

**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES  
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA**

**2014/2015**



**TII**

**CAPACIDADES DE ANÁLISE ESPACIAL, INVENTARIAÇÃO E  
PLANEAMENTO DE INFRAESTRUTURAS NA FORÇA AÉREA COM  
RECURSO A SIG *OPEN SOURCE***

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A  
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE  
DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL  
DA FORÇA AÉREA.**



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**CAPACIDADES DE ANÁLISE ESPACIAL,  
INVENTARIAÇÃO E PLANEAMENTO DE  
INFRAESTRUTURAS NA FORÇA AÉREA COM RECURSO  
A SIG *OPEN SOURCE***

**CAP/ENGAED João Henrique Andrade Cardoso**

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 2014/15

Pedrouços 2015



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**CAPACIDADES DE ANÁLISE ESPACIAL,  
INVENTARIAÇÃO E PLANEAMENTO DE  
INFRAESTRUTURAS NA FORÇA AÉREA COM RECURSO  
A SIG *OPEN SOURCE***

**CAP/ENGAED João Henrique Andrade Cardoso**

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 2014/15

Orientador: TCOR/PILAV Fernando Pereira Leitão

Pedrouços 2015



## **Agradecimentos**

Devo aqui expressar os meus sinceros agradecimentos a todos os que me apoiaram no desenvolvimento deste Trabalho de Investigação Individual, realçando todo o tempo e dedicação que me dispensaram:

Ao meu orientador TCOR/PILAV Fernando Leitão, pela atenção, compreensão, e ajuda pronta ao longo de todo o caminho da investigação, e pela confiança em mim depositada.

Ao MAJ/TINF José Marques, pelas orientações iniciais do trabalho e por toda a disponibilidade demonstrada.

Aos entrevistados: Engenheiro Luís Correia, Engenheiro Pedro Henriques, COR/ENGAED Joaquim Veloso, COR/ENGAED Pedro Cruz, COR/TINF Orlando Colaço, TCOR/ENGAER João Nogueira, TCOR/ENGINF Hélder Guerreiro, CAP/TINF Mário Pereira, CAP/TOCART Paulo Fernandes, CAP/ENGAED Bruno Gomes, CAP/TINF Nelson Patrão.

Uma palavra de agradecimento especial a todos os camaradas de curso que me acompanharam, pela partilha, pela camaradagem e pelo espírito de corpo.

Aos meus pais pela inesgotável ajuda, por tudo o que me deram e continuam a dar e à minha irmã, que está sempre comigo. À minha querida Salomé e aos meus queridos filhos Tiago, Sofia e “feijão”, que sentiram a minha falta, obrigado pela paciência, pelo carinho, pela força e por serem a minha alegria.

Muito obrigado a todos.



## Índice

Introdução.....	1
1. Enquadramento do tema .....	4
a. Alinhamento dos SIG <i>Open Source</i> na Força Aérea.....	4
b. Sistemas de Informação Geográfica na FA .....	7
(1) SIG do Comando Aéreo .....	7
(2) SIG da Direção de Infraestruturas .....	8
c. Metodologia .....	10
2. Monitorização do SIINFRAS e Justificação de um Projeto SIG .....	11
a. Monitorização .....	11
(1) Auditoria de revisão – necessidade de atualização do sistema.....	11
b. Justificação .....	12
(1) Informação externa .....	12
(2) Necessidades dos utilizadores na visualização SIG.....	14
(3) Necessidades dos utilizadores na edição de IG .....	16
(4) Interoperabilidade com o SIG do CA .....	16
(5) Análise de risco do Projeto SIG .....	20
3. Análise detalhada, Custo Total de Utilização e Resultados.....	21
a. Análise detalhada de <i>software</i> .....	21
(1) <i>Software</i> SIG Desktop.....	22
(2) Servidores de mapas - SIG Web.....	23
(3) SGBD .....	25
(4) Estudos-piloto.....	26
b. Custo Total da Utilização .....	26
c. Resultados.....	31
Conclusões.....	34
a. Contributos para o conhecimento, limitações e recomendações .....	36
Bibliografia.....	39



## **Índice de Anexos**

Anexo A – Corpo de Conceitos complementares.....	Anx A-1
--	---------

## **Índice de Apêndices**

Apêndice n.º1 – Aplicação do Método Científico de Quivy e Campenhoudt.....	Apd A-1
Apêndice n.º2 – Exigências à atividade de gestão de infraestruturas/equipamentos.	Apd A-4
Apêndice n.º3 – Guião das entrevistas exploratórias.....	Apd A-5
Apêndice n.º4 – Inquérito por questionário.....	Apd A-6
Apêndice n.º5 – Resultados do inquérito por questionário .....	Apd A-8
Apêndice n.º6 – Mapa conceptual .....	Apd A-11
Apêndice n.º7 – Guião das entrevistas de semiestruturadas.....	Apd A-12
Apêndice n.º8 – Modelo de análise.....	Apd A-14

## **Índice de Figuras**

Figura n.º1 – Mapeamento de intensidade de militares da FA na efetividade de serviço segundo o código postal de sete dígitos (CP7) do local de residência.....	4
Figura n.º2 – RCM n.º 26/2013 – Defesa 2020 .....	5
Figura n.º3 – Ciclo de vida de um SI .....	5
Figura n.º4 – Necessidades de racionalização de TIC na Administração Pública.....	6
Figura n.º5 – Estrutura de Informação da FA.....	7
Figura n.º6 – Protótipos de desenvolvimento do Módulo de licenciamentos em Autodesk MapGuide.....	9
Figura n.º7 – Fases de Concetualização, Implementação e Manutenção de um Projeto SIG .....	10
Figura n.º8 – Nível de importância do SIINFRAS para a atividade dos utilizadores.....	11
Figura n.º9 – Pertinência do desenvolvimento de um novo SIG de gestão no âmbito das infraestruturas. ....	11
Figura n.º10 – Dificuldade de consulta de informação dos módulos do Portal SIINFRAS	12
Figura n.º11 – Dados de tendência Google na procura de soluções SIG livre e código aberto (QGIS) e proprietária (ArcMap) .....	13
Figura n.º12 – SIG Web open source.....	14
Figura n.º13 – Necessidades de IG para o SIINFRAS.....	15



Figura n.º14 – Encadeamento de processos: aquisição, edição, estruturação e produção de <i>outputs</i> .....	17
Figura n.º15 – Hipótese de interoperabilidade SIG na FA através de SGBD PostgreSQL .	18
Figura n.º16 – Processos de integração e exportação de informação CAD-SIG.....	19
Figura n.º17 – Scrum Reference Card.....	21
Figura n.º18 – Interoperabilidade SIG .....	25
Figura n.º19 – Utilização de FOSS na FA.....	26
Figura n.º20 – Recursos financeiros da DCSI de 2008 a 2015.....	27
Figura n.º21 – Suporte comercial GFOSS.....	29
Figura n.º22 – Nível geral de conhecimento das potencialidade de um SIG na DI e U/O/S .....	30
Figura n.º23 – Interesse dos utilizadores do SIINFRAS em adquirir formação em SIG .....	30
Figura n.º24 – Custo médio de formação geral mínima em SIG (Custo/h individual) - QGIS/PostGIS e ArGIS/ArcSDE .....	31
Figura Anx n.º1 – Inputs, componentes e funções fundamentais de um SIG .....	Anx A-1
Figura Apd n.º1 – Aspectos essenciais da Diretiva 04/CEMFA/2013 - Planeamento da FA e necessidades crescentes de informação no âmbito das infraestruturas .....	Apd A-4
Figura Apd n.º2 – Distribuição da amostra por unidade de colocação (em %).....	Apd A-8
Figura Apd n.º3 – Caraterísticas dos inquiridos .....	Apd A-8
Figura Apd n.º4 – Necessidades de recorrer à visualização de informação em mapas geográficos no desempenho de funções .....	Apd A-8
Figura Apd n.º5 – Classificação das capacidades para o SIINFRAS importantes para o desempenho das tarefas dos utilizadores.....	Apd A-9
Figura Apd n.º6 – Frequência de recurso a aplicações do tipo Google Earth, Google Maps, Bing para o desempenho de tarefas .....	Apd A-9
Figura Apd n.º7 – Necessidade de recurso a ferramentas complementares do tipo Google Maps/Earth para o desempenho de tarefas pelos inquiridos .....	Apd A-9
Figura Apd n.º8 – Necessidade de colocar informação/desenhos existente sobre imagens do Google Maps/Earth no desempenho de tarefas .....	Apd A-9
Figura Apd n.º9 – Grau de satisfação dos utilizadores em relação ao SIINFRAS SIG Web. Escala: 1 (Pouco satisfeito) – 5 (Muito satisfeito).....	Apd A-10



Figura Apd n.º10 – Frequência de utilização do Portal SIINFRAS pelos utilizadores Apd A-10

Figura Apd n.º11 – Nível de importância do SIINFRAS como complemento ao desempenho das tarefas dos utilizadores. Escala: 1(Pouco importante) – 5 (Muito importante) ..... Apd A-10

Figura Apd n.º12 – Nível de dificuldade dos utilizadores na consulta de informação dos módulos do Portal SIINFRAS ..... Apd A-10

Figura Apd n.º13 – Experiência e necessidade de formação em SIG..... Apd A-10

Figura Apd n.º14 – Esquema seguido para construção do modelo de análise ..... Apd A-14

### Índice de Tabelas

Tabela n.º1 – Tecnologias SIG em utilização na FA - CA/CGTA e CLAF/DA.....7

Tabela n.º2 – Dados gerais de inventário do património imobiliário afeto à FA .....8

Tabela n.º3 – Matriz de necessidades de visualização e acesso a IG na DI e U/O/S .....15

Tabela n.º4 – Capacidades de acesso a formatos de dados standard OGC .....18

Tabela n.º5 – Capacidades de acesso a dados através de GFOSS Desktop. ....19

Tabela n.º6 – Fontes de risco.....20

Tabela n.º7 – Funcionalidades fundamentais dos GFOSS Desktop .....22

Tabela n.º8 – Capacidades de acesso a SGBDR por parte de GFOSS Desktop.....23

Tabela n.º9 – Comparação de servidores de mapas.....24

Tabela n.º10 – Identificação de SGBD com extensão espacial.....25

Tabela n.º11 – Custos de aquisição e manutenção de *software* SIG utilizado na FA (ESRI e Autodesk) (IVA incluído) .....28

Tabela n.º12 – Formação de militares no âmbito dos SIG.....29

Tabela n.º13 – Requisitos de hardware na solução ESRI versus solução GFOSS - CM de Ourém.....31

Tabela Apd n.º1 – Entrevistas exploratórias ..... Apd A-1

Tabela Apd n.º2 – Entrevistas semiestruturadas..... Apd A-3

Tabela Apd n.º3 – Guião das entrevistas de investigação (exploratórias) ..... Apd A-5

Tabela Apd n.º4 – Mapa Conceptual ..... Apd A-11

Tabela Apd n.º5 – Guião das entrevistas de investigação (semiestruturadas 1-35) Apd A-12

Tabela Apd n.º6 – Guião das entrevistas de investigação (semiestruturadas 36-73)Apd A-



## **Resumo**

A Força Aérea (FA) tem vindo a utilizar e a acompanhar a evolução de alguns Sistemas de Informação Geográfica em duas vertentes distintas: gestão patrimonial e planeamento de missão. A divulgação e o interesse por plataformas *web* de distribuição de informação geográfica (IG) tem sido crescente, como é o caso do Sistema de Informação de Infraestruturas (SIINFRAS). No entanto, os objetivos iniciais desta plataforma não dão total resposta às necessidades atuais da FA. Neste contexto, esta investigação pretende analisar o estado atual do SIINFRAS, as possibilidades de partilha de IG e de interoperabilidade de sistemas de informação e desenvolver uma concetualização de um novo Projeto SIG com recurso a *Geospatial Freeware Open Source Software* (GFOSS). Os resultados revelam que é viável implementar novas soluções GFOSS na FA, com novas capacidades e trabalhando simultaneamente o seu desenvolvimento numa perspetiva mais sinérgica quanto à utilização de IG dentro da Organização.

## **Palavras-chave**

SIINFRAS, Sistemas de Informação Geográfica, *Software* Livre e de Código Aberto para SIG

## **Abstract**

*The Portuguese Air Force (PoAF) has been using and monitoring the evolution of some Geographic Information Systems in two different ways: asset management and mission planning. Disclosure and interest in geographic information (GI) distribution web platforms has been growing, as is the case of Infrastructure Information System (SIINFRAS). However, the initial objectives of this platform don't give full response to current PoAF's needs. In this context, this research aims to analyze the current state of SIINFRAS, the possibilities of sharing GI, interoperability of information systems and develop a conceptualization of a new GIS project using GFOSS (Geospatial Freeware Open Source Software). The results show that it is feasible to implement new GFOSS solutions, with new capabilities and working simultaneously in a more synergistic perspective development on the use of GI within the organization, contributing to a more capable fulfillment in several activities related to infrastructures.*

## **Keywords**

SIINFRAS, Geographic Information Systems, Geospatial Free and Open Source Software



### **Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos**

AdIAF	Adjunto de Informação da Área Funcional
AdIAL	Adjunto de Informação da Área Logística
AIMS	<i>Autodesk Infrastructure Map Server</i> (substitui a designação <i>MapGuide Enterprise</i> a partir de 2012)
BSA	<i>Berkeley Software Distribution</i>
CA	Comando Aéreo
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CEMFA	Chefe do Estado-Maior da Força Aérea
CGTA	Centro de Gestão de Tráfego Aéreo
CLAFA	Comando da Logística da Força Aérea
DCSI	Direção de Comunicações e Sistemas de Informação
DI	Direção de Infraestruturas
DP	Direção de Pessoal
EP	Estradas de Portugal, S.A.
EMFA	Estado-Maior da Força Aérea
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
DIVCSI	Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação
DIVREC	Divisão de Recursos
FA	Força Aérea
FFAA	Forças Armadas
FOSS	<i>Free and Open Source Software</i>
U/O/S	Unidades, Órgãos ou Serviços
GCGI	Grupo Coordenador da Gestão da Informação
GFOSS	SIG livres e de código-fonte aberto ( <i>Geospatial Free and Open Source Software</i> )
GIS	<i>Geographic Information Systems</i> (definição em inglês do termo SIG)
GNU	<i>GNU is Not Unix</i>
GPC	Gabinete de Programação e Controlo
GPL	<i>General Public Licence</i>
GPS	Sistema Global de Posicionamento ( <i>Global Positioning System</i> )
GUI	Interface Gráfico ( <i>Graphical User Interface</i> )
IG	Informação Geográfica
IGeoE	Instituto Geográfico do Exército



MAOTE	Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
PGERRTIC	Plano Global Estratégico de Racionalização e Redução de Custos nas TIC na Administração Pública
RCM	Resolução do Conselho de Ministros
SGBD	Sistema Gestor de Bases de Dados
SGBDE	Sistema Gestor de Bases de Dados Espaciais
SI	Sistemas de Informação
SIINFRAS	Sistema de Informação de Infraestruturas da Força Aérea
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SIG-DN	Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional
TCO	Custo Total da Utilização ( <i>Total Cost of Ownership</i> )
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TII	Trabalho de Investigação Individual
WCS	<i>Web Coverage Service</i>
WFS	<i>Web Feature Service</i>
WFS-T	<i>Transactional Web Feature Service</i>
WMS	<i>Web Map Service</i>



## Introdução

*“Geography is the best way of managing enterprise-wide information systems”.*

(Longley, et al., 2011)

Na atualidade, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem permitido às Organizações abordar novas perspetivas de análise de dados e informação, com melhorias significativas ao nível da informação estratégica e da otimização de recursos. Estima-se que cerca de 70 a 80% dos dados e informações relevantes nos processos de decisão têm caracterização espacial, o que tem motivado o desenvolvimento de novas plataformas tecnológicas geográficas (Rezende, 2012; Neto & Oliveira, 2013).

Paralelamente, assiste-se a um crescimento assinalável na produção de SIG livres e de código-fonte aberto (GFOSS) (Akbari & Rajabi, 2013). Neste âmbito, a Força Aérea (FA) tem evidenciado uma atenção crescente nas possibilidades de utilização de *Open Source Software* (OSS) como alternativa às soluções proprietárias que tem vindo a adquirir. Face aos atuais constrangimentos económicos, a FA sente necessidade de melhorar a gestão dos ativos tecnológicos para que seja possível reduzir custos de operação e manutenção. A possibilidade de implementação de GFOSS, e a sua integração com outros sistemas de informação da FA podem contribuir para uma redução de custos, caso se verifiquem equiparáveis às anteriores soluções comerciais.

Considerando as limitações tecnológicas atuais e as necessidades futuras na utilização de IG na Organização, esta investigação restringe o objeto de estudo ao Sistema de Informação de Infraestruturas da Força Aérea (SIINFRAS), utilizado pela Direção de Infraestruturas (DI) e por outras U/O/S. Dada a natureza da investigação e a vasta abrangência do tema, pretende delimitar-se o estudo às necessidades específicas de utilização de SIG no âmbito logístico, concretamente na utilização das funcionalidades SIG no apoio às áreas relacionadas com infraestruturas, verificando simultaneamente possibilidades de interoperabilidade com outros SIG na FA. O levantamento de soluções de resposta às necessidades referidas abrange aspetos funcionais e não-funcionais, nomeadamente as funcionalidades de visualização e de edição de IG, bem como uma abordagem geral de análise de tecnologia GFOSS alternativa à do SIINFRAS.



Face ao problema apresentado é proposto o estudo do tema “Capacidades de análise espacial, inventariação e planeamento de infraestruturas na Força Aérea com recurso a Sistemas de Informação Geográfica *Open Source*”.

Esta investigação pretende aferir de que forma devem evoluir as capacidades do SIINFRAS de modo a melhorar a consulta de IG. Nessa medida, e considerando também a necessidade de redução de despesa na aquisição de *software*, importa reavaliar as necessidades atuais e a viabilidade de GFOSS na FA.

O presente estudo será desenvolvido segundo a proposta metodológica de Quivy & Campenhoudt (2005), definindo na primeira etapa a seguinte Pergunta de Partida (PP): De que forma podem ser melhoradas e ampliadas as capacidades do SIINFRAS da Força Aérea?

Da pergunta de partida surgiram as seguintes Perguntas Derivadas (PD):

PD1 – Até que ponto as funcionalidades de visualização do SIINFRAS estão ajustadas às necessidades dos utilizadores?

PD2 – De que forma é possível aumentar as funcionalidades de edição de informação geográfica na FA face aos meios disponíveis?

PD3 – Qual a viabilidade de desenvolvimento de um novo Projeto SIG, utilizando plataformas geográficas GFOSS alternativas?

Seguidamente desenvolveu-se uma segunda etapa com a exploração do assunto, que consistiu na pesquisa bibliográfica e na realização de entrevistas exploratórias, de acordo com o Apêndice n.º1.

De modo a obter resposta às questões derivadas, foi desenvolvido um modelo de análise, apresentado no Apêndice n.º8, com as seguintes Hipóteses (H):

H1 – As funcionalidades de visualização do SIINFRAS estão desarticuladas das necessidades dos utilizadores, havendo necessidade de recorrer a soluções GFOSS complementares.

H2 – É possível aumentar as funcionalidades de edição de informação geográfica aumentando os meios de aquisição, melhorando a interoperabilidade com outros SI e integrando informação de gestão de infraestruturas.

H3 – É viável a implementação de um novo Projeto SIG, de forma modular, com recurso a nova tecnologia GFOSS.

Optou-se por testar as hipóteses através de três técnicas de observação: questionário dirigido a utilizadores do SIINFRAS; entrevistas semiestruturadas a sete entidades; e dados secundários de fontes diversas, no âmbito das tecnologias GFOSS.



O modelo de análise desenvolvido introduz e relaciona o seguinte corpo de conceitos estruturantes:

- Funcionalidades de visualização – ferramentas SIG que englobam as seguintes componentes: Visualização; Acesso, Pesquisa e Inquirição; Produção (Cosme, 2012).

- Funcionalidades de edição – ferramentas SIG que englobam as seguintes componentes: Aquisição e Edição; Transformação da Informação (Idem).

- Necessidades dos utilizadores – avaliação pelo próprio utilizador das necessidades e exigências na prossecução dos seus procedimentos de trabalho e condições de produção, no contexto organizacional (Buckey, 2014).

- Projeto SIG – “sistema informático de *hardware*, software e produtos desenhados para suportar a aquisição, gestão, manipulação, análise, modelação e visualização de informação georreferenciada” (FICCDC, 1998, cit. por (Cosme, 2012, p. 17)) - ver conceitos complementares no Anexo A).

Este trabalho de investigação foi dividido em três capítulos: o primeiro faz o enquadramento do tema, abordando o estado da arte dos SIG na FA e a apresentação do modelo de análise e metodologia a seguir; segundo capítulo, que faz uma monitorização do SIINFRAS e das medidas adicionais para aumento de funcionalidades de edição de IG e justifica o desenvolvimento de um Projeto SIG; terceiro capítulo, que desenvolve uma análise detalhada do Projeto SIG com recurso a GFOSS, dos custos envolvidos e dos resultados desta investigação. Por fim, as conclusões, onde se apresenta a síntese, os contributos para o conhecimento e foca as recomendações resultantes desta investigação.



## 1. Enquadramento do tema

O presente capítulo procura fazer o enquadramento dos SIG existentes na FA, a fim de permitir uma perspetiva de análise sobre a problemática identificada.

### a. Alinhamento dos SIG *Open Source* na Força Aérea

No caso da FA, existem inúmeras formas de tirar partido de tecnologias SIG, nomeadamente e com particular enfoque nas áreas relacionadas com aspetos de natureza logística, ambiental, infraestruturas, gestão de recursos humanos e materiais.

Segundo Guerreiro (2015), existe na FA um subaproveitamento do uso de ferramentas SIG, assim como um baixo consumo de IG, nomeadamente daquela que é disponibilizada pelo SIINFRAS, muito por desconhecimento das suas capacidades e da informação nele contido. A IGFA, o EMFA, o CA, a DCSI, a DMSA, a DP, entre outros, poderão beneficiar do uso de IG. A título de exemplo, veja-se na Figura n.º1 o recurso a geocodificação, possibilitando um mapa de intensidade dos militares da FA na efetividade de serviço segundo código postal (CP4-3) do seu local de residência.

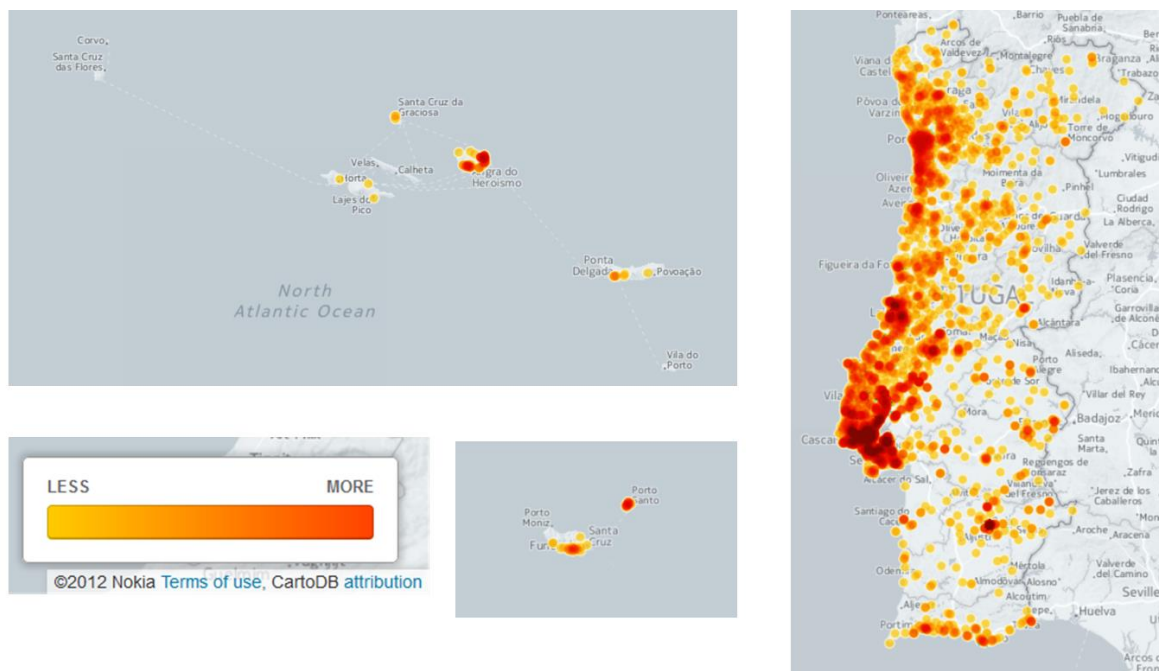


Figura n.º1 – Mapeamento de densidade de militares da FA na efetividade de serviço segundo o código postal de sete dígitos (CP7) do local de residência<sup>1</sup>

Tendo em vista a RCM n.º 26/2013, que refere a reforma estrutural da “Defesa 2020”, é previsível uma maior necessidade de análise de informação, nomeadamente

<sup>1</sup> Mapa temático desenvolvido em CartoDB, com base em dados alfanuméricos fornecidos pela DP, em 27 de outubro de 2014



através do recurso a tecnologias de IG e análise espacial para apoio a novas exigências no controlo, gestão e otimização de infraestruturas e recursos.

