

C&S SIG

ECO@GRO DIGITAL

***Uma ferramenta WebGIS de apoio na
consultadoria e gestão agro-florestal***

André Figueiredo Barriguinha

Trabalho de Projecto apresentado como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas
de Informação Geográfica

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
da Universidade Nova de Lisboa

ECO@GRO DIGITAL

Uma ferramenta *WebGIS* de apoio na consultadoria e gestão
agro-florestal

Trabalho de Projecto orientado por

Professor Doutor Pedro Cabral

Julho de 2008

AGRADECIMENTOS

Desejo agradecer a todos aqueles que de forma directa ou indirecta contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial:

Ao Professor Doutor Pedro Cabral pela orientação, espírito crítico e disponibilidade que foram fundamentais na elaboração deste trabalho.

Ao Eng.º Paulo Ribeiro pela amizade, disponibilidade e saber que permitiram por de pé o Eco@gro Digital.

Ao Eng.º Miguel Fernandes pela amizade, ajuda, sugestões e críticas sempre construtivas.

Ao Dr. Eric de Noronha Vaz pela amizade, motivação e inspiração.

Ao Eng.º António Gonçalves Ferreira pelo exemplo como pessoa e apoio na construção do Eco@gro Digital.

Finalmente à minha família especialmente à Ana, por todo o amor e apoio que permitiram entre muitas outras coisas a conclusão deste trabalho.

Para o Gu

ECO@GRO DIGITAL

Uma ferramenta *WebGIS* de apoio na consultadoria e gestão agro-florestal

RESUMO

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) assumem-se cada vez mais como ferramentas de grande utilidade no seio das empresas ligadas à consultadoria e gestão agro-florestal. Facilitam determinadas operações de planeamento, gestão e controlo, constituindo-se como importantes ferramentas de apoio à decisão, permitindo alcançar benefícios de eficiência, eficácia e vantagens competitivas sobre as suas concorrentes. Os proprietários florestais e clientes deste tipo de empresas têm, por vezes, alguma dificuldade em dispor deste tipo de ferramentas. O elevado custo das licenças e a especificidade de utilização a nível técnico, constituem dificuldades na criação e manutenção dos seus dados geográficos. A Internet constitui-se como um meio privilegiado na disponibilização de grandes quantidades de informação geográfica, tornando possível o acesso, por parte dos utilizadores a funcionalidades SIG a partir do seu *browser*. A utilização de SIG distribuídos na Internet (*WebGIS*), nomeadamente nas suas vertentes livres de *Freeware* e *OpenSource*, pode assumir particular relevância como forma de os clientes destas empresas poderem usufruir de um serviço de grande utilidade, ao aceder a todo um conjunto de informação espacial relevante na sua gestão a custos reduzidos e com conhecimentos limitados de sistemas de informação geográfica. Com este projecto pretende-se a criação de um serviço *WebGIS* designado por “Eco@gro Digital” para a empresa EcoAgro – Consultadoria e Gestão Agrícola, Lda., com base em *software OpenSource* com o objectivo de disponibilizar informação geográfica aos seus clientes através de um *browser*, no qual se pode fazer a visualização de um conjunto de informações referente às suas explorações agro-florestais assim como, a realização de algumas operações de análise e pesquisa.

ECO@GRO DIGITAL

WebGIS application for supporting agricultural and forestry management

ABSTRACT

Geographical Information Systems (GIS) are increasingly being seen as a useful tool within companies related to agro-forestry consulting and management. They facilitate planning, management and control, constituting themselves as important tools for decision support, allowing benefits in achieving efficiency, effectiveness and competitive advantages over competitors. Forest owners and customers of such companies sometimes have difficulty in accessing this type of tools. The high cost of licences and specificity of use at a technical level, are problems in creating and maintaining their spatial data. The Internet is considered to be an ideal vehicle to provide large amounts of geographic information to the public, making the access to GIS features possible by users using only an Internet browser. The use of distributed GIS on the Internet (WebGIS), particularly Freeware and OpenSource solutions, can be particularly important, allowing user's access to a variety of spatial information relevant in their management at low cost and with limited technical knowledge of GIS. The goal of this project is to create a WebGIS service called "Eco@gro Digital" for the company EcoAgro - Agricultural Management and Consulting, Lda., based on OpenSource software with the objective of providing geographic information to their customers through a Internet browser, that can provide the visualization of information related to their farms and agro-forestry enterprises, and allow some analysis on the information provided.

PALAVRAS-CHAVE

Aplicações de SIG

MapServer

OpenSource

SIG distribuídos pela Internet

Sistema de Informação Geográfica

KEYWORDS

GIS Applications

MapServer

OpenSource

WebGIS

Geographic Information Systems

ACRÓNIMOS

API – *Application Programming Interface*
CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal
CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Rural
CGI – *Common Gateway Interface*
CGIS – *Canada Geographic Information System*
CMS - *Content Management System*
CORBA - *Common Object Request Broker Architecture*
CRIF – Carta de Risco de Incêndio Florestal
DCOM - *Distributed Component Object Model*
DHTML – *Dynamic Hipper Text Mark-up Language*
DWF – *Design Web Format*
ESRI - *Environmental Systems Research Institute*
FDO – *Feature Data Object*
GDAL - *Geospatial Data Abstraction Library*
GIF – *Graphics Interchange Format*
GML – *Geography Markup Language*
GNU – *GNU's Not Unix*
GNU/GPL – *GNU General Public License*
GPS – *Global Positioning System*
GUI – *Graphical User Interface*
HTML – *Hipper Text Mark-up Language*
HTTP – *Hypertext Transfer Protocol*
ICNB – Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade
IDE – *Infra-estruturas de Dados Espaciais*
IFAP – Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas
IGP – Instituto Geográfico Português
ISAPI – *Internet Server Application Programming Interface*
ISDM – *Information System Development Methodologies*
JPEG – *Joint Photographic Experts Group*
JVM – *Java Virtual Machine*
LAN – *Local Área Network*

LBS – *Location Based Services*
MNDNR - *Minnesota Department of Natural Resources*
NASA - *National Aeronautics and Space Administration*
NSAPI – *Netscape Server Application Programming Interface*
OGC – *Open GeoSpatial Consortium*
OWS – *Open Web Service*
PDA – *Personal Digital Assistant*
PDF – *Portable Document Format*
RAID - *Redundant Array of Independent Disks*
RAN – *Reserva Agrícola Nacional*
REN – *Reserva Ecológica Nacional*
SGFS – *Sistema de Gestão Florestal Sustentável*
SI – *Sistemas de Informação*
SIG – *Sistemas de Informação Geográfica*
SIGD – *Sistemas de Informação Geográfica Distribuídos*
SWOT – *Strengths Weaknesses Opportunities Threats*
TI – *Tecnologias de Informação*
UPS - *Uninterrupted Power Supply*
WAN – *Wireless Área Network*
WAP – *Wireless Application Protocol*
WCS – *Web Coverage Service*
WebGIS – *Sistemas de Informação Geográfica Distribuídos pela Internet*
WFS – *Web Feature Service*
WMS – *Web Map Service*
WPS – *Web Processing Services*
WWW – *World Wide Web*
XML – *Extensible Markup Language*

ÍNDICE DO TEXTO

	Pág.
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
PALAVRAS-CHAVE	vi
KEYWORDS	vi
ACRÓNIMOS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objectivos.....	3
1.3. Premissas/Hipóteses.....	3
1.4. Metodologia Geral.....	3
1.5. Organização do projecto.....	4
2. SIG NA GESTÃO AGRO-FLORESTAL	7
2.1. Objectivos do capítulo.....	7
2.2. A necessidade dos SIG na gestão dos recursos agro-florestais.....	7
2.3. Soluções SIG na gestão de recursos naturais.....	8
2.4. O impacto da Internet nos SIG.....	12
2.5. A evolução para os SIG Distribuídos.....	15
2.6. O Potencial do <i>WebGIS</i> na Consultadoria e Gestão Agro-Florestal.....	18
2.7. Conclusões.....	20
3. WEBGIS OPENSOURCE	22
3.1. Objectivos do capítulo.....	22
3.2. Componentes básicos de um <i>WebGIS</i>	22
3.3. <i>Software Freeware</i> , <i>OpenSource</i> e Comercial.....	23
3.4. Estratégias de Implementação <i>WebGIS</i>	26
3.5. O OGC e as especificações para serviços de Internet.....	32
3.6. Principais <i>softwares WebGIS OpenSource</i>	34
3.6.1. <i>MapGuide OpenSource</i>	35
3.6.2. <i>GeoServer</i>	37
3.6.3. <i>MapServer</i>	38

3.6.4. MapBender.....	40
3.6.5. Deegree.....	41
3.7. Conclusões.....	42
4. DESENVOLVIMENTO DO ECO@GRO DIGITAL.....	44
4.1. Objectivos do capítulo.....	44
4.2. Metodologia de Implementação do Eco@gro Digital.....	44
4.2.1. Consciencialização inicial e pesquisa do ambiente externo.....	46
4.2.2. Análise das necessidades dos utilizadores.....	47
4.2.3. A escolha do <i>software</i>	47
4.2.4. Requisitos e Avaliação do Eco@gro Digital.....	49
4.2.5. Plano de Implementação do Eco@gro Digital.....	52
4.2.6. Impacto do Eco@gro Digital na Organização.....	54
4.3. Modelo de dados, implementação e funcionamento do Eco@gro Digital.....	56
4.4. Arquitectura do sistema.....	60
4.5. Funcionalidades e Interface.....	61
4.6. Conclusões.....	64
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	66
5.1. Objectivos do capítulo.....	66
5.2. Vantagens e limitações da tecnologia e metodologia.....	66
5.3. Desafios e desenvolvimentos futuros.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 – Comparação entre SIG Distribuídos, SIG de <i>Mainframe</i> e <i>Desktop</i> (adaptado de: Peng <i>et al.</i> (2003)).....	17
Tabela 2 – Principais <i>softwares WebGIS</i> comerciais (Consulta em Julho de 2008).....	26
Tabela 3 – Repartição das tarefas numa configuração baseada no servidor.....	28
Tabela 4 – Repartição das tarefas numa configuração baseada no cliente.....	28
Tabela 5 – Forças e Fraquezas das abordagens baseadas no servidor e no cliente (adaptado de: Chang <i>et al.</i> (2006)).....	30
Tabela 6 – Principais características das tecnologias de programação das abordagens baseadas no servidor e no cliente (adaptado de: Chang <i>et al.</i> (2006)).....	31
Tabela 7 – Distribuição das tarefas do <i>WebGIS</i> numa arquitectura híbrida (adaptado de: Chang <i>et al.</i> (2006)).....	32
Tabela 8 – Principais <i>softwares WebGIS OpenSource</i> (Consulta em Julho de 2008).....	34
Tabela 9 – Principais sítios da Internet pesquisados na identificação dos principais <i>softwares WebGIS OpenSource</i> existentes (Consultado em Julho de 2008).....	35
Tabela 10 – Principais características do <i>MapGuide OpenSource</i>	37
Tabela 11 – Principais características do <i>GeoServer</i>	38
Tabela 12 – Principais características do <i>MapServer</i>	40
Tabela 13 – Principais características do <i>MapBender</i>	41
Tabela 14 – Principais características do <i>DeeGree</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 – Esquema da metodologia geral e organização do trabalho desenvolvido.....	5
Figura 2 – Aplicações SIG na floresta (adaptado de: Esri (2005)).....	10
Figura 3 – Representação do processo de aquisição de dados de produtividade (fonte: Silva <i>et al.</i> (2004)).....	10
Figura 4 – Utilização de software SIG (ArcPad ESRI®) e tecnologia GPS (Trimble®).....	11
Figura 5 – Plano sectorial da rede natura 2000 – Sítios da Lista Nacional (fonte: ICNB (2008))..	12
Figura 6 – SIG Distribuídos (Esri 2005).....	13
Figura 7 – Os seis componentes de um SIG (adaptado de: Longley <i>et al.</i> (2005)).....	16
Figura 8 – Caminho de desenvolvimento dos SIG (adaptado de: Peng <i>et al.</i> (2003)).....	16
Figura 9 – Componentes básicos de um <i>WebGIS</i> (adaptado de: Peng <i>et al.</i> (2003)).....	22
Figura 10 – Evolução dos SIGD (adaptado de: Peng <i>et al.</i> (2003)).....	27
Figura 11 – Configuração baseada no servidor (adaptado de: Foote <i>et al.</i> (1997)).....	27
Figura 12 – Configurações baseadas no cliente (adaptado de: Foote <i>et al.</i> (1997)).....	29
Figura 13 – Configuração híbrida (adaptado de: Foote <i>et al.</i> (1997)).....	30
Figura 14 – Metodologia seguida na análise da introdução da ferramenta <i>WebGIS</i> na empresa EcoAgro.....	45
Figura 15 – Esquema das operações básicas de uma aplicação com o MapServer (adaptado de: Mitchell (2005)).....	57
Figura 16 – Esquema das operações de configuração dos ficheiros .map.....	58
Figura 17 – Principais componentes do GeoMoose e a forma como comunicam com o MapServer (GeoMoose 2008).....	59
Figura 18 – Arquitectura do <i>WebGIS</i> Eco@gro Digital.....	60
Figura 19 – Interface do <i>WebGIS</i> Eco@gro Digital.....	62
Figura 20 – Janela de navegação do <i>WebGIS</i> Eco@gro Digital.....	62
Figura 21 – Barra de ferramentas do <i>WebGIS</i> Eco@gro Digital.....	63
Figura 22 – Janela lateral do <i>WebGIS</i> Eco@gro Digital.....	63
Figura 23 – Função de pesquisa do <i>WebGIS</i> Eco@gro Digital.....	64

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A gestão de recursos naturais é, hoje em dia, uma tarefa cada vez mais complexa e exigente. A planificação, a produção, a globalização dos mercados e as regulamentações ambientais, apresentam-se por vezes como interesses em conflito. Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é definido como uma classe especial de informação que mantém não só o registo de eventos, actividades e coisas, mas também do local onde esses eventos, actividades e coisas têm lugar ou existem (Longley *et al.* 2005). Os SIG assumem-se desta forma, cada vez mais, como ferramentas de grande utilidade no seio das empresas ligadas à consultoria e gestão agro-florestal. Através de ferramentas de armazenamento, edição, integração, extracção, visualização e análise de dados georreferenciados, facilitam determinadas operações de planeamento, gestão e controlo, constituindo-se como importantes ferramentas de apoio à decisão. Os *softwares* associados a estes sistemas de informação são na sua maioria executados individualmente em computadores pessoais ou em licenças para funcionar em redes locais, estando a sua arquitectura adaptada ao sistema operativo em que é executado (Miranda 2004).

Com a vulgarização do acesso à Internet, tem-se registado um crescimento da importância dos SIG em diversas vertentes, sendo aberta uma nova linha de perspectivas para pessoas que necessitam de utilizar dados geográficos (Souza *et al.* 2005). A necessidade da criação de sistemas independentes de um equipamento padrão e/ou sistema operativo é assim cada vez mais premente (Miranda 2004). Deste modo, um dos principais desenvolvimentos ao nível de ferramentas de SIG, actualmente, tem sido a disponibilização de dados e informação geográfica via Internet. O objectivo é que o utilizador tenha acesso a grandes quantidades de informação, de forma pouco onerosa e fácil (Machado *et al.* 2002). A união destas tecnologias permite deste modo uma interacção visual com os dados geográficos e uma maior acessibilidade aos mesmos. Com este tipo de aplicações o utilizador para além de visualizar mapas e informação pode também gerar gráficos e realizar consultas a partir de dados geográficos armazenados em bases de dados, que podem ser actualizados facilmente. Tudo isto pode ser realizado sem grandes conhecimentos técnicos e num computador que apenas possua acesso à Internet, utilizando um simples *browser* (Souza *et al.* 2005).

Os proprietários florestais e clientes deste tipo de empresas têm, por vezes, alguma dificuldade em dispor deste tipo de ferramentas. O elevado custo das licenças e a especificidade de utilização a nível técnico, constituem dificuldades na criação e manutenção dos seus dados geográficos. O desenvolvimento de ferramentas SIG que aproveitem a Internet como forma de difusão apresenta assim inúmeras vantagens. Podem ser um importante instrumento no auxílio à gestão e tomada de decisões por parte de produtores florestais e clientes de empresas de consultadoria e gestão agro-florestais. O *WebGIS*¹, nomeadamente nas suas vertentes *Freeware*² e *OpenSource*³, assume neste caso particular relevância. Constitui uma forma de os clientes destas empresas poderem usufruir de um serviço de grande utilidade necessitando apenas de um *browser* de acesso à Internet. Desta forma têm a possibilidade de aceder a toda a informação espacial relevante na sua gestão a custos reduzidos e com conhecimentos limitados de sistemas de informação geográfica. Com este tipo de aplicativos é possível fornecer apoio na gestão das explorações agro-florestais dos clientes da empresa, oferecendo funcionalidades SIG sem ser necessário qualquer tipo de licença de *software*, ou elevados níveis de formação técnica (Aires *et al.* 2004). Contudo, existe actualmente um grande número de opções, no que respeita a aplicativos que permitam a publicação de mapas pela Internet, desde os fornecidos pelas empresas do ramo aos desenvolvidos por grupos dedicados à pesquisa e investigação. Com tanta oferta importa pois levantar a questão de o que utilizar (Miranda 2003).

Para além da escolha da aplicação, a introdução de um SIG em qualquer organização deve constituir uma decisão que deve ser ponderada em face das necessidades dessa introdução, por oposição à opção de não ter esse sistema. Deve também, em primeiro lugar, ser definida uma metodologia de desenvolvimento de um sistema deste tipo onde as consequências da sua inclusão na empresa devem ser definidas claramente. Muitas vezes a opção tomada pode ser a não introdução da mesma. Uma empresa ao incluir um Sistema de Informação na sua organização pode esperar benefícios de eficiência, eficácia e vantagens competitivas (Julião 2007). Importa pois definir se as vantagens suplantam as possíveis desvantagens e custos associados a um sistema destes no seio da organização. Um bom planeamento permite neste caso, definir as necessidades da empresa de entre as muitas aplicações potenciais que os SIG apresentam, estabelecendo requisitos específicos e objectivos bem definidos.

¹ Por ser a designação mais comum e por não existir um vocábulo equivalente na língua portuguesa, será utilizada ao longo deste trabalho, a palavra inglesa *WebGIS* para designar SIG distribuídos pela Internet.

² *Software* cuja utilização não implica o pagamento de licenças.

³ *Software* disponível com permissão de uso, cópia, e distribuição, quer seja na sua forma original ou com modificações, gratuitamente ou com custo. A possibilidade de modificações implica sempre que o código fonte esteja disponível.

1.2. Objectivos

Com este projecto pretende-se a criação de um serviço *WebGIS* designado por “Eco@gro Digital” para a empresa EcoAgro – Consultadoria e Gestão Agrícola, Lda., com base em *software OpenSource*.

Este serviço tem por objectivo a disponibilização de informação geográfica aos seus clientes através de um *WebGIS*, no qual se pode fazer a visualização de um conjunto de informações referente às suas explorações agro-florestais assim como, a realização de algumas operações de análise e pesquisa.

1.3. Premissas/Hipóteses

As empresas ligadas ao sector agro-florestal começam cada vez mais a recorrer a novas tecnologias como forma de assegurar a sua competitividade, tentando alcançar benefícios de eficiência, eficácia e vantagens competitivas sobre as suas concorrentes. As premissas, ou hipóteses, subjacentes ao desenvolvimento deste trabalho são descritas em seguida:

- A Internet constitui-se como um meio privilegiado na disponibilização de informação geográfica, tornando possível o acesso, por parte dos utilizadores a funcionalidades SIG a partir do seu *browser*.
- A introdução de uma ferramenta *WebGIS* é adequada a este sector de actividades, devendo constituir no entanto uma decisão ponderada face às reais necessidades da mesma, sendo fundamental rever o papel que a sua introdução trará para dentro da organização e nas suas ligações com o exterior.
- As vertentes livres de *software Freeware* e *OpenSource*, permitem implementar uma solução eficaz de distribuição, consulta, análise e pesquisa de informação geográfica sem custos de licenciamento de *software*.

1.4. Metodologia Geral

Em termos gerais a metodologia adoptada para a realização deste trabalho envolveu os seguintes pontos:

- pesquisa e revisão bibliográfica sobre aplicações *WebGIS* existentes de carácter geral e aplicadas directamente à gestão agro-florestal;
- estudo da inclusão do *WebGIS* na empresa, apresentando o conjunto das metodologias na base do planeamento;
- escolha da aplicação/software base da ferramenta a desenvolver;
- recolha e tratamento da informação geográfica necessária;
- construção e disponibilização da aplicação em funcionamento (versão 1.0);
- testes e correcções à aplicação desenvolvida.

1.5. Organização do projecto

O trabalho de projecto culminou com a redacção deste relatório final dividido em 5 capítulos que reflecte a organização do trabalho desenvolvido (Figura 1).

O primeiro capítulo pretende introduzir o tema do projecto, definindo os objectivos a alcançar, assim como a metodologia geral e organização de todo o trabalho desenvolvido.

No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica acerca do papel dos sistemas de informação geográfica na gestão agro-florestal. É definido o que se entende por *WebGIS* sendo apresentadas diferentes opções existentes deste tipo de ferramentas, assim como, o seu potencial na utilização por parte das empresas de consultadoria e gestão agro-florestal.

O terceiro capítulo descreve os componentes básicos de um *WebGIS* e as diferentes metodologias de implementação existentes, abordando as vantagens das soluções *WebGIS OpenSource* assim como a importância das especificações para a disponibilização de informação geográfica na Internet. São ainda descritos os principais *softwares WebGIS OpenSource* existentes.

O quarto capítulo é dedicado ao desenvolvimento da aplicação “Eco@gro Digital”. Introduce o estudo prévio realizado acerca da inclusão de uma aplicação *WebGIS* na empresa EcoAgro. E são apresentadas as características principais do sistema desenvolvido: modelo de dados, implementação, funcionamento, arquitectura, funcionalidades e interface.

Por fim, no quinto capítulo, são feitas as considerações finais, apresentando as vantagens e limitações da tecnologia bem como as perspectivas e desenvolvimentos futuros.

