI ArcGis Explorer* (lançado em 2005);
- *Punt* (lançado em 2005);
- *Erda Imagine Virtual GIS* (lançado em 2005), entre outros.

Autores como Miller *et al.* (2005) citado por Doering e Veletsianos (2008) destacam o *Google Earth*, com maior popularidade e aplicação, tendo também em linha de conta o reduzido custo da sua aquisição.

A plataforma *Google Earth* é uma aplicação que disponibiliza duas versões diferentes, a destacar:

- Versão Plus e Pro - estão acima da versão gratuita, permitem importar pontos do *Excel* ou do *GPS*. O *Google Earth* tem como iniciativa fornecer licenças livres para o ensino básico com o objetivo de incentivar e contribuir para as melhorias nos métodos de ensino.

- Versão Gratuita - é a mais usada e comum, inclui funções e operações básicas, bem como algumas avançadas como é o caso de medir distâncias, criar ficheiros KML (*Keyhole Markup Language*, linguagem usada para arquivos do *Google Earth*) e utiliza ainda um simulador. Tem a possibilidade em produzir mapas bidimensionais e imagens de satélite, aproximando os cibernautas aos mais variados lugares, construções e paisagens do planeta. Atualmente encontram-se disponíveis algumas das grandes cidades, com boa resolução.

Presentemente, já existe uma versão mais evoluída, a *Google Earth Pro*, onde o globo virtual é exibido em 3D e a interatividade passa por uma janela flutuante, tendo ainda a capacidade de importar dados dum Sistema de Informação Geográfica (*SIG*). Quando comparado com o *Google Earth Free*, oferece a possibilidade extra, utilizando as ferramentas avançadas medir linhas, caminhos, polígonos e círculos. Outro aspeto que diferencia a versão *Pro* da versão *Free* do *Google Earth* é a possibilidade de importar diversos formatos de arquivos, dentre os quais *shapefile (SHP)*.

### 3. Material e Metodologia

Neste capítulo pretende-se fazer a identificação do material, a definição e caracterização do local de estudo, assim como, a apresentação do método de trabalho adotado.

#### 3.1 Material

O material utilizado para o desenvolvimento do presente trabalho é descrito em várias tabelas, que identificam e caracterizam os diferentes equipamentos utilizados.

##### Meios Técnicos:

Para a inventariação dos dados de base, inicialmente defini como sendo importante o levantamento de campo através dos seguintes equipamentos GPS/PDA (Tabela 3).

Tabela 3 - Equipamento para levantamento de campo (GPS/PDA).

Equipamento	Marca	Modelo	Software
GPS	<i>Mobile Mapper</i>	<i>120</i>	<i>ArcPAD versão7.0</i>
PDA	<i>HP</i>	<i>iPAQ hw 6500</i>	
PDA	<i>Asus</i>	<i>MyPal A 636</i>	
GPS	<i>Trimble</i>	<i>GeoExplorer XH</i>	<i>TerraSync versão 5.0</i>

Na inventariação dos dados de diâmetro e altura das árvores, utilizei os equipamentos enunciados na tabela 4.

Tabela 4 - Inventariação de dados de base.

Equipamento	Marca	Modelo
Suta digital	<i>Mantax</i>	-
Fita de diâmetros	-	-
Hipsómetro <i>Vertex</i>	<i>HAGLÖF</i>	<i>IV</i>

Os programas utilizados e seus requisitos de instalação encontram-se seguidamente descritos na tabela 5.

Tabela 5- Programas utilizados e requisitos de instalação.

Programa	Requisitos de instalação
<i>ArcGIS – versão 10</i>	-
<i>ArcGis Diagrammer</i>	-
<i>ArcGis Online</i>	-
<i>ArcGis Explorer Online</i>	<i>Silverlight 4 da Microsoft</i>
<i>ArcGis viewer for Silverlight</i>	<i>Silverlight 4 da Microsoft, IIS</i>
<i>Google Earth</i>	.

Para a produção da cartografia em estudo, utilizei o Sistema de Projeção - Datum WGS 84, como descrito na tabela 6.

Tabela 6 - Características do Sistema de Projeção WGS84.

Característica	Designação
Datum Geodésico	WGS 84
Ponto central da Quadrícula Cartográfica	UTM-ED50
<i>Projeção cartográfica</i>	UTM (Universal Transverse Mercator)

Na tabela 7 apresenta-se a base para a produção da informação geográfica utilizada na metodologia de análise espacial para a gestão dos espaços verdes urbanos. Não tendo sido possível fazer o levantamento de campo, da informação de base, sendo necessário então recorrer a fotointerpretação através de ortofotomapa cedido pela Municipia, EM, SA. Para a produção cartográfica, foram também cedidos pela CMOH os dados relativos à arquitetura residencial e espaços verdes urbanos.

Tabela 7 - Informação geográfica de base.

Designação	Produtor	Formato	Resolução	Ano de produção
Ortofotomapa	Municipia, EM, SA	TIF	10m/pixel	2011
Arquiteturas civil Residencial	CM OH	DWG	-	ND
Espaços Verdes Urbanos	CM OH	DWG	-	ND

## 3.2 Metodologia

Para a realização deste estudo, em primeiro lugar, houve a preocupação em definir como base de trabalho a uniformização de uma terminologia adaptada à informação de base de dados. Seguidamente, foi feita a classificação da informação referente aos espaços verdes urbanos. Posteriormente, realizou-se a comparação das aplicações, no sentido de retirar o máximo de proveito das suas características e capacidades para a implementação de um *WebSIG* para apoio à gestão dos espaços verdes urbanos, na cidade de Oliveira do Hospital.

### 3.2.1 Área de Estudo

O município de Oliveira do Hospital localiza-se na Região Centro de Portugal (figura 8), enquadra-se na NUT III Pinhal Interior Norte e pertence ao distrito de Coimbra. Este município confina a norte com os municípios de Nelas e Carregal do Sal, a este com o município de Seia, a oeste com o município de Tábua e a sul com o município de Arganil.

A freguesia de Oliveira do Hospital, sede do Concelho, abrange uma área de 8,77 Km<sup>2</sup>, compreendendo a cidade de Oliveira do Hospital, as povoações de Vendas de Gavinhos, Gavinhos de Baixo, Gavinhos de Cima, Gramaços, uma parte de Catraia de S. Paio e várias quintas. Ergue-se a uma altitude média de 500 metros e faz fronteira com as Freguesias de Bobadela, Lageosa, Lagos da Beira, Nogueira do Cravo, São Paio de Gramaços e Travanca de Lagos.

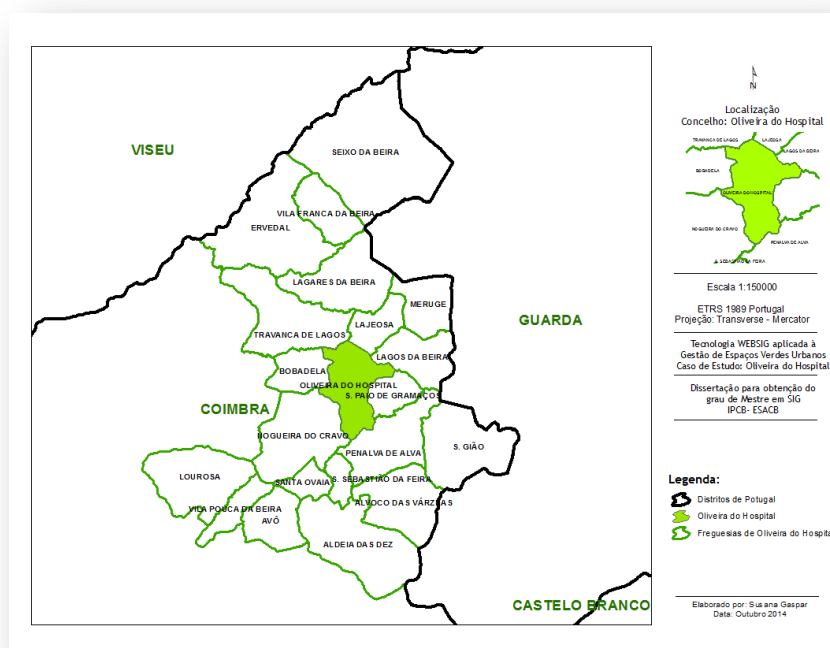


Figura 8 - Localização do Município de Oliveira do Hospital<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Na presente publicação os nomes das freguesias da cidade de Oliveira do Hospital são antes da reorganização administrativa.

O território administrativo do município ocupa uma área de 234,52 Km<sup>2</sup>, dividido por 21 freguesias. Segundo dados do último recenseamento do I.N.E., no ano 2011, residiam no município 20855 habitantes, distribuídos pelo território numa estrutura de povoamento concentrada (Henriques e Lusitano 2013).

Em relação à ocupação do solo na cidade de Oliveira do Hospital, verifica-se que a totalidade de solo urbanizado é de 17,12 km<sup>2</sup>, perfazendo 7,3% do território do município. Ao excluirmos do solo Urbanizado os Espaços de Atividades Económicas, os Espaços Verdes e as áreas de Equipamentos de Utilização Coletiva, o solo urbanizado perfaz um total de 14,81 km<sup>2</sup> (Henriques e Lusitano 2013).

Em Solo Urbanizado, os Espaços de Atividades Económicas perfazem um total de 1,08 km<sup>2</sup>, as áreas de Equipamentos de Utilização coletiva perfazem em um total de 0,20 km<sup>2</sup> e os Espaços Verdes perfazem um total de 1,01 km<sup>2</sup> (Henriques e Lusitano 2013).

Em traços gerais, conclui-se: que o valor global do Solo Urbanizado é de 17,12 km<sup>2</sup> e o valor global dos perímetros urbanos em vigor é de 20,01 km<sup>2</sup>, verificando-se que o Solo Urbanizado perfaz 85,53% dos perímetros urbanos em vigor. Relativamente aos Espaços de Atividades Económicas, os Espaços Verdes e as Áreas de Equipamentos de Utilização Coletiva, a totalidade de solo urbano desce para 17,04 km<sup>2</sup>, ocupando uma percentagem de 7,27 % em relação à área total do município (Henriques e Lusitano 2013).

### 3.2.2 Caracterização da informação de base

Inicialmente tentou-se efetuar um levantamento em campo da informação referente aos Espaços Verdes Urbanos, com o recurso a um equipamento PDA ou GPS para a produção da base de dados geográfica (*personal geodatabase*), desenvolvida anteriormente em *ArcMap* (versão 10). No entanto, esta aplicação veio a revelar-se inadequada a este trabalho, devido à imprecisão dos seus dados, pelo que foi necessário recorrer a fotointerpretação, através do auxílio de um ortofotomapa<sup>4</sup>, como elucidarei mais adiante. Além deste recurso, foi ainda utilizada a informação cedida pela Câmara Municipal de Oliveira do Hospital em formato CAD, composta pela delimitação da arquitetura residencial e os espaços verdes urbanos distintos. Esta padronização e delimitação são da exclusiva responsabilidade da autarquia de Oliveira do Hospital.

Assim, antes de iniciar o processamento dos dados, foi necessário fazer então uma compilação e tratamento da informação, bem como analisar a coerência dos dados de base, provenientes da Câmara Municipal de Oliveira do Hospital, que apresentavam alguma inexatidão. Foram feitas as correcções necessárias no sentido de melhorar a informação disponível e seleccionar apenas a que tinha interesse para este projeto.

No seguimento do que acima foi referido, neste trabalho de fotointerpretação, a prioridade foi realizar a vectorização da informação referente à caracterização das árvores, mobiliário urbano, sinalização, iluminação, arquitectura civil residencial, arruamentos, parques de estacionamento, intervenções, causas de intervenções e espaços verdes urbanos, de acordo com a seguinte classificação:

#### - Árvores

As árvores foram classificadas segundo o seu nome científico e nome vulgar; quanto à sua altura e diâmetro; quanto a possuir ou não caldeira, folhas e flor, tutor, sistema de rega e outras observações consideradas importantes. O nome científico da árvore e o nome vulgar foram obtidos através da análise das folhas, tronco e frutos, critérios descritos por Humphries *et al.* (1992). A altura foi

---

<sup>4</sup> Cedido pela Empresa Municipal, Empresa de Cartografia e Sistemas de Informação, E.M, S.A.

determinada através do auxílio de um Hipsómetro de Medição ultras sónico acoplado a um *Vertex IV* do Fabricante *HAGLÖF*. O diâmetro foi recolhido de um modo padronizado, a 1,30m do solo, vulgarmente definido por DAP (diâmetro à altura do peito), com o auxílio de uma Suta *Mantax* digital e com uma fita de diâmetros (árvores de grande porte). Ainda neste tópico, houve a preocupação de fazer o estudo do crescimento máximo da copa das árvores, com o objetivo de definir as futuras intervenções preventivas. O tutor, a flor e folha eram campos meramente informativos, verificando-se apenas a presença/ausência. A caldeira era uma informação importante para saber se existe espaço para a permeabilização da água no local, visto muitas vezes ser uma característica desprezada, daí a necessidade de verificar a presença/ausência da mesma. O possuir ou não sistema de rega é considerado uma das condições ideais para o seu desenvolvimento e por isso tinha de ser observado e caracterizado: tubagem, electroválvulas e válvulas, aspersores e não tem sistema de rega.

#### **- Mobiliário urbano**

Foi feita uma recolha dos dados relativos à identificação e caracterização do mobiliário urbano, nomeadamente: bancos, recipientes para lixo e pilares. Analisou-se ainda a relação entre a disposição destes no local e a distância deles ao sistema radicular das árvores, considerando relevante a observação do desenvolvimento da árvore e o aparecimento de destruição por mão humana.

#### **- Sinalização Vertical**

Procedeu-se à análise e ao levantamento de dados relativos à sinalização vertical de acordo com o Regulamento de Sinalização do Trânsito (RST - Decreto Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de Outubro, com a redação dada pelos Decretos Regulamentares n.º 41/2002, de 20 de agosto, e n.º 13/2003 de 21 de Junho), diferenciando sinais de trânsito de placas toponímicas, classificando os mesmos quanto à sua designação, assim como ao tipo de material de construção que o compõem, nomeadamente betão, metal, madeira e com/sem informação digital. Além disso, foi sempre anotado aspetos frequentemente desprezados, mas muito importantes, como a proximidade entre a sinalização vertical e a vegetação local, a qual pode dificultar a visualização da informação contida na sinalização, assim como a danificar.

#### **- Iluminação**

Relativamente a este parâmetro, no local caracterizou-se a sua existência, assim como o material que a compõe, se é de madeira, metal ou betão. Além disso, foram anotadas observações relativas à disposição das luminárias vs vegetação arbórea. Desta forma apresentam efeitos mútuos, quer na eficácia das luminárias quer no desenvolvimento das árvores, e consequentemente pode prejudicar os utilizadores dos espaços verdes na cidade de Oliveira do Hospital.

#### **- Arquitetura civil residencial**

Foi feita a caracterização da edificação, distinguindo os dois tipos de arquitectura civil residencial o edificado, em contexto urbano, com valor individual ou de conjunto segundo DGOTDU (2000).

#### **- Arruamentos**

Foi feito o levantamento dos tipos de pavimento da rede viária, relativamente ao material de construção: asfalto, terra, paralelo, cimento, e outro, evidenciando o seu estado de conservação, se era bom, beneficiar, ou a construir, mas também a classificação do tipo de utilização, quer seja do tipo

rodoviário ou pedonal. Uma vez que estes podem limitar e influenciar o normal desenvolvimento do sistema radicular das árvores.

#### **- Parques de Estacionamento**

Foi feito um levantamento relativo a dados dos parques de estacionamento, nomeadamente a sua localização e distribuição em relação à vegetação arbórea. Uma vez que a vegetação arbórea pode ter efeitos negativos, nomeadamente, na danificação dos automóveis, causada pela libertação da seiva. Por outro lado, uma gestão eficaz a este nível permite também a criação de sombra às viaturas estacionadas. Estes dados foram recolhidos meramente a título informativo.

#### **- Intervenções**

A partir da informação recolhida, houve a preocupação de recomendar intervenções futuras e descrever intervenções passadas. Assim esta informação ficará disponível aos utilizadores podendo estes sugerir medidas preventivas a adotar e/ou soluções para alguns destes problemas.

A descrição das intervenções passadas vai facilitar também a consulta sobre as árvores que já foram intervencionadas, disponibilizando essa informação de modo fácil às empresas prestadoras dos serviços. Pois fica registado o tipo de intervenção e também a data, para que possam ser apuradas responsabilidades aquando de alguma situação anómala, ou até para o planeamento de futuras intervenções, mediante as espécies em questão.

Por outro lado nas recomendações de intervenções futuras são identificadas as tarefas necessárias a desenvolver. O técnico de SIG fica assim alertado, podendo preencher e articular os meios necessários para essa intervenção de modo atempado.

Nas intervenções futuras, foram padronizadas medidas de atuação possíveis, que englobam trabalhos de manutenção e conservação, tais como:

- Poda de manutenção, que visam assegurar a sanidade das árvores e a segurança física de pessoas e bens e que foram caracterizadas conforme descrito em 2.2.

- Podas de formação que compreendem a eliminação de pernadas demasiado desenvolvidas e caracterizadas conformem referidos em 2.2.

#### **- Causas de Intervenções**

As causas da intervenção estão relacionadas com as árvores, desta forma o utilizador/ ou morador poderá adquirir uma atitude preventiva, baseada nos seguintes parâmetros:

- Danificação do solo;
- Problemas fitossanitários;
- Risco de queda;
- Interferências às habitações;
- Substituição.

#### **- Espaços verdes**

A partir da informação recolhida nos diferentes espaços verdes urbanos estes foram classificados de acordo com as suas características como:

- Parque Urbano;
- Jardins Patrimoniais;
- Espaços de proximidade;
- Verde de enquadramento;
- Verde integrado no edificado.

### 3.2.3 Desenvolvimento do modelo concetual

A gestão dos espaços verdes urbanos (GEVU) pretende manter a sua informação atualizada e acessível. Para tal foi necessário trabalhar num plano de gestão de dados (figura 9), que posteriormente originarão a ferramenta de trabalho (base de dados).



Figura 9 - Plano de trabalho para a gestão dos espaços verdes urbanos da cidade de Oliveira do Hospital.

Assim, após a aquisição de todos os dados anteriormente referidos foi então desenvolvido um modelo concetual, com toda a informação organizada e estruturada, através do *Software ArcGis diagrammer*.

O modelo diagrama apresentado na figura 10 demonstra esse mesmo modelo concetual.