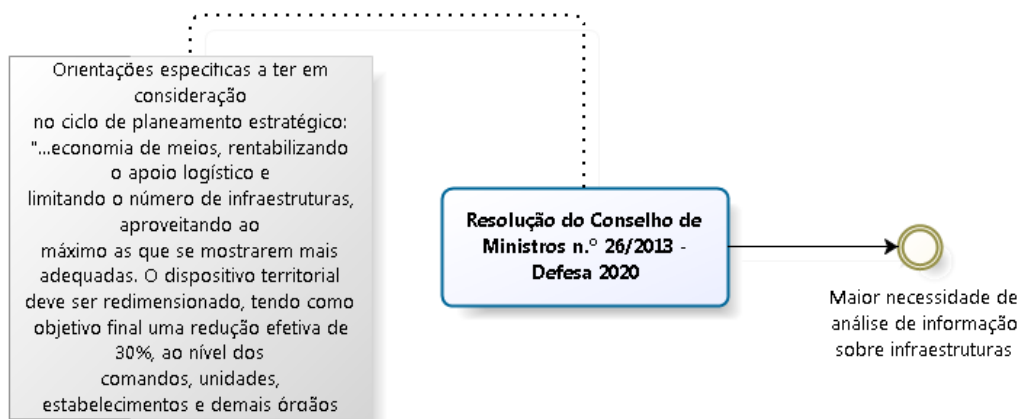


Figura n.º2 – RCM n.º 26/2013 – Defesa 2020

Ao nível da Diretiva n.º 04/CEMFA/2013 evidenciam-se necessidades de desenvolver estratégias de performance organizacional e melhoria na gestão eficiente de recursos, sendo necessárias novas valências, o que requer uma reavaliação ao nível das tecnologias da informação (Apêndice n.º2) de acordo com as fases do ciclo de vida dos sistemas de informação (SI) identificadas por Matos (2008) e que constam na Figura n.º3.



Figura n.º3 – Ciclo de vida de um SI

Fonte: Adaptado de (Matos, 2008)

Por outro lado, com a introdução da Diretiva n.º 07/CEMFA/2014, estabeleceram-se normas de utilização de *Open Source Software* (OSS) nos SI da FA, de forma a enquadrar-se naquilo que são os preceitos legais estabelecidos pelo Plano Global Estratégico de



Racionalização e Redução de Custos nas TIC na Administração Pública (PGERRTIC) bem como no Regulamento Nacional de Interoperabilidade Digital (Lei n.º 36/2011), que obriga à adoção de formatos digitais abertos (não proprietários), abrangendo o domínio dos sistemas de IG. Os OSS trouxeram alterações no mercado de *software*, baseados no conceito de utilização de *software* gratuito, pagando serviços de “valor acrescentado” quando necessário. Como objetivo geral, a diretiva atrás referida permite uma “menor dependência de fornecedores únicos e tecnologias proprietárias, a redução de custos e a melhoria da interoperabilidade dos sistemas”.

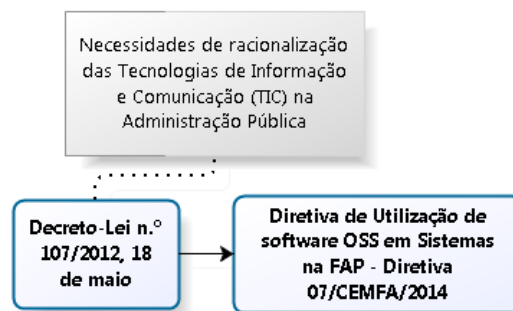


Figura n.º4 – Necessidades de racionalização de TIC na Administração Pública

Neste contexto, poderá existir um espectro alargado de ferramentas que sejam úteis, podendo haver, consoante os casos, a participação da FA no desenvolvimento, suporte e distribuição de código aberto, onde se enquadram também os GFOSS, que se referem ao *software* geográfico livre e de código fonte aberto.

Também no quadro legal surgem novas orientações, através da Lei n.º 36/2011 e a RCM n.º 91/2012, que estabelecem a adoção de normas abertas e formatos não proprietários nos sistemas informáticos da Administração Pública, designadamente no uso de formatos digitais WMS, WFS, WCS e WPS, de acordo com as normas abertas internacionais do *Open Geospatial Consortium* (OGC). Considerando as necessidades de racionalização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na Administração Pública, referidas no Decreto-Lei n.º 107/2012, será importante também analisar opções de utilização de OSS, nomeadamente na área dos SIG, contribuindo para a contenção da despesa geral do Estado.

Todo o processo de desenvolvimento de novas soluções SIG, pressupõe a necessidade de repensar a IG de forma coerente com a Estrutura de Informação e com o alinhamento da FA.

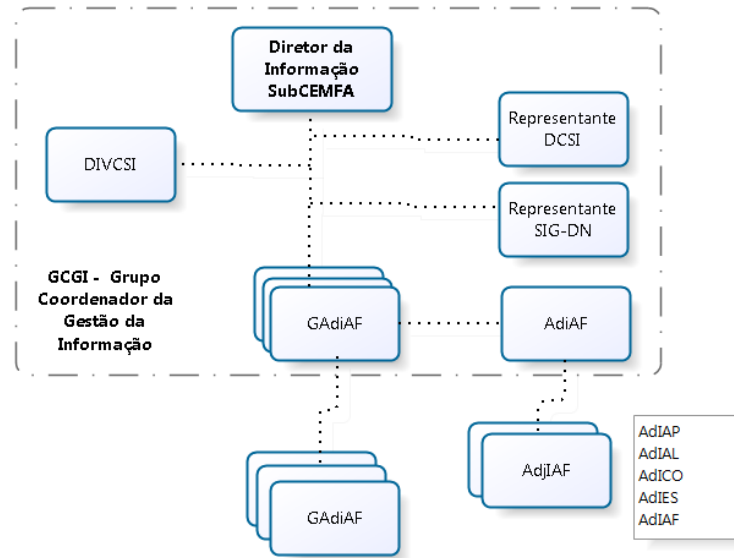


Figura n.º5 – Estrutura de Informação da FA

Fonte: (RFA-391-1)

Assim, será importante avaliar se a introdução de novas capacidades GFOSS na FA é proveitosa, avaliando o esforço de mudança tecnológica associada.

### b. Sistemas de Informação Geográfica na FA

Em termos da caracterização do estado da arte dos SIG na FA identificam-se na Tabela n.º1 as tecnologias existentes, constatando-se o recurso parcial a GFOSS.

Tabela n.º1 – Tecnologias SIG em utilização na FA - CA/CGTA e CLAFA/DI

		CAD	SIG Desktop	Map authoring tool	SIG Web	SGBD
CA/CGTA		Autodesk	ESRI			PostgreSQL Global Development Group
		AutoCAD Map 3D	ArcGIS Desktop		ArcGIS Server	PostgreSQL/PostGIS*
CLAFA/DI		Autodesk		Autodesk		Oracle Corporation
	SIINFRAS2	AutoCAD Map 3D	-	MapGuide Maestro*	MapGuide Open Source*	Oracle
	SIINFRAS3		-	Autodesk Infrastructure Studio (MapGuide Studio)	AIMS - Autodesk Infrastructure Map Server (MapGuide Enterprise)	

\* software GFOSS

#### (1) SIG do Comando Aéreo

O SIG do CA surgiu da necessidade do Centro de Gestão de Tráfego Aéreo (CGTA) desenvolver procedimentos de aproximação dos aeródromos, permitindo desenhar trajetórias de voo das aeronaves face aos obstáculos. Fernandes (2015) refere que começou-se por usar o *software* MilGeo-PCMAP, utilizado pelo Instituto Geográfico do Exército (IGeoE). Mais tarde, foi também necessário o recurso a SIG na emissão de pareceres ao nível dos licenciamentos, recorrendo ao AutoCAD Map e solicitando à DI



informação das servidões. Conforme a Diretiva n.º 02/CEMFA/2007, é referido que o CA deve ser responsável por centralizar e distribuir pela FA a cartografia digital existente. Nesse sentido, a DCSI procedeu à aquisição de licenças da ESRI em 2009, tendo o CGTA começado a utilizar esse *software*. Até ao momento, o CGTA tem participado no desenvolvimento de uma plataforma SIG Web com tecnologia ArcGIS Server da ESRI, que pretende disponibilizar a informação nas vertentes de visualização e *download*, ainda não disponível aos utilizadores. Para além das questões técnicas, uma das dificuldades no arranque desta plataforma passa pela definição de uma política de utilização da ferramenta e de responsabilidades de gestão e partilha de IG na FA (Fernandes, 2015). Na prática, não existe uma entidade na FA que tenha uma visão global na centralização da IG bem como no estabelecimento de protocolos para atualização de cartografia.

## (2) SIG da Direção de Infraestruturas

Segundo Cruz (2008), antes do recurso a SIG na Direção de Infraestruturas (DI), verificavam-se dificuldades no acesso à informação sobre infraestruturas existindo simultaneamente uma necessidade crescente na consulta de dados e informação cadastral na área do inventário. Tendo em conta as vastas áreas de responsabilidade e a dispersão territorial das infraestruturas da FA pelo Continente, Açores e Madeira, essa dificuldade era evidente. Desta forma, importa realçar o forte contributo dos SIG nos últimos anos para o âmbito logístico e organizativo, mais especificamente para as infraestruturas, tendo em conta as responsabilidades que estão atribuídas à DI. De acordo com o MCLAF 305-5, a DI tem por missão “dirigir o projeto, a construção, a recuperação e a conservação de infraestruturas, bem como gerir o património em utilização pela Força Aérea”, traduzido na Tabela n.º2.

**Tabela n.º2 – Dados gerais de inventário do património imobiliário afeto à FA**

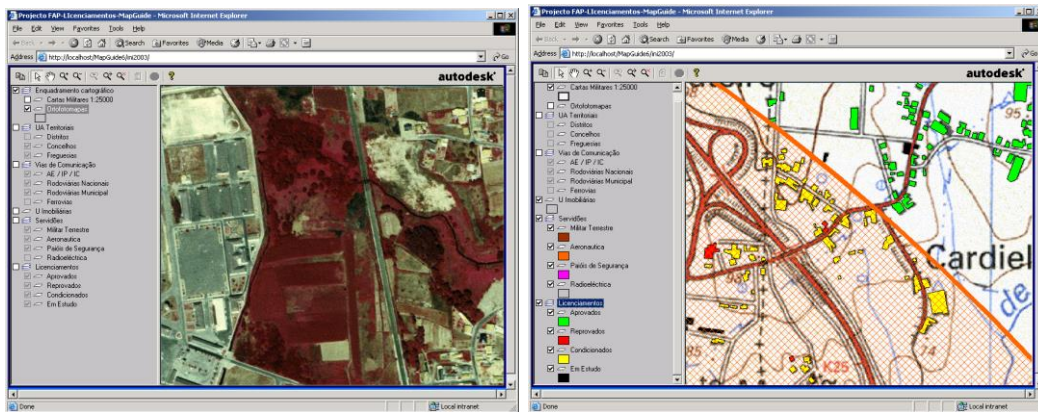
Fonte: Base de dados fornecida pela DI/Repartição de Património em 12 de janeiro de 2015

Nº registos			
<b>Unidades Imobiliárias (UI) afetas à FA</b>	176	Área de implantação	11897 ha
<b>Entidades Prediais</b>	3238		
<b>Infraestruturas</b>	8156		
Edifícios e construções	2980	Área de implantação	427.0 ha
		Área brutal global	463.7 ha
		Área útil acima solo	415.4 ha
		Área útil abaixo do solo	1.9 ha
Pavimentos e Zonas verdes		Área bruta global (pavimentos e zonas verdes)	11467.5 ha
		Área pavimentos aeronáuticos	507.3 ha

Para atingir este desiderato, a DI iniciou em 1998 um projeto de desenvolvimento e implementação de um SIG, designado de SIINFRAS, recorrendo a um servidor de mapas



da *Autodesk MapGuide* e a um Sistema Gestor de Base de Dados (SGBD) Oracle, operacional desde 2002. Esta aplicação permitiu responder às necessidades imediatas ao nível da gestão patrimonial, melhorando aspetos relacionados com o inventário e cadastro das infraestruturas da FA.



**Figura n.º6 – Protótipos de desenvolvimento do Módulo de licenciamentos em Autodesk MapGuide**

Fonte: (Cruz, 2008)

A aplicação foi desenvolvida numa perspetiva modular, tendo sido originalmente pensada para sete módulos, dos quais se concretizaram apenas três: Inventário, Licenciamento e Arquivo digital.

Embora esta ferramenta tenha demonstrado grande proveito para a DI, evidência desde 2009 anomalias técnicas que colocam em risco a integridade e manuseamento de informação sobre licenciamentos de construções nas áreas abrangidas por servidões militares e aeronáuticas das Unidades da FA<sup>2</sup>. Em 2011, foi iniciada uma tentativa de evolução por módulos com recurso a apoio técnico externo, para uma plataforma baseada em tecnologia proprietária AIMS que, por dificuldades técnicas, não obteve os resultados esperados. Depois de efetivada a migração do módulo de Licenciamentos para esta nova plataforma - SIINFRAS 3, começaram a surgir problemas de ligação com os módulos que se mantiveram na antiga plataforma SIINFRAS 2, tornando a situação insustentável, principalmente para a emissão de pareceres pela FA com base nas servidões militares e aeronáuticas desenvolvidos na DI. Deste modo, apesar de operacional, o SIINFRAS apresenta problemas na estrutura de dados e não apresenta as funcionalidades necessárias de interface aplicacional, tendo-se vindo a ponderar o desenvolvimento de um novo Projeto SIG<sup>3</sup> e o eventual uso de soluções GFOSS.

<sup>2</sup> Informação n.º 587 da DI, de 9 de janeiro de 2015

<sup>3</sup> Constituição de Grupo de Trabalho na FA para o estudo de evolução aplicacional do SIINFRAS em 26 de novembro de 2014



### c. Metodologia

Como metodologia de investigação, e meio de obtenção de resultados, a fim de serem verificadas as hipóteses enunciadas, utilizaram-se técnicas e instrumentos de recolha de dados para posterior interpretação de resultados, conforme o Apêndice n.º1, indo ao encontro das considerações de Petch & Reeve (1999, p. 49) para o desenvolvimento de um Projeto SIG, esquematizado na Figura n.º7.

A análise faseada de monitorização do SIINFRAS e a concetualização de um novo Projeto SIG permitirão avaliar se a introdução de capacidades através de GFOSS na FA pode ser proveitosa em termos de resposta às necessidades de edição, visualização, análise e manipulação de IG, avaliando o esforço de mudança tecnológica que acarreta.

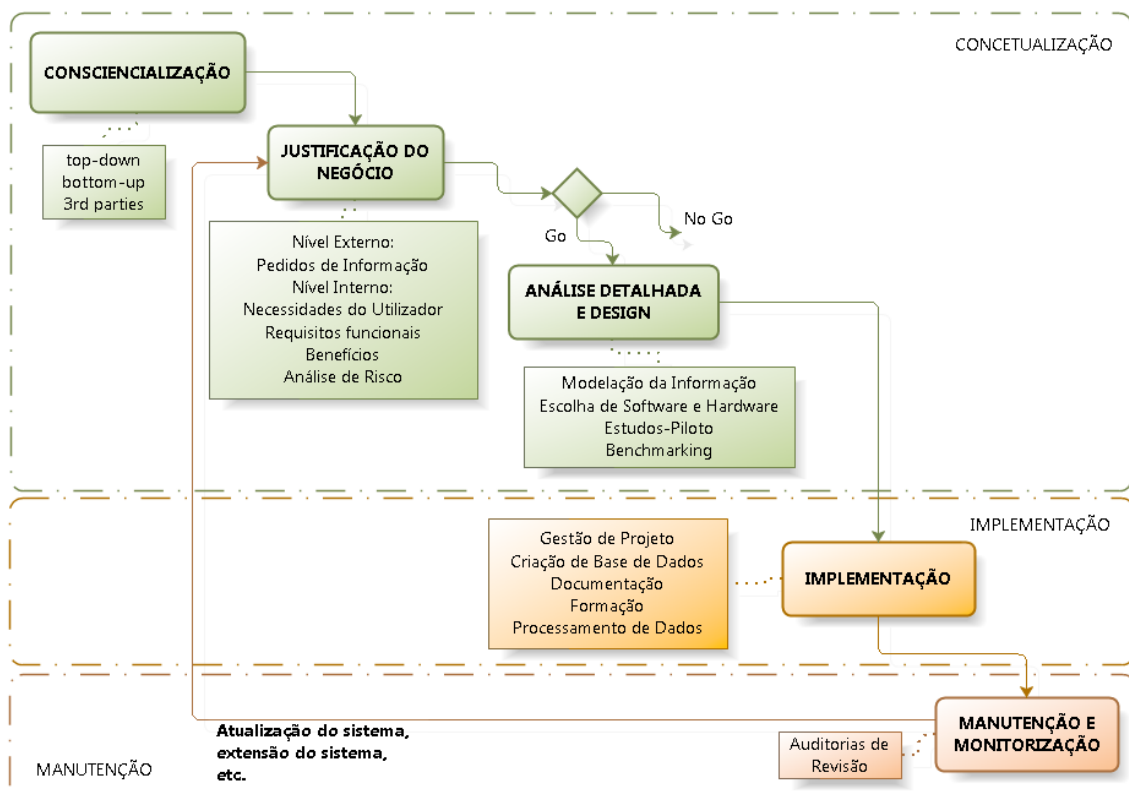


Figura n.º7 – Fases de Concetualização, Implementação e Manutenção de um Projeto SIG

Fonte: Adaptado de (Petch & Reeve, 1999, p. 49)

Este capítulo permitiu efetuar um enquadramento dos SIG na FA, com particular enfoque no SIINFRAS. Nos próximos capítulos será posto em prática o modelo de análise desenvolvido, pretendendo analisar as necessidades de IG e a implementação de soluções GFOSS.



## 2. Monitorização do SIINFRAS e Justificação de um Projeto SIG

Com base no modelo de análise, neste capítulo serão desenvolvidas as seguintes etapas de observação: monitorização do SIINFRAS, avaliando a necessidade de atualização do atual sistema, das funcionalidades requeridas pelos utilizadores ao nível da visualização e edição de IG na FA face aos meios disponíveis; e justificação de um Projeto SIG.

### a. Monitorização

#### (1) Auditoria de revisão – necessidade de atualização do sistema

Com base no inquérito por questionário efetuado, apresentado no Apêndice n.º4, verifica-se que cerca de 63,3% dos inquiridos avaliam o SIINFRAS como uma ferramenta complementar muito ou bastante importante para o desempenho das suas tarefas, evidenciando, no entanto, dificuldades no acesso e consulta de IG através do portal *web*, com especial enfoque na consulta de fotografia aérea, arquivo digital, licenciamentos e servidões militares e aeronáuticas.

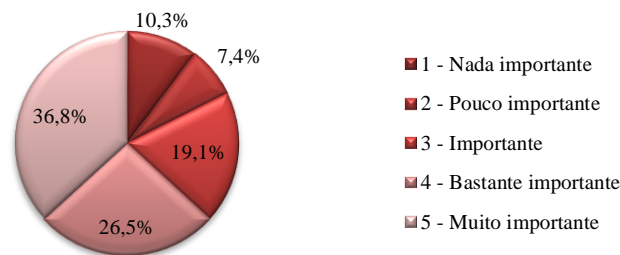


Figura n.º8 – Nível de importância do SIINFRAS para a atividade dos utilizadores.

Considerando as dificuldades de usabilidade da ferramenta, a Figura n.º9 demonstra a existência de um elevado nível de concordância por parte dos utilizadores na pertinência de um novo SIG de gestão de infraestruturas, o que sustenta em parte a necessidade de implementar novas funcionalidades.

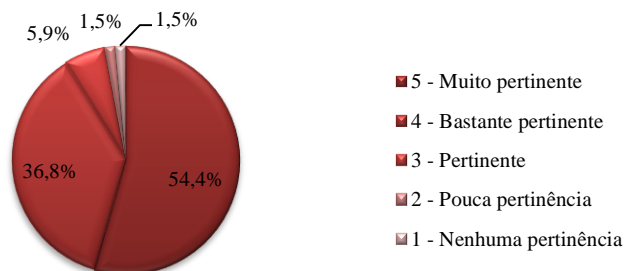
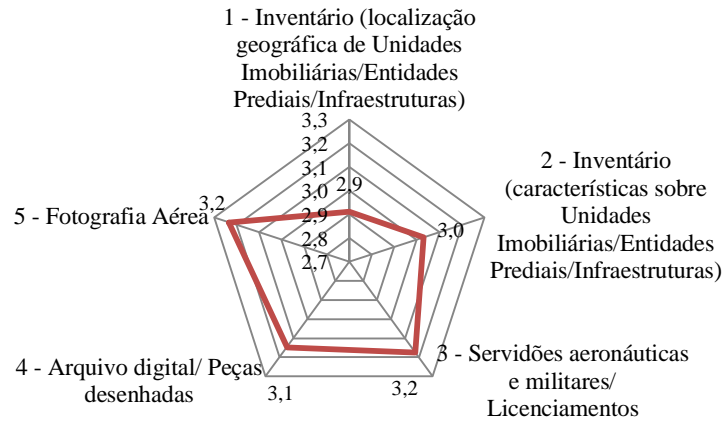


Figura n.º9 – Pertinência do desenvolvimento de um novo SIG de gestão no âmbito das infraestruturas



**Figura n.º10 – Dificuldade de consulta de informação dos módulos do Portal SIINFRAS**

No entanto, o grande indicador que reflete a necessidade de mudança tecnológica, está relacionado com o que refere Patrão (2014): o SIINFRAS está atualmente sem qualquer suporte técnico por entidades externas, tendo sido essa uma das grandes desvantagens de desenvolver a solução fora da FA. Caso o sistema tivesse sido desenvolvido internamente pela DCSI, o suporte teria sido continuado, não estando a FA na dependência de empresas que, a qualquer momento, podem recusar o serviço caso não lhes seja lucrativo. Por outro lado, esta realidade implica a necessidade de manter duas bases de dados e dois servidores de mapas de SIG com versões diferentes: uma versão SIINFRAS 2 com *MapGuide Open Source* para os módulos de inventário e arquivo digital e uma versão SIINFRAS 3 com AIMS (proprietária). Face à situação, foi recentemente constituído um Grupo de Trabalho para estudar possíveis evoluções aplicacionais do SIINFRAS, envolvendo elementos da DI, DCSI e AdIAL<sup>4</sup>.

Paralelamente a este facto, evidencia-se na DI a necessidade de novas valências e capacidades de análise espacial de informação, no apoio à emissão de pareceres, desenvolvimento de estudos de planeamento de infraestruturas que, por diversas vezes, são importantes no apoio a solicitações do Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (Nogueira, 2014).