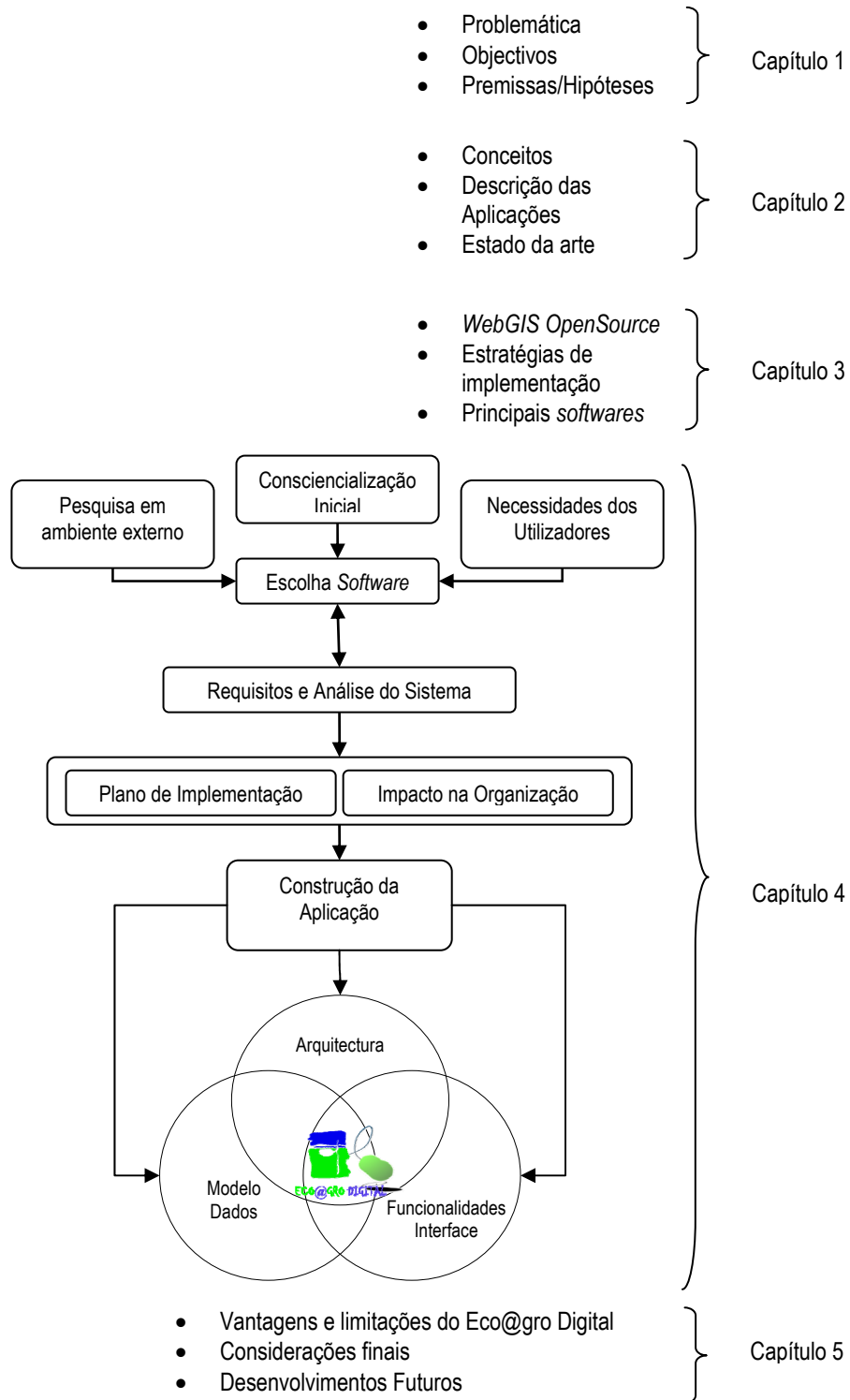


Figura 1 – Esquema da metodologia geral e organização do trabalho desenvolvido.

Foram utilizadas, na medida do possível, expressões em português, com exceção de vocábulos na língua inglesa, cuja tradução leve a uma interpretação imprecisa, ou de utilização vulgarizada na língua portuguesa.

2. SIG NA GESTÃO AGRO-FLORESTAL

2.1. Objectivos do capítulo

Neste capítulo é descrita a importância e papel dos SIG na gestão agro-florestal. É definido o que se entende por *WebGIS* sendo apresentadas as diferentes opções existentes deste tipo de ferramentas, assim como o seu potencial na utilização por parte das empresas de consultadoria e gestão agro-florestal.

2.2. A necessidade dos SIG na Gestão Agro-Florestal

A representação de informações acerca da distribuição geográfica de recursos naturais, sempre constituiu uma parte importante nas actividades ligadas à exploração de recursos naturais. Tal prática era possível apenas recorrendo a mapas em formato de papel, o que dificultava uma análise que combinasse diversos níveis de informação. Com o desenvolvimento da tecnologia, o armazenamento, a recuperação e a representação de informações em ambiente computacional começou a ser uma prática comum (Gonçalves 2004). Tendo em conta as exigências dos novos mercados que ditam as regras relativas ao que produzir, mas fundamentalmente, e cada vez mais, à forma de como produzir. A exploração dos recursos naturais deve ser feita mantendo a produtividade, diversidade biológica, capacidade regenerativa e vitalidade dos povoamentos, em estreita união com os aspectos sociais e ambientais. E é nesta matéria que os SIG, como ferramentas de grande utilidade na resolução dos problemas que advêm da gestão agro-florestal quotidiana, e utilizando as suas características de armazenamento, integração, edição, extracção, visualização e análise de dados georreferenciados, permitem não só facilitar as operações de planeamento, gestão e controlo, mas também auxiliar na tomada de decisões.

A integração dos princípios de sustentabilidade e de multifuncionalidade no ordenamento e planeamento dos espaços agro-florestais determina a necessidade de uma base de informação com múltiplos níveis que se articulam de forma complexa. É necessário gerir múltiplos níveis de informação na altura em que se pretende decidir sobre as intervenções a realizar, numa óptica de produção sustentável de bens e serviços (Martins *et al.* 2004).

As aplicações ambientais de SIG são vastas e variam com a área de intervenção: o meio ambiente, incluindo ecologia, clima, gestão florestal e poluição; e o uso dos recursos naturais, envolvendo os estratos vegetal e mineral, energia, recursos hídricos e oceânicos são dois exemplos dessas áreas. Enquadram-se em aplicações do meio ambiente a modelação climática e ambiental, a previsão numérica do tempo, a monitorização de desflorestação e da emissão e acção de poluentes. Ilustrando aplicações de uso de recursos naturais têm-se a identificação e mapeamento mineral e petrolífero, planeamento e supervisão de redes hidroeléctricas, gestão costeira e marítima, e sistemas de informação de recursos hidrológicos (Câmara *et al.* 1996).

A constituição da base de informação é uma etapa crucial no processo de planeamento. Consiste no levantamento, recolha, análise e tratamento da informação relevante para a caracterização da unidade territorial em análise. A gestão dos diferentes níveis de informação é facilitada pelos SIG que se valem das suas capacidades de representação e computação para reflectir, de forma mais adequada, a complexidade dos sistemas em causa. O planeamento deverá ser entendido como um processo integrado de análise de situações passadas e presentes, de projecção de situações futuras, de programação, decisão, controlo, avaliação e correcção de resultados (Martins *et al.* 2004).

Ao nível das explorações florestais, o principal objectivo dos SIG é o de fornecer informação para auxiliar a tomada de decisão que envolve dados espaciais. O seguimento de uma linha orientadora definida por um planeamento e ordenamento florestal e a realização de uma gestão florestal tendo por base um Sistema de Gestão Florestal Sustentável (SGFS), envolve uma série de problemas de decisão espacial que envolvem dados geográficos e informação. Os SIG podem desempenhar um papel vital na fase inicial da tomada de decisões espaciais através da sua capacidade de integração e exploração de dados e informação de um variado leque de fontes. Permitem armazenar, integrar e processar grandes quantidades de dados georreferenciados e apresentar a informação graficamente com um formato de fácil compreensão para os decisores (Cabral 2001), não só no planeamento mas, também como ferramenta operacional de apoio às decisões de gestão regular dos recursos naturais.

2.3. Soluções SIG na gestão dos recursos naturais

Os SIG comportam diferentes tipos de dados e aplicações, em várias áreas do conhecimento. De que são exemplo: a optimização de tráfego, controle cadastral, gestão de serviços de utilidade pública, demografia, cartografia, administração de recursos naturais, monitorização costeira, controle de epidemias, planeamento urbano, turismo, entre muitas outras aplicações. A sua utilização facilita a

integração de dados colectados de fontes heterogéneas, de forma transparente ao utilizador final, não estando restritos a especialistas em um domínio específico – cientistas, gerentes, técnicos, funcionários de administração de diversos níveis e o público em geral estão a utilizar estes sistemas com cada vez maior frequência (Câmara *et al.* 1996).

No que se refere à gestão dos recursos naturais, a tecnologia SIG pode ser utilizada no suporte e fornecimento de informações aos proprietários e gestores agro-florestais, permitindo a combinação e análise de múltiplos níveis de informação espacial relacionada com os recursos naturais, variando as suas aplicações com os potenciais utilizadores e problemas específicos abordados. Sendo sistemas de informação construídos especialmente para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objectos e fenómenos em que a localização geográfica é uma característica inerente e indispensável para tratá-los (Câmara *et al.* 1996). São conhecidos, inúmeros exemplos do uso de ferramentas SIG, sendo uma das áreas sobre a qual as primeiras ferramentas SIG foram desenvolvidas (ex.: CGIS – *Canada Geographic Information System*).

No sector florestal a utilização dos SIG é feita nos diferentes domínios de aplicação ligados à prática de uma gestão sustentável dos recursos ambientais e naturais sendo que, alguns dos sistemas são fornecidos por empresas de software SIG que, disponibilizam ferramentas específicas para resolver determinados problemas e, auxiliar na tomada de decisões. Podem ser encontrados exemplos da utilização de SIG na gestão e consultadoria florestal (Aires *et al.* 2004), no planeamento e ordenamento florestal (Alves *et al.* 2005, Martins *et al.* 2004, PROF 2006), na gestão de risco de incêndio (Freire *et al.* 2002), na constituição de planos de gestão florestal (Felícisimo *et al.* 2002), como ferramenta de apoio nos processos de certificação florestal (Yijun 2003), na gestão de redes viárias e divisionais (Hamzah 2001), no auxílio à protecção de espécies animais e vegetais (Altoé *et al.* 2005, Cruz *et al.* 2004), como instrumento na gestão de recursos hídricos (Nunes *et al.* 2004), na monitorização de actividades florestais (Nunes *et al.* 2006), entre muitas outras aplicações (figura 2).

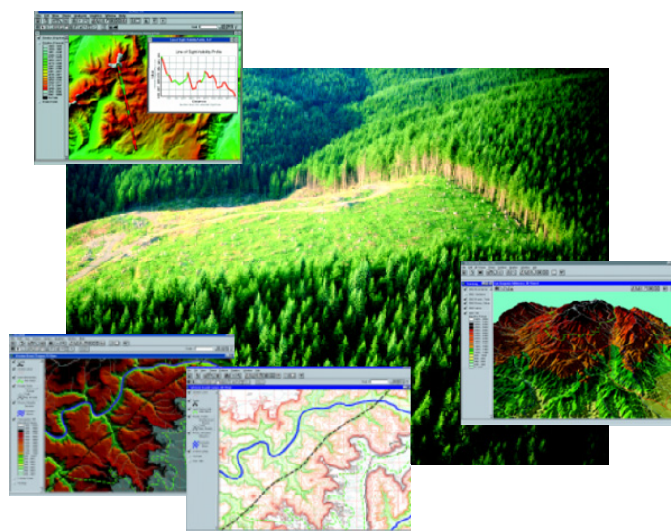


Figura 2 – Aplicações SIG na floresta (adaptado de: Esri (2005))

A agricultura de precisão constitui a principal aplicação de SIG no sector agrícola. A minimização dos custos financeiros e dos riscos ambientais pressiona cada vez mais as actividades que se relacionam com o meio edáfico. Sendo a fertilidade do solo um dos factores chave para qualquer actividade que use este recurso natural como suporte físico, a melhoria na aplicação de fertilizantes e fitofármacos constitui uma oportunidade de maximizar a produtividade e contribuir por outro lado para uma gestão mais eficaz dos recursos naturais de forma sustentável. Com a utilização de SIG e GPS é possível a construção de mapas de produtividade (figura 3) e estudar a sua relação com diferentes aspectos como o relevo, características físico-químicas entre outras, que permitam a aplicação diferenciada dos factores de produção.



Figura 3 – Representação do processo de aquisição de dados de produtividade (fonte: Silva *et al.* (2004)).

A combinação de SIG com tecnologia móvel, tal como o GPS⁴ e PDA⁵ é uma prática bastante utilizada que tem por objectivo dotar as organizações de soluções integradas na gestão dos recursos que permitem aos técnicos de campo realizarem a observação e o registo de dados em simultâneo, criando e mantendo bases de dados e realizando análise espacial no terreno (figura 4).



Figura 4 – Utilização de software SIG (ArcPad ESRI®) e tecnologia GPS (Trimble®)

A publicação de mapas e a partilha de informação espacial na Internet e *intranet* são soluções de SIG que podem ser de grande importância para investigadores, colaboradores, engenheiros, gestores, técnicos de campo e gabinete, público em geral e outros. As bases de dados geográficas deixaram de ser infra-estruturas fixas, tanto as organizações privadas como outras reconhecem a necessidade de partilhar informação geográfica (Esri 2005). Esta partilha de informação em redes tem sido feita em Portugal sobretudo por instituições governamentais com a publicação de mapas *on-line* (figura 5). São exemplos a visualização da Reserva Agrícola Nacional (RAN) e Reserva Ecológica Nacional (REN) fornecidas pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Rural (CCDR), a pesquisa da localização dos sítios da lista nacional e zonas de protecção integradas no plano sectorial da rede natura 2000 disponibilizados pelo Instituto para a Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB) (ICNB), o sistema de identificação parcelar (SIP) de cada exploração que tem como objectivo a atribuição de um único número a cada elemento da exploração agrícola (parcela, prédio, grupo de parcelas e/ou prédios), de modo a permitir a referência geográfica das explorações agrícolas de

⁴ GPS – *Global Positioning System*. Sistema de radioposicionamento global baseado num conjunto de satélites, mantido pelo Departamento de Defesa dos EUA. O GPS baseia-se na medição do intervalo de tempo que medeia entre a emissão de um sinal, pelo satélite, e a sua recepção pelo utilizador. Para obter uma posição são necessários, pelo menos, observações de 3 ou 4 satélites, conforme o utilizador se encontre à superfície da terra ou numa aeronave. (Gaspar 2004)

⁵ PDA – *Personal Digital Assistant*. É um computador de dimensões reduzidas (cerca de A6), dotado de grande capacidade computacional. Actualmente possuem grande quantidade de memória e diversos *softwares* para várias áreas de interesse como são o caso dos SIG.

modo unificado e coerente e a simplificar os elementos gráficos que devem ser fornecidos pelos requerentes para fins de cálculo das Ajudas Comunitárias e para as ações de controlo funciona em intranet no Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas (IFAP). O Instituto Geográfico Português disponibiliza também diversa cartografia desde ortofotomapas, informação cadastral, Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP), Carta de Risco de Incêndio Florestal (CRIF) (IGP 2008).

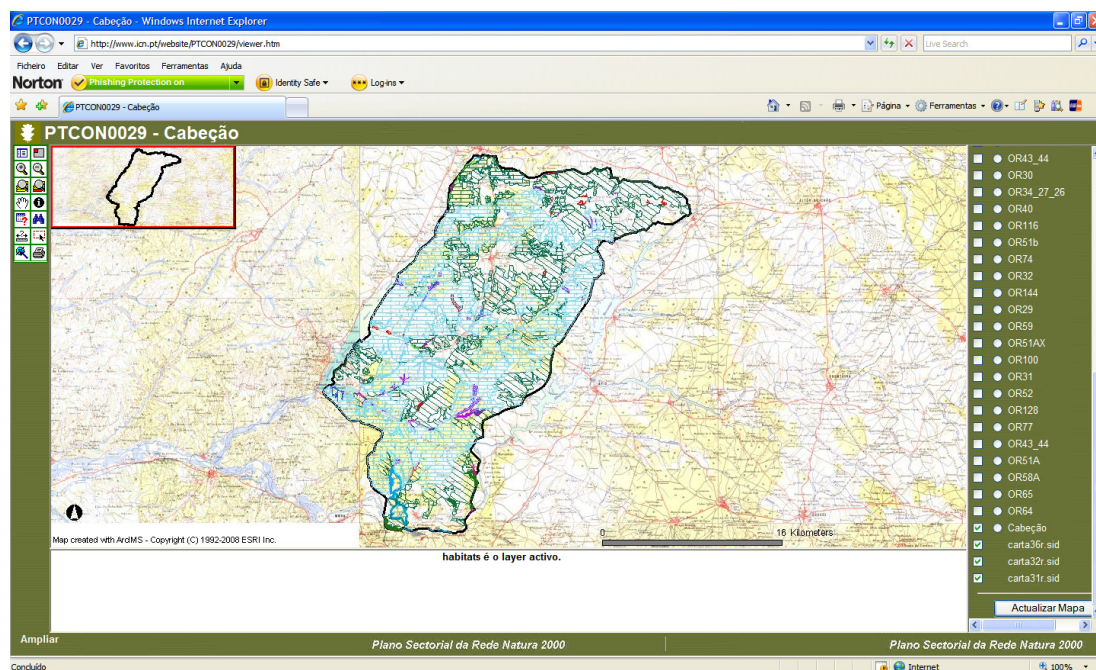


Figura 5 – Plano sectorial da rede natura 2000 – Sítios da Lista Nacional (fonte: ICNB (2008))

2.4. O impacto da Internet nos SIG

As novas tecnologias sempre foram uma força motriz nas ciências de informação geográfica, tal qual o são na ciência e sociedade em geral. Com a vulgarização do acesso à Internet, estas novas tecnologias que, incluem motores de busca, bibliotecas digitais, sistemas de interoperabilidade abertos, PDA, comunicações sem fios, novos modelos de interação e muitos mais, surgiram nos SIG como forma de os tornar mais móveis, poderosos e flexíveis, tornando-os em ferramentas de comunicação e partilha de conhecimentos geográficos (Figura 6) (Peng *et al.* 2003).



Figura 6 – SIG Distribuídos (Esri 2005).

Os novos mercados da Internet têm sido apontados como uma das principais razões para a actual expansão dos SIG e da sua utilização nas mais diversas vertentes, transformando os SIG num meio de comunicação ao fornecerem informação e conhecimento ao público (Yang *et al.* 2004). Recentemente a única forma prática de resolver um problema geográfico consistia em reunir todos os elementos necessários num único lugar, o computador pessoal do utilizador. Com os actuais avanços tornou-se no entanto possível o acesso remoto a dados e a *software*, permitindo ao utilizador a aplicação de SIG em qualquer lugar (Longley *et al.* 2005). A própria capacidade geoespacial das nossas ferramentas diárias das quais são exemplos os automóveis e os telemóveis, proporcionou ao público em geral canais de acesso a ambientes SIG em praticamente qualquer lugar a qualquer hora. Estes desenvolvimentos, auxiliados pelo avanço das tecnologias de computação permitem a partilha de dados e informações por intermédio de infra-estruturas de dados espaciais e diferentes tipos de sistemas de distribuição de uma forma fácil (Yang *et al.* 2004).

O desenvolvimento dos SIG nos últimos anos põe em causa até as visões mais tradicionais e instrumentais dos SIG (bases de dados espaciais, ferramenta de construção de mapas, ferramenta de análise espacial) tornando-as inadequadas para descrever a actual essência fundamental desta tecnologia bem como das suas implicações sociais (Sui *et al.* 2001). De forma a utilizar todos os dados espaciais existentes de forma eficiente e efectiva os SIG têm que desempenhar um papel crítico, não apenas na disseminação de dados em bruto, mas fornecendo informação e oferecendo serviços de valor acrescentado aos potenciais utilizadores (Yang *et al.* 2004). Contudo, para aceder e

utilizar dados os ambientes SIG têm que estar disponíveis ao público. A Internet, e as comunicações sem fios, fornecem uma plataforma ideal para dotar o público em geral de tecnologia SIG através do *WebGIS* e *Location Based Services*⁶ (LBS) (Peng *et al.* 2003).

A Internet e o seu acesso a uma escala global tornou-a num meio extremamente poderoso de acesso, troca e processamento de informação, transformando a forma como os SIG acedem, processam, partilham e manipulam os dados geográficos (Peng *et al.* 2003). Desenhada originalmente como uma rede de ligação entre computadores pessoais, rapidamente se transformou num poderoso mecanismo de troca de informação na sociedade moderna dos dias de hoje, gerindo tudo deste mensagens pessoais a enormes transferências de dados assim como um cada vez maior número de transacções comerciais (Longley *et al.* 2005). Rapidamente os geógrafos se aperceberam do seu valor ao permitir a um utilizador realizar por intermédio de um simples “*click*” com o seu rato no *browser*⁷ operações de *zoom* e *pan* num qualquer mapa disponibilizado, sem sequer ter a necessidade de instalar *software* especializado ou descarregar grandes quantidade de dados (Longley *et al.* 2005). Isto levou a que um dos principais desenvolvimentos no que respeita a tecnologias e ferramentas de SIG tenha sido a criação de funcionalidades para disponibilização na Internet. A distribuição de informação geográfica a um grande número de utilizadores, com conhecimentos técnicos ou não, de forma a permitir a realização de funções e obtenção de resultados semelhantes aos que se podem encontrar num ambiente SIG convencional passou a ser possível com grande facilidade (Machado *et al.* 2002). A utilização da Internet como plataforma no lançamento de SIG permitiu transferir grandes mais valias como, a necessidade de ubiquidade, facilidade de acesso, grande flexibilidade e um reduzido risco de isolamento e obsolescência para os sistemas de informação dos dias de hoje (Moreno-Sanchez *et al.* 2007).

A Internet afectou desta forma os SIG em três grandes áreas: o acesso a dados geográficos, a disseminação de informação espacial, e o processamento e modelação. Os utilizadores podem agora ter acesso a grandes quantidades de dados de diferentes fornecedores através de bibliotecas digitais e outros repositórios de informação. Permitiu a disseminação de grandes quantidades de informação espacial a um número muito maior de utilizadores que os SIG convencionais, possibilitando que esta seja acedida e explorada por um vasto leque de utilizadores, de tal modo que, se está a tornar num meio de processamento e modelação de sistemas de informação geográfica, na medida em que

⁶ Serviços de informação acessíveis por dispositivos móveis por intermédio de uma rede móvel e utilizando a capacidade de localização do dispositivo móvel.

⁷ Por ser um termo bastante utilizado na linguagem actual ao longo deste trabalho será utilizada a palavra *browser* para designar um software de navegação na Internet.

aumenta a acessibilidade e reutilização de ferramentas de análise através do *download* e *upload* de componentes de processamento de SIG (Peng *et al.* 2003). Constitui assim um meio privilegiado e com um elevado potencial de crescimento no que respeita à disponibilização de grandes quantidades de informação geográfica, tornando possível o acesso a vários utilizadores a funcionalidades SIG sem terem necessariamente de ser proprietários de licenças de aplicações de SI (Machado *et al.* 2002).

Actualmente, o problema não se põe ao nível da falta de bons algoritmos, de computadores potentes para analisar os dados geográficos, ou das dificuldades associadas à digitalização da informação. A nova fonte de problemas localiza-se na pesquisa, descoberta, acesso, recolha e reformatação de dados geográficos existentes *on-line* em quantidades enormes, sendo comum gastar 80% ou mais dos recursos de um projecto nestas actividades. O papel dos *WebGIS* é pois remover estes significativos impedimentos de uso efectivo dos SIG (Peng *et al.* 2003). O objectivo é que os utilizadores possam ser mais produtivos na aplicação das tecnologias SIG, eliminando o tempo dispendido no manuseamento de *software* e recolha de dados. O *WebGIS* permite ao utilizador aceder a um serviço, que inclui os dados e as ferramentas de análise que este necessita, com a vantagem de aceder a informação que se encontra em todos os momentos actualizada. Esta realidade força a uma mudança de paradigma também do lado dos prestadores de serviços, encorajando a especialização de fornecedores de dados e prestadores de serviços. Ao contrário dos SIG encontrados nos computadores pessoais convencionais que, favorecem uma solução proprietária em que, um único *software* deve preencher todas as necessidades de um grande número de utilizadores onde apenas uma fracção das ferramentas é utilizada pela maioria. Com a adopção do *WebGIS*, os programadores podem focar-se em componentes específicos com determinadas funções que devidamente estandardizados podem interagir com componentes de outros prestadores de serviços (Peng *et al.* 2003).