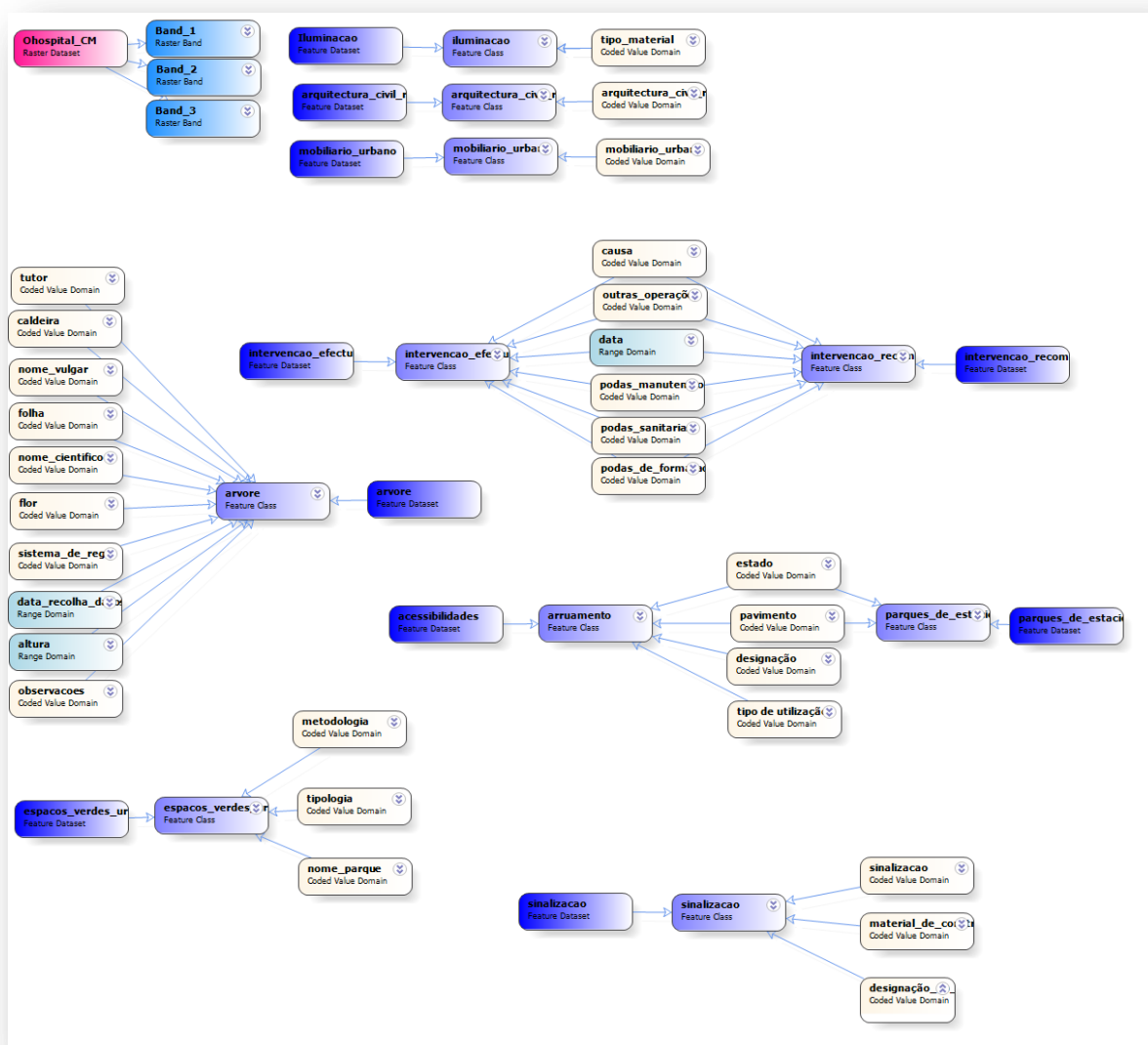


Figura 10 - Modelo de dados ArcGis diagrammer.

### 3.2.4 Desenvolvimento do WebSIG

Após organização de toda a informação adquirida segue-se então a necessidade de criar uma infraestrutura/plataforma livres (*OpenSource*), para a disponibilização de dados de um modo espacial, reconhecendo que a informação deve estar assim acessível, de modo a interagir com a população em geral e técnicos, não descuidando a importância da segurança desses mesmos os dados.

No desenvolvimento da aplicação *WebSIG* para os espaços verdes urbanos, foi tido em linha de conta o seguinte esquema (figura 11).

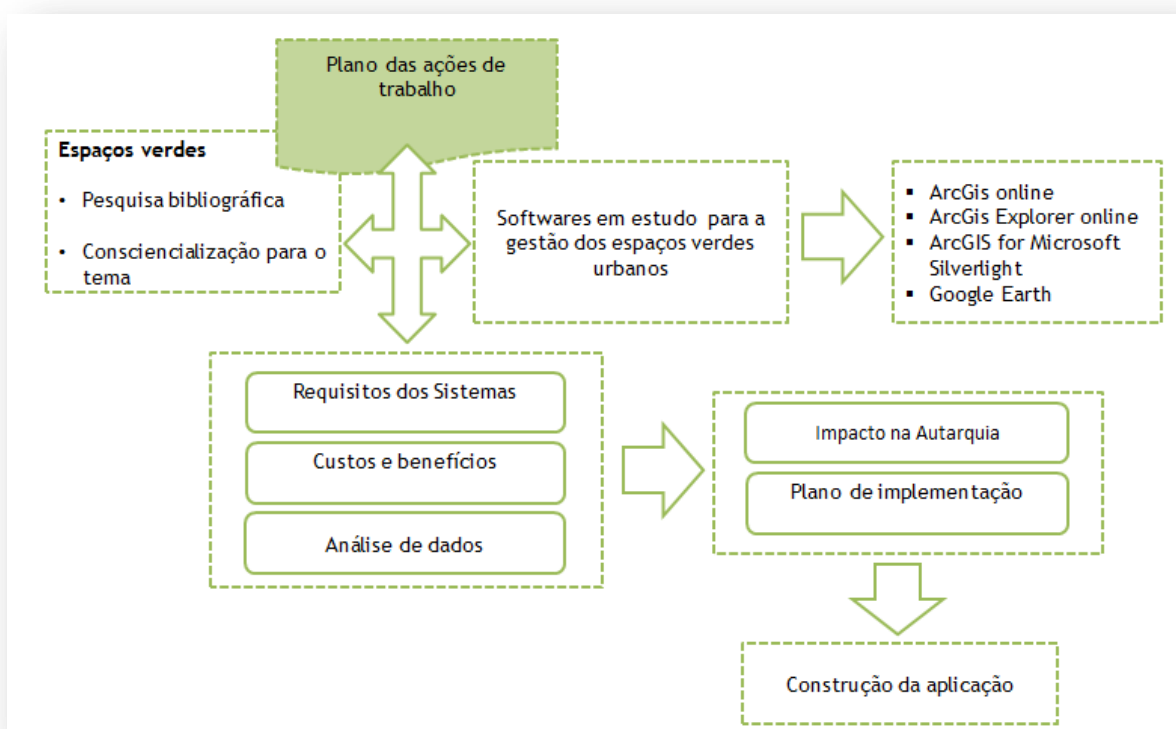


Figura 11 - Plano para a construção da aplicação *WebSIG* para a cidade de Oliveira do Hospital.

Assim, surge o desenvolvimento de um *WebSIG* em que é preciso primeiramente definir quais as nossas necessidades para depois selecionarmos a plataforma que melhor se adequa a apresentação dos nossos dados relativos à gestão dos espaços verdes urbanos na cidade de Oliveira do Hospital. Para tal essa plataforma tem de permitir:

- Procurar mapas e navegar dentro de um mapa;
- Criar novos mapas, adicionar e editar diferentes tipos de conteúdo do mapa;
- Saber mais informações referentes aos mapas adicionados;
- Consultar informação e exportar informação;
- Ligação entre o utilizador e a autarquia;
- Ferramenta de apoio à decisão e gestão de serviços/pessoas;
- Localizar locais, endereços, estudo de proximidades e outras entidades geográficas;
- Medir comprimentos e área da informação dos mapas;
- Interpretar visualmente os dados no mapa;
- Compartilhar o mapa com outras pessoas.

Assim, neste trabalho para a construção do *WebSIG*, optou-se por trabalhar a informação em ambiente *ArcGIS desktop*. Como anteriormente referimos, houve também a preocupação inicial em escolher os *softwares* de estudo de acordo com os dados que tínhamos e seguidamente fomos comparar esses *softwares* entre si para evidenciar as vantagens e desvantagens de cada um.

Na seleção desses *softwares* de estudo tivemos por base a análise de alguns requisitos importantes como:

- Tipo de licença;
- Formatos de dados;
- Funcionalidades;
- Existência de aplicações semelhantes em funcionamento;
- Facilidade de implementação;
- Facilidade de utilização e configuração (figura 12).

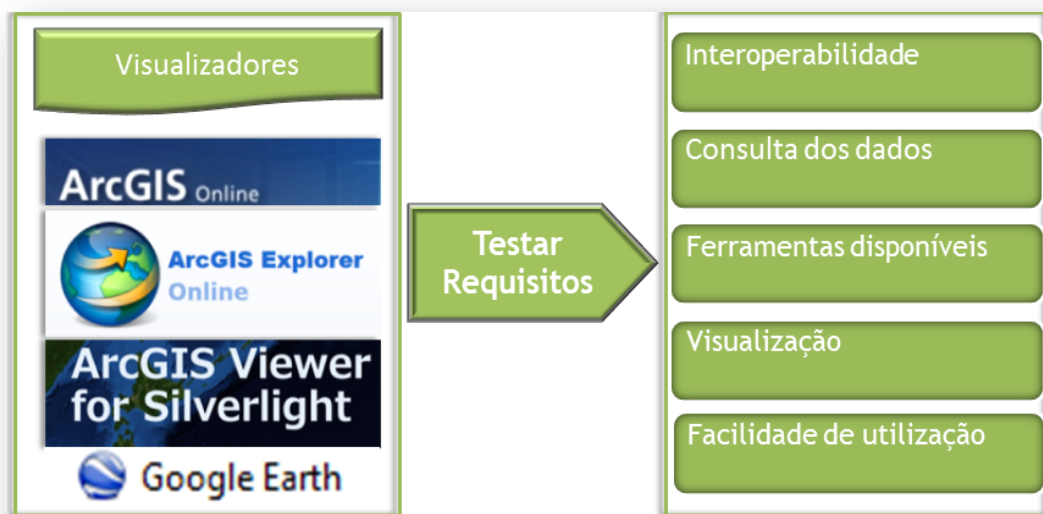


Figura 12 - Requisitos em estudo para cada interface.

Assim, neste trabalho fomos comparar as funcionalidades de quatro visualizadores: *ArcGIS online*, *ArcGIS Explorer online*, *ArcGIS viewer for Silverlight* e *Google Earth* de modo a podermos evidenciar as suas diferentes capacidades dando ênfase ao visualizador mais apelativo, de mais fácil acesso e totalmente capaz de apoiar a gestão dos espaços verdes urbanos em Oliveira do Hospital.

O acesso e a interação, entre as diferentes tecnologias ESRI (*ArcGIS online*, *ArcGIS Explorer online*, *ArcGIS viewer for Silverlight*) foram feitos através da criação de uma conta em *ArcGIS online*. A internet, apresentou-se assim, como o elo entre o *ArcGIS desktop* e o ambiente *online* (*ArcGIS online*). A conta de utilizador da *ESRI*, *ArcGIS online* serve de “cloud” para o armazenamento de dados em diferentes formatos, a introdução dos mesmos varia de acordo com as aplicações selecionadas para este projeto. O formato dos dados adicionados aos *softwares* foram os seguintes:

- *Shapefile* (em formato compactado zip);
- Pacote de Mapas (.mpk);
- Documento ArcMap (.mxd);
- *Keyhole markup language* (KML) ficheiro (.kml, .kmz).

O *ArcGIS online*, foi utilizado como ferramenta de armazenamento de dados, criação de mapas e partilha de informação, com a informação em formato *shapefile* (em formato compactado zip) anteriormente adicionada, tendo como base geográfica imagens aéreas. O *ArcGIS Explorer online*, foi

utilizado com o explorador de dados criados e armazenados em ArcGIS *online* e a informação foi seguidamente explorada e armazenada nas tabelas de base de dados, com ferramentas dinâmicas de consulta.

De modo a potencializar uma das plataformas com ferramentas de análise e geoprocessamento utilizámos também a aplicação *ArcGIS viewer for Silverlight* onde foram desenvolvidas aplicações *Web* guardadas em *ArcGIS online*.

A título comparativo foi ainda utilizada a plataforma em voga, o *Google Earth*, de forma a testar as suas capacidades como um *WebSIG*.

## 4. Resultados e Discussão

Neste capítulo, irão ser apresentados os resultados obtidos relativamente ao desenvolvimento das aplicações. Bem como, será feita uma análise cuidada ao processo de sua implementação. Será feita também uma descrição das funcionalidades das aplicações tanto na ótica do utilizador como da autarquia, apontando seguidamente as suas principais vantagens e desvantagens, nomeadamente na sua aplicação à gestão dos espaços verdes urbanos - com o exemplo aplicado à cidade de Oliveira do Hospital.

Da análise comparativa das plataformas utilizadas neste trabalho, destacamos semelhanças e diferenças entre elas. Assim, todas elas apresentam capacidade de consulta, de adição de dados e criação de mapas com auxílio de diferentes mapas de base, destacando-se porém alguns aspetos diferenciadores, que figuram como vantagens próprias de cada.

A informação de base produzida em *ArcGIS desktop* e a disponibilizar para o *WebSIG* encontra-se disponível na figura 13. Todos os outros mapas produzidos no âmbito deste estudo encontram-se no Anexo C.

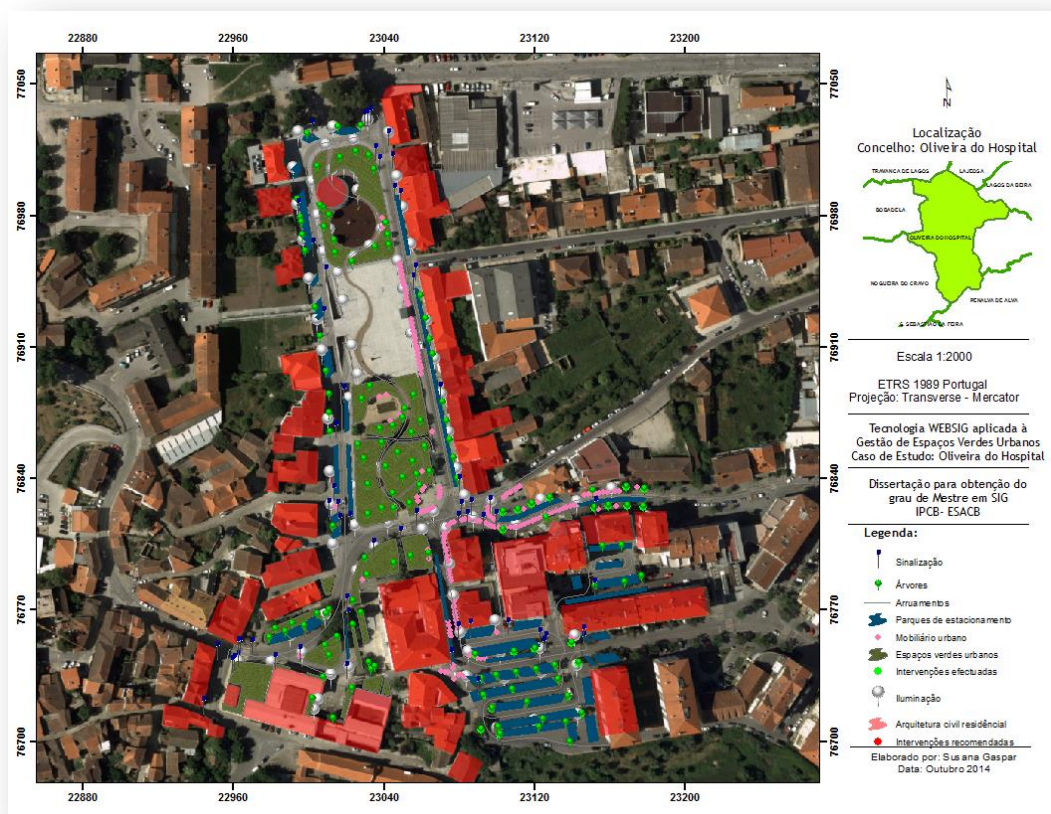


Figura 13 - Área de estudo e informação caracterizada.

A edição dos dados é possível em qualquer visualizador, independente da aplicação, dando a possibilidade aos diferentes sectores da autarquia interagirem numa plataforma única, obtendo-se um trabalho conjunto e que responde às diferentes necessidades. Esta funcionalidade impede assim que a informação se extravie e por outro lado facilita ainda a partilha da mesma.

O *WebSIG* adquire assim, um papel mais ativo no que diz respeito à interação com utilizadores/ou morador.

## 4.1 ArcGIS online

A *ESRI* produziu um SIG que permite disponibilizar a informação através de uma plataforma denominada de *ArcGIS online* que previamente tem de ser trabalhada num software *ArcGIS desktop*. Esta plataforma, devido ao desenvolvimento de um interface, possibilita a troca de informação entre o utilizador/ou morador com outros utilizadores, e/ou simultaneamente entre estes e a autarquia.

Seguidamente enumeram-se enumerar algumas das diferentes vantagens tanto na ótica do utilizador/morador como da autarquia, respetivamente.

### Ótica do utilizador/ou morador

Esta plataforma permite ao utilizador/morador ter uma atitude de prevenção e colaboração com a autarquia, porque lhe é disponibilizada informação local relevante.

A existência de uma camada de informação designada por “solicitações dos utilizadores /ou habitantes” na plataforma permite ao utilizador sugerir diferentes intervenções consoante o problema detetado e o seu grau de gravidade. Um desses problemas, por exemplo, pode ser a colocação de árvores desadequadas ao local, nomeadamente pelo crescimento excessivo da copa. O morador pode então sugerir intervenções através de imagens, mencionando a razão pela qual a pede (figura 14).

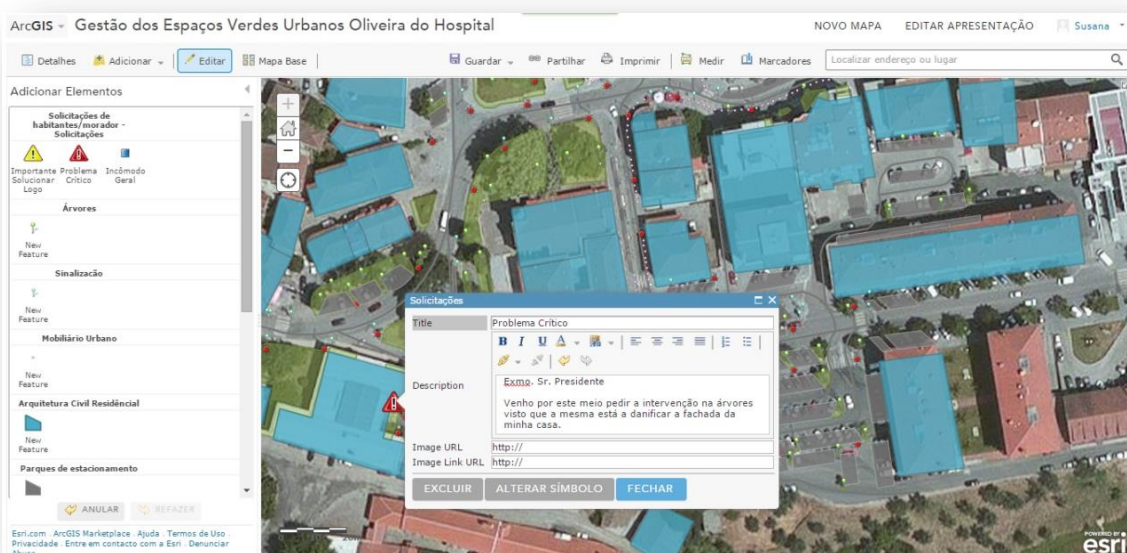


Figura 14 - Interface *ArcGIS online*- preenchimento de formulários pelo utilizador/morador (Identificação de danos).

Outra das razões para solicitação de intervenção por parte do utilizador/morador é a remoção de uma árvore que não se encontra em condições normais de desenvolvimento devido a fatores adversos, como a existência de galhos partidos ou degradação da árvore por ação humana. Com o recurso da

plataforma este pode pedir a intervenção rápida e atempada da autarquia na resolução deste problema, que pode configurar como risco para a população (figura 15).