## **b. Justificação**

### **(1) Informação externa**

Correia (2014) reconhece vantagens na utilização de GFOSS, nomeadamente do *software* QGIS. É o caso da Estradas de Portugal, S.A. (EP), que pretende caminhar para

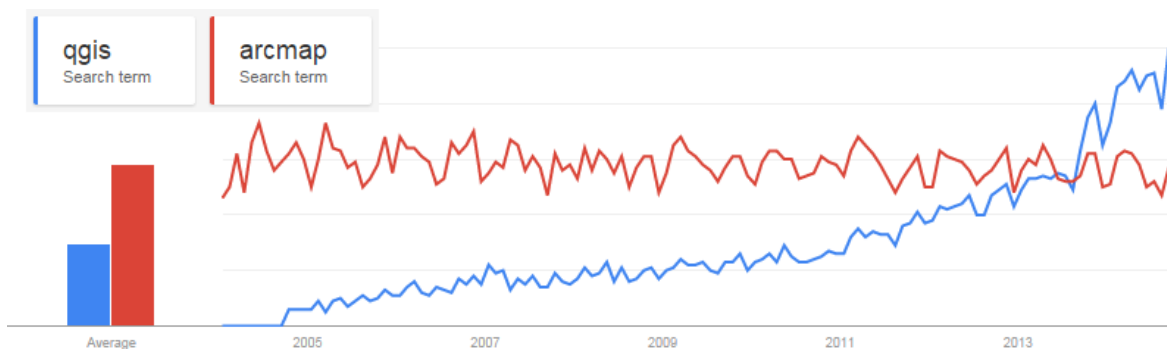
<sup>4</sup> Informação n.º 31636 da DI, de 26 de novembro de 2014



soluções híbridas, escolhendo nalguns casos *software* GFOSS, embora mantendo o *ArcGIS Desktop* para as situações mais complexas. A problemática dos GFOSS estará sempre presente, considerando que podem em 90% dos casos dar resposta perfeita àquilo que é necessário (Correia, 2014).

Analisando um outro tipo de Organizações, como é o caso das câmaras municipais, a tendência para o uso de GFOSS, deve-se sobretudo às dificuldades financeiras que essas entidades atravessam, não justificando por si só uma aposta nos GFOSS. Acabam por ser uma segunda escolha, uma vez que não há possibilidade de haver compromissos com *software* proprietário (Correia, 2014).

Antes de se optar pelo desenvolvimento desenfreado de um projeto SIG, deve ponderar-se a situação da empresa, a dimensão dos projetos e as especificidades na atividade. Por outro lado, é necessária a consciência para as dificuldades em contornar alguns obstáculos técnicos, principalmente se não houver suporte técnico, como é o caso de alguns GFOSS. No entender de Correia (2014), não é linear dizer que uma solução GFOSS seja melhor que uma proprietária, sendo pertinente retirar proveito da sua coexistência.



**Figura n.º11 – Dados de tendência Google na procura de soluções SIG livre e código aberto (QGIS) e proprietária (ArcMap)**

Fonte: (Pinho, 2014)

De qualquer forma, através da Figura n.º11, é possível constatar um indicador que mostra uma diminuição gradual na procura de soluções proprietárias, como é o caso do ArcMap (ferramenta ArcGIS da ESRI), havendo um aumento assinalável na procura de soluções GFOSS, como é o caso do QGIS.

Um dos exemplos mais recentes que demonstra as capacidades de SIG Web *open source* é o da Câmara Municipal de Ourém. Trata-se de uma ferramenta inovadora a nível nacional, que disponibiliza uma nova plataforma SIG Web, suportada em GFOSS, com vista a substituir a anterior plataforma MuniSIGWeb da ESRI Portugal.

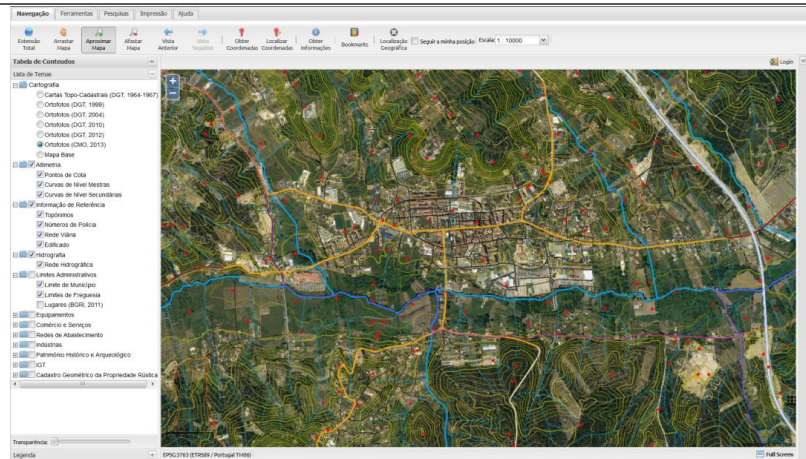


Figura n.º12 – SIG Web open source.

Fonte: (Câmara Municipal de Ourém, 2015)

O município de Ourém tem vindo a efetuar a migração de *software* proprietário para GFOSS, tendo começado inicialmente pela componente *desktop*, optando pelo QGIS, estando atualmente na fase de transição para a componente SIG Web, cuja plataforma se baseou na tecnologia Geoserver, OpenLayers, GeoExt e Extjs, tendo todo o desenvolvimento sido garantido com recurso apenas a técnicos do município.

## (2) Necessidades dos utilizadores na visualização SIG

Considerando a gama diversificada de diferentes arquiteturas e a natureza complexa da análise espacial, não existem técnicas de avaliação padrão. No entanto, Buckey (2014) refere que existem abordagens atualmente aceites na seleção de *software* SIG, nomeadamente a da determinação da matriz de necessidades dos utilizadores. Face à necessidade de melhorar a funcionalidade do SIINFRAS, será importante avaliar as necessidades dos utilizadores em termos de informação gráfica e alfanumérica. Com base no inquérito por questionário realizado, foi desenvolvida uma matriz de necessidades de visualização e acesso a conteúdos de IG na DI e nas U/O/S.

Verifica-se que as necessidades são bastante variadas, salientando-se os seguintes conteúdos de IG:

- capacidades de infraestruturas, estudos e projetos, anomalias e gestão de infraestruturas;
- estudos e projetos, arquivo digital, informação técnica sobre infraestruturas ou redes e elementos inseridos nas infraestruturas;
- arquivo digital, levantamentos topográficos e planeamento de necessidades de intervenção;
- servidões e fotografia aérea;



- capacidades de infraestruturas, informação técnica sobre infraestruturas ou redes e histórico de investimentos.

Tabela n.º3 – Matriz de necessidades de visualização e acesso a IG na DI e U/O/S

Informação Geográfica	Direção	GPC	Rep. Projetos	Rep. Obras	REA	Rep. Patrim	Média DI	U/O/S	Média Total
Informação sobre as capacidades infraestruturas	1.00	1.00	0.65	0.57	0.30	0.50	<b>0.67</b>	1.00	<b>0.72</b>
Informação técnica sobre Infraestruturas ou Redes técnicas (águas, esgotos, gás, eletricidade, combustíveis, etc.)	1.00	0.67	0.91	1.00	0.60	0.33	<b>0.75</b>	1.00	<b>0.79</b>
Levantamentos topográficos	0.50	0.33	0.74	0.14	0.70	0.50	<b>0.49</b>	0.50	<b>0.49</b>
Estudos e Projetos	0.50	1.00	0.91	0.71	0.60	0.17	<b>0.65</b>	0.63	<b>0.65</b>
Procedimentos/ Empreitadas	0.50	0.00	0.43	0.57	0.20	0.17	<b>0.31</b>	0.75	<b>0.37</b>
Arquivo Digital	1.00	1.00	0.74	1.00	0.80	0.33	<b>0.81</b>	0.88	<b>0.82</b>
Planeamento de necessidades/intervenções	1.00	0.67	0.52	0.29	0.70	0.17	<b>0.56</b>	0.88	<b>0.60</b>
Anomalias IGFA	1.00	1.00	0.43	0.57	0.50	0.17	<b>0.61</b>	0.75	<b>0.63</b>
Gestão de Manutenção / Estado de conservação de infraestruturas	1.00	1.00	0.70	0.86	0.60	0.17	<b>0.72</b>	1.00	<b>0.76</b>
Fotografia Aérea	0.00	0.33	0.61	0.57	0.60	0.83	<b>0.49</b>	0.25	<b>0.46</b>
Gestão de Pessoal	0.50	0.00	0.09	0.00	0.00	0.17	<b>0.13</b>	0.00	<b>0.11</b>
Gestão de Equipamentos Engenharia	1.00	0.00	0.39	0.14	0.50	0.17	<b>0.37</b>	0.25	<b>0.35</b>
Informação cadastral	1.00	0.67	0.43	0.14	0.30	0.33	<b>0.48</b>	0.50	<b>0.48</b>
Servidões e licenciamentos	1.00	0.33	0.35	0.00	0.10	0.83	<b>0.44</b>	0.25	<b>0.41</b>
Histórico de investimentos/ obras realizadas numa infraestrutura	1.00	0.67	0.52	0.57	0.50	0.33	<b>0.60</b>	1.00	<b>0.66</b>
Elementos inseridos numa infraestrutura (ex: luminárias numa pista, caixas de visita, válvulas, postes de iluminação numa rede viária, etc.)	0.50	0.33	0.70	0.86	0.50	0.33	<b>0.54</b>	0.75	<b>0.57</b>

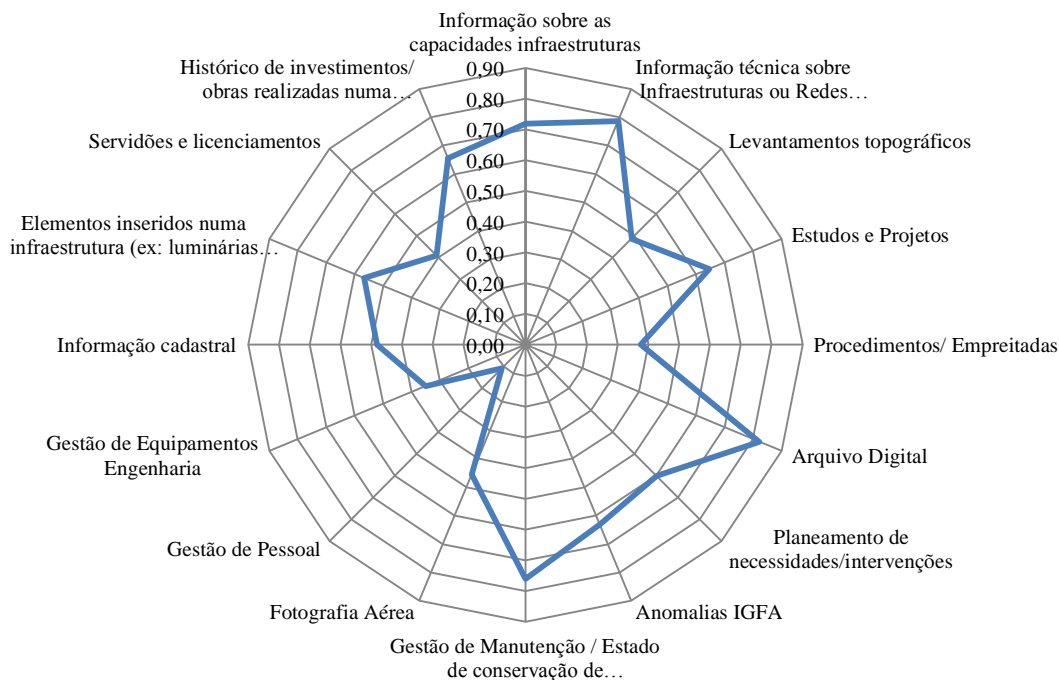


Figura n.º13 – Necessidades de IG para o SIINFRAS



Verifica-se também que, para a grande maioria dos utilizadores, o SIINFRAS tem desempenhado funções essencialmente ao nível do repositório de dados, com pouca interação dos utilizadores com a componente de análise espacial de informação. Esta situação prende-se essencialmente por duas razões: recurso a soluções do tipo *Google Earth* e falta de funcionalidades de visualização na plataforma *web*.

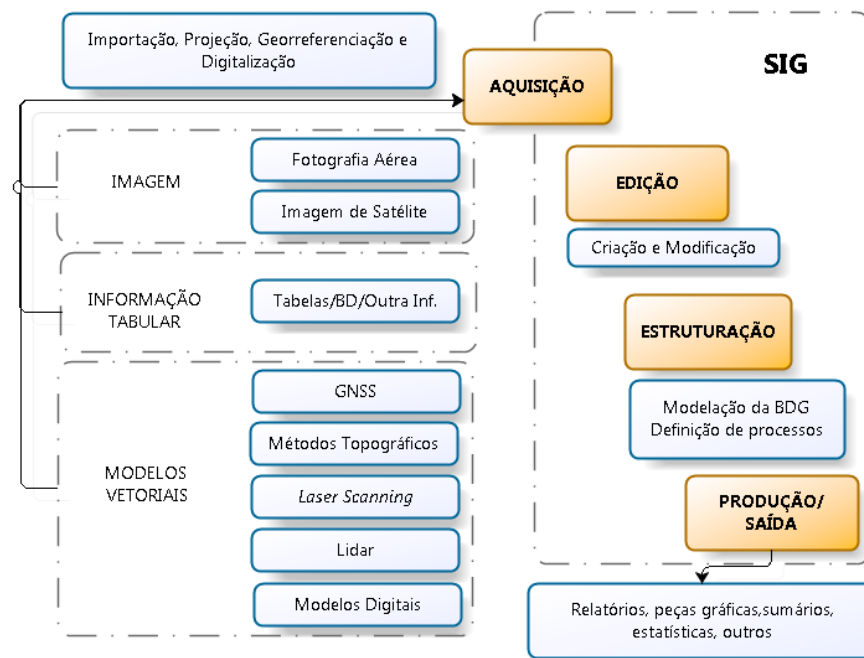
### **(3) Necessidades dos utilizadores na edição de IG**

Nas diversas áreas de engenharia da DI de nível operacional e de apoio à decisão, constata-se a necessidade de recorrer a ferramentas de apoio complementar na gestão de infraestruturas e das atividades de projeto, obras e planeamento. Foram iniciados em 2012 protótipos de bases de dados alfanuméricas em MS Access, que evidenciam uma maior consciencialização das equipas de engenharia para a importância da integração de informação. A informação alfanumérica destes protótipos aplicativos permitem facilmente uma posterior integração em SIG na medida em que o modelo de dados criado prevê a associação de registos a um elemento chave georreferenciado (código SIINFRAS), que se traduz num objeto do tipo linha ou polígono e que representa a implantação de uma infraestrutura. Segundo Cruz (2014), foi assim que os primeiros módulos foram criados, possibilitando um crescimento faseado da IG. A solução de arranque do SIINFRAS consistiu no recurso a protótipos em MS Access que, quando ajustados, migraram a informação para SGBD robustos (Oracle), de forma a desconflitar os acessos simultâneos de utilizadores.

### **(4) Interoperabilidade com o SIG do CA**

A solução ESRI do CA é constituída por uma licença partilhada de ArcMap Desktop e, ao nível do servidor de mapas, pelo ArcGIS Server. Está assente num Sistema Gestor de Bases de Dados (SGBD) com tecnologia PostgreSQL que gere o acesso e permite a manipulação e alteração de informação.

Atualmente, não existe um alinhamento na FA entre o CLAF/FA e o CA/CGTA na utilização de SIG, quer em termos de tecnologia como de gestão e partilha de IG. Verifica-se falta de uniformização de sistemas, o que traz implicações diretas na atividade da DCSI, a nível de capacidade de resposta técnica e financeira (Guerreiro, 2015). Importa assim que o SIINFRAS, ao equacionar novas soluções tecnológicas, consiga simultaneamente prever o alargamento da sua interação com a restante IG existente na FA e no exterior, numa lógica de processo conforme a Figura n.º14.



**Figura n.º14 – Encadeamento de processos: aquisição, edição, estruturação e produção de outputs**

Fonte: Adaptado de (Cosme, 2012, p. 165)

Uma das soluções poderá passar por rever a arquitetura de dados da DI e migrar toda a informação para um SGBD em PostgreSQL/PostGIS, uma vez que a solução ESRI do CA já assenta nesta tecnologia (Figura n.º15). Neste cenário, será importante analisar a possibilidade de utilização de GFOSS Desktop na DI que consiga partilhar este SGBD, mantendo o CA a solução ArcGIS Desktop, dadas as especificidades da atividade do CGTA. Contudo, Henriques (2015) refere que não é forçosa a utilização de PostgreSQL, considerando o SGBD Oracle (proprietário) bastante robusto e completo, que pode utilizar informação espacial caso recorra à extensão Oracle Spatial. O maior problema é que esta extensão espacial exige a licença Oracle Enterprise da qual a FA abdicou, uma vez que representava custos de manutenção a médio/longo prazo avultados (Patrão, 2014).

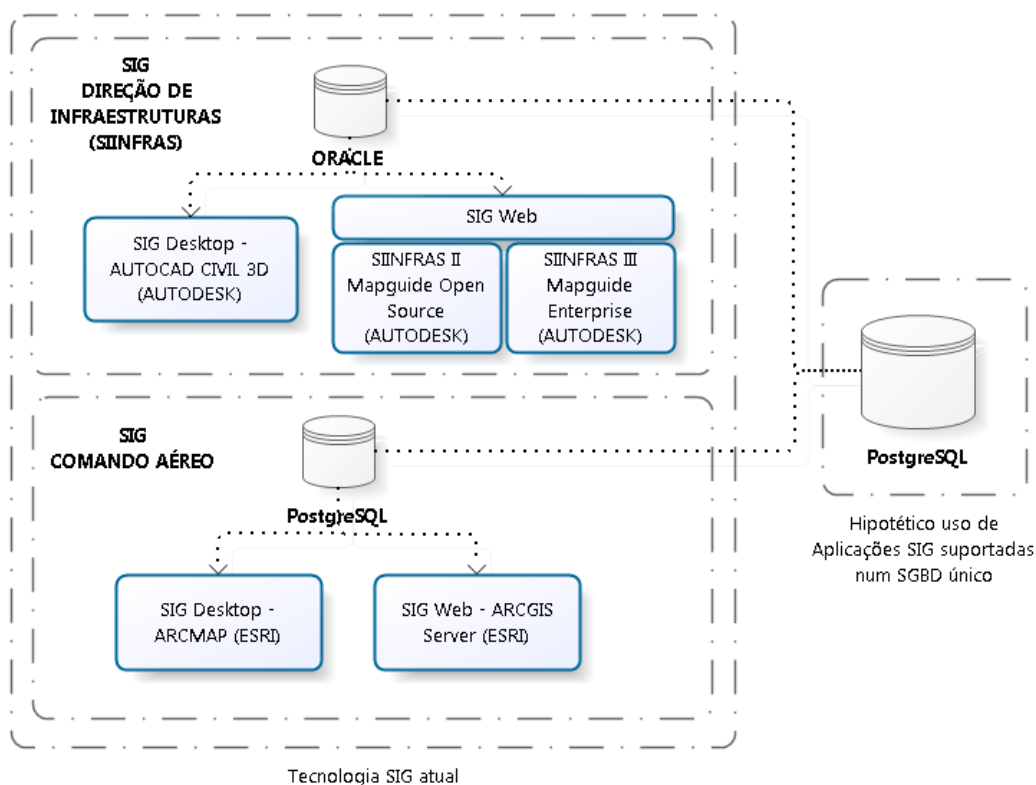


Figura n.º15 – Hipótese de interoperabilidade SIG na FA através de SGBD PostgreSQL

Assim, analisando os GFOSS, verifica-se pelas Tabelas n.º 4 e 5 que estes permitem, de uma forma geral, o acesso a uma multiplicidade de formatos de dados geográficos: vetoriais; *raster*; e *standard* (WMS, WFS, WFS-T e WCS), podendo inclusivamente estes vir a ser disponibilizados pelo ArcGIS Server do CA.

Tabela n.º4 – Capacidades de acesso a formatos de dados standard OGC

Fonte: Adaptado e atualizado de (Silva, 2010, p. 76)

Acesso a dados		GvSIG	Kosmo	uDig	Open Jump	QGIS	SAGA	GRASS	ArcGIS
Standards OGC	WMS	x	x	x	x	x	-	x	x
	WFS	x	-*	x	x+	x	-	x	x
	WFS-T	x	-	x	-	x	-	-	x
	WCS	x	-	-	-	x	-	-	x

+ Através de plugin; \* Em desenvolvimento



**Tabela n.º5 – Capacidades de acesso a dados através de GFOSS Desktop.**

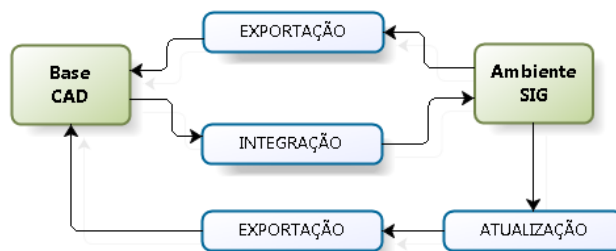
Fonte: Adaptado e atualizado de (Silva, 2010, p. 75)

Acesso a dados		GvSIG		Kosmo		uDig		OpenJump		QGIS		SAGA		GRASS		ArcGIS	
		L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E
Vetoriais	Shapefile	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	DGN	x	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	x	x
	DXF	x	x	x	x	x+	x+	x+	x+	x	-	-	-	x	-	x	x
	GML	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x
	KML	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	x	x
	DWG	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raster	TIFF	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	GeoTIFF	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	png	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	ECW	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	jpg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	mrSID	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

L - Leitura; E - Escrita; + Atraves de plugin.

Pereira (2015) salienta também a possibilidade da informação do SIINFRAS poder ser aproveitada pelo CA, Unidades e outras entidades que pretendam consumir informação e acrescentar valor, caso lhes sejam atribuídas capacidades de edição de informação. Essas capacidades de IG ainda não estão trabalhadas, devendo ser uma ambição futura.

Quanto à vertente CAD, ao nível da transformação da informação, Cosme (2012, p. 116) aponta para a necessidade crescente de integração entre as dimensões CAD e SIG, das quais se salientam: “a consciencialização das limitações dos modelos vetoriais desligados de atributos, mesmo em projetos tipicamente da dimensão CAD”; “a necessidade da realização de análises espaciais sobre informação dinâmica”. Neste aspeto, Cruz (2014) refere que uma vez que a DI trabalha necessariamente em base CAD para a elaboração de projetos de infraestruturas, as operações de troca de IG CAD-SIG continuam a ser pertinentes recorrendo a licenças de AutoCAD Map 3D para o processo de referenciação geográfica, exportação de ficheiros e integração em ambiente SIG. Da mesma forma, constata-se que o CGTA também recorre ao AutoCAD Map 3D para a conversão do formato DWG para *Shapefile*.



**Figura n.º16 – Processos de integração e exportação de informação CAD-SIG.**



## (5) Análise de risco do Projeto SIG

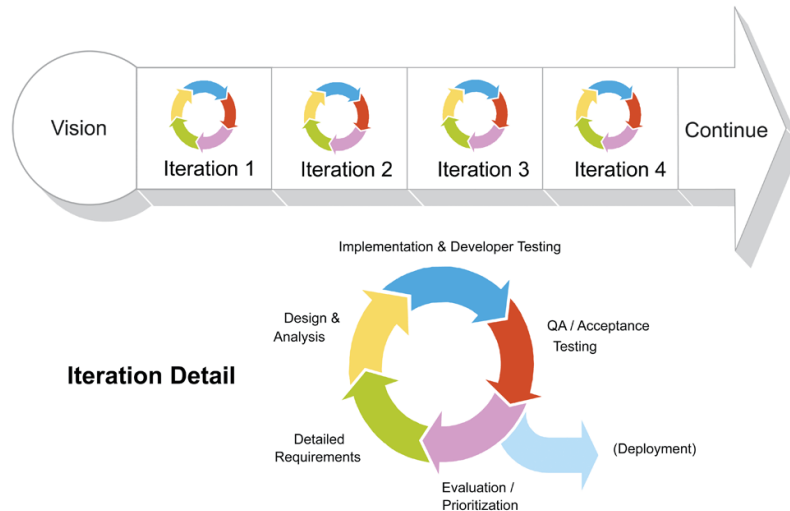
Segundo Petch & Reeve (1999, p. 66), na análise custo benefício, há que ter em consideração as consequências do fracasso na implementação de um SIG e das consequências para a Organização. McFarlan (McFarlan, 1981, cit. por (Petch & Reeve, 1999)) propõe que a avaliação e a divisão do risco associado aos SI seja estruturada em função das fontes de risco identificadas na Tabela n.º6. Daqui se pode pensar na existência de riscos elevados para a maioria dos desenvolvimentos de SIG. Não obstante, “é viável a coexistência de produtos OSS com produtos proprietários, sendo relativamente larga a panóplia de soluções concretas para a implantação de produtos *open source* sem criação de situações de risco elevado” (APDSI, s.d., p. 6).