2.5. A evolução para os SIG Distribuídos

Apesar de sua complexidade um SIG pode ser dividido em 6 componentes principais: pessoas, *software*, dados, *hardware*, procedimentos e rede (figura 7). Actualmente a rede é provavelmente o componente fundamental, sem ela não poderiam existir uma rápida comunicação nem a partilha de informações. Os SIG de hoje dependem fortemente da Internet assim como das *intranets* de determinadas organizações (Longley *et al.* 2005).

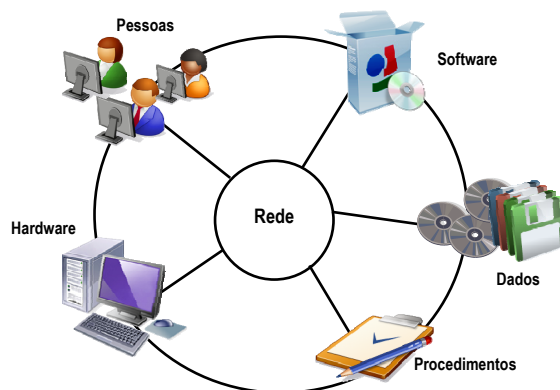


Figura 7 – Os seis componentes de um SIG (adaptado de: Longley *et al.* (2005))

O desenvolvimento dos SIG está intimamente ligado à evolução das tecnologias de informação (TI), evoluindo a partir dos SIG em *Mainframe* para os mais usuais SIG de *Desktop* e mais recentemente para os SIG distribuídos, nos quais se incluem os SIG distribuídos pela Internet (*WebGIS*) e o SIG móveis (figura 8):

- Os SIG em *Mainframe* referem-se a programas SIG, acedidos por intermédio de terminais remotos, a um computador central. Dependem de um modelo monolítico que, se baseia no facto de todos os programas estarem instalados num só computador.
- Os SIG em *Desktop* dependem de *software* SIG instalado num computador pessoal, não existindo partilha de informação ou, no caso de computadores em rede, a partilha de dados e aplicações é feita pelo *software* SIG de cada um deles.
- Os SIG distribuídos (SIGD) só foram possíveis graças aos mais recentes desenvolvimentos da Internet e tecnologias de transmissão de dados sem fios. Em lugar de dependerem de *software* SIG instalado em computadores pessoais, os SIGD não requerem que o utilizador instale qualquer licença de *software* SIG no seu computador.

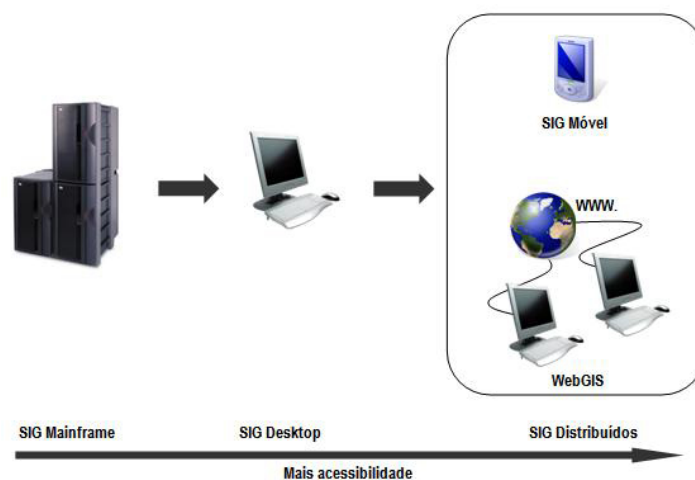


Figura 8 – Caminho de desenvolvimento dos SIG (adaptado de: Peng *et al.* (2003))

Os SIGD representam uma evolução marcada do modelo cliente/servidor *two-tier*⁸. Em vez de depender de *software* SIG instalado num computador pessoal, os SIGD quando utilizados na sua plenitude não requerem a instalação por parte do utilizador de qualquer programa SIG no seu computador (tabela 1). Os SIGD permitem que os componentes de um SIG possam estar localizados em qualquer lugar, a existência de uma rede global como a Internet a que praticamente todos os computadores estão ligados, permite executar um projecto SIG em qualquer lugar, utilizando dados que se encontrem em qualquer local da rede e *software* que pode ser fornecido por acesso remoto a sítios de Internet (Longley *et al.* 2005).

Características da Aplicação	SIG Mainframe	SIG Desktop	SIG Distribuídos	
			WebGIS	SIG Móvel
Arquitectura	Monolítica	<i>Ethernet</i> Cliente/Servidor (<i>two-tier</i>)	ClienteWeb/Servidor (<i>three-tier</i> ou <i>n-tier</i>)	ClienteWireless/Servidor (<i>three-tier</i> ou <i>n-tier</i>)
Cliente	Terminais	<i>Desktop</i>	Cliente Web	Dispositivos <i>Wireless</i>
Interface	-	GUI	Web Browser, JavaBeans, controlos ActiveX	<i>MiniBrowsers</i> , WAP
Redes	LAN	LANs ou WANs	Internet	Redes <i>Wireless</i> e Internet
Servidor	<i>Mainframe</i>	Servidores de Aplicações e Dados	<i>WebServers</i> , Servidores de Aplicações, GIS Servers, Servidores de Dados	<i>GatewayServer</i> , <i>WebServer</i> e <i>GISServers</i>
Número de servidores acessíveis	Um	Um ou número limitado	Milhares ou mais	Milhares ou mais

Tabela 1 – Comparação entre SIG Distribuídos, SIG de *Mainframe* e *Desktop* (adaptado de: Peng *et al.* (2003)).

Apesar de os SIG de *Desktop* continuarem a ter enorme sucesso, os utilizadores estão constantemente em busca de soluções de baixo custo e melhoria no acesso a informação geográfica que normalmente se encontra inacessível a grandes grupos. O modelo apoiado no *WebGIS*, baseado numa centralização de *software* e gestão de dados, permite reduzir de forma dramática custos de implementação, suporte e manutenções futuras. O local onde os dados são processados, a localização dos dados propriamente ditos e, a localização do utilizador e a interface pela qual este recolhe a informação criada pelo SIG, não têm necessariamente que ser a mesma como acontece num SIG *Desktop*. É inclusivamente possível realizar o projecto SIG na área de estudo em questão,

⁸ Arquitectura baseada na relação cliente e servidor, interligados entre si por uma rede.

obtendo os dados representativos dessa área e aplicando os processos SIG a esses dados no próprio local em vez de o fazer à distância (Longley *et al.* 2005).

Neste trabalho importa reter a componente *WebGIS* dos SIGD que se pode definir como, um conjunto de serviços de informação geográfica para a Internet, baseados numa rede que, utiliza diferentes formas de acesso à Internet para aceder a informação geográfica, ferramentas analíticas e diferentes serviços SIG (Peng *et al.* 2003). A disponibilização e divulgação dos temas de forma dinâmica pela Internet através do *WebGIS*, permite integrar, disseminar e comunicar informações geográficas visualmente na Internet. Em geral, a disponibilização de mapas na Internet é feita de maneira estática, ou seja, sem interacção do utilizador. Com o *WebGIS* é possível gerar páginas dinâmicas que permitem ao utilizador consultas mais objectivas exclusivamente dedicadas aos temas do seu interesse (Mangabeira *et al.* 2002). O *WebGIS* combina duas poderosas tecnologias: os SIG, analisando e integrando e a Internet, fornecendo conectividade a um nível global. O resultado desta sinergia resulta numa maior facilidade em encontrar dados, o partilhar de ferramentas analíticas e o facto de ambos poderem chegar a um muito maior número de utilizadores (Tang *et al.* 2003).

2.6. O Potencial do *WebGIS* na Consultadoria e Gestão Agro-Florestal

A comunicação e partilha de informações de forma clara e precisa são vitais numa sociedade moderna. Qualquer que seja o tipo de informação a transmitir, esta possui uma distribuição geográfica. Tal como um gráfico apresenta informação numérica num formato de fácil compreensão, um mapa pode mostrar de forma mais clara que qualquer informação tabular o modo como esta se relaciona com o local (Kropla 2005). Os tradicionais mapas em papel sempre foram de difícil elaboração, manutenção e estáticos. Com o incremento das novas tecnologias os mapas em formato digital vieram garantir a transmissão dinâmica de informação actualizada e em tempo real. O desenvolvimento de mapas digitais foi conduzido pelas necessidades da indústria, gestão de recursos naturais e investigadores, como uma ferramenta de gestão. Contudo com a vulgarização da Internet e os avanços no *hardware*, o fornecimento de mapas em formato digital tornou-se comum. Os mapas com as previsões do estado do tempo, as instruções fornecidas pelo sistema de GPS do automóvel e os sítios na Internet onde se podem pesquisar moradas e nomes de ruas, constituem apenas algumas das funcionalidades baseadas na disponibilização de mapas em formato digital, disponíveis hoje em dia na Internet (Kropla 2005). A grande vantagem deste tipo de aplicações de *WebGIS* reside no facto de a disponibilização de dados, mapas e informações poder ser feita de forma a satisfazer as

necessidades do utilizador móvel, fornecendo serviços que requerem informações em tempo real utilizando tecnologia móvel como o *WiFi*, redes 3G e GPS.

Mas o potencial do *WebGIS* vai muito mais além da visão da centralização de dados geográficos, estes são de extrema importância, contudo, a componente dos recursos humanos é muitas vezes descurada como parte integrante de qualquer projecto SIG. Os métodos e as ferramentas são genéricos e de interesse a um número muito maior de utilizadores do que um determinado conjunto de dados. Daí que se pode inferir que a partilha de métodos e ferramentas tem um retorno potencial superior à simples partilha de dados (Peng *et al.* 2003). O verdadeiro valor dos SIG distribuídos pela Internet recai não nas tecnologias mas nos serviços prestados pelos profissionais de SIG e nas aplicações produzidas pelos utilizadores. O conteúdo da informação disponibilizada e os utilizadores são a chave do sucesso do *WebGIS* (Peng *et al.* 2003).

A primeira imagem que surge quando se fala na utilização de um SIG é o mapa que este vai produzir. Contudo o *output* gráfico é o resultado de um conjunto de operações e pode não ser o resultado mais importante. O objectivo de qualquer SIG é permitir ao utilizador concretizar pesquisas e analisar dados geográficos que podem ser fundamentais no processo de tomada de decisão (Kropla 2005).

Uma ferramenta *WebGIS* na consultadoria e gestão agro-florestal pode ser constituído por um sistema geográfico de apoio nas explorações agrícolas e florestais via Internet que coloca funcionalidades de SIG ao alcance de empresários agrícolas e florestais, sem obrigar a investir em meios de *software* sofisticados ou em formação técnica especializada (Aires *et al.* 2004). Estes sistemas baseiam-se na utilização de dados geográficos específicos para cada cliente e/ou exploração, estruturados de acordo com um modelo de dados comum que contempla as diferentes vertentes de agricultura e/ou floresta, e cuja recolha, organização e manutenção, pode ser assegurada por serviços de técnicos especializados das empresas de gestão (Aires *et al.* 2004). O cliente é o proprietário dos dados, e será utilizador remoto dos mesmos, estando garantida a segurança e a privacidade no acesso aos seus dados, bem como a possibilidade de dispor de um ou mais utilizadores simultâneos. Os dados são mantidos num servidor residente, e podem ser acedidos remotamente pelos clientes com acesso pela Internet a uma aplicação especializada que disponibiliza as funcionalidades SIG (Aires *et al.* 2004). Estas ferramentas podem ser de grande utilidade nas acções de consultadoria e gestão das explorações agro-florestais e fornecer uma mais valia competitiva a estas empresas face à concorrência.

2.7. Conclusões

O termo *WebGIS* refere-se a aplicações que permitem a disponibilização de dados espaciais a utilizadores por intermédio de um *browser* de Internet. Dependendo da capacidade do *software*, os utilizadores podem visualizar, inquirir e analisar dados geográficos remotamente. Pelo facto de ser uma forma acessível de distribuir informação espacial, a disseminação desta tecnologia tem sido grande por parte de organismos públicos e privados estando grande parte das funcionalidades básicas disponíveis nos SIG de *Desktop* actualmente disponíveis pela Internet.

Os maiores benefícios da utilização da tecnologia *WebGIS* incluem: capacidade de distribuir dados e funcionalidades SIG a um grande conjunto de utilizadores, evitar a necessidade de compra de *software* SIG por parte dos utilizadores, e a não necessidade de formação específica dos utilizadores. Como principal ponto fraco pode ser identificado o tempo de resposta das aplicações às solicitações dos utilizadores, que depende de inúmeros factores tais como a capacidade da ligação à Internet, o volume de dados, o tráfego e a capacidade de processamento.

Os SIG constituem de facto instrumentos fundamentais na gestão dos recursos naturais nas mais diversas áreas de intervenção. Pelas suas capacidades assumem-se como um auxiliar fundamental na tomada de decisão e na gestão operacional de explorações agro-florestais, onde é necessário gerir múltiplos níveis de informação na altura em que se pretende decidir sobre as intervenções a realizar. Desta forma, qualquer gestor pode ter informações essenciais de forma fácil, acerca das zonas de intervenção, tais como a sua localização, área, ocupação, solos, altimetria, hidrografia, pontos de água, acessos, zonas de protecção e conservação, entre outras.

A evolução das novas tecnologias e fundamentalmente o aparecimento e vulgarização da Internet e da *World Wide Web* (WWW) vieram trazer novos avanços nos SIG, rompendo completamente as barreiras espaciais e temporais. Os SIGD, nomeadamente o *WebGIS* criaram a possibilidade de acesso a funcionalidades SIG em qualquer local com acesso à Internet e sem a necessidade de recorrer a qualquer *software* para além de um simples *browser*. Apesar de os SIG de *Desktop* tradicionais continuarem a ter o seu espaço estas novas oportunidades permitem agora a disponibilização de informação geográfica a um elevado número de pessoas de forma muito simples, permitindo o acesso não só a técnicos especializados mas a utilizadores com menores conhecimentos.

Os *WebGIS* apresentam um grande potencial de utilização no campo da consultoria e gestão agro-florestal, e podem ser utilizados como forma de auxiliar a gestão das explorações pelo fornecimento de funcionalidades SIG que auxiliem os empresários e proprietários deste ramo. Estas podem ser disponibilizadas pelas empresas de consultoria ou outro tipo de organizações como associações de agricultores e produtores florestais garantindo uma actualização constante dos dados espaciais. Os utilizadores não necessitam de grandes conhecimentos técnicos nem da instalação de *software* específico.

3. WEBGIS OPENSOURCE

3.1. Objectivos do capítulo

Este capítulo descreve os componentes básicos de um *WebGIS* e as diferentes metodologias de implementação existentes, abordando as vantagens das soluções *WebGIS OpenSource*. São descritas as mais importantes e recentes especificações para serviços *WebGIS* do OGC e apresentadas as principais opções existentes de *software WebGIS OpenSource*.

3.2. Componentes básicos de um *WebGIS*

Os *WebGIS* adoptam uma arquitectura cliente/servidor *three-tier* ou *n-tier* e contêm normalmente 4 componentes principais: o cliente, um servidor de Internet com servidor de aplicações, um ou mais servidores de mapas e servidores de dados (figura 9) (Peng *et al.* 2003).

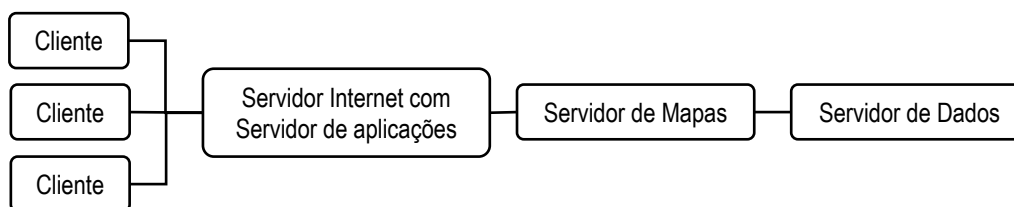


Figura 9 – Componentes básicos de um *WebGIS* (adaptado de: Peng *et al.* (2003))

O cliente serve como interface para que os utilizadores possam interagir com os dados espaciais e as funções de análise fornecidas pelo *WebGIS*. Em contraste com os SIG presentes nos computadores pessoais, vulgo *SIG Desktop*, que utilizam a interface gráfica do utilizador para construir o cliente, um *WebGIS* depende da Internet como o seu cliente. Dependendo do grau de interactividade, os clientes podem ser constituídos por simples HTML⁹ ou para aumentar a interactividade podem ser utilizados clientes que utilizem HTML dinâmica, aplicações como *Plug-in*¹⁰, *Java applets*¹¹ e controlos *ActiveX*¹² (Peng *et al.* 2003).

⁹ *HyperText Markup Language* – Linguagem de marcação utilizada para produzir páginas na Internet

¹⁰ Programa de computador que serve normalmente para adicionar funções a outros programas, fornecendo uma funcionalidade especial ou muito específica.

A segunda componente do *WebGIS* compreende o servidor de Internet e o servidor de aplicações. O servidor de Internet, também designado por servidor HTTP¹³ tem como principal função a resposta às requisições dos *browsers* de Internet via HTTP. Esta resposta pode ser feita: enviando documentos HTML ou mapas e imagens existentes ao cliente; enviando *applets Java* ou controlos *ActiveX* para o cliente; enviando pedidos a outros programas, como os CGI¹⁴, que possam processar as consultas, requisitando desta forma serviços de um servidor de aplicações. As principais funções do servidor de aplicações incluem: o estabelecimento, manutenção e o termo da ligação entre o servidor de Internet e o servidor de mapas; interpretar os pedidos dos clientes e enviá-los ao servidor de mapas; gerir as requisições concorrentes e contrabalançar as cargas entre o servidor de mapas e o servidor de dados; gerir o estado, transacções e segurança (Peng *et al.* 2003).

O servidor de mapas pode ser definido como o componente central, pois é ele que processa os pedidos dos clientes e gera resultados. O servidor de mapas executa as pesquisas espaciais, conduz a análise espacial, gerando e transmitindo os mapas para o cliente baseados nos pedidos do utilizador. Este componente fornece funções tradicionais específicas dos SIG que incluem, filtros de pesquisa, serviços de geocodificação, análise espacial, criação de mapas, entre muitas outras. O *output* do servidor de mapas pode ser feito de duas formas: diversos níveis de informação filtrada enviadas para o cliente para manipulação por parte do utilizador ou, uma simples imagem num formato gráfico (JPEG, GIF, TIFF, ...) (Peng *et al.* 2003).

O servidor de dados fornece os dados espaciais e não espaciais, em estruturas de dados relacionais ou não, permitindo o acesso e gestão dos mesmos por intermédio de *Structured Query Language* (SQL).

3.3. Software Freeware, OpenSource e Comercial

O *software* SIG é o motor do processamento e um componente vital de qualquer SIG operacional. É composto por um leque de programas que implementam as funções de processamento dos dados

¹¹ Aplicativos que se servem da JVM (*Java Virtual Machine*) existente na máquina cliente ou embutida no próprio navegador do cliente para interpretar o seu código.

¹² Tecnologia da Microsoft para o desenvolvimento de páginas dinâmicas com algumas semelhanças aos *applets Java*.

¹³ *Hypertext Transfer Protocol* – protocolo de comunicação utilizado para transferir dados por intranets e pela World Wide Web.

¹⁴ *Common Gateway Interface* – tecnologia que permite gerar páginas dinâmicas, permitindo a um navegador passar parâmetros para um programa alojado num servidor.

geográficos, sendo composto por três componentes chave: a interface do utilizador, as ferramentas e a base de dados (Longley *et al.* 2005). No campo do *WebGIS*, existem inúmeros aplicativos disponíveis que permitem a publicação e consulta de informação geográfica na Internet, quer desenvolvidos por empresas comerciais, quer por grupos de pesquisa. Uma parte considerável destes aplicativos é fornecida aos utilizadores sem qualquer custo como são exemplos: MapGuide, GeoServer, MapServer, MapBender, Deegree, para referir apenas alguns dos mais conhecidos. Esta divisão entre sistemas comerciais e de domínio público constitui o primeiro factor de escolha na criação e implementação de um *WebGIS* (Miranda 2003).

Na actual sociedade da informação, onde informação é poder, o poder é dado a quem tem capacidades de recolha, análise e publicação da informação. Os SIG fornecem de forma eficiente estas capacidades para grandes quantidades de informação espacial. Na prática, contudo, em virtude da sua complexidade técnica e elevado custo das licenças de software, os SIG apenas têm estado tradicionalmente disponíveis em grande medida para utilizadores com poder de compra como governos, administrações públicas ou empresas, onde desempenham um papel vital na maioria das suas operações diárias (Caldeweyher *et al.* 2006). As diferenças económicas, culturais, financeiras, políticas e tecnológicas entre as sociedades actuais criaram grandes obstáculos à criação de sistemas com interoperabilidade (Moreno-Sanchez *et al.* 2007). O acesso à tecnologia que envolve os SIG tem sido “recusado” a comunidades com falta de recursos, tempo e conhecimentos, mesmo nas actuais sociedades modernas. A baixa dos preços dos computadores e a crescente popularidade dos mapas distribuídos pela Internet nos últimos anos despoletou o desenvolvimento de vários projectos *OpenSource* com o objectivo de trazer a tecnologia SIG ao público em geral a baixo custo ou mesmo custo zero (Caldeweyher *et al.* 2006).

Os principais pacotes de *software* SIG ao dispor dos utilizadores são provenientes de um pequeno grupo de empresas que por vezes aproveitam a baixa concorrência para impor elevados custos de licenças. O *Open GeoSpatial Consortium* (OGC) (OGC 2008b) e o projecto GNU (*Software Livre*) (GNU 2008) abriram novas possibilidades no que respeita às opções à disposição dos utilizadores. Várias organizações públicas um pouco por todo o mundo estão já a aproveitar os benefícios destes movimentos, apesar de a grande maioria dos especialistas ainda revelar um elevado grau de desconhecimento acerca estas novas ferramentas, talvez pelo facto de as formações académicas actualmente serem quase exclusivamente orientadas para os sistemas proprietários (Uchoa *et al.* 2007). A “concepção” de *software* Livre já existe há muito tempo, o conceito em si começou a ser formalizado em 1983 com a criação do Projecto GNU por Richard M. Stallman. O objectivo era

desenvolver uma versão do *Unix*¹⁵ (UNIX 2008) com código fonte aberto, acompanhada de aplicativos e ferramentas compatíveis e igualmente livres. Visando garantir a liberdade dos sistemas desenvolvidos neste projecto, Richard Stallman estabeleceu as liberdades que um *software* livre deveria possuir e criou dispositivos legais para garanti-las através da licença GNU/GPL (GNU 2008, OpenGEO 2007). Pode-se definir *software OpenSource* (ou *software* Livre) como sendo o *software* disponível com permissão de uso, cópia, e distribuição, quer seja na sua forma original ou com modificações, gratuitamente ou com custo. No entanto, a possibilidade de modificações implica sempre que o código fonte esteja disponível como acontece com os exemplos referidos anteriormente (MapServer, GeoServer, entre outros).

As 4 liberdades do *software* livre são:

- Executar o programa, para qualquer propósito (liberdade nº 0).
- Estudar como o programa funciona e adaptá-lo para as suas necessidades (liberdade nº 1) constituindo o acesso ao código fonte é um pré-requisito para esta liberdade.
- Redistribuir cópias de modo a ajudar a comunidade (liberdade nº 2).
- Aperfeiçoar o programa e libertar as melhorias, de modo que toda a comunidade beneficie (liberdade nº 3) constituindo o acesso ao código fonte um pré-requisito para esta liberdade.