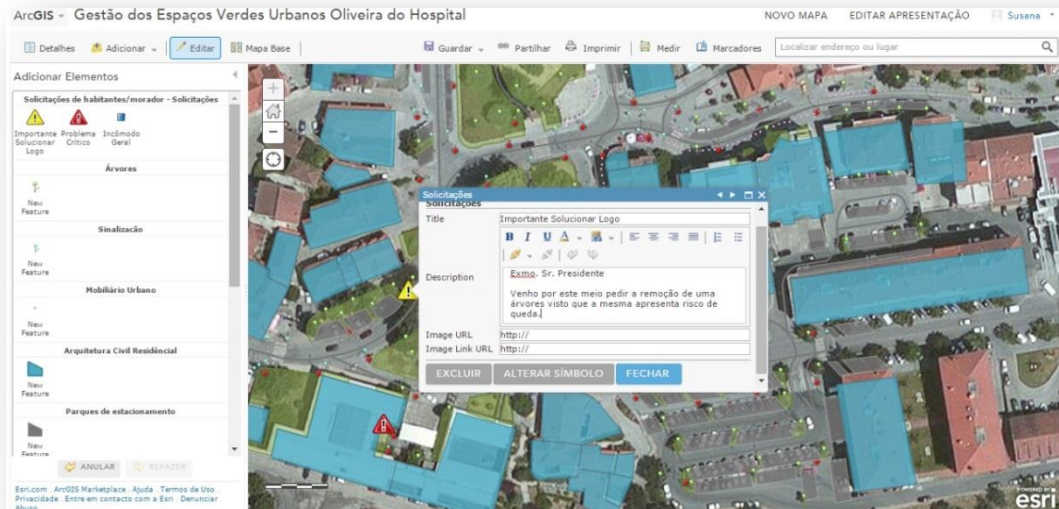


Figura 15 - Interface ArcGIS online- Preenchimento de formulários pelo utilizador/morador (Identificação de riscos).

Outra possibilidade será, por exemplo, em relação à sinalética vertical. Assim, se a vegetação existente estiver a provocar uma má visibilidade aos automobilistas, os mesmos podem pedir intervenção numa determinada árvore (figura 16).

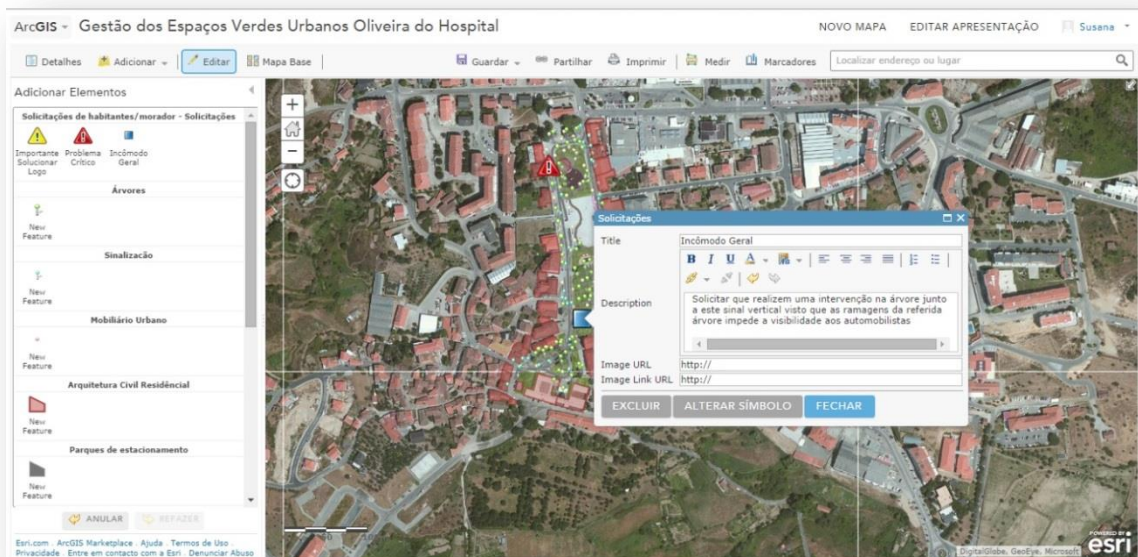


Figura 16 - Interface ArcGIS online - Preenchimento de formulários pelo utilizador/morador (pedido de intervenção).

## Ótica da autarquia

A autarquia, como entidade gestora dos serviços referentes aos espaços verdes, fica com toda a informação integrada e organizada numa única plataforma tendo ainda disponível simultaneamente toda a informação sobre a satisfação do morador pela própria interação deste com a referida plataforma. Isto é, o utilizador, como pode aceder a toda a informação, poderá desenvolver assim um papel mais ativo na própria gestão de espaços verdes urbanos em conjunto com a autarquia.

Um dos estudos que nos despertou maior interesse foi o modo como se faz a colocação de árvores num determinado local, tendo em conta o favorecimento do seu normal desenvolvimento ao longo do tempo. Outrora, esse critério nem sequer era alvo de preocupação, apenas se tinha em linha de conta a parte estética. No entanto, uma deficiente seleção pode conduzir à remoção dessas mesmas árvores por parte das autarquias, devido a um crescimento excessivo em altura e diâmetro da copa o que pode causar danos. Ou seja, recursos financeiros foram utilizados para comprar as árvores e agora, além da sua remoção, estão associados os custos dos danos causados pelo seu crescimento desmedido nos e em locais que não eram os adequados.

Através desta plataforma a autarquia pode vir a estudar e a avaliar quais as espécies arbóreas de vigilância redobrada (Anexo A) que, requerem intervenções mais frequentes e ainda, vigilância redobrada. Testámos esse potencial da plataforma para algumas árvores e podemos observar o resultado na figura 17. Todos os outros mapas produzidos no âmbito deste estudo encontram-se no Anexo B.

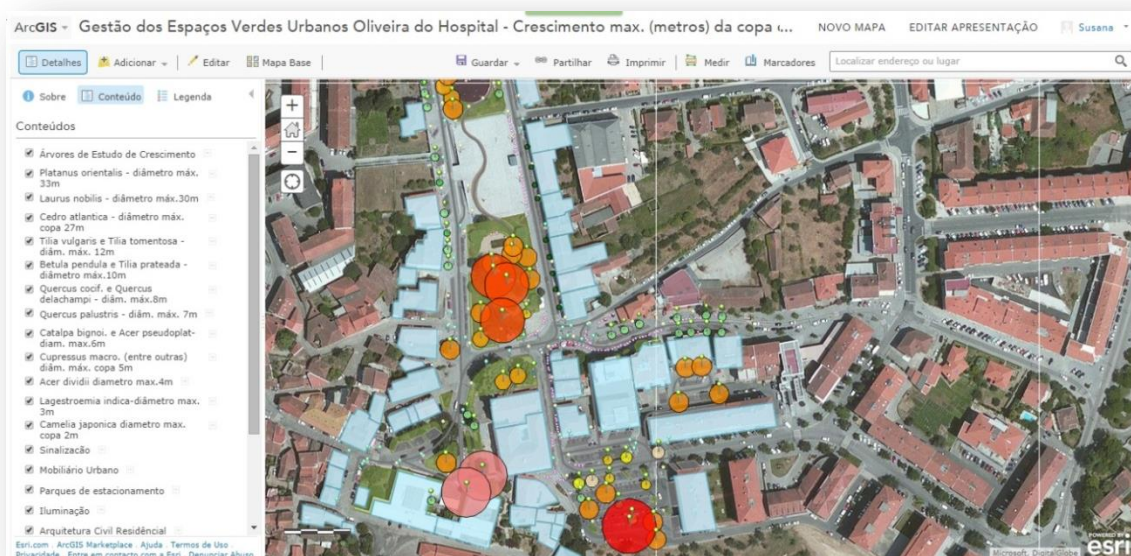


Figura 17 - Interface ArcGIS online - diâmetro máximo das copas.

Em suma, esta plataforma destaca-se pelas seguintes **vantagens** quanto à sua utilização para gestão de espaços verdes urbanos:

- Toda a informação de base fica guardada e quando necessária pode ser alterada para novos e diferentes espaços verdes da cidade de Oliveira do Hospital;
- Promove um meio de armazenamento e partilha de informação, para os diferentes setores internos da autarquia de Oliveira de Hospital, possibilitando a transmissão de informação de um modo transversal;

- Tal como em outras aplicações, o desenvolvimento desta plataforma tem de ser contínuo, disponibilizando o *ArcGIS online* essas funcionalidades. A apresentação de conteúdos do *WebSIG* (figura 18), desta forma, tem a disponibilidade de apresentar o desenvolvimento de estudos relativos a intervenções preconizadas para a autarquia, de forma simples e interativa.



Figura 18 - Interface *ArcGIS online* - funcionalidade de apresentação de conteúdos.

Relativamente a **desvantagens**:

- A aplicação tem um espaço de alojamento de informação muito reduzido, pois apenas põe ao dispor do utilizador numa (versão gratuita) 2GB (*Gigabyte*) de capacidade de armazenamento, com algumas limitações de espaço;
- Não possui até à presente data, ferramentas de análise e de geoprocessamento de dados, quando comparada com o *ArcGIS viewer for Silverlight*;
- Assim como, o visualizador, na minha opinião poderia ter um interface mais dinâmico, visto que o *ArcGIS Explorer online*, já apresenta esta facilidade.

## 4.2 *ArcGis Explorer Online*

O *ArcGIS Explorer Online* pretende ser um explorador de dados, com capacidades de imagem bastante apelativas, com recurso à instalação de um *plug-in* o *microsoft Silverlight*, que torna assim esta aplicação mais leve.

Esta plataforma exhibe um carácter visual apelativo, com legenda composta e com simbologia tridimensional animada. Essa informação porém tem a possibilidade de ser ocultada, de modo a obter-se um maior campo de visão (figura 19), tornando-se assim um visualizador dinâmico e intuitivo, com janelas deslizantes e organizado no que se refere à visualização de informação.

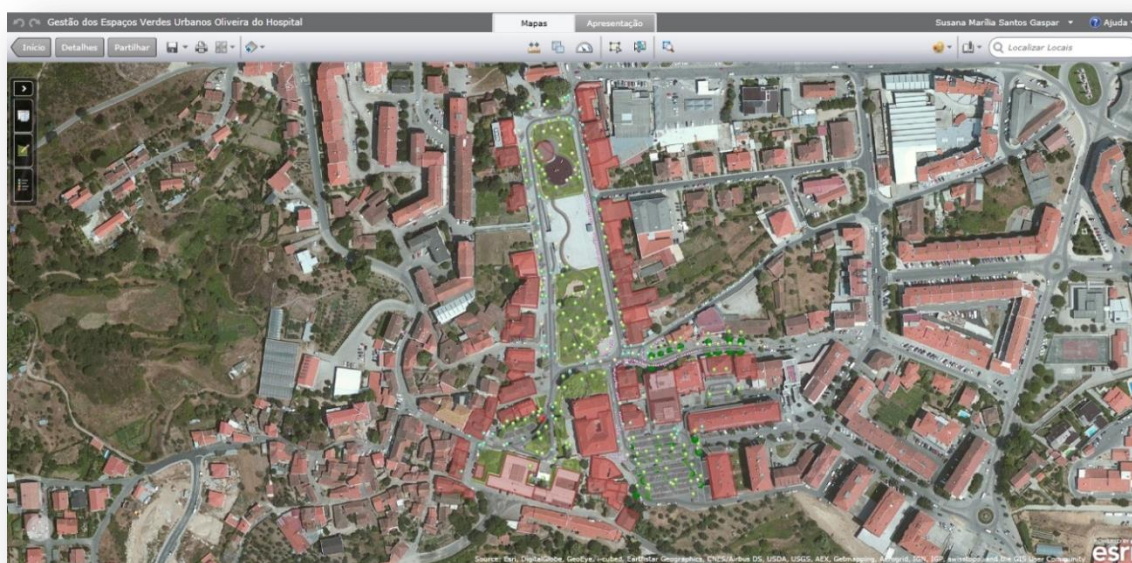


Figura 19 - Interface *ArcGIS Explorer online* - área de visualização de mapas.

Acresce também a facilidade em se poder fazer consultas aos conteúdos disponíveis em cada mapa, consultas estas que podem ser guardadas pelo utilizador de modo a permitir fácil observação de dados, assim como para o administrador (autarquia). A diminuição da repetição de tarefas torna esta plataforma bastante disponível para qualquer utilizador de *ArcGIS Explorer online*.

#### **Ótica do utilizador/ou morador:**

A consulta à tabela de base de dados das árvores é um ponto alto desta plataforma, pois apresenta um painel lateral que mostra o resultado da consulta (figura 20). Esta tabela disponibiliza dados numéricos que facilitam operações relacionadas com consultas.

Exemplificam-se alguns dos estudos realizados:

- Mediante a selecção da informação na zona de estudo, apresenta-se neste painel o diâmetro do tronco das árvores, maior ou igual a 1cm, apresentando o resultado de forma sequencial.
- A altura máxima de cada espécie de árvore numa determinada zona de selecção.
- Mediante uma zona de selecção quais as árvores mais baixas e de menor diâmetro.



Figura 20 - Interface ArcGIS Explorer online - consultas.

Quando uma consulta é executada, esses recursos são exibidos no mapa e também numa lista no painel dos resultados da consulta à direita do mapa, conforme exemplificado na figura 20.

### Óptica da autarquia:

A plataforma possibilita a realização de apresentações “online” sobre esta temática, criando um interface dinâmico entre a plataforma e os trabalhos executados (figura 21).

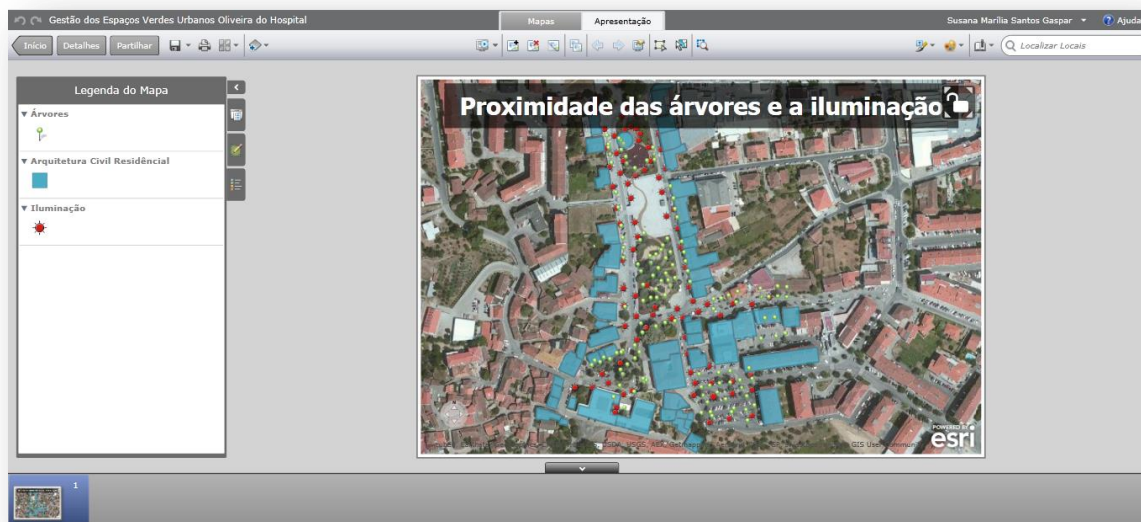


Figura 21 - Interface ArcGIS Explorer online - exposição de informação.

Outra das vantagens que esta plataforma tem e também existente nas outras é a partilha de dados quer dentro da autarquia, quer com outras autarquias/instituições.

A autarquia tem diferentes instituições ligadas à manutenção dos espaços verdes urbanos, tais como a ARCIAL- Associação para Recuperação de Crianças Inadaptadas do Concelho de Oliveira do Hospital, as empresas Beira Jardins - Manutenção de Jardins, Lda., Árvores e Pessoas - gestão da árvore no espaço urbano, Lda. e Caule- Associação Florestal da Beira Serra. Desta forma, a apresentação é ainda mais dinâmica que noutros visualizadores, com a facilidade de ser acessível em qualquer computador com acesso à *internet*.

Outra das facilidades é a edição por parte de outros especialistas da autarquia, obtendo-se uma plataforma mais rica, com a introdução de informação nova e pertinente para esta temática. Do mesmo modo, um estudo para a gestão dos recursos humanos e financeiros torna-se ainda mais facilitado, pois trabalhar sobre uma base de dados com toda a informação oferece maior possibilidade de planear e apresentar futuras intervenções com controlo de custos associados.

Em suma, esta plataforma destaca-se pelas seguintes **vantagens** quanto à sua utilização para gestão de espaços verdes urbanos:

- Elevada capacidade de consulta da informação e a apresentação dos mapas criados;
- Consultas com um caráter apelativo, que possibilita a comparação de diferentes consultas, sendo as mesmas apresentadas de forma intuitiva em painéis laterais.

Relativamente a **desvantagens**:

- Esta plataforma, necessita a criação de serviços através do *ArcGIS Server*, ou utilizando a informação alojada em *ArcGIS online* e com uma subscrição do *ArcGIS Online*. O *ArcGIS Explorer online*, apresenta uma ferramenta disponível para a realização consultas (*Querys*) e a possibilidade de guardar as mesmas, mas só possível utilizando um *feature service*, que é gerado quando se utiliza um servidor, como por exemplo o um servidor exemplo disso: *ArcGIS Server*. Este *ArcGIS Server* por sua vez apresenta custos para o utilizador;

- Necessita para seu funcionamento que o utilizador possua instalado no seu equipamento (computador) o *software Microsoft Silverlight*.

### 4.3 ArcGIS viewer para o Silverlight

Esta tecnologia junta a tecnologia *ESRI* e *Microsoft Silverlight*, podendo ser customizado, mediante as necessidades do utilizador, sendo a aplicação mais utilizada para programadores.

Esta *API* permite criar aplicações rápidas e leves para a *Internet* e pode ser facilmente programada, ajustando cada visualizador às necessidades dos gestores e utilizadores, de acordo com as condições de trabalho.

Em Dezembro de 2013, foi lançada uma nova versão do *ArcGis Viewer for Silverlight* e *ArcGIS API para o Silverlight* que é a mais recente aplicação, sendo escolhida para o desenvolvimento das ferramentas de análise. A equipa da *ESRI* desenvolveu esta tecnologia de modo a melhorar as funcionalidades e sobretudo a qualidade do produto "*web application*", armazenado num local (*URL*) no *ArcGIS viewer* para o *Silverlight*, podendo esta aplicação ser incorporada no conteúdo em *ArcGIS online* e programada de acordo com as necessidades do utilizador.

Esta aplicação coloca ao dispor do utilizador ferramentas de geoprocessamento (figura 22), que nenhuma das outras aplicações tem ao seu dispor, como é o caso das bacias de visão, calcular limites de proximidade (*buffer*) e cálculo de rotas. Estas são ferramentas com diferentes aplicabilidades, mas sobretudo úteis na tomada de decisão.

Tais ferramentas favorecem diferentes estudos, beneficiando quer a autarquia /construtor da aplicação, quer os diferentes utilizadores, como por exemplo as seguintes:

- A análise do crescimento da copa das árvores é possível através da ferramenta calcular limites de proximidade (*buffer*), prevendo atempadamente intervenções frequentes a essas árvores.
- A análise da rota /ou caminho para a deslocação é possível através da ferramenta, cálculo de rotas, compartilhando esse acesso de forma a informar as empresas de prestação de serviços, da necessidade da deslocação e dos locais a interencionar.
- A ferramenta da bacia de visão possibilita ao utilizador observar quais as zonas visíveis e não visíveis, a partir de um determinado ponto, dando a possibilidade de escolha de uma zona com melhor paisagem.