**Tabela n.º6 – Fontes de risco**

Fonte: Baseado em (Petch & Reeve, 1999)

	RISCO BAIXO ←	Fontes de risco	→ RISCO ELEVADO
<b>Dimensão</b>	necessidade baixa	homens-hora	necessidade elevada
	necessidade baixa	personal	necessidade elevada
	rápido	tempo de desenvolvimento	prolongado
	nº reduzido	departamentos envolvidos	nº elevado
<b>Estrutura</b>	mudança inexistente	mudança organizacional requerida	mudança significativa
	necessidade baixa	apoio de gestão	necessidade elevada
	mudança inexistente	mudanças na definição do trabalho	mudança significativa
<b>Tecnologia</b>	necessidade baixa	hardware e software moderno	necessidade elevada
	experiência elevada	experiência prévia da equipa de desenvolvimento	experiência reduzida

Cruz (2014) salienta que o desenvolvimento inicial do SIINFRAS foi pensado para as necessidades específicas da Repartição de Património da DI, tendo em conta que nessa fase um dos aspetos mais importantes era a resposta aos licenciamentos. No seu entender, o alargamento do SIINFRAS a outras área na Organização tem ainda algumas limitações, não invalidando que seja uma ambição futura. No curto prazo, deve caminhar-se no sentido de juntar sinergias de atuação em relação à IG e às próprias tecnologias geográficas utilizadas na FA. Assim, Cruz (2014) defende uma abordagem de compromisso, que passa por desenvolver protótipos aplicativos à medida do necessário e das solicitações, o que vai ao encontro da abordagem que está a ser seguida pela DCSI, através de um desenvolvimento aplicativo faseado, escalável e que envolve mais os próprios utilizadores finais.



**Figura n.º17 – Scrum Reference Card**

Fonte: (James, 2015)

Considerando a abordagem de desenvolvimento do Projeto SIG de forma iterativa, com base no modelo *Scrum Reference Card* e na utilização da nova plataforma de desenvolvimento integrado OutSystems – Agile Platform em uso na DCSI, que prevê uma uniformização dos SI na FA e um maior envolvimento do utilizador final durante todo o processo, é possível diminuir em certa medida alguns fatores de incerteza para o Projeto SIG.

Assim, após a monitorização do SIINFRAS e os argumentos apresentados até ao momento, julga-se que estão reunidas condições suficientes que justificam a necessidade de mudança tecnológica e o desenvolvimento de um Projeto SIG, faltando ainda aprofundar mais os aspetos relacionados com a utilização de GFOSS, a esclarecer no próximo capítulo.

### **3. Análise detalhada, Custo Total de Utilização e Resultados**

Com base no modelo de análise, neste capítulo serão desenvolvidas as restantes etapas de observação que se traduzem na análise detalhada de soluções GFOSS, no Custo Total da Utilização que representam, bem como a análise final de resultados da investigação.

#### **a. Análise detalhada de software**

Uma das perguntas mais frequentes sobre SIG passa por tentar saber qual a melhor ferramenta SIG. Segundo (Buckey, 2014), considerando a grande variedade de *software* SIG não haverá uma resposta simples e não existirá certamente um produto completo. Um



dos problemas na avaliação da funcionalidade dos *software* passa por existirem preconceitos ou afinidade na utilização de um determinado sistema.

### (1) *Software* SIG Desktop

Relativamente ao *software* SIG Desktop, verifica-se que existe um crescimento considerável das soluções GFOSS. De forma a verificar as suas capacidades, Akbari & Rajabi (2013) identificaram alguns critérios de avaliação importantes, realizando alguns testes experimentais a nível funcional e não funcional.

**Tabela n.º7 – Funcionalidades fundamentais dos GFOSS Desktop**

Fonte: Adaptado de (Silva, 2010, p. 77)

Funcionalidades		GvSIG	Kosmo	uDig	OpenJump	QGIS	SAGA	GRASS	ArcGIS
Tipo de Licença		Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Proprietário
Dados vetoriais	Queries	x	x	x	x	x	-*	x	x
	Queries SQL	x	-	-	x	x	-*	x	x
	Joins de Tabelas	x	x	-	x	x <sup>o</sup>	x	x	x
	Cálculo de Atributos	x	x	-	x	x	x	x	x
	Vários Sistemas de Coordenadas	x	x	x	x	x	x	x	x
	Transformação de Coordenadas	x	x	x	x+	x	x	x	x
	Criar e editar dados vectoriais	x	x	x	x	x	x	x	x
	Criar e Editar Topologia	x&	x	-	x+	x <sup>o</sup>	-	x	x
	Edição Avançada (Snapping, etc.)	x <sup>a</sup>	x	x	x	x	x	x	x
	Análise (Buffers, Dissolve, Intersect, Clip, etc.)	x <sup>a</sup>	x	x	x	x	-	x	x
	Simbologia	x	x	x	x	x	x	x	x
	Impressão	x	x	x	x+	x	x	x	x
Dados raster	Visualização 3D	x	-	-	-	x <sup>o</sup>	x	x	x
	Modelação 3D	x	-	-	-	x <sup>o</sup>	x	x	x
	Análise de Imagens	x	-	-	-	x <sup>o</sup>	x	x	x
	Análise Espacial	x <sup>a</sup>	x <sup>a</sup>	-	x <sup>a</sup>	x <sup>o</sup>	x	x	x
	Filtros	x <sup>a</sup>	x <sup>a</sup>	-	x <sup>a</sup>	x <sup>o</sup>	x	x	x
Georreferenciação	x	-	-	-	x	x	x	x	

\* Em desenvolvimento; <sup>o</sup> Através do plugin do GRASS; & Apenas linhas; + Através de plugin.

No âmbito da engenharia de *software*, os requisitos funcionais especificam determinados comportamentos de um sistema e definem a arquitetura da aplicação. Quanto aos requisitos não funcionais, estes definem características gerais tais como o custo, a fiabilidade e a arquitetura técnica do sistema (Akbari & Rajabi, 2013).

Também do ponto de vista da análise funcional, Silva (2010) apresenta sete exemplos de soluções GFOSS que considera serem as mais representativas, tendo criado uma ficha síntese com diversas funcionalidades fundamentais, de acordo com a Tabela n.º7.



**Tabela n.º8 – Capacidades de acesso a SGBDR por parte de GFOSS Desktop**

Fonte: Atualizado de (Silva, 2010, p. 74).

Tipo de Licença	GvSIG		Kosmo		uDig		OpenJump		QGIS		SAGA		GRASS		ArcGIS	
	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Proprietário	
Acesso	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E
MySQL	x	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PostgreSQL/ PostGIS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x
Oracle	x	x	x	x	x	x	x+	-	x <sup>o</sup>	-	-	-	x	-	x	x
ArcSDE	x	-	-*	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	x	x
MDB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SQLite	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-

L - Leitura; E - Escrita; + Através de plugin; \* Em desenvolvimento; <sup>o</sup> Oracle Spatial

Com base na Tabela n.º8, verifica-se que a grande parte dos *software* GFOSS permitem acesso de leitura e de escrita a SGBD PostgreSQL/PostGIS, abrindo a possibilidade de se operar num SGBDE único e transversal na FA, uma vez que já suporta o sistema da ESRI, utilizado no CA.

## (2) Servidores de mapas - SIG Web

De acordo com Longley, et al. (2011), tem havido também um interesse crescente no aproveitamento da *web* para disponibilização de IG (SIG Web), já que evita a necessidade de instalação de *software*, pode diminuir custos das licenças e permite visualização expedita de informação a mais destinatários, de forma customizada.

Segundo Patrão (2014), foi desenvolvido no CA uma solução SIG Web, através do servidor de mapas proprietário ArcGIS Server. Esta solução será brevemente implementada mas não impede que se mude de sistema no futuro, caso se justifique.

Considerando as dificuldades anteriormente evidenciadas em manter o Autodesk Infrastructure Map Server (AIMS) para o SIINFRAS 3, colocam-se dois cenários:

- Utilizar um novo servidor de mapas, com base em tecnologia GFOSS disponível;
- Recorrer ao servidor ArcGIS Server do CA, em fase de implementação no CA.

Para além destes dois cenários, Correia (2014) refere a possibilidade de utilizar modelos híbridos, como é o caso da EP, utilizando servidores de mapas com *software* proprietário e *open source* em simultâneo. No fundo, o importante é conseguir cruzar informação de diversas fontes, alargando a participação das várias unidades orgânicas da



Organização, no sentido de centralizar todos os conteúdos geográficos num único SIG Web de visualização de IG (Figura n.º18).

Tabela n.º9 – Comparação de servidores de mapas

		MapServer	GeoServer	MapGuide Open Source	Autodesk Infrastructure MapServer (AIMS) *	ArcGis Server
Tipo de Licença		Open Source	Open Source	Open Source	Proprietário	Proprietário
Website		<a href="http://mapserver.org/">http://mapserver.org/</a>	<a href="http://geoserver.org/">http://geoserver.org/</a>	<a href="http://mapguide.org/eo.org/">http://mapguide.org/eo.org/</a>	<a href="http://www.micrograf.pt/SIG/mgenterprise/default.asp">http://www.micrograf.pt/SIG/mgenterprise/default.asp</a>	<a href="http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisserver">http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisserver</a>
Sistemas Operativos	Linux	x	x	x	x	x
	Windows	x	x	x	x	x
	Mac OS X	x	x	-	-	-
SGBD		Microsoft SQL, Oracle, PostgreSQL/PostGIS, ESRI ArcSDE, etc	Microsoft SQL, Oracle, PostgreSQL/PostGIS, ESRI ArcSDE, etc	Microsoft SQL, Oracle, ESRI ArcSDE, MySQL, PostgreSQL/PostGIS, ODBC	Oracle Spatial, Microsoft SQL, MySQL, ArcSDE	Microsoft SQL, Oracle, PostgreSQL/PostGIS
Padrões OGC	WMS	x	x	x	x	x
	WFS	x	x	x	x	x
	WFS-T	-	x	-	-	x
	WCS	x	x	-	-	x
Formatos matriciais		TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, GIF, EPPL7, etc	TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, GIF, etc	via GDAL		TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, GIF, etc
Formatos vetoriais		ESRI Shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL, TIGER, etc via OGR	ESRI Shapefiles, ESRI ArcSDE, TIGER, etc	ESRI SHP, SDF, SQLite	ESRI SHP, SDF, SQLite	ESRI Shapefiles, TIGER, etc
Linguagens de scripts		PHP, Python, Perl, Ruby, Java, C#, .NET	Java	PHP, .NET, Java	.NET, PHP, Java	.NET, Java
Desvantagens		falta de um interface-gráfico, principalmente para utilizadores com pouca experiência	limitação que consiste em não permitir definir convenientemente uma política de segurança aos dados	dificuldades acrescidas para utilizadores com pouca experiência	2.399€/ano (custo em 2014) - Força Aérea	4.300€/ano (não inclui custo Image Extension for Server) (custo em 2014) - Força Aérea

\* designado até 2012 como MapGuide Enterprise

Atualmente, os motores de mapas livres mais populares e provavelmente mais completos são o MapServer e o GeoServer, que permitem: visualização e interação com mapas dinâmicos na *web*; interação com dados matriciais, vetoriais e bases de dados; funcionalidades como a projeção “*on-the-fly*”, navegação e consulta (Bauer, 2012). Salienta-se a particularidade de WFS-T no GeoServer, o qual permite edição de dados espaciais via Internet.

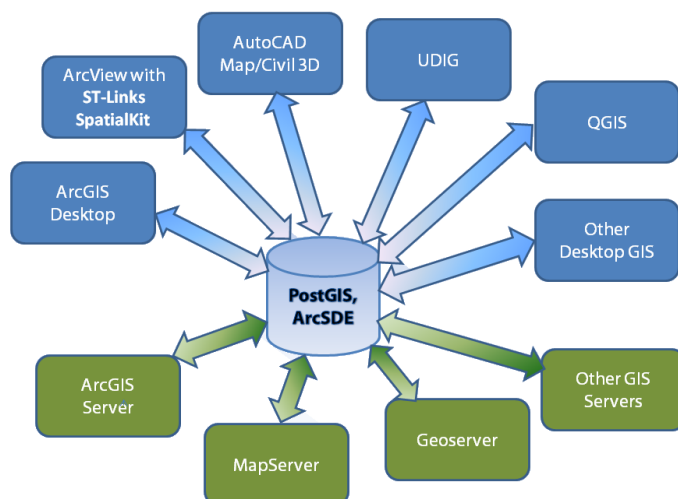


Figura n.º18 – Interoperabilidade SIG

Fonte: (Barascu, 2012)

### (3) SGBD

De acordo com Melo & Guerra (s.d.), a extensão espacial PostGIS, distribuída gratuitamente, confere à tecnologia PostgreSQL o suporte a objetos espaciais com diversas funcionalidades, constatando-se uma grande diversidade de produtos que possuem interface com esta solução, conferindo ao PostgreSQL/PostGIS uma excelente alternativa técnica e económica face ao Oracle Enterprise Edition com a extensão Oracle Spatial. Segundo Patrão (2014), a FA instalou inicialmente a solução ESRI para o CA em Oracle mas abdicou dela face aos elevados custos associados de licenciamento, optando posteriormente pelo PostgreSQL.

Tabela n.º10 – Identificação de SGBD com extensão espacial

Fonte: Adaptado de (Melo & Guerra, s.d.)

	MySQL	Oracle Spatial	Oracle Locator	PostgreSQL/ PostGIS
<b>Fabricante</b>	MySQL AB	Oracle Corporation	Oracle Corporation	PostgreSQL Development Group & Refrations Research
<b>Tipo de licença</b>	GNU/GPL	Proprietária	Proprietária	PostgreSQL: BSD PostGIS: GNU/GPL
<b>Custo</b>	Gratuito	35.000€/ processador	4000€/ processador	Gratuito
<b>Custo da extensão espacial</b>	Gratuito	9.000€/ processador	Incluído na licença do SGBD	Gratuito

Pereira (2015) refere também que a DCSI está a deixar a tecnologia MySQL por questões de robustez, assim como a tecnologia Microsoft SQL Server por questões de licenciamento. A utilização de Oracle Spatial, face aos custos acrescidos que representa coloca-se novamente em desvantagem face à solução PostgreSQL. Esta tecnologia SGBD e a utilização de uma única base de dados geográfica é também a solução adotada pela EP,



que garante, “(...) toda a segurança e estabilidade a nível de performance e manutenção” (Correia, 2014).

#### (4) Estudos-piloto

Os estudos-pilotos devem fazer parte da análise de viabilidade, realizando testes a várias tecnologias quer do ponto de vista do utilizador, como da interligação aos SGBD e às ferramentas de desenvolvimento (Pereira, 2015). Neste aspeto, a DCSI tipicamente não levanta problemas com a possibilidade de instalação de *software* para os utilizadores testarem e validarem as suas capacidades, tendo em atenção que deve ser um projeto estanque, com um período temporal e objetivos bem definidos. Deve também existir nesta fase um esforço acrescido de duplicação de informação e de afetação de recursos, não devendo por isso prolongar-se no tempo (Patrão, 2014). A possibilidade de instalação de novos SGBD é também possível, arranjando eventualmente uma máquina virtual no laboratório da DCSI com esses serviços disponibilizados para esse âmbito, sem afetar o ambiente de produção.

#### b. Custo Total da Utilização

No alinhamento com a necessidade de racionalizar e reduzir custos das TIC na Administração Pública, e apesar de “livre” não significar gratuito, uma vez que existem outros custos associados aos FOSS, Silva (2010, p. 100) refere que “é no entanto possível poupar muito dinheiro ao erário público com a sua adopção”.

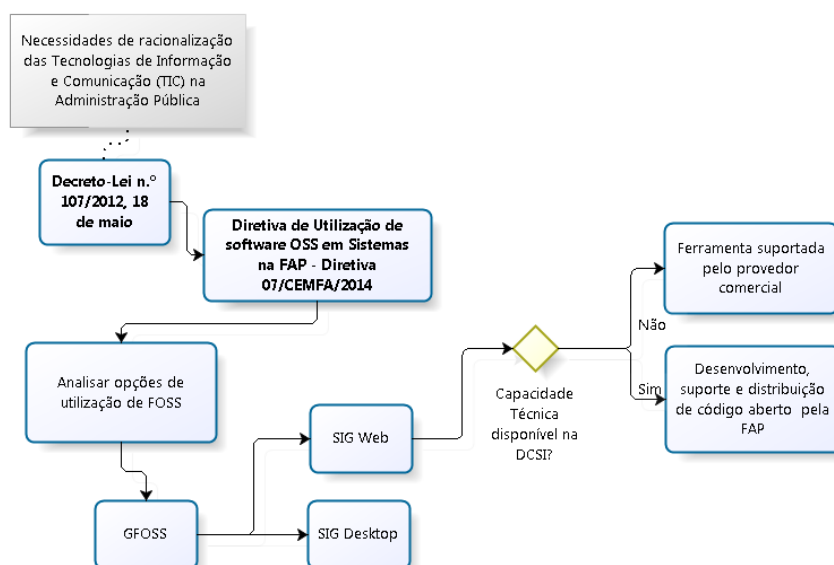


Figura n.º19 – Utilização de FOSS na FA



De acordo com a Diretiva 07/CEMFA/2014 (p. 8), os fatores “custo da mudança e a sobrecarga de ter que se manter OSS e *software* proprietário simultaneamente” devem traduzir-se num *Total Cost of Ownership* (TCO).

Considerando que a sustentabilidade e operação de uma nova plataforma devem ser asseguradas preferencialmente por recursos internos na FA<sup>5</sup>, Henriques (2015) salienta que é fundamental a realização de formação nas fases iniciais de transição para uma nova tecnologia SIG por parte da equipa técnica e colaboradores.

Para Cosme (2012, p. 48), “o *software* é um dos custos principais dentro das componentes SIG” (Procedimentos, Pessoas, *Hardware* e *Software*), o que pode indicar numa primeira análise que o TCO será vantajoso para soluções GFOSS face às proprietárias. No entanto, o apoio técnico pode tornar-se “insuficiente e os suportes de apoio à aprendizagem frequentemente inexistentes”.

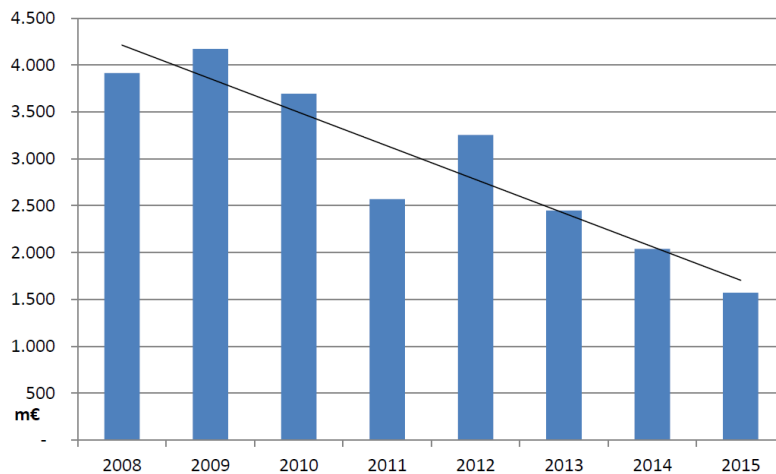


Figura n.º20 – Recursos financeiros da DCSI de 2008 a 2015.

Fonte: (Colaço, 2015)

Desta forma, considerando os efeitos na aquisição de *software* devido à forte redução orçamental da DCSI, registada na Figura n.º20, e de acordo com o referido na Diretiva 07/CEMFA/2014, o Projeto SIG baseado em GFOSS deve ser avaliado considerando as áreas de estudo seguidamente referidas.

- Custos de licenciamento de *software*. Para aquisição e manutenção iniciais, as tecnologias GFOSS não representam qualquer custo de aquisição. Importa salientar a importância dos GFOSS tendo em conta as grandes dificuldades por parte da DCSI na capacidade de resposta à atualização periódica de licenças de *software*. O AutoCad Civil 3D, com valores na ordem dos 3.657

<sup>5</sup> Referido na Informação n.º 31636 da DI, de 26 de novembro de 2014



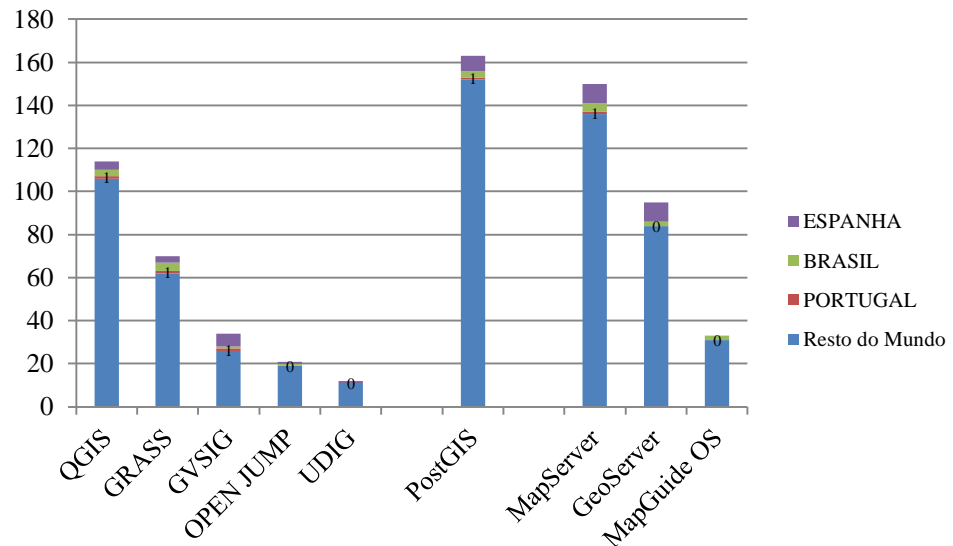
€/licença e o AIMS (proprietário) que suporta atualmente o SIINFRAS 3, com um custo de 2.399 €/ano, são custos com alguma expressão orçamental. Por outro lado, para a solução proprietária ESRI existente no CGTA/CA, verificam-se custos das licenças com manutenção na ordem dos 3.300€/ano para ArcGIS Desktop e 12.900€/ano para ArcGIS Server.

**Tabela n.º11 – Custos de aquisição e manutenção de *software* SIG utilizado na FA (ESRI e Autodesk) (IVA incluído)**

Fonte: (Guerreiro, 2015)

<b>ESRI</b>	Aquisição (custo em 2009)		88800 €
	Manutenção/ Atualização de licenças	ArcMap (custo em 2014)	3300 €/ano
		ArcGIS Server (custo em 2014)	8600 €/ano
		ArcGIS Image Extension for Server (custo em 2014)	4300 €/ano
	Total despesa ESRI desde 30JUL2009 (data de aquisição)		217300 €
<b>Autodesk</b>	Manutenção/ Atualização de licenças	Autodesk Infrastructure MapServer (AIMS) Standard Edition/ MapGuide Enterprise (designação até 2012) (custo em 2014)	2399 €/ano
		AutoCAD Map 3D (custo em 2013)	3657 €/licença

- Custos de integração e migração. No caso de GFOSS, embora exista suporte técnico em Portugal para a importação/migração de dados, verifica-se que há capacidade interna na FA, devendo contudo associar-se o custo horas/homem dos técnicos da DCSI que venham a estar empenhados, bem como o custo de oportunidade de desenvolver outras atividades, que não o SIINFRAS.
- Custos de administração e de apoio. Relacionado com a “...disponibilidade de pessoal com qualificações e experiência adequadas”, é importante verificar as possibilidades de suporte comercial disponíveis no âmbito dos GFOSS. Segundo dados da OSGeo Foundation, a única empresa em Portugal que oferece suporte comercial de GFOSS é a Faunalia, que oferece assistência e serviços profissionais para QGIS, GRASS e gvSIG, bem como para PostgreSQL e PostGIS, tendo dado garantias de capacidade de personalização em administrações públicas, empresas, associações e universidades, a custos competitivos, no que respeita a instalação, configuração, atualização e “migração de SIG proprietários (ex: ArcGIS e Oracle Spatial) para SIG livres (ex: QGIS e PostGIS)” (Faunalia, 2014).



**Figura n.º21 – Suporte comercial GFOSS**

Fonte: Baseado em dados da (OSGEO, 2015)

A nível internacional existe um vasto leque de empresas a realizar suporte nesta vertente, como é o caso da Boundless, GeoSolutions e Camptocamp. Henriques (2015) refere também que “mesmo sem recorrer a empresas para o suporte, a comunidade de utilizadores na maioria das vezes consegue resolver os problemas, uma vez que abrange uma quantidade enorme de técnicos com conhecimentos avançados nestas soluções”.