É importante não confundir *software* livre (*OpenSource*) com *software* gratuito (*Freeware*), uma vez que a liberdade de se poder copiar, modificar e redistribuir associada ao *software* livre, é independente de ser gratuito ou não. Existem programas que podem ser obtidos gratuitamente mas que não podem ser modificados, nem redistribuídos (*software Freeware*) como acontece por exemplo com o ArcExplorer, o SpringWeb, ViewFinder, ERViewer, entre muitos outros. O *software OpenSource* tem ainda a particularidade de ser desenvolvido e mantido por comunidades de indivíduos de todo o mundo, que tendo como intermediário a Internet, trabalham organizadamente na produção deste *software*, beneficiando com o trabalho e sugestões de todos.

O *software* proprietário é aquele cuja cópia, redistribuição ou modificação são em alguma medida proibidos pelo seu proprietário. Para usar, copiar ou redistribuir, deve-se solicitar permissão ao proprietário, ou pagar para poder fazê-lo. Embora as opções comerciais apresentem aparentemente mais vantagens que as correspondentes *Freeware* e *OpenSource* como são o nível de ferramentas disponíveis e o apoio técnico especializado, na execução de tarefas consideradas mais simples, estas

¹⁵ Sistema operativo livre.

últimas não apresentam problemas significativos e são cada vez mais utilizadas por empresas de diferentes dimensões (Miranda 2004). No que se refere ao *WebGIS*, existem diversas opções disponíveis no mercado (tabela 2) que apresentam em comum os elevados custos de licenciamento e manutenção que facilmente ascendem a valores de alguns milhares de euros.

Software	Endereço de Internet
Autodesk MapGuide	http://www.autodesk.pt/adsk/servlet/index?siteID=459664&id=10634550
MapInfo MapXtreme	http://www.mapinfo.com/products/developer-tools/desktop%2c-mobile-%26-internet-offering
ESRI ArcIMS	http://www.esri.com/software/arcgis/arcims/index.html
GE SIAS	http://www.gepower.com/prod_serv/products/gis_software/en/sias.htm

Tabela 2 – Principais *softwares WebGIS* comerciais (Consulta em Julho de 2008).

3.4. Estratégias de Implementação *WebGIS*

As tecnologias que possibilitaram o aparecimento dos SIGD, mais concretamente dos *WebGIS*, estão em constantemente mutação (figura 10). Começaram com a publicação na Internet de mapas estáticos em formatos gráficos (PDF, GIF, JPEG) e evoluíram para verdadeiros SIG. Com a utilização de formulários de HTML e CGI tornou-se possível a ligação do utilizador a programas SIG em servidores, esta ligação permite gerar mapas com informações pedidas pelo utilizador, ainda que com uma interacção muito limitada às opções disponíveis nos formulários. Mais tarde surgiram os primeiros mapas verdadeiramente interactivos onde, por intermédio de DHTML e aplicações do lado do cliente como *Plug-in*, controlos *ActiveX* e *Java Applets* o utilizador pode realizar pesquisas sem ser necessário enviar pedidos ao servidor. Mais recente a tecnologia de distribuição de serviços SIG refere-se à possibilidade de componentes SIG do lado do cliente poderem comunicar directamente com outros componentes SIG do lado do servidor sem recorrer a um servidor HTTP e um CGI como intermediário (Peng *et al.* 2003). Esta evolução natural criou inúmeras ferramentas *WebGIS* disponíveis, desde os simples visualizadores de mapas estáticos, passando por soluções de disponibilização de informação geográfica de forma interactiva, até verdadeiros SIG distribuídos pela Internet, com capacidades de análise e pesquisa espacial. Os próprios componentes *OpenSource* disponíveis demonstram não só o nível de sofisticação que os produtos *WebGIS* alcançaram nos últimos anos mas, que os SIG podem deixar de ser apelidados de tecnologia elitista uma vez que existem soluções possíveis a baixo custo que permitem o acesso a uma tecnologia tradicionalmente vedada em virtude da sua complexidade técnica e alto custo (Caldeweyher *et al.* 2006).

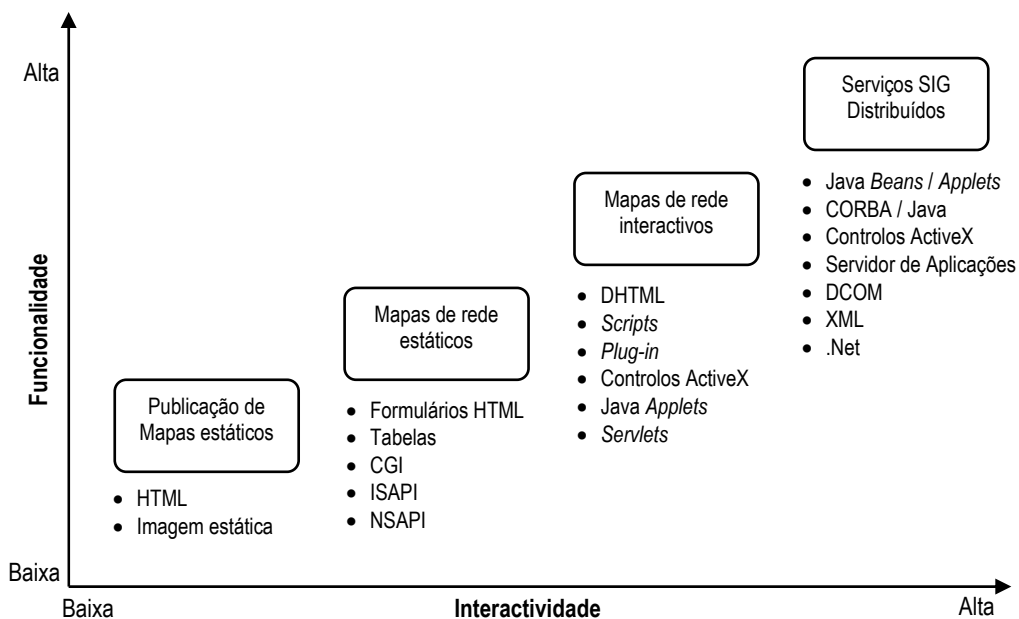


Figura 10 – Evolução dos SIGD (adaptado de: Peng *et al.* (2003))

As estratégias de implementação de *WebGIS* assentam fundamentalmente em 3 tipos de arquitecturas: Baseadas no servidor, no cliente e arquitecturas híbridas (Chang *et al.* 2006, Foote *et al.* 1997):

As estratégias baseadas no **servidor** permitem ao utilizador (cliente) realizar pedidos de dados e análise a um servidor. O servidor processa os pedidos e devolve os dados ou a solução ao cliente remoto (figura 11).



- 1 – O cliente envia um pedido ao servidor pelo seu *browser*
- 2 – O servidor processa o pedido e envia a informação para um *script CGI*
- 3 – O resultado é devolvido ao servidor
- 4 – O servidor envia a resposta ao cliente
- 5 – O cliente visualiza a informação no seu *browser*

Figura 11 – Configuração baseada no servidor (adaptado de: Foote *et al.* (1997))

A estratégia baseada no servidor (tabela 3) foca-se no fornecimento de dados e análises a pedido, por intermédio de um servidor que tem acesso aos dados e *software* necessário para processar esses dados. É uma arquitectura de alguma forma comparável à arquitectura tradicional presente nos SIG de *mainframe* referida no ponto 2.5. que trabalhavam em redes locais. Depende da capacidade dos utilizadores realizarem pedidos a um *software* SIG por intermédio de um servidor pela Internet e requer um poder de processamento por parte do cliente baixo, apenas necessita de ter capacidade de submeter pedidos e visualizar respostas (Foote *et al.* 1997). Os programas que permitem o pedido dos utilizadores podem ser escritos em diversas linguagens de programação que incluem o *Perl*, *Visual Basic*, *C++*, entre outras. É também possível adquirir *software* que ligue directamente o servidor a um *software* SIG existente. Na comunicação entre o servidor e as aplicações SIG as interfaces mais comuns são os *CGI*, *Java*, *ISAPI* (*Internet Server Application Programming Interface*), e *NSAPI* (*Netscape Server Application Programming Interface*).

Tarefas do Servidor	Tarefas do Cliente
Navegação	Visualização
Pesquisa	
Análise	
Desenho de mapas	

Tabela 3 – Repartição das tarefas numa configuração baseada no servidor

As estratégias baseadas no **cliente** permitem ao utilizador manipular os dados e realizar análises localmente no seu computador. Estas aplicações tentam dividir o trabalho de processamento entre o servidor e o cliente, sendo por isso por vezes designada por “cliente forte”. Algumas das ferramentas do SIG são descarregadas para o cliente e os dados são processados no computador deste (tabela 4).

Tarefas do Servidor	Tarefas do Cliente
Pesquisa	Visualização
Análise	Navegação
Desenho de mapas	Pesquisa

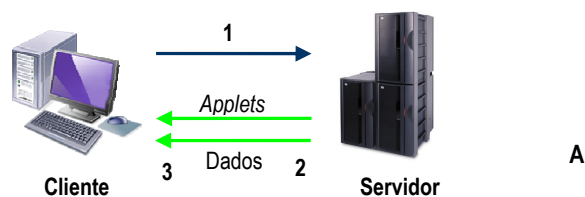
Tabela 4 – Repartição das tarefas numa configuração baseada no cliente

Existem duas variantes da arquitetura baseada no cliente (figura 12):

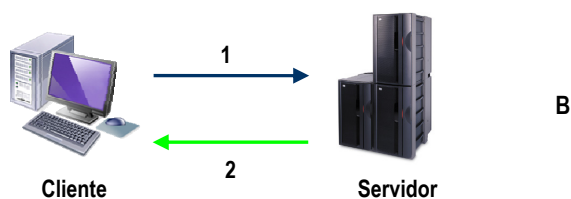
A – *Applets* SIG distribuídos a pedido ao cliente;

B – *Applets* SIG e aplicações *Plug-in* que residem no cliente de forma permanente ou semi-permanente.

Na primeira variante as capacidades SIG são fornecidas sob a forma de pequenos programas ou *applets* (estes programas podem ser escritos em *Java*, *Javascript* ou *ActiveX*) que correm no cliente, sendo estes entregues a pedido, à medida que são necessários pelo utilizador. Uma vez feita a descarga dos dados e dos *applets* a partir do servidor, o utilizador tem a liberdade de trabalhar independentemente do servidor. Os pedidos e respostas deixam de ter que passar pela Internet (Foote *et al.* 1997). A transferência de dados e *applets* pela Internet pode ser demorada, especialmente se a aplicação é usada frequentemente. A segunda variante da arquitetura baseada no cliente pressupõe a transferência de *applets* e *Plug-in* para o computador do cliente de forma permanente ou semi-permanente, evitando os constantes *downloads*.



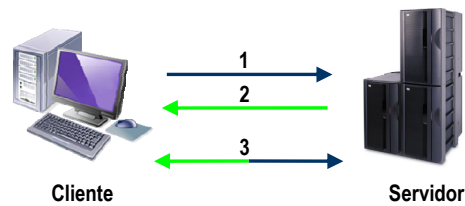
- 1 – O cliente envia um pedido ao servidor
- 2 – O servidor processa o pedido e devolve a informação pedida
- 3 – Os dados são processados no computador do cliente



- 1 – O cliente envia um pedido ao servidor
- 2 – O servidor processa o pedido e devolve a informação pedida

Figura 12 – Configurações baseadas no cliente (adaptado de: Foote *et al.* (1997))

As soluções **híbridas** combinam os processos do servidor e do cliente de forma a otimizar a performance respondendo a necessidades específicas dos utilizadores (figura 13).



- 1 – O cliente envia um pedido ao servidor
- 2 – O servidor processa o pedido e devolve alguma informação e applets
- 3 – Interação contínua e transferências

Figura 13 – Configuração híbrida (adaptado de: Foote *et al.* (1997))

Cada uma das diferentes abordagens (servidor, cliente e híbridas) apresenta os seus pontos fortes e pontos fracos (tabela 5). Na arquitectura baseada no servidor, os mapas gerados são transferidos sob a forma de imagens gráficas em formatos como o GIF e JPEG, estas podem ser visualizadas em qualquer *browser* o que pode minimizar os requisitos do cliente, por outro lado esta abordagem pode levar a uma fraca performance nas interações com os utilizadores e muitos pedidos podem bloquear o servidor. Por outro lado a estratégia baseada no cliente desloca muitas das interações do utilizador e manipulação de dados para o lado do cliente o que melhora consequentemente a performance nas interações com o utilizador, o que provoca outro tipo de problemas como tráfego muito elevado na Internet e incompetência no processamento de dados mais complexos (Chang *et al.* 2006).

		Forças	Fraquezas
Abordagem no servidor	baseada	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Outputs</i> acessíveis em qualquer browser - Requerimentos baixos do utilizador 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa Performance e Interação - Interface do utilizador limitado - Sobrecarga de servidores no caso de pedidos múltiplos - Qualidade dos mapas insuficiente
Abordagem no cliente	baseada	<ul style="list-style-type: none"> - Interação e Performance melhoradas - Interface de utilizadores avançada - Grande qualidade gráfica dos mapas 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de tráfego na Internet - Ineficácia no processamento de dados mais complexos - Tempo de espera no <i>download</i>

Tabela 5 – Forças e Fraquezas das abordagens baseadas no servidor e no cliente (adaptado de: Chang *et al.* (2006))

De acordo com a distribuição das tarefas, o cliente e o servidor podem ser classificados de cliente fraco/forte e servidor leve/pesado em cada uma das abordagens. Apesar do *Javascript* permitir

algumas interacções simples com mapas estáticos do servidor o CGI não evita a perda de performance devido à necessidade de invocar um novo processo em cada pedido do cliente. As extensões *Plug-in*, *Applets Java*, *Controlos ActiveX*, entre outras facilitam as interacções e a manipulação dos dados do lado do cliente. Um *Plug-in* necessita de estar previamente instalado localmente e limitado à plataforma, um controlo *ActiveX* apenas funciona no *Microsoft Internet Explorer*, um *Applet Java* é independente da plataforma (tabela 6) (Chang *et al.* 2006).

Tecnologia		Principais Características
Servidor	CGI	<ul style="list-style-type: none"> • Programa externo ligado ao servidor • Criação de conteúdos dinâmicos em outputs HTML • Interface limitada: <i>inputs</i> do utilizador baseados em formulários HTML
	<i>Servlet Java</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fraca performance: novo processo por cada pedido do utilizador • Extensão genérica para servidor: melhorar as funcionalidades • <i>Applet</i> do lado do servidor • Performance do CGI melhorada em pedidos frequentes
Cliente	<i>Javascript Plug-in</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Adiciona interacções simples a <i>outputs</i> estáticos enviados pelo servidor • Módulo de <i>software</i> para tipos de ficheiros específicos • Depende da plataforma do cliente • Deve ser instalado previamente
	Controlo <i>ActiveX</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Semelhante ao <i>Plug-in</i> • Apenas disponível para <i>Microsoft Internet Explorer</i>
	<i>Applet Java</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Independente da plataforma • Descarregado do servidor juntamente com os dados • Interface de utilizador avançada • Algo lento

Tabela 6 – Principais características das tecnologias de programação das abordagens baseadas no servidor e no cliente (adaptado de: Chang *et al.* (2006))

Na arquitectura baseada no servidor, este executa as tarefas de processamento dos dados e envia os resultados para o cliente. Por outro lado, numa abordagem baseada no cliente, os dados são previamente descarregados pelo cliente, que executa todas as tarefas de processamento (Huang *et al.* 2001). A arquitectura híbrida tenta harmonizar as vantagens e desvantagens de cada uma das opções (cliente/servidor) fazendo uma distribuição das diferentes tarefas para o lado mais apropriado, aumentando a eficiência, contrabalançando a carga de trabalho (Huang 2003, Huang *et al.* 2001). Passando o processamento e modelação de dados para o servidor e a interacções e interfaces do utilizador para o cliente. O servidor gere maioritariamente tarefas como o armazenamento, extracção, processamento de dados e a geração de mapas. O cliente gere a apresentação, interacção, interface do utilizador e a manipulação interactiva dos mapas (tabela 7) (Chang *et al.* 2006).

	Tarefas	Servidor	Cliente
Manipulação de Dados	Armazenamento	✓	
	Extracção	✓	
	Processamento	✓	✓
Gestão de Mapas	Construção	✓	✓
	Apresentação		✓
	Manipulação		✓
Interactividade do Utilizador	Interacções		✓
	Interface		✓

Tabela 7 – Distribuição das tarefas do *WebGIS* numa arquitectura híbrida (adaptado de: Chang *et al.* (2006))

As primeiras arquitecturas híbridas basearam-se na implementação de uma combinação de *Applet* no lado do cliente e CGI no lado do servidor. Mais recentemente a opção tem sido utilizar uma combinação *Applet-Servlet*, em que um *servlet Java* resolve os problemas relacionados com os CGI referidos anteriormente.

3.5. O OGC e as especificações para serviços de Internet

As trocas de dados digitais que aconteceram com o aumento do uso e desenvolvimento da Internet têm como principais barreiras as incompatibilidades ao nível de ambiente operacional e de plataforma. (Brandão *et al.* 2007). O trabalho desenvolvido pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC) tem garantido a normalização das tecnologias de informação geográfica, possibilitando a criação de ambientes com sistemas totalmente interoperáveis. Criado em 1994 tem por base o desenvolvimento de especificações para interfaces espaciais que serão disponibilizadas livremente para uso geral. Na prática, isto significa que o objectivo é criar padrões abertos para permitir a interoperabilidade dos sistemas voltados para área dos SIG (Uchoa *et al.* 2007).

Hoje em dia nenhuma tecnologia pode emergir, particularmente uma tecnologia de informação, sem exaustivas actividades de standardização. Os SIG Móveis, por exemplo, requerem uma coordenação entre diversos componentes, em que cada um tem que funcionar em perfeita coordenação com os outros. As especificações são fundamentais e actualmente são desenvolvidas e promulgadas antes do lançamento das novas tecnologias (Peng *et al.* 2003). Com a cada vez maior adopção das ferramentas e funcionalidades *WebGIS* em larga escala, qualquer cliente irá comunicar inevitavelmente com diferentes servidores e a Internet estará repleta de mapas e informação espacial, tal como agora se encontra repleta de imagens e texto. É pois de grande importância a uniformização

de toda a informação espacial existente de forma a garantir a interoperabilidade, para que a informação possa ser partilhada mais facilmente entre utilizadores e fornecedores dessa informação.

O OGC é uma organização internacional, sem fins lucrativos, que lidera o desenvolvimento de padrões de serviços geo-espaciais e de localização. A OGC pensou o *Open Web Service* (OWS) como um sistema em que os utilizadores podem aceder a informação geo-espacial através de uma interface simples, independentemente da plataforma utilizada. O conjunto OWS é composto por três tipos principais de serviços de informação georeferenciada: *Web Map Server* (WMS), *Web Coverage Server* (WCS) e *Web Feature Service* (WFS) (Lee et al. 2006).

O WMS é uma especificação que define 4 protocolos (*GetCapabilities*, *GetMap*, *GetFeatureInfo* e *DescribeLayer*) que permitem a criação de um mapa como uma imagem, normalmente no formato JPEG, PNG ou GIF, ou ainda com base vectorial no formato *Scalable Vector Graphics* (SVG) de dados georreferenciados. Em contraste com o serviço WFS que devolve dados geográficos nativos pode-se imaginar o WMS como um servidor que permite guardar tipos de mapas específicos. Estes mapas irão ser gerados em tempo real dependendo das requisições do cliente.

O WFS especifica as interfaces de operações para manipulação de dados nas transacções de informação geográfica. O WFS é capaz de realizar o mesmo que o serviço WMS e ainda mais. Enquanto que o WMS devolve dados em formato de imagem o WFS devolve dados em formato GML (*Geographic Markup Language*), o padrão de linguagem usado por aplicações espaciais. Permite ainda que os programadores desenvolvam aplicações que executam pesquisas espaciais através da Internet.

O WCS especifica 3 operações (*GetCapabilities*, *GetCoverage* e *DescribeCoverageType*) e suporta uma rede de transacção de dados espaciais como *coverages*¹⁶. Ao contrário do WMS que devolve mapas estáticos o WCS fornece acesso à informação espacial não tratada.

Recentemente foi definido o WPS (*Web Processing Services*) que define uma interface que facilita a publicação de processos geoespaciais. Os processos incluem algoritmos, cálculos ou modelos que trabalham em dados vectoriais ou *raster* georreferenciados. O objectivo é que esta norma permita

¹⁶ Categoria de dados espaciais/geográficos que define um conjunto de localizações no espaço. Representa um “domínio” em termos de características expressando uma gama de valores. Exemplos mais comuns desta categoria são as imagens de satélite e os modelos digitais de elevação.

definir cálculos simples como a subtracção entre conjuntos de dados espaciais como cálculos mais complexos como modelos. Os dados requeridos pela norma WPS podem ser distribuídos pela Internet ou postos à disposição no servidor. Esta interface fornece mecanismos para identificar que informação espacial georreferenciada é necessária para o cálculo, para iniciar o cálculo e para gerir o *output* para que o cliente possa aceder á mesma. Esta norma vai desempenhar um papel fundamental na automatização de processos que envolvem dados espaciais e serviços de geoprocessamento (OGC 2008b).

3.6. Principais *softwares WebGIS OpenSource*

Existe uma oferta bastante grande de *software WebGIS OpenSource*, cada um com as suas características, vantagens e desvantagens. Neste ponto foi feita uma selecção de cinco soluções (tabela 8) consideradas como as mais reconhecidas no universo *WebGIS* e capazes de implementar uma ferramenta como o Eco@gro Digital.

Software	Endereço de Internet
MapGuide OpenSource	http://mapguide.osgeo.org/
GeoServer	http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome
MapServer	http://mapserver.gis.umn.edu/
MapBender	http://www.mapbender.org/Main_Page
Deegree	http://www.deegree.org/

Tabela 8 – Principais *softwares WebGIS OpenSource* (Consulta em Julho de 2008).

A escolha inicial que teve por base a selecção das cinco soluções descritas foi feita por listas de *software* constantes em diversos sítios de Internet ligados aos SIG (tabela 9).

Endereço de Internet	Descrição
https://www.osgeo.org/	Portal da Open Source Geospatial Foundation com inúmera informação actualizada dos principais projectos SIG <i>OpenSource</i> .
http://MapTools.org	Conjunto de recursos para a comunidade SIG <i>OpenSource</i> com <i>links</i> directos, fornecimento de códigos fonte, lista de problemas comuns, comunidade de utilizadores e diversa documentação.
http://freegis.org/	Grande compilação de <i>softwares</i> SIG livres com <i>links</i> , diversa informação acerca do tipo de aplicação e outras características chave referentes a cada uma das soluções.
http://opensourcegis.org/	Compilação muito completa de <i>links</i> de SIG <i>OpenSource</i> onde de pode ver uma pequena descrição e o tipo de licença.
http://www.gabrielortiz.com/	Repositório de informação para profissionais SIG com diversa informação, códigos fonte para programação SIG, truques, comentários, avaliações de <i>software</i> , bibliografia e diversos <i>links</i> .

Tabela 9 – Principais sítios da Internet pesquisados na identificação dos principais *softwares WebGIS OpenSource* existentes (Consulta em Julho de 2008).

3.6.1. MapGuide *OpenSource*

O *software* MapGuide foi introduzido em 1995 como *Argus MapGuide* pela empresa Argus Technologies. Após a aquisição desta empresa pela Autodesk em 1996, deu-se de imediato o lançamento da versão Autodesk Mapguide 2.0 que evoluiu até à versão 6.5. Na tentativa de colmatar algumas falhas do *software* e responder às necessidades dos utilizadores surgiu em 2004 uma nova versão desta vez com o fornecimento total do seu código fonte para a *OpenSource Geoespatial Foundation (OGC 2008a)*. É apontado como uma boa solução para programadores e utilizadores que procuram uma solução de baixo custo na disponibilização de informação geográfica, organizações que utilizam actualmente soluções de *software* proprietário e que se sintam algo presas ou insatisfeitas com os custos associados, agências governamentais que se estão a virar para o *software* livre e procuram arquitecturas mais abertas na gestão dos seus dados geográficos, organizações que usam actualmente sistemas operativos e *software* já baseado em *software OpenSource* que mantenham a intenção de continuar a baixar os seus custos, universidades, organizações sem fins lucrativos e pequenas e médias empresas que simplesmente não possuem orçamento para o licenciamento deste tipo de *software* (tabela 10).