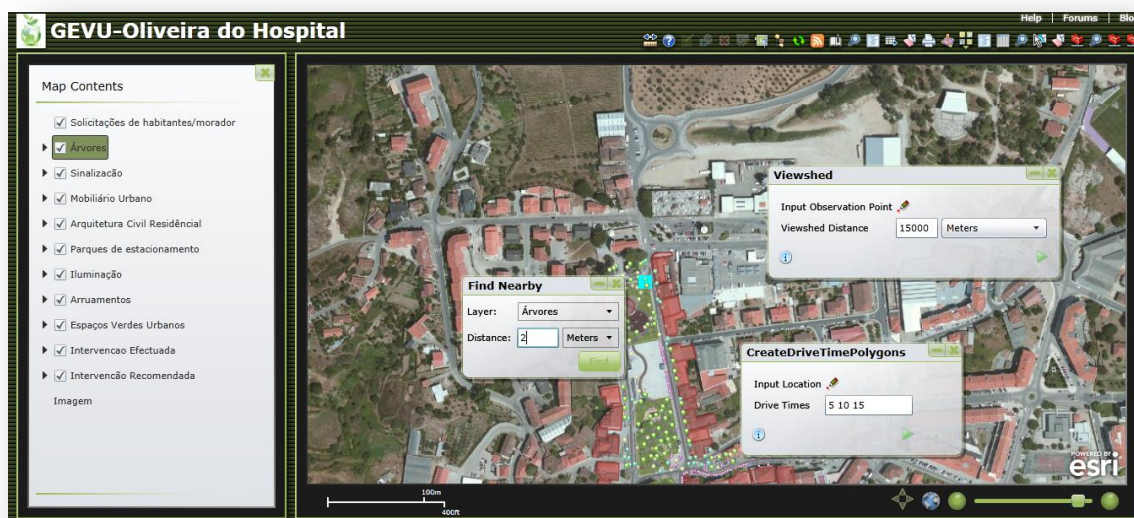


Figura 22 - Interface ArcGis viewer for Silverlight - ferramentas de geoprocessamento.

Outra vantagem consiste na facilidade de alterar a configuração do *layout* do visualizador (figura 23), de modo a configurar ao gosto e preferência da autarquia, permitindo serviços mais personalizados.



Figura 23 - Interface ArcGIS viewer for Silverlight - configuração do visualizador.

No que diz respeito a ferramentas de consulta, temos disponível a tabela de base de dados podendo assim selecionar a informação pretendida e identifica-la de imediato no mapa, através da ferramenta "filter by map extent" (figura 24).

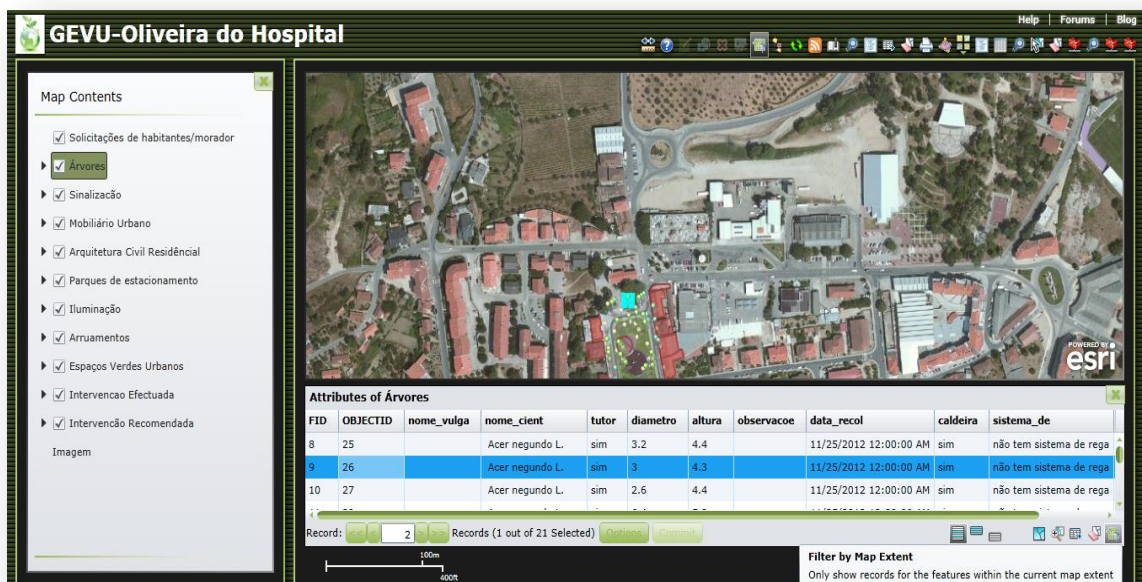


Figura 24 - Interface ArcGIS viewer for Silverlight - consulta de informação.

### Na ótica do utilizador /ou morador

A aplicação ArcGIS API for Microsoft Silverlight apresenta possibilidade de mobilidade, através das novas tecnologias, tais como tecnologias Windows Phone, pois cada vez mais utilizamos telemóveis com

funcionalidade avançadas (*smartphones*) para diferentes fins e tarefas, onde a componente geográfica tem uma forte presença.

### Na ótica da autarquia

O *Silverlight Viewer*, construído sobre *API* do *ArcGIS* para o *Silverlight*, inclui um construtor de aplicativo que permite aos utilizadores configurar e implementar aplicativos de mapas da *Web* e personalizá-los para o presente trabalho. Esta interface é favorável para o construtor da aplicação, pois apresenta-se como um meio simples de interação com os utilizadores.

Este aplicativo pode ser partilhado através do *ArcGIS Online*, através do caminho (*URL*) criado a partir de um servidor *Web*, tendo neste caso utilizado o *IIS* para clientes *Microsoft*.

Esta aplicação é a solução ideal para implementar em organizações, disponibilizando um conjunto de funcionalidades *SIG*. Este é o visualizador *web* configurável de última geração para *ArcGIS Server* e para os serviços do *ArcGIS Online*, que permite gerir e partilhar informações na *web*. A construção desta aplicação para o desenvolvimento do presente trabalho foi efectuada sem recurso a programação. No entanto se pretendermos uma aplicação mais desenvolvida, terá que se recorrer a programação para alargar o leque das ferramentas que vão ao encontro das necessidades do construtor da aplicação.

Em suma, esta plataforma destaca-se pelas seguintes **vantagens** quanto à sua utilização para gestão de espaços verdes urbanos:

- Possibilita a criação de um *template* de acordo com o gosto pessoal do construtor, criando assim, aplicações *web*, a disponibilizar no *ArcGIS online*;
- Facilidade de ser visível em qualquer equipamento móvel com recurso a *internet*, devido à sua capacidade de mobilidade, chegando facilmente a qualquer utilizador;
- Possibilidade de ter ao dispor ferramentas de análise e geoprocessamento de dados.

#### Relativamente a **desvantagens**:

- Para o seu funcionamento necessita que o utilizador possua instalado no seu equipamento (computador) o *software Microsoft Silverlight*;
- Necessita de um servidor;
- Esta aplicação para obter maior número de funcionalidades necessita de conhecimentos de programação, que para pessoas fora da área, torna-se difícil a criação de códigos para desenvolver ferramentas de análise e geoprocessamento.

## 4.4 Google Earth

Ao longo do tempo, o *Google Earth* tem vindo a aproximar-se de um *WebSIG*, tendo-se transformado num visualizador de referência. Esta ferramenta de trabalho auxilia diferentes áreas devido à grande variedade de informação disponível, ou seja, a informação geográfica é contextualizada e a compreensão por parte dos utilizadores é mais facilitada do que anteriormente com mapas estáticos. O *Google Earth* ultrapassa o que é designado por um modelo tridimensional do globo terrestre, com algumas ferramentas que auxiliam a compreensão dos mapas. Esta compreensão é facilitada com a existência das seguintes ferramentas disponíveis: indicadores de local (*mashups*), a sobreposição de imagem, a escolha da camada a visualizar, os caminhos, modelos e polígonos, a possibilidade de realizações cartográficas, as bibliotecas associadas, a importação de dados de *GPS*, a facilidade de partilha e difusão de informação na *internet* (*blogs* e *twitter*).

Esta aplicação apresenta vantagens de visualização que mais nenhuma plataforma desenvolveu, tal como a visualização em três dimensões, com ferramentas que têm vindo a ser melhoradas e incorporadas na nova versão do *Google Earth Pro* (avaliada em licença temporária <sup>5</sup>). Podemos observar a qualidade de visualização do local (imagem do parque da cidade de Oliveira do Hospital), com a capacidade de edição de vídeo, edição de fotos, publicação na *web*, etc.

A ferramenta “Vista de Rua” (*street viewer*) no *Google Earth* (figura 25) possibilita aos utilizadores a movimentação de uma paisagem real de um modo virtual, deixando antever o enorme potencial desta ferramenta.

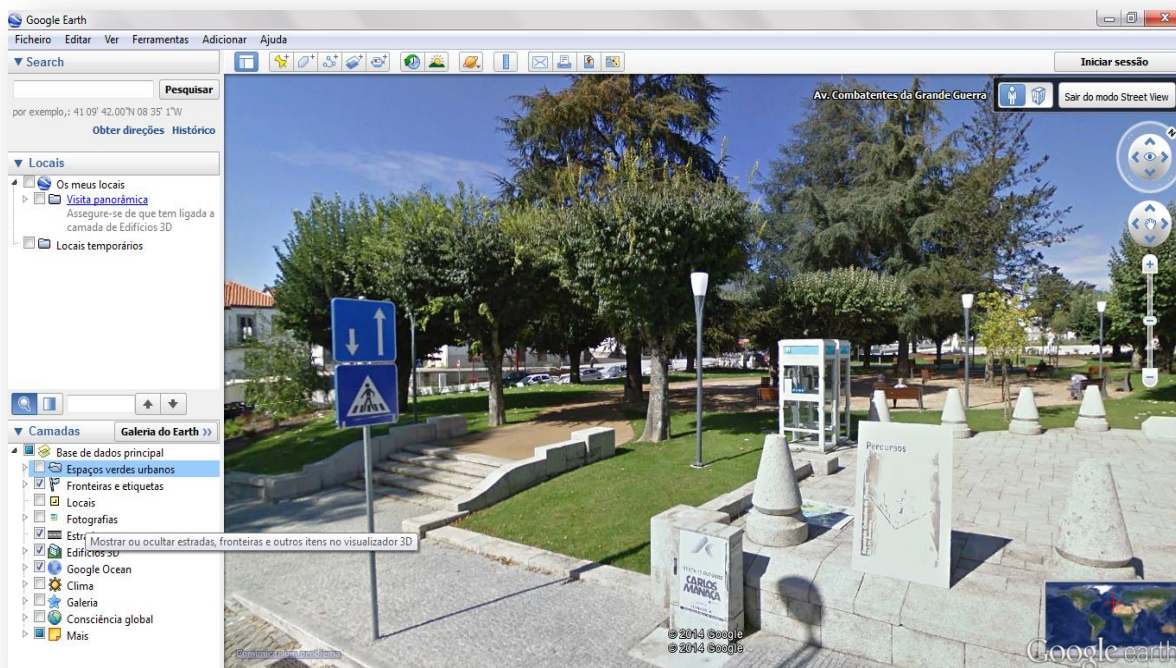


Figura 25 - Interface *Google Earth* versão *Pro* - vista da rua do visualizador.

Esta plataforma está a desenvolver-se cada vez mais, mas a nível de funcionalidades para este projeto não apresenta as características definidas como fundamentais, pois a nível de consultas só é possível através do comando “*identify*” (figura 26).

<sup>5</sup> Licença temporária de utilização do *Google Earth Pro* de 1 semana.

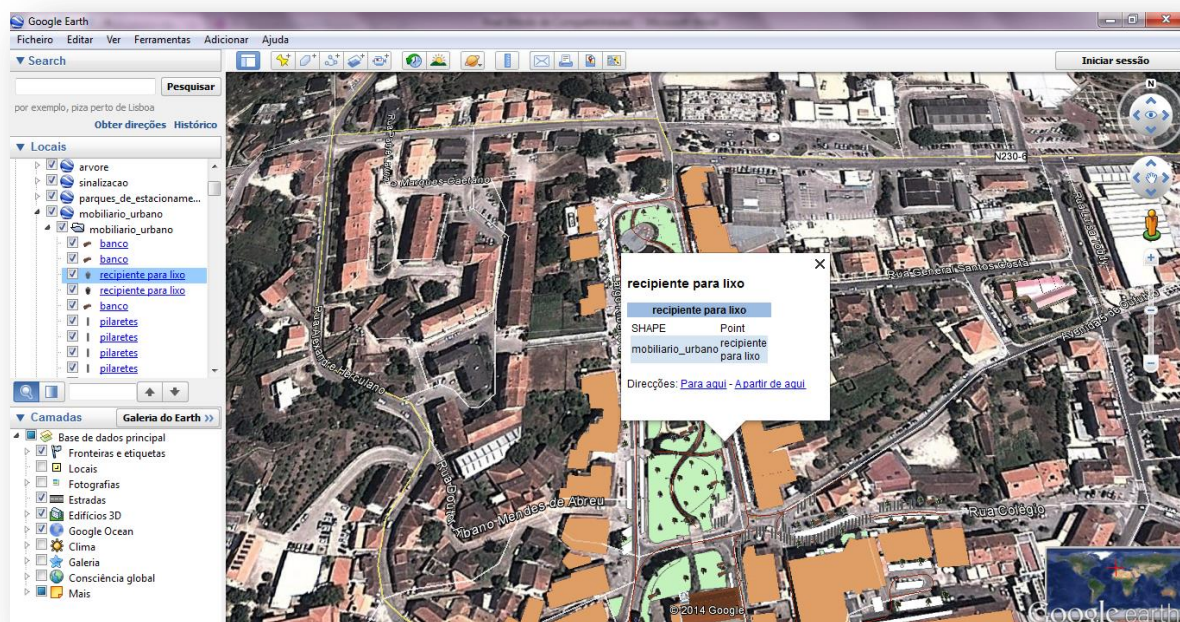


Figura 26 - Interface Google Earth - consulta da informação de base.

Desta forma, podemos consultar a informação referente ao mobiliário urbano e verificar que mobiliária aparece naquele local, promovendo uma interação *online* do utilizador/ ou morador com as condicionantes desse local.

Na ótica do utilizador/ou morador esta plataforma é apenas vista como uma ferramenta de partilha de informação.

Este visualizador na ótica da autarquia, não apresenta capacidade para se desenvolver como um WebSIG, pois não apresenta as ferramentas de análise e as de consulta são bastante incipientes.

Em suma, esta plataforma destaca-se pelas seguintes **vantagens** quanto à sua utilização para gestão de espaços verdes urbanos:

- Disponibiliza um interface amigável, de fácil interação com o público em geral, e a mesma é gratuita;
- Apresenta uma capacidade de visualização em 3D, ou seja, esta ferramenta apresenta uma vista tridimensional de qualquer lugar.

Relativamente às **desvantagens**:

- Plataforma que limita a expansão desta tecnologia geoespacial, nomeadamente pela ausência de ferramentas de análise, exploração de dados e reduzida capacidade cartográfica.

## 4.5 Comparação das aplicações em estudo

De modo a facilitar a comparação das funcionalidades disponíveis entre cada aplicação, desenvolvemos a tabela 8.

Tabela 8- Funcionalidades de cada aplicação.

Funcionalidade do Visualizador	ArcGis Online	ArcGis Explorer online	ArcGis viewer for silverlight	Google Earth
<b>Download</b> requisitos	X	X	X	X
Navegação	X	X	X	X
Zoom Area	X	X		X
Pan	X	X	X	X
Zoom extensão completa		X	X	X
Zoom ao retângulo	X	X		
Zoom da informação selecionada	X			X
Marcadores	X	X		X
<b>Seleção</b>				
Limpar selecção	X		X	
Modo de selecção de conjunto			X	
<b>Medição</b>				
Medir distâncias	X	X		X
Informação das coordenadas	X	X	X	
Alteração das unidades de medição	X	X		
Visualização das unidades de medição	X	X		X
<b>Estudo de proximidade</b>				
Crear área de proximidade			X	
Selecionar informação na área de proximidade			X	
<b>Consultas</b>				
visualizar atributos		X		
Localizar o recurso da consulta		X		
Criar consulta personalizada		X		
<b>Apresentação</b>				
Típos de mapas	X	X	X	X
Copiar a imagem do mapa	X		X	X
Guardar a imagem do mapa	X		X	X
Impressão	X		X	X
<b>Diversos</b>				
Guardar configurações	X		X	
Carregar configurações	X		X	
Definir preferências	X			
Ajuda	X	X	X	X
Identificar	X		X	
Alteração da Simbologia	X	X	X	
Editar	X	X	X	
Partilha	X	X	X	X

## 5. Conclusões

De uma forma geral, creio que os objetivos propostos para este trabalho foram alcançados.

A utilização de uma tecnologia *WebSIG* vai ser útil à Câmara Municipal de Oliveira do Hospital, na inventariação de meios humanos e recursos para uma cuidada gestão dos espaços verdes urbanos, diminuindo a repetição de tarefas e fazendo um aproveitamento eficiente dos recursos técnicos e financeiros para esta área.

A terminologia utilizada na caracterização da informação contida na base de dados foi definida para auxiliar a autarquia, visto que até à data novas tecnologias da informação não se encontram implementadas.

Daí a importância na implementação deste trabalho, com a utilização de aplicações e ferramentas *SIG*, possibilitando a interação das diferentes entidades e a partilha da informação de modo transversal, falando assim a mesma linguagem, com a uniformização do vocabulário dos dados.

Além disso todas as aplicações testadas comungam da mesma informação inicial, isto porque todas estas tecnologias têm acesso a uma conta *ESRI*, onde fica alojada a informação.

Todas as tecnologias neste estudo apresentaram facilidade de interação e vão ao encontro das funcionalidades identificadas, inicialmente, como fundamentais.

Tendo em conta que são aplicações, verificamos ainda que estas estão expostas a evolução diária, adquirindo constantemente novas capacidades. No entanto, devido a essa mesma evolução tecnológica, elas acabam por se distinguir entre si quando aplicadas a um caso concreto.

A plataforma *ArcGIS online* é intuitiva e auxilia na iteração dos utilizadores com a autarquia, mas muito estanque na parte de visualização e consulta, funcionando como um local de armazenamento de dados, aplicações e serviços.

O *ArcGIS Explorer online* é caracterizado por ser muito intuitivo e bastante apelativo visualmente. Detém capacidades mais avançadas relativamente ao aspeto visual de interação da autarquia com os utilizadores. As consultas são apresentadas em forma de painel, o que facilita na comparação de dados e é útil na apresentação de resultados.

O *ArcGIS viewer for Silverlight* destaca-se por sua vez, como tendo capacidades mais evoluídas, como é o caso da disponibilização de ferramentas de geoprocessamento e possibilidade de desenvolver outras ferramentas através de customização. Esta plataforma é aquela que tem maior componente de mobilidade, através das novas tecnologias de comunicação, tais com as tecnologias *Windows Phone*, que favorecem tanto o utilizador como o criador da plataforma.

Por último, o visualizador do programa *Google Earth* apesar de bastante desenvolvido para a visualização, através da aplicação do modelo tridimensional do globo terrestre (capacidade esta que nenhum dos outros visualizadores desenvolveu até à data), não integra porém ferramentas necessárias para a gestão dos espaços verdes urbanos.

Na minha perspetiva, para obter um *WebSIG* de excelência o ideal seria ter a conjugação das vantagens de todas as plataformas em estudo, aproximando-se o *ArcGIS online*, como tecnologia de eleição, pela interação com as outras aplicações da *ESRI*.

Relativamente à segurança dos dados, é de destacar que o *ArcGIS Online* inclui ferramentas e definições que permitem ao administrador não só personalizar a página inicial, como também administrar a sua organização como um todo. Isto inclui configurar *WebSIG*, convidar utilizadores e determinar os seus níveis de acesso, gerir conteúdo e grupos, e definir uma política de segurança.

## 5.1 Limitações

Seguidamente serão apontadas algumas limitações encontradas nas várias plataformas aquando da sua utilização neste trabalho.

- **ArcGIS Online**

A utilização de dados, exportados do *ArcGIS* em *KML*, facilitou a visualização no ambiente *Google Earth*, possibilitando a visualização da simbologia em *3D* anteriormente selecionada em ambiente *ArcGIS v.10*. Adicionar essa informação ao *ArcGIS online* não foi possível devido ao bug (Bug NIM-078767)<sup>6</sup> (ESRI 2012b).

Os pacotes de dados (*Packages*) criados e carregado para o *ArcGIS Online* não podem ser adicionados aos mapas *web* do *ArcGIS Online*, podem ser partilhados por diferentes utilizadores. Para tornar os pacotes de dados (*.mpk*) disponíveis para aplicações *web*, tais como o *ArcGIS Explorer Online* e *ArcGIS* para *IOS*, tem que se adicionar como serviços de mapas utilizando *ArcGIS Server*.

Algumas das limitações identificadas passam por: não suportar os formatos de compressão diferentes do ficheiro *.zip* e o formato *shapefile* com elementos não podem ser adicionadas ao mapa.

- **ArcGIS Explorer online**

É possível visualizar, não só a representação cartográfica dos dados como ter acesso a toda a informação que foi previamente associada a esses dados, com exceção dos ficheiros associados a esses dados nos diversos formatos (*PDF, JPG, PNG, etc*). Ou seja, as ferramentas *ArcGIS* não possibilitam o acesso a hiperligações a partir dos dados. Para se conseguir ter acesso a essa função é necessário programar de forma a incluir esses ficheiros numa janela específica (*pop-up*).

Possibilita ainda ao utilizador aceder à informação e cada objeto estar associado a uma imagem. Para tal é preciso que as mesmas estejam disponíveis num *URL*, aproximando o utilizador da localização real desse objeto (figura 27).

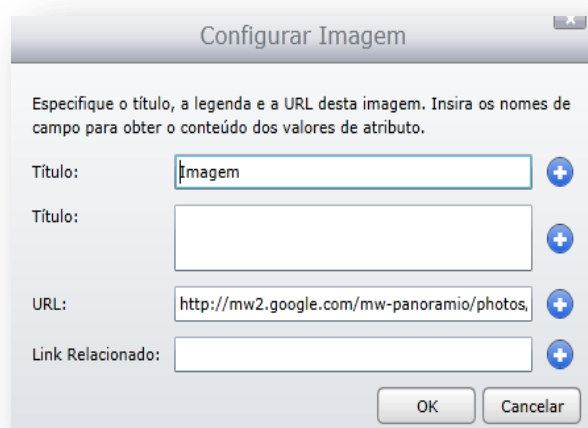


Figura 27 - Aplicação *ArcGIS Explorer online* configuração de imagem.

<sup>6</sup> “*ArcGIS for SharePoint 2.1.1 and Silverlight Viewer 1.0.0.808 do not show KML inside Web map but show layer in map contents*” (ESRI 2012b).

- ***ArcGIS viewer para o Silverlight***

Das tecnologias abordadas, a aplicação *ArcGIS viewer para o Silverlight* é de todas as aplicações aquela que apresenta maior potencial para ser customizada, de modo a melhorar o visualizador com ferramentas de análise e geoprocessamento. No entanto será necessária a programação dessas ferramentas.

- ***Google Earth***

O *Google Earth* quando comparado com as diferentes plataformas aplicadas neste estudo, não desempenha as principais funcionalidades de análise e consulta de dados.

## 5.2 Perspetivas Futuras

Para o futuro era ideal a ESRI, implementar todas as vantagens das diferentes plataformas em estudo numa única plataforma de acesso livre, visto que cada uma apresenta funcionalidades vantajosas que as destacam.

A partilha de informação é uma das questões mais relevantes para o bom funcionamento de uma organização, empresa /ou autarquia. Desta forma, as aplicações SIG são um método para o armazenamento de dados e partilha da informação bastante útil. Assim a Câmara Municipal de Oliveira do Hospital pode aproveitar o presente trabalho desenvolvido como ferramenta de apoio à elaboração de diversos mapas temáticos, assim como suporte para aplicações internas onde à necessidade de localização, caracterização e interligação de elementos.

É de salientar, que este trabalho deve ser exaustivo e contínuo e como tal, é importante por parte das autarquias criarem um gabinete de SIG, destinado a desenvolver trabalho neste campo. Este gabinete traria melhorias na uniformização dos dados e sua partilha, diminuindo tarefas de repetição por parte de diferentes setores e ainda melhor divulgação da informação geográfica produzida durante todo o processo de análise, assim como a partilha de todas as ações realizadas e a inventariação de ações futuras no âmbito da gestão e manutenção dos espaços verdes urbanos da cidade.

Como, cada vez mais os municípios têm orçamentos apertados, o desenvolvimento de um SIG pode ter custos de implementação, no entanto o retorno pode ser rápido pelas razões anteriormente apontadas.

Relativamente ao trabalho agora feito, este poderá ser aproveitado e aplicado a análises aos restantes espaços verdes existentes, de forma a estimar as necessidades locais. Um objetivo futuro poderá passar por detetar as intervenções prioritárias relativas à gestão dos espaços verdes, tomando medidas preventivas e melhorando assim a gestão dos recursos tanto humanos, como financeiros neste âmbito.

## Referências Bibliográficas

### Bibliografia citada:

Afonso, C.S.P.V, 2008. *Infra-Estrutura de dados Espaciais nos Municípios. Contributo para a definição de um modelo de implementação*. Tese (Mestrado). Universidade Nova de Lisboa.

Afonso, C., Afonso, M. Barbosa, S., Carvalho, J. e Ferreira, N., 2010. *Caso de estudo de implementação de um SIG com tecnologias de código aberto Câmara Municipal de Tavira* [online] Disponível a partir de: [http://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIIDE10/ID474\\_Caso\\_de\\_estudo\\_de\\_implementacao\\_de\\_um\\_SIG\\_com\\_tecnologias\\_de\\_codigo\\_aberto\\_na\\_Camara\\_Municipal\\_de\\_Tavira.pdf](http://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIIDE10/ID474_Caso_de_estudo_de_implementacao_de_um_SIG_com_tecnologias_de_codigo_aberto_na_Camara_Municipal_de_Tavira.pdf) [consultado a 29 de Setembro 2014].

Almeida, S., 2007. *Proposta de um modelo para a disseminação da informação geográfica nas autarquias locais*. Tese (Mestrado). Universidade do Minho.

APFC, 2010. *Associação de Produtores Florestais do concelho de Coruche e limítrofes* [online] Disponível a partir de: <http://www.apfc.pt/areas.php?aID=52> [consultado a 25 de novembro de 2013].

Ballester-Olmos, J. F., e Carrasco, A.A. (2001). *Normas para la clasificación de los espacios verdes*. Valencia: Universidade Politécnica de Valencia.

Barriguinha, A. F., (2008). *ECO@GRO DIGITAL Uma ferramenta WebSIG de apoio na consultadoria e gestão agro-florestal*. Tese (Mestrado). Universidade Nova de Lisboa.

Bonnici, A. M., 2005. *Web GIS Software Comparison Framework*. [online]. Disponível a partir de: [http://www.webgisdev.com/webgis\\_framework.pdf](http://www.webgisdev.com/webgis_framework.pdf) [consultado a 17 de novembro de 2013].

Cabral, F.C. e Telles, G.R., 2005. *A Árvore em Portugal*. Lisboa: Assírio e Alvim.

Carvalho, J.P., 2009. *A Árvore no Espaço Urbano*. IV Jornadas do Ambiente: CMVPA.

Castro, J.R., Baptista, M.V., Pinto, N.D. e Carreto, M., 2007. *Plano Estratégico para o Espaço Público – Matriz Geral. Divisão de Estudos e Projetos*. Câmara Municipal de Lisboa. In Teixeira, F.S., (2011) *Desenho do Espaço Público Urbano – Perspetivas Sócio Espaciais*. Tese (Mestrado). Instituto Superior de Agronomia. Lisboa

Correia, J.S., 2011. *Concepção e implementação de um WebSIG no Parque Nacional da Gorongosa usando Software de código aberto e livre*. Tese (Mestrado). Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Cortez, N. (2007). *Sub-sistema Solo*. In: M. R. Magalhães, M. M. Abreu, N. Cortez, & M., ed. *Estrutura Ecológica da Paisagem*. Conceitos e delimitação - escalas regional e municipal.

Lisboa: Isa Press.(pp. 52-69)."

Cunha, S. M. 2009. *O SIG ao serviço do ordenamento do território: Modelo de implementação*. Trabalho de Projecto aplicado ao Município de Felgueira. Tese (Mestrado). Faculdade de letras. Universidade do Porto.

Curto, J., 2011. *Os webSIG no ensino da geografia no 3º ciclo: Estudo de cas*. Tese (Mestrado). Universidade Aberta: Lisboa

Detwiler, J., e Dutton, J., 2009. *Evolution of Web Mapping Technology* [online]. Disponível a partir de: [https://www.e-education.psu.edu/geog863/resources/l3\\_p3.html](https://www.e-education.psu.edu/geog863/resources/l3_p3.html) [consultado a 20 de novembro de 2013].

DGOTDU, 2000. *Vocabulário do Ordenamento do Território*. Direcção Geral do Ordenamento do território e desenvolvimento urbano: Novagráfica do Cartaxo, Lda.

Dias, F.A.S., 2010. *Uma Aplicação WEBGIS para a Participação Pública no Âmbito do Projeto MARGOV*. Tese (Mestrado). Universidade de Lisboa.

ESRI Portugal, 2011a. *ArcGIS 10.1* [online]. Disponível a partir de: [http://www.esriportugal.pt/solucoes/arcgis\\_10-1/funcionalidades](http://www.esriportugal.pt/solucoes/arcgis_10-1/funcionalidades) [consultado a 3 de janeiro de 2013].

ESRI Portugal, 2013. *SIG na Cloud* [online]. Disponível a partir de: <http://www.esriportugal.pt/para-comecar/novos-desenvolvimentos/tecnologia/sig-na-cloud> [consultado a 20 de Setembro de 2014].

Estradas de Portugal. 2012. *Segurança rodoviária* [online]. Disponível a partir de: <http://www.estradasdeportugal.pt/index.php/en/areas-de-atuacao/seguranca-rodoviaria/183-inicio> [consultado a 10 de janeiro de 2013].

Fabião, A., 2006. *As Podas em Árvores Ornamentais: como e porquê?* Câmara Municipal de Odivelas. Lisboa.

Fadigas, L.S., 1993. *A Natureza na Cidade. Uma perspectiva para a sua integração no tecido urbano*. Tese (Doutoramento). Faculdade de Arquitectura de Lisboa.

Falcón, A., 2007 *Espacios Verdes Para Una Ciudad Sostenible*. Barcelona:GG.

Faria, N.A.S., 2006. *Suporte à edição cooperativa de Informação Geográfica em ambiente Web*. Tese (Mestrado). Escola de Engenharia da Universidade do Minho.

Ferreira, M. J., 1984. *Evolução das Zonas Verdes do Bairro de Olivais Sul*. Relatório. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Gis Insider, 2013. *ArcGIS Online - is it the future?* [online]. Disponível a partir de: <http://gisinsider.wordpress.com/2013/05/23/arcgis-online-is-it-the-future/> [consultado a 20 de março 2013].

Gorni, D., Giannotti, M., Knopik, A., Brito, P., Rodrigue, M., 2007. *Open source web GIS Sistema de Informação Geográfica de Expedições*. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, ed. 21-26 abril 2007. São Paulo: Universidade de São Paulo, p. 3953-3960.

Henriques, C.D. Silva, J.C., e Tenedório, J.A., 2003. *Municípios, Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica*. GEOINOVA, 7, 201-219.

Humphries, C.J., Press, J.R., Sutton, D.A., 2005. *Árvores de Portugal e Europa*. Fapas: Planeta das Árvores.

IGESPAR, 2014. *Instituto de Gestão do Património Arquitetónico e Arquitetónico* [online]. Disponível a partir de: <http://www.igespar.pt> [consultado a 27 de novembro de 2012].

Isidro, E. M., 2009. *Metodologia de Caracterização e Classificação de jardins Públicos de Interesse Patrimonial*. Relatório. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Machado, V.C.P., 2010. *Representação Espacial de Dados de Contaminação por Arsénio*. Tese (Mestrado). Universidade do Porto.

Martin, D., 1996. *Geographic Information Systems - Socioeconomic applications*. Routledge, 2<sup>o</sup> edition.

Pereira, M.P.R., 2011. *Espaços Verdes Urbanos*. Tese (Mestrado). Universidade Técnica de Lisboa.

Quercus, 2012. *Árvore na Cidade* [online]. Grupo Anti Arboricida. Disponível a partir de: <http://antiarboricida.wordpress.com/> [consultado a 27 de novembro de 2012].

Ramos, A. M., 2009. *Disponibilização de Informação Geográfica na Administração da Região Hidrográfica do Alentejo usando WEBSERVICES: WFS sobre GeoServer*. Tese (Mestrado). Universidade Nova de Lisboa

Rego, J.L.E.S., 1984. *Tipologias de Espaços Exteriores de Lisboa*. Relatório. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

RIEDO, M., 2005. *Technologie des SIG: Typologie et connaissance des logiciels de SIG*, Laboratoire de Système d' Information Géographique, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Décembre 2005 Lausanne, [URL: [http://lasig.epfl.ch/enseignement/cours/tig/Presentation\\_ArcGis.pdf](http://lasig.epfl.ch/enseignement/cours/tig/Presentation_ArcGis.pdf)] [consultado a 20 de março 2013].

Saraiva, L. M., 2008. *Análise da Segunda fase do Parque dos Poetas e apresentação de dois Jardins Temáticos*. Relatório de Fim de Curso de Arquitectura Paisagista. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.

## Bibliografia consultada:

Arboles Gigantes, 2012. *ABEDUL (bétula pendula) [online]*. Disponível a partir de: <http://www.arbolesgigantesmaipu.cl/arboles2.html> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Aronoff, S., 1989. *Geographical information system: a management perspective*. WDL publications

Árvores da minha rua, 2006. *Bordo (Acer negundo) [online]*. Disponível a partir de: <http://arvoresdaminhrua.blogspot.pt/2006/12/bordo-acer-negundo.html> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Árvores de Portugal, 2009. *A árvore certa para o local apropriado. [online]*. Disponível a partir de: <http://www.arvoresdeportugal.net/2009/10/a-arvore-certa-para-o-local-adequado/> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Árvores de Portugal, 2010. *O Plátano de Portalegre [online]*. Disponível a partir de: <http://www.arvoresdeportugal.net/2010/07/o-platano-de-portalegre/#comments> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Batista, S., 2012. *Inovação em Sistemas de Informação [online]*. Disponível a partir de: <http://blog.sandrobatisa.com/tag/arcgis-online/> [consultado a 1 de janeiro de 2013].

Blog ESRI Portugal, 2011b. *Novas formas de partilhar facilmente os seus dados com a comunidade ArcGIS [online]*. Disponível a partir de: <http://www.esriportugal.pt/blog/?p=334> [consultado a 2 de janeiro de 2013].

Câmara Municipal de Guimarães, 2012. *Levantamento Arbóreo-Arbustivo [online]*. Disponível a partir de: [http://www.cm-guimaraes.pt/files/1/documentos/magnolia\\_soulangeana.pdf](http://www.cm-guimaraes.pt/files/1/documentos/magnolia_soulangeana.pdf) [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Carvalho, J.P.F., 2009. *A Árvore no Espaço Urbano*. IV Jornadas do Ambiente: CMVPA.

Cortez, N., 2007. *Subsistema Solo*. In M. R. Magalhães, M. M. Abreu, N. Cortez, e M. Lousa, *Estrutura Ecológica da Paisagem. Conceitos e delimitação - escala regional e municipal* (pp. 52-69). Lisboa: Isa Press.

Dangermond, J. 1990. *How to Cope with Geographical Information Systems in Your Organization*. Kluwer Academic: GIS for Urban and Regional Planning.

Dias com Árvore, 2006. *Os nomes das árvores- Liquidâmbar [online]*. Disponível a partir de: <http://dias-com-arvores.blogspot.pt/2006/12/os-nomes-das-rvores-liquidmbar.html> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Dias, F.A.S., 2010. *Uma aplicação WEBGIS para a participação pública no âmbito do projeto MARGOV*. Tese (Mestrado). Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

ESRI Espanha, 2003. *ESRI-es.com [online]*. Disponível a partir de: <http://www.esri-es.com/index.asp?pagina=285> [consultado a 27 de novembro de 2012].

ESRI Portugal, 2010. *EUE 2010 - Silverlight [online]*. Disponível a partir de: <http://www.youtube.com/watch?v=zDR0xqJerw> [consultado a 3 de janeiro de 2013].

ESRI, 2009. *2009 ESRI International User Conference [online]*. Disponível a partir de: <http://events.esri.com/uc/Qanda/index.cfm?fuseaction=answer&conferenceId=2a8e2713-1422-2418-7f20bb7c186b5b83&questionId=2565> [consultado a 3 de janeiro de 2013].

ESRI, 2011d. *ArcUser [online]*. Disponível a partir de: <http://www.esri.com/news/arcuser/0911/share-and-document-maps-with-map-packages.html> [consultado a 2 de janeiro de 2013].

ESRI, 2012a. *ArcGIS Resource Center - ArcGIS API for Silverlight [online]*. Disponível a partir de: [http://help.arcgis.com/en/webapi/silverlight/help/index.html#/Introduction\\_to\\_web\\_maps/016600000m7000000/](http://help.arcgis.com/en/webapi/silverlight/help/index.html#/Introduction_to_web_maps/016600000m7000000/) [consultado a 4 de janeiro de 2013].

ESRI, 2012b. *Support [online]*. Disponível a partir de: <http://support.esri.com/en/bugs/nimbus/TklNMDc4NzY3> [consultado a 4 de janeiro de 2013].

ESRI, 2012c. *ArcGIS Resources - Forums [online]*. Disponível a partir de: <http://forums.arcgis.com/threads/60464-Query-in-ArcGIS-online> [consultado a 2 de janeiro de 2013].

Galliers, R., 1987. *Information Analysis: Selected Readings*. Addison-Wesley.

Gonçalves F., Gonçalves F., Torres L., Leite P., Monteiro P., Neto R., 2009. *Localização de espécimes na planta topográfica dos jardins*. Relatório. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Humphries, C.J., Press, J.R., Sutton, D.A., 2005. *Árvores de Portugal e Europa*. Fapas: Planeta das Árvores.

Infojardim, 2002. *Catalpa, Catalpa Americana [online]*. Disponível a partir de: <http://fichas.infojardim.com/arboles/catalpa-bignonioides-catalpa-americana.htm> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Jones, R.H., Chappelka, A.H. e West, D.H., 1996. *Use of Plastic Shelters for Low-Cost Establishment of Street Trees*. *Southern Journal of Applied Forestry*, 20 (2), 85-89.

Julião, R., 1999. Geografia, Informação e Sociedade. *GEOINOVA - Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional*, Vol (nº0), (pp 95-108)

Lobo, M. C., 1990. *Normas urbanísticas - Princípios e conceitos fundamentais, Princípios e Conceitos Fundamentais: DGOTDU*, Vol. I.

Mata do Buçaco, 2001. *Abies alba [online]*. Disponível a partir de: <http://www.asterisco.com.pt/bucaco/flora/outras.html> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Mata do Buçaco, 2001. *Pinus nigra [online]*. Disponível a partir de: <http://www.asterisco.com.pt/bucaco/flora/pinusnigra.html> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Mata do Buçaco, 2001. *Pseudotsuga menziesii [online]*. Disponível a partir de: <http://www.asterisco.com.pt/bucaco/flora/pseudotsugamenziesii.html> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

O meu jardim, 2010. *Camélia Japónica [online]*. Disponível a partir de: <http://omeujardim.com/plantas/camelia-japonica> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Câmara Municipal de Coimbra, 2012. *Árvores e arbustos [online]*. Disponível a partir de: <http://www.cm-coimbra.pt/pnatureza/elemento.php?id=2> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Plantas de Chaves, 2009. *Olaia (Cercis siliquastrum L.) [online]*. Disponível a partir de: <http://plantasdechaves.blogspot.pt/2010/04/olaia-cercis-siliquastrum-l.html> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Quercus Ambiente, 2006. *Azereiro, uma relíquia do terciário [online]*. Disponível a partir de: <http://jornal.quercus.pt/scid/subquercus/defaultarticleViewOne.asp?categorySiteID=377&articleSiteID=1683> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Quercus Ambiente, 2006. *Carvalho-alvarinho [online]*. Disponível a partir de: <http://jornal.quercus.pt/scid/subquercus/defaultarticleViewOne.asp?categorySiteID=377&articleSiteID=1128> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Quercus, 2012. *Árvore na Cidade [online]*. Grupo Anti Arboricida. Disponível a partir de: <http://antiarboricida.wordpress.com/> [consultado a 27 de novembro de 2012].

Rego, J.L.E.S., 1984. *Tipologias de Espaços Exteriores de Lisboa*. Relatório. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Secretaria do Meio Ambiente, 2012. *Arborização de calçadas [online]*. Disponível a partir de: [http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio\\_ambiente/arquivos/agenda\\_verde/cartilha\\_arborizacao.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/arquivos/agenda_verde/cartilha_arborizacao.pdf) [consultado a 19 de dezembro de 2012].

Silva, F.A.S., 2008. *Sistemas de Informação Geográfica na Internet aplicados ao turismo na natureza dos Açores*. Tese (Mestrado). Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade de Lisboa.

Silva, L.M., Tristany, M.N.G. e Robles, L.A., 2001. *Utilização de sistemas de informação geográfica na gestão de espaços verdes*. VII Encontro de Sistemas de Informação Geográfica: Instituto Superior de Agronomia.

Viveros Roque, 2012. *Cupressus arizonica [online]*. Disponível a partir de: <http://www.viverosroque.com/webviveros/conf-pal.html> [consultado a 19 de dezembro de 2012].

## **ANEXOS**



## **Anexo A – Lista de espécies em estudo**



<b>Nome Científico</b>	<b>Code Value</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Code Value</b>
<i>Betula celtiberica</i>	1	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	36
<i>Magnolia grandiflora</i>	2	<i>Betula pendula</i>	37
<i>Lagerstroemia indica</i>	3	<i>Liquidambar styraciflua</i>	38
<i>Acer negundo</i>	4	<i>Alnus glutinosa</i>	39
<i>Magnolia x soulangeana "lennei"</i>	5	<i>Acer pseudoplatanus</i>	40
<i>Prunus pendula</i>	6	<i>Cercis siliquastrum</i>	41
<i>Ilex aquifolium</i>	7	<i>Larix decidua</i>	42
<i>Abelia "Edward Goucher"</i>	8	<i>Salix babylonica</i>	43
<i>Berberis thunbergii "Atropurpurea"</i>	9	<i>Acer rubrum</i>	44
<i>Juniperus X pfitzeriana "old Gold"</i>	10	<i>Laurus nobilis</i>	45
<i>Rhododendron luteum</i>	11	<i>Arbutus andrachne</i>	46
<i>Rhododendron catawbiense "Boursault"</i>	12	<i>Cupressus macrocarpa</i>	48
<i>Thuja occidentalis "tiny Tim"</i>	13	<i>Pinus nigra</i>	49
<i>Mahonia aquifolium "Apollo"</i>	14	<i>Camellia japonica</i>	51
<i>Ophiopogon japonicus</i>	15	<i>Acer davidii</i>	53
<i>Ophiopogon planiscapus "Nigrescens"</i>	16	<i>Acer hyrcanum</i>	54
<i>Festuca ovina glauca</i>	17	<i>Platanus orientalis</i>	55
<i>Tilia tomentosa</i>	18	<i>Prunus x yedoensis</i>	57
<i>Acer pseudoplatanus</i>	19	<i>Acer sempervirens</i>	58
<i>Nerium oleander</i>	20	<i>Quercus coccifera</i>	59
<i>Cercis siliquastrum</i>	21	<i>Tilia x vulgaris</i>	60
<i>Magnolia sp.</i>	22	<i>Tilia prateada</i>	61
<i>Ceanothus thyrsiflorus "Repens"</i>	23	<i>Pinus nigra</i>	62
<i>Juniperus communis "Green Carpet"</i>	24	<i>Acer saccharinum</i>	63
<i>Catalpa bignonioides</i>	25	<i>Quercus delachampii</i>	64
<i>Tilia petiolaris</i>	26		
<i>Cercis siliquastrum</i>	27		
<i>Salix babylonica</i>	28		
<i>Celtis australis</i>	29		
<i>Quercus robur</i>	30		
<i>Quercus petraea</i>	31		
<i>Quercus palustris</i>	32		
<i>Phoenix canariensis</i>	33		
<i>Cupressus sempervirens</i>	34		
<i>Abies alba</i>	35		

A informação introduzida na geodatabase, foi-me cedida pela Camara Municipal de Oliveira do Hospital, que corresponde às espécies existentes nos espaços verdes em Oliveira do Hospital, mas a zona em questão apresenta apenas as árvores que passo a descrever.

Nota: na tabela da lista de espécies em estudo, os números em falta *code value*, não aparecem, pois estavam associados à repetição espécies.

**Nome Científico** *Tilia tomentosa*- 18

**Nome** Tília

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 1,30m e copa (m) - 12m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 7

**Descrição:** As tílias são elegantes árvores de grande porte, poderosas, exuberantes e bonitas.

Possuem delicadas flores amareladas em forma de coração que ficam como que pendurada por cima da folha (Gonçalves *et al.* 2009).

**Nome Científico** *Acer pseudoplatanus*-19

**Nome** Plátano-bastardo

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 1,20-1,60 e Copa (m) - 5,50-6,50

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 4

**Descrição:** O *Acer pseudoplatanus*, ao longo do seu desenvolvimento, varia o tamanho e o recorte das folhas. Capacitado de resistência à poluição urbana. Cultivada como ornamental e para proteção (Gonçalves *et al.* 2009).

**Nome Científico** *Magnolia grandiflora*-2

**Nome** Magnólia

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 2

**Descrição:** Mesofanerófito (pequena árvore) de folha caduca de copa densa, oval a arredondada e de tronco principal robusto e ramos (frequentemente muito sub-ramificados) com casca fina, acinzentada e suave (O meu Jardim 2010).

**Nome** *Cedrus atlantica* -21

**Tamanho do diâmetro máximo:** Copa/m- 27m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 3

**Descrição:** Espécie tolerante à poluição sendo largamente plantada em jardins e parques urbanos, ocasionalmente sobre a forma de cultivares fastigiados ou pêndulos.

(Humphries *et al.* 2005)

**Nome Científico** *Catalpa bignonioides*- 25

**Nome** Catalpa

**Tamanho do diâmetro máximo:** Copa (m)- 5-8m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** *Catalpa bignonioides* é uma árvore ornamental frequente em parques e jardins.

Capacitado de resistência à poluição urbana (Infojardim 2002).

**Nome Científico** *Tilia petiolaris*-26

**Nome** Tília

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 12

(Gonçalves *et al.* 2009)

**Nome Científico** *Cercis siliquastrum*-27

**Nome** Olaia; árvore-de-judas; árvore-do-amor

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 3

**Descrição:** *Cercis siliquastrum* uma planta ornamental muito apreciada pela cor das suas flores e pelo contraste que esta faz com a cor das vagens. É vulgarmente utilizada em jardins particulares ou espaços públicos, essencialmente como elemento de ensombramento, em alinhamentos (Plantas de Chave 2009).

**Nome Científico** *Salix babylonica*-28

**Nome** Chorão

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 2

**Descrição:** *Salix babylonica* árvore de grande porte que pode alcançar até 20 a 25 metros de altura, árvore de crescimento rápido, mas com curta longevidade. É caducifólia, perde as folhas no inverno ainda que, por vezes, durem na árvore até irromperem as novas. É muito pouco exigente com os solos, que apenas têm de ter água suficiente. Medra muito bem em terrenos muito húmidos (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Celtis australis*-29

**Nome** Lodão do Bastardo

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 4

**Descrição:** *Celtis australis*, árvore caducifólia cuja altura máxima varia dos 15 aos 30 metros. O tronco é direito, grosso, com a casca cinzenta, quase lisa, sem estrias ou fendas marcadas, à parte de pequenas saliências nas árvores mais velhas, semelhante à da figueira e da faia. A copa é redonda, com muitos ramos eretos e raminhos finos pubescentes ligeiramente pendentes (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Lagerstroemia indica*-3

**Nome**

**Tamanho do diâmetro máximo: Copa (m)** - 3 m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 9

**Descrição:** *Lagerstroemia indica*, árvore de folhas caducas, alternas, de limbo elíptico; as flores são purpúreas, lilacíneas, rosadas a raramente brancas, dispostas em panículas terminais que tornam a árvore muito ornamental na época da floração. O fruto é uma cápsula (Secretaria do meio ambiente 2012).

**Nome Científico** *Quercus petraea-31*

**Nome** carvalho-branco

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** Espécie muito parecida com o *Quercus robur*, ou carvalho-roble, e, muitas vezes, recebe o mesmo nome. Algo menos robusto, pode alcançar até 35 metros, ou mais, de altura (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Quercus palustris-32*

**Nome** Carvalho

**Tamanho do diâmetro máximo:** Copa (m)- 1,4 m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 2

**Descrição:** Contém ramos frequentemente pendulares. Folha com cortes mais profundos, lobos mais desiguais e a página inferior contém tufo de pêlos castanhos nas axilas das nervuras. O fruto é revestido por uma cúpula com cerca de 1,5 cm de diâmetro (Quercus Ambiente 2006).

**Nome Científico** *Abies alba-35*

**Nome** Abeto - branco

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** Árvore piramidal até 50m, com tronco muito apumado. Ritidoma macio, com fissuras formando escamas. Raminhos novos com indumento denso. Os seus gomos não são resiníferos. As folhas têm o vértice superficialmente chanfrado, são densas mas flexíveis, tem a página inferior com duas riscas brancas. Pinhas cilíndricas, com uma bráctea pontiaguda saliente por baixo de cada escama, ficando recurvada (Mata do Buçaco 2001).

**Nome Científico** *Pseudotsuga menziesii 36*

**Nome** Pinheiro-do-Oregon

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 6

**Descrição:** *Pseudotsuga* árvore resinífera de folhagem persistente com copa cónica, pode atingir os 100 metros no estado silvestre. Ritidoma glauco, liso mas com ampolas resiníferas, ficando escuro e fissurado. Gomos ovóides, delicados e agudos. Folhas lineares, obtusas ou pontiagudas. Pinhas geralmente terminais nos raminhos do ano anterior, pendentes, as suas escamas são arredondadas, inteiras, brácteas salientes e em forma de lingueta com 3 dentes. Sementes aladas, duas por escama (Mata do Buçaco 2001).

**Nome Científico** *Betula pendula-37*

**Nome**

**Tamanho do diâmetro máximo:** Copa (m)- 10m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 5

**Descrição:** As bétulas são arbustos ou árvores pequenas ou de tamanho médio, características de climas temperados do hemisfério norte. Têm folhas alternas, simples que podem ser dentadas ou lobadas. O fruto é uma pequena sâmara, embora as asas possam estar reduzidas em algumas espécies. As bétulas diferem do amieiros (*Alnus*, outro género desta família) por os amentilhos femininos não serem lenhosos e desintegrarem-se na maturidade para libertar as sementes (ao contrário da frutificação em forma de pinha dos amieiros) (Arboles Gigantes 2012).

**Nome Científico** *Liquidambar styraciflua - 38*

**Nome** *Árvore do Âmbar*

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 0,50-1,10 e Copa (m) - 4,50-6,00

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 2

**Descrição:** Os liquidâmbares são muito usados como árvores ornamentais. Seiva balsâmica cor de âmbar, a sua resina aromática, uma goma utilizada em perfumaria e farmácia (Dias com Árvores 2006).

**Nome Científico** *Alnus glutinosa-39*

**Nome** Amieiro

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 3

**Descrição:** Pequena árvore até 20m, por vezes um arbusto, de copa cónica larga. Ritidoma fissurado em placas quadradas ou oblongas, cinzentas ou castanhas. Ramos ascendentes, posteriormente divergentes; raminhos glabros, viscosos quando jovens, com lentículas salientes alaranjadas (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Acer negundo-4*

**Nome** Ácer

**Tamanho do diâmetro máximo**

Tronco/m Copa/m

0,30-0,80 4,50-6,00

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 21

**Descrição:** É muito utilizado na Europa e em Portugal como espécie ornamental, principalmente como árvore urbana. Cresce rapidamente, atingindo com frequência os 8/10 m de altura e com um diâmetro da copa de 5/6 m. Em adulta, a copa é arredondada, irregular. Resiste relativamente bem à seca e ao frio e pode durar cerca de 80 anos (Árvores da minha rua 2006).

**Nome Científico** *Larix decidua*-42

**Nome** Lariço-europeu

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** É árvore cônica que chega a atingir de 25 a 45 m de altura, com um tronco de 1 m de diâmetro (excepcionalmente, atinge 55 m de altura e 2 m de diâmetro). Os ramos principais são nivelados ou dirigidos para cima, com ramos laterais muitas vezes pendentes. As folhas têm forma de agulhas, verde-claras (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Acer rubrum*-44

**Nome** Acer

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 0,30-0,80 e Copa (m) - 4,50-6,00

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** Árvore de grandes dimensões, antes incluída na extinta família botânica das Taxodiaceae, única no seu género botânico. Tem ramos verticilados, ascendentes nas pontas. As suas folhas são lineares, verde-azuladas (Gonçalves *et al.* 2009)

**Nome Científico** *Cupressus macrocarpa*-48

**Nome**

**Tamanho do diâmetro máximo:** Copa (m) - 4 a 6 m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 2

**Descrição:** Espécie monóica. Árvores até 35m, com copa piramidal nas idades jovens ficando abobadada nas árvores velhas. Ritidoma castanho - avermelhado fissurado e escamoso. Ramos numerosos, robustos, acentuadamente eretos nas árvores jovens, mais afastados nas árvores velhas; raminhos diretos, com inserção irregular no ramo principal (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Pinus nigra*

**Nome** pinheiro-larício

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** Árvore grande 40-50 metros, piramidal quando jovem, ficando com copa achatada. Ritidoma muito rugoso que se destaca em placas quando velho. Ramos densamente agrupados. Folhas aos pares, densamente implantadas sobre os raminhos, duras, rígidos, direitas ou curvas, com margens denticuladas e vértice espesso, contém canais resiníferos centrais. Pinhas solitárias ou agrupadas, com escamas transversalmente carenadas próximo do ápice e terminando num espinho persistente. Semente tem uma grande asa (Mata do Buçaco 2001).

**Nome Científico** *Magnolia x soulangeana*-5

**Nome** Magnolia

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** Árvore de folha persistente, até 30m, de copa cônica. Ritidoma liso e cinzento – desbotado, tronco coberto por indumento espesso castanho – avermelhado (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Cupressus sempervirens*-34

**Nome** cedro-bastardo

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 2

**Descrição:** Árvore colunar fusiforme ou ocasionalmente piramidal, até 30 m, com folhagem persistente. Ritidoma castanho - acinzentado, com fissuras superficiais frequentemente com disposição helicoidal. Ramos eretos ou ocasionalmente divergentes; raminhos novos mais ou menos tetragonais, com inserção irregular no raminho principal, com os ápices encurvados para cima. (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Camellia japonica* -51

**Nome** Camélia

**Tamanho do diâmetro máximo:** Copa (m) - 2-3m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** ideais para a sombra; crescimento lento nos primeiros anos; multiplicação por estacaria (semi-lenhosa, de Julho a Setembro, de enraizamento lento), por enxertia e por alporquia; poda ligeira, de preferência após floração (O meu Jardim 2010).

**Nome Científico** *Acer davidii*-53

**Nome** Ácer

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 0,30-0,80 e Copa (m) - 4m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 4

**Descrição:** árvore de grandes dimensões, antes incluída na extinta família botânica das Taxodiaceae, única no seu género botânico. Tem ramos verticilados, ascendentes nas pontas. As suas folhas são lineares, verde-azuladas (Árvores da minha rua 2006).

**Nome Científico** *Acer hyrcanum*-54

**Nome** Ácer

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 0,30-0,80 e Copa (m) - 4m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 3

**Descrição:** árvore de grandes dimensões, antes incluída na extinta família botânica das Taxodiaceae, única no seu género botânico. Tem ramos verticilados, ascendentes nas pontas. As suas folhas são lineares, verde-azuladas (Árvores da minha rua 2006).

**Nome Científico** *Platanus orientalis*-55

**Nome**

**Tamanho do diâmetro máximo:** Copa (m) - 33,50m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** O plátano-oriental é uma grande árvore (megafanerófito), que atinge cerca de 30 m de altura, em copa larga e irregular. O ritidoma (casca) é de cor castanho-rosada, muito lisa e deixa cair grandes placas arredondadas que deixam manchas amareladas no tronco (Árvores de Portugal 2010).

**Nome Científico** *Acer sempervirens*-58

**Nome** Bordo

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 3

**Descrição:** Arbusto ou pequena árvore até 12m, de folha perene, com copa baixa. Ritidoma pouco fissurado, cinzento- escuro e com alguma manchas alaranjadas. Ramos retorcidos; raminhos castanhos e brilhantes (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Quercus coccifera*-59

**Nome** Carvalho

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 0,50-1,00 e Copa (m) - 7,00-9,00

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 10

**Descrição:** É uma árvore de grande crescimento (20-30 m de altura) com uma coroa aberta arredondada. É muitas vezes plantada como uma árvore ornamental, popular por sua brilhante cor vermelha (Gonçalves *et al.* 2009).

**Nome Científico** *Prunus pendulata*-6 e 57

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 5

**Descrição:** Espécie autóctone e algo rara em Portugal constitui-se como uma relíquia da Laurissilva. É uma espécie de elevado interesse ecológico (contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico e a sustentabilidade dos ecossistemas) e ornamental (Quercus Ambiente 2006).

**Nome Científico** *Tilia vulgaris*-60

**Nome** Tília

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 1,30m e Copa (m) - 12m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 11

**Descrição:** As tílias são elegantes árvores de grande porte, poderosas, exuberantes e bonitas.

Possuem delicadas flores amareladas em forma de coração que ficam como que pendurada por cima da folha (Gonçalves *et al.* 2009).

**Nome Científico** *Tilia prateada-61*

**Nome** Tília

**Tamanho do diâmetro máximo:** Copa (m) - 10 m

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 2

**Descrição:** Uma bela árvore de alinhamento, muito decorativa graças às suas folhas cujo aspeto parece mudar. Muito utilizada nos grandes parques e nas plantações urbanas. A floração de um amarelo pálido da tília prateada aparece no fim da Primavera até ao início do Verão. É perfumada e nectífera. Os frutos, em forma de cápsula, de um verde pálido, dão ainda mais originalidade a esta magnífica árvore (Árvores de Portugal 2009).

**Nome Científico** *Acer saccharinum-63*

**Nome** Bordo

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** Espécie monóica. Árvore alta até 30m, de copa ampla e frequentemente com rebentos na base. Ritidoma cinzento e liso, tornando-se rugoso com a idade. Ramos numerosos, delgados e arqueados, com raminhos pendentes, acastanhados ou purpura (Humphries *et al.* 2005).

**Nome Científico** *Quercus delachampii-64*

**Nome** Carvalho

**Tamanho do diâmetro máximo:** Tronco (m) - 0,50-1,00 e Copa (m) - 7,00-9,00

**Número de exemplares identificadas na área de estudo:** 1

**Descrição:** É uma árvore de grande crescimento (20-30 m de altura) com uma coroa aberta arredondada. É muitas vezes plantada como uma árvore ornamental, popular por sua brilhante cor vermelha (Gonçalves *et al.* 2009).



## **Anexo B – Mapas referente ao crescimento máximo das copas das árvores**





Localização  
Concelho: Oliveira do Hospital

Escala 1:500

ETRS 1989 Portugal  
Projeção: Transverse - Mercator

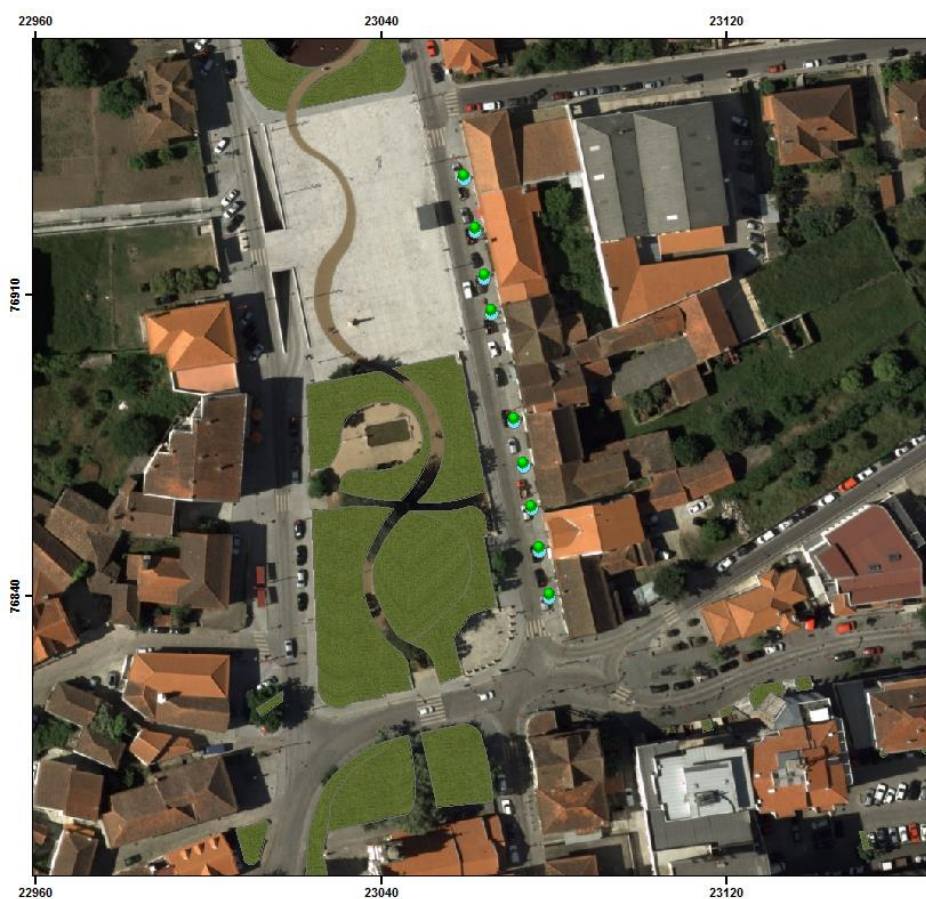
Tecnologia WEBSIG aplicada à  
Gestão de Espaços Verdes Urbanos  
Caso de Estudo: Oliveira do Hospital

Dissertação para obtenção do  
grau de Mestre em SIG  
IPCB- ESACB

**Legenda:**

- Camélia japónica
- Camélia japónica - diâmetro máx. copa 2m

Elaborado por: Susana Gaspar  
Data: Outubro 2014



Localização  
Concelho: Oliveira do Hospital

Escala 1:1000

ETRS 1989 Portugal  
Projeção: Transverse - Mercator

Tecnologia WEBSIG aplicada à  
Gestão de Espaços Verdes Urbanos  
Caso de Estudo: Oliveira do Hospital

Dissertação para obtenção do  
grau de Mestre em SIG  
IPCB- ESACB

**Legenda:**

- Lagestromia Indica
- Lagestromia Indica - diâmetro máx. copa 3m

**Legenda:**

Elaborado por: Susana Gaspar  
Data: Outubro 2014



Escala 1:1000

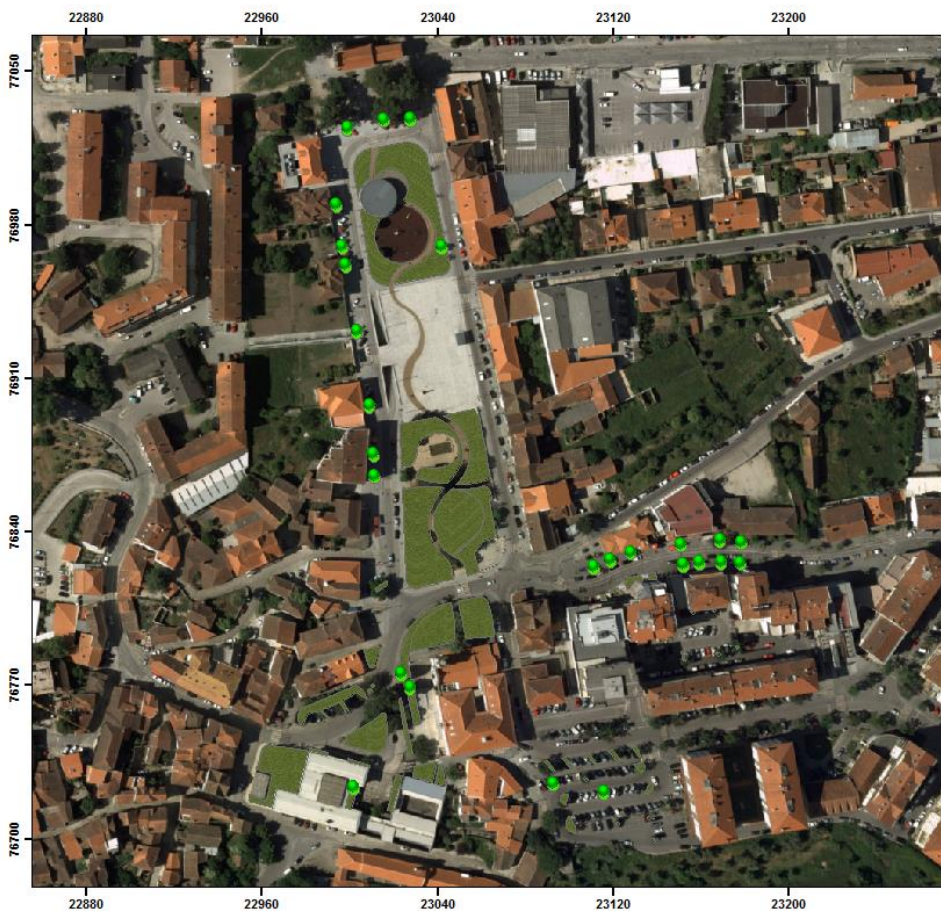
ETRS 1989 Portugal  
Projeção: Transverse - Mercator

Tecnologia WEBSIG aplicada à  
Gestão de Espaços Verdes Urbanos  
Caso de Estudo: Oliveira do Hospital

Dissertação para obtenção do  
grau de Mestre em SIG  
IPCB- ESACB

- Legenda:**
- Aer da vidil
  - Aer da vidil - diâmetro máx. copa 4m

Elaborado por: Susana Gaspar  
Data: Outubro 2014



Escala 1:2000

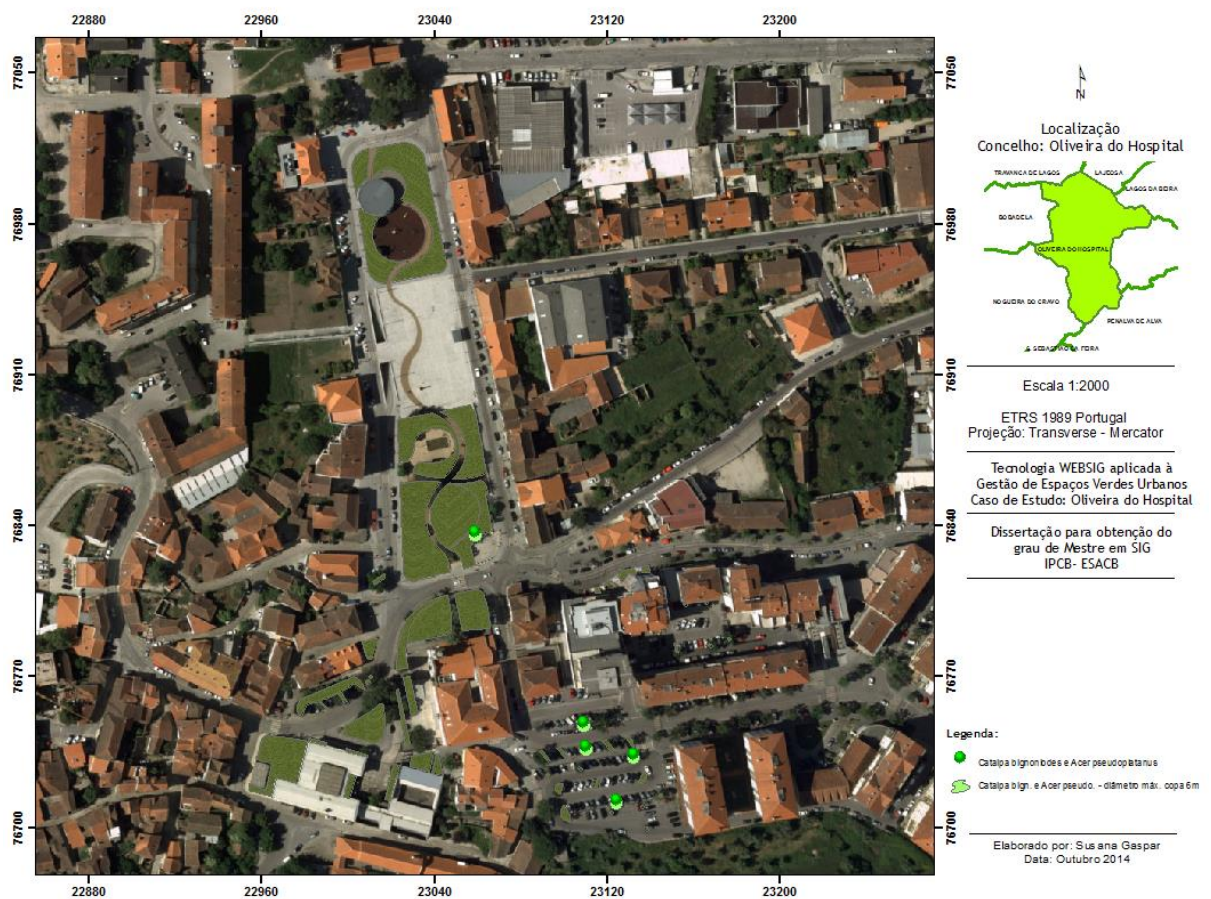
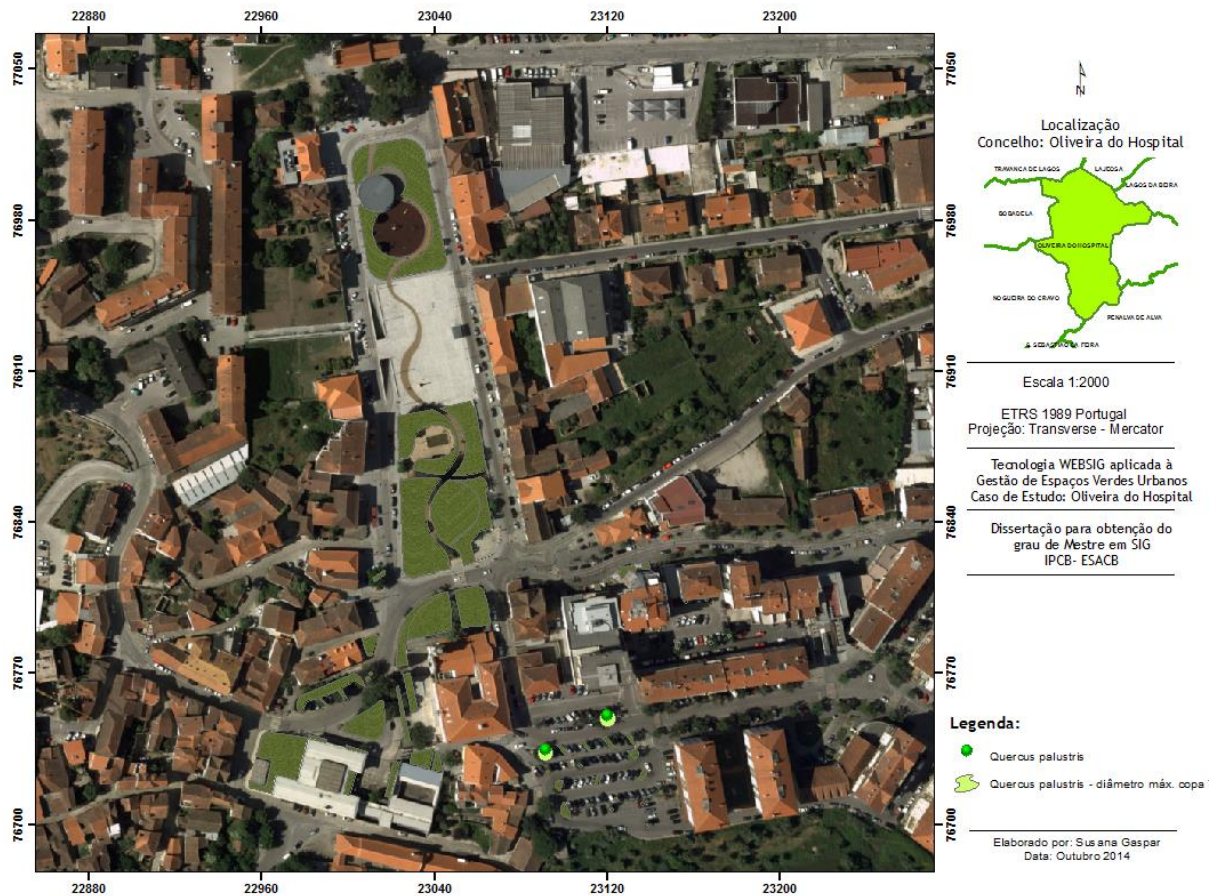
ETRS 1989 Portugal  
Projeção: Transverse - Mercator

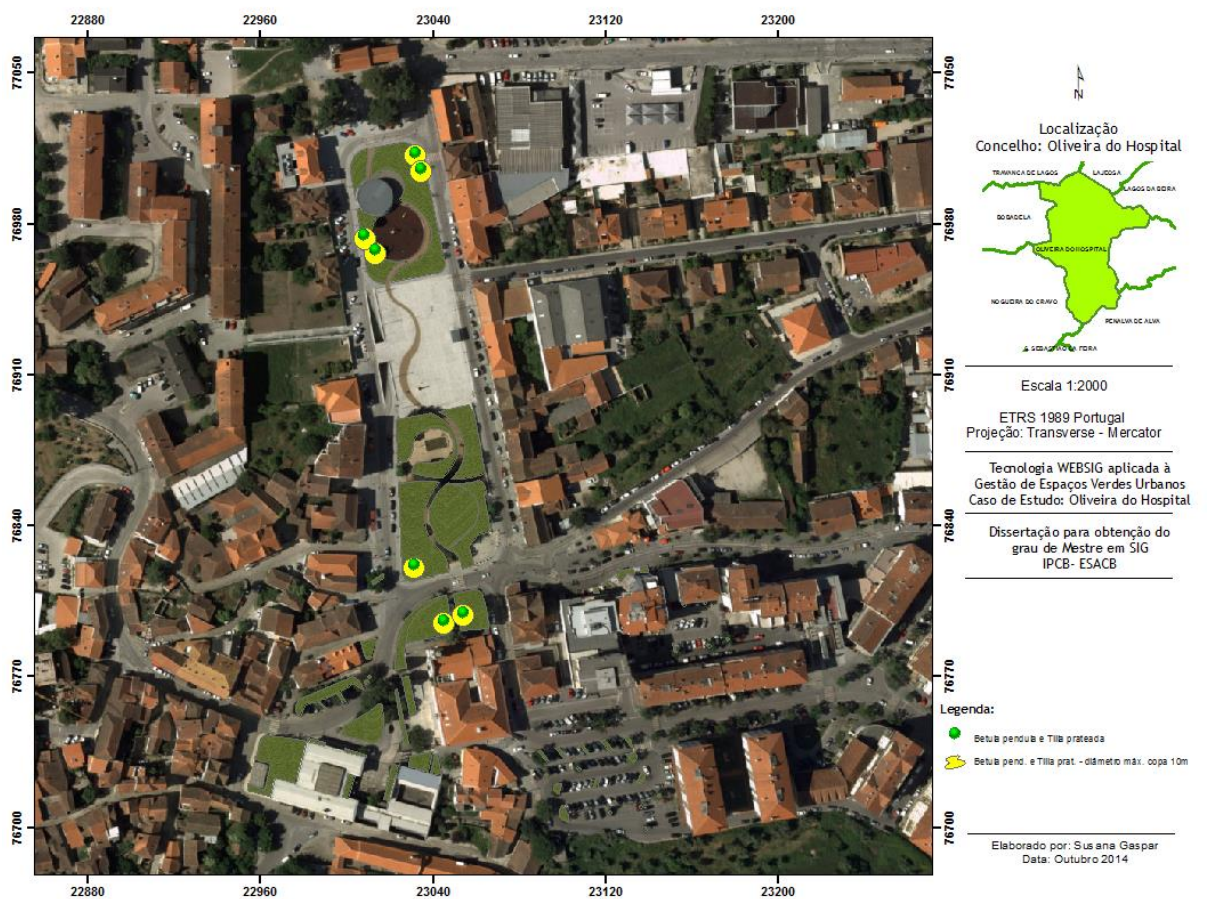
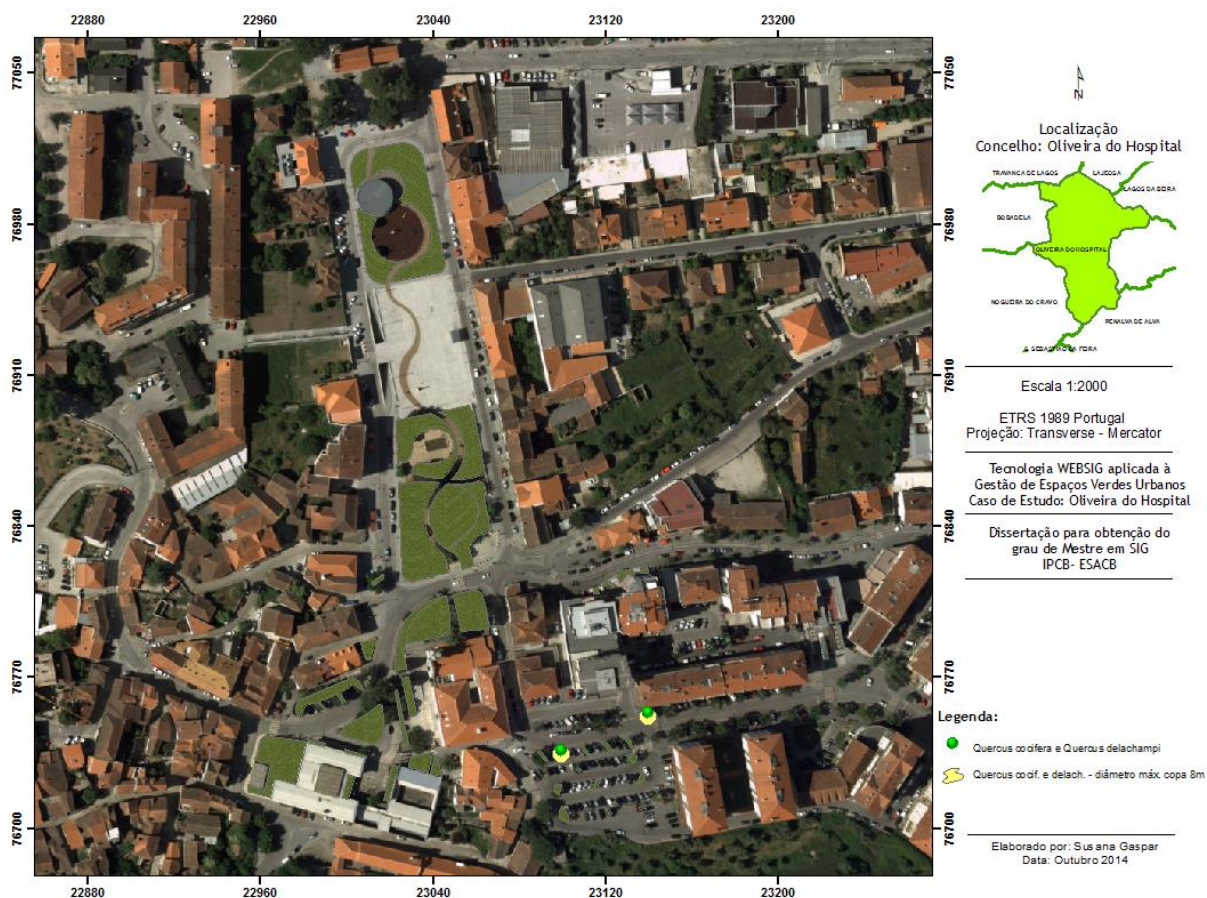
Tecnologia WEBSIG aplicada à  
Gestão de Espaços Verdes Urbanos  
Caso de Estudo: Oliveira do Hospital

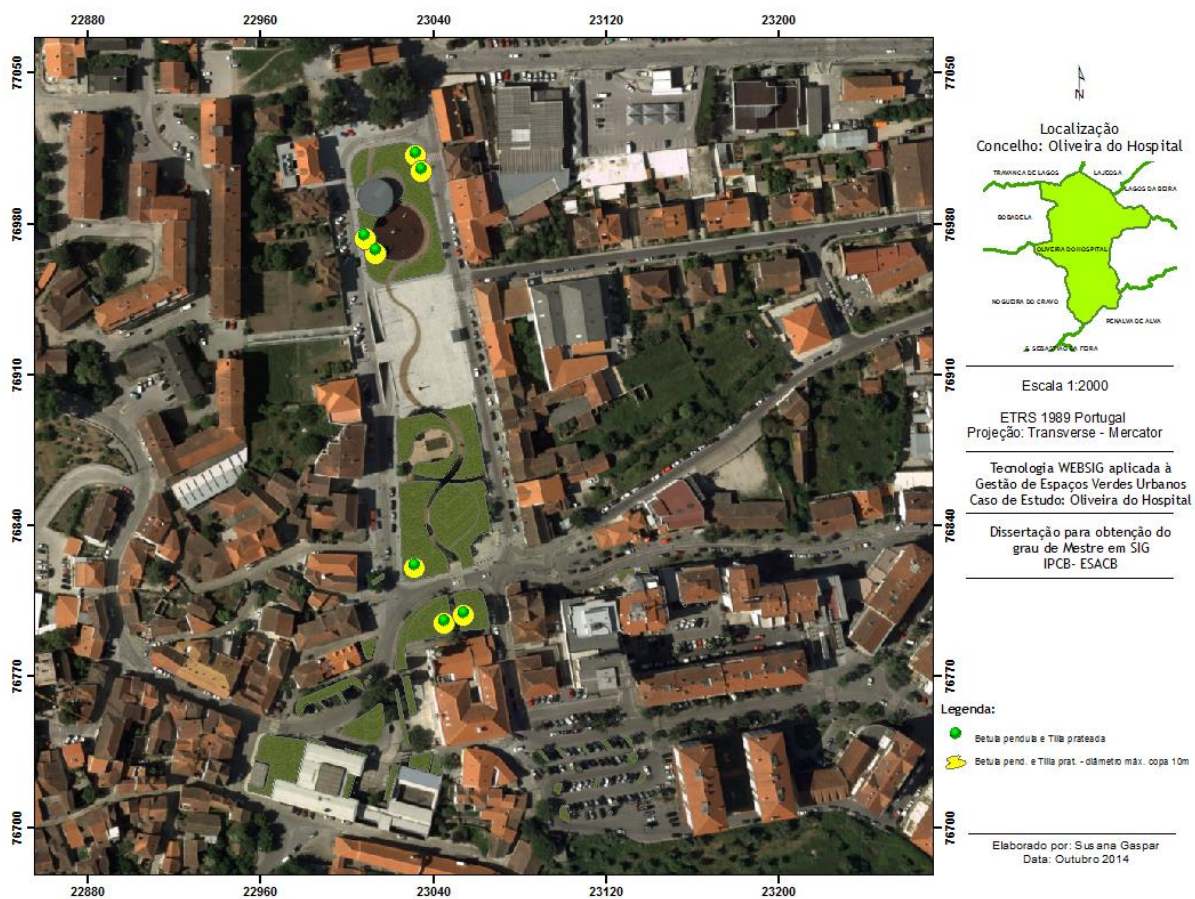
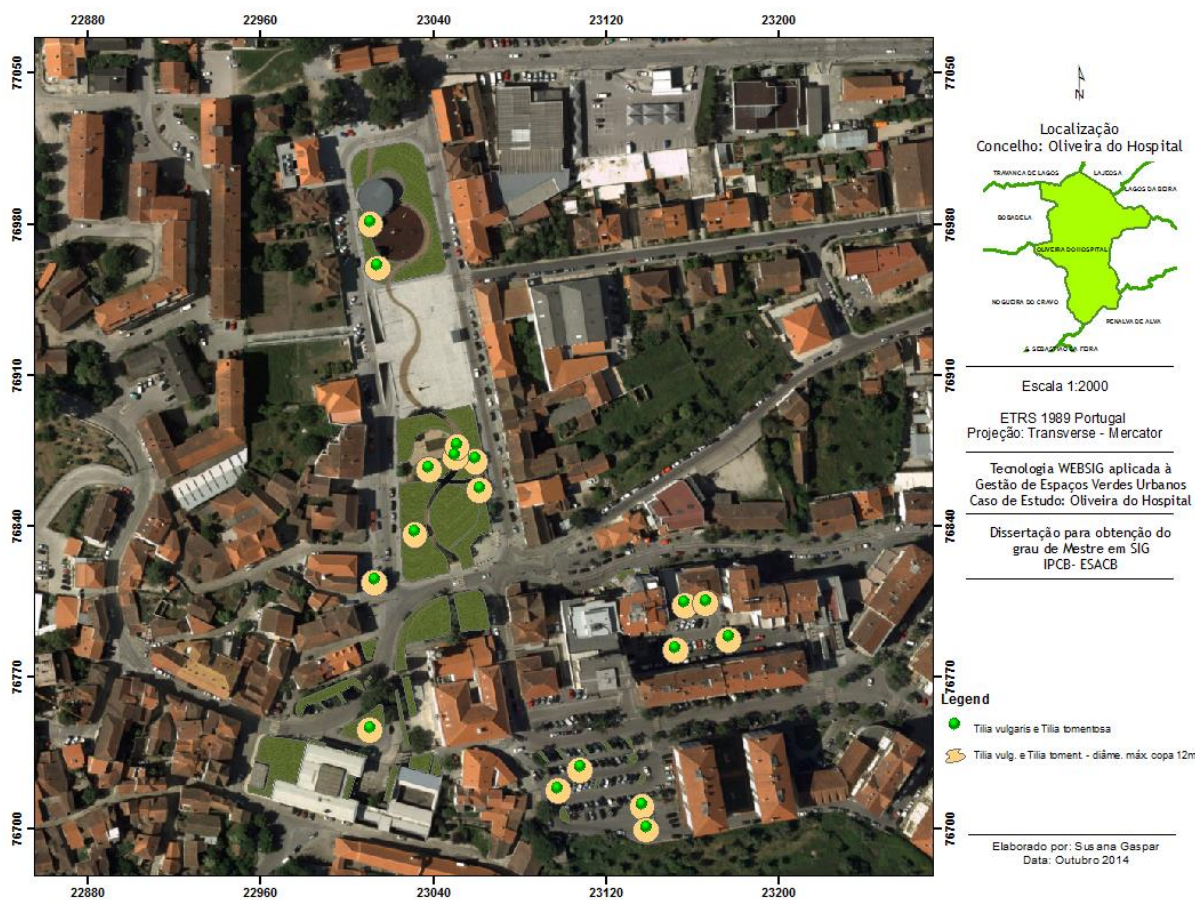
Dissertação para obtenção do  
grau de Mestre em SIG  
IPCB- ESACB

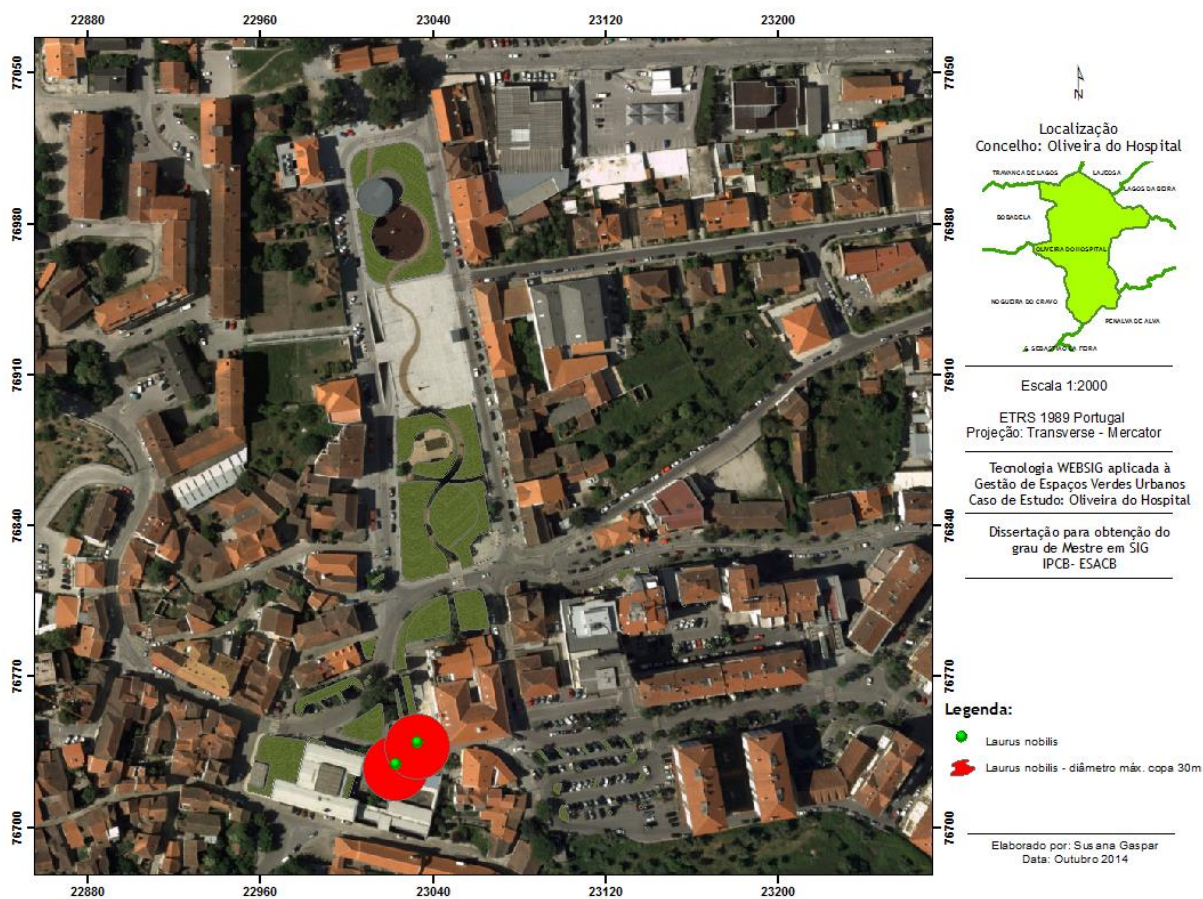
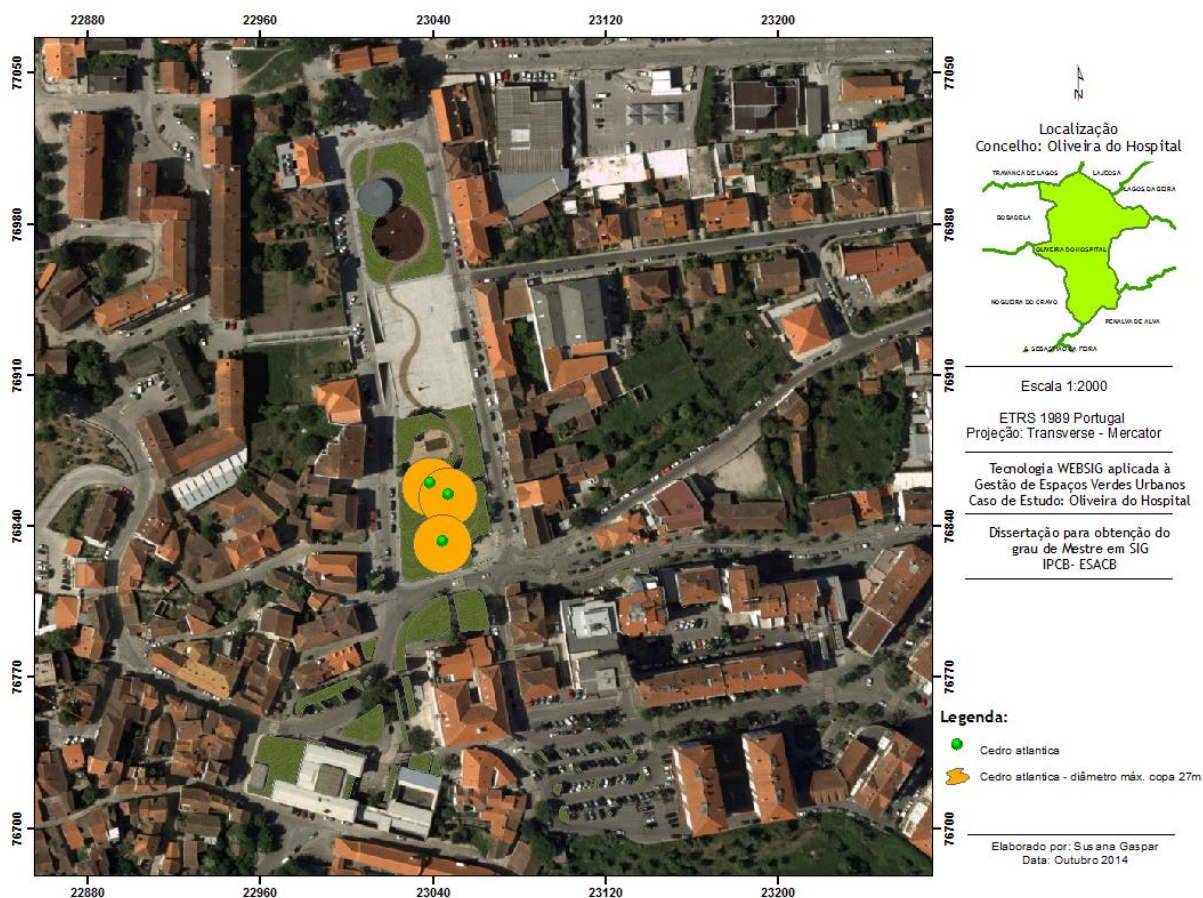
- Legenda:**
- Cupressus macrocarpa, 0,00 m, 0,00 m, 0,00 m
  - Cupressus macrocarpa, 0,00 m, 0,00 m, 0,00 m - diâmetro máx. copa 2m

Elaborado por: Susana Gaspar  
Data: Outubro 2014











Localização  
Concelho: Oliveira do Hospital

Escala 1:2000

ETRS 1989 Portugal  
Projeção: Transverse - Mercator

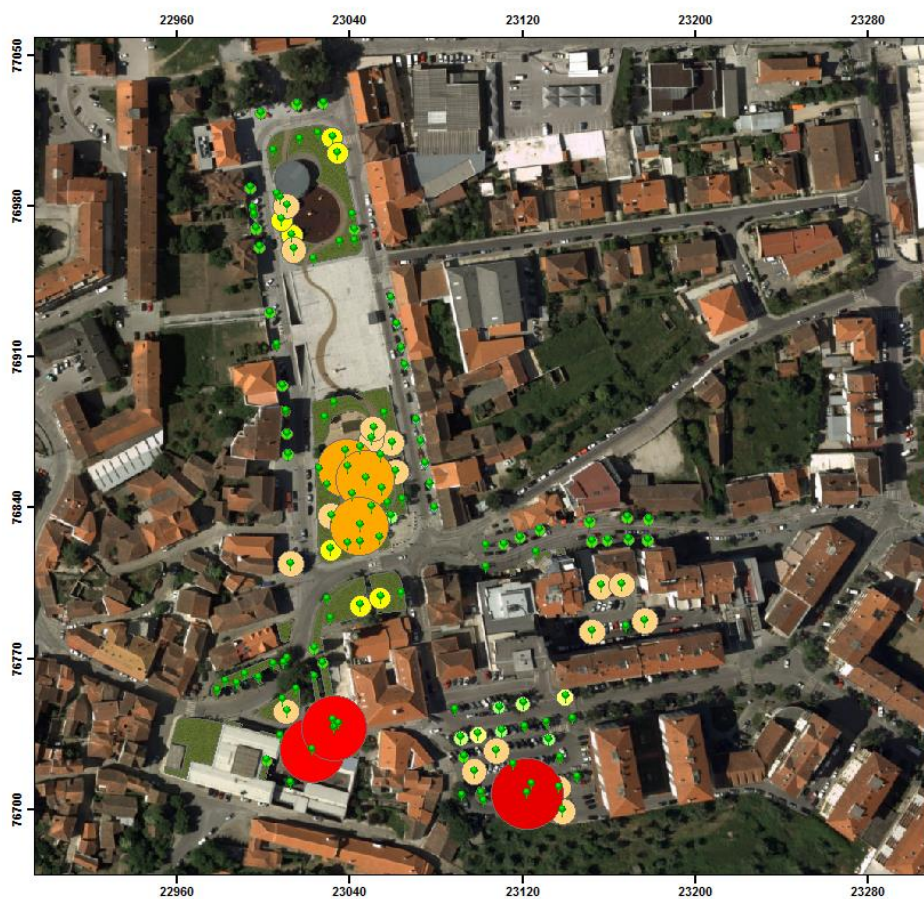
Tecnologia WEBSIG aplicada à  
Gestão de Espaços Verdes Urbanos  
Caso de Estudo: Oliveira do Hospital

Dissertação para obtenção do  
grau de Mestre em SIG  
IPCB- ESACB

Legenda:

- Platanus orientalis
- Platanus orientalis - diâmetro máx. copa 33m

Elaborado por: Susana Gaspar  
Data: Outubro 2014



Localização  
Concelho: Oliveira do Hospital

Escala 1:2000

ETRS 1989 Portugal  
Projeção: Transverse - Mercator

Tecnologia WEBSIG aplicada à  
Gestão de Espaços Verdes Urbanos  
Caso de Estudo: Oliveira do Hospital

Dissertação para obtenção do  
grau de Mestre em SIG  
IPCB- ESACB

Legenda:

- Platanus orientalis - diâmetro máx. copa 32m
- Liquidambar styraciflua - diâmetro máx. copa 30m
- Quercus robur - diâmetro máx. copa 27m
- Tilia villosa e Tilia tomentosa - diâmetro máx. copa 15m
- Quercus pedunculata e Tilia cordata - diâmetro máx. copa 10m
- Quercus castanea e Quercus deltoideata - diâmetro máx. copa 8m
- Quercus palustris - diâmetro máx. copa 7m
- Castanea sativa e Acer pseudoplatanus - diâmetro máx. copa 5m
- Cupressus nana, Juniperus, Pinus nigra e Pinus pinaster - diâmetro máx. copa 5m
- Acer das Índias - diâmetro máx. copa 4m
- Lagerströmia indica - diâmetro máx. copa 3m
- Cornus japonica - diâmetro máx. copa 3m
- Alnus

Elaborado por: Susana Gaspar  
Data: Outubro 2014



**Anexo C - Layouts de informação de base (produzidos em  
*ArcGIS desktop*)**