- Custos de formação e treino. Relativamente ao custo associado à componente de pessoas, coloca-se a questão da formação. Na FA, constata-se um reduzido número de pessoas com formação e conhecimentos técnicos específicos no âmbito dos SIG.

**Tabela n.º12 – Formação de militares no âmbito dos SIG<sup>6</sup>**

Descrição da formação	Nº de Militares	Unidade de Colocação
Licenciatura em Engenharia Geográfica	1	CLAF
Pós-graduação em Sistemas de Informação Geográfica	2	DI e DEP
Sistemas Informação Geográfica	2	BA6 e CA
Programador informático/analista	1	DP

Na prática, existe experiência ao nível de analistas de SIG na Repartição de Património da DI e no CGTA no CA. Com base no inquérito realizado, verifica-se que existe uma maior afinidade ou predisposição do pessoal da DI na utilização de SIG face ao observado no pessoal das U/O/S (Figura n.º22).

<sup>6</sup> Dados recolhidos na DP - Secção de Gestão da Informação, em 27-10-2014



Por outro lado, há uma necessidade inequívoca de aumentar o nível de formação em SIG, caso se pretenda aumentar o nível de utilização e a utilidade das ferramentas SIG (Figura n.º23).

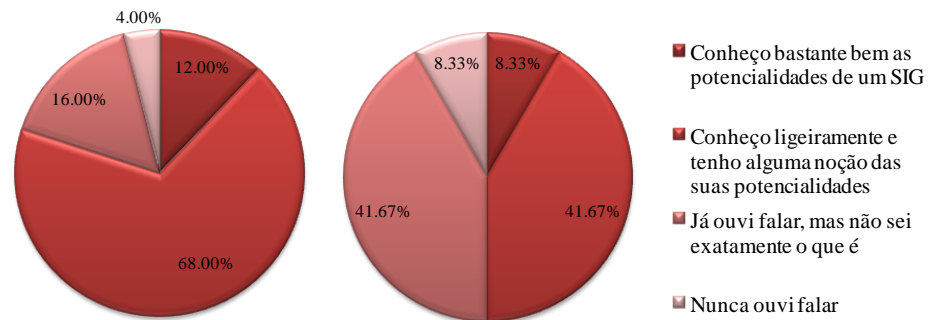


Figura n.º22 – Nível geral de conhecimento das potencialidade de um SIG na DI e U/O/S

Na DCSI, não existem especialistas programadores de SIG, cabendo unicamente aos seus técnicos a responsabilidade de garantir a manutenção das licenças e a interligação de SGBD com os SIG.

Importa salientar a posição de Correia (2014) sobre a necessidade de haver competência geográfica por parte dos interlocutores que dialogam com o corpo técnico que desenvolve o Projeto SIG para assegurar a continuidade da produção e a manutenção da IG existente nos diferentes departamentos.

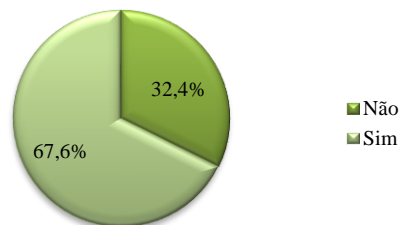


Figura n.º23 – Interesse dos utilizadores do SIINFRAS em adquirir formação em SIG

Posteriormente, há que haver também uma forte aposta na formação dos utilizadores finais. Patrão (2014) considera que a FA possui pessoal habilitado para implementar um novo projeto SIG, mas que carece de formação inicial do Grupo de Trabalho para que, pelo menos, todos falem a mesma linguagem. Numa fase posterior, será necessária também formação específica para os utilizadores. Comparativamente, é possível verificar através da Figura n.º24 o custo médio de formação geral mínima em SIG,



onde as tecnologias ESRI representam cerca de 2,7 vezes o custo em QGIS/PostGIS.

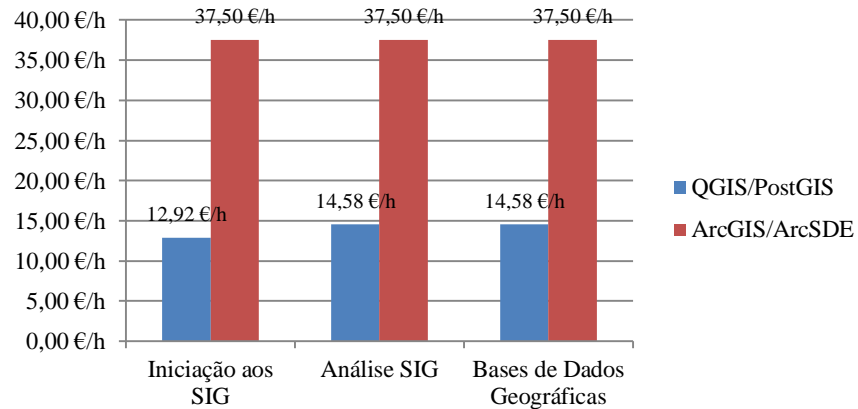


Figura n.º24 – Custo médio de formação geral mínima em SIG (Custo/h individual) - QGIS/PostGIS e ArcGIS/ArcSDE

Fonte: Baseado em dados recolhidos nos sites Faunalia e ESRI<sup>7</sup>

- Custos de *software* e *hardware*. Silva (2010, p. 73) refere que uma das vantagens do GFOSS é a “menor necessidade de recursos de *hardware* para o seu funcionamento, comparativamente com o software proprietário, pelo que será possível economizar alguns custos”. Como exemplo disso, apresenta-se na Tabela n.º13 o caso da implementação de GFOSS na Câmara Municipal de Ourém, verificando-se reduções significativas dos requisitos para os equipamentos terminais.

Tabela n.º13 – Requisitos de hardware na solução ESRI versus solução GFOSS - CM de Ourém

Fonte: (Henriques, 2015)

Requisitos para ArcGIS Desktop 10.2	Requisitos para QGIS Desktop
Processador – Intel Pentium 4, Intel Core Duo, ou Xeon; SSE2	Processador - Intel Pentium 4
Memória – 2GB	Memória - 1GB
Características do servidor para a plataforma ESRI	Características do servidor para a nova plataforma GFOSS
Processador –Intel Xeon CPU E5450 3.00GHz	Processador –Intel Xeon CPU E5160 3.00GHz
Memória – 20GB	Memória – 3,5GB

### c. Resultados

Face aos dados recolhidos, julga-se dispor de informação suficiente para avaliar as hipóteses apresentadas:

- H1 - As funcionalidades de visualização do SIINFRAS estão desarticuladas das necessidades dos utilizadores, havendo necessidade de recorrer a soluções

<sup>7</sup> Informação recolhida em 5-02-2015 - Faunalia (<http://www.faunalia.eu/pt/training.html#>) e ESRI (<http://www.esriportugal.pt/formacao/cursos1/>)



GFOSS complementares. Pode inferir-se que esta hipótese se confirma, permitindo responder à PD1 – Até que ponto as funcionalidades de visualização do SIINFRAS estão ajustadas às necessidades dos utilizadores? A migração para o SIINFRAS3, que previa um conjunto alargado de funcionalidades de visualização, não teve sucesso, frustrando as expectativas criadas e gerando anomalias de funcionamento do SIG da DI. O recurso à visualização de IG através de produtos da *Google*, a maior vontade de formação em SIG, a par de uma maior consciência dos utilizadores do SIINFRAS de que a tomada de decisão tem uma dimensão geográfica vem demonstrar que existe desarticulação do SIINFRAS com as necessidades dos utilizadores. Impõem-se maiores exigências de customização e resposta quanto às funcionalidades de visualização e interação com IG, as quais poderão exigir nova tecnologia, designadamente através de soluções GFOSS que permitem reduzir os custos globais das licenças proprietárias existentes na FA;

- H2 – É possível aumentar as funcionalidades de edição de informação geográfica aumentando os meios de aquisição, melhorando a interoperabilidade com outros SI e integrando informação de gestão de infraestruturas. Pode inferir-se que esta hipótese se confirma, permitindo responder à PD2 – De que forma é possível aumentar as funcionalidades de edição de informação geográfica na FA face aos meios disponíveis? Relativamente ao aumento de IG na FA, considerando a generalização do uso de dispositivos móveis e tecnologia GPS, os meios de aquisição de IG estão cada vez mais facilitados, existindo possibilidades de aumento de funcionalidades de edição e de forma mais expedita. Por outro lado, existem na FA duas plataformas geográficas distintas (CLAF/FA e CA/CGTA), sem possibilidade atual de interoperarem. Esta dificuldade de abrangência deve-se sobretudo à falta de definição de responsabilidades que permita caminhar no sentido de integrar a IG na FA. Neste aspeto, existe possibilidade de criar valor acrescentado, dependendo apenas da definição de um quadro de responsabilidades ao nível da gestão de IG na FA, sendo a estrutura de informação da FA o elemento agregador;
- H3 – É viável a implementação de um novo Projeto SIG, de forma modular, com recurso a nova tecnologia GFOSS. Pode inferir-se que esta hipótese se



confirma, permitindo responder à PD3 – Qual a viabilidade de desenvolvimento de um novo Projeto SIG, utilizando plataformas geográficas GFOSS alternativas? Em resposta às necessidades de evolução aplicacional do SIINFRAS, foram identificadas diversas plataformas tecnológicas geográficas GFOSS capazes de garantir interoperabilidade com as ferramentas CAD utilizadas na DI e com outros SI da FA, nomeadamente com o SGBD que serve o SIG do CA. Através de uma análise detalhada, constatou-se a existência de grande robustez na tecnologia de suporte das aplicações, designadamente em termos de visualização, manipulação e análise de dados e interoperabilidade do GFOSS com outros SI.

Depois de testadas as hipóteses, é agora possível responder à PP - De que forma podem ser melhoradas e ampliadas as capacidades do SIINFRAS da Força Aérea?: deve ser desenvolvido um novo Projeto SIG com uma nova arquitetura, de forma modular, desejavelmente com soluções GFOSS que corram em múltiplos sistemas operativos, evitando a dependência de um sistema operativo mandatário. Existe viabilidade para o SIINFRAS aumentar capacidades através de *software* GFOSS que apresente novas funcionalidades de visualização e edição de IG. Existem também condições para aumentar a IG e a interação com outros SI, nomeadamente com o SIG do CA, baseado em ESRI. Existem vantagens na gestão partilhada de IG entre o CLAF/A/DI e o CA/CGTA, sendo necessário estabelecer responsabilidades de gestão de informação, disponibilizando serviços através de uma única plataforma *web*.

Neste capítulo apresentou-se uma análise detalhada de alguns *software* GFOSS e observou-se o TCO dos mesmos, permitindo obter informação suficiente para testar as hipóteses enunciadas e apresentar as conclusões desta investigação, ficando evidente que deve ser encarada a sua utilização na FA.



## Conclusões

O SIG Web da DI funciona desde 2004 sem alterações significativas às capacidades de visualização e consulta de IG, apresentando-se estagnado em termos de tecnologia e de capacidades disponibilizadas aos utilizadores. A tentativa falhada de evolução aplicacional do SIINFRAS em 2011, baseada em Autodesk MapGuide para SIG Web veio agravar as dificuldades ao nível da estrutura de dados, não resolvendo as insuficiências de funcionalidades de visualização e edição requeridas pelos utilizadores.

Com vista à resolução deste problema, formulou-se a seguinte PP: De que forma podem ser melhoradas e ampliadas as capacidades do SIINFRAS da Força Aérea? Para responder a esta questão, o estudo acompanhou a metodologia de investigação de Quivy e Campenhoudt (2005).

No primeiro capítulo foi feito o enquadramento e contextualização do SIINFRAS na FA, apresentando a sua evolução e a importância que representa no âmbito das infraestruturas. Foram também apresentadas algumas particularidades do SIG utilizado pelo CA, constatando-se a inexistência de partilha de IG entre as duas plataformas.

Com base na metodologia de análise desta investigação, desenvolveu-se no segundo capítulo a monitorização do SIINFRAS e a justificação para um projeto SIG, identificando possibilidades de partilha de IG na FA. No terceiro capítulo analisaram-se diversas soluções GFOSS que competem com as soluções proprietárias, na perspetiva de satisfazer primariamente as necessidades de SIG para a DI, mas numa visão mais abrangente da Organização.

No que respeita à recolha de dados, pretendeu-se validar as hipóteses através do envio de questionários aos utilizadores do SIINFRAS de forma a entender melhor a situação atual ao nível da usabilidade e dos conteúdos de informação que disponibiliza, podendo ser observados os resultados no Apêndice n.º5.

Foram também desenvolvidas diversas entrevistas semiestruturadas a entidades da FA, da EP e da Câmara Municipal de Ourém com responsabilidades no desenvolvimento, implementação e utilização de SIG nas Organizações e analisados diversos dados secundários sobre a utilização de FOSS.

Face aos dados recolhidos, foi possível testar as hipóteses e responder à pergunta de partida, podendo desde logo validar a H1 - As funcionalidades de visualização do SIINFRAS estão desarticuladas das necessidades dos utilizadores, havendo necessidade de recorrer a soluções GFOSS complementares, e responder à PD1 – Até que ponto as



funcionalidades de visualização do SIINFRAS estão ajustadas às necessidades dos utilizadores?

Verificou-se existir uma maior consciência dos utilizadores do SIINFRAS para a importância da dimensão geográfica dos problemas, existindo maior predisposição para a manipulação de IG, formação em SIG e intenção de rever o SIINFRAS. Considerando a análise do TCO apresentada nesta investigação, ficou evidente que a tecnologia GFOSS se apresenta como solução alternativa ou complementar, e que pode fazer reduzir os custos globais das licenças proprietárias SIG existentes na FA.

Em relação às funcionalidades de edição de IG na FA, face aos dados recolhidos, foi possível validar a H2 – É possível aumentar as funcionalidades de edição de informação geográfica aumentando os meios de aquisição, melhorando a interoperabilidade com outros SI e integrando informação de gestão de infraestruturas e responder à PD2 – De que forma é possível aumentar as funcionalidades de edição de informação geográfica na FA face aos meios disponíveis?

Tendo em consideração existência na FA de duas plataformas geográficas distintas (CLAF/DAI e CA/CGTA), sem possibilidade atual de interoperarem e que a aquisição de IG é cada vez mais expedita, deve trabalhar-se a definição de um quadro de responsabilidades de gestão de IG na FA, criando valor acrescentado, sendo a estrutura de informação da FA o elemento agregador.

Por fim, em relação ao recurso a GFOSS para implementar um novo Projeto SIG, face aos dados obtidos foi também possível validar a H3 – É viável a implementação de um novo Projeto SIG, de forma modular, com recurso a nova tecnologia GFOSS e responder à PD3 – Qual a viabilidade de desenvolvimento de um novo Projeto SIG, utilizando plataformas geográficas GFOSS alternativas?

Foram identificadas diversas opções GFOSS capazes de interoperar com ferramentas CAD, necessárias para a atividade da DI, e outros sistemas na FA, designadamente o SGBD que serve o SIG do CA, existindo grande robustez tecnológica de alguns GFOSS quanto à visualização, manipulação, análise de dados e interoperabilidade.

Depois de testadas as hipóteses, respondeu-se à PP, referindo-se que o SIINFRAS pode ver as suas capacidades aumentadas através do desenvolvimento de um novo Projeto SIG, capaz de potenciar maior partilha de IG e interação com o SIG do CA, recorrendo a opções viáveis de software GFOSS.



**a. Contributos para o conhecimento, limitações e recomendações**

Pretendeu-se com esta investigação salientar a problemática da utilização do SIINFRAS, contextualizando-o com a restante realidade SIG na FA. Foi também focada a importância da abordagem geográfica dos problemas e da necessidade de IG, tendo sido mostrados os seguintes aspetos:

- Através da utilização de ferramentas geográficas GFOSS podem ser obtidas soluções robustas e resultados complementares nos processos de tomada de decisão, organização e gestão de infraestruturas na FA;
- Deve ser desenvolvida uma nova solução tecnológica para o SIINFRAS recorrendo a tecnologia GFOSS e deve equacionar-se uma perspetiva mais alargada de utilização e interoperabilidade SIG na FA;
- Existe informação escassa e dispersa sobre SIG na FA, sendo importante aumentar o conhecimento técnico e o interesse específico no âmbito do desenvolvimento de novas soluções *open source* de gestão de IG;
- Em relação ao SIG Web, é recomendável que exista uma plataforma geográfica web única na FA. Embora já tenha sido feito investimento na plataforma *web* da ESRI, em fase final de implementação, face aos custos anuais que a ESRI acarreta para a FA, as possibilidades GFOSS devem ser seriamente ponderadas.

Considerando que nesta investigação foram identificadas e caracterizadas diversas soluções tecnológicas GFOSS ao nível das ferramentas *desktop*, *web* e SGBD, bem como uma aproximação ao TCO de algumas opções, que apontam para riscos reduzidos, tem relevância para a DI e DCSI a sua análise, de forma a auxiliar na avaliação e na escolha de soluções tecnológicas que melhor se adequem aos interesses dos utilizadores e da Organização. Ficou também evidente que algumas aplicações GFOSS apresentam já grande suporte em termos de documentação, bem como de uma comunidade de utilizadores com uma grande capacidade técnica, o que permite a resolução de problemas pontuais que ocorram na fase de desenvolvimento.

Tendo em conta as capacidades e características das aplicações apresentadas nesta investigação, apontam-se as seguintes opções:

- A nível *desktop*, o QGIS, tendo em conta a comunidade de utilizadores fortemente ativa e a integração com o GRASS, GDAL/OGR e SAGA,



apresenta-se como uma solução robusta, capaz de responder à quase totalidade dos problemas;

- A nível do SGBD, o PostgreSQL/PostGIS, por ter capacidade de utilização de informação espacial, por ser a tecnologia mais testada, com forte documentação, e utilizada em grandes projetos com avaliações positivas;
- A nível de servidor de mapas, o GeoServer ou o MapServer, que respondem aos *standards* da OGC e atendendo à forte comunidade existente, salientando no entanto a particularidade da capacidade WFS-T no GeoServer.

Espera-se assim que esta investigação possa servir de base de trabalho para estudos futuros dentro da Organização, nomeadamente para os estudos a realizar pelo Grupo de Trabalho que envolve a DI, a DCSI, o GabCLAFa e o Administrador de Informação da Área Logística, para a avaliação do SIINFRAS e desenvolvimento de um novo Projeto SIG.

Como principal limitação desta investigação, salienta-se a impossibilidade de testar na prática as tecnologias geográficas GFOSS apresentadas, essencialmente por questões do tempo que envolveriam, de modo a confirmar a sua adequação às necessidades da FA. Desta forma, como trabalho futuro, será interessante pôr em prática a metodologia proposta para o futuro desenvolvimento do SIINFRAS, sendo importante explorar mais aprofundadamente as necessidades de IG de forma transversal à FA.

Assim, com o objetivo de equacionar a implementação de uma solução SIG com recurso a tecnologia *open source* que apoie as infraestruturas e que, simultaneamente, permita uma maior abrangência de utilização de IG na FA, recomenda-se:

Ao Grupo de Trabalho SIG:

- que envolva o EMFA/DivCSI e o CA/CGTA nas discussões e que promova a criação de responsabilidades de gestão de IG na FA e o estabelecimento de protocolos para atualização de cartografia, sendo a estrutura de informação da FA o elemento agregador;
- ao nível do novo sistema SIINFRAS a desenvolver, que discuta a possibilidade de outras entidades, para além da DI, poderem participar na introdução de informação no sistema, nomeadamente o CA/CGTA em relação aos licenciamentos;



- que considere a hipótese de integrar os conteúdos geográficos da DI no SGBD (GFOSS) que suporta atualmente a IG do CA, criando uma base de dados geográfica única e partilhada na FA;
- ao nível das possibilidades tecnológicas GFOSS, que promova testes a diferentes tecnologias quer do ponto de vista funcional, quer do ponto de vista da interligação aos possíveis SGBD e às ferramentas de desenvolvimento OutSystems;
- ao nível do servidor de mapas, que seja equacionado o desenvolvimento de uma plataforma geográfica *web* única para a FA com responsabilidades e perfis atribuídos e que dependa de servidores de mapas GFOSS, com vista à redução de custos de licenças SIG, considerando as tecnologias MapServer e GeoServer em alternativa ao uso do ArcGIS Server do CA.

Ao CLAF/DCSI:

- ao nível da arquitetura do SIINFRAS, que proceda à unificação das bases de dados do SIINFRAS 2 e SIINFRAS 3, atualmente a operar sem interligação;
- ao nível do SGBD, que equacione e valide a adoção de GFOSS, considerando a tecnologia PostgreSQL/PostGIS;
- que promova uma adequação dos níveis de formação, nomeadamente de programadores, analistas e utilizadores avançados em tecnologias SIG.



## Bibliografia

Akbari, M. & Rajabi, M., 2013. *Evaluation of desktop free/open source GIS software based on functional and non – functional capabilities.* [Online] Available at: <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=91761951&S=R&D=a9h&EbscoContent=dGJyMNLr40Sep7c4v%2BvIOLCmr0yep69Ssq%2B4TLeWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnrk6zprRJuePfgeyx44Dt6fIA>

[Acedido em 9 10 2014].

Almeida, S., 2007. *Proposta de um modelo para disseminação de informação geográfica nas autarquias locais*, s.l.: s.n.

APDSI, s.d. *Open Source Software - Que oportunidades em Portugal?*, s.l.: Associação para a Promoção e Desenvolvimento da Sociedade da Informação.

Autodesk, 2007. *InterCAD Systems Pvt. Ltd.* [Online] Available at: <http://www.intercadsys.com/images/Topobase.pdf>

[Acedido em 10 10 2014].

Barascu, T., 2012. *Using ArcGIS, AutoCAD and Open Source GIS on PostgreSQL-Postgis database.* [Online]

Available at: <http://www.aboutgis.ro/blog/2012/02/using-arcgis-autocad-and-open-source-gis-on-postgresql-postgis-database.html>

[Acedido em 03 01 2015].

Bastos, M., 2011. *SIGMI Observatório - Os Sistemas de Informação Geográfica Municipais e a Internet*, s.l.: Dissertação de Mestrado ISEGI - UNL.

Bauer, J. R., 2012. *Assessing the Robustness of Web Feature Services Necessary to Satisfy the Requirements of Coastal Management Applications*, s.l.: s.n.

Buckey, D. J., 2014. *GIS Introduction.* [Online] Available at: [http://planet.botany.uwc.ac.za/nisl/GIS/GIS\\_primer/index.htm](http://planet.botany.uwc.ac.za/nisl/GIS/GIS_primer/index.htm)

[Acedido em 31 12 2014].



Câmara Municipal de Ourém, 2015. *Web SIG CM Ourém*. [Online] Available at: <http://websig.cm-ourem.pt/websig/> [Acedido em 02 01 2015].

Canseiro, S., 2013. *SIG municipais aplicados à gestão de resíduos sólidos urbanos*, s.l.: FSCH - Universidade Nova de Lisboa.

Cardoso dos Santos, M., s.d. *Problemas relacionados com a noção de Produtividade*, s.l.: s.n.

Colaço, 2015. *As Comunicações e Sistemas de Informação na Força Aérea - Apresentação ao CPOS em 13 de Janeiro de 2015*. Lisboa: Força Aérea.

Correia, J., 2011. *Trabalho de projecto - Concepção e Implementação de um WebSIG no Parque Nacional da Gorongosa usando software de código aberto e livre*. Lisboa: ISEGI.

Correia, L., 2014. *Entrevista ao Diretor do Departamento de Desenvolvimento de Rede da Direção de Coordenação de Planeamento Rodoviário da Estradas de Portugal, S.A.* [Entrevista] (23 10 2014).

Cosme, A., 2012. *Projeto em Sistemas de Informação Geográfica*. s.l.:Lidel.

Cruz, P., 2008. *Apresentação do SIINFRAS - Sistema de Informação de Infraestruturas*, Alfragide: s.n.

Cruz, P., 2014. *Entrevista ao antigo Chefe de Repartição de Património da DI e do desenvolvimento do SIINFRAS* [Entrevista] (3 11 2014).

Del Duca, F., Longo, G. & de Vit, A., 2007. *SISTEMA DE APOIO A DECISÃO NAS ORGANIZAÇÕES: TRANSFORMANDO DADOS EM INFORMAÇÕES*, s.l.: s.n.