Como características principais podem definir-se:

- visualização interactiva de mapas;

- *output* cartográfico de qualidade com suporte para fontes *TrueType*;
- base de dados incorporada para melhor gestão da informação;
- acesso uniforme a dados vectoriais e *raster* por intermédio do *Application Programming Interface (API)*¹⁷ *Feature Data Object (FDO)* e suporte de dados DWF;
- desenvolvimento flexível de aplicações em linguagens de programação PHP, .NET e Java;
- plataforma de servidor rápida, escalável e segura;
- suporte de diferentes plataformas (Windows, Linux);
- suporte de *standards* do *Open Geospatial Consortium* – WMS/WFS.

O MapGuide OpenSource 1.0.1 inclui o MapGuide Web Studio, que se trata de uma ferramenta de edição da fonte dos dados, definição dos níveis de informação e dos recursos dos mapas por intermédio de uma interface familiar que facilita a construção da aplicação. Permite controlar aspectos de edição desde o carregar dos dados à conexão entre as bases de dados, a criação dos mapas e o teste da aplicação. As principais características deste *software* incluem:

- criação automática de regras baseadas em atributos dos dados espaciais;
- visualização prévia dos níveis de informação, mapas e *layout* a fornecer ao utilizador final;
- carregamento dos diferentes formatos de dados (SDF, SHP, DWG, *raster*...)
- utilização de um API intuitivo em .NET para automação de tarefas comuns como mover, renomear, apagar, entre outras;
- gestão dos recursos do lado do servidor desde restrições de acesso a definições de metadados
- integração directa e pré-visualização das aplicações criadas PHP, ASP.NET, ou Java
- criação de uma única aplicação que trabalha simultaneamente com os visualizadores baseados em DWF e AJAX
- criação e gestão das bibliotecas de símbolos

Existe alguma documentação de apoio assim como diversa bibliografia acerca do *software* MapGuide OpenSource. A sua utilização, configuração e diversas aplicações existentes criadas com o *software* estão documentadas no sítio de Internet oficial (MapGuide 2008).

¹⁷ *Application Programming Interface* – Método específico recomendado por um sistema operacional de computador, aplicativo ou ferramenta de terceiros, pelo qual um programador escrevendo um aplicativo pode fazer requisições do sistema operacional.

Aplicação	MapGuide <i>OpenSource</i>
Tipo de licença	OpenSource - LGPL
Responsável/Manutenção	Open Source Geospatial Foundation
Linguagem (código-fonte)	Java
Formatos de dados	Autodesk® DWF, ESRI® Shapefile, ESRI® ArcSDE, MySQL, conexões com bases de dados via ODBC, GDAL.
Sistema Operativo	Linux, Microsoft® Windows.
Requisitos mínimos de hardware	Processador: 1GHz, RAM: 512MB, HD: 60GB
Interfaces de acesso ao API	PHP, .NET, Java, e JavaScript APIs
Principais funcionalidades	Visualização, Pesquisa, Consulta, Análise.
Website Principal	URL: http://mapguide.osgeo.org/ (consultado em 05/07/2008)
Galeria de aplicações	URL: http://mapguide.osgeo.org/livegallery.html (consultado em 05/07/2008)
Documentação de suporte	URL: http://mapguide.osgeo.org/documentation.html (consultado em 05/07/2008)
Comunidade de Utilizadores	URL: http://www.nabble.com/MapGuide-Users-f14845.html (consultado em 05/07/2008)
Conformidades com normas e especificações OGC	WMS, WFS

Tabela 10 – Principais características do MapGuide OpenSource.

3.6.2. GeoServer

O GeoServer é um servidor *WebGIS* de padrões abertos que implementa, principalmente, as especificações OGC (tabela 11). Este sistema foi certificado em 2003 pelo OGC através do ambiente de testes do Projecto CITE (*OGC Compliance & Interoperability Testing & Evaluation*). Entre os principais recursos e características do GeoServer, estão (OpenGEO 2007):

- multi-plataforma (*Java*) – Linux, Microsoft Windows, Mac OS X, Solaris, entre outros;
- suporta os padrões OpenGIS WFS-T e WMS, com capacidade de gerar vários formatos: JPEG, PNG, SVG, KML/KMZ, GML (OpenGIS), PDF, ESRI Shapefile, etc;
- gestão do sistema via rede através de interface intuitiva/amigável;
- integração com os seguintes repositórios: PostGIS, ESRI Shapefile, ESRI ArcSDE, DB2 e Oracle;
- excelente suporte ao Google Earth.

Um dos grandes trunfos do GeoServer é o possibilitar a implementação de WFS transaccional (escrita e leitura) que permite aos utilizadores inserir, apagar e actualizar dados geográficos, ao contrário do MapServer, considerado por muitos o seu rival em *softwares WebGIS*, que se restringe ao WFS somente para leitura, apesar de este último ser superior em tratamento de dados matriciais, tanto em quantidade (formatos reconhecidos), como em qualidade (*performance*). A comunidade de utilizadores é grande e bastante activa e existe grande volume de informação no *website* oficial acerca de todas

as funcionalidades, configuração e criação de aplicações *WebGIS*, apoio técnico e uma galeria de aplicações existentes em funcionamento (GeoServer 2008).

Aplicação	GeoServer
Tipo de licença	GNU/GPL
Responsável/Manutenção	The Open Planning Project (TOPP)
Linguagem (código-fonte)	Java
Formatos de dados	ESRI® Shapefiles, PostGIS, ESRI® ArcSDE, Oracle® Spatial, MySQL, TIFF/GeoTIFF, GML, Tiger, VPF, MapInfo
Sistema Operativo	Linux, Microsoft® Windows.
Requisitos mínimos de hardware	Processador: 1GHz, RAM: 512MB, HD: 60GB
Principais funcionalidades	Visualização, Pesquisa, Consulta, Análise.
Website Principal	URL: http://geoserver.org/display/GEOS/GeoServer+Home (consultado em 05/07/2008)
Galeria de aplicações	URL: http://geoserver.org/display/GEOS/Gallery (consultado em 05/07/2008)
Documentação de suporte	URL: http://geoserver.org/display/GEOSDOC/Documentation (consultado em 05/07/2008)
Comunidade de Utilizadores	URL: http://geoserver.org/display/GEOS/Community (consultado em 05/07/2008)
Conformidades com normas e especificações OGC	WMS, WFS-T (transaccional), GML

Tabela 11 – Principais características do GeoServer.

3.6.3. MapServer

Originalmente desenvolvido pelo projecto ForNet da Universidade de Minnesota (UMN) em cooperação com a National Aeronautics and Space Administration (NASA) e o Departamento de Recursos Naturais de Minnesota (MNDNR) encontra-se actualmente sob a alçada do projecto TerraSIP, patrocinado pela NASA, UMN e um consórcio de interesses de gestão da terra (Butler 2008). O MapServer é considerado como um dos mais completos sistemas para disponibilização de dados geográficos em ambiente de redes (Internet e Intranet) possuindo recursos avançados para implementação de soluções corporativas de processamento de dados geográficos (tabela 12) (OpenGEO 2007):

De entre as suas características destacam-se:

- multi-plataforma –Linux, Microsoft® Windows, Mac OS® X, Solaris, entre outros;
- criação de mapas estruturados em diferentes tipos de camadas;
- rotulagem de camadas, incluindo controlo de discordância de rótulos;
- saída formatada por modelos, personalizada;

- suporte para fontes *TrueType*;
- automação de elementos de mapas (escala, mapa de referência e legenda);
- mapeamento temático usando classes baseadas em expressões lógicas ou expressões regulares;
- interface para desenvolvimento em PHP, Python, Perl, Ruby, Java, e C#;
- capacidade de trabalhar com dados matriciais nos formatos: TIFF/GeoTIFF, EPPL7, e vários outros através da biblioteca GDAL (Geospatial Data Abstraction Library);
- capacidade de trabalhar com dados vectoriais nos formatos: ESRI® Shapefiles, PostGIS, ESRI® ArcSDE, Oracle® Spatial, MySQL e muitos outros via biblioteca OGR (Simple Feature Library);
- implementa as principais especificações OpenGIS® do Open GeoSpatial Consortium (OGC): WMS (cliente/servidor), WFS não transaccional (cliente/servidor), WMC, WCS, Filter Encoding, SLD, GML e SOS;
- tratamento de projecções de mapas em tempo real (mais de 1000 projecções através da biblioteca Proj4);
- indexação espacial quadtree para ESRI® Shapefiles.

O MapServer fornece um CGI com inúmeras funcionalidades para desenvolvimento de aplicações mais simples de SIG em ambiente de Internet, possibilitando o desenvolvimento de aplicações sem a necessidade de conhecimento em programação. Para programadores mais experientes, o MapServer fornece um completo API que pode ser acedido através de várias linguagens de programação (OpenGEO 2007). O MapServer apresenta uma extensa lista de utilizadores que formam uma comunidade activa. No sítio principal existe muita documentação de apoio tal como diversa bibliografia acerca da sua utilização, configuração e diversas aplicações existentes criadas com o *software* (MapServer 2008).

Paralelamente ao MapServer existem várias aplicações Web pré-configuradas designadas por *frameworks* como o GeoMoose (GeoMoose 2008) e o Chameleon (Chameleon 2008) com o objectivo de fornecer aos utilizadores uma moldura configurável que permita uma mais fácil união dos diferentes componentes do MapServer, ampliando as funcionalidades existentes e permitindo focar as atenções mais no problema específico a que se destina o *WebGIS* e não tanto em detalhes mais técnicos do foro da programação. Ao limitar um pouco as escolhas na fase de desenvolvimento acabam por aumentar a produtividade do projecto *WebGIS* em questão.

Aplicação	MapServer
Tipo de licença	OpenSource
Responsável/Manutenção	Open Source Geospatial Foundation - OSGeo
Linguagem (código-fonte)	C++
Formatos de dados	ESRI® Shapefiles, PostGIS, ESRI® ArcSDE, Oracle® Spatial, MySQL, TIFF/GeoTIFF, EPPL7, GDAL, OGR.
Sistema Operativo	Linux, Microsoft® Windows, Mac OS® X, Solaris
Requisitos mínimos de hardware	Processador: 1GHz, RAM: 512MB, HD: 60GB
Interfaces de acesso ao API	PHP, Python, Perl, Ruby, Java, e C#
Principais funcionalidades	Visualização, Pesquisa, Consulta, Análise.
Website Principal	URL: http://mapserver.gis.umn.edu/ (consultado em 05/07/2008)
Galeria de aplicações	URL: http://mapserver.gis.umn.edu/gallery (consultado em 05/07/2008)
Documentação de suporte	URL: http://mapserver.gis.umn.edu/docs (consultado em 05/07/2008)
Comunidade de Utilizadores	URL: http://mapserver.gis.umn.edu/community?set_language=en (consultado em 05/07/2008)
Conformidades com normas e especificações OGC	WMS (cliente/servidor), WFS não transaccional (cliente/servidor), WMC, WCS, Filter Encoding, SLD, GML e SOS.

Tabela 12 – Principais características do MapServer.

3.6.4. MapBender

O MapBender é uma aplicação programada em PHP y *JavaScript* para a consulta de mapas temáticos. Todos os dados são lidos directamente e de forma dinâmica a partir uma base de dados, da mesma forma que num *Content Management System* (CMS)¹⁸. O *software* inclui uma interface com funções de visualização, navegação e consulta de serviços standard OGC (WMS, WFS-T, GML) e contém um módulo de administração que permite toda a gestão da informação, onde se podem criar utilizadores, grupos de utilizadores e gestão de acessos. A base de dados do MapBender permite criar protocolos de acções dos utilizadores, consultas e navegação com todo o detalhe. O Mapbender pode ser integrado praticamente em qualquer sistema homogéneo e página de Internet. O *software* é compatível com qualquer serviço de mapas e dados baseado nas especificações OGC, podendo ainda ser feita uma ampliação da gama de *software* integrável para uma adaptação às especificações próprias de cada fabricante. Fundamentalmente é uma aplicação vocacionada para disponibilizar dados geográficos via Internet de uma forma fácil desde que os dados se encontrem em servidores WMS ou WFS (tabela 13).

¹⁸ Sistema de Gestão de Conteúdo – SGC, (em inglês *Content Management Systems* - CMS), é um sistema gestor de websites, portais e intranets que integra ferramentas necessárias para criar, gerir (editar e inserir) conteúdos em tempo real, sem a necessidade de programação de código, cujo objectivo é estruturar e facilitar a criação, administração, distribuição, publicação e disponibilidade da informação.

Aplicação	MapBender
Tipo de licença	GNU/GPL
Responsável/Manutenção	Open Source Geospatial Foundation - OSGeo
Linguagem (código-fonte)	PHP, JavaScript
Formatos de dados	Serviços WMS y WFS/GNU Free Documentation License
Sistema Operativo	Linux, Microsoft® Windows
Requisitos mínimos de hardware	Processador: 1GHz, RAM: 512MB, HD: 60GB
Principais funcionalidades	Visualização, Pesquisa, Consulta, Análise.
Website Principal	URL: http://www.mapbender.org/Main_Page (consultado em 05/07/2008)
Galeria de aplicações	URL: http://www.mapbender.org/Mapbender_Gallery (consultado em 05/07/2008)
Documentação de suporte	URL: http://www.mapbender.org/Tutorials (consultado em 05/07/2008)
Comunidade de Utilizadores	URL: http://www.mapbender.org/Mapbender_Mailing_Lists (consultado em 05/07/2008)
Conformidades com normas e especificações OGC	WMS, WFS-T (transaccional), GML

Tabela 13 – Principais características do MapBender.

3.6.5. DeeGree

Deegree é um *Java Framework OpenSource* com licença GNU – *Lesser General Public License* (GNU LGPL) que fornece os alicerces de uma infra-estrutura de dados espaciais (IDE). A sua arquitectura é desenvolvida utilizando standards OGC e ISO Technical Committee 211 – Geographic information / Geoinformatics (ISO/TC 211) (Deegree 2008). Para a criação de portais para disponibilização de dados geográficos é utilizado o deegree iGeoPortal que consiste num *framework* para Internet do deegree. É basicamente um *WebGIS* que utiliza servidores WMS como fonte de informação espacial oferecendo capacidades de visualização de informação espacial por intermédio de um *browser* (tabela 14).

O Deegree iGeoPortal é ampliável sendo que os módulos base são os seguintes:

- map: Representação de mapas na base em WMS. Os utilizadores têm a possibilidade de adicionar níveis de informação assim como guardar e carregar esses níveis pelo OGC pelo *Web Map Context Standard*;
- gazetteer: Capacidade de inquirição aos dados espaciais;
- security: Acesso controlado aos dados espaciais;
- download: Possibilidade de descarregar dados em formato *Geography Markup Language* (GML) ou Esri shapefile;
- catalogue: Catalogo de metadados com base no perfil ISO 19115/19119.

No sítio de Internet existe alguma informação acerca do *software* assim como bibliografia de apoio e *links* para a comunidade de utilizadores. Existem algumas aplicações em funcionamento que podem ser acedidas no site principal.

Aplicação	DeeGree
Tipo de licença	GNU/GPL
Responsável/Manutenção	lat/lon e o GIS Research Group of the Department of Geography of University of Bonn
Linguagem (código-fonte)	Java
Formatos de dados	Oracle Spatial SDO, WKB e WKT sobre PostGIS com PostgreSQL, WKB e WKT sobre MySQL, ESRI Shapefile SHP, ESRI ArcSDE, MapInfo MIF, JPEG, GIF, PNG, TIFF, Geotiff, PNM e BMP, conexões WMS e WFS, GML 2.1.1
Sistema Operativo	Linux, Microsoft® Windows
Requisitos mínimos de hardware	Processador: 1GHz, RAM: 512MB, HD: 60GB
Principais funcionalidades	Visualização, Pesquisa, Consulta, Análise.
Website Principal	URL: http://www.deegree.org/ (consultado em 05/07/2008)
Galeria de aplicações	URL: http://www.deegree.org/deegree/portal/media-type/html/user/anon/page/default.psm/js_pane/gallery (consultado em 05/07/2008)
Documentação de suporte	URL: http://www.deegree.org/deegree/portal/media-type/html/user/anon/page/default.psm/js_pane/product-documentation (consultado em 05/07/2008)
Comunidade de Utilizadores	URL: http://www.deegree.org/deegree/portal/media-type/html/user/ (consultado em 05/07/2008)
Conformidades com normas e especificações OGC	WMS, WFS, GML

Tabela 14 – Principais características do DeeGree.

3.7. Conclusões

Os *WebGIS OpenSource* aparecem como uma alternativa viável às opções comerciais existentes para a disponibilização de dados e informações espaciais assim como ferramentas SIG. Podem ser utilizados em substituição dos *softwares* licenciados com facilidade, existindo para o efeito um grande número de opções ao nível de *softwares* livres disponíveis. A escolha do *software* a utilizar não é uma escolha fácil e deve ser ponderada em face do tipo de serviço que se quer implementar, a maioria tem muita documentação disponível com explicações detalhadas da instalação do serviço, galerias de aplicações e comunidades de utilizadores activas que promovem a discussão e melhoria de cada uma das soluções.

No que respeita à estratégia de implementação a adoptar esta deve constituir um factor de escolha fundamental, devendo ser apropriada ao objectivo do *WebGIS* que se pretenda criar. Apesar de poder

parecer que o ideal será a opção por uma arquitectura baseada em soluções híbridas que reúne as vantagens das restantes abordagens tentando eliminar as desvantagens existentes, outros factores como a facilidade de implementação ao nível técnico e a existência de aplicações já construídas em que apenas é necessário alguma formatação dos dados, devem pesar na escolha da estratégia mais adequada. Muitas das vezes as desvantagens atribuídas a uma arquitectura podem não se manifestar em função do tipo de dados e ferramentas que se pretendem disponibilizar.

Outro factor a ter em conta é a adopção de *softwares* com especificações para serviços *WebGIS* criadas pelo OGC, para além de uma mais-valia, garantem a criação de um serviço com uma maior capacidade de evolução. Com a constante mudança da tecnologia *WebGIS* os padrões são fundamentais como forma de manter aberta a ligação a novas funcionalidades e serviços externos que são todos os dias postos à disposição dos utilizadores.

4. DESENVOLVIMENTO DO ECO@GRO DIGITAL

4.1. Objectivos do capítulo

A ferramenta “Eco@gro Digital” baseia-se na disponibilização de informação espacial aos clientes da empresa EcoAgro. Trata-se de uma plataforma de apoio na gestão da informação espacial dos seus clientes, pela disponibilização de mapas e informação espacial relevante, onde estes podem visualizar um conjunto de dados e informações referentes às suas explorações agro-florestais. A introdução de uma ferramenta *WebGIS*, deve constituir uma decisão ponderada face às reais necessidades da mesma, sendo fundamental rever o papel que sua introdução trará para dentro da organização e nas suas ligações com o exterior. Este capítulo pretende ilustrar o estudo da implementação do *WebGIS* Eco@gro Digital analisando de forma detalhada os passos que envolveram a implementação do *WebGIS*. É feita a descrição da aplicação e são apresentadas as características de todo o sistema do ponto de vista do *software* utilizado, implementação, modelo de dados e arquitectura do sistema. São demonstradas as funcionalidades e interface do *WebGIS* em funcionamento na sua segunda versão, que resultou da evolução e melhoria de uma primeira aplicação piloto dada a conhecer no 10º Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica (Barriguinha *et al.* 2008).

4.2. Metodologia de implementação do Eco@gro Digital

A escolha, desenvolvimento e gestão de um eficiente e efectivo sistema *WebGIS* não é uma tarefa fácil. Uma boa ferramenta deve ter em atenção a plataforma, arquitectura, suporte e *software* adequados ao objectivo, e o sistema de servidores deve ser fiável, escalável, seguro e robusto. Deve ser feito um planeamento de todo o sistema de forma a evitar soluções *ad hoc* e tecnologias que possam estar obsoletas num curto período de tempo (Peng *et al.* 2003). Importa definir a justificação da introdução de um SIG numa organização e saber de que forma deve ser controlada essa introdução, o que requer planeamento. A opção não deve ser a de simplesmente comprar *hardware* e *software* SIG e começar a trabalhar, aprendendo à medida que as realidades vão surgindo. É fundamental existir um planeamento prévio de forma a evitar um possível fracasso pelo facto de o sistema não estar a corresponder às expectativas criadas inicialmente (Tomlinson 2003). Planear é sempre um processo mais confuso do que aquele que se pode esboçar em esquemas. Normalmente aquilo que tem de ser feito em sequência é feito em paralelo, são feitas coisas na ordem errada e

algumas coisas nem sequer são feitas. Por vezes todo o processo é efectuado ao contrário – sabe-se o resultado que se quer ter e o processo de planeamento é simplesmente realizado de forma a se obter uma justificação para determinada conclusão (Julião 2007).

A chave está, primeiro que tudo, em conhecer com profundidade os serviços prestados pela empresa e identificar os produtos SIG que possam beneficiar a actividade da mesma. Este conhecimento leva conseqüentemente à identificação do tipo de dados necessários assim como da arquitectura de bases de dados sobre a qual a eficiência de todo o sistema assenta. A partir do tipo de dados pode ser feita uma pesquisa onde são identificadas as necessidades de *software*, *hardware* e outros requerimentos do sistema. Partindo de todas as necessidades é possível realizar análises de custo/benefício e risco e desenvolver um adequado plano de implementação e prever o impacto na organização (Tomlinson 2003). A justificação de introdução de um SIG numa empresa, pode ser encontrada seguindo um conjunto de ideias, abordagens, técnicas e ferramentas usadas pelos analistas de sistemas para ajudar a traduzir as necessidades organizacionais em Sistemas de Informação, seguindo o que se designa por uma metodologia de desenvolvimento de sistemas de informação (ISDM¹⁹) (Julião 2007). No desenvolvimento do Eco@gro digital foi seguida a metodologia ilustrada na figura seguinte (Figura 14).

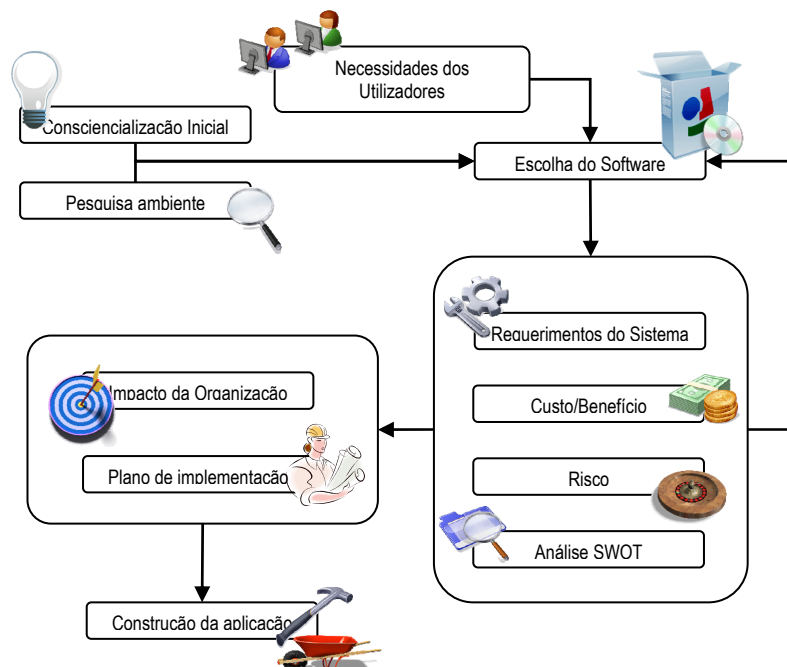


Figura 14 – Metodologia seguida na análise da introdução da ferramenta *WebGIS* na EcoAgro.