Despacho\_67/CEMFA/2008, 2008. *Programa de Obras nas Unidades, Estabelecimentos e Órgãos da Força Aérea*, s.l.: s.n.

DGAIED, Novembro de 2013. *Centralizar a Aquisição, gestão, disponibilidade e rentabilização de todas as infraestruturas e património da Defesa Nacional*, s.l.: s.n.



Faunalia, 2014. *Faunalia*. [Online] Available at: <http://www.faunalia.eu/pt/index.html> [Acedido em 31 12 2014].

Fernandes, P., 2015. *Entrevista ao Chefe do Setor de Procedimentos do CGTA/SECOP no CA* [Entrevista] (30 01 2015).

Fonte, C., 2008. *Textos de apoio de Topografia*. s.l.:Departamento de Matemática - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Força Aérea, 2007. *Diretiva 02/CEMFA/2007 – Sistema informático de planeamento de missão*, s.l.: s.n.

Força Aérea, 2013. *Diretiva 04/CEMFA/2013*, s.l.: s.n.

Força Aérea, 2014. *Diretiva 07/CEMFA/2014 - Utilização de software de código aberto (open source software - OSS) em sistemas na Força Aérea*, s.l.: s.n.

Geobytes, s.d. *IP Address Locator - Enter an IP address to find its location - Lookup Country Region City etc.* [Online] Available at: <http://www.geobytes.com/IpLocator.htm>

Granchó, N., 2005. *Origem e Evolução Recente dos Sistemas de Informação Geográfica em Portugal*, s.l.: Dissertação de Mestrado em Ciência & Sistemas de Informação Geográfica no ISEGI da Universidade Nova de Lisboa.

Grimshaw, D., 1999. *Bringing Geographical Information Systems into Business, 2nd Edition*. s.l.:s.n.

Guerreiro, H., 2015. *Entrevista ao Chefe da Repartição de Tecnologias de Informação da DCSI* [Entrevista] (13 02 2015).

Henriques, P., 2015. [Entrevista] (03 02 2015).

Hequer, J., 2011. *Projeto de implementação do modelo SIG na administração municipal da Matala*, s.l.: Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação - UNL.



James, M., 2015. *Scrum Reference Card*. [Online] Available at: <http://scrumreferencecard.com/> [Acedido em 2015 01 15].

Julião, R., 2013. *SIG nas Organizações*. Lisboa: ISEGI.

Julião, R., 2014. *Apontamentos SIG nas Orgnaizações - ISEGI*, s.l.: s.n.

Lima, J., Ramos, R. & Fernandes Jr., J., s.d. *ESTUDO COMPARATIVO PARA GESTÃO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS EM SIG*, s.l.: Instituto de Engenharia de Produção e Gestão.

Longley, P., Goodchild, M., Mcguire, D. & Rhind, D., 2011. *Geographic Information: Systems and Science, 3rd Edition*. s.l.:John Wiley & Sons, Inc.

Martins, I., 2008. *SIGPAS - Sistema de Informação Geográfica do Património e Servidões Militares*, s.l.: Mestrado em Estatística e Gestão de Informação.

Matos, J., 2008. *Fundamentos de Informação Geográfica*. 5ª Edição Actualizada e Aumentada ed. Lisboa: Lidel.

Melo, C. & Guerra, M., s.d. *SGBD com Extensão Espacial e Sistemas de Geoinformação: Um casamento perfeito*. s.l.:Fonte.

Mendes, A. & Mendes, S., 2007. *Ciências de Informação Geográfica no apoio à decisão*, s.l.: Açormédia.

Neto, C. & Oliveira, A., 2010. *Bases de Dados Espaciais*. Lisboa: ISEGI.

Neto, M. & Oliveira, A., 2013. *Apontamentos da disciplina de Bases de Dados Espaciais*. s.l.:ISEGI.

Olaya, V., 2011. *Sistemas de Información Geográfica*. [Online] Available at: [http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG) [Acedido em 20 12 2014].

OSGEO, 2015. *OSGEO*. [Online] Available at: [http://www.osgeo.org/search\\_profile](http://www.osgeo.org/search_profile) [Acedido em 02 01 2015].



Paíño, M., 2013. *Origem e evolução dos Sistemas de Informação Geográfica*. s.l.:ISEGI - UNL.

Paíño, M. & Marques, F., 2002. *Bases de Dados Espaciais - Aspectos da Teoria de Bases de Dados*. ISEGI: s.n.

Patrão, N., 2014. *Entrevista ao Administrador de Sistemas Computacionais e Chefe da Seção de Sistemas Computacionais da Repartição de Tecnologias de Informação da DCSI* [Entrevista] (07 11 2014).

Perdigão, H., 2003. *SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA MILITAR NO APOIO À DECISÃO (SIGMAD) - CONTRIBUTOS PARA O INTELLIGENCE PREPARATION OF THE BATTLEFIELD (IPB)*, Lisboa: Curso de Estado-Maior - Instituto de Altos Estudos Militares.

Pereira, M., 2015. *Entrevista ao Chefe da Seção de Administração de Sistemas de Informação da Repartição de Sistemas de Informação da DCSI* [Entrevista] (28 01 2015).

Petch, J. & Reeve, D., 1999. *GIS, Organisations and People: A Socio-technical Approach*. London: Taylor & Francis.

Pina, I., 2011. *Participação Pública - Do potencial à prática, da prática aos resultados - Discussão Pública do PDM de Lisboa*, s.l.: Dissertação de Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica - ISEGI - UNL.

Pinho, C., 2014. *Commercial & Open-Source GIS: A Comparison Report*. [Online] Available at: <http://bigwaterconsulting.net/commercial-open-source-gis-comparison-report/> [Acedido em 2015 02 02].

Quivy & Campenhoudt, 2005. s.l.:s.n.

Rezende, E., 2012. *Estado da Arte do Geomarketing e as Principais Tendências*. [Online] Available at: [http://mundogeo.com/webinar/geomarketingnapratica/arquivos/eduardo\\_de\\_rezende\\_francisco.pdf](http://mundogeo.com/webinar/geomarketingnapratica/arquivos/eduardo_de_rezende_francisco.pdf) [Acedido em 10 10 2014].



Rich, S. & Davis, K., 2010. *Geographic Information Systems (GIS) for Facility Management*. [Online]

Available at: <http://foundation.ifma.org/docs/default-source/Whitepapers/foundation-geographic-information-systems-%28gis%29-technology.pdf?sfvrsn=2>

Severino, E., 2006. *Sistemas de Informação Geográfica nas autarquias locais*, s.l.: Dissertação de Mestrado ISEGI - UNL.

Silva, A., 2010. *Implementação de um Sistema de Informação Geográfica numa Autarquia utilizando Software Livre e de Código Aberto*, s.l.: Dissertação de Mestrado ISEGI - UNL.

Sveen, A. F., 2008. *Use of Free and Open Source GIS in Commercial Firms*. Norwegian University of Science and Technology ed. Trondheim: s.n.

Tavares, A., 2009. *Gestão de Edifícios - Informação Comportamental*. Porto: FEUP.

Teixeira, F., 2013. *SIG Municipais aplicados a levantamentos de vídeo e respectiva georeferenciação (Mobile Mapping) e carregamento em Base de Dados SIG*, s.l.: FCSH - Universidade Nova de Lisboa.

Tomlinson, R. F., 1987. *Current and potential uses of geographical information systems*. Volume 1 ed. s.l.:The North American experience - International Journal of Geographical Information Systems.

Vieira, L., 2011. *Sistemas de Informação Geográfica como suporte à gestão de sistemas de abastecimento de água. O caso da freguesia de Meirinhas, Pombal*, s.l.: IGOT - Dissertações de Mestrado.



## Anexo A – Corpo de Conceitos complementares

- Análise Espacial – “Conjunto de operações que permite manipular os dados (estruturados por temas) de forma a derivarem novos temas, verificando condições expressas sobre a distribuição espacial e/ou atributos” (Perdigão, 2003).

- Informação geográfica – “(...) constitui toda a informação que pode ser associada ou relativa ao espaço, ou seja, georreferenciável.” (Cosme, 2012, p. 60).

- Interoperabilidade – “(...) capacidade de dois ou mais sistemas, designadamente computadores, meios de comunicação, redes, *software* e outros componentes de tecnologia da informação, de interagir e de trocar dados de acordo com um método definido de forma a obter os resultados esperados.” (Lei n.º 36, 2011).

- Servidor de mapas SIG Web - permite a disponibilização de IG através da Intra e Internet, podendo implementar vários *standards* definidos pela OGC, tais como WMS, WFS, WFS-T e WCS (Silva, 2010).

- Tecnologias de Informação Geográfica – “(...) conjunto de instrumentos de gestão da informação geográfica (...) salientam-se pela sua importância os grupos: *Computer Aided Design* (CAD), *Desktop Mapping*, Sistemas de Gestão de Bases de Dados (SGBD), Detecção Remota, *Automated Mapping/Facilities Management* (AM/FM), *Land Information Systems* (LIS), GPS e *Web-GIS*” (Cosme, 2012, p. 6).

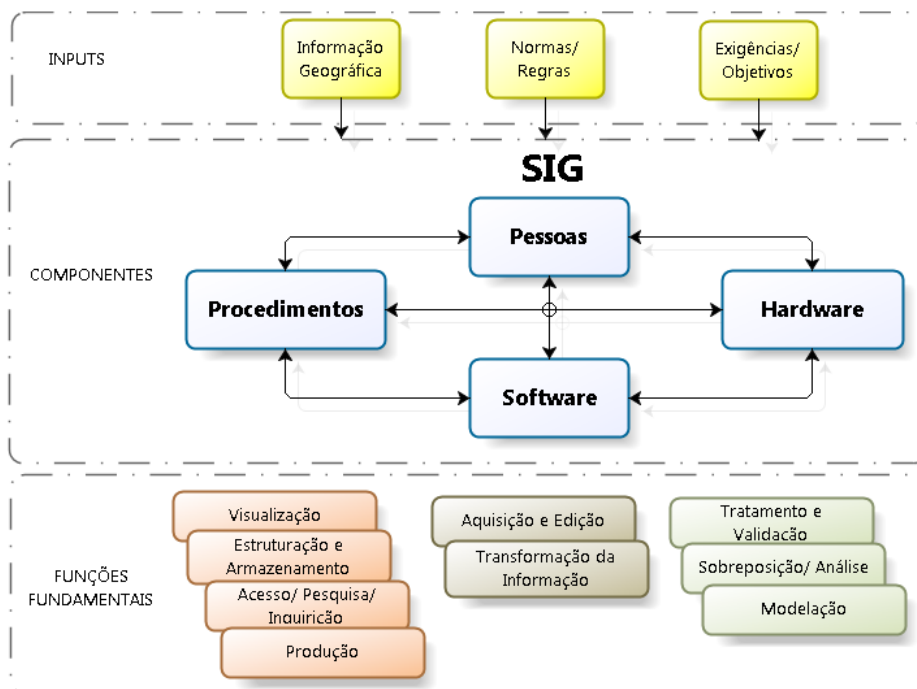


Figura Anx n.º1 – Inputs, componentes e funções fundamentais de um SIG

Fonte: Adaptado de (Cosme, 2012, p. 61)



## Apêndice n.º1 – Aplicação do Método Científico de Quivy e Campenhoudt

Esta investigação foi desenvolvida de acordo com a Metodologia de Investigação de (Quivy & Campenhoudt, 2005), tendo por base o raciocínio hipotético dedutivo, com uma estratégia de investigação quantitativa e um desenho de pesquisa do tipo estudo de caso. Foi efetuada uma análise quantitativa dos dados recolhidos de acordo com a seguinte estrutura:

Etapa 1 – Pergunta de partida. Para além da pergunta de partida foram definidas três perguntas derivadas, definindo as linhas orientadoras do estudo.

Etapa 2 – Exploração. Foram realizadas leituras e entrevistas exploratórias, no sentido de se procurar orientações para o trabalho e reconstruir as perguntas de partida e derivadas, caso se justificasse. As entrevistas exploratórias desenvolvidas na DI, no EMFA/DIVREC, na DCSI e na Estradas de Portugal, S.A, foram de acordo com a Tabela Apd n.º1 e o guião de entrevistas exploratórias do

Apêndice n.º3.

**Tabela Apd n.º1 – Entrevistas exploratórias**

Entrevistado		Funções	Local	Data Entrevista Exploratória	Gravação áudio/Registo
Eng.º Luís Correia	Estradas de Portugal, S.A	Diretor do Departamento de Desenvolvimento de Rede da Direção de Coordenação de Planeamento Rodoviário da Estradas de Portugal, S.A.	Almada	23-10-2014	Sim
	dirigiu a equipa de desenvolvimento do SIG implementado na Estradas de Portugal, S.A., atual Diretor do Departamento de Desenvolvimento de Rede da Direção de Coordenação de Planeamento Rodoviário, com o objetivo de recolher informação inicial sobre os desafios para a implementação de SIG numa Organização				
MGEN/ENGAED José Camisa	Força Aérea	CLAFADA/DI Diretor da Direção de Infraestruturas	CLAFADA/DI	03-11-2014	Não
	recolher informação inicial sobre a importância que o SIINFRAS representa para as atividades da DI				
COR/ENGAED Joaquim Veloso	Força Aérea	CLAFADA/DI Sub Diretor da Direção de Infraestruturas	CLAFADA/DI	03-11-2014	Sim
	objetivo de recolher informação inicial sobre a importância que o SIINFRAS representa para as atividades da DI				
COR/TINF Orlando Colaço	Força Aérea	CLAFADA/DCSI Sub Diretor da Direção de Comunicações e Sistemas de Informação	CLAFADA/DCSI	07-11-2014	Não
	recolher opinião quanto à pertinência da investigação, a perspetiva de uso de SIG na FA e sobre possibilidades de interoperabilidades de sistemas de informação na FA com SIG				
COR/ENGAED Pedro Cruz	Força Aérea	Chefe da Repartição de Património até 2008/ Especialista em SIG na Força Aérea / Responsável pelo desenvolvimento do SIINFRAS	CLAFADA/DI	03-11-2014	Sim
	tendo sido o responsável pelo desenvolvimento do SIINFRAS, pretende recolher-se informação inicial sobre a opinião pessoal sobre a evolução do SIINFRAS				
TCOR/ENGAER João Nogueira	Força Aérea	Chefe da Repartição de Logística do EMFA/DIVREC	EMFA/DIVREC	19-12-2014	Sim
	recolher informação inicial sobre a importância da utilização de SIG sobre infraestruturas para o apoio a nível de Estado-Maior				
CAP/ENGAED Bruno Gomes	Força Aérea	Chefe da Seção de Inventário e Cadastro da Repartição de Património da DI	CLAFADA/DI	23-10-2014	Sim
	recolher informação inicial sobre a situação atual do SIINFRAS				



As leituras incidiram sobre o seguinte conjunto de temas:

- Livros e artigos científicos diversos relacionados com SIG e GFOSS;
- Diretivas no âmbito das infraestruturas na FA;
- Diretivas e documentação diversa sobre sistemas de informação na FA;
- Legislação relacionada com o uso de sistemas de informação e SIG;
- Documentação existente na DI sobre a evolução do SIINFRAS.

Etapa 3 – Problemática. Nesta etapa foi feita uma abordagem teórica para tratar o problema formulado na pergunta de partida e derivadas, fazendo referência aos principais pontos de referência teóricos da investigação e fazendo o balanço das diversas abordagens ao problema. Na prática definiu-se o que se pretendia explicar e as suas relações com outros elementos, ou seja, explicando o quadro concetual da investigação, precisando os conceitos fundamentais (Quivy & Campenhoudt, 2005).

Etapa 4 – Construção do modelo de análise. Nesta fase traduziu-se a investigação para uma forma sistemática de análise e recolha de dados de observação ou experimentação, de modo a obter indicadores que permitissem avaliar as hipóteses previamente estabelecidas. Foi necessário identificar os conceitos e as dimensões que os subdividiam, facilitando na identificação dos indicadores, que acabariam por ser obtidos pelos instrumentos de observação, sob a forma de entrevista e inquérito por questionário. Das leituras efetuadas foram identificados conceitos que foram integrados no mapa conceptual (ver Apêndice n.º6). Em suma, foi necessário identificar os conceitos, determinar as respetivas dimensões e identificar os indicadores (que medem as dimensões).

Etapa 5 – Observação. Na etapa da observação, o modelo de análise foi testado e validado com os dados observados. Para a obtenção destes dados observados, recorreu-se às seguintes técnicas e instrumentos de recolha de dados para posterior interpretação de resultados:

- Dados secundários de fontes diversas, no âmbito de tecnologia GFOSS – recolha de dados e análise documental baseada em resultados de outros estudos, no processo de pesquisa bibliográfica;
- Aplicação de um inquérito por questionário – observação não participante, dirigido ao pessoal na FA da DI e das U/O/S mais representativas (Esquadras de Manutenção de Base / Gabinetes Técnicos) que fossem utilizadores do SIINFRAS – ver Apêndice n.º4;



- Entrevistas semiestruturadas desenvolvidas elementos da DI, da DCSI e da Câmara Municipal de Ourém, identificadas na Tabela Apd n.º2 e de acordo com o guião do Apêndice n.º7.

**Tabela Apd n.º2 – Entrevistas semiestruturadas**

Entrevistado		Funções	Local	Data Entrevista Semiestruturada	Gravação áudio/ Registo escrito
<b>COR/ENGAED Pedro Cruz</b>	Força Aérea	Chefe da Repartição de Património até 2008/ Especialista em SIG na Força Aérea / Responsável pelo desenvolvimento do SIINFRAS	Alfragide	16-01-2015	Sim
	pretende recolher-se informação mais detalhada sobre possíveis soluções de migração aplicacional do SIINFRAS				
<b>CAP/ENGAED Bruno Gomes</b>	Força Aérea	Chefe da Seção de Inventário e Cadastro da Repartição de Património da DI	CLAFADA/DI	16-01-2015	Sim
	obter esclarecimentos mais aprofundados sobre as atuais limitações do SIINFRAS e recolher informação mais detalhada sobre possíveis soluções de migração aplicacional do SIINFRAS. Aprofundar lacunas, soluções e resolução de problemas do SIINFRAS				
<b>CAP/TINF Nelson Patrão</b>	Força Aérea	Chefe da Seção de Sistemas Computacionais da Repartição de Tecnologias de Informação da DCSI	CLAFADA/DCSI	07-11-2015	Sim
	sendo responsável pela gestão de SGBD de apoio a SIG na FA e pelo suporte ao funcionamento do SIINFRAS (DCSI) e com o objetivo de obter esclarecimentos técnicos sobre ligação do SIINFRAS a SGBD				
<b>CAP/TINF Mário Pereira</b>	Força Aérea	Chefe da Seção de Administração de Sistemas de Informação da Repartição de Sistemas de Informação da DCSI	CLAFADA/DCSI	28-01-2015	Sim
	elemento representante da DCSI para o desenvolvimento do SIINFRAS				
<b>CAP/TOCART Paulo Fernandes</b>	Força Aérea	CA/CGTA/SECOP – Chefe do Setor de Procedimentos	IESM	30-01-2015	Sim
	anterior responsável pela gestão do SIG ESRI no CA, com o objetivo de recolher informação inicial sobre a utilização atual de software proprietário ESRI				
<b>Eng.º Pedro Henriques</b>	Câmara Municipal de Ourém	GIS Developer da Câmara Municipal de Ourém	Lisboa	03-02-2015	Sim
	dirigiu o desenvolvimento do SIG implementado na Câmara Municipal de Ourém, com o objetivo de recolher informação técnica sobre GFOSS				
<b>TCOR/ENGINF Hélder Guerreiro</b>	Força Aérea	Chefe da Repartição de Tecnologias de Informação da DCSI	CLAFADA/DCSI	16-02-2015	Não
	obter informação detalhada acerca das licenças e suporte de software ESRI e Autodesk na Força Aérea				

Etapa 6 – Análise das informações. Nesta etapa, as hipóteses que foram idealizadas foram confirmadas ou infirmadas. Foi efetuada uma análise das fontes bibliográficas, do conteúdo das entrevistas e da compilação do resultado dos questionários, de modo a possibilitar testes de validação das hipóteses formuladas e interpretação de resultados.

Etapa 7 – Conclusões. Constituiu a última etapa do procedimento compreendendo uma retrospectiva das grandes linhas do procedimento, uma apresentação pormenorizada dos contributos para o conhecimento proporcionadas pela investigação e as considerações de ordem prática (Quivy & Campenhoudt, 2005, p. 240).



## Apêndice n.º2 – Exigências à atividade de gestão de infraestruturas/equipamentos

De acordo com a Diretiva n.º 04/CEMFA/2013, a atividade A3.1, referente à gestão de infraestruturas e equipamentos, que deriva do Objetivo Operacional OB3 da Diretiva de Planeamento da FA, impõe novas exigências à atividade de gestão de infraestruturas e equipamentos, desde as fases de conceção à inventariação do património em uso pela FA (Figura Apd n.º1).

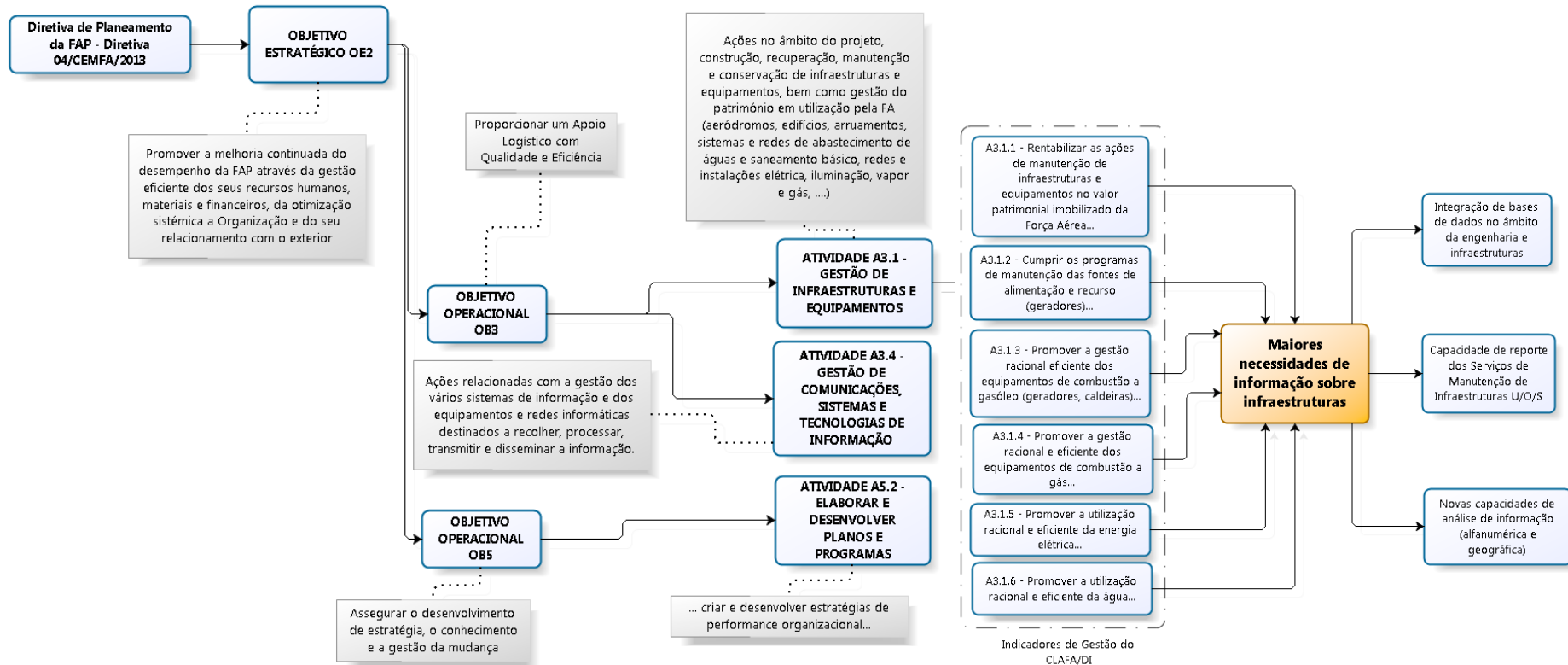


Figura Apd n.º1 – Aspetos essenciais da Diretiva 04/CEMFA/2013 - Planeamento da FA e necessidades crescentes de informação no âmbito das infraestruturas



## Apêndice n.º3 – Guião das entrevistas exploratórias

Tabela Apd n.º3 – Guião das entrevistas de investigação (exploratórias)


	Entrevistados	Data Entrevista Exploratória																			
Estradas de Portugal, S.A	Eng.º Luís Correia - Diretor do Departamento de Desenvolvimento de Rede da Direção de Coordenação de Planeamento Rodoviário da Estradas de Portugal, S.A.	23-10-2014	1																		
Força Aérea	MGEN/ENGAED José Camisa - CLAFADA/DI Diretor da Direção de Infraestruturas	03-11-2014	2																		
Força Aérea	COR/ENGAED Joaquim Veloso - CLAFADA/DI Sub Diretor da Direção de Infraestruturas	03-11-2014		3																	
Força Aérea	COR/TINF Orlando Colaço - CLAFADA/DCSI Sub Diretor da Direção de Comunicações e Sistemas de Informação	07-11-2014			4																
Força Aérea	COR/ENGAED Pedro Cruz - Chefe da Repartição de Património até 2008/ Especialista em SIG na Força Aérea / Responsável pelo desenvolvimento do SIINFRAS	03-11-2014				5															
Força Aérea	TCOR/ENGAER João Nogueira - Chefe da Repartição de Logística do EMFA/DIVREC	19-12-2014					6														
Força Aérea	CAP/ENGAED Bruno Gomes - Chefe da Seção de Inventário e Cadastro da Repartição de Património da DI	23-10-2014						7													
Entrevista Exploratória	1 Qual o estado-da-arte dos SIG na EP, S.A.?		1																		
	2 Qual o conjunto de instrumentos de gestão da informação geográfica utilizados?		1																		
	3 O SIG da EP inclui o conceito Facility Management - gestão de infraestruturas? Que capacidades apresenta?		1																		
	4 O processo de implementação SIG foi do tipo "bottom-up" ou "top-down"?		1																		
	5 Quais são para si as vertentes onde se pode destacar mais a utilidade de um SIG em termos de contributo efetivo, na vertente de gestão de infraestruturas?		1							5											
	6 Que equipamento/meios adicionais acharia necessários para melhorar a mobilidade na aquisição, recolha e atualização de dados geográficos no terreno?		1	2	3	4	5	7													
	7 Que outras considerações acha importante referir relativamente a este tema?		1																		
	8 Qual a sua opinião acerca do recurso a tecnologias geográficas GFOSS? Quais os principais aspetos/preocupações na implementação de soluções GFOSS?		1				5														
	9 Quais os custos da EP inerentes a formação de pessoal (nº de formandos/efetivo de pessoal da EP)?		1																		
	10 Qual considera ser a importância dos SIG para a atividade da DI? Que resultados trouxe para a atividade DI?			2	3	5															
	11 Que lacunas existem no atual SIINFRAS e o que acha que está por desenvolver?			2	3																
	12 Na sua opinião, de que forma deve a DI centralizar a informação acerca das atividades que desempenha e do ponto de situação das infraestruturas da FAP?			2	3																
	13 Acha pertinente a constituição de um Grupo de Trabalho para o desenvolvimento de um novo Projeto SIG que satisfaça as necessidades atuais da DI? Que entidades deveriam ficar envolvidas nesse Projeto?			2	3	4															
	14 Caso fosse implementado um novo SIG, entende que a tecnologia open source devesse ser um requisito? Porquê?			2	3	4															
	15 Quais os fatores críticos para o sucesso de um SIG de gestão de infraestruturas?			2	3	4															
	16 Em relação ao SIINFRAS, qual a sua perceção acerca do interesse/satisfação/recetividade/adêsão a esta ferramenta na DI? E a nível geral Força Aérea?			2	3	5	7														
	17 Acha que a Rep. Património deve continuar a ter o papel de centralização da informação ou deverá haver uma orientação para tornar transversal a introdução de informação geográfica e/ou alfanumérica às restantes Repartições da DI e serviços de manutenção de infraestruturas das U/O/S?			2	3	5	7														
	18 Para si, qual a necessidade de compatibilização do SIINFRAS com o Sistema Integrado de Gestão?			2	3	4															
	19 Que outro tipo de sugestões/considerações recomendaria para tornar o SIINFRAS uma ferramenta de consulta de informação geográfica mais efetiva e útil para a Força Aérea?				3	4															
	20 Qual considera ser a importância das tecnologias de informação geográfica para a FA?					4															
	21 Que perceção tem do atual SIINFRAS e o que acha que está por desenvolver?					4															
	22 Qual o estado-da-arte dos SIG na Força Aérea?																				
	23 Descreva genericamente o funcionamento do SIINFRAS em termos de SGBD																				
	24 Com que objetivos e quando (ano) surgiu a necessidade de desenvolver um SIG para as infraestruturas na FA?																				
	25 Existiam soluções alternativas à data? Se sim, porquê a escolha desta solução face às restantes?																				
	26 Quais foram as principais dificuldades e problemas com que se deparou na implementação do SIINFRAS?																				
	27 Qual foi a dificuldade inicial recetividade do pessoal que operava diretamente o SIG?																				
	28 Em termos gerais, quais os impactos/resultados que o SIINFRAS trouxe para a atividade da DI?																				
	29 Existem empresas a reorientar-se para SIG open source?																				



**Apêndice n.º4 – Inquérito por questionário**

<p>1. Perfil do inquirido</p> <p>1.1 Classe *</p> <p><input type="radio"/> Oficial</p> <p><input type="radio"/> Sargento</p> <p><input type="radio"/> Praça</p> <p><input type="radio"/> Civil</p> <p>1.2 Habilitações *</p> <p>1.3 Unidade de Colocação *</p> <p>2.1 Colocação na DI *</p> <p>2.1 Colocação na U/O/S *</p> <p><input type="radio"/> Esquadra de Manutenção de Base</p> <p><input type="radio"/> Gabinete Técnico</p> <p><input type="radio"/> Other: <input type="text"/></p> <p>3.1 Antes deste questionário, já tinha ouvido falar em Sistemas de Informação Geográfica (SIG)? A que nível? *</p> <p><input type="radio"/> Conheço bastante bem as potencialidades de um SIG</p> <p><input type="radio"/> Conheço ligeiramente e tenho alguma noção das suas potencialidades</p> <p><input type="radio"/> Já ouvi falar, mas não sei exatamente o que é</p> <p><input type="radio"/> Nunca ouvi falar</p> <p>3.2 Numa primeira análise, como classifica a pertinência da existência de um SIG de gestão no âmbito das infraestruturas? *</p> <p>Pouca utilidade <span style="float: right;">Grande Utilidade</span></p> <p>3.3 No trabalho que desempenha, já sentiu necessidade de consultar, localizar, editar ou produzir informação em mapas geográficos? *</p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Não</p>	<p>3.4 Com que frequência recorre a aplicações do tipo Google Earth, Google Maps, Bing para o seu trabalho diário? *</p> <p><input type="radio"/> Todos os dias</p> <p><input type="radio"/> Algumas vezes por semana</p> <p><input type="radio"/> Algumas vezes por mês</p> <p><input type="radio"/> Uma vez por mês</p> <p><input type="radio"/> Muito raramente</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p>3.5 No desempenho das suas tarefas, caso recorra a ferramentas do tipo Google Maps/Earth, já sentiu a necessidade de: *</p> <p>Caso não recorra a este tipo de ferramentas, indique "Não respondo"</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Não respondo</th> <th>Nunca</th> <th>Às vezes</th> <th>Bastantes vezes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 - Colocar informação/desenhos existente sobre imagens do Google Maps/Earth</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>2 - Desenhar sobre imagens do Google Maps/Earth</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>3 - Inserir pins de informação por cima de imagens do Google Maps/Earth</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>4 - Efetuar medições de comprimentos/áreas sobre imagens do Google Maps/Earth</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>3.6 Classifique as capacidades para o Sistema de Informação de Infraestruturas da Força Aérea (SIINFRAS) que acharia importantes para o desempenho das suas tarefas. *</p> <p>Para o preenchimento do quadro abaixo utilize a seguinte escala: 1 - Pouco importante a 5 - Muito Importante</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> </table>		Não respondo	Nunca	Às vezes	Bastantes vezes	1 - Colocar informação/desenhos existente sobre imagens do Google Maps/Earth	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	2 - Desenhar sobre imagens do Google Maps/Earth	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	3 - Inserir pins de informação por cima de imagens do Google Maps/Earth	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	4 - Efetuar medições de comprimentos/áreas sobre imagens do Google Maps/Earth	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		1	2	3	4	5	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 - Capacidade do utilizador navegar sobre mapas com informação de infraestruturas</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>2 - Capacidade de imprimir mapas com a sua informação de trabalho</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>3 - Capacidade de interrogar/consultar informação geográfica</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>4 - Capacidade de efetuar análise espacial/Modelação SIG</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>5 - Capacidade do utilizador ter um papel colaborativo na introdução de informação</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>3.7 Quais os conteúdos de informação que considera importantes para as funções que desempenha? *</p> <p><input type="checkbox"/> 1 - Informação sobre as capacidades infraestruturas</p> <p><input type="checkbox"/> 2 - Informação técnica sobre Infraestruturas ou Redes técnicas (águas, esgotos, gás, eletricidade, combustíveis, etc.)</p> <p><input type="checkbox"/> 3 - Levantamentos topográficos</p> <p><input type="checkbox"/> 4 - Estudos e Projetos</p> <p><input type="checkbox"/> 5 - Procedimentos/ Empreitadas</p> <p><input type="checkbox"/> 6 - Arquivo Digital</p> <p><input type="checkbox"/> 7 - Planeamento de necessidades/intervenções</p> <p><input type="checkbox"/> 8 - Anomalias IGFA</p>		1	2	3	4	5	1 - Capacidade do utilizador navegar sobre mapas com informação de infraestruturas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	2 - Capacidade de imprimir mapas com a sua informação de trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	3 - Capacidade de interrogar/consultar informação geográfica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	4 - Capacidade de efetuar análise espacial/Modelação SIG	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	5 - Capacidade do utilizador ter um papel colaborativo na introdução de informação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Não respondo	Nunca	Às vezes	Bastantes vezes																																																																	
1 - Colocar informação/desenhos existente sobre imagens do Google Maps/Earth	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																	
2 - Desenhar sobre imagens do Google Maps/Earth	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																	
3 - Inserir pins de informação por cima de imagens do Google Maps/Earth	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																	
4 - Efetuar medições de comprimentos/áreas sobre imagens do Google Maps/Earth	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																	
	1	2	3	4	5																																																																
	1	2	3	4	5																																																																
1 - Capacidade do utilizador navegar sobre mapas com informação de infraestruturas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																
2 - Capacidade de imprimir mapas com a sua informação de trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																
3 - Capacidade de interrogar/consultar informação geográfica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																
4 - Capacidade de efetuar análise espacial/Modelação SIG	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																
5 - Capacidade do utilizador ter um papel colaborativo na introdução de informação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																																



<p><input type="checkbox"/> 9 - Gestão de Manutenção / Estado de conservação de infraestruturas</p> <p><input type="checkbox"/> 10 - Fotografia Aérea</p> <p><input type="checkbox"/> 11 - Gestão de Pessoal</p> <p><input type="checkbox"/> 12 - Gestão de Equipamentos Engenharia</p> <p><input type="checkbox"/> 13 - Informação cadastral</p> <p><input type="checkbox"/> 14 - Servidões e licenciamentos</p> <p><input type="checkbox"/> 15 - Histórico de investimentos/ obras realizadas numa infraestrutura</p> <p><input type="checkbox"/> 16 - Elementos inseridos numa infraestrutura (ex: luminárias numa pista, caixas de visita, válvulas, postes de iluminação numa rede viária, etc.)</p> <p>3.8 Caso pretenda, acrescente outros conteúdos de informação que considere importantes mapear/georeferenciar numa plataforma SIG.</p>  <p>SIINFRAS</p> <p>Já utilizou ou consultou informação através do Sistema de Informação de Infraestruturas da Força Aérea (SIINFRAS)? *</p> <p>Acesso ao SIINFRAS: <a href="http://rialfa-siinfrs.emfa.pt/pat/caasp/consaltesp.asp">http://rialfa-siinfrs.emfa.pt/pat/caasp/consaltesp.asp</a></p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Não</p> <p>4.1 Com que frequência utiliza o Portal SIINFRAS? *</p>	<p><input type="radio"/> Todos os dias</p> <p><input type="radio"/> Algumas vezes por semana</p> <p><input type="radio"/> Algumas vezes por mês</p> <p><input type="radio"/> Uma vez por mês</p> <p><input type="radio"/> Muito raramente</p> <p><input type="radio"/> Não utilizo</p> <p>4.2 Qual o seu grau de satisfação em relação ao Portal SIINFRAS? *</p> <p>Pouco satisfeito <span style="float: right;">Muito satisfeito</span></p> <p>4.3 Qual o nível de importância do SIINFRAS como complemento ao desempenho das suas tarefas? *</p> <p>Pouco importante <span style="float: right;">Muito importante</span></p> <p>4.4 Com que finalidade usa o Portal SIINFRAS? *</p> <p><input type="checkbox"/> Consulta de Inventário (localização geográfica/características sobre Unidades Imobiliárias/Entidades Prediais/Infraestruturas)</p> <p><input type="checkbox"/> Consulta de Servidões aeronáuticas e militares/Licenciamentos</p> <p><input type="checkbox"/> Consulta de Arquivo digital/Peças desenhadas</p> <p><input type="checkbox"/> Consulta de Fotografia Aérea</p> <p><input type="checkbox"/> Consulta de Legislação sobre servidões/projetos de servidão</p> <p><input type="checkbox"/> Other: <input type="text"/></p> <p>4.5 Sente necessidade em adquirir formação para melhorar a utilização do SIINFRAS? *</p>	<p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Não</p> <p>4.6 Que tipo de dificuldades sente na consulta de informação no Portal SIINFRAS? *</p> <p>Para o preenchimento do quadro abaixo utilize a seguinte escala: 1 - Muito difícil; 2 - Difícil; 3 - Aceitável; 4 - Fácil e 5 - Muito Fácil</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 - Consulta de Inventário (localização geográfica de Unidades Imobiliárias/Entidades Prediais/Infraestruturas)</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>2 - Consulta de Inventário (características sobre Unidades Imobiliárias/Entidades Prediais/Infraestruturas)</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>3 - Consulta de Servidões aeronáuticas e militares/Licenciamentos</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>4 - Consulta de Arquivo digital/ Peças desenhadas</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>5 - Consulta de Fotografia Aérea</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>4.7 Para finalizar, que outro tipo de sugestões/considerações recomendaria para tornar o SIINFRAS uma ferramenta de consulta de informação geográfica mais efetiva e útil para a Força Aérea?</p>		1	2	3	4	5	1 - Consulta de Inventário (localização geográfica de Unidades Imobiliárias/Entidades Prediais/Infraestruturas)						2 - Consulta de Inventário (características sobre Unidades Imobiliárias/Entidades Prediais/Infraestruturas)						3 - Consulta de Servidões aeronáuticas e militares/Licenciamentos						4 - Consulta de Arquivo digital/ Peças desenhadas						5 - Consulta de Fotografia Aérea					
	1	2	3	4	5																																	
1 - Consulta de Inventário (localização geográfica de Unidades Imobiliárias/Entidades Prediais/Infraestruturas)																																						
2 - Consulta de Inventário (características sobre Unidades Imobiliárias/Entidades Prediais/Infraestruturas)																																						
3 - Consulta de Servidões aeronáuticas e militares/Licenciamentos																																						
4 - Consulta de Arquivo digital/ Peças desenhadas																																						
5 - Consulta de Fotografia Aérea																																						



## Apêndice n.º5 – Resultados do inquérito por questionário

Pretendeu-se perceber de que forma os utilizadores interagem com as funcionalidades SIG Web do SIINFRAS, captando opiniões acerca da navegabilidade, aspeto e informação disponível (qualidade, atualidade, relevância) e de que forma essas características contribuem para o desempenho dos utilizadores. Foram dirigidos a:

- Responsáveis de manutenção de infraestruturas nas Unidades FA (Esquadras de Manutenção de Base / Gabinetes Técnicos);
- Pessoal técnico de produção nas áreas de projeto, obras e planeamento da DI.

O questionário aplicado foi dividido essencialmente em três partes principais. A primeira parte pretende obter o perfil do inquirido em relação à classe, habilitações e colocação. A segunda parte tem a finalidade de compreender o nível geral de conhecimento, da utilidade dos SIG na gestão de infraestruturas e da necessidade dos utilizadores em recorrer a conteúdos de IG para o desempenho das funções que lhes estão atribuídas. Na elaboração do questionário, foram utilizadas variáveis estatísticas qualitativas (nas escalas nominal e ordinal) e quantitativas (nas escalas por intervalo). Recorreu-se maioritariamente a perguntas fechadas e de múltipla escolha em leque aberto (com uma única ou várias respostas permitidas), possibilitando no entanto algumas questões abertas para o inquirido complementar as suas ideias (caixa de comentário). Os resultados do inquérito por questionário tiveram como base uma amostra de 71 militares e civis de um total de 125 inquéritos submetidos. Da amostra, 12 militares pertencem aos U/O/S, pertencendo os restantes à DI.

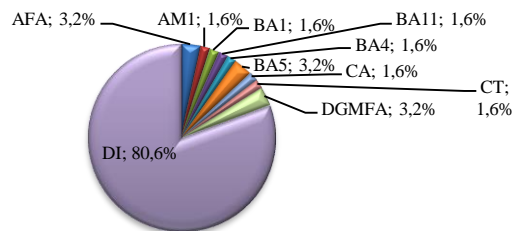


Figura Apd n.º2 – Distribuição da amostra por unidade de colocação (em %)

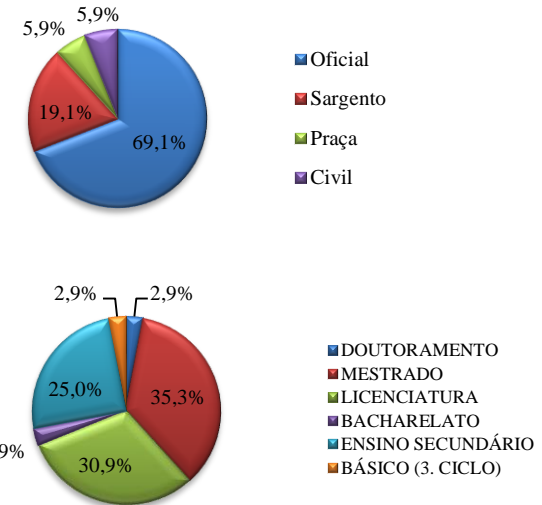


Figura Apd n.º3 – Características dos inquiridos

- **Visualização, acesso, pesquisa e inquirição de informação geográfica**

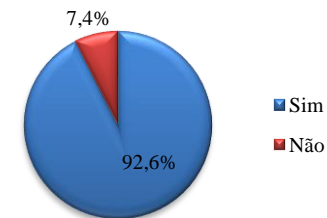
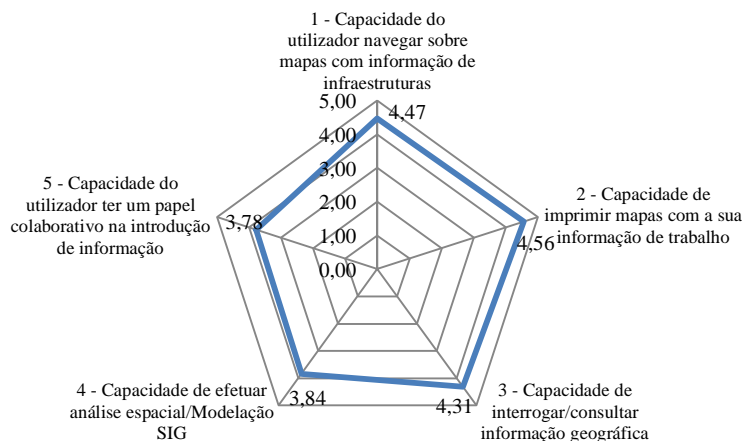


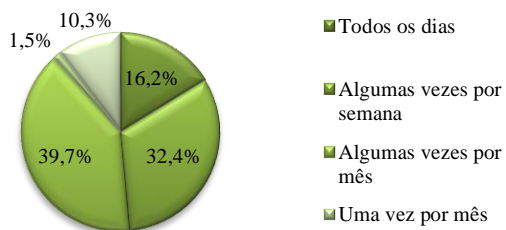
Figura Apd n.º4 – Necessidades de recorrer à visualização de informação em mapas geográficos no desempenho de funções



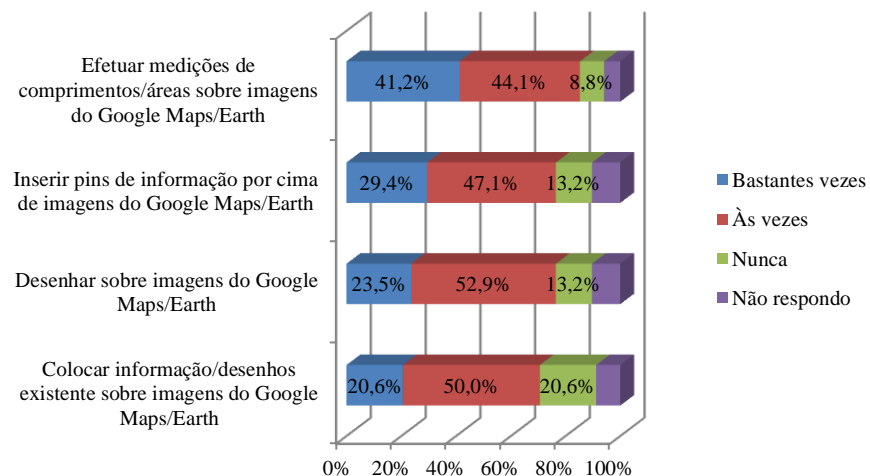
**Figura Apd n.º5 – Classificação das capacidades para o SIINFRAS importantes para o desempenho das tarefas dos utilizadores**

- Uso de ferramentas geográficas do tipo Google Earth**

Através do gráfico da Figura Apd n.º6, é possível verificar uma utilização bastante regular de aplicações do tipo Bing ou Google Earth para o desempenho de tarefas, o que denota a importância das funcionalidades de visualização e evidencia incapacidades do SIINFRAS, nomeadamente ao nível do uso de imagem de satélite.