¹⁹ No original “Information System Development Methodologies” (ISDM)

4.2.1. Consciencialização inicial e pesquisa do ambiente externo

A empresa EcoAgro é uma empresa de consultadoria e gestão agro-florestal que se dedica à gestão de explorações agrícolas e florestais, realização de estudos económicos, análises de diagnóstico do sistema produtivo e industrial, estudos de impacto ambiental, avaliação de explorações, elaboração de projectos de investimento, entre outros serviços. Possui também associada ao grupo uma outra empresa de prestação de serviços agro-florestais que executa diversas obras como plantações, instalação de culturas, operações de manutenção, vedações, extracção de cortiça, aproveitamento de biomassa, entre outras prestações de serviços.

Actualmente os SIG já constituem no seio da empresa uma ferramenta extremamente importante em todas as actividades desenvolvidas. Constituem-se como uma ferramenta indispensável no processo de tomada de decisões e em toda a gestão e operacionalização dos factores de produção. Toda a informação relevante para cada obra, referente a cada um dos seus clientes, encontra-se em formato digital num suporte SIG.

O interesse em desenvolver um novo sistema de informação partiu de um dos técnicos operacionais da empresa. A ideia seria a criação de um SIG disponível pela Internet que permitisse aos clientes da empresa visualizar os seus dados geográficos de forma fácil e sem necessidade de adquirir qualquer tipo de *software*. Qualquer cliente da empresa poderia, utilizando qualquer computador com acesso à Internet, visualizar a informação espacial disponível na empresa acerca das suas explorações e concretizar algumas operações de análise espacial e pesquisa.

A par desta consciencialização inicial foi conduzida uma pesquisa de sistemas *WebGIS* no ambiente externo, com o objectivo de recolher experiências de organizações pioneiras com este tipo de tecnologia e aprender com base nos seus sucessos e/ou fracassos. A análise foi realizada maioritariamente por intermédio de pesquisas na Internet, dada a natureza do próprio *WebGIS*. Apesar de se terem encontrado projectos que serviram de base à implementação daquele que aqui se discute como é o caso do serviço Terramais (Aires *et al.* 2004), não foi encontrado nenhum com grau de similaridade suficiente para que se pudesse proceder ao envio de questionários para pedido de informações adicionais. Não obstante foram analisadas diversas galerias de aplicações existentes, assentes em diversas tecnologias que permitiram encontrar soluções adaptáveis aos objectivos do Eco@gro Digital.

4.2.2. Análise das necessidades dos utilizadores

O estudo acerca das necessidades dos utilizadores complementa a consciencialização inicial e a pesquisa do ambiente externo à empresa, acrescentando mais um dado no apoio à tomada de decisão de incluir o *WebGIS* na empresa. No caso específico do Eco@gro Digital, os utilizadores finais do sistema são os clientes da empresa. Importa assim definir quais as suas necessidades, como potenciais utilizadores do serviço. Este objectivo foi conseguido de forma bastante informal através de diversos contactos com alguns dos clientes da empresa, acerca da possibilidade de disporem de um serviço *WebGIS* que lhes permitisse a visualização e pesquisa da informação espacial relevante na gestão das suas explorações agro-florestais. As respostas obtidas nas entrevistas realizadas confirmaram um *feedback* extremamente positivo por parte dos clientes, que manifestaram grande curiosidade e interesse em poderem dispor de um sistema que lhes permitisse visualizar diversa informação espacial relevante, referente às suas explorações.

As principais características que um *WebGIS* a desenvolver teria que possuir para satisfazer as necessidades dos utilizadores contactados seriam:

- baixo custo ou custo zero;
- facilidade de utilização;
- visualização de toda a informação espacial existente para cada exploração (parcelários, ocupação cultural, projectos de investimento, solos, hidrografia, entre outras)
- visualização de ortofotomapas;
- pesquisa de dados tabulares associados à informação espacial;
- ferramenta de medição de áreas e distâncias;
- capacidade de impressão de mapas;
- informação actualizada;
- apoio técnico.

4.2.3. A escolha do *software*

Partindo da ideia inicial de implementação do Eco@gro Digital, da pesquisa de aplicações semelhantes em funcionamento e em função das necessidades dos utilizadores foi possível definir quais as características do *software* mais adequado a utilizar. A selecção do *software* de base do

sistema foi assim a primeira decisão posterior à resolução de avançar com a introdução do *WebGIS* na empresa. Esta escolha foi feita tendo por base os seguintes parâmetros:

- tipo de licença;
- arquitectura;
- linguagem de programação;
- formatos de dados;
- sistema operativo;
- funcionalidades;
- existência de aplicações semelhantes em funcionamento;
- documentação de suporte;
- apoio técnico;
- facilidade de implementação;
- facilidade de utilização e configuração;
- conformidades com normas existentes.

O item principal e primeiro a ter em conta na escolha é aquele que se refere ao tipo de licença, onde surgem duas alternativas a seguir. Optar por um sistema comercial ou optar por um sistema com base em ferramentas designadas livres. Ambos os sistemas apresentam as suas vantagens e desvantagens, contudo, a preferência por um sistema proprietário baseado numa licença comercial foi de imediato posta de lado, face aos elevados custos das mesmas e ao facto de uma das exigências dos utilizadores se basear na prestação de um serviço a custo muito baixo ou mesmo nulo, que seria difícil de alcançar com uma solução comercial. A escolha óbvia seria optar por um *software OpenSource* existente que conseguisse reunir o maior número de aplicações definidas pelos utilizadores.

De entre as diversas opções de aplicações *WebGIS OpenSource* existentes foram comparadas as descritas no ponto 3.6. por serem consideradas as principais no universo *WebGIS OpenSource*. Com base nos critérios de selecção definidos foi escolhido o MapServer por reunir o maior número de pontos fortes face aos mais directos concorrentes. De salientar que alguns dos parâmetros estão sujeitos a alguma subjectividade, como é o caso da facilidade de implementação e configuração. Outras opções podem também ser viáveis na criação de um *WebGIS* com este formato, no entanto o

MapServer foi considerado a melhor, sendo que é reconhecido como um dos *softwares* mais reputados a par do GeoServer na disponibilização de informação geográfica pela Internet.

Um outro factor de decisão foi a existência de aplicações para Internet pré-configuradas designadas por *frameworks* que permitem uma mais fácil união dos diferentes componentes do MapServer, e o facto de estar disponível uma aplicação que permite a configuração automática de um servidor Apache para ambiente Microsoft Windows. Estas opções permitem direccionar as atenções no problema específico a que se destina o *WebGIS* deixando detalhes mais técnicos do foro da programação de lado o que só por si, apesar de poder ser um factor limitante nas escolhas da fase de desenvolvimento, aumenta em muito a produtividade do projecto *WebGIS* em questão, permitindo a sua criação e colocação em funcionamento num universo temporal relativamente curto.

4.2.4. Requisitos e Avaliação do Eco@gro Digital

A análise das exigências e a avaliação quantitativa e qualitativa da instalação de um *WebGIS* tendo por base o MapServer foi feita: pela descrição dos requisitos em termos de dados, *hardware* e *software* necessários, por uma apreciação dos custos, benefícios e riscos esperados e com uma análise SWOT onde foram identificados os pontos fortes e fracos assim como as fraquezas e oportunidades do Eco@gro Digital.

A quantidade de informação a ser disponibilizada, mesmo em termos globais, pode ser considerada pequena e diz respeito apenas aos clientes da EcoAgro. A informação já existe em formato digital e na sua maioria é feita na própria empresa, não sendo necessário na maior parte dos casos adquirir qualquer tipo de dados externos, com excepção de alguma informação *raster* licenciada (ortofotomapas, cartas militares, cartas de solos, entre outra) que ainda não tenha sido adquirida, que esteja desactualizada ou em caso de novos clientes.

A análise e quantificação dos custos e benefícios imputados directa e indirectamente ao Eco@gro Digital nem sempre é fácil sendo por vezes difícil definir o custo real em valor monetário das diferentes operações. Os custos foram divididos segundo Julião (Julião 2007) em:

- custos de procura;
- custos de arranque;
- custos de conversão de dados;
- outros custos de dados;

- custos de manutenção.

Ao nível das infra-estruturas de *hardware* e do *software* existentes na empresa não existe barreira à implementação do sistema em análise baseado no MapServer. Uma vez que todo o sistema será constituído por *software OpenSource* em ligação aos sistemas proprietários já existentes quer a nível de sistemas operativos (baseados no Microsoft Windows XP) quer *software* SIG Desktop (baseado no ArcView) não é necessário qualquer investimento em *software* novo. Os custos de procura e arranque do *WebGIS* na empresa foram assim considerados desprezáveis.

Os custos de conversão de dados são referentes à necessidade de transformar o formato dos dados de cada cliente para um formato compatível com o aplicativo escolhido para o sistema *WebGIS*. Embora o modelo de dados não necessite de qualquer alteração esta operação apresenta alguns custos de pessoal na transformação dos dados para serem carregados no servidor. Os custos com dados de carácter externo como já foi referido, existem o caso de aquisição de informação espacial licenciada não produzida na empresa. Desta fazem parte os ortofotomapas, parcelário das explorações, mapa cadastral, cartas militares, cartas de solos, entre outras. Os custos com a manutenção estão ligados à necessidade de actualizar a informação de cada cliente à medida das necessidades e a pedido dos mesmos.

Em função dos custos associados um dos benefícios que se pode esperar é a venda do serviço aos clientes apesar de a mesma poder ser feita a um preço baixo, sendo que a maior fatia vai para quando existe necessidade de adquirir informação espacial licenciada e para a manutenção do sistema em funcionamento. Na realidade a maioria dos benefícios deste sistema serão benefícios não quantificáveis podendo também registar-se alguns benefícios inesperados. À data não se realizou qualquer análise na tentativa de estimar os valores monetários destes benefícios dado o grau de dificuldade desta tarefa. Prevê-se, no entanto, que o sistema tenha um impacto social nos actuais clientes e na angariação de novos. O facto de estarmos numa altura de mudança de quadro comunitário, no que se refere a apoios aos investimentos nas explorações agro-florestais, a implementação imediata do sistema constitui um aspecto fundamental do ponto de vista dos benefícios esperados pela implementação do sistema face à concorrência daí que a sua implementação deva ser concluída com a maior brevidade possível.

Para assegurar que a implementação tem sucesso é necessário ter em conta e avaliar os riscos associados à estratégia de implementação. A análise de risco envolve desta forma uma avaliação da

estratégia de implementação na qual é importante não apenas analisar os riscos associados a essa implementação mas também o potencial para a falha do projecto (Tomlinson 2003).

Da análise efectuada considera-se que os riscos associados à implementação do projecto são, no geral, relativamente reduzidos e que o nível de risco global é aceitável para a empresa e não constitui um factor potencialmente limitante à implementação do projecto:

- riscos associados à tecnologia *WebGIS* – a aposta em *software OpenSource* para o projecto, traduz uma ambivalência. Por um lado, o seu reduzido custo de implementação, torna este tipo de tecnologia muito atractivo. Mas, por outro lado, o deficiente suporte e o tempo que poderá levar a corrigir eventuais falhas no *software* pode ser um factor de risco;
- riscos associados a funções e interações organizacionais – o risco será reduzido, uma vez que não haverá significativas alterações funcionais na organização;
- riscos de complexidade geral – o grau de complexidade, como se poderá verificar no plano de implementação, é considerado reduzido. Consequentemente também o tempo envolvido para lidar com diferentes assuntos e o factor de risco também o serão;
- riscos associados à gestão e planeamento do projecto – O plano de implementação encontra-se bem definido, é consistente com a estratégia de negócio da empresa e exequível nos prazos delineados. No entanto, o facto de ser um projecto pioneiro na área poderá ser um factor de risco, uma vez que não existem modelos comparativos prévios. O controlo de qualidade será feito no fórum de suporte do sistema e por contactos com os utilizadores.
- riscos associados aos recursos necessários ao projecto – O técnico operacional apresenta competências técnicas suficientes para a gestão e operação do sistema. No entanto, o facto de ser apenas um técnico poderá ser um factor de risco. A sua indisponibilidade (temporária ou permanente) poderá ser comprometedora.

Como pontos fortes do Eco@gro Digital destacam-se a utilização de *software OpenSource* que permite a implementação de um serviço *WebGIS* praticamente sem custos que, possibilita o fornecimento de informação geográfica sempre actualizada aos clientes sem a necessidade de instalar qualquer *software*. A possibilidade de realizar um serviço de consultadoria *on-line* é também em si um ponto forte, ao evitar deslocações dos clientes ao escritório da empresa criando uma independência de espaço e tempo. É um serviço multiplataforma, independente do sistema operativo e/ou *software* que garante diversas possibilidades de customização e actualizações de versões futuras de forma gratuita.

A utilização de *software OpenSource* pode ao mesmo tempo ser considerada um ponto fraco pelo risco que envolve a utilização destas tecnologias onde o apoio técnico não existe e onde podem aparecer dificuldades de configuração e a criação de novas funcionalidades específicas pode ser de difícil realização. A velocidade da ligação à Internet para a transferência de informação pode ser um aspecto negativo neste tipo de tecnologias.

As maiores ameaças ao sistema desenvolvido são os visualizadores SIG de *Desktop* livres existentes, alguns disponibilizados pelas grandes marcas de *software* SIG como a ESRI a par com a crescente competência técnica dos utilizadores no manuseamento destas tecnologias.

Como grande oportunidade surge o facto de cada vez mais a disponibilização de informação geográfica pela Internet estar a prosperar, sendo que o futuro passa pela disponibilização *on-line* da grande maioria da informação espacial por parte dos organismos fornecedores utilizando os *standards* da OGC existentes. Trata-se de um serviço inovador com claros benefícios para os utilizadores e algumas das suas desvantagens como a velocidade de ligação à Internet e as dificuldades de assistência podem tornar-se oportunidades com a cada vez maior cobertura de Internet de banda larga e o facto de com o crescimento do *software OpenSource* existe uma cada vez maior comunidade de utilizadores que podem ter respostas e soluções às nossas dúvidas e problemas.

4.2.5. Plano de Implementação do Eco@gro Digital

Tendo definido uma boa estratégia base de planeamento, é possível traçar um plano de implementação correcto que seja adequado às questões organizacionais, legais, orçamentais, pessoal, risco e tempo (Tomlinson 2003).

A introdução do *WebGIS* não irá implicar alterações significativas dentro da empresa. Trata-se de uma PME onde quem irá assumir a gestão do sistema será o mesmo que anteriormente já exercia as funções de gestão do SIG da empresa.

Um papel importante é o de uma das partes interessadas no projecto, os utilizadores. Para que o sistema tenha sucesso será necessário envolver correctamente os utilizadores no processo de implementação e planeamento. Pretende-se que, dado o dinamismo de um sistema deste tipo, com actualizações constantes, novas ferramentas adicionadas, melhorias constantes da interface, mais e melhor informação, entre outros, haja a devida interacção com os utilizadores. Deve ser atribuído um

papel importante ao fórum de suporte do sistema e outras formas de comunicação como o *e-mail*, *newsletters* e outras formas de ligação com os utilizadores.

Com a implementação de um sistema que apresenta a possibilidade de impressão da informação através da Internet devem ser previstas situações nos contratos de prestação de serviços elaborados com futuros clientes que refiram quem são os detentores legais da informação.

Quando há uma proposta de introdução de um SIG numa organização este, indubitavelmente, representa nova tecnologia e novos processos na organização. Muito raramente o processo de planeamento leva a um sistema que seja completamente novo de raiz. Desta forma, o plano de implementação do novo SIG deve conter a forma como o novo sistema vai ser integrado com o ambiente computacional existente – os “sistemas herdados”. Tal como o nome indica, estes “sistemas herdados” têm com eles uma história de utilização e pessoas que continuarão a depositar confiança neles. Por mais traiçoeiro que possa ser, manter as ligações com estes sistemas é crucial para o sucesso geral do projecto (Tomlinson 2003).

No caso particular da implementação do Eco@gro Digital este factor não assume particular relevância, dado que é intrínseco ao próprio processo de implementação do sistema. A implementação do *WebGIS* é uma extensão ao SIG existente na empresa e na arquitectura do sistema está prevista essa conjugação com o sistema já existente, expressa sobretudo na forma como os dados transitarão de um sistema para o outro. Desta forma, relacionado com a integração do *WebGIS*, não haverá requisitos especiais em termos de equipamento informático, redes de comunicação, alterações departamentais nem políticas organizacionais. As únicas excepções decorrem da implementação do *software* no actual sistema informático, a necessidade de ambientação por parte do técnico e todas as questões logísticas relacionadas com o servidor.

Quando se fala em segurança em sistemas de informação, fala-se de todo o investimento que uma organização envolve para proteger a integridade da sua informação. Esta tarefa assume particular importância com o tempo pois os dados de uma organização tendem a aumentar com o tempo. Assim, ao longo do tempo, o valor da informação que se obtém a partir dos SIG também aumenta devido à melhoria que as funcionalidades dos SIG trazem aos negócios de uma organização. E é por este motivo pelo qual um plano de segurança adequado é fulcral. O risco de os dados de um sistema serem destruídos ou de alguma forma comprometidos é real e merece a tomada de atenção. Qualquer sistema de informação está vulnerável a estragos acidentais ou deliberados. Um empregado

in subordinado poderá corromper dados de forma propositada, um *hacker* poderá roubar informação, um vírus de computador que chegue por *e-mail* poderá comprometer os dados, ou um risco natural como um fogo poderá colocar uma ameaça, entre muitas outras (Tomlinson 2003).

Apesar de o SIG existente na empresa já prever um plano de segurança, com a introdução do *WebGIS* irá ocorrer uma adaptação do sistema e a introdução de novos planos de segurança adequados. Em termos de segurança física apenas o técnico autorizado terá acesso à informação, mediante uma área de *login* criada para o efeito em cada computador pessoal e haverá também uma hierarquia de autorizações específicas para acesso à informação através da rede informática da empresa. Existem nas instalações da empresa alarmes anti-incêndio e cada computador pessoal está protegido com uma *Uninterrupted Power Supply* (UPS), para evitar danos causados por descargas eléctricas. O servidor de ficheiros será alojado nas instalações da empresa e terá ambiente controlado. Relativamente à segurança lógica haverá diversos mecanismos à disposição. Os dados carregados para o servidor estão protegidos por um sistema *Redundant Array of Independent Disks* (RAID) que permitem a rápida recuperação da informação e restauro do sistema totalmente operacional em poucos minutos caso haja avaria de um dos discos rígidos que compõem o sistema. Paralelamente está previsto um plano de cópias de segurança mensais para um disco rígido externo que será transportado para fora da empresa e conservado na posse do técnico sobre o qual recai essa responsabilidade. Todo o sistema terá ainda monitorização permanente por um programa de anti-vírus já existente.

É difícil enfatizar o grau em que um SIG de sucesso depende do pessoal especializado que o vai construir, gerir a sua evolução e mantê-lo ao longo do tempo. O melhor plano de SIG no mundo não vai por si só construir um SIG de sucesso: são precisas pessoas (Tomlinson 2003). Como já foi referido anteriormente existe um SIG na empresa que tem pessoal técnico qualificado. Serão as mesmas pessoas responsáveis pelo SIG já existente que assumirão novas funções relativamente à implementação e manutenção do *WebGIS*.

4.2.6. Impacto do Eco@gro Digital na Organização

É possível referir que, ironicamente, não importa o quão cuidadosamente e sensivelmente se planeia a introdução de um SIG que o resultado vai quase certamente ser aquele que não se antecipou. Alguns estudos empíricos demonstram que na maioria dos projectos os impactos mais significativos dos Sistemas de Informação são acidentais em vez de planeados (Julião 2007). Podemos então

esperar que qualquer projecto SIG tenha impacto numa organização. Um SIG é introduzido numa empresa para trazer inovação e mudar a forma como se comporta, tal como o é o interesse de introduzir uma nova tecnologia. Quando pensamos desta forma uma boa definição da implementação de um SIG que não teve sucesso foi, simultaneamente, aquele que não provocou qualquer impacto.

O caso aqui analisado é uma situação particular: o impacto de um *WebGIS* numa organização. A primeira dúvida que se poderá colocar é se o *WebGIS* é um novo SIG ou uma extensão ao SIG existente. Do que foi analisado atrás, viu-se que o *WebGIS* é por si só um Sistema de Informação Geográfico complexo. No entanto, a sua introdução na empresa foi sobretudo para complementar um SIG já existente, sob a forma de um novo serviço. É por isso de esperar que o impacto seja menos significativo do que aquele que se verificaria com a introdução de um SIG de raiz. Genericamente estima-se que o impacto provocado pela inclusão do sistema na empresa seja sobretudo a nível social e operacional.

Numa primeira análise os impactos associados à implementação do sistema estão sobretudo relacionados com os custos extra que em princípio serão colmatados com a venda do serviço. Outro aspecto relevante está relacionado com a sobrecarga de trabalho técnico extra necessário para a gestão e manutenção do sistema. Nesta fase será um pouco difícil definir se a implementação do *WebGIS* irá aumentar ou diminuir a autonomia do pessoal técnico. Por um lado poderá assistir-se a um aumento da sua liberdade de experimentação, com um *empowerment* característico que permite aos técnicos ter um controle do seu ambiente de funcionamento mais pleno e independente. No entanto, por outro lado, é possível que a implementação do sistema aumente os seus níveis de supervisão e reduza a sua autonomia. Certo é que haverá a um ganho de qualificação tecnológica que decorre da necessidade de formação extra no novo domínio tecnológico *WebGIS*.

Outro aspecto muito importante está relacionado com o impacto do lado do cliente. Sendo na sua essência uma ferramenta de apoio à decisão, prevê-se que a implementação do *WebGIS* não irá deixar indiferentes os clientes da empresa: actuais e futuros. A consulta de dados em tempo real em que se consegue disponibilizar a informação ao cliente e ainda lhe é permitido realizar algumas operações de análise espacial, sem que seja alterado o modelo de dados torna-se muito atractivo e tem influência directa no modo de operar destes. O cliente economiza tempo pelo acesso da sua informação através da Internet e comodamente em casa ou no local de trabalho pode de imediato efectuar decisões, se for esse o caso, ou ir acompanhando ao longo do tempo a sua informação que estará sempre actualizada.

Corporativamente espera-se que a introdução de um sistema inovador, como aquele que aqui se apresenta, se venha a traduzir numa vantagem competitiva para a empresa face a outros concorrentes. Nos inquéritos prévios à implementação do sistema realizados a alguns clientes, a expectativa demonstrada foi grande. No geral houve grande aceitação da iniciativa e curiosidade relativamente a aspectos relacionados com a sua implementação.

Um último aspecto, sobre o qual se pode especular, será o do papel do *WebGIS* nas organizações do futuro e que interoperabilidade este tipo de ferramentas faculta. Facilitará ao cliente de uma empresa o acesso à informação geográfica? Será uma forma de economizar tempo e globalizar a informação? Será a mais importante ferramenta de apoio à decisão no âmbito dos SIG? Certamente ainda haverá um longo caminho a percorrer, mas os primeiros passos estão dados com este tipo de ferramentas, das quais o caso aqui analisado é um exemplo.