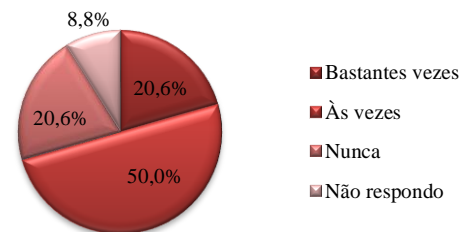


**Figura Apd n.º6 – Frequência de recurso a aplicações do tipo Google Earth, Google Maps, Bing para o desempenho de tarefas**



**Figura Apd n.º7 – Necessidade de recurso a ferramentas complementares do tipo Google Maps/Earth para o desempenho de tarefas pelos inquiridos**

- Capacidade SIG Web para edição ou produção de informação em mapas geográficos**



**Figura Apd n.º8 – Necessidade de colocar informação/desenhos existente sobre imagens do Google Maps/Earth no desempenho de tarefas**



• Aceitabilidade e níveis de consulta do SIINFRAS

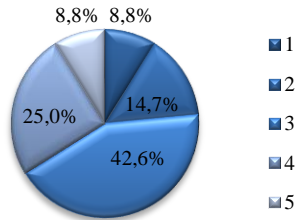


Figura Apd n.º9 – Grau de satisfação dos utilizadores em relação ao SIINFRAS SIG Web. Escala: 1 (Pouco satisfeito) – 5 (Muito satisfeito)

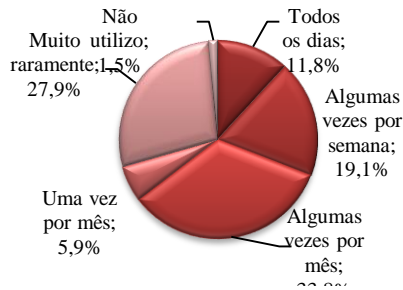


Figura Apd n.º10 – Frequência de utilização do Portal SIINFRAS pelos utilizadores

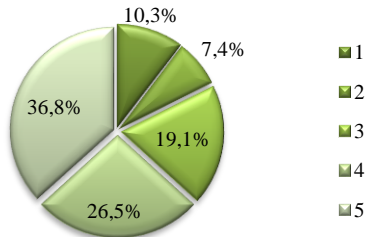


Figura Apd n.º11 – Nível de importância do SIINFRAS como complemento ao desempenho das tarefas dos utilizadores. Escala: 1(Pouco importante) – 5 (Muito importante)

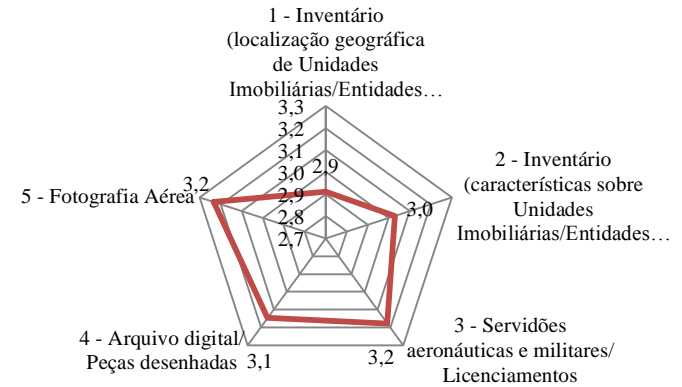


Figura Apd n.º12 – Nível de dificuldade dos utilizadores na consulta de informação dos módulos do Portal SIINFRAS

• Formação/experiência dos RH na utilização de IG

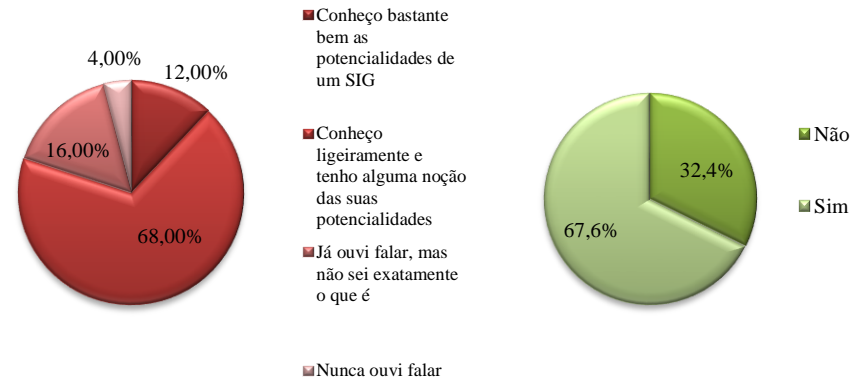


Figura Apd n.º13 – Experiência e necessidade de formação em SIG



Apêndice n.º6 – Mapa conceptual

Tabela Apd n.º4 – Mapa Conceptual

CAPACIDADES DE ANÁLISE ESPACIAL, INVENTARIAÇÃO E PLANEAMENTO DE INFRAESTRUTURAS NA FORÇA AÉREA COM RECURSO A SIG <i>OPEN SOURCE</i>												
Pergunta de partida	Perguntas derivadas	Hipóteses	Conceitos	Dimensões	Componentes	Indicadores						
PP: De que forma podem ser melhoradas e ampliadas as capacidades do SIINFRAS da Força Aérea?	PD: Até que ponto as funcionalidades de visualização do SIINFRAS estão ajustadas às necessidades dos utilizadores?	H1: As funcionalidades de visualização do SIINFRAS estão desarticuladas das necessidades dos utilizadores, havendo necessidade de recorrer a soluções GFOSS complementares	Funcionalidades de visualização do SIINFRAS	Visualização, Acesso, Pesquisa e Inquirição		<p>Necessidades de visualização dos utilizadores</p> <p>Existe necessidade de recorrer a ferramentas geográficas complementares GFOSS ou do tipo Bing, Google Earth, Google Maps, etc?</p> <p>Capacidade SIG Web para consultar, localizar informação em mapas geográficos?</p> <p>Quais os conteúdos de informação necessários no desempenho de tarefas? Que lacunas existem?</p> <p>É necessário consultar informação geográfica alternativa (Bing, Google Earth, Google Maps, etc)? Com que frequência?</p> <p>Qual o tipo de informação geográfica consultada pelos utilizadores do SIINFRAS SIG Web?</p> <p>Quais as dificuldades na consulta de informação geográfica do SIINFRAS?</p> <p>Capacidade SIG Web para editar ou produzir informação em mapas geográficos?</p>						
						<p>Produção</p>						
						Necessidades dos utilizadores	Aceitabilidade	<p>Qual o grau de satisfação dos utilizadores SIINFRAS SIG Web?</p> <p>Qual a evolução do nº de acessos ao SIINFRAS SIG Web?</p> <p>Qual a frequência de utilização do Portal SIINFRAS pelos utilizadores?</p> <p>Qual o nível de importância do SIINFRAS como complemento ao desempenho de tarefas?</p> <p>É pertinente o aumento de funcionalidades de visualização no SIINFRAS?</p> <p>Existe experiência dos RH na utilização de informação geográfica? A que nível?</p> <p>Existe necessidade de formação para melhorar a utilização do SIINFRAS?</p>				
								Formação	<p>Imagem</p> <p>Imagem de satélite</p> <p>Integração de Tabelas/ BD/ Outra informação sobre gestão de infraestruturas</p>			
									Informação tabular	<p>Capacidade de reporte dos técnicos da DI e U/O/S para atualização de informação geográfica</p> <p>Interoperabilidade com outros SI alfanuméricos/ geográficos</p> <p>Geocodificação</p>		
										<p>Modelos vetoriais</p> <p>Capacidade de agilizar aquisição de dados. GNSS? Métodos topográficos? Laser scanning? Lidar?</p>		
			<p>Edição</p> <p>Criação e Modificação</p>									
			<p>Transformação da Informação</p> <p>Operações de troca de informação geográfica CAD-SIG</p>									
			PD: De que forma é possível aumentar as funcionalidades de edição de informação geográfica na FA face aos meios disponíveis?	H2: É possível aumentar as funcionalidades de edição de informação geográfica aumentando os meios de aquisição, melhorando a interoperabilidade com outros SI e integrando informação de gestão de infraestruturas	Funcionalidades de edição de informação geográfica	Aquisição e Edição		<p>Manutenção</p> <p>Auditoria de revisão. Necessidade de atualização/ extensão do sistema?</p>				
								<p>Consciencialização</p> <p><i>Top-down; bottom-up; 3rd parties</i>? Concordância/ comprometimento</p> <p>Qual a utilidade para a organização?</p> <p>Informação externa</p>				
								Justificação	<p>Necessidades dos utilizadores</p> <p>Requisitos funcionais</p> <p>Benefícios</p> <p>Análise de risco</p>			
									<p>Recursos</p> <p>Custo Total da Utilização (<i>Total Cost of Ownership</i> - TCO)</p> <p>Benchmarking</p>			
	Análise detalhada	<p>Escolha de software (Comparativo de software SIG Desktop)</p> <p>Comparativo de funcionalidades SIG Web com Organizações externas</p> <p>Estudos-piloto</p>										
		PD: Qual a viabilidade de desenvolvimento de um novo Projeto SIG, utilizando plataformas geográficas GFOSS alternativas?							H3: É viável a implementação de um novo Projeto SIG, de forma modular, com recurso a nova tecnologia GFOSS	Projeto SIG		<p>Manutenção</p> <p>Auditoria de revisão. Necessidade de atualização/ extensão do sistema?</p>
												<p>Consciencialização</p> <p><i>Top-down; bottom-up; 3rd parties</i>? Concordância/ comprometimento</p> <p>Qual a utilidade para a organização?</p> <p>Informação externa</p>
	Justificação											<p>Necessidades dos utilizadores</p> <p>Requisitos funcionais</p> <p>Benefícios</p> <p>Análise de risco</p>
								<p>Recursos</p> <p>Custo Total da Utilização (<i>Total Cost of Ownership</i> - TCO)</p> <p>Benchmarking</p>				
								Análise detalhada				<p>Escolha de software (Comparativo de software SIG Desktop)</p> <p>Comparativo de funcionalidades SIG Web com Organizações externas</p> <p>Estudos-piloto</p>



**Apêndice n.º7 – Guião das entrevistas de semiestruturadas**

**Tabela Apd n.º5 – Guião das entrevistas de investigação (semiestruturadas 1-35)**

		Entrevistados	Data Entrevista Semi-dirigida							
Força Aérea		COR/ENGAED Pedro Cruz - Chefe da Repartição de Património até 2008/ Especialista em SIG na Força Aérea / Responsável pelo desenvolvimento do SIINFRAS	16-01-2015			5				
Força Aérea		CAP/ENGAED Bruno Gomes - Chefe da Seção de Inventário e Cadastro da Repartição de Património da DI	16-01-2015				7			
Força Aérea		CAP/TINF Nelson Patrão - Chefe da Seção de Sistemas Computacionais da Repartição de Tecnologias de Informação da DCSI	07-11-2015					8		
Força Aérea		CAP/TINF Mário Pereira - Chefe da Seção de Administração de Sistemas de Informação da Repartição de Sistemas de Informação da DCSI	28-01-2015						9	
Força Aérea		CAP/TOCART Paulo Fernandes - CA/CGTA/SECOP – Chefe do Setor de Procedimentos	30-01-2015							10
C.M. de Ourém		Eng.º Pedro Henriques – GIS Developer da Câmara Municipal de Ourém	03-02-2015							11
Força Aérea		TCOR/ENGINF Hélder Guerreiro - Chefe da Repartição de Tecnologias de Informação da DCSI	16-02-2015							12
			<b>CONCEITOS</b>	<b>DIMENSÕES</b>						
Entrevista Semi-dirigida	1	Ao longo dos anos, quais os custos envolvidos na implementação do SIINFRAS?	Projeto SIG	Recursos		5				
	2	Para além das infraestruturas (arquivo digital, inventário, servidões) e fotografia aérea, que outros módulos de informação geográfica acharia viável e pertinente integrar no SIINFRAS? E a nível de outros órgãos/serviços na FAP?	Funcional. de edição de informação geográfica	Aquisição e Edição		5				
	3	Que parcerias estratégicas podem ser estabelecidas com entidades externas no sentido de promover o desenvolvimento/aumento da informação geográfica disponível por WMS/WFS?	Funcional. de edição de informação geográfica	Aquisição e Edição		5	7			
	4	Havendo pouca satisfação, que aspetos é que faltam para consciencializar o pessoal? O que falta?	Necessidades dos utilizadores	Aceitabilidade			7			
	5	Que lições aprendidas retira do desenvolvimento do SIINFRAS?	Projeto SIG	Consciencialização			7			
	6	Julga que a DI/Força Aérea tem pessoal habilitado e/ou está receptivo à implementação de um Projeto SIG?	Projeto SIG	Formação			7			
	7	Não olhando só para a Rep.Património, ao nível da DI, qual é a perceção sobre o nível de formação do pessoal em SIG?	Projeto SIG	Formação			7			
	8	Que outro tipo de informação, ferramentas ou funcionalidades (ainda inexistentes) gostaria de ver implementado no SIINFRAS?	Funcional. de visualização do SIINFRAS	Visualização, Acesso, Pesquisa e Inquirição			7			
	9	Qual a sua opinião sobre o uso paralelo de software ESRI para as atividades do CA?	Projeto SIG	Justificação			7			
	10	Na sua opinião, colocaria de parte a migração do atual SIG para novas soluções open source (GFOSS)?	Projeto SIG	Justificação			7			
	11	Qual a situação atual e as necessidades tecnológicas do SIINFRAS?	Projeto SIG	Justificação				8		
	12	De que forma devemos encarar os SIG existentes na FA?	Projeto SIG	Justificação				8		
	13	Que possibilidades existem em alternativa ao MapGuide e que sinergias podem ser criadas?	Projeto SIG	Justificação				8		
	14	Como está a ser feita a exportação CAD-SIG?	Funcional. de edição de informação geográfica	Transformação da Informação				8		
	15	De que forma podem ser encaradas as soluções GFOSS para o SIINFRAS?	Projeto SIG	Análise detalhada				8		
	16	Que entidades ou tipo de valências deviam estar envolvidas no Projeto SIG?	Projeto SIG	Consciencialização				8	9	
	17	Quais os custos de aquisição da solução da ESRI e que custos de operação é que existem neste momento?	Projeto SIG	Recursos				8		
	18	Caso fosse implementado um novo projeto SIG, entende que a tecnologia deva ser um requisito?	Projeto SIG	Justificação				8		
	19	Existe pessoal habilitado para implementar um novo projeto SIG na FA?	Projeto SIG	Recursos				8		
	20	Seria adequado paralelamente ao atual funcionamento do SIINFRAS optar-se por um projeto piloto com o desenvolvimento de uma nova aplicação GFOSS com a possibilidade de a testar?	Projeto SIG	Análise detalhada				8	9	
	21	E a instalação de novos SGBD, já seria diferente?	Projeto SIG	Análise detalhada				8		
	22	O SIINFRAS 2 funcionava bem antes de migrar para o SIINFRAS3. Pode-se voltar atrás ou deve-se optar por uma solução nova de raiz?	Projeto SIG	Manutenção					9	
	23	Quais as necessidades dos utilizadores e Que requisitos funcionais (visualização, edição) existem para o desenvolvimento novo projeto SIG?	Funcional. de visualização do SIINFRAS	Visualização, Acesso, Pesquisa e Inquirição					9	
	24	Foram estabelecidos alguns requisitos funcionais?	Projeto SIG	Justificação					9	
	25	E não há problema em apresentá-los em diferentes etapas?	Projeto SIG	Justificação					9	
	26	Quando começou e o que está a ser feito neste momento em relação ao SIINFRAS?	Projeto SIG	Monitorização					9	
	27	Quem constituiu o grupo de trabalho de desenvolvimento do novo SIG?	Projeto SIG	Consciencialização					9	
	28	Quais são os objetivos? Que fases existiram e durante quanto tempo a implementação?	Projeto SIG	Monitorização					9	
	29	Em que consiste o modelo Scrum Reference Card?	Projeto SIG	Monitorização					9	
	30	Existe capacidade interna FA para desenvolvimento da solução? Existem limitações de pessoal ou de conhecimentos técnicos nesta área?	Projeto SIG	Recursos					9	
	31	Em termos de tecnologia, qual a nova tecnologia a implementar?	Projeto SIG	Recursos					9	
	32	Foi feito algum estudo comparativo de funcionalidades SIG Web?	Projeto SIG	Análise detalhada					9	
	33	Foi feito algum estudo comparativo de funcionalidades SIG desktop?	Projeto SIG	Análise detalhada					9	
	34	Está a ser pensado um SGBD único para os SIG na FA, com informação da DI e do CGTA/CA?	Projeto SIG	Justificação					9	12
	35	Pode a DI usar um GFOSS que opere em simultâneo com o SGBD (PostgreSQL) usado pelo CA?	Projeto SIG	Justificação					9	10 12



Tabela Apd n.º6 – Guião das entrevistas de investigação (semiestruturadas 36-73)

		Entrevistados	Data Entrevista Semi-dirigida																				
Força Aérea		COR/ENGAED Pedro Cruz - Chefe da Repartição de Património até 2008/ Especialista em SIG na Força Aérea / Responsável pelo desenvolvimento do SINFRAS	16-01-2015																				
Força Aérea		CAP/ENGAED Bruno Gomes - Chefe da Seção de Inventário e Cadastro da Repartição de Património da DI	16-01-2015																				
Força Aérea		CAP/TINF Nelson Patrão - Chefe da Seção de Sistemas Computacionais da Repartição de Tecnologias de Informação da DCSI	07-11-2015																				
Força Aérea		CAP/TINF Mário Pereira - Chefe da Seção de Administração de Sistemas de Informação da Repartição de Sistemas de Informação da DCSI	28-01-2015																				
Força Aérea		CAP/TOCART Paulo Fernandes - CA/CGTA/SECOP - Chefe do Setor de Procedimentos	30-01-2015																				
C.M. de Ourém		Eng.º Pedro Henriques – GIS Developer da Câmara Municipal de Ourém	03-02-2015																				
Força Aérea		TCOR/ENGINF Hélder Guerreiro - Chefe da Repartição de Tecnologias de Informação da DCSI	16-02-2015																				
			CONCEITOS	DIMENSÕES																			
Entrevista Semi-dirigida	36	Para um GFOSS que opere em simultâneo com o SGBD (PostgreSQL) usado pelo CA, que aspetos devem ser tidos em conta?	Projeto SIG	Justificação																			
	37	Faz sentido manter 2 SGBD e 2 servidores mapas independentes?																					
	38	Não seria positivo aproveitar já a plataforma web desenvolvida pela ESRI?																					
	39	É possível trabalhar para uma plataforma única de visualização SIG web? Porque não?																					
	40	Acha que pode ser aproveitada a solução ArcGIS Server do CA para proveito da DI? É viável tecnicamente?	Funcional de edição de informação geográfica	Aquisição e edição																			
	41	Qual a documentação que fala da decisão do Gen CEMFA da centralização da cartografia digital na FA e na opção de usar ESRI?	Funcional de edição de informação geográfica	Aquisição e edição																			
	42	Quais os protocolos standard (wms, wfs e wcs), serviços geográficos standard, que neste momento o arcgis server permite disponibilizar?																					
	43	A nível da DI, existe alguma informação alfanumérica que está a ser internamente gerida através de Microsoft Access (gestão de projeto, obras e planeamento de necessidades). Existirá possibilidade de Integração de Tabelas/ BD/ Outra informação sobre gestão de infraestruturas?																					
	44	Existirá capacidade de Interoperabilidade com outros SI alfanuméricos/ geográficos?																					
	45	Quais as vantagens dos GFOSS?	Projeto SIG	Recursos	Análise detalhada																		
	46	Custos de migração?																					
	47	Custos de administração e de apoio?																					
	48	Custos de formação e treino - ao nível dos administradores e dos utilizadores finais?																					
	49	Já estava incluído no pacote a customização SIG no CA/CGTA??																					
	50	Por oposição à tecnologia ESRI, acha que poderia haver uma solução GFOSS?	Funcional de edição de informação geográfica	Aquisição e edição																			
	51	Há alguma indicação de obrigatoriedade de uso de ESRI?																					
	52	Há excesso de cartografia adquirida, que vá para além daquilo que é necessário?																					
	53	Há algum protocolo estabelecido?	Funcional de edição de informação geográfica	Aquisição e edição																			
	54	Há possibilidade do CA disponibilizar web services?																					
	55	Existe alguma informação geográfica que não pode ser partilhada por questões de segurança?	Projeto SIG	Justificação																			
	56	Para o Projeto SIG, o CA deve estar envolvido?	Funcional de edição de informação geográfica	Aquisição e edição																			
	57	Como são feitas as operações de troca de informação geográfica CAD-SIG?																					
	58	Existe capacidade de aquisição de dados. GNSS? Métodos topográficos? Laser scanning? Lidar?	Projeto SIG	Recursos	Justificação																		
59	A nível de imagem, está a ser feita alguma coisa falada com o CA para o aproveitamento de fotografia aérea disponível?																						
60	Como é que a CM de Ourém desenvolveu capacidade interna para desenvolvimento do projeto SIG?																						
61	Quais eram os custos associados à tecnologia ESRI que usavam (individualizando custos de aquisição e operação/licença)?																						
62	Foi feito algum estudo comparativo de custos entre tecnologia proprietária vs GFOSS?																						
63	Ao escolherem tecnologias GFOSS, que custos estiveram envolvidos na formação de pessoal nas diferentes áreas (servidor de mapas, QGIS, SGBD)?																						
64	Houve custos de migração de SIG proprietário para SIG livre? Existe algum valor de referência deste tipo de custo?																						
65	Houve necessidade de atualizar periféricos de software para implementar a nova tecnologia? E a nível de servidores e equipamentos terminais?																						
66	A CM Ourém recorreu a alguma entidade externa para qualificação de pessoal? Custo?																						
67	Que suporte técnico existe em caso de necessidade face à tecnologia adotada? Faunalia? Quais os preços ou uma ordem de grandeza dos valores que são praticados?																						
68	Alguma preferência GFOSS a nível de servidor de mapas? Porque?	Projeto SIG	Análise detalhada																				
69	Alguma preferência GFOSS a nível de desktop? Porque?																						
70	E de SGBD? Porque?																						
71	Existe algum inconveniente na utilização de 2 SGBD Oracle + PostgreSQL?																						
72	Qual a ordem de grandeza dos custos ESRI em: formação ESRI equivalente à fornecida pela Faunalia; licença ArcGIS Desktop; licença ArgGIS Server.																						
73	Qual a sua opinião da possibilidade de se usar a aplicação AutoCAD Map 3D da Autodesk em vez de uma aplicação inteiramente SIG (como é o QGIS)? Existem dificuldades em interagir com PostgreSQL/PostGIS e/ou GeoServer ou Mapserver?																						



### Apêndice n.º8 – Modelo de análise

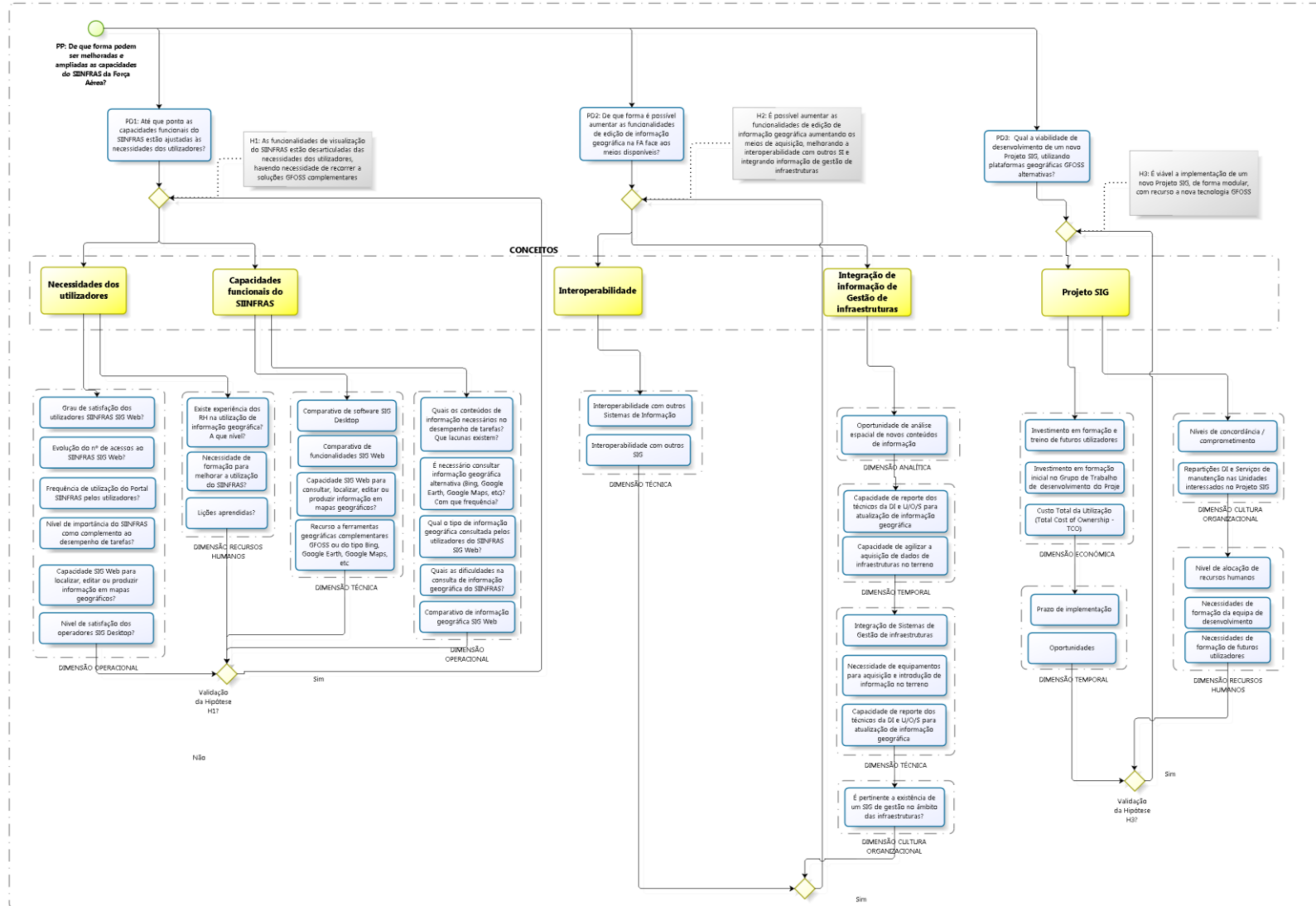


Figura Apd n.º14 – Esquema seguido para construção do modelo de análise