4.3. Modelo de dados, implementação e funcionamento do Eco@gro Digital

O MapServer é baseado em modelos de documentos (*templates*²⁰), quando é executado, em resposta a uma requisição feita por Internet pelo utilizador, ele lê o arquivo de configuração designado por *MapFile* (.map) que descreve as camadas ou níveis de informação e todos os restantes componentes do mapa e, baseado neste arquivo desenha e guarda o mapa. De seguida lê um ou vários arquivos HTML *template* que são identificados no ficheiro de configuração. Cada *template* consiste num arquivo HTML comum com *tags*²¹ e, *strings*²² especiais de substituição do MapServer. Estas variáveis servem para especificar os caminhos de onde foi criada a imagem do mapa, para identificar quais as camadas que devem ser visualizadas, para especificar o nível de *zoom* e direcção, entre outros parâmetros. O MapServer substitui os valores actuais destas variáveis e envia o resultado para o servidor de Internet que encaminha para o navegador do utilizador. Quando o utilizador muda qualquer um dos elementos da página de Internet como, por exemplo, diminuir o *zoom*, o MapServer recebe uma nova requisição do servidor com estes novos valores e então o ciclo inicia-se novamente (figura 15) (Kropla 2005).

²⁰ Template (ou "modelo de documento") é um documento sem conteúdo, com apenas a apresentação visual (apenas cabeçalhos por exemplo) e instruções sobre onde e qual tipo de conteúdo deve entrar a cada parcela da apresentação — por exemplo conteúdos que podem aparecer no início e conteúdos que só podem aparecer no final.

²¹ Estruturas de linguagem de marcação que consistem em breves instruções, tendo uma marca de início e outra de fim.

²² Sequência ordenada de caracteres (símbolos) escolhidos a partir de um conjunto pré-determinado. Em programação, cada símbolo armazenado na memória é representado por um valor numérico.

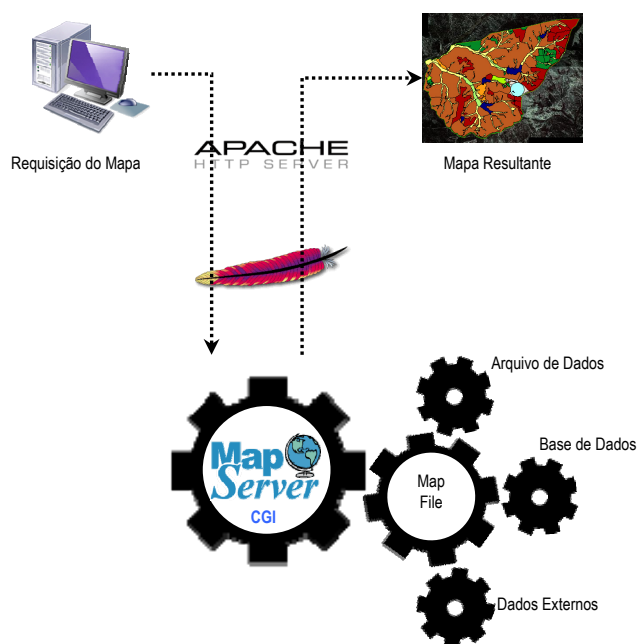


Figura 15 – Esquema das operações básicas de uma aplicação com o MapServer (adaptado de: Mitchell (2005)).

Uma das peças fundamentais para se montar um servidor de página para Internet é o servidor de *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), ou Protocolo de Transferência de Hipertexto. Quando um utilizador final digita um endereço de página no seu *browser* a fim de visualizar um site na Internet, do outro lado está o servidor HTTP que processa a solicitação e envia a informação pedida de volta para o *browser* que faz a sua formatação e a mostra ao utilizador (Vasconcellos 2007). O MapServer depende do servidor de Internet para disponibilizar a informação geográfica aos utilizadores. No Eco@gro Digital foi utilizado o servidor *OpenSource* Apache incluído no pacote “MapServer 4 Windows” disponibilizado pelo sítio da Internet maptools.org (MapTools 2008) a instalação é automática bastando para tal descompactar a pasta ou correr o executável, consoante o tipo de *download* que se faça. Este pacote instala em ambiente Microsoft Windows o MapServer e o servidor de Internet Apache ficando desde logo em funcionamento. A ligação entre os arquivos vectoriais e *raster* nos formatos ESRI *shapefile* e *Tiff*, respectivamente e o MapServer é feita através do *MapFile* que contém as instruções que dizem ao MapServer o que está contido nos mesmos, como as coordenadas, localização dos temas e classes, entre outros.

O MapServer necessita saber que camadas desenhar, como desenhá-las e onde os arquivos de dados estão localizados. Os dados são o combustível do motor que é o MapServer, e o arquivo *.map* serve como sistema de entrega desse combustível. O *MapFile* não é mais que um arquivo de

configuração em formato de texto, que lista as configurações de tudo que vai ser desenhado e o modo de interacção com o mapa. Ele inclui informações sobre quais as camadas de dados a desenhar, as características de cada uma delas, formato, que extensão o mapa possui, que sistema de projecção é utilizado, se e como é gerada a legenda e a barra de escala, características do mapa de referência, que formato será a imagem de saída, dentre muitas outras especificações (Vasconcellos 2007). De forma a facilitar a configuração dos arquivos *MapFile* foi utilizado um *software* SIG Desktop *OpenSource*, o QuantumGIS. Este programa permite montar as camadas que pretendemos visualizar no *WebGIS* e criar directamente um *MapFile* de forma automática onde apenas é preciso editar alguns pontos como a localização dos ficheiros (figura 16).

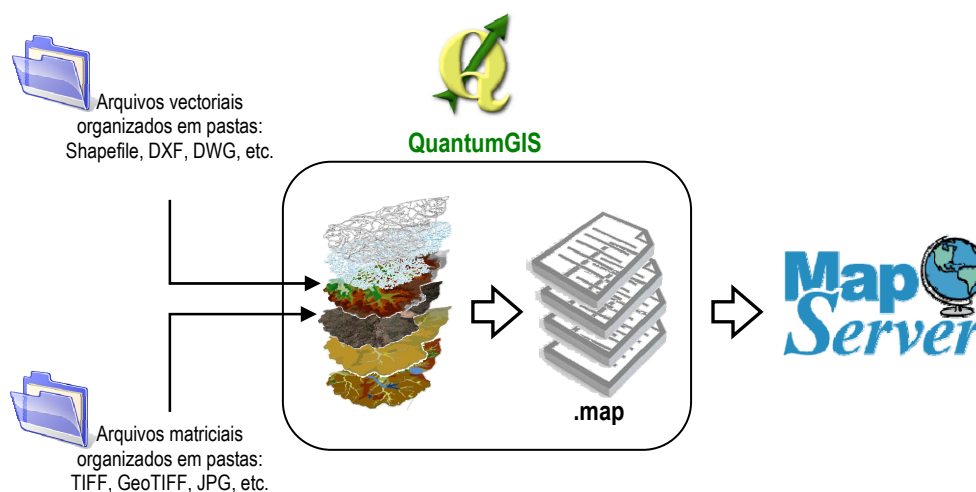


Figura 16 – Esquema das operações de configuração dos ficheiros .map

Em funcionamento no modo CGI o MapServer não tem funcionalidades e ferramentas características de um verdadeiro SIG, para resolver este problema existem diversas molduras pré configuradas que trabalham agregadas ao MapServer criando uma interface para o utilizador que para além da visualização da informação geográfica disponibiliza um conjunto de funcionalidades para o manuseamento da informação geográfica disponibilizada pelo MapServer, de que são exemplo: CartoWeb, GeoMoose, pMapper, Chameleon. No Eco@gro Digital a solução adoptada foi o GeoMoose, em função das suas características, ferramentas de que dispõe e pela facilidade de configuração.

O GeoMoose baseia-se numa arquitectura orientada para os serviços, ou seja, trata as camadas de informação e as ferramentas da interface como serviços, o que torna o desenho e introdução de

novas ferramentas relativamente fácil. Foi construído para servir de interface visual do MapServer (CGI) (figura 17), o que permite utilizar toda as ferramentas de *output* deste, incluindo formatos *raster*, XML e normas do OGC. Cada camada de informação pode ser visualizada como uma imagem *raster*, um mapa baseado em diferentes níveis de informação, assim como servir de base de pesquisa de dados adicionais constantes em polígonos. Os serviços do OGC como o WMS podem ser utilizados directamente no GeoMoose o que pode até permitir a não existência de um serviço CGI como o MapServer, bastando apenas que os serviços OGC estejam disponíveis para a informação que se pretenda divulgar. O GeoMoose é inicializado por intermédio de um ficheiro XML designado por *MapBook* que pode ser construído de raiz, permite a gestão de toda a interface de forma personalizada, a organização das camadas de informação, o agrupamento das mesmas, definir o grau de opacidade na visualização, o local e disposição das ferramentas, a integração de serviços não relacionados com SIG, entre muitas outras aplicações (GeoMoose 2008).

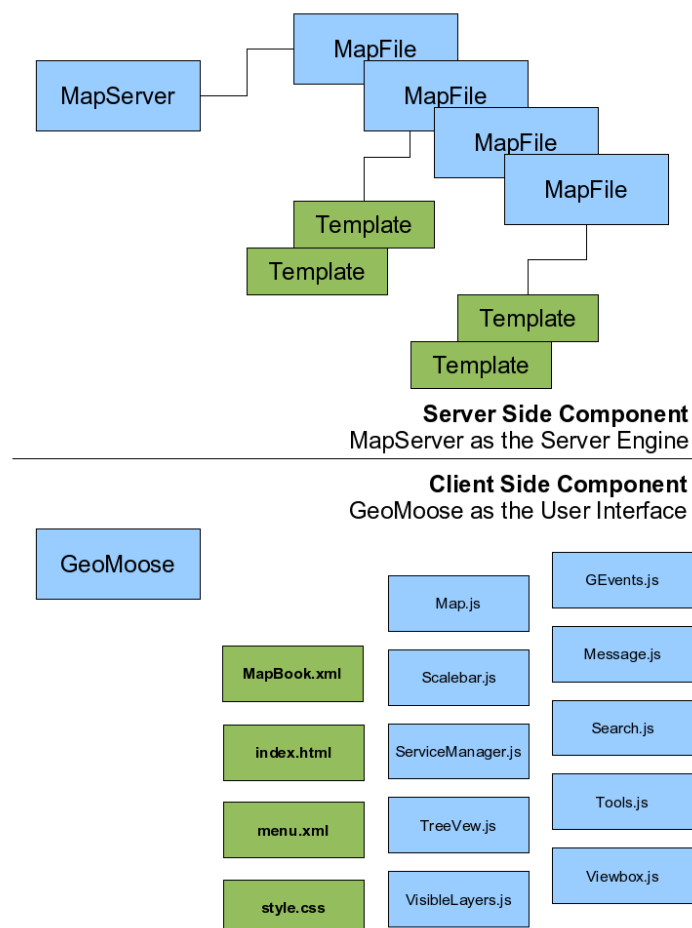


Figura 17 – Principais componentes do GeoMoose e a forma como comunicam com o MapServer (GeoMoose 2008).

A arquitectura do GeoMoose permite a utilização de outros servidores na Internet, o que permite a visualização de camadas de informação por intermédio de uma ligação directa a outros fornecedores de serviços para além dos dados fornecidos via MapServer. Isto pode minimizar as necessidades de cópia e processamento de informação geográfica.

4.4. Arquitectura do sistema

A arquitectura do sistema assenta numa plataforma que se pode dividir em 3 componentes principais: o “BackOffice”, o “Servidor” e o “Utilizador” (Figura 18)

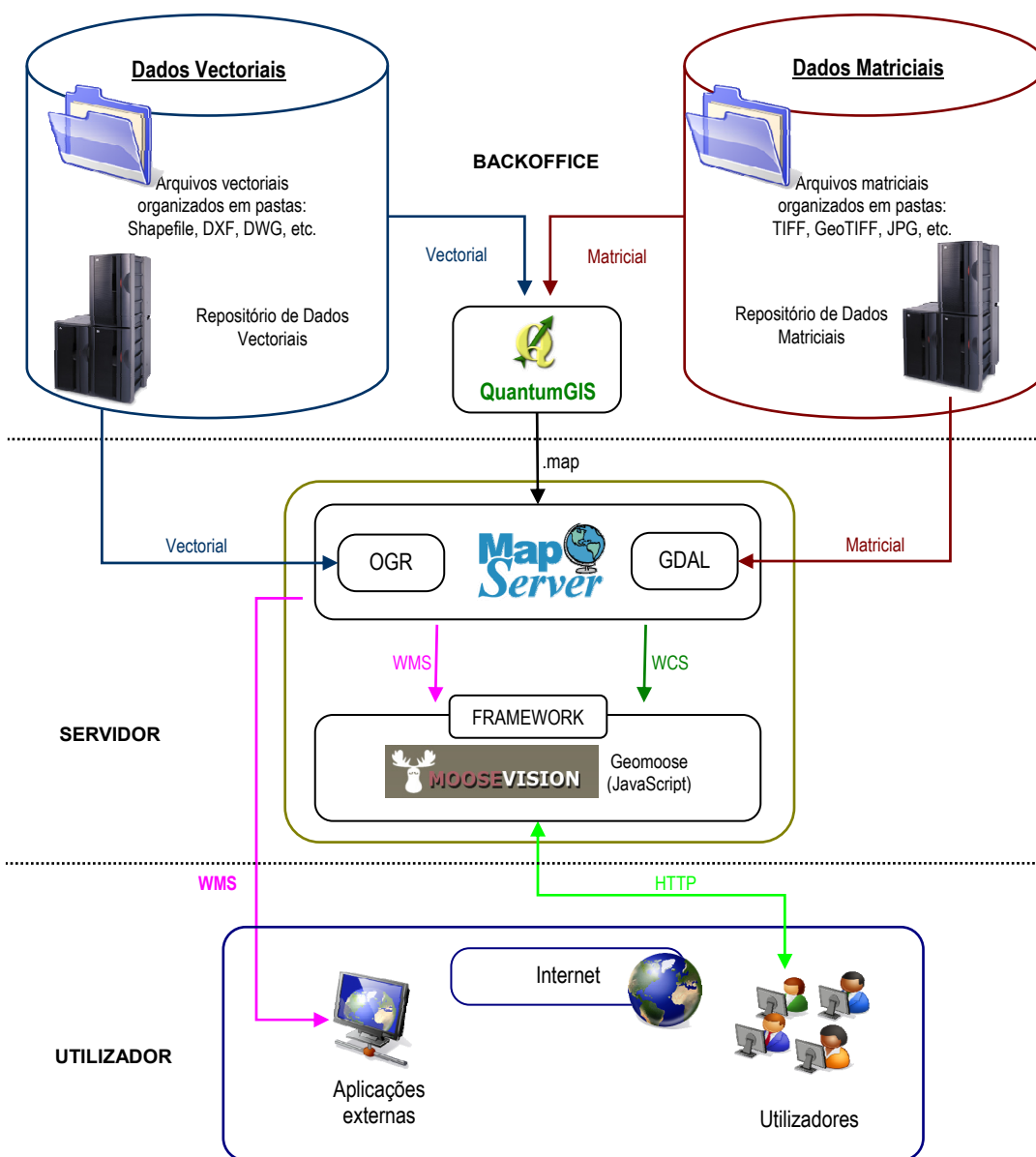


Figura 18 – Arquitectura do WebGIS Eco@gro Digital.

É no BackOffice que se processa a edição e preparação dos dados de cada cliente para disponibilização, assim como a gestão do acesso ao serviço Eco@gro Digital. A ferramenta requer em primeiro lugar um registo por parte do cliente que requer validação por parte do administrador do sistema para que o serviço fique disponível através de um nome de utilizador e palavra-chave correspondente. A informação geográfica disponibilizada aos clientes é editada no *software* QuantumGIS que permite gerar com facilidade os ficheiros necessários para a interface GeoMoose/MapServer. Esta informação tem maioritariamente origem nos formatos .shp (ESRI *Shapefile*) e .tiff (*Tagged Image File Format*) e encontra-se arquivada em repositórios de dados vectoriais e matriciais organizados em pastas, correspondentes a cada cliente da empresa EcoAgro.

O servidor é a componente do sistema que faz a ponte entre a base de dados e o utilizador final. Esta gestão é feita pelo MapServer utilizando um servidor Apache e por intermédio do *Framework* GeoMoose.

O utilizador executa a manipulação e análise de dados remotamente no seu próprio computador por intermédio do seu *browser* de Internet. O acesso à sua área de cliente é feito por HTML.

4.5. Funcionalidades e Interface

O Eco@gro Digital está disponível por intermédio da página principal da EcoAgro (www.ecoagro.pt) onde é feita uma descrição de todo o sistema explicitando as funções e diferentes funcionalidades do *WebGIS* assim como os objectivos que se pretendem com esta ferramenta. O utilizador, para além do módulo de *login* onde pode aceder à sua área de cliente, tem acesso ao fórum de suporte, à secção de ajuda e aos contactos institucionais que lhe permitem retirar algumas dúvidas, colocar comentários e dar sugestões para futuras ferramentas e melhorias a introduzir no Eco@gro Digital.

Na secção de ajuda, o cliente pode encontrar um guia passo a passo, ilustrado, acerca da utilização e funcionalidades do sistema. Mesmo um utilizador menos experiente rapidamente se sentirá à vontade na utilização da ferramenta ao navegar pela sua área de cliente. Caso subsista alguma dúvida ou apenas para promover discussão, é possível entrar no fórum de suporte do sistema.

Com a introdução dos seus dados no módulo de *login*, o utilizador é encaminhado para a sua área de cliente onde pode visualizar a informação geográfica referente às suas explorações (figura 19).

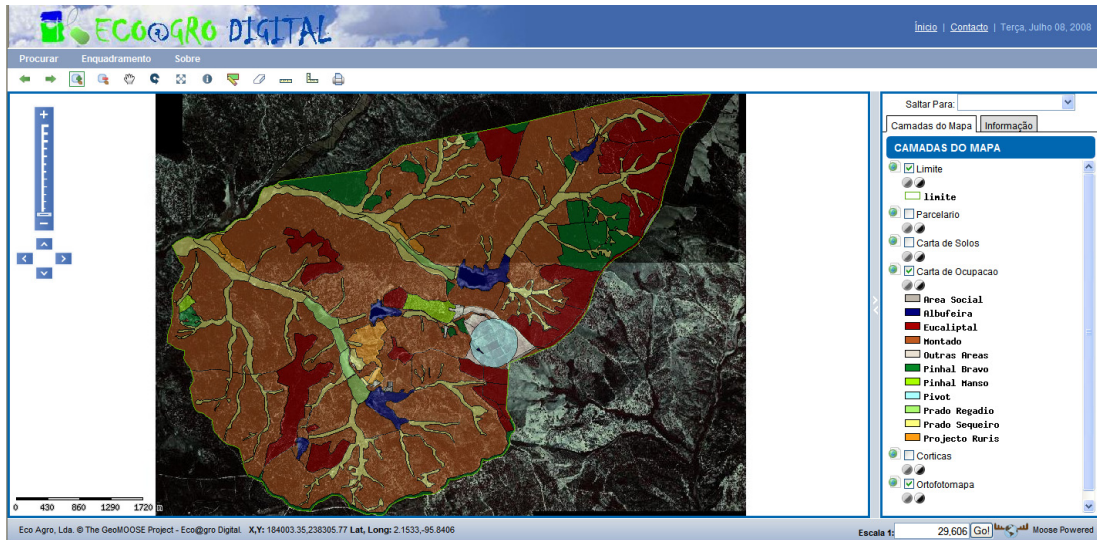


Figura 19 – Interface do *WebGIS Eco@gro Digital*

A área de cliente é composta pela janela de navegação (figura 20) onde é visualizada toda a informação geográfica e onde está disponível uma barra de navegação e controlo do zoom.



Figura 20 – Janela de navegação do *WebGIS Eco@gro Digital*

As diferentes operações relacionadas com os dados visualizados podem ser feitas por intermédio da barra de ferramentas onde existem um conjunto de operações possíveis (figura 21).

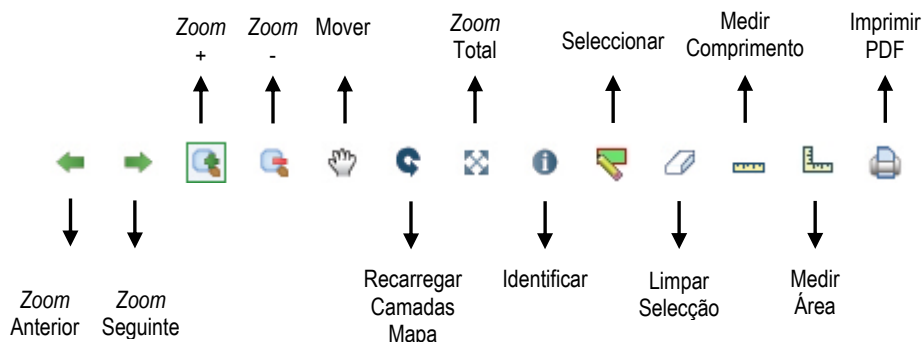


Figura 21 – Barra de ferramentas do WebGIS Eco@gro Digital

Na janela lateral é feita a selecção das camadas ou níveis de informação que o utilizador pretende ver, sendo até possível alterar o grau de transparência de cada uma delas de forma a poder visualizar múltiplas camadas. Nesta janela são também apresentadas as informações referentes à utilização das ferramentas como a identificação, selecção e cálculo de áreas e comprimentos assim como da formatação da impressão para PDF. Existe ainda um atalho (“Saltar Para:”) que permite fazer zoom sobre uma determinada área específica muito útil no caso de existirem várias explorações introduzidas no WebGIS (figura 22).

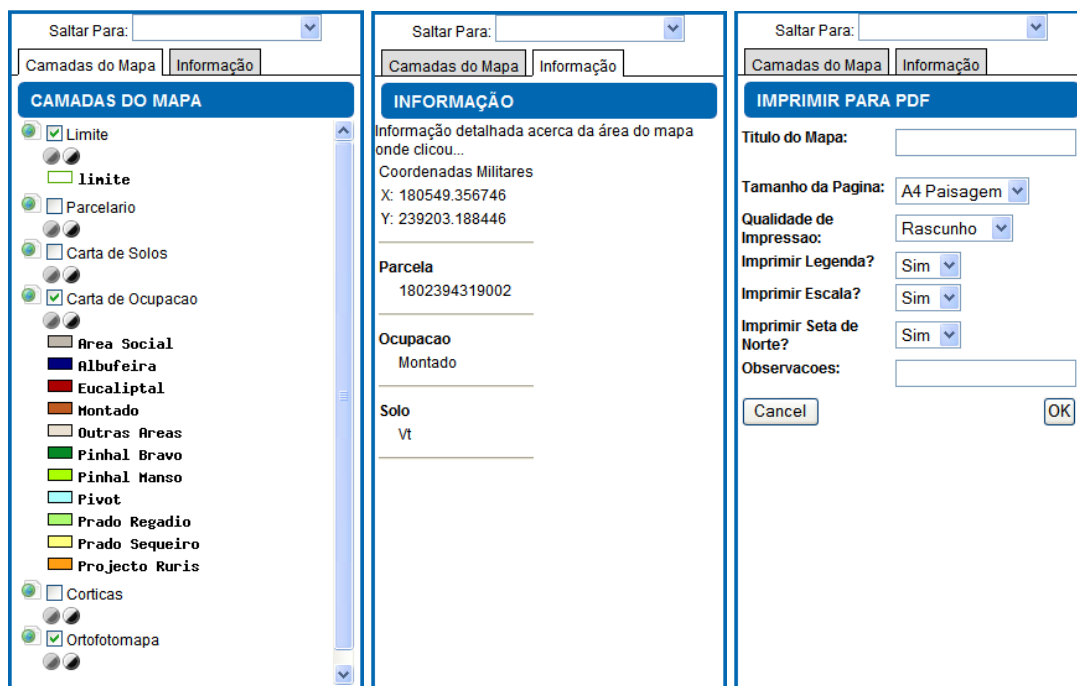
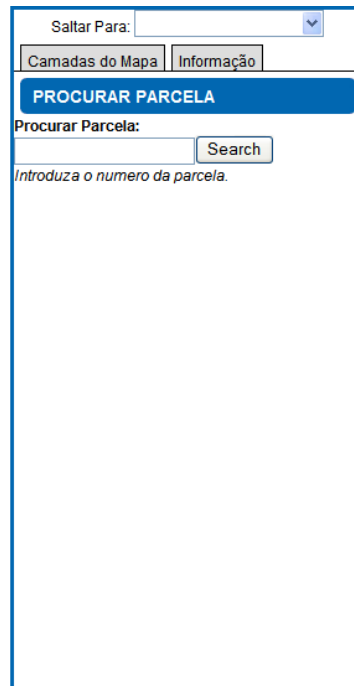


Figura 22 – Janela lateral do WebGIS Eco@gro Digital

Para além das funcionalidades descritas existe ainda uma outra ferramenta que permite realizar pesquisas aos dados tabulares associados à informação vectorial, ao clicar em “Procurar” aparece uma listagem sobre quais as camadas de informação podem ser sujeitas a busca de atributos e ao seleccionar qual o nível de informação pretendido é possível fazer a inquirição na janela lateral (figura 23).



The image shows a web interface for a search function. At the top, there is a dropdown menu labeled "Saltar Para:". Below it are two tabs: "Camadas do Mapa" and "Informação". A prominent blue button labeled "PROCURAR PARCELA" is centered. Underneath, the text "Procurar Parcela:" is followed by an input field and a "Search" button. A small instruction below the input field reads "Introduza o numero da parcela." The main area below is currently empty.

Figura 23 – Função de pesquisa do *WebGIS Eco@gro Digital*

4.6. Conclusões

É importante definir uma metodologia de implementação quando se pensa na introdução de um *WebGIS* em qualquer empresa ou organização. A presente oferta destas tecnologias é muito vasta, mais ainda quando entramos no universo do *software OpenSource*, e aqui o que à partida pode parecer uma boa escolha nem sempre se revela a melhor solução. As opções apesar de semelhantes têm a suas singularidades e estão muito dependentes dos conhecimentos dos técnicos que pretendem concretizar a implementação do *WebGIS* e dos objectivos a que este último se propõe. O tempo que se perde na pesquisa e consulta das diferentes soluções é assim bem empregue e por vezes um grande auxiliar na solidificação de conceitos e conhecimentos.

O aproveitamento e utilização de *software*, ferramentas e funcionalidades pré-formatadas revela-se muito interessante, permitindo poupar muito do tempo na construção e desenvolvimento do *WebGIS*, suplantando claramente as potenciais desvantagens pelo facto de não se construir uma solução de raiz completamente adaptada aos objectivos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. Objectivos do capítulo

Com um simples *browser* e acesso à Internet, qualquer cliente da EcoAgro pode aceder à sua base de dados geográfica e a um conjunto de informações de grande utilidade referente às suas unidades de exploração. A informação pode ser visualizada sobre ortofotomapas ou outro tipo de cartografia *raster*. Neste capítulo é feita uma análise à ferramenta desenvolvida e disponibilizada aos clientes da EcoAgro descrevendo as vantagens do *WebGIS* bem como as suas limitações, desafios e desenvolvimentos futuros.

5.2. Vantagens e limitações da tecnologia e metodologia

Desde o aparecimento do primeiro SIG, desenvolvido por Tomlinson há mais de 30 anos (*Canada Geographic Information System*) num IBM 360 que ocupava uma sala inteira, até aos dias de hoje, onde um utilizador com um pequeno computador portátil do tamanho da sua mão pode pesquisar qual o caminho mais curto para a sua deslocação, houve uma evolução enorme das aplicações SIG que modificaram para sempre o modo como as pessoas vivem e trabalham. Os *WebGIS* constituem um desses mais recentes avanços, a necessidade de acesso a uma escala global e de uma gestão descentralizada da informação geográfica está a “empurrar” a comunidade SIG a distribuir *WebGIS* pela Internet (Peng *et al.* 2003).

Na gestão agro-florestal os SIG são actualmente classificados como sistemas de grande utilidade pelas suas características, contudo a sua utilização a nível particular não se encontra generalizada principalmente devido a dois factores: a exigência a nível técnico e os elevados preços das licenças dos *softwares* disponíveis no mercado. Já as empresas ligadas ao sector agro-florestal começam cada vez mais a recorrer a novas tecnologias como forma de assegurar o seu posicionamento num mercado cada vez mais difícil, sendo a introdução dos SIG um claro benefício de eficiência e eficácia na sua actividade diária como ferramenta fundamental no apoio à decisão.

Com a Internet tornou-se possível o acesso a funcionalidades SIG a partir de um simples *browser*, o que tornou a introdução de ferramentas *WebGIS* como o Eco@gro Digital numa forma de poder disponibilizar informação espacial a um conjunto de utilizadores sem grandes conhecimentos técnicos e sem necessidade de instalação de qualquer tipo de *software* específico. Com esta abordagem obtemos, por um lado, o acesso a dados espaciais tratados e actualizados por técnicos e, por outro lado, com a utilização de *software OpenSource*, um serviço pouco oneroso, acessível a uma vasta gama de utilizadores e clientes.

O Eco@gro Digital permite que com um simples *browser* e acesso à Internet, qualquer cliente da EcoAgro possa aceder à sua base de dados geográfica. No entanto esta ferramenta não pretende ser um substituto do *software* SIG que a empresa tem ao seu dispor para a realização dos seus projectos. Constitui-se antes como uma ferramenta de visualização de informação espacial relevante para os seus clientes. Desta forma estes podem fazer uma gestão da sua informação geográfica, sem ser necessário qualquer *software* específico, ou conhecimentos aprofundados de SIG.

Tendo a informação geográfica de cada utilizador um carácter mutável, a tarefa de actualização dos dados geográficos é facilmente conseguida em *BackOffice* pelo técnico SIG da empresa. O uso deste tipo de aplicativos apresenta assim vantagens face à possibilidade de os utilizadores poderem optar por um solução assente num *software* SIG, instalado no seu computador pessoal ainda que existam soluções deste tipo baseadas em *software* Livre como acontece com o ArcExplorer da ESRI e outros em *software OpenSource* como QuantumGIS apenas para referir dois exemplos. Estas alternativas implicam no entanto que o utilizador tenha alguns conhecimentos de SIG uma vez que são os próprios que têm que fazer a manutenção e actualização dos seus dados espaciais. Apesar desta desvantagem podem ser uma ameaça ao *WebGIS* com a constante e cada vez maior capacitação dos utilizadores em ferramentas informáticas nos dias de hoje.

O Eco@gro Digital é também uma forma de superar as barreiras espaciais e temporais no acesso à informação geográfica de cada utilizador. No fundo não se limita a um simples visualizador de mapas mas sim a um repositório de informação de carácter espacial e uma ferramenta de suporte à tomada de decisões. A ligação à empresa e aos dados adquire uma dimensão remota que traz vantagens ao nível das deslocações e conseqüente redução de custos e ganho de tempo.

O uso de aplicativos livres revela-se bastante interessante na concretização dos objectivos deste tipo de aplicações. A própria gestão e disponibilização dos dados podem ser feitas exclusivamente com

este tipo de *software*. As opções aqui discutidas apesar de terem sido desenvolvidas numa perspectiva de prestação de um serviço pouco oneroso aos clientes da empresa (os custos são praticamente referentes à aquisição de dados externos e manutenção e actualização), não impedem a comercialização e adaptação da metodologia a outras entidades com os mesmos ou outros objectivos.

As dificuldades de implementação deste projecto foram algumas, principalmente na escolha do *software* e tipo de arquitectura a adoptar. Após essa escolha a construção do Eco@gro Digital foi relativamente mais simples estando o grau de dificuldade de criação e implementação dependente dessa escolha e dos conhecimentos de cada um ao nível de SIG, tecnologias de informação, *software*, Internet e programação. Apesar das dificuldades o apoio disponível nas comunidades de utilizadores, sítios da Internet dos *softwares* disponíveis e a própria filosofia de partilha de conhecimento e entreaajuda que existe no meio do *OpenSource*, facilitam em muito a tarefa de implementação de um WebGIS.

Existem alguns problemas com a interoperabilidade dos dados entre o *software* SIG *Desktop* utilizado na empresa e o WebGIS implementado, pela necessidade de utilizar um *software* intermédio na criação dos ficheiros de configuração do Eco@gro Digital. Outra dificuldade é a criação das contas de cada utilizador, não é um processo totalmente automatizado e não evita a necessidade de edição manual de alguns dos ficheiros utilizados, apesar disso a metodologia adoptada é de fácil utilização e o processo não é demorado.

O facto de o Eco@gro Digital estar assente em *software* que implementa as mais modernas especificações do OGC constitui por si só uma enorme vantagem futura. Com a crescente disponibilização da informação geográfica pelas normas WMS e WFS o Eco@gro Digital vai permitir a visualização de informação disponibilizada por terceiros permitindo mesmo a disponibilização da mesma pelo mesmo procedimento.

5.3. Desafios e desenvolvimentos futuros

Um dos conceitos chave no desenvolvimento de um WebGIS deve ser a construção de uma aplicação sustentável que possa lidar com as rápidas mudanças das necessidades e novas tecnologias. Qualquer WebGIS deve ser flexível e ter uma arquitectura escalável e adaptável aos novos desenvolvimentos (Peng *et al.* 2003).

O número de opções de *software OpenSource* para disponibilização de dados espaciais pela Internet tem vindo a crescer nos últimos anos. A evolução das ferramentas existentes e o aparecimento de novas é tal que no decorrer deste projecto surgiram uma nova versão do MapServer e duas novas versões do GeoMoose. Estes factores constituem ao mesmo tempo uma enorme vantagem, pela melhoria das aplicações existentes e aparecimento de novas funcionalidades mas, também representam um enorme desafio de futuro na manutenção e actualização dos serviços criados. Esta explosão de alternativas constitui por outro lado um aspecto positivo na correcção de erros e aparecimento de novas funcionalidades rivalizando com o *software* proprietário, onde muitas das vezes apesar de a evolução também existir é normalmente paga. Em *OpenSource* a velocidade de avanço impulsionada pelas extensas comunidades de utilizadores é muito grande, apesar de exigir um nível de conhecimentos muito maior ao técnico não acarreta custos extra aos utilizadores.

Um dos desafios futuros será a optimização do trabalho feito em *BackOffice* e a operacionalização do mesmo. Com a aceitação de um número cada vez maior de clientes é fundamental que a criação e manutenção da informação a disponibilizar de cada um seja feita de uma forma optimizada sob pena de tornar a estrutura demasiado pesada e incompatível com os objectivos a atingir. Poderá ser necessário adoptar uma estrutura baseada numa base de dados em substituição da organização por pastas dos dados geográficos existente actualmente.

Um dos pontos fortes de toda a metodologia vem da utilização de *software OpenSource* em toda a arquitectura do sistema *WebGIS* com excepção do SIG de *Desktop* (ArcView 3.2) onde os dados são trabalhados. Apesar da aplicação de soluções *WebGIS* no caso particular do Eco@gro Digital, não substituir ainda a utilização de um SIG de *Desktop* a substituição do actual SIG *Desktop* já com algum grau de desactualização por uma solução *OpenSource* pode ser um desafio de futuro, inclusive na tentativa de aumentar a interoperabilidade dos dados podendo levar ao suprimento do *software* intermédio de transformação dos dados.

A introdução de uma ferramenta de desenho de polígonos, linhas e pontos é um dos desenvolvimentos futuros agendados. Vai permitir uma melhoria do serviço prestado adicionando funcionalidades chave ao Eco@gro Digital. Com esta opção os clientes vão poder digitalizar por exemplo uma cerca que queiram construir em cima da informação disponibilizada e enviar directamente para a empresa os novos dados para pedir um orçamento da execução da mesma.

Os utilizadores são a razão de existir do Eco@gro Digital. Pretende-se que estes ganhem alguma autonomia na sua tomada de decisão ao poderem visualizar as informações base das suas explorações com grande facilidade numa interface de utilização fácil e eficaz, para tal a sua contribuição em todo o processo deve ser tida em conta. A promoção de uma comunidade para discussão e debate desta e de outro tipo de ferramentas SIG que possam ser desenvolvidas deve ser uma prioridade na garantia de futuro do serviço prestado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aires, J.M.G., Dias, A.P., Duarte, P. and Coucelo, C., 2004, Terramais - Serviço On-line de Suporte à Gestão Agro-Florestal. [CD ROM] In *Actas do VIII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2004*, USIG (Ed.) (TagusPark, Oeiras), 14 p.

Altoé, R.T., Oliveira, J.C. and Ribeiro, C.A.A., 2005, Sistema de informações geográficas na definição de corredores ecológicos para o município de Conceição da Barra – ES. In *XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, INPE (Ed.) (Goiânia - Brasil), pp. 1995-2002.

Alves, M.V.G., S.Koehler, H. and M.Filho, B.d., 2005, Utilização de um banco de dados relacional no Sistema de Informações Geográfica (SIG) para o cadastro florestal. In *XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, INPE (Ed.) (Goiânia - Brasil), pp. 2003-2009.

Barriguinha, A., Ribeiro, P. and Cabral, P., 2008, WebGIS OpenSource no Apoio à Consultadoria e Gestão Agro-Florestal: O “Eco@gro Digital”. In *Actas do X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG2008*, USIG (Ed.) (TagusPark, Oeiras), pp. 139-150.

Brandão, F. and Ribeiro, J.A., 2007, Estudo do XML, GML, SVG e Webservices (WMS e WFS) para formatação e divulgação de informações geográficas. In *XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, INPE (Ed.) (Florianópolis, Brasil), pp. 5611-5617.

Butler, H., 2008, *Welcome to MapServer*. (URL: <http://mapserver.gis.umn.edu/>, consulta em 30-03-2008)

Cabral, P.d.C.B., 2001, *Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão - O Sistema de Apoio ao Licenciamento da Direcção Regional do Ambiente do Alentejo*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em SIG, Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico.

Caldeweyher, D., Zhang, J. and Phan, B., 2006, OpenCIS - Open Source GIS-based web community information system. *International Journal of Geographical Information Science*, 20:8, pp. 885-898.

Câmara, G., Casanova, M.A., Hemerly, A.S., Magalhães, G.C. and Medeiros, C.M.B., 1996, *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. (URL: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>, consulta em 28-07-2008, INPE-UNICAMP).

Chameleon, 2008, *Chameleon*. (URL: <http://chameleon.maptools.org/index.phtml>, consulta em 04-05-2008)

Chang, Y.-S. and Park, H.-D., 2006, XML Web Service-based development model for Internet GIS applications. *International Journal of Geographical Information Science*, 20:4, pp. 371-399.

Cruz, A.L., Neves, N. and Araújo, M., 2004, Áreas de wilderness para a conservação da vida selvagem em Portugal Continental. [CD ROM] In *Actas do VIII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2004*, USIG (Ed.) (Tagus park, Oeiras), 13 p.

Deegree, 2008, *deegree iGeoPortal*. (URL: www.giub.uni-bonn.de/deegree, consulta em 04-05-2008)

Esri, 2005, *GIS Solutions for Environment Management - MappingYour Environmental Management Strategy*. (URL: <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/forestry.pdf>, consulta em 28-07-2008, ESRI).

Felícisimo, A.M., Francés, E., Fernandés, J.M., González-Díez, A. and Varas, J., 2002, Modelling the Potential Distribution of Forests with a GIS. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing - American Society for Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 68, pp. 455-461.

Foote, K.E. and Kirvan, A.P., 1997, *WebGIS, NGCIA Core Curriculum in GIScience*. (URL: http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133_f.html, consulta em 28-07-2008)

Freire, S., Carrão, H. and Caetano, M.R., 2002, Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal com Recurso a Imagens de Satélite e Dados Auxiliares. [CD ROM] In *Actas do VII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2002*, USIG (Ed.) (TagusPark, Oeiras), 15 p.

Gaspar, J.A., 2004, *Dicionário de Ciências Cartográficas* (Lisboa: LIDEL).

GeoMoose, 2008, *GeoMoose*. (URL: <http://www.geomoose.org/moose>, consulta em 04-05-2008)

GeoServer, 2008, *Geoserver*. (URL: <http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>, consulta em 03-05-2008)

GNU, 2008, *GNU Operating System*. (URL: <http://www.gnu.org/> consulta em 03-05-2008)

Gonçalves, C.F., 2004, *Desenvolvimento e implementação de sistema de servidor de mapas*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT.

Hamzah, K.A., 2001, Remote Sensing, GIS and GPS as a tool to support precision forestry practices in Malaysia. In *22nd Asian Conference on Remote Sensing*, CRISP (Ed.) (Singapore), pp. 562-566.

Huang, B., 2003, Web-based Dynamic and Interactive Environment Visualization. *Computers, Environment and Urban Systems*, 27, pp. 623-636.

Huang, B. and Worboys, M.F., 2001, Dynamic Modelling and Visualization on the Internet. *Transactions in GIS*, 5, pp. 131-139.

ICNB, I.d.C.d.N.e.B.-. 2008, *Plano Sectorial da Rede Natura 2000 - Cartografia on-line*. (URL: http://www.icn.pt/psm2000/cartog_online.htm, consulta em 03-05-2008)

IGP, I.G.P.-. 2008, *M@pas On-line*. (URL: <http://mapas.igeo.pt/>, consulta em 03-05-2008)

Julião, R.P., 2007, *Apontamentos da Unidade Curricular de Sistemas de Informação Geográfica nas Organizações*. (6.ª Edição do Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica: ISEGI-UNL).

Kropla, B., 2005, *Beginning MapServer: Open Source GIS Development* (New York: Apress).

Lee, J. and Lee, W.W., 2006, Going Open in WebGIS. *GIS Development Malaysia - The Malaysian GIS Quarterly Magazine*, 1, p. 32.

Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W., 2005, *Geographic Information Systems and Science* (Barcelona: John Wiley & Sons Ltd).

Machado, J., Cabral, P. and Painho, M., 2002, Aplicações de SIG na WEB - O atlas do ambiente dinâmico. [CD ROM] In *Actas do VII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2002*, USIG (Ed.) (Tagus Park, Oeiras), 11 p.

Mangabeira, J.A.d.C., Carvalho, C.A.d. and Oshiro, O.T., 2002, *Disponibilização de Informações do Uso das Terras em Holambra com WebGIS*. (URL: http://www.holambra.cnpem.br/download/webgis_holambra.pdf., consulta em 28-07-2008, EMBRAPA).

MapGuide, 2008, *Open Source Geospatial Foundation - MapGuide*. (URL: <http://mapguide.osgeo.org/>, consulta em 03-05-2008)

MapServer, 2008, *MapServer*. (URL: <http://mapserver.gis.umn.edu/>, consulta em 04-05-2008)

MapTools, 2008, *MapTools*. (URL: <http://www.maptools.org/ms4w/>, consulta em 26-07-2008)

Martins, H., Pereira, S., Pinho, J.R. and Borges, J.G., 2004, Desenvolvimento de Bases de Informação para Sistemas de Informação Aplicados ao Ordenamento Florestal. *Silva Lusitana*, n.º especial: 49-65, pp. 1-17.

Miranda, J.I., 2003, Publicando Mapas na Web: Servlets, Applets ou CGI ? *Embrapa Informática Agropecuária*, 28, pp. 1-38.

Miranda, J.I., 2004, SpringWeb: Um Aplicativo para Publicar Mapas na Web. *Embrapa Informática Agropecuária*, 41, pp. 1-25.

Mitchell, T., 2005, *Web Mapping Illustrated* (O'Reilly).

Moreno-Sanchez, R., Anderson, G., Cruz, J. and Hayden, M., 2007, The potential for the use of Open Source Software and Open Specifications in creating Web-based cross-border health spatial information systems. *International Journal of Geographical Information Science*, 21:10, pp. 1135-1163.

Nunes, A. and Caetano, M., 2006, Forest monitoring with remote sensing: A web application for the common user. In *ASPRS 2006 Annual Conference*, ASPRS (Ed.) (Reno, Nevada).

Nunes, J.P. and Pacheco, N.R., 2004, Informação Geográfica e Modelação para a Gestão de Bacias Hidrográficas - Consequências das alterações climáticas para os processos hidrológicos e erosivos: potenciar a informação geográfica para a gestão ambiental. [CD ROM] In *Actas do VIII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2004*, USIG (Ed.) (Tagus park, Oeiras), 13 p.

OGC, 2008a, *MapGuide Open Source*. (URL: <http://mapguide.osgeo.org/>, consulta em 31-03-2008)

OGC, 2008b, *Open GeoSpatial Consortium*. (URL: <http://www.opengeospatial.org/> consulta em 03-05-2008)

OpenGEO, 2007, *Plano Diretor de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Fortaleza*. p. 121 (Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza).

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

PROF, C.A., 2006, *Bases de Ordenamento Florestal – Volume III - Alentejo Central*. p. 219 (Évora: Universidade de Évora).

Silva, S.A.F.d. and Silva, J.R.M.d., 2004, Agricultura de Precisão – Análise Espacial Comparativa da Produtividade do Milho, para Diferentes Rampas Rotativas na Herdade do Cego. [CD ROM] In *Actas do VIII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2004*, USIG (Ed.) (Tagus Park, Oeiras), 13 p.

Souza, V.C.O.d., Oliveira, M.L.R., Vieira, T.G.C. and Alves, H.M.R., 2005, Portal Vertical GeoSolos – Spring Web na divulgação dos resultados de pesquisa em regiões cafeeiras de Minas Gerais. In *XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, INPE (Ed.) (Goiânia, Brasil), pp. 2389-2396.

Sui, D.Z. and Goodchild, M.F., 2001, Gis as media? *International Journal of Geographical Information Science*, 15:5, pp. 387-390.

Tang, W. and Selwood, J., 2003, *Connecting our World - GIS Web Services* (Redlands: ESRI Press).

Tomlinson, R., 2003, *Thinking About GIS - Geographic Information System Planning for Managers* (Redlands: ESRI Press).

Uchoa, H.N., Coutinho, R.J.C., Ferreira, P.R., Filho, L.C.T.C. and Brito, J.L.N.e.S., 2007, *Arquitetura OpenGIS® Baseada em Software Livre para Solução de Geoprocessamento*. (URL: <http://www.opengeo.com.br/download/opengis-sbc-v13-06102005.pdf>, consulta em 28-07-2008, OpenGeo).

UNIX, 2008, *Unix System*. (URL: <http://www.unix.org/> consulta em 03-05-2008)

Vasconcellos, C.B.d., 2007, *Sistema de Gerenciamento Georreferenciado para Controle Sanitário Animal, Baseado em Internet com Uso de Software Livre*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Geomática, Universidade Federal de Santa Maria.

Yang, C.P., Wong, D.W., Yang, R., Kafatos, M. and Li, Q., 2004, Performance-improving techniques in web-based GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 19:3, pp. 319-342.

Yijun, C., 2003, *Remote Sensing and GIS for Supporting Sustainable Forest Management Certification in the Tropics (A case study in Labanan Concession, East Kalimantan, Indonésia)*. Thesis submitted for the degree of Science in Geo-information Science and Earth Observation, Forestry for Sustainable Development, International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation.