

Boletim

Nº 75 | novembro 2013





ISSN

0872 - 7600

Propriedade

Instituto Geográfico do Exército
 Av. Dr. Alfredo Bensaúde, 1849-014 LISBOA
 Tel. – 218 505 300
 Fax – 218 532 119
 E-mail – igeoe@igeoe.pt
 Site – www.igeoe.pt

Director

Álvaro Estrela Soares
 Cor Art

Grafismo e Paginação

Rui Marceneiro
 1Sarg SGE

Ricardo Esteves
 2Sarg Art

Marco Mota
 Sold RC

Coordenação das Notícias
 Augusto Mendes
 Smor Art

Índice

■	Editorial.....	3
■	Segurança da Informação no Instituto Geográfico do Exército TCor Martins, TCor Martins	4
■	A Cartografia Militar no Ordenamento do Território SAJ Rosado	16
■	Carta Geológica da Madeira escala 50k Alf Ferreira	21
■	As Tecnologias de Informação Geográfica utilizadas no geoprocessoamento da Base de Dados Cartográfica da série M888 Maj Pimpão, Alf Aguiar	27
■	Atualização da infraestrutura Geoespacial do IGeoE Maj Freitas	36
■	Controlo de Qualidade da Informação Vetorial Ten Balão, Alf Paulo	43
■	Atividade da Secção de Topografia 2012/2013 Maj Mira	49
■	Open Source GIS Cap Azevedo	56
■	O Projeto CartAFRICA e Divulgação da Cartografia dos Antigos Territórios Portugueses em África TCor Gomes, Sandra Domingues	64
■	Estudo do potencial das imagens estereoscópicas WorldView 2 na extração de informação cartográfica para a Carta Militar 1:25 000 Cap Baldaia, Paula Redweik	70
■	Elaboração de uma Carta de Aterros da Cidade de Lisboa por LiDAR e Fotogrametria Aérea Cap Dias, Paula Redweik	83
■	Restituição estereoscópica com base em imagens adquiridas por um UAV Cap Franco, SAJ Dias	91
■	Análise das Características de Ruído em Séries Temporais GPS Cap Moreira	100
■	Virtualização Maj Pires	115
■	Multinational Geospatial Co-production Program (MGCP) e Instituto Geográfico do Exército (IGeoE): uma realidade Kelly Diveira	119
■	A influência antrópica no risco de incêndio florestal em Portugal Continental Alf Fernandes	129
■	A evolução da fotogrametria ao longo da história 1Sarg Inácio, 2Sarg Correia	148
■	A formação no Instituto Geográfico do Exército 1Sarg Magalhães, 2Sarg Esteves	156
■	Notícias do IGeoE	166
■	Produção Cartográfica.....	188



Instituto
geográfico
do Exército

Desenhamos os caminhos do futuro

...com qualidade, rigor e inovação



- ▶ mapadventure
- ▶ cartografia impressa



- ▶ igeoe-sig
- ▶ servir



- ▶ fotografia
- ▶ ortofotocartas
- ▶ imagem de satélite



- ▶ cartas topográficas
- ▶ mapas de estradas



- ▶ mdt
- ▶ vector
- ▶ raster

cartografia clássica

desporto e lazer

serviços web

imagem



informação geográfica

Editorial

A 75ª edição do Boletim do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), apresenta aos seus leitores um conjunto de artigos cujos conteúdos, essencialmente técnico-científico, permitem divulgar e perspetivar novos desenvolvimentos e projetos no âmbito da geomática, abordando temáticas sobre a segurança da informação, a virtualização, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) em fonte aberta, a atualização da infraestrutura geospacial do IGeoE, a aquisição de dados tridimensionais por processos fotogramétricos com recurso a imagem de satélite, bem como a utilização dos equipamentos GPS na cadeia de produção cartográfica, reservando ainda um espaço para dar a conhecer o estado de arte do projeto CartÁfrica.

A difícil conjuntura económica em que o País se encontra, tem colocado inúmeros desafios ao Instituto, muitos deles resultantes da reestruturação que decorre no Exército através da aplicação de medidas que se enquadram na execução da reforma estrutural da Defesa Nacional e das Forças Armadas, incluindo a alteração de alguns diplomas legais com o objetivo de racionalizar estruturas de órgãos e serviços da tutela. Esta situação impõe ao IGeoE a necessidade de conceber e desenvolver projetos inovadores e pioneiros que potenciem as técnicas cartográficas usadas na produção cartográfica, bem como iniciativas que projetem a excelência e a divulgação dos SIG.

Tendo em consideração a crescente integração da área geospacial no processo de decisão, nomeadamente em termos NATO, e a procura de superioridade de informação, onde se enquadra a criação do Agrupamento ISTAR (*Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance*) nacional, juntamente com a crescente necessidade de estruturação modular para participação flexível em missões, quer no âmbito nacional quer internacional, o IGeoE mantém a responsabilidade na preparação e sustentação de meios e valências técnicas e operacionais que fazem parte do Sistema de Forças Nacionais (SFN), na sua Componente Terrestre e que integram quer a "Capacidade de Apoio Geral", quer a "Capacidade de Execução de Outras Missões de Interesse Público (OMIP)", necessárias para cumprimento das missões das Forças Armadas e missões particulares do Exército. Neste contexto, o Estado-Maior do Exército definiu a organização do apoio geospacial e áreas conexas, integrando a Unidade de Apoio Geospacial (UnApGeo), a capacidade de informações, vigilância e aquisição de alvos no novo SFN. Com esta capacidade, o IGeoE assegura, através da UnApGeo e dos seus módulos destacáveis, o apoio com informação geospacial às unidades operacionais do Exército, contribui para a satisfação dos compromissos internacionais de segurança e defesa em que Portugal participa, e colabora na execução de OMIP.

Os processos de trabalho que sustentam a atividade do IGeoE, relativa aos produtos derivados da cadeia de produção cartográfica, bem como da prestação e disponibilização de serviços, dada a sua natureza e finalidade, estão fortemente dependentes da existência de um sistema de informação e infraestrutura tecnológica que os suporte, capaz de assegurar com eficácia o carregamento e armazenamento do elevado volume de dados adquiridos, assim como o seu processamento e disponibilização na forma e pelos canais adequados.

No corrente ano foi dado especial ênfase e dedicação ao desenvolvimento de projetos no âmbito dos sistemas de informação, abrangendo a infraestrutura de rede, o Centro de Dados, os serviços de domínio Intranet, a impressão, a partilha de informação, o novo portal web do IGeoE e portais de SIG. Merece especial destaque a conceção e o desenvolvimento do projeto SIGOpMil (visualizador de informação geográfica orientado para operações militares), o qual foi distinguido com o prémio IDC - "CIO Awards 2013", por gerar valor acrescentado e um forte impacto nos processos internos da instituição militar, constituindo-se como uma ferramenta de apoio à gestão e tomada de decisão a vários níveis de comando, permitindo a acessibilidade a múltipla informação geográfica disponibilizada na web, sem custos de utilização, permitindo o planeamento, o comando e controlo de operações militares ou em apoio de OMIP ao nível de estudo e análise da situação, aviso e alerta, bem como no planeamento de resposta.

Concorrentemente, o IGeoE encontra-se a redesenhar e atualizar a sua infraestrutura de dados geoespaciais, permitindo deste modo implementar e disponibilizar novos serviços e novos modelos de dados orientados para o utilizador/forças operacionais, dando assim resposta mais flexível e eficaz às suas necessidades/pedidos.

Perante as dificuldades que o País atravessa e que atinge a organização militar, o IGeoE não se limita a acompanhar a constante evolução que ocorre na área dos SIG, procurando assim encontrar soluções que permitam apostar na utilização de software open source, em soluções de SIG na Web.

Outro importante desafio que decorre diretamente da missão atribuída ao IGeoE, designadamente a atualização da carta militar à escala 1/25.000, do território nacional, continua a constituir um fator de reconhecimento de excelência da organização dentro e fora do meio militar. Para esse efeito convergem vários fatores, nomeadamente a existência de recursos humanos experientes e com capacidade para acompanhar as tecnologias emergentes, permitindo uma rápida evolução e adaptação às mesmas, bem como a conceção e desenvolvimento de novas metodologias e processos de aquisição de dados cartográficos que otimizem a produção e a qualidade da informação geográfica do IGeoE.

Aproveitando este espaço e na qualidade de Diretor do Instituto Geográfico do Exército, quero expressar e enaltecer de forma reconhecida, o empenho, a dedicação, a competência e o profissionalismo dos que servem no IGeoE, pese embora todas as sérias restrições, ao nível dos recursos financeiros, materiais e humanos, que têm provocado fortes constrangimentos nos últimos anos.

Segurança da Informação

no Instituto Geográfico do Exército

Um Estudo de Caso de Boas Práticas no Exército Português

●●●●● José Martins

TCor Inf

Academia Militar – CINAMIL, Lisboa

●●●●● Henrique dos Santos

TCor Inf

Universidade do Minho – DSI, Guimarães

●●●●● Francisco Martins

TCor Inf

Instituto Geográfico do Exército, Lisboa

Introdução

A segurança da informação consiste na proteção da informação armazenada, processada ou transmitida contra a perda da confidencialidade, integridade e disponibilidade, através da implementação de um variado conjunto de controlos técnicos, administrativos e físicos.

Esta segurança é fundamental para as organizações militares, as quais tem como um dos seus principais objetivos garantir a superioridade da informação.

Estas organizações atuam num ambiente de Guerra de Informação, o qual pode ser definido como um conjunto de ações destinadas a preservar os nossos Sistemas de Informação da exploração, corrupção ou destruição, enquanto simultaneamente se exploram, corrompem ou destroem os Sistemas de Informação (SI) dos adversários (Waltz, 1998).

Atualmente a relevância da segurança da informação para as organizações militares é acrescida pelo desenvolvimento de doutrinas de ciber guerra em vários países, mais especificamente as chamadas *Computer Network Operations*, as quais se enquadram dentro da guerra de comando e controlo, e das operações de informação.

De modo a responder às questões de investigação, o artigo está dividido em quatro secções, a primeira secção apresenta-se a problemática e enunciam os objetivos principais da realização do estudo.

O objetivo deste artigo é apresentar o Estudo de Caso realizado no Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), o qual procura responder às seguintes questões de investigação:

(1) Quais são as dimensões e categorias mais relevantes dos controlos de segurança da informação aplicados no IGeoE?

(2) Quais são os principais cenários de incidentes de segurança da informação que se espera que possam ocorrer?

(3) Qual é o processo de decisão utilizado no planeamento e na seleção de controlos de segurança da informação aplicados?

A segunda secção apresenta sumariamente o plano de investigação aplicado. De seguida, na secção três apresentam-se os principais resultados obtidos do Estudo. Para finalizar o estudo, apresentam-se na quarta secção, as conclusões e as limitações do estudo.

Plano de Investigação

Para responder às questões de investigação o Estudo de Caso foi realizado em três fases: a primeira fase consistiu na recolha e análise de documentação chave da organização, na segunda fase, foi aplicado um questionário na organização, em três grupos distintos - decisores, especialistas em segurança da informação, e funcionários com funções especificamente ligadas ao uso da informação e, finalmente, numa terceira fase, realizaram-se entrevistas com especialistas para validar os resultados obtidos a partir da análise de documentos e questionários.

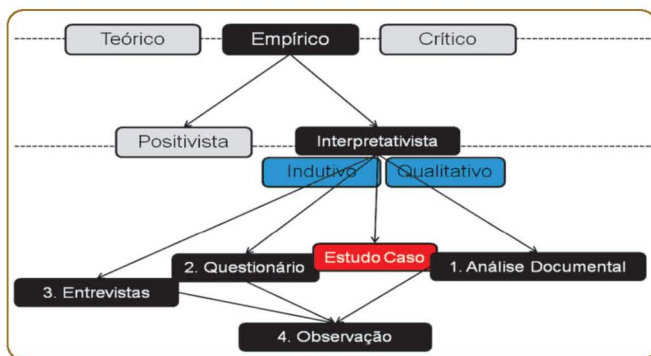


Figura 1 – Abordagem de Investigação

Fonte - adaptado de Remenyi and Money (2004)

A orientação da investigação seguida no estudo é predominantemente interpretativista e qualitativa (Figura 1) e o estudo efetuado procurou ter a maior profundidade possível de acordo com as limitações de segurança militar impostas pela organização.

Resultados da Investigação

Os principais resultados obtidos do Estudo de Caso refletem as três fases de investigação aplicadas no estudo, i.e., a análise documental, a aplicação do questionário, as entrevistas realizadas e a observação participativa.



Figura 2 – Hierarquia Documental de Segurança da Informação

Análise Documental

Na análise documental procurou-se fundamentalmente obter e analisar a documentação principal da organização de modo garantir uma visão o mais completa possível dos processos de negócio da organização e da segurança da informação. Obtiveram-se como principais resultados no âmbito da segurança da informação, a hierarquia dos documentos apresentada na Figura 2 e os principais atores da segurança da informação de acordo com a Figura 3.

A organização possui uma política de segurança de SI, a qual integra diversas políticas técnicas. A elaboração da política e a implementação dos controlos de segurança tem como principais orientações as normas de segurança militar classificadas do Exército (RAD 280-1, 2003; RAD 280-2, 2005; RAD-95, 2008; SEGMIL 1, 1986), complementadas com a

norma internacional de gestão de segurança da informação ISO 27001. Em Janeiro de 2013 iniciou a aplicação das métricas dos controlos críticos para uma efetiva ciberdefesa recomendados pelo SANS Institute (**SANS – CSCCD 4.0, 2013**).

Por outro lado, a organização em termos de procedimentos operacionais combina instruções de trabalho numa perspetiva de suporte ao modelo de gestão implementado com base no SIQAS, com normas de execução permanente (NEP) militares.

A política dos SI refere a importância e a necessidade de segurança dos SI, estrutura a organização da segurança e atribui responsabilidades às entidades envolvidas na segurança. As suas principais preocupações são centradas na classificação e controlo dos recursos da or-

ganização, na segurança do pessoal, na segurança física e ambiental, na gestão das operações e comunicações, no controlo de acessos à informação e na gestão e continuidade das atividades. Sendo esta política complementada com normas técnicas para a utilização de equipamentos informáticos, de passwords, de software aplicacional, da internet e de correio eletrónico.

Em termos dos principais responsáveis pela segurança podem-se identificar atores nos três principais níveis da organização, i.e., ao nível estratégico (e.g., diretor), ao nível de gestão (e.g., gabinete da qualidade) e ao nível operacional (e.g., secção de gestão do sistema).

Existem diversas entidades ligadas à segurança da informação e o diretor da organização (i.e., o chefe militar) é o principal responsável por todas as atividades que são executadas ou deixadas de executar na organização, consequentemente e em última análise é ele o gestor operacional da segurança da informação.



■ *Figura 3 – Principais Atores da Segurança da Informação*

Abreviaturas: CDGI – Centro de Desenvolvimento e Gestão da Informação; SOIS – Secção de Operações, Informações e Segurança; SGI – Secção de Gestão da Informação; SGSis – Secção de Gestão do Sistema e DCD – Departamento de conceção e Desenvolvimento.

Questionário

Posteriormente numa segunda fase do estudo foi aplicado um questionário a cinquenta colaboradores da organização de um total de cento e sessenta, com a finalidade principal de identificar quais são as principais preocupações em termos de vetores e método de ataque, e simultaneamente entender o processo de decisão utilizado no planeamento da segurança da informação.

Em termos de vetores de ataque à organização, identificam-se como principais vetores, o físico, o humano e o vetor da infraestrutura tecnológica que suporta o processamento, a transmissão e o armazenamento da informação.

Attacker	Threat	Action	Tools	Targets	Vulnerabilities	Properties of Information	Operational Effect
Amateur	Interception	Physical	Physical Means	Facilities and Equipment	Physical	Confidentiality	Information Collection
Professional	Interruption	Electronic Deception	Means of Psychological Operations	People	Human	Integrity	Protection
		Electronic Attack					
Organization	Modification	HUMINT	Electromagnetic Means	Physical Documents	Processes	Availability	Intrusion
State	Fabrication	IMINT	Means of Capture Sounds	Electromagnetic Spectrum	Design		Destruction
Internal	Destruction	SIGINT		Sound Waves	Implementation		Simulation
Natural Disasters	Disclosure	MASINT	Means of Intelligence	Communication Devices	Configuration		Financial
		OSINT	Information Exchange	Storage Devices			
		TECHINT		Account			
		Counter Intelligence	User Command	Process			
		Observe	Script or Program	Information			
		Perception Managing		Component			
		Probe	Autonomous Agent	Computer			
		Scan	Toolkit	Network			
		Flood		Internetnetwork			
		Authenticate	Distributed Tool				
		Bypass					
		Spoof	Data Tap				
		Read					
		Copy					
		Steal					
		Modify					
		Delete					

Figura 4 - Principais Cenários de Métodos de Ataque

Fonte - adaptado de Martins et al. (2012a)

Para além disso tendo como suporte um modelo de segurança da informação para organizações militares em ambiente de guerra de informação desenvolvido por adaptado de Martins et al. (2012a), Santos, Nunes e Silva (2012a).

Identificam-se na Figura 4 as principais preocupações da organização após análise de algumas das principais variáveis do modelo estudadas na organização através da aplicação do questionário (i.e., attacker, action, targets, properties of information and operational effect).

Variáveis essas que tem as condições assinaladas na Figura 4 (i.e., com sublinhado) e que permitem obter alguns dos principais cenários de métodos de ataque à organização de acordo com a percepção dos seus colaboradores.

Dos resultados principais obtidos do questionário foi também possível constatar que as entidades fundamentais para o planeamento da segurança da informação são os especialistas em segurança da informação e que as principais orientações para o planeamento da segurança são principalmente a experiência dos especialistas, a avaliação informal que é feita do risco em associação com os possíveis cenários de métodos de ataque que podem ocorrer e por fim as leis, regulamentos e normas militares mandatárias. Constata-se também que é opinião dos decisores e dos colaboradores a quem foi aplicado o questionário, que esta é uma organização segura, sendo atualmente a segurança da informação um assunto é muito importante para a organização.

Entrevistas

Na terceira e última fase do Estudo de Caso, realizaram-se as entrevistas com observação simultaneamente das evidências, efetuando a triangulação das fontes de dados (i.e., documentos, questionário, entrevistas e a observação participativa). Desta análise interpretativista e qualitativa, obtiveram-se como principais resultados os indicados e desenvolvidos nos seguintes pontos:

i. Verifica-se na organização a aplicação dos princípios de segurança militar: (1) a necessidade de conhecer; (2) o mínimo privilégio; (3) a defesa em profundidade e (4) a responsabilidade, lealdade e confiança dos colaboradores da organização. É a cadeia de comando militar que é responsável por definir o que deve ou não conhecer cada colaborador, em associação com o princípio do mínimo privilégio de modo

a garantir o máximo segredo sobre a informação classificada. Por outro lado a organização procura implementar um conjunto de medidas de segurança que garantam a defesa em profundidade para os cenários de ataque que considera mais prováveis. Existe também a percepção na cadeia de comando que os colaboradores são responsáveis, leais e de confiança e a sua longa permanência em funções facilita esse conhecimento individual.

ii. A organização militar utiliza para planejar, implementar e auditar a segurança da informação um conjunto de documentação externa e interna à organização. A documentação externa são fundamentalmente as normas de segurança militar em vigor no Exército (SEGMIL 1, 1986), as normas de segurança militar da NATO e a norma ISO 27001. As principais fontes documentais internas da organização para a gestão da segurança são o SIQAS, a política de segurança de SI, o plano de emergência interno e as NEPs de segurança militar.

iii. A organização cumpre as orientações das normas de segurança militar do Exército em três grandes áreas: a segurança do pessoal, das informações e do material e instalações. A segurança das informações preocupa-se essencialmente com a segurança das matérias classificadas e com a segurança das Comunicações e Sistemas de Informação (CSI).

iv. São identificadas como principais dimensões da segurança da informação na organização, a dimensão física, à responsabilidade da SOIS, a dimensão tecnológica, a qual se foca essencialmente na segurança dos SI através da SGSis, no desenvolvimento de *software* (se possível seguro) pelo DCD e na gestão da informação geográfica, especialmente no controlo da sua integridade e versões através da SGI. A dimensão de segurança humana tem contributos da secção de pessoal (e.g., responsável pela gestão dos recursos humanos) e de um nú-

cleo de apoio ao comando, o qual possibilita identificar comportamentos “desviantes” nos colaboradores. Existe simultaneamente a preocupação com a droga e o alcoolismo na organização, de acordo com o programa para a prevenção e combate à droga e ao alcoolismo nas Forças Armadas. Finalmente a dimensão organizacional está centrada no diretor e subdiretor, na secção de logística (e.g., responsável pelas compras, manutenção de equipamentos), no gabinete da qualidade, o qual é responsável pela monitorização do SIQAS e na SGSis.

v. A não existência de requisitos de segurança da informação formalmente descritos é ultrapassada fundamentalmente pela experiência e iniciativa dos elementos responsáveis pela SGSis, da SOIS e pelas orientações da cadeia de comando. As principais preocupações da organização em termos de segurança da informação são a garantia da integridade da informação digital geográfica, a confidencialidade da informação militar classificada e a disponibilidade de informação geográfica para os diversos clientes (e.g., Exército). Embora a organização realize uma identificação e avaliação de riscos qualitativa através do gabinete de qualidade, o risco da segurança da informação não é realizado formalmente, mas é uma preocupação constante da cadeia de comando.

vi. A seleção dos controlos de segurança da informação a implementar é feita em função das capacidades do mesmo para fazer face a um método de ataque, à sua facilidade de gestão e ao valor intrínseco da informação que visa proteger (embora não esteja quantificada). Os sistemas para manipular a informação classificada são certificados pelo Gabinete Nacional de Segurança e instalados pelo Regimento de Transmissões do Exército e o manuseamento da informação classificada obedece ao que está regulamentado superiormente pelo Exército no SEGMIL 1. A organização adota procedimentos que estão definidos superiormente para os es-

tados de segurança militar, embora estes sejam essencialmente focados na segurança física da organização.

vii. Para manipular a informação classificada o colaborador necessita de credenciação. Neste processo para além da SOIS e da secção de pessoal da organização, intervém também o sub-registo do Estado Maior do Exército, que valida os dados bibliográficos do colaborador a credenciar e o Gabinete Nacional de Segurança que realiza o processo de investigação de segurança. A organização possui um manual de funções e de perfil de competências de todos os colaboradores, que orienta na formação e nas ações de sensibilização a realizar. Do estudo realizado constata-se que a organização fundamenta a sua segurança da informação em quatro dimensões principais de segurança: uma dimensão organizacional, uma dimensão física, uma dimensão humana e uma dimensão tecnológica. De seguida apresentam-se as categorias de segurança da informação obtidas da organização e que teve por base uma framework de segurança da informação para organizações militares para ambiente de Guerra de Informação desenvolvida por Martins, Santos, Nunes e Silva (2012b). Neste estudo salientam-se dois aspetos da framework, por um lado as categorias de segurança ainda não implementadas, mas que a organização reconhece serem importantes para a segurança da informação (assinaladas nas Figuras 5 a 8 com uma barra preta abaixo da designação) e por outro lado as especificidades de segurança militares que não estão atualmente referenciadas na norma internacional de gestão de segurança da informação, i.e., na ISO 27001.

Na dimensão de segurança organizacional as categorias de segurança ainda não implementadas ou de operacionalização limitada são as assinaladas na Figura 5. Verifica-se a necessidade da existência de um plano de segurança da informação, que integre toda a documentação

dispersa relativa à segurança militar nas diversas dimensões; a inexistência de um modelo que permita à organização identificar possíveis cenários de incidentes de segurança da informação (i.e., identificação e avaliação do risco de segurança da informação) de forma a poder planejar e integrar os diversos controlos de segurança das diversas dimensões; a necessidade de formalizar os critérios de aceitação do risco; a importância de obter informação do escalão superior relativa a possíveis incidentes de segurança da informação e medidas integradas a aplicar; o não possuir um processo de gestão de segurança da informação transversal a todos os processos de negócio da organização e por fim não possuir atualmente competências internas que lhe permita executar a análise forense computacional, necessitando do apoio do escalão superior militar na área da ciência computacional forense.

O Estudo de Caso permitiu identificar aspetos diferenciadores das organizações militares nesta dimensão e que não estão referenciados na ISO 27001, como sejam a importância dos valores militares (e.g., lealdade, responsabilidade, confiança) como contributos não quantificáveis para a segurança da informação. Um aspeto também fundamental a considerar é a obrigatoriedade de cumprir as normas de segurança militares e a aplicação dos princípios da segurança militar.

Nas U/E/O militares o escalão superior realiza auditorias de verificação do estado operacional e informa também da necessidade de alterar o estado de segurança da organização, pese embora as medidas de segurança na dimensão tecnológica sejam reduzidas ou praticamente inexistentes.

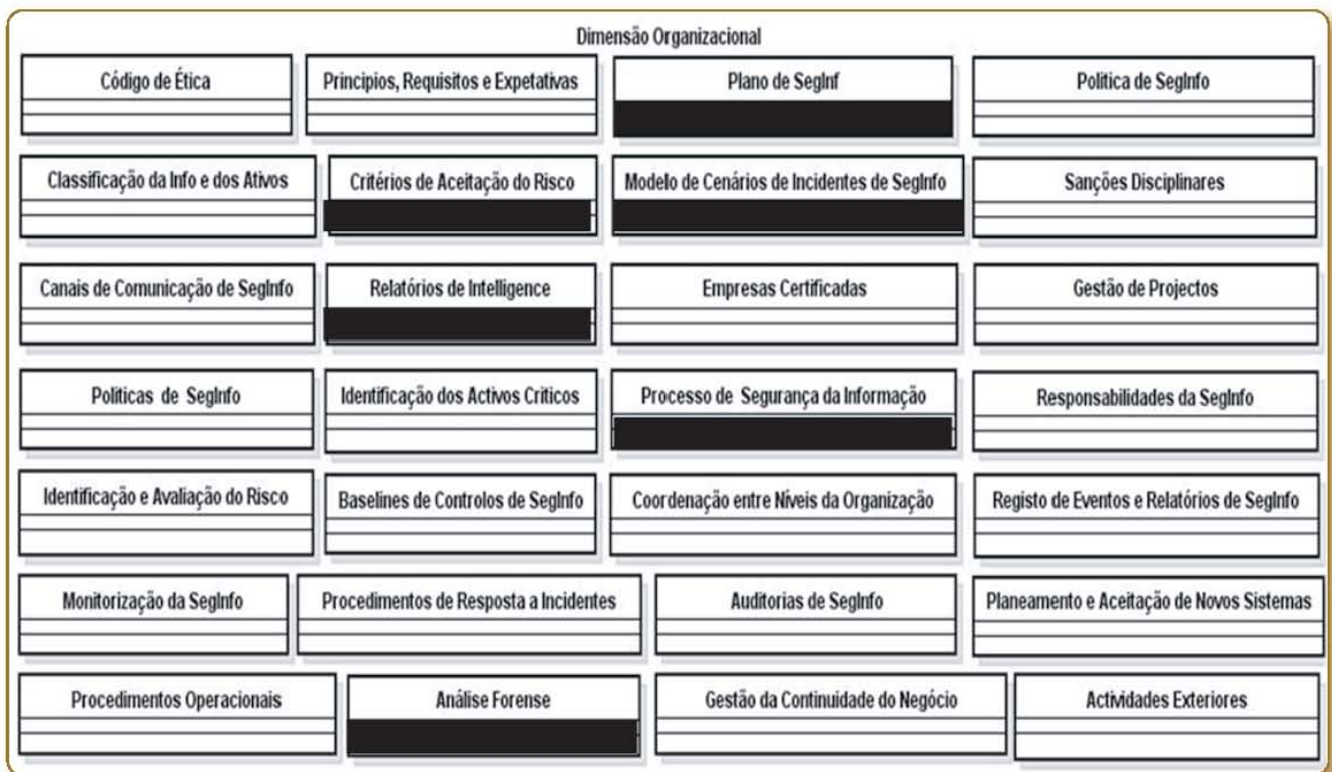


Figura 5 - Categorias da Dimensão Organizacional da Segurança da Informação

Fonte - adaptado de Martins et al. (2012b)

Por outro lado a organização executa auditorias planeadas de acordo com o seu SIQAS e inopinadas como foco na segurança da informação. A organização procura integrar a segurança da informação no SIQAS que tem implementado, tendo como principal responsável pela coordenação da gestão da segurança da informação o diretor. A organização considera importante a definição de *baselines* de controlos de segurança a implementar, devendo estas *baselines* estar de acordo com as melhores práticas (daí a utilização da ISO 27001, para além das normas de segurança militares) e com as lições apreendidas, como base de conhecimento de segurança da informação para as U/E/O militares.

No entanto, o aspeto essencial identificado é a importância da cadeia de comando no estabelecer do tipo de acesso à informação pelos colaboradores, i.e., estabelece quem tem privilégios para aceder e manipular a informação da organização. Simultaneamente garante a aplicação de medidas de coordenação entre os

diversos níveis da organização (e.g., reuniões semanais e informação descendente, diretiva de planeamento anual). No caso da informação militar classificada esta é gerida pela SOIS em ligação direta ao diretor da organização (i.e., chefe militar), reduzindo deste modo os intervenientes no processo e no acesso à informação.

As categorias de segurança da dimensão Física são as identificadas na Figura 6, onde se observa que esta dimensão da segurança é aquela que mais categorias de segurança tem operacionalizado atualmente na organização. As principais especificidades da organização militar nesta dimensão são a existência de pessoal de segurança militar armado e municiado de forma a poder atuar pela utilização da força física face a um adversário. Existe a obrigatoriedade nas organizações militares da classificação de segurança das áreas físicas, de ter um plano de segurança e um plano de emergência interno.

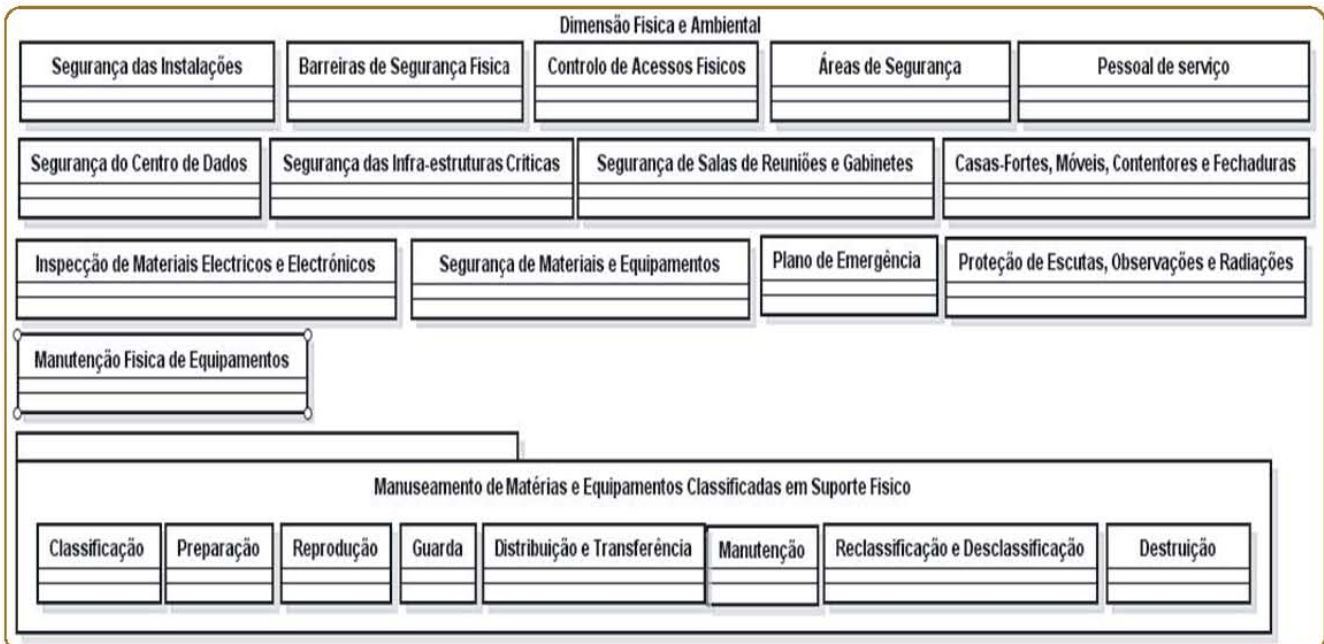


Figura 6 - Categorias da Dimensão Física da Segurança da Informação

Fonte - adaptado de Martins et al. (2012b)



Figura 7 - Categorias da Dimensão Humana da Segurança da Informação

Fonte - Martins et al. (2012b)

Outro aspeto fundamental é a necessidade de realizar inspeções a materiais elétricos e eletrónicos antes da realização de reuniões em que a informação partilhada seja classificada e possa por em risco o cumprimento da missão do Exército. Existe também a preocupação com a proteção das emissões de radiações eletromagnéticas de equipamentos, em especial do sistema que permite trocar informação classificada entre U/E/O militares e com o manuseamento de materiais e equipamentos classificados em suporte físico (e.g. papel, fotografia analógica).

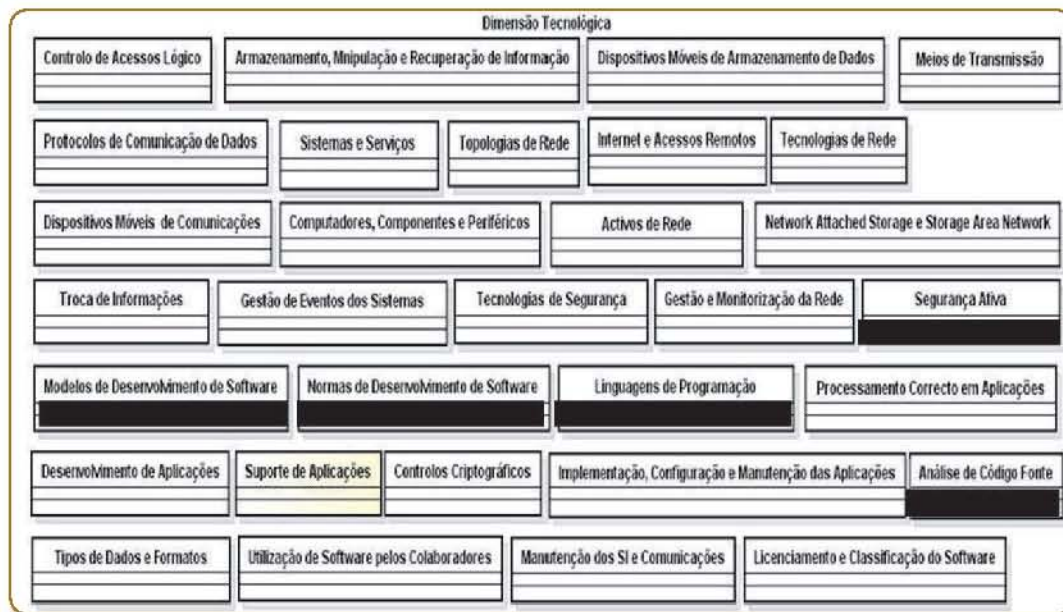
Na dimensão de segurança Humana as categorias de segurança ainda não implementadas ou de operacionalização limitada são as assinaladas na Figura 7. A categoria atualmente menos operacionalizada é a que tem preocupações com o comportamento dos colaboradores em público, com o contato com as autoridades públicas e com os meios de comunicação social, onde também se incluem as redes sociais. Nesta organização apenas o diretor está autorizado a contactar os meios de comunicação social e não está autorizada a ter página oficial nas redes sociais (e.g., *Facebook*).

Nesta dimensão as principais especificidades passam pela existência de um processo de credenciação obrigatório para todos os colaboradores que manipulem informação classificada, pelo fornecimento de um manual de acolhi-

mento a todos os colaboradores, o qual permite integrar e esclarecer os novos colaboradores de diversos aspetos de funcionamento interno da organização, entre os quais a segurança da informação. Existe um núcleo de apoio ao comando, o qual permite detetar comportamentos “desviantes” dos colaboradores, existindo na organização uma preocupação permanente com os aspetos relacionados com o alcoolismo e com o consumo de drogas pelos colaboradores.

Dois aspetos importantes a salientar, que são particulares da organização e que contribuem para a segurança da informação, são o manual de funções da organização e do perfil de competências dos colaboradores, os quais permitem que cada colaborador tenha permanentemente atualizadas as suas competências de acordo com as funções que está a desempenhar. Um aspeto também essencial é a preocupação com a segurança de todos os colaboradores, inclusive a organização é certificada na higiene e segurança do trabalho (i.e., na NP ISO 18001:2007). Existe também uma preocupação em realizar um briefing diário para garantir que o pessoal militar que faz serviço tenha clara noção das suas responsabilidades e dos procedimentos a realizar em caso de ocorrência de um incidente de segurança.

As categorias de segurança na dimensão Tecnológica não implementadas ou de operacionalização limitada são as assinaladas na Figura 8.



■ Figura 8 - Categorias da Dimensão Tecnológica da Segurança da Informação
 Fonte - Martins et al. (2012b)

Atualmente as categorias menos operacionalizadas são as que tem a ver com a segurança do desenvolvimento interno de software, pois a sua preocupação está focada no desenvolver aplicações focadas no apoio ao cliente interno no mais curto espaço de tempo. Uma outra limitação é a diminuta capacidade de realizar testes de penetração com suporte em competências internas da organização, mas prevê-se formação avançada nesta categoria a curto e médio prazo.

Nesta dimensão sobressai a especificidade do sistema de transmissão de informação classificada entre U/E/O militares implementado e é aquela em que a organização mais se apoia em normas internacionais de segurança da informação para implementar controlos e métricas de segurança (e.g., a norma ISO 27001 e os controlos críticos para uma efetiva ciberdefesa recomendados pelo SANS Institute). É também nesta dimensão da segurança que existe a percepção que a segurança passiva não é suficiente para garantir a segurança da informação, mas

que se devia considerar simultaneamente a segurança ativa realizada através da execução de metodologias de testes de penetração (Wilhelm, 2010).

A organização militar suporta a gestão da segurança da informação fundamentalmente na *framework* obtida do Estudo de Caso realizado e que se apresenta na Figura 9. Pode-se constatar que a organização militar foca-se na missão, i.e., nos requisitos operacionais, no estudo do adversário, do ambiente interno da organização onde este poderá atuar e procura estar de acordo com a doutrina, a legislação, os regulamentos militares. A abordagem de segurança é prioritariamente centrada nas modalidades de ação de um adversário e procura a melhor conjunção de controlos da segurança organizacionais, físicos, humanos e tecnológicos para fazer face às prováveis modalidades de ação, i.e., métodos de ataque de um adversário.



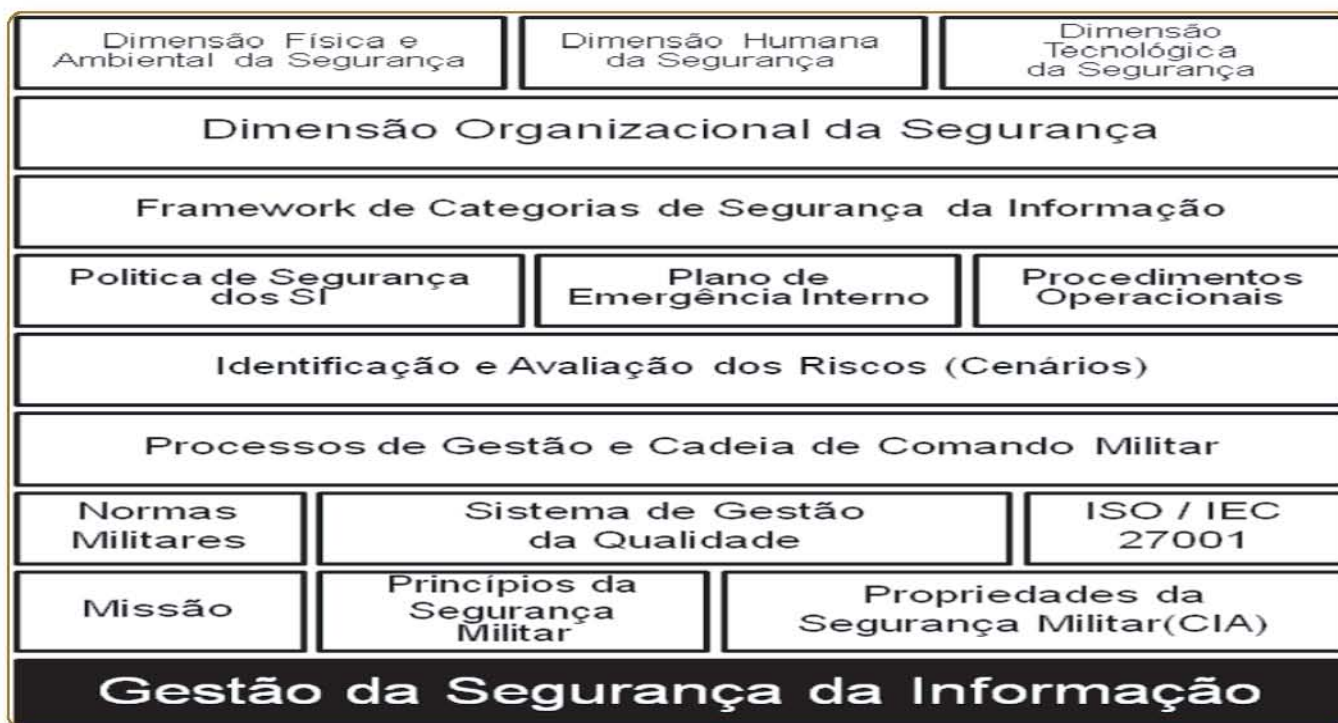


Figura 9 - Framework de Segurança da Informação da Organização Militar

Constata-se na *framework* (Figura 9), obtida tendo por base a realização das três fases do Estudo de Caso, que os controlos de segurança da informação integram-se nas principais categorias de controlos de segurança das dimensões Organizacional, Física, Humana e Tecnológica. Tendo o IGeoE especial preocupação com a monitorização, a atribuição das responsabilidades aos colaboradores e centrada a sua gestão na cadeia de comando e no princípio da guerra referenciado na doutrina militar como Unidade de Comando. Para além disso é permanente preocupação da organização cumprir as normas militares de segurança, mas complementar as mesmas com normas e boas práticas internacionais de Gestão de Segurança da Informação e de Sistemas de Informação.

Conclusões

Este estudo revela que: (1) a segurança da informação dentro da organização militar é construída com base em vetores de ataque físico e humano, e da infraestrutura que suporta o fluxo de informações na organização ou seja, Sistemas de Informação; (2) que os controlos de segurança da informação aplicados na organização militar estão incluídos na ISO 27001; (3) que o planeamento e a seleção de controlos de segurança da informação aplicados é realizado pelos decisores e especialistas em segurança da informação, com a principal preocupação de garantir a integridade e confidencialidade da informação digital.

O planeamento e a tomada de decisão no domínio da segurança da informação no IGeoE fundamenta-se essencialmente em inferir conhecimento com base em analogias resultantes da experiência e da formação (i.e., lições aprendidas) dos especialistas, ou seja, procuram seleccionar e recuperar casos passados de incidentes de segurança da informação que se assemelham às situações em estudo e na sua posterior adaptação, de modo a garantir a melhor combinação de categorias de controlos de segurança da informação para proteção da informação.

O estudo revela simultaneamente que a excelência dos seus processos de negócio e a competência técnica dos seus quadros permitem que o IGeoE possa a curto e médio prazo, se assim o desejar, implementar um Sistema de Gestão de Segurança da Informação de acordo com as melhores práticas internacionais.

Referências Bibliográficas

- ISO / IEC 27001 (2005). *Information technology-Security techniques-Information Security Management Systems-Requirements*.
- Martins, J., Santos, H., Nunes, P., & Silva, R. (2012a). *Information Security Model to Military Organizations in Environment of Information Warfare. Paper presented at the 11th European Conference on Information Warfare and Security, Laval, France.*
- Martins, J., Santos, H., Nunes, P., & Silva, R. (2012b). *Framework de Gestão de Segurança da Informação para Organizações Militares Orientada pelos Principais Vetores de Ataque, Conferência Anual da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal, 7 de setembro.*
- RAD 280-1 (2003). *Segurança da Informação Armazenada, Processada ou Transmitida nos Sistemas de Informação e Comunicação do Exército (Reservado). Ministério da Defesa Nacional, Exército Português, Estado-maior do Exército, Portugal.*
- RAD 280-2 (2005). *Orientação Gerais de Segurança para os Sistemas de Informação e Comunicação do Exército (Reservado). Ministério da Defesa Nacional, Exército Português, Estado-maior do Exército, Portugal.*
- RAD - 95 (2008). *Regulamento para a Inspeção no Exército (Reservado). Ministério da Defesa Nacional, Exército Português, Estado-maior do Exército, Portugal.*
- Remenyi, Dan and Money, Arthur (2004). *Research Supervision: For Supervisors and Their Students, Academic Conferences Ltd.*
- SANS – CSCCD 4.0 (2013). *Twenty Critical Security Controls (Version 4.0). Retrieved from the Web March 1, 2013, <http://www.sans.org/critical-security-controls/>.*
- SEGMIL 1 (1986). *Instruções para a Segurança Militar, Salvaguarda e Defesa de Matérias Classificadas (Reservado). EMGFA, Portugal.*
- Waltz, E. (1998). *Information Warfare: Principles and Operations, Artech House.*
- Wilhelm, Thomas (2010). *Professional Penetration Testing. Syngress.*

A Cartografia Militar no

Ordenamento do Território

João Rosado

SAj Inf "Cmd"

rosado.jvc@mail.exercito.pt

O conceito de Ordenamento do Território, não é consensual, constituindo-se como um conceito muito abrangente e dependente da perspetiva de análise. A sua definição e conceptualização tem como base, o campo teórico subjacente à análise em concreto, assim: segundo Campos (2010), (...) *o Ordenamento do Território é simultaneamente uma política pública, um instrumento e uma técnica que tem por objeto, regular a organização espacial das atividades humanas e a utilização do território como bem coletivo, através da ponderação e compatibilização dos interesses que nele se exprimem, numa ótica de proteção e valorização sustentável dos recursos territoriais a médio e longo prazo.*

Neste caso em concreto, vamos analisar o Ordenamento do Território, na perspetiva de uma política pública, que constitui uma tarefa fundamental do Estado como está definido na alínea b), do nº 2 do artigo 66º, da Constituição da Republica, através da relação do Sistema de Gestão Territorial (SGT) e a cartografia militar, como cartografia base topográfica.

O Ordenamento do Território

O Ordenamento do Território, em Portugal enquanto política pública, está definido através da Lei de Bases das Políticas de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LB POTU), Lei nº 48/98, alterada pela Lei nº 54/2007, que define e integra as ações promovidas pela Administração Pública, tendo como objetivo assegurar uma adequada organização e utilização do território nacional, numa perspetiva de valorização e tendo como finalidade o desenvolvimento económico, social e cultural integrado, harmonioso e sustentável do País, das diferentes regiões e aglomerados urbanos (artº 1º).

O Ordenamento do Território poderá ter tido origem (...) há milhares de anos, como o resultado de uma necessidade de adequação das comunidades ao espaço terrestre disponível (Gaspar, in Ferrão, J. (2011). Esta adequação surge a partir do momento em que as primeiras comunidades humanas se tornam sedentárias com o aparecimento da agricultura.

A ocupação do espaço tinha em conta duas vertentes fundamentais: a existência de recursos naturais i.e. água e terra arável e que permitisse segurança contra ameaças de outros competidores pelos recursos e segurança contra riscos naturais i.e. cheias ou deslizamentos.

O desenvolvimento desta política pretende “assegurar o aproveitamento racional dos recursos naturais e preservar o equilíbrio ambiental”, “assegurar a defesa e valorização do património cultural e natural”, “promover a qualidade de vida e assegurar condições favoráveis ao desenvolvimento das atividades económicas, sociais” e “salvaguardar e valorizar as potencialidades do espaço rural, contendo a desertificação e incentivando a criação de oportunidades de emprego (Artº 3º).

Para implementar as políticas de ordenamento do território e de urbanismo, este assenta num sistema de gestão territorial (SGT), Decreto-Lei nº. 380/99, alterado pelo Decreto-Lei nº. 316/2007, na redação atual e pelo Decreto-Lei n.º 46/2009, estabelece o regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial que se organiza, num quadro de interação coordenada, em três âmbitos: o âmbito nacional; o âmbito regional e o âmbito municipal, conforme o gráfico 1.

Sistema de Gestão Territorial

Âmbito nacional: define um quadro estratégico para o ordenamento do espaço nacional; estabelece as diretrizes a considerar no ordenamento regional e municipal; estabelece a compatibilização entre os diversos instrumentos de política sectorial com incidência territorial; define, quando necessário, os instrumentos de natureza especial, através de um conjunto de instrumentos: O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT); Planos sectoriais com incidência territorial (PSect); Planos especiais de ordenamento do território (PEOT).

O PNPOT traduz as opções políticas que estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional, consubstancia o quadro de referência a considerar na elaboração dos demais instrumentos de gestão territorial e constitui um instrumento de cooperação com os demais Estados membros para a organização do território da União Europeia.

Os PSect são instrumentos de programação ou de concretização das diversas políticas com incidência na organização do território. Os planos, programas e estratégias de desenvolvimento respeitantes aos diversos sectores da administração central, nomeadamente nos domínios dos transportes, das comunicações, da energia e dos recursos geológicos, da educação e da formação, da cultura, da saúde, da habitação, do turismo, da agricultura, do comércio, da indústria, das florestas e do ambiente, tais como Plano Rodoviário Nacional (PRN) ou o Plano Regional de Ordenamento Florestal (PROFs).

Os PEOT são instrumentos de natureza regulamentar elaborados pela administração central, e constituem um meio supletivo de intervenção do Governo, tendo em vista a prossecução de objetivos de interesse nacional com repercussão espacial, estabelecendo regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais e assegurando a permanência dos sistemas indispensáveis à utilização sustentável do território, que se traduzem em planos de ordenamento de áreas protegidas (POAP), os planos de ordenamento de albufeiras de águas públicas (POAAP), os planos de ordenamento da orla costeira (POOC) e os planos de ordenamento dos estuários (POE), estes nunca implementados.

Âmbito Regional: define o quadro estratégico para o ordenamento do espaço regional em estreita articulação com as políticas nacionais de desenvolvimento económico e social; estabelece as diretrizes orientadoras do ordenamento municipal, concretizado através dos planos regionais de ordenamento do território, mais conhecidos pelos PROT. Os PROT estão distribuídos pelas seguintes áreas geográficas: Norte (PROTNorte), Centro (PROTCentro), Lisboa e Vale do Tejo, dividido entre PROT Oeste e Vale do Tejo (PROT-OVT) e o PROT-Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML), o Alentejo (PROT-Alentejo) e Algarve (PROTAL).



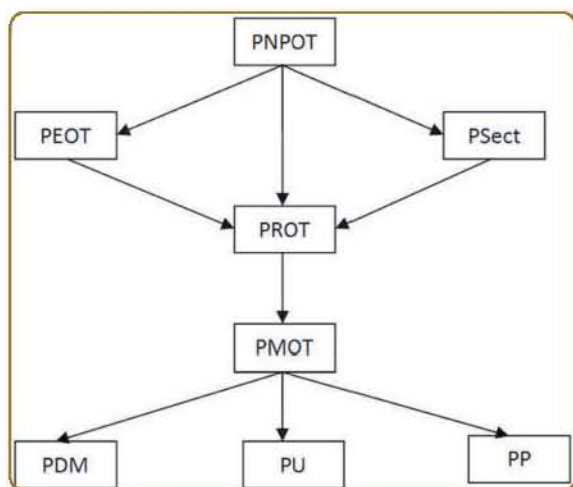
Âmbito municipal: estabelecem o regime de uso do solo, definindo modelos de evolução previsível da ocupação humana e da organização de redes e sistemas urbanos e, na escala adequada, parâmetros de aproveitamento do solo e de garantia da qualidade ambiental, concretizado através dos seguintes instrumentos:

Planos intermunicipais de ordenamento do território (PIMOT), implica que vários municípios se juntem e decidem fazer em conjunto, um (PMOT);

Planos municipais de ordenamento do território (PMOT), compreendendo os planos diretores municipais (PDM), os planos de urbanização (PU) e os planos de pormenor (PP), não sendo obrigatórios os PU e PP.

Nos PMOTs estão traduzidos todos os planos de nível superior, como os PROTs, os P Sect, PEOTs e por fim o PNPOT.

O regime de uso do solo é definido nos PMOTs através da classificação e da qualificação do solo, assentando na distinção fundamental entre solo rural e solo urbano, sendo representado através das plantas de Ordenamento.



■ Gráfico 1 - Níveis de interação coordenada do SGT

O conteúdo documental do PDM é o Regulamento, a planta de Ordenamento e a planta de condicionantes;

As plantas de Ordenamento e Condicionantes, consideradas como peças gráficas, são elaboradas a partir da carta base a carta topográfica, obtida a partir da cartografia de referência por seleção dos temas relevantes para a elaboração do plano, que serve de fundo à representação da informação da gestão territorial e à elaboração das peças gráficas que integram os instrumentos de gestão territorial, (Decreto Regulamentar n.º 10/2009).

As plantas de Ordenamento representam o modelo de organização espacial do território municipal, enquanto as plantas de condicionantes identificam as servidões administrativas e restrições de utilidade pública.

Entende-se por Servidão Administrativa o encargo imposto sobre um imóvel em benefício de uma coisa, por virtude da utilidade pública desta, (in, Servidões e Restrições de Utilidade Pública). Como Restrições de Utilidade Pública deve entender-se toda e qualquer limitação sobre o uso, ocupação e transformação do solo que impede o proprietário de beneficiar do seu direito de propriedade pleno, sem depender de qualquer ato administrativo uma vez que decorre diretamente da lei, (in, Servidões e Restrições de Utilidade Pública).

A Cartografia militar (1:25 000)

A missão do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), consiste em prover com informação geográfica o Exército, os outros ramos das Forças Armadas e a comunidade civil, assegurando a execução de atividades relacionadas com a ciência geográfica, a técnica cartográfica e a promoção e desenvolvimento de ações de investigação científica e tecnológica, no domínio do apoio geográfico e da geomática.

A produção de cartografia oficial (topográfica) é uma responsabilidade do Estado, que de acordo com a lei 193/95 de 28 de julho, o IGeoE é uma entidade com competências de produção de Cartografia Topográfica Oficial, que se traduz na Carta Militar de Portugal, 1:25 000, série M888, com 633 folhas, que cobre a totalidade do território do continente, com as series P821, cobre o arquipélago da Madeira, com 15 folhas e a série M889 cobre o arquipélago dos Açores, com 35 folhas.

gica (consistência de domínio, formato e topológica) entre as folhas que compõem a carta.

Para além da representação da morfologia do terreno, (através de curvas de nível e pontos cotados), estão também representados as redes hidrográficas de todas as bacias hidrográficas, com todos os reservatórios superficiais de água i.e. lagoas e albufeiras, características essas que permitem selecionar o regime de uso do solo, a representar na planta de ordenamento.

Serviços Administrativos e Restrições de Utilidade Pública ¹	Objetos Representados pela Carta Militar 1:25 000 ²
Domínio Público Hídrico Lei 58/2005	Curso de água; Linha de água de 1ª Ordem; Linha de água de 2ª Ordem Linha de água de 3ª Ordem; Linha de água de 4ª Ordem; Linha de costa; Mar
Albufeiras de Águas Públicas DL 107/2009	Albufeira; Lago/Lagoa
Captações de Águas Subterrâneas para Abastecimento Público DL 382/99; DL 226-A/2007; Lei 58/2005;	Chafariz/Fonte; Estação de Captação de água; Nascente; Poço
Águas de Nascente DL 90/90; DL 86/90	Furo artesiano
Águas Minerais Naturais DL 90/90, DL 84/90	Termas
Pedreiras DL 270/2001, rep. DL 340/2007; DL 90/90	Areiro; Pedreira; Saibreira
Edifícios Públicos e outras construção de Interesse Público DL 40388/55; Despacho 932/2010; DL 108/94	Barragem, Dique, Represa, Hospitais, Administrativas, Religiosas, Quartéis, Pontes, Barragens
Edifícios Escolares DL 80/2010	Estabelecimento do ensino básico, Secundário e Superior/Politécnico;
Estabelecimentos Prisionais e Tutelares de Menores DL 265/71	Estabelecimento Prisional;
Defesa Nacional Lei 2078/55; DL 45.985/64	Instalação Militar
Rede Elétrica DL 29/2006	Central elétrica, Linha de alta tensão aérea, Linha de alta tensão subterrânea; Postos de Transformação; Subestação;
Gasodutos e Oleodutos DL 374/89, alterado e republicado DL 374/89; DL 152/94; DL 232/90	Central de Distribuição de Gás; Conduta à superfície; Conduta elevada; Conduta Subterrânea; Depósitos de Combustível;
Rede Rodoviária Nacional e Rede Rodoviária Regional DL 222/98, alterado pela Lei 98/99 e pelo DL 182/2003	Auto Estrada; Estrada com 7 m, ou mais, de faixa de rodagem; Estrada com menos de 7 m de faixa de rodagem; Estrada com Separador
Estradas e Caminhos Municipais DL 222/98; DL 13/71	Acesso auto, Arruamento, Caminho carreteiro
Rede Ferroviária DL 276/2003	Rede ferroviária, Linha de elétrico, Linha de metro
Aerportos e Aeródromos DL 45 987/64	Aeródromos, Aeroporto, Heliporto
Telecomunicações DL 597/73; DL 215/87	Antena; Centro de Comunicações;
Faróis e outros Sinais Marítimos DL 594/73	Farol; Rádio Farol
Marcos Geodésicos DL 143/82	Vértice Geodésico de 1ª Ordem, 2ª Ordem, 3ª Ordem, Vértice Geodésico em Edifício e Vértice Geodésico Fundamental

■ Tabela 1 - Relação dos objetos geográficos da carta militar 1:25 000, com as serviços e restrições de utilidade pública

Por cartografia topográfica entende-se como uma cartografia de finalidade múltipla representando, na forma analógica ou digital, os acidentes naturais e artificiais, de acordo com a escala de representação (DL 202/2007).

A carta militar, 1:25 000, apresenta um conjunto de características que para além da exatidão posicional de todas as entidades geográficas representadas, apresenta uma consistência Ló-

A carta de condicionantes representa as serviços e restrições de utilidade pública, definidas em diplomas legais próprios, que a cartografia de base (carta militar 1:25 000), já inclui como objetos geográficos, conforme a tabela 1.

Serviço e Restrição de Utilidade Pública, DGOTDU¹

Proposta de Catálogo de Objetos, IGeoE² ➔

¹ Serviços e Restrições de Utilidade Pública, DGOTDU, 2011;

² Proposta de Catálogo de Objectos, 2003, IGeoE, (documento não publicado);

Conclusão

A utilização de cartografia militar, como cartografia topográfica para apoio à realização das peças gráficas dos Planos Municipais de Ordenamento Territorial, tem sido um facto que demonstra as características técnicas como a precisão posicional e a riqueza temática dos diferentes objetos representados. Outro fator diferenciador desta cartografia, é coerência topológica e temática entre as folhas contíguas, o que permite aos diferentes municípios acertar nos modelos de evolução previsível da ocupação humana e da organização de redes e sistemas urbanos, nas áreas de transição intra-concelhos.

A representação de todo o território nacional, com uma escala 1:25 000, mantendo um nível de generalização uniforme, uma consistência de domínio, formato e topológica, constitui um conjunto de vantagens, relativamente a cartografias avulsas produzidas com o único propósito de constituírem peças gráficas de planos de ordenamento.

O fator menos favorável da cartografia militar é a representação de áreas metropolitanas, em que a densidade de objetos torna a legibilidade das cartas um pouco difícil.

Referências Bibliográficas

- CAMPOS, V. (2010), «Nota de Apresentação» in Livro de Actas Os Dez Anos da Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo. Génese e Evolução do sistema de Gestão Territorial 1998-2008. AD URBEM;
- Ferrão, J. (2011) O Ordenamento do Território como Política Pública, FCG;
- Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de setembro, D.R. nº 222, Série I-A;
- Decreto-Lei nº 193/95, de 28 de julho, D.R. nº 173, Série I-A;
- Decreto-Lei nº 316/2007, de 19 de setembro, D.R. nº 181, Série I;
- Decreto-Lei nº 46/2009, de 20 de fevereiro, D.R. nº 36, Série I;
- Decreto-Lei nº 202/2007 de 25 de maio, D.R. nº101, Série I;
- Decreto Regulamentar nº 10/2009 de 29 de maio, D.R. nº 104, Série I;
- Lei nº. 48/98, de 11 de agosto, D.R. nº 184, Série I-A;
- Lei nº 54/2007, de 31 de agosto, D.R. nº 168, Série I;
- Constituição da República Portuguesa, <http://www.parlamento.pt/Legislacao/Paginas/ConstituicaoRepublica-Portuguesa.aspx>
Consultada em 22/04/2013.

Carta Geológica da Madeira escala 50k

Luís Ferreira

Alf Eng Geógrafo

Após anos de desenvolvimento, o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) elaborou um processo automático que transforma as cartas militares de formato vetorial para raster, com simbologia, cor e hierarquia de elementos, de forma a obter cartografia impressa de elevada qualidade. Torna-se assim especialista em arte final no que toca à cartografia impressa. Este processo permite que todos os elementos que constituem a carta sejam manipuláveis na sua saída, sem alterar o vetor original.

A montagem do processo tem vantagem, na medida em que uma vez concluído, qualquer carta militar pode passar pela transformação vetor-raster no espaço de poucos minutos. Isto requer que a carta faça parte de um cartograma e escala pré-definidos.

Fomos então confrontados com o desafio de elaborar uma carta da Madeira com informação geológica à escala 1:50 000, o que nunca tinha sido feito. O objetivo do projeto era então, a partir de informação vetorial desconhecida ao instituto, produzir uma carta para impressão com toda a informação marginal ainda também por fazer.

Introdução

A cartografia, quando para consulta visual, normalmente compreendida como cartografia de impressão, deve ser tratada com especial atenção à sua composição. Com isto quer-se dizer que a hierarquia de informação, cor, espessura, simbologia, passa a ter como prioridade o grafismo e design da informação. As propriedades que permitem a análise de informação geográfica em forma de Sistema de Informação Geográfica (SIG) perdem-se, pois a informação é editada de forma a ser de fácil leitura para o utilizador.

Partindo do princípio que toda a aquisição de nova informação geográfica se encontra em formato vetorial, um processo de rasterização que consiga manipular todos os elementos individualmente, é fundamental para a elaboração de uma carta impressa.

Preparação da Base e Dados Geológicos

Antes de avançarmos para a arte final elaborada pelo IGeoE, vamos perceber o trabalho até então desenvolvido.

O processo de levantamento geológico no terreno foi concretizado ao longo de vários anos pelo Prof. António Brum, Professor Auxiliar do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Utilizando uma base cartográfica à escala 1:10 000, fonte da Secretaria Regional do Ambiente, toda a ilha teve que ser observada e estudada. Quando falamos de um levantamento geológico, o trabalho de campo é bastante lento devido aos testes e amostras que têm de ser feitos. Todos os dados geológicos obtidos foram representados na própria carta em formato papel.



Como o objetivo era obter uma carta à escala 1:50 000, foi feita uma generalização da informação geológica não automatizada e desenhada à mão nas próprias cartas, mais uma vez fornecidas pela Secretaria Regional do Ambiente. Esta generalização teve por base critérios que não serão descritos neste artigo, pois o objetivo não é explicar conceitos geológicos, mas termos uma ideia do trabalho envolvido. Concluída a generalização, digitalizaram-se as cartas e uma vez feita a sua georreferenciação, procedeu-se à vetorização de toda a informação geológica. Todos os critérios para a construção de um SIG estavam preenchidos. Queria-se contudo obter uma carta impressa, o que se percebeu ser uma tarefa complicada de executar diretamente do *Geomedia*. Só a partir de este ponto é que o IGeoE passou a ter influência no trabalho até então realizado pelo Professor.

Qualquer carta impressa terá que passar por um processo de edição que permita a sua fácil leitura sem descuidar o rigor da informação. Para tal, o IGeoE utiliza como ferramenta de trabalho *software* CAD (*Computer Aided Design* / desenho assistido por computador), o *Microstation*. O maior problema revela-se na passagem de informação *Geomedia-Microstation*, o que não só juntou informação destinta como perdeu outra. Entre outros erros associados à conversão de informação, a única maneira de resolver o problema era validar toda a informação em ambas as plataformas e verificar que não havia de facto perda da mesma. Esta validação supunha a associação de cada polígono a informação alfanumérica, o que já concluído na plataforma *Geomedia*, se tornava um trabalho difícil no *Microstation*, visto este não ter ligação alguma a base de dados. Todos os elementos geológicos teriam que estar associados ao vetor numa tabela independente que descrevesse as propriedades do vetor, são estes o nível, a cor, a espessura e o estilo.

Apesar de a carta ter como objetivo a leitura da constituição geológica da ilha, é necessário estabelecer uma base de informação cartográfica para que essa leitura seja facilitada com elementos de referência. Esses elementos são: limites da ilha, curvas de nível com espaçamento de 20 m, vias rápidas e estradas principais, estradas secundárias, túneis, área urbana, toponímia de locais, rios, linhas de água e vértices geodésicos.

Como estes elementos foram retirados do vetor das cartas militares à escala 25k, foi necessário fazer uma seleção prévia e juntá-los num único ficheiro, visto a ilha da madeira ser composta por nove folhas. Todos os elementos teriam que ter simbologia nova, pois estamos a lidar com uma escala diferente, o que ajudava juntar essa informação à informação geológica já validada.

De modo a facilitar a manipulação da informação e visto o *software Microstation* ter um número limitado de níveis, decidiu-se separar os elementos em três ficheiros principais, elementos que saem a preto, padrões e informação restante. Isto não significa que não haja elementos no ficheiro de padrões que saiam a preto e que não haja elementos no ficheiro de preto que sejam padrões.

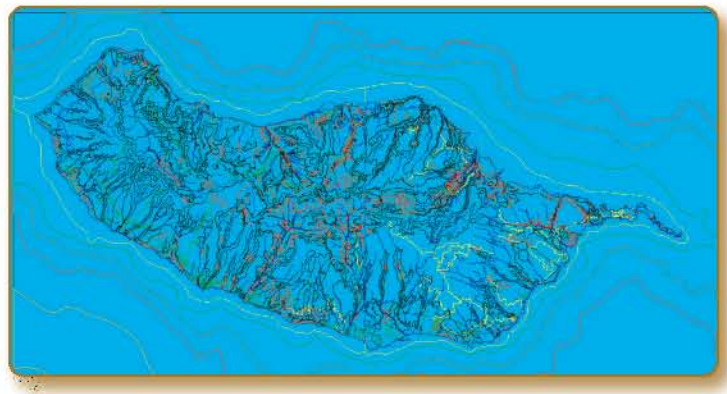


Figura 1 - Ficheiro vetorial constituído por polígonos geológicos

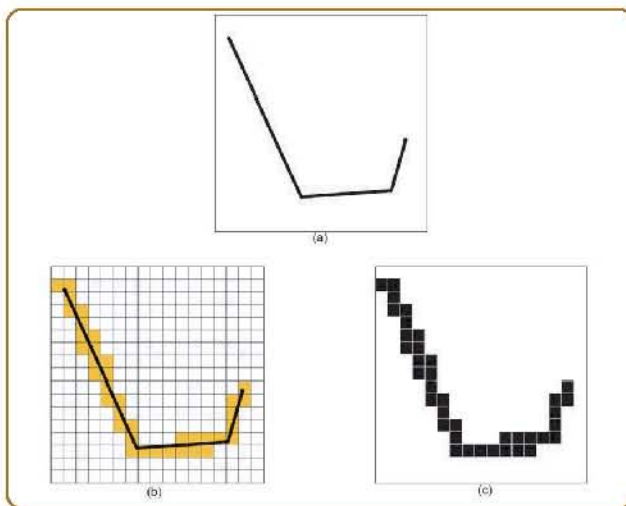
Qual será então o critério de seleção? Se um padrão é exclusivamente da cor preta, este deve estar no ficheiro de padrões, caso seja composto por duas cores (preto e outra), deverá estar separado nos dois ficheiros, respetivamente.

O que obtemos no final é então três ficheiros que contêm informação geográfica de base extraída da carta militar, polígonos e outros elementos geológicos, informação marginal, tal como coordenadas, legendas, cortes geológicos e coluna lito estratigráfica. (Figura 1)

O próximo passo neste projeto será então preparar um processo de rasterização que permita obter ficheiros preparados para impressão numa gráfica.

Processo de Rasterização

De modo a podermos compreender melhor o trabalho desenvolvido pelo IGeoE convém explicar sucintamente o método de rasterização e os programas que nele estão envolvidos.



■ Figura 2 - Processo de criação de ficheiros rle. (a) Vetor, (b) Matriz de píxeis, (c) Ficheiro rle resultante

Criação de rle (run length encoded file):

Um ficheiro rle é fundamentalmente um ficheiro binário, resultante de uma rasterização de um dado elemento vetorial, que nos dá a informação como uma imagem *raster* com propriedades de fácil manipulação. (figura 2)

Este processo utiliza o *software* IPLOT, que permite uma pré-escolha da área envolvida, do vetor a ser rasterizado e da sua saída. Ou seja, é importante que o elemento vetorial tenha propriedades bem conhecidas, nomeadamente as propriedades possíveis de destacar um elemento do outro. São essas o nível, a cor, a espessura e o estilo de linha.

A combinação destas quatro propriedades permite agarrar informação específica e com a introdução de um ficheiro *Pentable*, que é no fundo um ficheiro de texto *ASCII* que permite manipular a seleção de elementos e a sua saída. (figura 3)

O resultado intermédio que vamos obter são vários ficheiros binários, formato matriz, em que cada célula (pixel) tem o valor 0 ou 1.

A quantidade de elementos que vamos ter, depende da quantidade de diversidade de informação necessária, para que possamos organizar o ficheiro vetorial com as propriedades descritas anteriormente em cada elemento. Estes ficheiros passam a ser lidos por outro *software*, nomeadamente o *MapPublisher*. Este permite juntar todos esses ficheiros num único com critérios de hierarquia e operações lógicas entre eles.

É também neste *software* que são escolhidas as cores e construídas algumas simbologias. Podemos usar como exemplo de simbologia o caso de algumas estradas que são constituídas por mais que uma cor. Como é óbvio o elemento ve-

torial de uma estrada é representado por uma única linha. Como tal, para obtermos uma estrada graficamente de fácil leitura, teremos que representá-la, em alguns casos, com mais que uma cor. Isto é possível utilizando exatamente

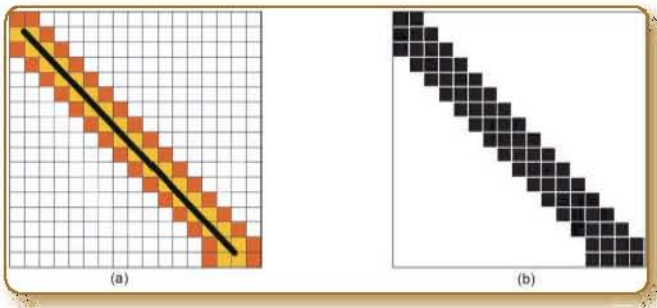


Figura 3 - Exemplo de resultado da Pentable.
(a) Espessura aumentada em 1 pixel, (b) rle resultante

o mesmo elemento vetorial e rasterizá-lo tantas vezes quantas cores o compõem. No caso da imagem abaixo (figura 4), teremos três ficheiros diferentes em cor, espessura e estilo, resultantes de um único elemento vetorial, que com base na hierarquia de sobreposição podemos obter o resultado pretendido.

Com dezenas de elementos sobrepostos, podemos ter uma ideia do grau de cuidado que se deve ter para que a carta esteja devidamente composta, havendo por isso regras já estabelecidas ao longo dos anos de desenvolvimento, desde os tempos do desenho manual.

Processo da Carta Geológica da Madeira

Uma vez tratados os ficheiros vetoriais com todas as propriedades do vetor escolhidas e toda a edição dos elementos feita, é necessário elaborar um processo de rasterização automático que permita que todos os elementos sejam rasterizados, processados e implementados na imagem final.

Como esta carta nunca foi feita, é necessário estabelecer a hierarquia de sobreposição, cores, espessura dos elementos e simbologia. A própria composição da legenda, posição de logotipos, coordenadas, e restante informação marginal, ainda teria que ser definida. No caso das cores, poderíamos pensar que existe já uma tabela pré-definida para os elementos geológicos. Essa tabela existe para regiões sedimentares e baseia-se na idade dos elementos, o que no caso de regiões vulcânicas não pode ser aplicado pois como as ilhas são muito novas, os diferentes elementos teriam todos a mesma cor.

Sendo assim, regiões vulcânicas não seguem uma regra de cores pré-definida. Entre elementos geológicos e informação geográfica, todo o processo de hierarquia de sobreposição, espessura e cores, teve que ser revisto minuciosamente, pois a informação a colocar na carta é muito variada. Podemos ver na figura abaixo (figura 5) um extrato da carta que nos dá a perce-

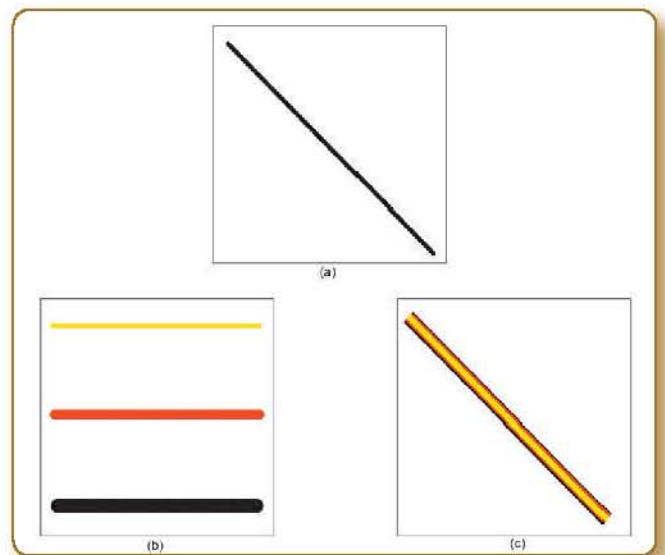


Figura 4 - Criação de simbologia de uma estrada.
(a) vetor, (b) três espessuras e cores, (c) resultado de sobreposição dos três elementos a partir do mesmo vetor

ção dessa complexidade. Todo o processo de montagem teve que ser feito com vários testes de saída e varias impressões para observar o resultado do grafismo. Num trabalho destes os ajustes são algo cruciais e que levam muito tempo.

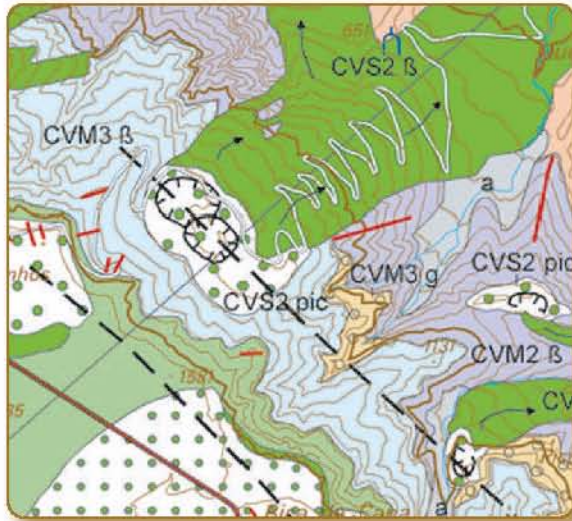


Figura 5 - Extrato da carta geológica da Madeira

Outro problema era a dimensão da carta. A ilha da Madeira à escala 1:50 000 é muito grande para ser impressa numa única folha, logo foi

dividida em dois. Temos portanto ficheiros vetoriais com a ilha inteira, mas precisávamos de rasterizar essa informação em duas imagens separadas. Para não atrasar o projeto, optou-se por criar uma única imagem a partir do vetor e dividi-la em pós-processamento num *software* de manipulação de imagem, nomeadamente o *Photoshop*. Esta ferramenta foi crucial pois toda a montagem final das duas cartas teve que ser editada. Há medida que se iam introduzindo novos elementos tais como os cortes geológicos (figura 6) e a coluna litoestatigráfica (figura 7), foram sendo criados novos ficheiros vetoriais, gerados todos individualmente e só no final colocado nas duas cartas.

Uma vez acertados todos os pormenores da carta, incluindo informação marginal e logotipos, era só preparar os ficheiros para serem enviados para a gráfica. Estes foram a uma resolução de 508dpi (dots per inch), separados por quatro canais CMYK (Ciano, Magenta, Amarelo e Preto).

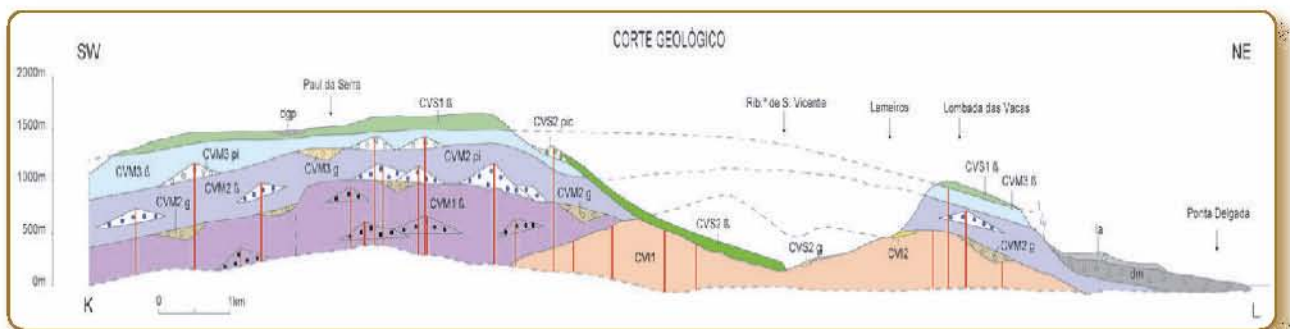


Figura 6 - Corte geológico representado numa das cartas



COLUNA LITOESTRATIGRÁFICA SINTÉTICA

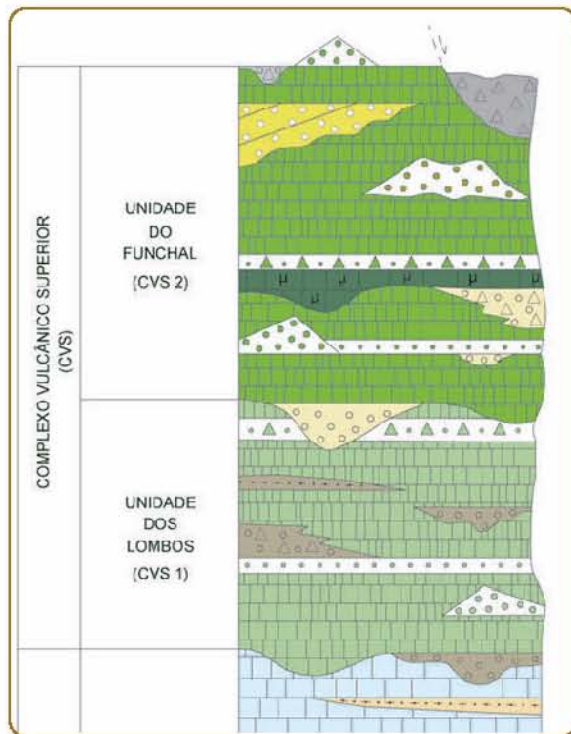


Figura 7 - Parte da coluna litoestratigráfica

Conclusão

No que toca ao desenvolvimento do processo para esta carta, a escolha dos elementos, a sua simbologia e hierarquia de sobreposição teria sempre que ser feita de raiz. Esse trabalho só pode ser facilitado se tivermos uma referência prévia de elementos vetoriais com a sua saída pretendida. Para começar, ao querermos uma carta impressa, toda a digitalização deveria ser inicialmente feita num sistema CAD e as duas cartas separadas logo de início. Este é o procedimento feito para as cartas geológicas 1:50 000 do continente fornecidas pelo Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia (LNEG), na medida em que todos os ficheiros vêm originalmente em formato *Microstation* e é dada uma tabela de elementos vetoriais e saídas pretendidas, tanto na cor, espessura e hierarquia.



Figura 8 - As duas cartas finais

As Tecnologias de Informação Geográfica Utilizadas no Geoprocessamento da Base de Dados Cartográfica da Série M888

●●●●● Nuno Pimpão
Maj Art

●●●●● Ricardo Aguiar
Alf Eng Geógrafo

A ideia para escrever este artigo surgiu de um problema com que a Secção de Edição se deparou e que causou alguma apreensão. Um dos softwares utilizados simplesmente deixou de processar a informação. Nestas ocasiões há muitas vezes a tendência em se por tudo em causa, pelo que tentámos arranjar uma solução fiável sem alterar radicalmente o próprio processo, pelo que se implementaram as operações necessárias com recurso a outro software. O processo de edição da série M888 evoluiu bastante, devido à evolução das capacidades dos equipamentos informáticos, dos aumentos das capacidades instaladas ao nível da rede informática do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) e das próprias atualizações dos softwares utilizados e sistemas operativos, mas o processo em si mesmo não foi alterado, foi sim evoluindo para uma maior automatização dos procedimentos desse mesmo processo. É um processo testado e implementado ao longo de vários anos e do qual devemos evitar ao máximo a perda de conhecimento do mesmo.

Introdução

A carta base da produção cartográfica do IGeoE é à escala 1:25000. Daqui derivam, e ao longo do processo são também produzidos outros produtos, como por exemplo as cartas à escala 1:50000 e 1:250000, publicações de relatório toponímico, fotografias aéreas, informação digital tanto em vetor como em raster, dados digitais de altimetria, etc.

Genericamente a cadeia de produção tem início com a aquisição da informação geográfica. A partir de fotografias aéreas, a Secção de Fotogrametria faz o levantamento de todos os objetos a serem salvaguardados numa Base de Dados Geográfica (BDGeo) e que posteriormente vão ser representados nas folhas da carta e salvaguardados numa outra Base de Dados Cartográfica (BDCarto).

Este levantamento de objetos é feito por meios digitais e por análise da fotografia aérea a 3 dimensões. É uma tarefa que requer muito treino e experiência e que ainda assim precisa do apoio de campo da Secção de Topografia, tanto na verificação dos próprios objetos como na complementação da informação. A Secção de Topografia tem ainda a tarefa de, em gabinete, validar a informação geográfica produzida, tanto para a salvaguarda de informação como para fornecer os ficheiros iniciais para a edição da carta.

Assim, adquiridos os dados a representar, inicia-se, na Secção de Edição o processo digital de representação cartográfica dos elementos,



que num primeiro momento se resumem a pontos, linhas e áreas com diferentes características de nível, cor, estilo e espessura.

É aqui que este artigo vai entrar mais em detalhe, apenas nos elementos que consideramos mais importantes, em termos de representação e de técnica de processamento.

Nesta fase está também implementada uma rotina de revisão após a edição, levada a cabo pela Secção de Controlo de Qualidade, onde são vistas e revistas as regras de edição cartográfica em cada folha editada e assinaladas as emendas a efetuar. Este procedimento está também de acordo com a metodologia de melhoria contínua de *Deming (Plan, Do, Check e Act)*, presente em toda a cadeia de produção do IGeoE.

São feitas impressões de teste na Secção de Pré-Processamento Digital ao longo desta fase para se ter uma noção daquilo que irá ser a representação final da cartografia analógica. Estas impressões têm origem nos ficheiros vetoriais finais, que são processados e transformados automaticamente em raster separadas nos canais CMYK.

Por razões várias a impressão em série das folhas produzidas é adjudicada a uma gráfica, sendo a folha dada como pronta após aceitação da mesma, como cumprindo todos os requisitos de cor, da trama e de registo, pela Secção de Controlo de Qualidade

Tecnologias de Geoprocessamento da BDCarto da Série M888

Os processos não são estáticos, tal como os seus problemas e respetivas soluções. Dependem das plataformas, ferramentas e aplicações, de quem os implementa, de quem os utiliza, de alterações tanto a montante como a jusante na cadeia de produção, bem como de alterações in-

troduzidas por uma procura permanente pela melhoria e otimização dos respetivos processos e procedimentos.

O que o IGeoE tem de mais valioso é o seu conhecimento, o seu *know-how*, que abrange os mais diversos colaboradores e que é transversal a várias áreas técnicas. Não será importante garantir a integridade deste conhecimento independentemente das tecnologias utilizadas?

Como garantir as transições, evoluções ou reestruturações de um processo ao longo do tempo de forma a não existir perda de *know-how*? Como se garante uma nova estrutura de dados assente numa plataforma SIG?

É fundamental que seja feita uma avaliação séria e uma validação dos processos e procedimentos já existentes. É então muito mais importante definir e conhecer as linhas gerais de um determinado processo e os seus procedimentos, para depois identificar e implementar respetivamente os seus problemas e soluções, em diferentes tecnologias, de forma a dar a melhor resposta possível às necessidades da cadeia de produção.

Base de Dados Cartográfica (BDCarto) da Série M888

Na BDCarto toda a informação é normalizada do ponto de vista da representação. Existe portanto um conjunto de objetos que serão sempre representadas da mesma forma, independentemente da sua verdadeira grandeza.

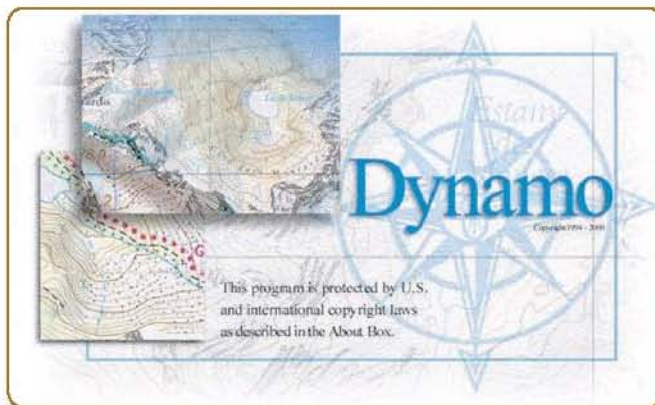
O processo de editar um mapa para aumentar a legibilidade e enfatizar a informação importante é chamado de generalização [Hardy, 1999]. O processo de reduzir o nível de detalhe de um mapa, como consequência da redução da escala do mapa, é chamado de generalização cartográfica.

Com a generalização tornamos a nossa interpretação dos objetos do terreno menos confusa e mais eficiente.

A transformação da informação vetorial da Base de Dados Geográfica (BDGeo) na informação vetorial da BDCarto tem como objetivo a produção de informação *raster*. Esta será posteriormente utilizada para a produção analógica de cartografia do IGeoE.

Tecnologias de Informação Geográfica (TIG)

Atualmente proliferam diversas soluções para manipulação de informação geográfica. A crescente concorrência entre produtos provocou um alargamento das funções oferecidas pelas aplicações [A. Cosme, 2012]. As TIG são o conjunto de instrumentos inter-relacionados que permitem adquirir, monitorizar, processar, armazenar, distribuir e manter informação geográfica. As TIG, com destaque para os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são ferramen-



tas centrais para análise e gestão do território e de todas as atividades com uma componente espacial, e que facilitam o processo de decisão nas organizações [A. Cosme, 2012].



No geoprocessamento da BDCarto da série M888 são utilizadas as seguintes tecnologias:

DYNAMO

O *DYNAMO* é, segundo a *Intergraph*, um software de análise e visualização de informação geográfica num ambiente orientado a objetos.



GEOMEDIA

O *GeoMedia* é, segundo a *Intergraph*, um software que permite adquirir, analisar e visualizar informação geográfica. É uma das plataformas SIG da *Intergraph*.



MRF MAPPING TOOL

O *MRF Mapping Tool* é, segundo a *MRF Geosystems Corporation*, uma ferramenta de mapeamento objeto-relacional. É uma aplicação para o *MicroStation* e é constituído por *MRF Clean*, *MRF Clean 3D*, *MRF Flag Editor*, *MRF Polygon* e *MRF Buffer*. Também é executável em *MS-DOS*.

MICROSTATION SE

O *MicroStation (Bentley)* é um *software* de desenho assistido por computador (*Computer Aided Design, CAD*).

MicroStation Development Language (MDL)

São ficheiros com extensão *.ma* e podem ser executados interactivamente no *MicroStation* (alto nível) ou em linguagens de programação de baixo nível como *MS-DOS*. Um *MDL* permite executar código em linguagem *C* no *MicroStation*.

Batch files

São *scripts* que permitem executar um conjunto de instruções, rotinas e sub-rotinas em *MS-DOS* e têm extensão *.bat*.

Implementação de Novas Tecnologias de Geoprocessamento da BDCarto da Série M888

O objetivo consiste na implementação de novas ferramentas em ambiente SIG, nomeadamente *Geomeia 6.1*, de forma a substituir ferramentas mais antigas no geoprocessamento da

BDCarto da série M888 com vista ao melhoramento do processo de automatização da generalização.

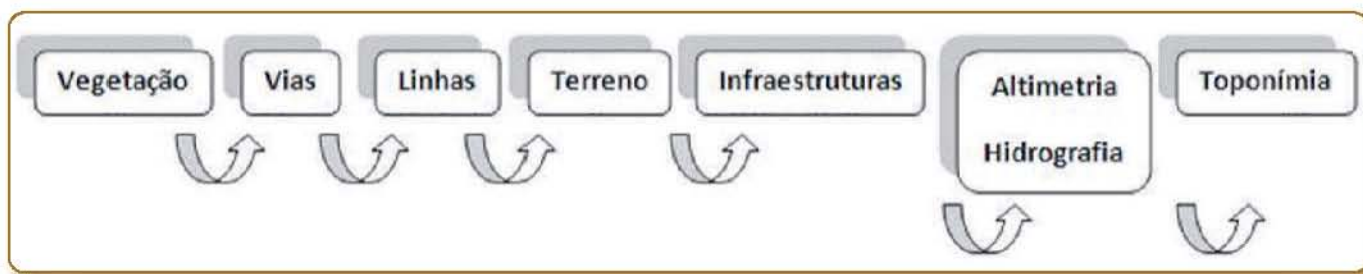
Paralelamente foi implementado um Modelo de Dados Geográficos para a edição da série cartográfica M888. As alterações efetuadas estão refletidas sobre este novo modelo.

Não é possível neste artigo, descrever todas as mudanças que se avizinham, no entanto irá ser feita uma breve descrição sobre aquelas, que do ponto de vista da implementação, representam um maior desafio.

Modelo de Dados Geográficos para o Geoprocessamento da BDCarto da Série M888

Um modelo de dados é uma abstração de um determinado processo. Para a edição da série cartográfica M888, foi criado um modelo baseado em objetos, puramente técnico e teórico, apoiado por um conjunto de procedimentos que já estavam em vigor à data da sua criação, bem como por um conjunto de regras e documentos escritos, que garantem a integridade dos dados ao longo do tempo independentemente das tecnologias utilizadas.

Os documentos escritos que servem de suporte ao modelo são os mais importantes documentos referentes à produção cartográfica, as Normas Técnicas, que estão subdivididas em



■ Figura 1 - Modelo de Dados Geográficos para o geoprocessamento da BDCarto da série M888

Normas de Aquisição e Normas de Revisão. Existe depois um conjunto de regras cartográficas, universais, que complementam as Normas Técnicas e o Modelo.

Sempre que o modelo é materializado e implementado poderão surgir dois documentos associados ao mesmo; a Instrução de Trabalho (IT), que é direcionada para o operador que executa os procedimentos, e será o “fio condutor” do processamento (procedimento que está atualmente em vigor em toda a cadeia de produção), e a Instrução Implementação (II), que estará única e exclusivamente direcionada para a componente técnica da implementação do modelo.

No modelo proposto a informação da BDCarto ficará agrupada em 6 temas e será processada pela seguinte ordem:

Vegetação

Composta pelas classes da vegetação, do tipo *SHAPE*.

Vias

Composta por toda a rede rodoviária e ferroviária, e por objetos associadas às vias.

Linhas

Composta pelas diferentes classes do tipo *LINE*, com “existência física”. Engloba todas as objetos do tipo *LINE* com “padronizados”.

Terreno

Composta por classes do tipo *SHAPE* que dão informação relativamente ao solo, mas que não pertencem à Vegetação.

Infraestruturas

Composta por todo o conjunto de classes que representam infraestruturas, ou entidades com “comportamento topológico” idêntico. Engloba entidades geográficas que são adquiridas como *POINT*, mas que na realidade representam uma área.

Altimetria/Hidrografia

Composta por todas as classes da altimetria e hidrografia, do tipo *LINE*, *POINT* e *SHAPE*. Existe um conjunto de Regras Cartográficas, como por exemplo as Regras de *Brisson*, que tornam a altimetria e a hidrografia indissociáveis.

Toponímia

A toponímia é transversal a vários temas e finaliza o processo de edição. É o tema que mais depende de processos cognitivos.

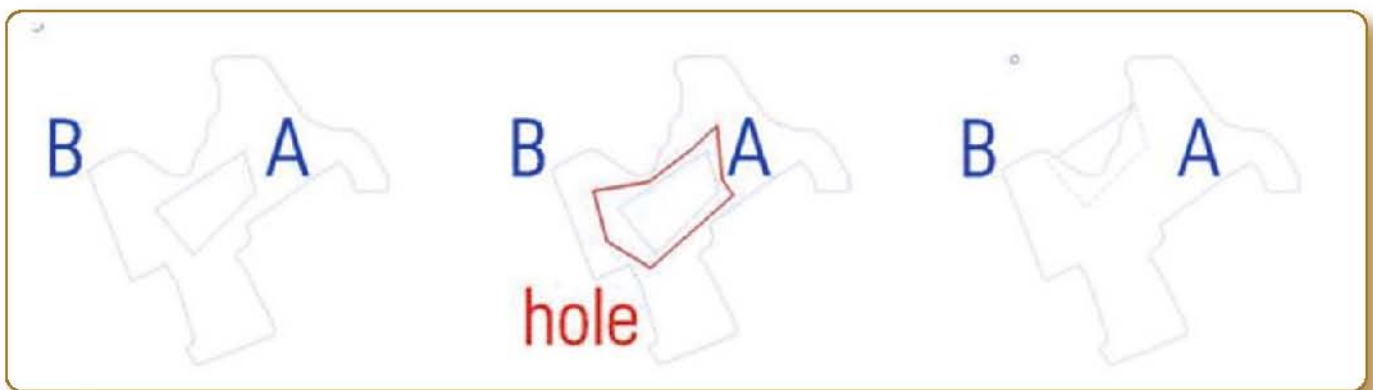


Figura 2A

Figura 2.B

Figura 2.C

■ Figura 2 - Operador Espacial: área contida numa outra área



Metodologias de Implementação do Tema Vegetação

Atualmente todo o procedimento da vegetação é realizado pelo *DYNAMO*.

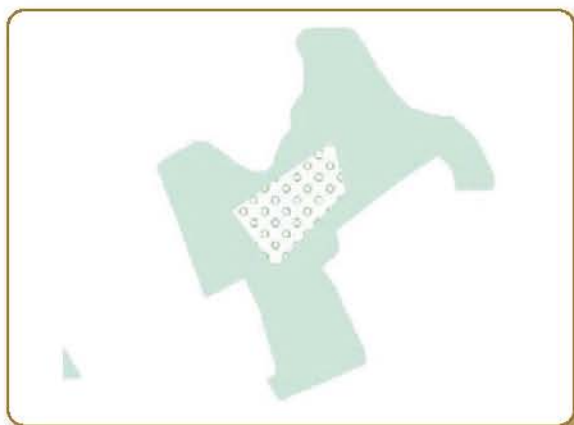
O tema vegetação é composto na BDGeo por 8 classes do tipo *SHAPE* com igual hierarquia na representação (apenas este tipo de elementos serão abordados): jardim ou horta, vinha, pomar, pomar vinha, mata, arvoredo denso, arvoredo esparsos, mato denso ou arbustos (existe ainda outra classe do tipo *SHAPE*, clareira, que tem uma hierarquia mais elevada).

Uma vez que as classes da vegetação têm a mesma hierarquia, poderá surgir um conflito ao nível da representação em zonas de interseção espacial.

Operadores Espaciais: área contida numa outra área

Existem 3 combinações possíveis:

A figura 2.A, área completamente dentro de outra área, é a situação que vamos analisar, e que devido à hierarquia dos objetos nos coloca-



■ Figura 3 - extrato do ficheiro raster com o tema da vegetação

rá um desafio. A figura 2.B não constitui um problema pois está correta. A figura 2.C, área parcialmente dentro de outra área não será analisada pois resulta de um erro de aquisição/validação.

Então como se demonstra na figura 2.A, terá que se garantir a abertura de um "hole" na *SHAPE* B de forma a se poder visualizar a *SHAPE* A (de forma idêntica à figura 2.B mas com a particularidade de o "hole" ser coincidente com a *SHAPE* A).

A implementação deste procedimento consiste num conjunto de interseções espaciais, em que no momento em que uma *SHAPE* está completamente contida numa outra *SHAPE*, será criado um "hole" na shape exterior. São 56 interseções espaciais, que não são mais do que todas as combinações possíveis entre estas classes.

Todo o processo de leitura e análise espacial dos dados é automático. O resultado destas operações é exportado através de um ficheiro *xml* que coloca toda a informação na estrutura de dados da BDCarto, ficando assim disponível a criação de um ficheiro raster da vegetação.

Metodologias de Implementação do Tema Vias

Atualmente o procedimento das vias é realizado essencialmente em *DYNAMO* combinado com várias sub-rotinas *MDL* executadas em *Batch*.

Este constitui o mais complexo problema de representação da BDCarto. São adquiridas pelo eixo, e são representadas com larguras variáveis conforme a classe ao qual pertencem.

Não são portanto, representadas em verdadeira grandeza. O tema vias é subdividido em 2

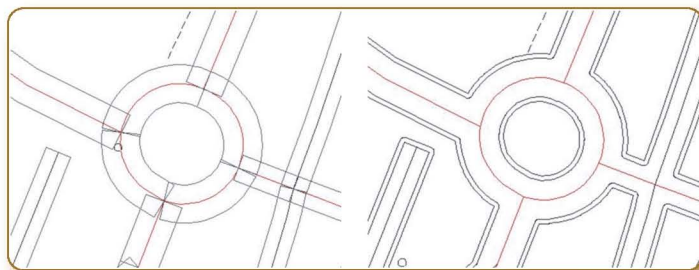


Figura 4 - Modelo teórico do tema das vias

super-classes, rodovia e ferrovia, e é composta na BDGeo por 8 e 4 classes do tipo *LINE* respectivamente (só vamos abordar este tipo de elementos).

As classes da rodovia e respetivas larguras são: auto-estrada (25m), estrada com separador (25m), estrada larga (15.5m), estrada estreita (8.75m), acesso auto (8.75m), arruamento (8.75m), caminho carreteiro (não tem – dada pela espessura do traço) e caminho pé-posto (não tem – dada pela espessura do traço).

As classes da ferrovia são: caminho-de-ferro via larga dupla (12.5m), caminho-de-ferro via larga única (6.25m), caminho-de-ferro via estreita (12.5m) e metro (12.5m).

No momento do processamento das linhas paralelas ao eixo das vias, é necessário proceder à “limpeza” das mesmas nas interseções.

Metodologias de Implementação do Tema Vias: Pontes

Este é um processo relativamente simples. Na figura 4 verifica-se a existência de uma segunda linha paralela, ao qual se dá o nome de paralela exterior, que é uma linha cartográfica auxiliar, e serve para representar outros objetos associados às vias, como por exemplo os aterros e desaterros. Esta linha não é representada no ficheiro raster nem na cartografia analógica.

Existe no entanto um conjunto bastante alargado de outras classes associadas às vias, entre eles encontra-se um bastante particular, as pontes, que alteram por completo a hierarquia das vias e modificam a respetiva representação, pois a via que se encontra sobre a ponte tem prioridade sobre todos os outros objetos.

Operadores Espaciais: linha coincidente com linha

Para uma linha ser coincidente com outra linha têm que partilhar pelo menos um segmento:

As figuras 5.A, 5.B e 5.C representam situações do tipo linha coincidente com linha. A figura 5.D é uma interseção de linha com linha e não linha coincidente com linha.



Figura 5.A

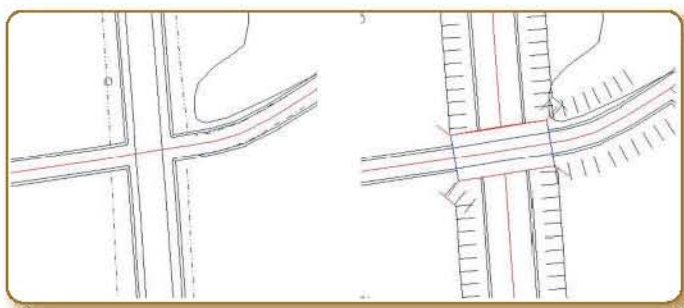
Figura 5.B

Figura 5.C

Figura 5.D

Figura 5 - Operador espacial: linha coincidente com linha

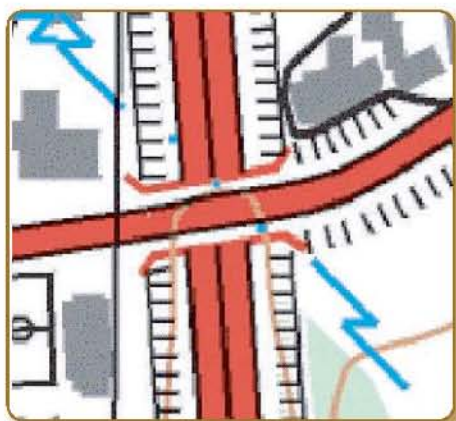
Existem 3 tipos de pontes largas (betão, ferro e madeira), o que resulta em 44 interseções espaciais possíveis. Na realidade o que determina a largura da ponte, é a largura da via que passa sobre ela, e não o tipo de ponte, pois a guarda da ponte é colocada a 10m da paralela da via.



■ Figura 6 - Modelo teórico do tema das vias com a condicionante ponte

Todo o processo de leitura e análise espacial dos dados é automático, embora seja executado com vários procedimentos (devido à sua complexidade), ao contrário da vegetação.

De forma idêntica ao procedimento anterior o resultado destas operações é exportado através de um ficheiro *xml* que coloca toda a informação na estrutura de dados da BDCarto.



■ Figura 7 - Ficheiro raster editado e pronto a ser impresso

Considerações Finais

É possível neste momento geoprocessar a BDCarto da série M888 sem recurso ao DYNAMO ou ao MRF Mapping Tool. Pretende-se ter esta capacidade assente sobre uma plataforma SIG, que tanto poderá ser o Geomedia 6.1 como outra qualquer. No entanto para reestruturar todo o processo de edição será necessário ter uma visão mais alargada, dado que os automatismos não se restringem a estes dois tipos de software. O mesmo problema, mas a um nível ainda mais complexo se coloca no geoprocessamento da BDCarto da série M783 devido ao recurso mais evidente à generalização da informação.

A maioria das ferramentas de generalização, comercialmente disponíveis, são sistemas processuais baseados em dados vetor e limitam-se somente a tratar os aspetos geométricos das bases de dados [J. Lopes 2005]. É então de extrema importância modelar conceptualmente uma base de dados, que permita usufruir de todas as suas vantagens mas que simultaneamente sirva toda a cadeia de produção do IGeoE. Quanto melhor for a modelação, melhor será toda a sua informação "derivada".

As linguagens de programação orientadas a objetos poderão responder simultaneamente a várias questões. Deverá ser o "comportamento topológico" (bem como os seus métodos e atributos) e o relacionamento entre objetos a definir as respetivas classes. Vias e linhas de água são temas do tipo linha, mas têm no seu tratamento metodologias completamente diferentes (métodos). O método para definir a aplicabilidade, limitação e ajuste de parâmetros de um procedimento pertence a um tipo do meta-método que é tão importante quanto os metadados para os dados, em particular quando o acesso aos dados é feito em tempo real e se exige generalização *on-the-fly* [Meng, 1997].

Isto permitiria melhorar desde as operações mais básicas e lógicas de generalização até às mais complexas de generalização contextualizada e inteligência artificial.

Existem no mercado várias linguagens deste tipo, e estas têm a particularidade de serem transversais às mais diversas plataformas. As soluções *Open source*, deverão ser tidas em conta, uma vez que asseguram mais facilmente a “independência” do nosso conhecimento em relação ao software (pois permitem o acesso ao seu código fonte) e dessa forma continuará o IGeoE a desenvolver as suas próprias ferramentas e aplicações, para além de ser soluções muito menos dispendiosas.

Na minha opinião, a base da informação deverá ser o mais simples possível e toda a validação geométrica e alfanumérica, relações topológicas entre objetos e generalização deverão ser efetuadas posteriormente, por processos o mais automatizados possível. A correta modelação da base de dados combinada com ferramentas de geoprocessamento específicas permitirão produzir diferente informação “derivada” consoante a finalidade. Os processos e procedimentos serão tanto mais eficientes quanto melhor e mais desenvolvidas forem as ferramentas utilizadas.

Referências Bibliográficas

- ROSSA, José – APLICAÇÕES PARA O MELHORAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA, Tese de mestrado, Lisboa:IST, 2004.
- LOPES, José - GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA, Tese de mestrado, Lisboa:FCUL, 2005.
- FREITAS, Agostinho – MODELAÇÃO DE UMA BDG PARA A SÉRIE M888, Tese de mestrado, Lisboa:FCUL, 2008.
- LOPES, José; CATALÃO, José – GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA RECORRENDO A TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, In Atas da Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia. S.I:CNCG, 2009.
- COSME, António – PROJETO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA. Lisboa:LIDEL, 2012. ISBN 978-972-757-849-8. 361 p.
- HARDY, P. – MAP PRODUCTION FROM NA ACTIVE OBJECT DATABASE, USING DYNAMIC REPRESENTATION AND AUTOMATED GENERALIZATION, UK, 1999.
- MENG, L. – GENERALISERINGSFORSKNING, Stockholm, 1997.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO - Normas técnicas aquisição de dados: SÉRIE M888 ESCALA 1/25000: versão 1. Lisboa: IGEOE, 2008. 206 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO - Normas técnicas: revisões de edição: revisão da carta 1:25000: 2ª parte. Lisboa: IGEOE, 2008. 174 p.

Atualização da Infraestrutura Geoespacial do IGeoE

Agostinho JC Freitas

Maj Art MSc

Introdução

Toda a atividade desenvolvida pelo IGeoE depende do bom funcionamento da sua infraestrutura de TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação), sendo que esta deve ser extremamente flexível, escalável e segura, de modo a garantir resposta adequada às solicitações dos utilizadores sem descuidar a segurança dos serviços disponibilizados e da sua infraestrutura de suporte.

De um modo geral muitos dos problemas tecnológicos sentidos atualmente pelas organizações devem-se em grande parte ao fato de estas, consciente ou inconscientemente, não adotarem uma estratégia de atualização da sua infraestrutura de TIC, mantendo-a com tecnologia inalterada desde a sua implementação, focando quase todos os esforços em novos desafios voltados para o próprio negócio.

Restrições orçamentais, falta de tempo, falta de colaboradores qualificados, manutenção do "status quo", existem inúmeros fatores que levam à inércia tecnológica da infraestrutura. Esta postura é compreensível, pois não só as empresas de tecnologia e o mercado amadureceram, como o ciclo de maturação das versões de produtos ficou mais longo.

Apesar de tudo, a falta de uma revisão constante da infraestrutura de TI pode produzir consequências indesejáveis, tais como: uma infraestrutura desatualizada e vulnerável, dificuldades em dar resposta rápida às necessidades dos utilizadores, dificuldades de integração de novas tecnologias ou plataformas, elevado custo de manutenção, inadequação às necessidades emergentes das áreas de negócio e ainda dificuldades em implementar um alinhamento estratégico entre a gestão das TI e a estratégia de negócio.

Toda a atividade desenvolvida pelo IGeoE depende do bom funcionamento da sua infraestrutura de TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação), sendo que esta deve ser extremamente flexível, escalável e segura, de modo a garantir resposta adequada às solicitações dos utilizadores sem descuidar a segurança dos serviços disponibilizados e da sua infraestrutura de suporte.

As organizações de modo geral não possuem recursos financeiros ou de tempo suficiente para qualificar os seus colaboradores, no sentido de acompanhar o salto tecnológico dos fabricantes de *hardware* e *software* e quando novas aplicações são adotadas a infraestrutura de TI (Tecnologias de Informação) acaba por se comportar como um travão ao normal desenrolar dos projetos, ao invés de viabilizá-los [1].

Opção pela Virtualização

As aplicações como correio eletrónico, portais empresariais, sistemas de gestão e aplicações web, fazem proliferar o número de servidores, estações de trabalho e conseqüentemente, aumentam os custos de armazenamento e proteção da informação.

A virtualização de servidores, através da otimização do uso dos recursos computacionais e da flexibilidade para a administração do ambiente virtual, permite reduzir os custos de TI e ganhar agilidade para satisfazer as necessidades de negócio.

A virtualização de servidores é realizada com a introdução de um software apropriado como uma camada que irá interagir diretamente com o hardware. Essa camada contém um monitor virtual ou "*hypervisor*" que aloca os recursos de hardware da máquina física. Os recursos serão distribuídos de modo dinâmico entre os diferentes ambientes virtuais que irão operar de forma independente reduzindo assim os riscos de conflitos.

Alguns dos benefícios da opção pela virtualização, são:

Consolidação de Servidores

- Redução do custo total, maximizando a utilização do *hardware*, consolidando cargas de trabalho e reduzindo também os custos de gestão/manutenção.

Ambiente de Desenvolvimento e Testes

- Maior flexibilidade e simplicidade na sua gestão. Otimização do ciclo de vida do hardware e melhoramento ao nível de resposta na execução de testes.

Gestão da Continuidade

- Eliminação do impacto de tempos de inatividade programados e não programados. Possibilidade de recuperação de desastres com recursos como p.e. a migração "*On the Fly*" (sem paragem de serviços), ou outros.

Centro de Dados Dinâmico

- Construção de uma infraestrutura mais ágil combinada com novos recursos de gestão permitindo, por exemplo, a transferência de máquinas virtuais sem causar impacto sobre os seus utilizadores.

Flexibilidade

- Permite aos utilizadores optar pelo sistema operativo e pelas aplicações mais convenientes à execução do trabalho.
 - A plataforma virtualizada está preparada para trabalhar sobre um sistema de "nuvens" internas e externas ("*Cloud Computing*"). As nuvens internas armazenam todas as aplicações, independentemente do sistema operativo.

Redução de Custos[2]

- De *hardware*: aumenta a utilização e reduz os requisitos de hardware com taxas de consolidação de servidores, geralmente pode ultrapassar mais de uma máquina virtual por processador físico.
 - De energia: reduz o custo do espaço em *Rack* e da energia de forma proporcional à taxa de consolidação obtida.
 - De mão de obra: simplifica e automatiza as operações de TI com grande utilização de recursos e de mão de obra em ambientes distintos de *hardware*, sistemas operativos e aplicações.



Segurança

A segurança dos Sistemas de Informação do IGeoE é um dos pilares fundamentais da sua segurança. Para a garantir, foi implementada a Política de Segurança dos Sistemas de Informação, que é um documento aprovado pelo Diretor, que tem como objetivo estabelecer normas e linhas de ação para aceder à informação, aplicações e equipamentos informáticos, de forma a proteger a integridade, confidencialidade e disponibilidade da informação.

Seguindo as tendências adoptadas pelas melhores empresas de TI, o IGeoE introduziu na sua infraestrutura de TI ambientes virtualizados, o que aumentou a complexidade de gestão e segurança. A infraestrutura virtualizada foi integrada na infraestrutura física existente, garantindo a segurança dos serviços e da infraestrutura tecnológica, assegurando o bom funcionamento de todos os sistemas em prol da cadeia de produção e da disponibilização da informação, fazendo com que os servidores virtuais tenham segurança equivalente à dos servidores físicos e garantindo um melhor aproveitamento dos recursos existentes nas máquinas físicas.

Pretende-se proporcionar aos colaboradores e utilizadores desta infraestrutura uma operação segura quer no ambiente de rede local quer no de Internet.

A Política de Segurança implementada baseia-se nas necessidades de negócio, equilibrando a segurança e funcionalidade e contemplando itens como:

- Dispositivos de Segurança (*Firewall*)
- Sistema de Detecção e Prevenção de Intrusos (IDS/IPS)
- Controle físico de acesso ao ambiente de TI
- Antivírus / Antisspam / Filtros de conteúdo Web
- Controlo de acessos e política de senhas

- Certificados Digitais
- Plano de ação para incidentes de segurança
- Isolamento e reposicionamento de servidores (DMZ)

É também de salientar a preocupação constante de consciencialização dos colaboradores como parte vital da implementação das políticas de segurança.

Cenários

Não há muito tempo atrás a gestão das TI era feita para proporcionar confiabilidade e disponibilidade.

Nos dias de hoje tenta-se alinhar a disponibilidade dos serviços com as necessidades de negócio, existe assim uma nova visão da área de TI. Tal como Timóteo Figueiró, *Research & Consulting Manager* na IDC Portugal no último CIO Awards 2013 referiu esta deixa de ser considerada como uma área exclusiva de apoio, vista como um custo e passa não só a ter uma atuação mais transparente, como uma melhor relação de confiança com os colaboradores e uma nova postura perante a própria organização:

- As TI “entendem” o negócio
- O negócio sabe-se relacionar com as TI

[3]

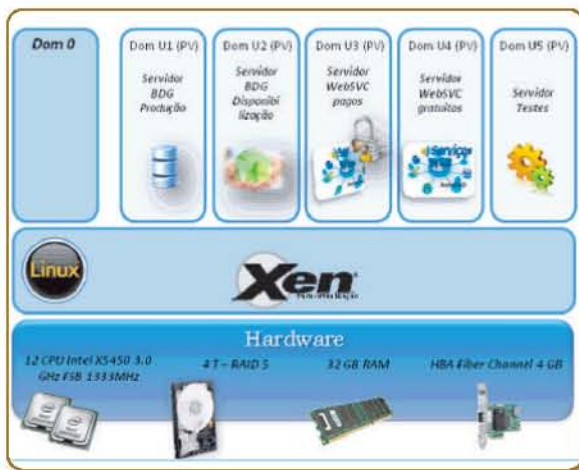
Pretende-se com esta atualização da infraestrutura de TI reduzir custos de manutenção, melhorar a resiliência da infraestrutura, justificar o ROI¹ da infraestrutura, garantir as políticas de segurança da informação, atender aos requisitos legais, gerir um ambiente de elevada complexidade, gerir a dependência do negócio com as TI e ainda gerir os riscos da mesma.

Atualização da infraestrutura de TI e da infraestrutura Geoespacial

Com o intuito de acompanhar as mudanças das necessidades dos clientes (militares e civis),

1 ROI-retorno do investimento (do inglês “Return of Investment”)

dos colaboradores internos e das organizações e instituições nacionais e internacionais utilizadores da informação deste instituto, procedeu-se à remodelação do modelo de disponibilização dos “geoweb services” e conseqüentemente dos geoportais que acabam por se lhe estar associados. Naturalmente as bases de dados geográficas que lhes servem de suporte também foram redesenhadas para melhor responder às necessidades.



■ Figura 1 - Parte da nova infraestrutura de IT alinhada com a estratégia de negócio

Depois de uma muito ponderada análise foi delineado um plano estratégico das TI, determinado o perfil tecnológico a implementar e definida a sua organização e relacionamentos dentro da própria organização. Mantendo sempre uma criteriosa gestão dos recursos financeiros e humanos foram ainda identificados os riscos e garantidas as conformidades com os requisitos levantados.

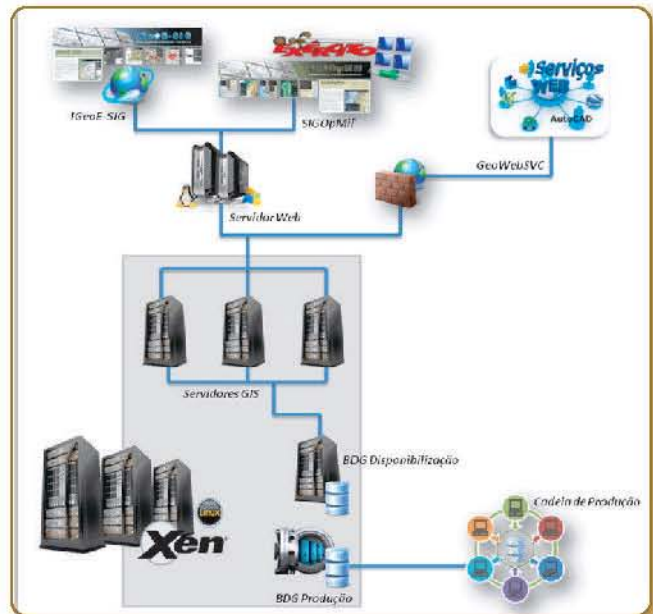
Surgiu assim uma nova infraestrutura de TI para dar resposta ao novo modelo de negócio a implementar.

A nova infraestrutura de TI (na perspetiva da disponibilização dos geoportais e geoweb servi-

ces) tem disponível como recursos físicos 12 CPU do tipo Intel QuadCore X5450 a 3,0 GHz com um FSB de 1333MHz, 4 TB de espaço em disco (RAID 5), 32 GB de RAM e Rede a 4 Gbps (HBA Fiber Channel, 5ª geração).

Esta nova configuração é baseada no Sistema Operativo LINUX tendo-se optado por adquirir uma distribuição que inclui suporte técnico. Esta distribuição implementa uma solução de paravirtualização, que beneficia a utilização de Bases de Dados.

Tendo a possibilidade de criar múltiplas máquinas virtuais seja para ambiente de produção, de desenvolvimento de novas soluções ou para testes, foram até à data criadas 5 máquinas virtuais (ver figura 2). Implementaram-se 2 servidores de BDG (Bases de Dados Geográficas) e 3 para disponibilização de Geoserviços² (WMS, WFS, WMTS, WCS, etc.). Estão já planeados e a aguardar implementação um conjunto similar ao atrás descrito com o intuito de criar um sistema tanto de “failover” para os servidores de bases de



■ Figura 2 - A nova infraestrutura geoespacial

2 WMS-web map service; WFS-web feature service; WMTS-web map tile d service; WCS-web coverage service

dados como um de "loadbalance" para os servidores GIS.

A opção do Hypervisor³ recaiu sobre o XEN⁴ e a do SGBD (sistema de gestão de base de dados) sobre o PostgreSQL.

Foi ainda redesenhada a política de controlo de acessos nas MV, entre MV e na integração com a infraestrutura já existente. Havendo ainda outras implementações e configurações como sejam o caso das firewall de cada servidor, dos isolamentos dos mesmos (DMZ), etc.

A nova infraestrutura Geoespacial é um exemplo da opção pela coexistência de software comercial e software baseado em OpenSource, sempre com o intuito da rentabilização dos recursos financeiros.

Assim sendo foram criados, como atrás já foi referido, dois servidores de BD (Bases de Dados) baseados no SO (Sistema Operativo) Linux com o SGBD PostgreSQL. Um dos servidores vai albergar a BDG da Produção (destinada à aquisição de informação) e a BDC (Base de Dados Cartográfica) (destinada à edição das escalas 25 000 e 50 000). Este servidor destina-se a uso interno exclusivo em regime de aquisição ou edição de informação para bases de dados empresariais versionadas (BDG ou BDC respetivamente).



■ Figura 3 - A nova infraestrutura geoespacial

- 3 Hypervisor é um software que permite criar e executar as máquinas virtuais
- 4 Software OpenSource específico para criar e executar máquinas virtuais

O outro servidor de BD tem por destino as BDG destinadas à disponibilização de informação, sendo também baseado em Linux e PostgreSQL. Estas BDG são desenhadas tendo em vista a disponibilização de serviços e os seus requisitos sendo no entanto otimizadas para que o processo de manutenção e atualização seja mais simples, rápido, adequado ao grau de atualização da informação que a compõe e alinhado com o novo modelo de negócio.

Os servidores que proporcionam os geoserviços (servidores GIS, ver figura 2) são baseados também eles no SO Linux e com software comercial para proporcionar os serviços propriamente ditos. Assim sendo foi criado um servidor para os "geoweb services" gratuitos, outro para os serviços pagos e um terceiro para os serviços dedicados aos geoportais.

Os serviços pagos com segurança implementada podem ser acedidos por login e password ou então por tokens (renovável anualmente ou por qualquer outro período pré acordado). A pedido dos utilizadores podem ainda ser implementadas outras restrições como seja o caso de restrição a domínios, IP, utilizador, etc. Fazem parte destes serviços toda a informação raster respeitante à cartografia produzida na escala 25 000, 50 000 e ainda 250 000 e 500 000. A informação é disponibilizada sem marcas de água, sem degradação de imagem sendo a granularidade a folha 25 000 (da série M888).

Os serviços gratuitos não carecem de qualquer configuração específica, são compostos pelos raster da cartografia nas escalas 250 000 e 500 000. Também estes não possuem marcas de água nem degradação de imagem.

Os serviços dedicados aos geoportais não podem ser acedidos normalmente pelos utilizadores uma vez que se destinam ao uso exclusivo dos mesmos.

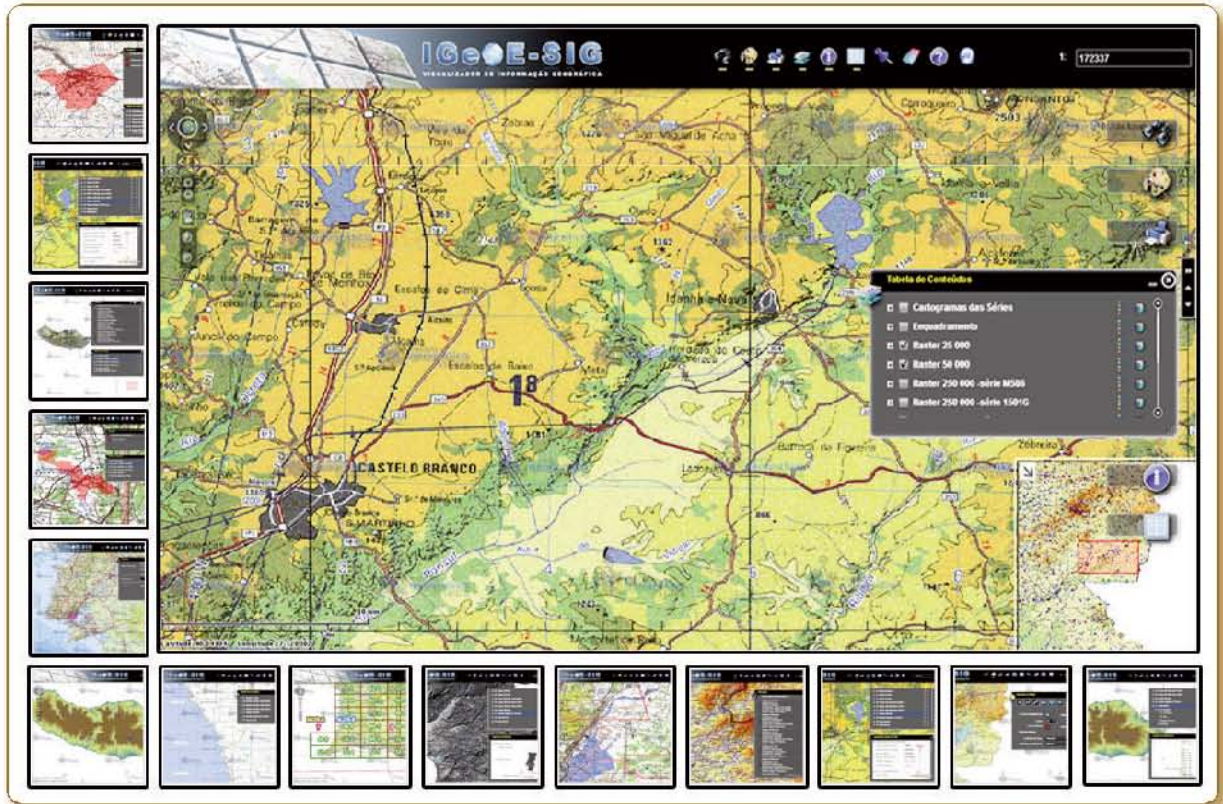


Figura 4 - IGeoE-SIG

O Instituto garante o apoio técnico (no que ao estabelecimento da ligação diga respeito) para os softwares com utilização mais generalizada sejam eles comerciais (*ArcGIS*, *AutoCad*, *Geomedia*, *Google Earth*) ou baseados em *OpenSource* (*GvSIG*, *QuantumGIS*). Todos os serviços são publicados segundo as normas OGC, estando preparado para breve a publicação dos mesmos segundo as normas *INSPIRE*.

Por fim existe ainda um servidor *Web* baseado no *SO Windows Server*, responsável pela disponibilização do IGeoE-SIG na internet e pelo SIGOpMil na rede de dados do exército.

O IGeoE-SIG, mais precisamente a nova versão deste visualizador de informação geográfica que já é um "ex-libris" deste Instituto, veicula toda a informação geográfica produzida, sem custos para o utilizador com degradação de imagem e justaposição de marca de água. Esta nova versão possibilita a utilização de várias ferramentas online como sejam:

- Pesquisas variadas (por áreas administrativas, topónimos, número de folha 25.000, pesquisa temas ativos e pesquisa livre)
- Medir
- Imprimir
- Marcar ponto por coordenadas
- Visualizar metadados, etc.

O SIGOpMil, disponível apenas na intranet do exército, veicula à comunidade militar, sem degradação de imagem e sem marca de água toda a informação geográfica produzida por este instituto e ainda um outro conjunto de informação produzido por outras entidades quer sejam nacionais ou internacionais de carácter militar ou científico.

Pretende-se assim proporcionar um portal onde se possa disponibilizar informação e proporcionar apoio geográfico às Forças Armadas ao nível do planeamento, condução e execução de operações e exercícios.



■ Figura 5 - IGeoE-SIGOpMil

Este portal permite a utilização de várias ferramentas online das quais se destacam:

- Manipulação de coordenadas, com possibilidade dos militares poderem solicitar a implementação de um qualquer sistema específico não contemplado
 - Implantação e pesquisa de coordenadas MGRS
 - Pesquisa de localização ao nível mundial
 - Pesquisa por morada ao nível europeu
 - Desenho em formato simples ou avançado para execução de documentação específica
 - Pesquisas espaciais variadas
 - Cálculo de rotas ao nível europeu
 - Cálculo de perfis de terreno e zonas vistas e não vistas ao nível mundial
 - Execução de "printscreens" sem informação suplementar

Referências Bibliográficas

- *Computerworld*, "Virtualização de servidores", Outubro 2011, disponível em: http://www.computerworld.com.pt/media/2011/10/Dossier-Outubro-2011_Virtualiza%C3%A7%C3%A3o-de-Servidores.pdf
- *PrimeEnergyIT*, "Eficiência Energética em TI e infraestruturas, para data center e salas de servidores", julho 2011, disponível em: http://www.efficient-datacenter.eu/fileadmin/docs/dam/brochures/brochure_pt.pdf
- *Figueiró, Timóteo* "Intervenção na CIO Summit 2013", Research & Consulting Manager, IDC Portugal, realizado em Lisboa no Hotel Sana Malhoa em Lisboa, julho 2013.

Controlo de Qualidade da Informação Vetorial

Introdução

Durante o processo de aquisição de dados vetoriais na cadeia de produção, existem inúmeros requisitos a que a informação adquirida, quer por processos fotogramétricos (restituição) quer por observação direta no terreno (completagem), têm de cumprir.

Um destes requisitos está relacionado com a exatidão da informação vetorial.

Daí que após a restituição e completagem, seja necessário efetuar um controlo de qualidade posicional tridimensional aos dados adquiridos. A referência para execução e posterior cálculo da exatidão é o "STANAG 2215 IGEO (EDITION 6) – EVALUATION OF LAND MAPS, AERONAUTICAL CHARTS AND DIGITAL TOPOGRAPHIC DATA", onde constam os parâmetros pelos quais nos devemos reger ao efetuar o Controlo de Qualidade(CQ) de uma determinada região, sendo este documento único em termos doutrinários.

Fase de Planeamento

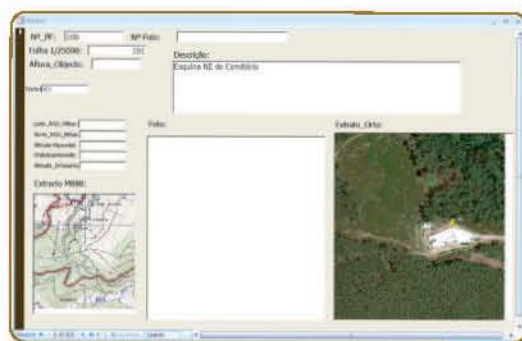
Durante o planeamento são trabalhados:

- Base de dados Access;
- Ficheiros de *Microstation* em formato DGN;

O presente artigo tem por objetivo descrever todo o processo de CQ da Informação Vetorial, e encontra-se dividido pelas três fases de execução do mesmo:

- Fase de Planeamento;
- Fase de Execução;
- Fase de Pós-Processamento de Dados.

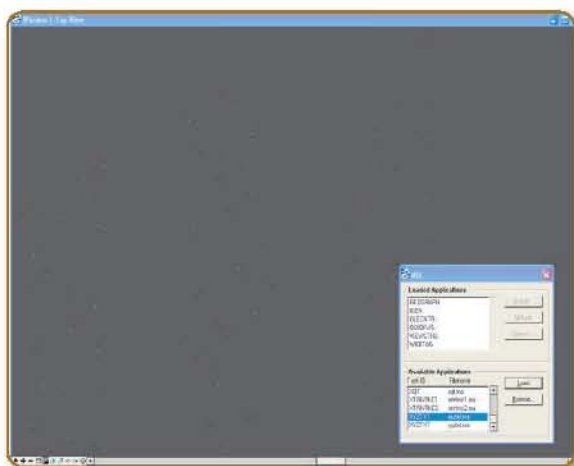
Cada uma das fases anteriormente descritas vai ser abordada de forma cuidada, tendo no final uma breve conclusão acerca de todo o trabalho efetuado.



■ Figura 1 - Base de dados CQ

- Ficheiros do *Google Earth* em formato KML/KMZ.

Base de Dados – A base de dados elaborada para o CQ tem como principal objetivo o armazenamento de informação geográfica, assim como auxiliar o topógrafo no campo na fase de execução.



■ Figura 2 - Ficheiro DGN de pontos iniciais

Na fase de planeamento a base de dados não fica preenchida na sua totalidade, havendo campos que só serão preenchidos na fase de execução.

Microstation – O ficheiro DGN é a parte fulcral do trabalho inicial de gabinete, uma vez que é no mesmo que os pontos planeados são marcados e exportadas as coordenadas iniciais.

O exportar das coordenadas iniciais dos pontos, chamemos-lhe de coordenadas “adquiridas” (através de processos fotogramétricos), é efetuado através do MDL XYZTXT, que exporta as coordenadas dos pontos definidos pelo centro da célula colocada no DGN, criando um ficheiro TXT com as coordenadas dos pontos selecionados, extraídos pela ordem que foram introduzidos.

Na escolha dos pontos é necessário ter em conta a acessibilidade dos mesmos assim como a localização no terreno. Os pontos devem ser escolhidos de forma a facilitar o deslocamento, minimizando a distância e o tempo entre os mesmos.

Ficheiro KML/KMZ – No que respeita a este tipo de ficheiro ele apenas nos auxilia para facilitar a posterior orientação no terreno. Através



■ Figura 3 - Ficheiro KML de pontos planeados para CQ

do programa *Google Earth*, após colocação em referência de um cartograma de Portugal, com a delimitação da cartografia 1:25 000, são inseridos *Placemark's* associados aos pontos que foram escolhidos no DGN. Aos mesmos é atribuída a numeração associada ao ponto que se pretende georreferenciar no terreno. O processo é repetido para todos os pontos do trabalho.

Após todos os pontos estarem referenciados no nosso ficheiro KMZ/KML, este é transformado em formato .gpx através da aplicação *GPS Track Maker*. O ficheiro .gpx é posteriormente importado para um equipamento GPS de navegação, que vai agilizar e tornar mais rápido o deslocamento entre pontos.



Quando todos os ficheiros atrás referidos estiverem preenchidos, o passo seguinte consiste em efetuar o planeamento propriamente dito, isto é, com o auxílio de todas as ferramentas ao nosso dispor (Carta 1:25 000/ 1:250 000 da área em trabalho, KML/KMZ) planear o itinerário que vamos tomar para chegar ao ponto, assim como a ordem pela qual vamos efetuar o levantamento de todos os pontos.

Execução

No que respeita ao trabalho de campo o sucesso na execução do mesmo acenta num bom planeamento, contudo mesmo ao efetuar um planeamento de gabinete minucioso, o mesmo, poderá ser sujeito a alterações durante a execução do trabalho.

Antes da saída para o campo, o topógrafo tem de certificar que além de ter consigo todo o material necessário à realização do trabalho, o mesmo se encontra devidamente configurado para o trabalho a realizar, isto é, se o trabalho criado em gabinete se encontra gravado na caderneta do GNSS e se o emparelhamento com os acessórios (antena e telemóvel de dados) se encontra configurado.

No trabalho de campo há tarefas básicas a cumprir:

- Fotografar o objeto;
- Medir a altura do objeto;
- Efetuar um croqui da área onde se encontra o objeto;
- Efetuar a medição do ponto.

Os pontos podem ser medidos de duas formas, com o recurso à rede SERVIR em modo RTK-Rede, ou efetuando a medição em modo Rápido Estático.

Quando se utiliza a rede SERVIR, situação mais desejável, o processo é rápido tendo o mesmo a duração de aproximadamente três minutos (180 épocas de observação).

O tempo de ocupação depende do número de épocas necessárias. Nesta forma de leitura dos pontos, há aspetos a ter em conta tais como, introdução do número e descrição do ponto. Contudo nem sempre é possível utilizar a rede SERVIR (derivado da falta de cobertura da rede móvel), tendo então de se proceder à medição do ponto em modo Rápido Estático, em que o tempo de medição é de doze minutos no mínimo.

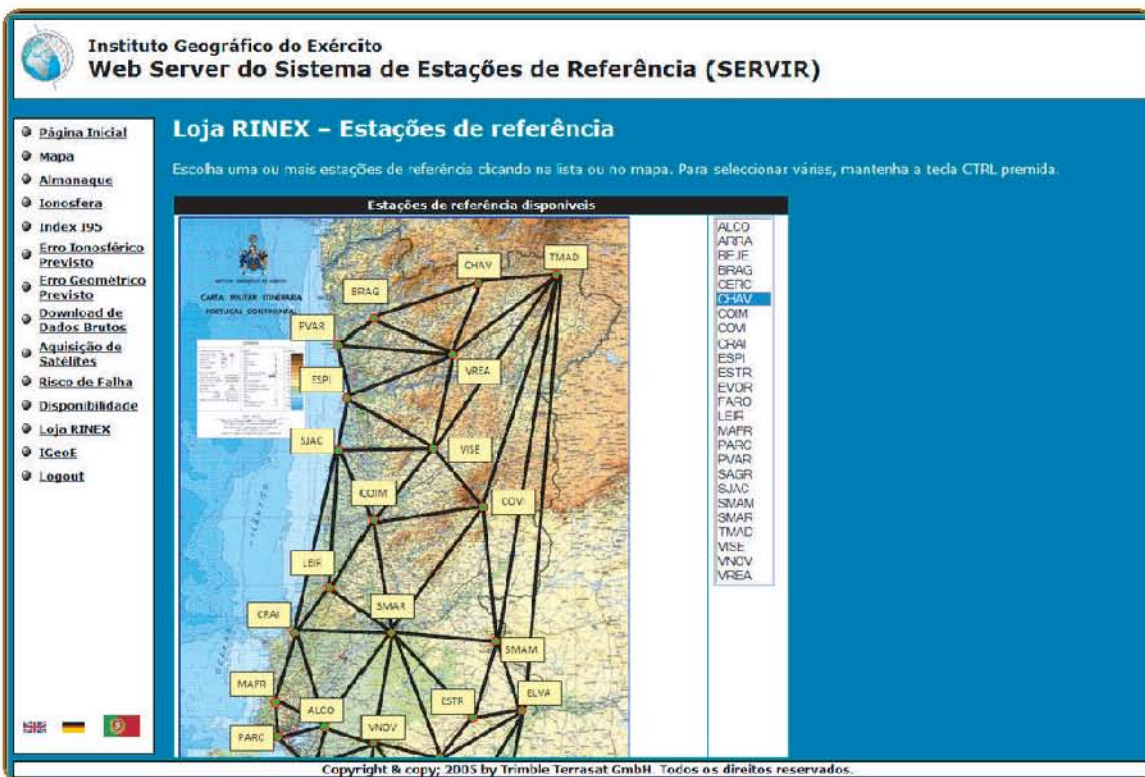
Este tempo pode ser superior, em função do número de satélites adquiridos pelo receptor. Nesta forma de operar além de registar todos os aspetos que já foram referidos, temos de apontar o grupo data hora em que efetuamos a medição, de forma a efetuar o pós-processamento dos dados em gabinete.

O facto de muitas das vezes termos de operar em modo rápido estático implica a alteração ao planeamento efetuado em gabinete uma vez que o processo se torna moroso, tendo o topógrafo de ter em atenção ao nível de energia do equipamento, uma vez que a operar em modo Rápido Estático o gasto de baterias vai ser maior, tendo muitas das vezes de ser efetuado o carregamento das mesmas na viatura, de forma a que o trabalho estipulado para o dia seja cumprido.

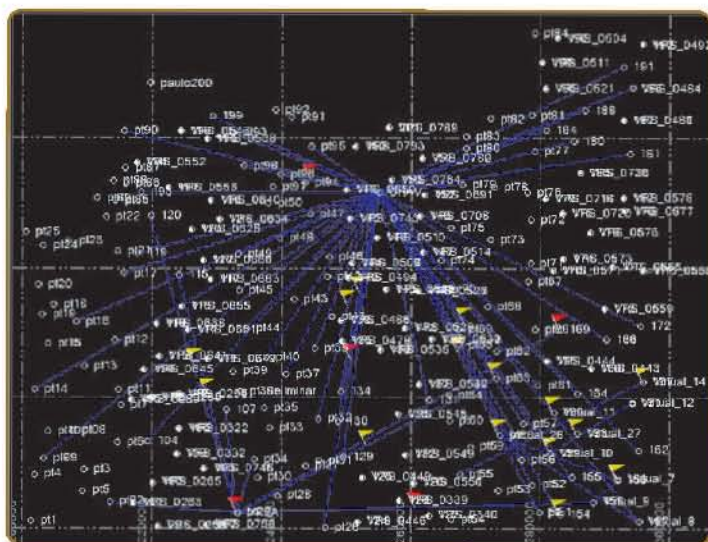
Pós-Processamento

Efetuada todo o trabalho de campo é necessário tratar os dados que foram armazenados no campo, desta forma efetua-se uma cópia de todos os ficheiros constantes na caderneta, ficando com um ficheiro por cada ponto retirado em Rápido Estático, e um ficheiro geral para os pontos levantados com recurso à rede SERVIR.

De forma a efetuar o pós-processamento dos pontos retirados em modo estático, acede-se à loja RINEX da Rede SERVIR para fazer o download dos dados em bruto, sendo para tal necessário efetuar um pedido para cada dia de trabalho, indicando a hora de início e a hora de fim de trabalho.▶



■ Figura 4 - Loja RINEX



■ Figura 5 - Folha Excel para cálculo do CQ do Bloco

Após ter efetuado o download, os dados vão ser tratados com recurso ao programa Trimble Business Center (TBC).

Neste programa verificamos todos os pontos observados, analisando a precisão com que os mesmos são adquiridos. Em certos casos há dados que têm de ser descarregados novamente, desta feita em relação a uma outra linha de base, para verificar se a precisão dos mesmos aumenta, se a mesma não corresponder aos requisitos para efetuar o CQ os pontos onde tal acontece poderão ser excluídos.

Após o pós processamento terminado e todos os pontos corrigidos, torna-se possível preencher de forma definitiva a base de dados, onde já irão ser tidas em conta todas as alterações efetuadas no campo. Desta forma todos os ficheiros preparados anteriormente são atualizados, de forma a serem armazenados na base de

dados, uma vez que já temos as coordenadas dos pontos de controle retiradas no DGN e as observadas no terreno, prosegue-se então para os cálculos finais onde se irá determinar a precisão planimétrica e altimétrica do bloco em trabalho. Estes cálculos são efetuados com base nas fórmulas referidas no STANAG 2215, verificando no final se os valores estão dentro dos parâmetros definidos pela NATO.

Nas tabelas apenas são inseridos os valores das coordenadas retiradas do DGN e das coordenadas observadas no terreno após o respetivo pós processamento, assim como o valor da escala em trabalho, o número de pontos observados e a data de realização do trabalho.

1	Pontos DGN			Pontos Terreno			DIFE	DIFN	DIFC	K
	N	E	C	N	E	C				
2							0	0	0	1
3							0	0	0	2
4							0	0	0	3
5							0	0	0	4
6							0	0	0	5
7							0	0	0	6
8							0	0	0	7
9							0	0	0	8
10							0	0	0	9
11							0	0	0	10
12							0	0	0	11
13							0	0	0	12
14							0	0	0	13
15							0	0	0	14
16							0	0	0	15
17							0	0	0	16
18							0	0	0	17
19							0	0	0	18
20							0	0	0	19
21							0	0	0	20
22							0	0	0	21
23							0	0	0	22
24							0	0	0	23
25							0	0	0	24
26							0	0	0	25
27							0	0	0	26
28							0	0	0	27
29							0	0	0	27

Figura 6 - TBC com todos os pontos observados



Discussão de Resultados

O trabalho realizado permitiu desenvolver conhecimentos em áreas nas quais nunca tínhamos trabalhado, contribuindo assim para uma melhor compreensão do processo de produção cartográfica.

No que respeita ao trabalho de gabinete várias competências foram aqui desenvolvidas tais como a capacidade de planeamento e de manuseamento de software. No trabalho de campo foram alargados os conhecimentos relativos a alguns dos materiais que equipam a secção de topografia.

No que respeita à amostra de objetos estudada, a mesma foi muito restrita, limitando-se todo o trabalho a um único tipo de objeto, contudo o objeto escolhido permitiu que os resultados finais fossem bastante satisfatórios, uma vez que os parâmetros NATO foram cumpridos.

A introdução de outro tipo de objetos por um lado iria levar a um resultado mais fidedigno, uma vez que a nossa amostra seria variável, contudo a introdução de objetos do tipo muro ou casa é bastante subjetiva uma vez que os mesmos muitas das vezes implicam a entrada por parte dos topógrafos em propriedades privadas, encontrando-se em muitos dos casos algumas alterações aos objetos identificados nos ortos.

Para que fosse evitado este tipo de inconveniente optou-se por escolher como objeto as esquinas de muros de cemitérios, uma vez que os mesmos além de serem públicos, não sofrem alterações significativas com frequência, possuindo desta forma as condições ideais para efetuar o CQ.

Os resultados finais foram bastante satisfatórios, obtendo-se uma precisão cartográfica de 0,97m a nível planimétrico e de 1,21m a nível

altimétrico (cálculo RMS), precisão que para a escala 1:25000 é considerada bastante satisfatória.

Segundo o STANAG a classificação atribuída foi A que admite um erro horizontal de 12,5m e vertical de 2.5m. No trabalho realizado a nível de cálculo STANAG atingimos uma precisão de horizontal de 1,45m e vertical de 1.98m.

Referencias bibliográficas:

- *STANAG 2215 IGEO (Edition 6) – Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital Topographic Data*
- *Manual Trimble Business Center*
- *Manual GPS Track Maker*, http://trackmaker.com/download/ref_guide_port.pdf
- <http://nexor.com/stanag>

Atividade da Secção de Topografia 2012/2013

■ ■ ■ ■ ■ Nuno Mira
Maj Art Eng Geo

A Secção de Topografia (STop) está inserida no Departamento de Aquisição de Dados do Centro de Produção Cartográfica do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE). É parte integrante da cadeia de produção da Carta Militar de Portugal à escala 1:25000, sendo os trabalhos destinados a essa produção a principal missão dos militares da Secção.

Introdução

Para além dessas tarefas, a Secção realiza muitas atividades, que não estão diretamente ligadas à cadeia de produção. Estas atividades são tão vastas que vão desde a gestão da Rede SERVIR, à execução de levantamentos topográficos para entidades exteriores ao IGeoE, à participação em diversos grupos de trabalho, ao apoio à componente operacional do Exército e das Forças Armadas e ao apoio a instituições de formação como a Academia Militar e o Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna. A STop colabora, ainda, na formação dos diversos cursos ministrados no IGeoE, sendo de realçar os cursos de Topografia, de Informação Cartográfica e de Interprete de Imagem.

Assim, neste breve artigo vão ser apresentadas as atividades desenvolvidas na Secção de Topografia ao longo do ano de 2012 e 1ºSemestre do ano 2013.

Trabalho para a Cadeia de Produção

No que concerne aos trabalhos realizados em prol da cadeia de produção estes são, basicamente de quatro tipos: Apoio Fotogramétrico, Completagem de Campo, Processo de Pré-Validação e Processo de Validação.

a) Apoio Fotogramétrico

O Apoio Fotogramétrico consiste na aquisição de coordenadas tridimensionais de pontos de objetos, com caráter de permanência, que sejam facilmente identificados no terreno e na fotografia aérea, para entrega na Secção de Fotogrametria. Este passo é o primeiro passo da cadeia produção.

As tarefas de planeamento, aquisição, processamento e produção de relatórios de pontos fotogramétricos são totalmente realizadas na



Secção de Topografia. No ano de 2012 foi implementada uma nova metodologia de planeamento e de produção de relatórios, passando-se a utilizar uma nova estrutura para a informação recolhida em campo e a utilizar novos softwares de processamento de dados adquiridos por meios topográficos da *Trimble - Trimble Business Center* - e da *Leica - Leica Geomatics Office 8.3*.

Esta evolução em várias linhas de ação obrigou à produção de nova documentação de Instruções de Trabalho, à formação do pessoal da secção para que pudesse dar uma resposta eficaz nos trabalhos a realizar.

Durante o ano de 2012 foram executados os Apoios Fotogramétricos para o Bloco de Santarém que incluiu trabalhos nas ilhas das Berlenegas e Farilhões que teve o apoio da Marinha através da Capitania de Peniche, para o Bloco da Régua e para Bloco do Minho. Na Tabela 1 está espelhado o trabalho da Secção na realização dos Apoios.

	Bloco de Santarém	Bloco de Régua	Bloco do Minho	TOTAL
Equipas	5	3	5	13
Dias	5	4	8	17
PFS	253	103	337	693
VGS	52	16	49	117
Km percorridos	3339	3764	8360	15463

■ Tabela 1 - Resumo de Apoios Fotogramétricos realizados em 2012

b) Completagem de Campo

No âmbito da completagem de campo o ano de 2012 foi muito intenso, tendo sido realizados trabalhos no Bloco do Porto que ficou concluído, no Bloco da Padrela e no Bloco de Santarém. Foram ainda feitos trabalhos para completar a área do município de Coimbra.

Este tipo de trabalho requer uma grande preparação antes da saída para o campo, nomeadamente o compilar de um vasto conjunto de informação relativa a linhas de alta tensão, topó-

nimos, localização de instalações com carácter de importância, como por exemplo Câmaras Municipais, Juntas de Freguesia, Quartéis dos Bombeiros, Unidades Militares, Hospitais, Centros de Saúde, entre muitos outros, que apesar de a informação não constar da carta impressa, consta da informação digital da carta. No campo é necessário confirmar toda a informação compilada bem como, esclarecer todas as dúvidas assinaladas pela fotogrametria e ainda completar uma série de dados de informação que só é possível fazer no campo.

Este tipo de trabalho é essencial para garantir a qualidade da informação da carta, pois garante que tudo o que é representado foi verificado no campo, à data da realização dos trabalhos.

	1º Semestre 2012	2º Semestre 2012	1º Semestre 2013	TOTAL
Nº de Campanhas	2	3	1	6
Nº de Equipas	4	6	3	13
Nº de Folhas	16	25	6	47
Km percorridos	29537	25041	11695	66273

■ Tabela 2 - Resumo das Campanhas realizadas em 2012 e 1º Semestre de 2013

No ano de 2012 estiveram disponíveis 4 equipas no primeiro semestre e 6 equipas no segundo semestre de 2012 e primeiro semestre de 2013. Para efeitos de planeamento o tempo de trabalho de campo por equipa por folha, varia em função da quantidade de informação da folha, e pode variar de duas a cinco semanas. Na Tabela 2 está um resumo das campanhas de completagem realizadas pela Secção de Topografia.

Durante o ano de 2012 foi iniciado um novo processo de atualização de cartografia o que implica uma diminuição do tempo de trabalho de campo destinado a cada folha a ser atualizada, o que obrigou a um esforço maior por parte dos militares que realizam este trabalho.

c) Processo de Pré-Validação

A fase de pré-validação tem por objetivo analisar as dúvidas colocadas pela Secção de Controlo de Qualidade (SCQ) nos diversos temas e inseri-las nos ficheiros respetivos produzindo novos ficheiros em cada um desses temas. Nesta fase são ainda realizados procedimentos que visam facilitar algumas tarefas de validação. As dúvidas colocadas pela SCQ resultam da análise da toponímia, da inflexão de curvas de nível, das coordenadas dos Vértices Geodésicos, da informação dos limites e designação das freguesias, da comparação da informação em trabalho com a edição anterior da mesma folha. O operador aborda individualmente as dúvidas da SCQ e faz as correções necessárias. Após o esclarecimento das dúvidas da SCQ são executados um conjunto de procedimentos que visam validar informação altimétrica, verificar a coerência da informação planimétrica, continuidade da rede viária e ferroviária, entre outros aspetos de representação de áreas e limites. A análise individual a cada elemento é realizada de forma automática, no entanto a correção dos erros detetados tem de ser feita pelo operador. É um processo que em média demora cerca de 1 a 2 semanas, dependendo do número de dúvidas e da sua complexidade. Na Tabela 3 estão discriminadas as folhas planeada e pré-validadas durante o ano de 2012 e primeiro semestre de 2013.

	2012	1º Semestre 2013	TOTAL
Folhas planeadas	37	20	57
Folhas Entregues	25	23	48

■ Tabela 3 - Resumo dos trabalhos de Pré-Validação em 2012 e 1º Semestre de 2013

d) Processo de Validação

Garantida a integridade e a concordância da informação com a realidade é necessário garantir coerência geométrica dos elementos, eliminando undershoots, overshoots e outros erros

semelhantes. Durante a fase de validação são analisados de modo isolado os temas de altimetria, hidrografia, vias de comunicação, vegetação e restante, de modo a garantir que os objetos representados são do tipo correto (ponto, linha ou área) conforme a entidade que representam, de modo a garantir que não existem duplicações e que o resultado final é uma representação fiel da realidade. Apesar dos erros poderem ser detetados de forma automática só podem ser corrigidos por ação do operador.

Assim na Tabela 4 está resumida a quantidade de folhas planeadas e concluídas pela STop. Deve ser tido em consideração que o processo de validação só pode ocorrer depois de realizado o trabalho de campo e validação externa.

	2012	1º Semestre 2013	TOTAL
Folhas planeadas	37	20	57
Folhas Entregues	16	24	40
Militares a Validar	4	5	9

■ Tabela 4 - Resumo dos trabalhos de Validação em 2012 e 1º Semestre de 2013

Rede SERVIR (Sistema de Estações GNSS de Referência Virtuais)

A Rede SERVIR foi implementada em 2006, tendo sido estabelecido que seria de acesso livre durante o período de implementação e de testes, que teria a duração prevista de dois anos. As estações estão instaladas em unidades militares do Exército, Marinha e Força Aérea e em instituições civis (Instituto Politécnico de Bragança e Universidade da Beira Interior) com as quais se realizaram protocolos. Os cálculos das coordenadas das estações foram processados na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa no Referencial ITRF 2005 (*International Terrestrial Reference Frame 2005*) à época 2005.0.

Por determinação superior, a Rede SERVIR passou a ser de utilização paga a partir de 1 de julho de 2012. Esta alteração no funcionamento da rede teve por base os elevados custos de manutenção e no princípio da participação na manutenção por quem utiliza a rede. Existe ainda a possibilidade de acesso gratuito para instituições de ensino, de investigação ou para os representantes e/ou vendedores de marcas ou equipamentos de topografia que recorram aos meios de *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS).

	Preço S/ IVA
RTK – DGPS Semanal	50 €
RTK – DGPS Mensal	150 €
RTK – DGPS Semestral	600 €
RTK – DGPS Anual	1 000 €
Loja Rinex Semestral	300 €
Loja RINEX Anual	500 €
Download Dados em Bruto Semestral	200€
Download Dados em Bruto Anual	400 €

■ Tabela 5 - Tabela de Preços Rede SERVIR

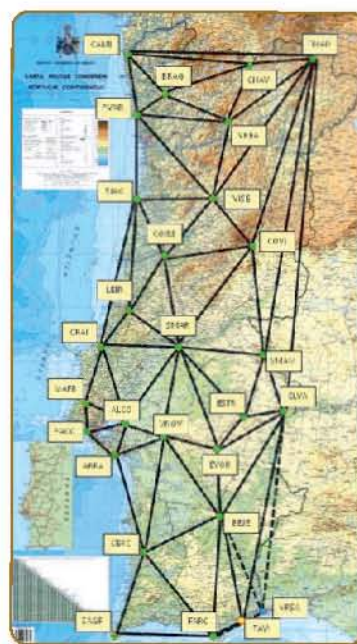
A Rede SERVIR disponibiliza serviços de posicionamento em modo *Real Time Kinematic* (RTK), *Differential Global Positioning System* (DGPS) e em modo Pós-Processamento (PP). Sendo que no primeiro caso poderão ser feitas subscrições anuais, semestrais, mensais ou semanais e no último caso há duas modalidades de acesso: Loja RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*) ou *Download* de dados em Bruto, sendo que ambas podem ser de acesso anual ou semestral. Na Tabela 5 estão os preços praticados pela Rede SERVIR desde 1 de julho de 2012, sendo que ao valor apresentado deve ser acrescentado IVA à taxa legal em vigor. Para se obter mais informações devem ser consultadas as condições de acesso.

A gestão e a manutenção da Rede SERVIR está a cargo da STop, estando vocacionados quatro militares, em acumulação de funções.

Durante o ano de 2012 e o 1º Semestre de 2013 foram realizados 14 deslocamentos para efeitos de manutenção da rede, tendo sido visitada mais de 50% das estações da Rede.

Foram feitas alterações ao nível da estrutura da rede com a montagem da estação de Caminha (CAMI), a desativação temporária da estação de Espinho (ESPI) a troca de local da estação de Braga e da respetiva designação (passou de BRAG para BRGA) e a mudança de local do receptor de Vendas Novas (VNOV). Foram ainda realizadas visitas conjuntas com o Regimento de Transmissões para a resolução de problemas no Cercal, Arrábida e São Mamede.

Em termos de disponibilidade a Rede SERVIR caracteriza-se por uma elevada disponibilidade. Desde 1 de abril de 2006 até 31 de dezembro de 2012, a rede teve uma disponibilidade média de 91,35%, sendo que 80% das estações tiveram uma disponibilidade acima de 95%. A estatística baseia-se na observação do funcionamento da rede como um todo, tendo em atenção o comportamento individual das estações.



■ Figura 1 - Mapa da Rede SERVIR

Foi executado o reconhecimento para a desativação da estação de Tavira (TAVI) e montagem de uma nova estação em Vila Real de Santo António (VRSA), permitindo aumentar a área coberta pela rede. A par destas atividades fora do IGeoE, ainda é feita a manutenção diária da rede, a gestão diária dos utilizadores e são dadas respostas aos inúmeros pedidos dos utilizadores de rede.

Na Figura 1 está o Mapa da Rede SERVIR, com a respetiva área coberta, em que a estação a amarelo (TAVI) tem a desativação prevista para setembro de 2013 seguindo-se a montagem de VRSA a azul.

a) Aplicabilidade da Rede SERVIR

A rede SERVIR foi desenhada para permitir o posicionamento preciso e rápido em tempo real ou em pós-processamento.

Deste modo pode ser utilizada num largo espectro de aplicações e áreas do conhecimento que vão desde a topografia até à agricultura.

A utilização de equipamentos que permitam realizar observações GNSS em código e frequência (L1 e L2) em que essas observações sejam armazenadas para pós-processamento, ou então que comuniquem em tempo real com os servidores da rede SERVIR para receberem correções para posicionamento preciso vão permitir aumentar a produtividade e a precisão dos trabalhos realizados. As principais áreas de aplicação para este tipo de posicionamento são:

- Geodesia;
- Topografia;
- Cartografia;
- Geografia;
- Geologia;
- Geodinâmica;
- Fotogrametria;
- Construção Civil;

- Obras Públicas;
- Monitorização de Infraestruturas;
- Sistemas de Informação Geográfica;
- Cadastro da Propriedade;
- Arqueologia;
- Agricultura de precisão;
- Gestão de Frotas;
- Aplicações de âmbito estrito das Forças Armadas e de Segurança;

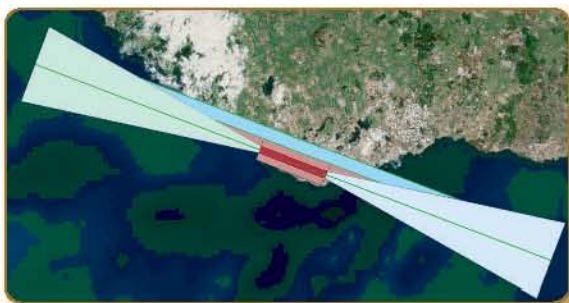
Levantamento Topográfico para Entidades Exteriores ao IGeoE

No âmbito das suas competências a STOP pode executar trabalhos de topografia para outras entidades. O levantamento topográfico executado no Aeroporto João Paulo II, em Ponta Delgada, nos Açores, foi um trabalho adjudicado pela NAV E.P.E. e que foi executado em duas fases.

A primeira fase, consistiu na aquisição de coordenadas tridimensionais das pistas do aeroporto e dos obstáculos que perfuram as seguintes superfícies:

- 1 Superfície de descolagem tem início no final do Clearway, com uma largura de 300m e à medida que se afasta da pista tem uma inclinação de 1,2% e uma abertura lateral de 15%;
- 2 Strip – faixa de segurança de 150m de largura a partir do eixo da pista, com o comprimento definido pelo final dos Clearways das duas pistas (030 e 012).
- 3 Superfície de Transição – é uma superfície lateral à pista que tem início no final da Strip, com uma inclinação de 14,3% e que sobe até 45m acima da cota da pista, estende-se longitudinalmente até intercalar as rampas de descolagem e até 4km do ARP (Aerodrome Reference Point).
- 4 Superfície Planar – é uma superfície plana, com início na superfície de transição e até uma distância de 536m desta (1000m do Eixo da Pista).





■ Figura 2 - Superfícies a serem analisadas.

Na Figura 2 estão representadas de forma esquemática as superfícies mencionadas, em que a vermelho está a *Strip*, delimitada a Este e Oeste pelas retas definidas pelos limites dos *Clearway*. A verde claro estão representadas as rampas de descolagem, a rosa as superfícies laterais de transição e a azul a superfície planar exterior.

a) Método de Aquisição

A aquisição das coordenadas tridimensionais foi executada com recurso a um recetor GNSS Leica 1200 operado em modo RTK ligado à Rede Estações Permanentes da Região Autónoma dos Açores (REPRAA), e a uma estação total (ET) Leica Smart Station 1200. Sendo que a ET era iniciada com base em observações GNSS.

A Ondulação do Geoide foi calculada com base na observação de Vértices Geodésicos na área em trabalho.

A aquisição foi realizada em WGS84 com Projeção UTM Fuso 26 Norte, tendo sido observados os mesmos vértices geodésicos no sistema de coordenadas PTR08/ ITRF93 UTM Fuso 26 Norte e Datum São Brás, UTM Fuso 26 Norte. Para permitir o controlo de qualidade da transformação de coordenadas entre o sistema de coordenadas da aquisição e os outros dois.

Foram adquiridos ainda dados da pista, sendo de realçar, a Soleira 12 e a Soleira 30, que permitem definir o eixo da pista, o *Runway End* 12 e 30 que delimitam o comprimento de cada pista e o ARP. Foi ainda feito um levantamento do eixo da pista de modo a poder obter o perfil vertical da mesma.

No total foram adquiridos 1140 pontos de obstáculos e 1625 pontos na pista.

b) Processamento e Cálculo de obstáculos

O processamento e cálculo da informação adquirida em campo, foi feito de forma a garantir a coerência e a integridade da informação.

Numa primeira fase foi feita verificação de toda a informação adquirida em campo, e criada uma cópia de segurança dos originais.

Após a cópia de segurança foi feita a separação dos pontos adquiridos para o perfil da pista dos restantes. Foram ainda separados os pontos que definem a orientação da pista (*ARP*, *Soleiras* e *Runway End*).

(1) Classificação dos pontos por superfície

A classificação dos pontos por superfície é essencial para determinar se um ponto fura a superfície e é um obstáculo a ser referenciado, ou se não fura e, portanto, não é obstáculo. Assim foram calculados seis pontos auxiliares, e que permitem delimitar, matematicamente, as referidas superfícies. Assim foram calculados os limites do *Clearway* a 60m (denominados *CW1* a Oeste e *CW2* a Este), para fora da pista dos *Runway End*, e os limites laterais da *Strip* com uma abertura lateral de 150m a partir do limite do *Clearway* (*CW3* e *CW4* a Oeste e *CW5* e *CW6* a Este).

Com base nas coordenadas planimétricas dos pontos *Soleira12* e *Soleira 30* determinou-se a equação da reta que passa por estes dois pontos aplicando a Fórmula (4.1). Uma vez determinada a equação da reta que passa nas soleiras foi feita a transformação para a forma da Formula (4.2).

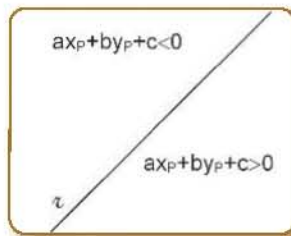
$$y - y_{Soleira30} = \left(\frac{y_{Soleira12} - y_{Soleira30}}{x_{Soleira12} - x_{Soleira30}} \right) \cdot (x - x_{Soleira30}) \quad (4.1)$$

$$ax + by + c = 0 \quad (4.2)$$

Com o conhecimento da reta que une as soleiras, e que representa o eixo da pista é possível determinar a distância de qualquer ponto a essa reta aplicando a Fórmula (4.3).

Através do conhecimento das equações das retas que representam o eixo da pista e das retas que representam o fim do *Clearway* a Oeste e a Leste é possível determinar a posição de um ponto P em relação a determinada reta aplicando a Fórmula (4.2). Se o resultado for positivo significa que o ponto está num semiplano, se for negativo está no outro semiplano e se for zero (0) significa que o ponto pertence à reta, tal como está exemplificado na Figura 3.

$$d_{(P,r)} = \frac{|ax_p + by_p + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (4.3)$$



■ *Figura 3 - Definição da posição de qualquer ponto relativamente à reta "r".*

Repetiu-se o cálculo para as retas definidas pelo limite do *Clearway* a Oeste e a Este.

Assim conhecidas as retas que definem a pista e delimitam os seus extremos é possível enquadrar todos os pontos de forma matemática e sem erros.

A aplicação de testes ao resultado da aplicação das Fórmulas (4.2) e (4.3) permite definir a superfície em que se encontra cada ponto, como está demonstrado na Tabela 6, em na coluna "Distância ao Eixo da Pista" estão as condições que permitem classificar os pontos observados em relação ao eixo da pista e na coluna "Cálculo da reta do *Clearway* a Oeste" permite definir se o ponto está do lado da pista ou depois do *Clearway*.

Superfície	Condições	
	Distância ao Eixo da Pista	Cálculo da reta do <i>Clearway</i> a Oeste (CWO) (ax+by+c)
Descolagem O	$d_EixoPista < (150 + dist_CWO \times 0.15)$	< 0
STRIP	$d_EixoPista < 150$	> 0
Rampa de 14,3% ao longo da Pista	$150 < d_EixoPista < 464.685$	> 0
Rampa de 14,3% ao longo da Superfície de Descolagem O	$(150 + dist_CWO \times 0.15) < d_EixoPista < 464.685$	< 0
Exterior Cota 112	$d_EixoPista > 464.685$	

■ *Tabela 6 - Testes de classificação dos pontos por superfície*

Uma vez definida a superfície em que cada ponto adquirido se encontra é possível, também matematicamente, verificar se esse ponto fura a superfície a que pertence ou se não fura. Aplicando as regras definidas e selecionando apenas os pontos que foram obtém-se uma listagem de todos os pontos que são considerados obstáculos, bem como a superfície em que estão inseridos.

c) Entrega do Trabalho

A entrega do trabalho foi feita nos modelos referidos no caderno de encargos, nomeadamente em MS EXCEL e formato CAD (*Computed Aided Desing*) em dgn (*Microstation*) e dwg (*Autocad*).

Conclusões

O ano de 2012 e o primeiro semestre de 2013 foram de grande intensidade de trabalho para todos os elementos da Secção de Topografia.

Durante este período de tempo deve ser realçado o grande número de folhas trabalhado em campo, principalmente se for tido em consideração a introdução da metodologia de atualização de folhas.

Sendo que além dos trabalhos realizados em prol da cadeia de produção, que são a principal ocupação, deve ainda, ser realçado todo o planeamento e trabalho do aeroporto João Paulo II, em Ponta Delgada.

Open Source GIS

Henrique Azevedo
Cap Art

Nas últimas décadas têm-se assistido a uma evolução tecnológica de dispositivos portáteis, tais como, GPS, computadores portáteis, tablets e smartphones, que potenciam a disponibilização de um vasto leque de serviços, como por exemplo, serviços navegação e tracking de pessoas e bens, georreferenciação de edifícios, mensagens e imagens, entre outros.

Introdução

Para além das aplicações comerciais, as aplicações gratuitas mais conhecidas com inclusão deste tipo serviços vão desde, as aplicações de navegação, *Maps iOS, TMN Drive*, entre outros, aos mapas disponibilizados pela Google, *Bing, Sapo*, etc., e mais recentemente a georreferenciação de mensagens e imagens que se pode observar no *Facebook, Google+*, *GoogleEarth*, etc.. Se anteriormente esta tecnologia era escassa, cara e estava confinada a áreas profissionais específicas, atualmente ela encontra-se mais acessível às pessoas e a um número crescente de atividades profissionais.

O desenvolvimento de aplicações no âmbito da informação geográfica esteve durante muito tempo, no domínio de empresas privadas, numa logica comercial, baseando-se em direitos de autor e na atribuição de licenças de utilização com certas restrições. As aplicações proprietárias são de forma geral, aplicações mais completas, bem finalizadas, possuidoras de um grande conjunto de recursos com automatização de rotinas onde para o efeito estão a seu dispor recursos humanos, materiais e financeiros favoráveis ao desenvolvimento e inovação [1]. Apesar destas empresas concederem licenças especiais a determinadas áreas de atividade, como por exemplo o ensino, elas pouco contribuem para o enriquecimento do conhecimento das pessoas, limitando-se a dar conhecimento das funcionalidades que as aplicações oferecem e tornando os seus utilizadores em especialistas dessas ferramentas [2]. Numa lógica que contrarie esta tendência, surgem as aplicações livres e de fonte aberta como uma janela de oportunidade para a transmissão do conhecimento através do estudo e aperfeiçoamento do seu código fonte, com menores custos para as empresas e seus utilizadores.

Por forma a clarificar conceitos, entenda-se por "software livre" o software cujos utilizadores possuam a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, modificar e melhorar esse *software* [3]. O con-

ceito Open Source, por vezes confundido como software livre, representa um conjunto mais alargado de critérios, tais como: redistribuição livre, disponibilidade do código fonte e binários, possibilidade de criar trabalhos derivados, integridade do código fonte do autor, não discriminação de pessoas ou grupos na sua utilização, distribuição livre da licença a pessoas e produtos, não restrição a outros tipos de software e neutralidade da tecnologia a que se destina [4]. As diferenças entre ambos os conceitos são muito ténues e por vezes confundem-se no entanto, o conceito “Open Source” é menos restritivo e pode englobar software proprietário de forma que, nem todo o software Open Source é “software livre” [5] [6]. A utilização de software de código aberto e livre é reconhecido pela UNESCO como “ferramentas e processos pelos quais as pessoas podem criar, partilhar e explorar software e conhecimentos de forma eficiente e eficaz” [7].

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são sistemas que integram hardware, software e dados, no processo de captura, processamento, gestão, análise e exibição de informação geograficamente referenciada [8]. São sistemas largamente utilizados por várias organizações, sejam empresariais ou governamentais, no âmbito comercial, administrativo, operacional, investigação e ensino. Considerando as inúmeras ferramentas disponíveis no âmbito do SIG e sem o objetivo de as classificar quanto ao tipo de “liberdades” descreve-se de seguida, algumas aplicações não proprietárias de utilização aberta e livre por instituições públicas e privadas.

2 - Enquadramento e Utilização de Software Aberto

2.1 Enquadramento do Software Aberto e Livre em Portugal

Em Portugal, a implementação e utilização de software livre e aberto têm pouca expressão quando comparado com outros países, crescendo lentamente talvez pelo facto de não ter havido até à presente data grandes incentivos para o seu crescimento. Em 2004, decorreu a primeira iniciativa

legislativa, a Resolução da Assembleia da República n.º 66/2004, na qual recomenda ao governo um conjunto de medidas, entre as quais: a criação de um livro branco de software livre em Portugal; a definição de programas e projetos piloto na Administração Pública; a criação de um serviço de suporte e apoio à implementação e otimização da utilização de *software* livre; a integração do *software* livre como incentivo à modernização da administrativa das autarquias locais e das micro e pequenas empresas; o estabelecimento de uma base de dados online para consulta pública; a integração de matérias de software livre nos currículos do ensino, investigação e desenvolvimento, entre outras [9].

Em 2007 foi aprovado na Assembleia da República o projeto de resolução n.º 227, a iniciativa “Software Livre no Parlamento”, tendo em vista a concretização de um conjunto de medidas para a implementação do software livre na Assembleia da República. Entre as medidas aprovadas encontram-se algumas, tais como: disponibilização em formato aberto de toda a informação e documentação publicada na *web*, pela Assembleia da República; possibilidade de utilização de software livre em todos os postos de trabalho; programação e desenvolvimento de ações de formação orientadas para o *software* livre; e desenvolvimento de um plano de migração de aplicações e serviços para software livre [10].

Em 2011, a Assembleia da República estabeleceu através da Lei n.º 36/2011, de 21 de junho, a adoção de normas abertas para a informação em suporte digital na Administração Pública, aplicável aos órgãos de soberania, serviços de Administração Pública central, incluindo institutos públicos, serviços desconcentrados do Estado, serviços da administração pública regional e sector empresarial do Estado. A Lei estabelece a obrigatoriedade da utilização de normas abertas em todos os documentos de texto em formato digital, que sejam objeto de emissão, intercâmbio, arquivo e ou publicação pela Administração Pública e a proibição da recusa, devolução ou não seguimento de pro- ➤

cedimento administrativo pela mesma, de documentos recebidos por pessoas singulares ou coletivas provenientes de ferramentas produtoras de ficheiros de dados seguindo normas abertas. Determina ainda à Agência para a Modernização Administrativa a elaboração do Regulamento Nacional de Interoperabilidade Digital a ser aprovado em Conselho de Ministros [11].

Em 2012, na sequência da Lei n.º 36/2011, é aprovada a Resolução do Conselho de Ministros n.º 91/2012, no qual é aprovado o Regulamento Nacional de Interoperabilidade Digital (RNID). O Regulamento aprovado assenta prioritariamente em especificações técnicas e formatos digitais definidos e mantidos por organismos internacionais e está dividido em especificações técnicas e formatos digitais obrigatórios e recomendados. O RNID abrange vários domínios, aos quais se devem salientar os seguintes: formatos de dados (imagens, caracteres e dados), formatos de documentos estruturados e não estruturados e gestão documental (processamento texto, cálculo, web), sistemas de informação geográfica, incluindo cartografia, cadastro digital, topografia e modelação [12].

A concretização das iniciativas legislativas está atualmente um pouco aquém daquelas que foram definidas, assistindo-se a uma evolução lenta da sua implementação. Contudo, existe já um esforço no sentido de se aplicar as várias medidas, em diversos órgãos e empresas do estado [13] [14]. Ao nível do estado, surge no âmbito dos trabalhos de coordenação da utilização de tecnologias de informação e com responsabilidades nestas matérias, a Comissão Intersectorial de Tecnologias de Informação para a Administração Pública que reúne representantes das Entidades de Coordenação Sectorial e é presidida pelo Instituto de Informática [15]. Outras entidades como "Associação Nacional para o *Software* Livre" (ANSOL), a "Associação de Empresas de *Software* Open Source Portuguesas" (ESOP) e a Associação para a Promoção e Desenvolvimento da Sociedade de Informação (APDSI), têm promovido diversas iniciativas na divulgação,

implementação e fiscalização nestas matérias. No contexto internacional, são conhecidas diversas iniciativas e implementações de software aberto e livre quer no âmbito da administração pública quer no âmbito empresarial [16] [17].

2.2 A utilização de software aberto e livre

A utilização de software aberto e livre permite aos utilizadores além de ver e modificar o código, permite igualmente compreender os conceitos e formulações utilizadas na sua construção, promove a discussão e confrontação de ideias, o trabalho colaborativo conduz à construção de software estável e atualizado [18]. Na perspetiva económica, os custos associados à aquisição de software proprietário pode ser direcionado para a compra de hardware, na capacitação e/ou reciclagem de recursos humanos, na aquisição de dados de melhor qualidade porque a maior parte das necessidades das empresas e instituições pode ser solucionada com aplicações disponíveis de forma gratuita. Também os custos de formação e certificação decorrentes da utilização de software aberto e livre são mais baixos comparativamente às aplicações proprietárias. Por outro lado, a utilização de aplicações abertas e livres permite aos seus utilizadores o direito à escolha, à sua independência relativamente a padrões impostos, favorecendo a diversidade de soluções, possibilitando a interoperabilidade de sistemas, e garantindo maior qualidade e segurança. Observa-se também que, as falências de empresas e aquisições de empresas por outras têm muitas vezes como consequência, o desaparecimento de soluções de software, a alteração do tipo de licenças, a inclusão de novas restrições ao tipo de utilização [1] [2] [19].

Contudo, a utilização de software aberto e livre possui também algumas desvantagens tais como: a escassez de material de apoio para a formação com software livre comparativamente ao software fechado; a resistência e inércia à mudança para o software livre, dos utilizadores aos decisores; a necessidade de fazer investimentos iniciais na adaptação de sistemas; a confusão e caos aparente na fase inicial, relativamente à escolha e definição do

caminho mais adequado, atendendo à vasta gama de ferramentas disponíveis e das suas possibilidades; e à grande derivação de produtos semelhantes que resultaram de modificações ao código de base e se consubstanciaram em novas aplicações [2] [18] [19].

Avaliadas as vantagens e desvantagens apresentadas deve-se ter em conta que, após a adoção do software livre e aberto, as vantagens têm um carácter permanente enquanto que as desvantagens apenas são fator de dissuasão enquanto não forem ultrapassadas. A implementação do software aberto e livre nas instituições e empresas acontecerá mais facilmente quando os principais responsáveis possuírem e promoverem uma visão da utilização deste tipo de ferramentas, compreenderem os seus princípios e entenderem como poderão tirar proveitos das suas vantagens [2].

3 - Aplicações Open Source GIS


3.1 Evolução do Open Source GIS [1] [18] [20]

A primeira ferramenta SIG de código aberto conhecida foi publicada em 1978, designada por *Map Overlay And Statistical System* (MOSS), desenvolvida pelo *Departamento do Interior dos EUA* e incluía informação vetorial. Tornou-se como referência para o desenvolvimento de outras ferramentas SIG no sentido em que, foi a primeira ferramenta interativa amplamente utilizada, a primeira a ser utilizada em produção utilizando “minicomputadores” à época, a primeira que integrou o processamento de dados vetoriais e matriciais e a ferramenta que várias agências efetivamente utilizaram e aprenderam os conceitos associados aos SIG.

Na década de 80, mais propriamente em 1982, surge o *Geographical Resources Analysis Support System* (GRASS), o primeiro software que combina a produção e suporte de dados geográficos em formato matricial e vetorial. Desenvolvido inicialmente por uma equipa de investigadores militares dos EUA é atualmente disponibilizado e mantido

por uma equipa internacional. Em 1983, é também desenvolvida uma biblioteca de projeções cartográficas, a biblioteca PROJ4, por Gerald Evenden a partir de código fonte do Laboratório de Geologia dos EUA.

Decorre um interregno de cerca de 10 anos, na qual algumas empresas comerciais desenvolvem os seus produtos proprietários. Somente em 1993 surge a primeira aplicação livre direcionada para serviços na web, o *UMN Mapserver*, desenvolvida pela Universidade do Minnesota e atualmente mantido por uma comunidade, sendo nos dias de hoje umas das ferramentas mais utilizadas para a partilha dados geográficos na internet. Ainda nesse período, surge outro projeto, o *Raster Data Manager* (rasdaman), que consiste numa base de dados relacional, multidimensional, de dados matriciais e que se tornou uma ferramenta aberta em 2009. Em 1995, foi desenvolvida uma biblioteca em Java, o *GeoTools*, e em 1998 foram lançadas outras duas ferramentas, o *degree* e o *Geospatial Data Abstraction Library* (GDAL/OGR) destinadas ao processamento e conversão de dados geoespaciais.

O novo milénio trouxe várias ferramentas nomeadamente em 2001: o *Open Source Software Image Map* (OSSIM), ferramenta para a realização de trabalhos de deteção remota, processamento digital de imagens, operações SIG e fotogrametria; o *JTS Topology Suite*, que tem como objetivo a modelação e manipulação (bidimensional) de entidades geométricas lineares; base de dados geográfica amplamente utilizada, o *PostGIS* (extensão à base de dados *PostgreSQL*); e a aplicação *GeoNetwork* para catalogação e geração de informação georreferenciada, edição de metadados e visualizador de mapas interativos. Em 2002, surge a aplicação *Thuban*, um visualizador interativo de informação geográfica permitindo a consulta e junção de tabelas e a identificação e anotação de objetos. Surge igualmente o *Quantum GIS*, aplicação que permite editar, criar e analisar informação geográfica com a possibilidade de integrar plugins e que pode trabalhar em conjunto com outras aplicações tais como: GRASS, GDAL/OGR, MySQL, Pos- 

tgreSQL/PostGIS. Em 2003, surge o gvSIG, um aplicação desktop projetada para capturar, armazenar, manipular, analisar e implantar informação geográfica de referência, muito conhecida por ter uma interface amigável, capaz de aceder aos formatos mais comuns, tanto vetoriais como matriciais. Em 2004, surge a aplicação *OpenEV* que possibilita a visualização e análise espacial de informação geográfica e é simultaneamente uma biblioteca de desenvolvimento para criar novas aplicações. Em 2006, surge o *OpenLayers*, ferramenta que facilita a colocação de mapas dinâmicos em páginas web, permitindo visualizar partes específicas destes e a representação de dados carregados a partir de qualquer fonte. Em 2007, surge o *Integrated Land and Water Information System (ILWIS)*, um software SIG completo que congrega dados vetoriais e matriciais com a possibilidade de análise espacial e processamento de imagem; a plataforma *OrbisGIS* criado em contexto de investigação que propõe novos métodos e técnicas para modelar, representar, processar e partilhar dados espaciais; a plataforma KOSMO, uma plataforma corporativa que pretende responder às diferentes necessidades dos utilizadores, oferecendo implementações orientadas para servidores, desktops, *Web Client* e aos dispositivos móveis.

3.2 Aplicações GIS

Dada a grande diversidade de aplicações disponíveis, o que define a escolha das aplicações pelas instituições são as suas necessidades específicas, as tecnologias disponíveis, os conhecimentos que possuem sobre as ferramentas e o grau de usabilidade dos softwares. Mais importante que saber como cada aplicação funciona, importa saber o que fazer com ela de forma a tirar o máximo rendimento [1]. A utilização destas ferramentas pode ser observada em várias áreas, como por exemplo na agricultura, defesa de áreas protegidas, ordenamento territorial, produção de cartografia, prevenção de incêndios, defesa, etc. [1] [2] [21] [22] [23].

Atualmente existe uma grande panóplia de ferramentas especializadas que, individualmente ou quando agregadas (Figura 1), oferecem um leque de

funcionalidades aos utilizadores. Tais ferramentas possuem funcionalidades que auxiliam o utilizador na recolha, preparação e análise de dados (desktop GIS), no armazenamento e gestão de dados (bases de dados), no fornecimento de serviços (web services), na visualização de dados (*mobile GIS*) e funcionalidades auxiliares embutidas em bibliotecas.

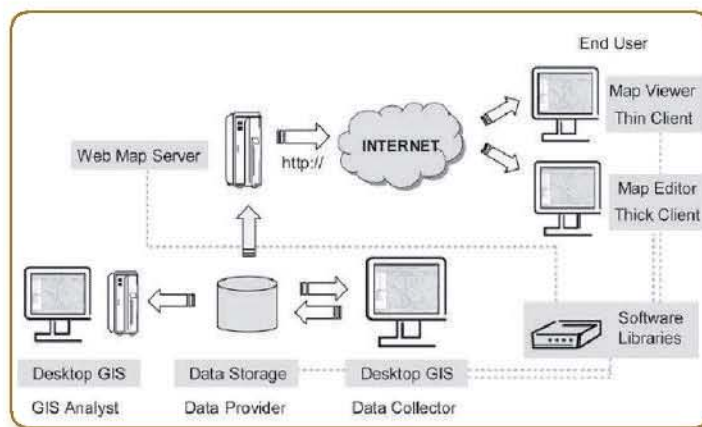


Figura 1 - Arquitetura básica de um SIG [24]

Descrevem-se de seguida algumas ferramentas disponíveis conforme a tecnologia e fins a que se destinam [25].

Armazenamento de Dados

Ferramenta	Descrição	Licença
PostGIS http://postgis.refractions.net	<ul style="list-style-type: none"> PostGIS extensão à base de dados objecto-relacional PostgreSQL, que permite a utilização de objetos SIG. Estável, rápido, possui um grande leque de funções espaciais disponíveis. Permite importar/exportar através de várias ferramentas: shp2pgsql, pgsql2shp, ogr2ogr, dxfr2postgis, etc.. Padrões implementados: SFSQL. Executa sobre Linux, Mac e Windows. Interfaces (API): SQL 	GPL v2
Spatialite http://www.gaia-gis.it/gaia-sins	<ul style="list-style-type: none"> Base de dados em SQLite com funções espaciais incluídas. Padrões implementados: WKT e WKB, EWKT, GML, KML e GeOJSON. Executa sobre Linux, Mac e Windows. Interfaces (API): C 	MPL v1.1 e GPL v3
Rasdaman http://www.rasdaman.org	<ul style="list-style-type: none"> É uma implementação e extensão de base de dados relacionais, baseados em matrizes que permite o armazenamento de dados multidimensionais de tamanho ilimitado. Padrões implementados: WCS 2.0, WCPS 1.0, WPS 1.0. Executa sobre Linux, Mac e Windows. Interfaces (API): rasql (C/C++ e Java); 	LGPL v3 e GPL v3
pgRouting http://www.pgrouting.org	<ul style="list-style-type: none"> Ferramenta que estende a base de dados PostGIS/PostgreSQL com funcionalidades de roteamento geoespacial. Executa sobre Linux, Mac e Windows. Interfaces (API): SQL 	GPL v2

Desktop GIS

Ferramenta	Descrição	Licença
Quantum GIS (QGIS) http://www.qgis.org	<ul style="list-style-type: none"> • Visualização, gestão, edição, análise de dados e composição de mapas. Inclui funcionalidades de análise extras através da integração com a ferramenta GRASS. • Compatível com as normas OGC (WMS, WFS (Plugin)) • Executa sobre Linux, Unix, MacOSX e Windows. Acede a várias bases de dados: Microsoft SQL Server, Spatialite, Oracle Spatial databases, Microsoft Access, PostgreSQL, MySQL, SQLite. 	GNU Public License (GPL)
GRASS GIS http://grass.osgeo.org	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma integrada de processamento geoespacial de dados matriciais e vetoriais. Inclui ferramentas de modelação, visualização, gestão e análise de dados e capacidade de processamento de imagens aéreas e de satélite. Possui diversos módulos e plugins • Executa sobre Linux, Unix, Mac e Windows. Acede a várias base de dados: SQLite, PostgreSQL + PostGIS e MySQL. Possui interfaces (API): C, Python, Bourne Shell 	GPL v2
gvSIG Desktop http://www.gvsig.org	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma que permite capturar, armazenar, manipular, analisar e implantar qualquer tipo de informação georreferenciada. Conhecido pela sua interface amigável e capaz de aceder a vários formatos raster e vetoriais. • Padrões implementados: WMS, WFS, WCS, SLD, WMC, CSW, WFS-G. • Executa sobre Linux, Unix, Mac OS X e Windows. Acede a várias bases de dados: Oracle (SDO Geometry), PostgreSQL, MySQL, ArcSDE. 	GPL v2
User-friendly Desktop Internet GIS (uDig) http://udig.refractorions.net	<ul style="list-style-type: none"> • Visualizador e editor de dados espaciais focado para os webservices disponíveis na web. • Padrões implementados: WMS, WFS, WFS-T, SFQL, WMS-C e SLD. • Executa sobre Linux, Mac e Windows. Acede a várias base de dados: SQLite, PostgreSQL + PostGIS e MySQL. Interfaces (API): GeoTools, ImageIO-Ext, Java Advanced Imaging, Eclipse Rich Client Platform, Eclipse Modeling Framework 	GNU Lesser General Public License (LGPL) v2
Kosmo Desktop http://www.opengis.es	<ul style="list-style-type: none"> • Permite explorar, editar e analisar dados espaciais a partir de uma variedade de formatos de base de dados vetoriais e raster. Segue padrões OGC e proporciona excelente integração de ao nível da topologia. • Padrões implementados: WMS, WFS, SLD. • Executa sobre Linux e Windows. Interfaces (API): Java 	GPL v2
OpenJUMP GIS http://www.openjump.org	<ul style="list-style-type: none"> • Permite visualizar, editar, analisar e agregar dados geográficos. Possui grande quantidade de plugins e é excelente para edição de dados e prototipagem rápida de funções GIS. • Padrões implementados: GML2, SFS, WMS, SLD e WFS. • Executa sobre Linux, Unix, Mac e Windows. Acede a várias base de dados: PostGIS, ArcSDE, Oracle, MySQL e Spatialite. 	GPL
SAGA http://www.saga-gis.org	<ul style="list-style-type: none"> • Permite a edição e análise de dados espaciais e inclui um vasto número de módulos para a análise de entidades vetoriais (ponto, linha e polígono), tabelas, grelhas e dados de imagem. • Executa sobre FreeBSD, Linux, Windows. Pode ser acedida através de uma interface gráfica, linha de comando ou usando uma APIC ++. 	LGPL v2.1 (API); GPLv2 (GUI)

Por forma a congregar, apoiar a auxiliar a construção das várias aplicações geoespaciais, foi constituída uma fundação em 2006, a *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)*, cuja missão é apoiar o desenvolvimento de programas geoespaciais em código aberto e disseminar sua utilização [26]. Possui uma plataforma web com os projetos correntes, um espaço de partilha de ideias e discussão de assuntos dos seus utilizadores. Outra compilação de ferramentas pode ser observado em [27] [28] [29] [30].

Conclusões

O repositório de software aberto e livre disponível para utilização das instituições, quer públicas como privadas, é imenso e a sua implementação passa por várias fases. Numa primeira fase é necessário conhecer a realidade interna da instituição, os recursos que possui, os fluxos de produção, os custos decorrentes da utilização de software proprietário, a disponibilidade para a mudança, entre outros. De seguida, deve-se identificar e avaliar as ferramentas que respondem às necessidades da instituição, perspetivando também o seu impacto nos resultados de produção, eficiência e redução de custos. Na fase seguinte, define-se uma estratégia de implementação, estabelecendo processos de transição, orientações a seguir e metas a atingir. De seguida decorre a implementação das ferramentas podendo ocorrer ajustes por forma a se adequar à infraestrutura existente. Por fim, deve-se avaliar os resultados e benefícios efetivamente obtidos podendo ainda dar lugar a otimizações e à instalação de ferramentas novas ou complementares.

Conforme foi descrito, existem diversas ferramentas disponíveis na web e cada uma delas apresenta uma grande variedade de funcionalidades que respondem às necessidades das instituições. Como são ferramentas abertas, ou seja

Web Services

Ferramenta	Descrição	Licença
GeoServer http://geoserver.org	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor Web escrito em Java que permite aos utilizadores editar e partilhar dados geoespaciais, em diversos formatos, para browsers e aplicações SIG. • Padrões implementados: WMS, WMTS, WFS, WFS-T, WCS, WPS, FE, SLD, GML. • Executa sobre Linux, Mac e Windows. Interfaces (API): WMS, WFS, WCS, REST 	GPL v2
MapServer http://www.mapserver.org	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma de renderização de dados geográficos que permite aos utilizadores criar imagens de mapas com informação georreferenciadas. • Padrões implementados: WMS, WMC, WCS, FE, SLD, GML, SOS, OM. • Executa sobre Linux, Mac e Windows. Interfaces (API): C, PHP, Python, Perl, Ruby, Java e .NET. 	MIT
deegree http://deegree.org	<ul style="list-style-type: none"> • Software focado para infraestruturas de dados espaciais e fornecimento de serviços geoespaciais na web. • Padrões implementados: WMS, WFS, WCS, CSW, WPVS, WCTS, WPS, SOS. • Executa sobre Linux e Windows. Interfaces (API): Java. 	LGPL
GeoNetwork http://geonetwork-opensource.org	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação para catalogar e gerir recursos georreferenciados, permitindo a edição de metadados e utilizar funções de pesquisa. Possui um visualizador web de mapas interativo. • Padrões implementados: CSW, OAI-PMH, Z39.50, . • Executa sobre Linux, Mac e Windows. Interfaces (API): Java. 	GPL v2
QGIS Server http://www.qgis.org	<ul style="list-style-type: none"> • Fornece um serviço de mapas web (WMS) utilizando as mesmas bibliotecas que a aplicação de desktop Quantum GIS (QGIS). Mapas e templates criados no QGIS desktop podem ser publicados como mapas da web, bastando copiar o projeto QGIS para o diretório do servidor • Padrões implementados: CSW, OAI-PMH, Z39.50. • Executa sobre Linux, Windows. 	GPL

Mobile GIS

Ferramenta	Descrição	Licença
gvSIG Mobile http://www.gvsig.com/products/gvsig-mobile	<ul style="list-style-type: none"> • Trata-se de uma versão do gvSIG desktop adaptada para dispositivos móveis utilizando as capacidades dos GPS. Possui ferramentas para a gestão de projetos, visualização de informação local e remota (via padrão WMS), gestão de layers (símbolos), consulta alfanumérica de informação sobre elementos, edição de dados, criar logs de trajetos GPS. Permite exportar dados geográficos do gvSIG Desktop para o gvSIG Mobile. • Formatos suportados: SHP, GML, KML, GPX, ECW, JPEG, PNG, GIF. • Executa sobre Windows Mobile 5.0 e 6.0 e Linux. 	GPL
Enebro http://www.junta.deandalucia.es/servicios/madreja/contenidos/recurso/7-o	<ul style="list-style-type: none"> • Ferramenta focada para a captura de informações no campo, permitindo visualização e edição de dados. • Executa sobre Linux, Windows e Windows CE. 	Não especificada mas livre
gvSIG Mini http://www.gvsig.com/products/gvsig-mini	<ul style="list-style-type: none"> • O gvSIG Mini é um visualizador de mapas para telefones celulares que utiliza serviços de mapas baseados em tiles, como o OpenStreetMap, o Yahoo Maps, Microsoft Bing, entre outros. Permite, além disso, a pesquisa de endereços, consulta a pontos de interesse, cálculo de rotas, etc. • Formatos suportados: WMS e WMS-C. • Executa sobre Java Micro Edition (JME). 	GPL
Teodolito Droid https://play.google.com/store/apps/details?id=com.shopezus.android.majorforms_1012&hl=pt_PT	<ul style="list-style-type: none"> • Com funcionalidades semelhantes ao teodolito real, aproveita as funcionalidades dos smartphones e tablets nomeadamente, giroscópio, bússola digital, acelerómetro, etc. • Executa sobre Android 2.1+. 	Não especificada mas livre

Bibliotecas

Ferramenta	Descrição	Licença
GDAL/OGR http://www.gdal.org	<ul style="list-style-type: none"> • Oferece um conjunto de funcionalidades para converter e processar uma ampla gama de formatos de dados geoespaciais. Utilizada por muitas aplicações tais como: MapServer, GRASS, QGIS, e OpenEV, OSSIM, Cadcorp SIS, FME, Google Earth, VTP, Thuban, ILWIS, MapGuide e ArcGIS. • Formatos suportados: GeoTIFF, Erdas Imagine, SDTS, ESRI Grids, ECW, MrSID, JPEG2000, DTED, MapInfo (tab e mid/mif), ESRI Shapefile, ESRI Coverages, ESRI Personal Geodatabase, DGN, GML, PostGIS, Oracle Spatial, etc. • Executa sobre Linux e Windows. Interfaces (API): C, C++, Python, Java, C#, Ruby, VB6 e Perl. 	X/MIT
JTS Topology Suite (JTS) http://tsusiatsoftware.net/jts/main.html	<ul style="list-style-type: none"> • Biblioteca de predicados e funções espaciais para processamento de geometrias e fornece uma implementação completa, consistente e robusta dos algoritmos fundamentais para o processamento de geometria linear no plano cartesiano bidimensional. Utilizada por várias aplicações geoespaciais em Java, e através de ports em C++, C, C# e JavaScript. • Formatos suportados: Well Known Text (WKT), Well Known Binary (WKB), GML 2, Java Swing/AWT writing • Executa sobre Linux, Mac, e Windows. Interfaces (API): Java. 	LGPL
GeoTools http://geotools.org	<ul style="list-style-type: none"> • Biblioteca modular em Java que fornece métodos padrões compatíveis para a manipulação de dados geoespaciais. e utiliza estruturas de dados baseadas em especificações OGC. Utilizado por vários projetos e serviços web, ferramentas de linha de comando e aplicações desktop, tais como: 52°Norte, 52°WPS Norte, AtlasStyler, Geomajas, Geopublisher, GeoServer e uDig. • Formatos suportados: arcsde, arcgrid, geotiff, grassraster, gtopo30, image (JPEG, TIFF, GIF, PNG), imageio-ext-gdal, image-mosaic, imagepyramid, JP2K, matlab, dbz, hz, mysql, oracle, postgis, spatialite, sqlserver, app-schema, arcsde, csv, dxf, editgeo, excel, geojson, org, property, shapefile, wfs, xsd-core (xml simple types), fes, filter, gml2, gml3, kml, ows, slid, wcs, wfs, wms, wps, vpf. • Executa sobre Linux, Mac, e Windows. Interfaces (API): Java. 	LGPL

de código fonte aberto, podem ser adaptadas e personalizadas às necessidades de cada instituição. Neste processo de adaptação e melhoria, promove-se a discussão e partilha-se conhecimento pela comunidade de utilizadores e programadores. Por outro lado, criam-se novas ferramentas, que garantem a interoperabilidade pela utilização de normas abertas, com mais funcionalidades e mais seguras. É certo que existem alguns desafios a ultrapassar mas certamente que as vantagens ultrapassam os inconvenientes existentes, traduzindo-se no final em ganhos quer financeiros como também de conhecimento e interoperabilidade de sistemas e dados.

Referências Bibliográficas

- E. d. L. Andrade, "Redescobrimo os SIG com software livre," FOSSGIS Brasil, pp. 19-23, março 2011.
- R. Pinho, "O uso de Software livre SIG no Ensino," FOSSGIS Brasil, pp. 30-35, junho 2011.
- F. S. Foundation, "A Definição de Software Livre," 2013. Online. Available: <http://www.gnu.org/philosophy/freesw.html>. Acedido em 21 julho 2013.
- O. S. I. OSI, "The Open Source Definition (Annotated)," 2013. Online. Available: <http://opensource.org/osd-annotated>. Acedido em 21 julho 2013.
- T. L. I. Project, "Open Source Definition," 2006. Online. Available: http://www.linfo.org/open_source.html. Acedido em 21 julho 2013.
- G. O. System, "Why "Free Software" is better than "Open Source"," 23 março 2013. Online. Available: <http://www.gnu.org/philosophy/free-software-for-freedom.html>. Acedido em 21 julho 2013.
- UNESCO, "Free and Open Source Software (FOSS)," UNESCO, 2013. Online. Available: <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/access-to-knowledge/free-and-open-source-software-foss/>. Acedido em 28 julho 2013.
- ESRI, "O que é GIS?," 2013. Online. Available: <http://www.esri.com/what-is-gis/overview>. Acedido em 21 julho 2013.

- AR, "Resolução da Assembleia da República n.º 66/2004," Diário da República, Lisboa, 2004.
- AR, "Resolução da Assembleia da República n.º 53/2007," Diário da República, Lisboa, 2007.
- AR, "Lei n.º 36/2011 de 21 junho - Estabelece a adoção das normas abertas nos sistemas informáticos do estado," Diário da República, 1ª série - N.º 118 - 21 de junho de 2011, Lisboa, 2011.
- P. D. C. d. Ministros, "Resolução do Conselho de Ministros n.º 91/2012," Diário da República, 1ª série - N.º 216 - 8 de novembro de 2012, Lisboa, 2012.
- ESOP, "Casos de sucesso," ESOP, julho 2013. Online. Available: <http://www.esop.pt/casos-de-sucesso/>. Acedido em 28 julho 2013.
- SLAP, "Boas Práticas," Software Livre na AP, 2013. Online. Available: http://www.softwarelivre.gov.pt/boas_praticas/. Acedido em 28 julho 2013.
- SLAP, "Software Livre na AP," Instituto de Informática, 2013. Online. Available: <http://www.softwarelivre.gov.pt/>. Acedido em 28 julho 2013.
- ESOP, "Software Livre na Europa," ESOP, 2005. Online. Available: http://www.softwarelivre.gov.pt/sw_livre_europa/file.2005-07-07.5625530543. Acedido em 28 julho 2013.
- C. Office, "Government Digital Strategy," 18 julho 2013. Online. Available: <http://publications.cabinetoffice.gov.uk/digital/strategy/>. Acedido em 21 julho 2013.
- L. C. Madeira, "A história do FOSSGIS," FOSSGIS Brasil, pp. 9-12, março 2011.
- APDSI, "Estudo "Open Source Software - Que oportunidades em Portugal?,"" 22 setembro 2004. Online. Available: <http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/Estudo-Open-Source-APDSI.pdf>. Acedido em 30 julho 2013.
- OSGeo, "Open Source GIS History," OSGeo, 22 julho 2013. Online. Available: http://wiki.osgeo.org/wiki/Open_Source_GIS_History. Acedido em 29 julho 2013.
- C. A. d. M. Ribeiro, "Utilização do i3Geo para a gestão municipal.," FOSSGIS Brasil, pp. 32-35, setembro 2011.
- F. d. S. Costa e L. Motta, "Casos de sucesso de FOSSGIS no Governo Federal," FOSSGIS Brasil, pp. 26-27, setembro 2011.
- G. Hillenius, "Portugal's municipalities increasingly use open source for geoinformation'," Open source observatory, 20 maio 2013. Online. Available: <http://joinup.ec.europa.eu/community/osor/news/portugals-municipalities-increasingly-use-open-source-geoinformation>. Acedido em 29 julho 2013.
- F. Quadro, "Desenvolvimento SIG: Um Novo Mundo Sendo Descoberto," FOSSIG Brasil, pp. 13-17, novembro 2012.
- "OSGeo-Live," OSGeo, 2013. Online. Available: <http://live.osgeo.org/en/overview/overview.html>. Acedido em 31 julho 2013.
- OSGeo, "The Open Source Geospatial Foundation.," OSGeo, 2013. Online. Available: <http://www.osgeo.org/>. Acedido em 01 agosto 2013.
- B. Lewis, "Open Source GIS," OpenSourceGIS.org, 13 maio 2013. Online. Available: www.opensource.gis. Acedido em 31 julho 2013.
- E. Kosciuk, "Mobile GIS: O mundo em detalhes cabendo no seu bolso.," FOSSGIS Brasil, pp. 43-47, Março 2011.
- E. Kosciuk, "Mobile GIS: O mundo em detalhes cabendo no seu bolso (Parte 2),," FOSSGIS Brasil, pp. 60-63, junho 2011.
- E. L. Andrade, "Aplicativos Para Rodar no Seu Android," FOSSGIS Brasil, pp. 24-25, novembro 2012.
- ANSOL, "Manifesto do Campo das Cebolas," ANSOL, 2013. Online. Available: <https://ansol.org/manifesto/campo-das-cebolas>. Acedido em 28 julho 2013.
- ANSOL, "Associação Nacional para o Software Livre," ANSOL, 2013. Online. Available: <https://ansol.org/>. Acedido em 2013 julho 2013.
- ESOP, "Associação de Empresas de Software Open Source Portuguesas," ESOP, 2013. Online. Available: <http://www.esop.pt/>. Acedido em 28 julho 2013.
- Fibra, "Portugueses disponíveis para serviços de georeferenciação," Fibra, 26 abril 2012. Online. Available: <http://www.fibra.pt/telemoveis/4999-portugueses-disponiveis-para-servicos-de-georeferenciacao.html>. Acedido em 30 julho 2013.

O Projeto CartAFRICA a Divulgação da Cartografia dos Antigos Territórios Portugueses em África¹

Francisco Gomes
TCor Art

Sandra Domingues
Licenciada em Geografia,
Mestre em Ciências da Documentação
e Informação, Mapoteca do CEG-UL

O projeto cartAFRICA, que resultou de um contrato de parceria assinado em 2011 pelo Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) e pelo Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa (CEG-UL), teve como objetivos, numa primeira fase, o estudo, o tratamento documental e a disponibilização, das cartas topográficas dos antigos territórios portugueses em África. O trabalho desenvolvido mostrou a importância da cooperação entre instituições, com diferentes missões e valências, na melhoria da qualidade da informação prestada aos utilizadores e representou mais um passo na preservação e divulgação da documentação cartográfica.

1 - Contextualização do Projeto

Numa época em que as instituições se debatem com a diminuição dos recursos financeiros e humanos disponíveis para levar a cabo a sua missão, o projeto cartAFRICA representou um esforço conjunto dos organismos envolvidos – um produtor de Cartografia (IGeoE) o outro de investigação em contexto universitário (CEG-UL) – para ultrapassar esta contingência.

O trabalho, que aqui se apresenta, deu continuidade ao que se tem vindo a desenvolver, há já vários anos (SILVA e DOMINGUES, 2007; DIAS, 2011b), assente no princípio da rentabilização das competências.

Na divisão das tarefas, competiu ao CEG-UL a construção de registos bibliográficos e de autoridade, o apoio técnico e formação necessários à concretização destes trabalhos, enquanto ao IGeoE competiu o apoio científico, digitalização e tratamento das imagens de todos os documentos cartográficos abrangidos e ainda a produção de registos bibliográficos. O aspeto mais importante a reter, quanto à essência deste projeto, é a criação de sinergias em prol da valorização dos recursos cartográficos e a busca de soluções para a melhoria da qualidade das bases de dados e, sobretudo, para a satisfação dos seus utilizadores (SILVA e DOMINGUES, 2011).

2 - A Base de Dados Bibliográfica

A escolha da área geográfica abrangida pelo projeto baseou-se em dois critérios fundamentais: por um lado, a importância de inventariar e estudar, para divulgar de forma rigorosa, a Cartografia destes territórios, que fazem parte da

(1)Retoma, de forma mais sucinta, o texto publicado nas Actas do Colóquio internacional, "Ciência nos trópicos: olhares sobre o passado e perspectivas de futuro", organizado pelo Instituto de Investigação Científica e Tropical, Lisboa 5 e 7 de Janeiro de 2012.

história recente de Portugal; por outro, no acréscimo do número de pedidos de consulta e reprodução dos mapas destes países, particularmente de Angola, existentes nas Mapotecas do CEG-UL e do IGeoE, que comprova o interesse e importância da informação produzida pelos organismos portugueses anteriormente às suas independências.

Considerou-se, por isso, importante que o vasto espólio que as duas instituições guardam, fosse rigorosamente estudado e suficientemente divulgado sem pôr em causa a sua conservação e preservação pois, ser-lhes-á impossível repor a grande maioria destes mapas. Estes objetivos, foram assegurados pelo projeto através de uma equipa de trabalho multidisciplinar² e, pela inserção na base de dados bibliográfica de imagens ligadas às descrições de todos os documentos cartográficos tratados (fig. 1), o que, apesar da baixa resolução, permitiu estender o acesso a um maior número de utilizadores e reduzir o manuseamento dos documentos. Além disso, ao serem armazenadas cópias digitais de alta resolução, preservam-se os documentos de repetidas reproduções.

Dada a grande variedade de documentos que constituem os fundos do IGeoE e do CEG-UL, verificou-se a necessidade de limitar os trabalhos aos mapas topográficos, deixando-se para projetos futuros a Cartografia temática e a hidrográfica³ (DIAS, 2011b).



Figura 1 - Visualização dos registos bibliográficos e acesso às respectivas imagens na base de dados bibliográfica resultante do projeto cartAFRICA⁴.

Concluído o projeto, foram disponibilizados, nas bases de dados online do CEG-UL e do IGeoE, cartas de Angola, Moçambique, Guiné, Cabo Verde e S. Tomé, a maioria com escalas compreendidas entre 1:50 000 e 1:1 000.

A construção da base bibliográfica, implicou a realização das seguintes tarefas pela equipa multidisciplinar a trabalhar no projeto: inventariação dos documentos cartográficos; balanço das existências; construção de modelos de registo para garantir a uniformidade; catalogação, classificação e indexação por assunto (tipo de mapa) e geográfica; validação técnica dos registos produzidos; digitalização dos documentos; investigação que consistiu na integração, pela investigadora responsável, nas descrições o resultado das pesquisas desenvolvidas em paralelo com o acompanhamento das restantes tarefas, corrigindo e acrescentando informações aos registos bibliográficos; construção de esquemas de junção das folhas de algumas séries cartográficas que foram depois associados como imagens aos respectivos registos-mãe; revisão dos registos quanto aos aspectos técnicos e introdução da informação proveniente da investigação; ligação das imagens aos registos bibliográficos; disponibilização nos sites das Mapotecas do CEG-UL e IGeoE.

Do conjunto de tarefas listadas, destacam-se aqui as que consideramos mais relevantes por assentarem na cooperação técnico-científica e colocarem a ênfase na qualidade dos conteúdos disponibilizados aos utilizadores.

A inventariação dos espécimes com o objetivo de conhecer, antes de tratar documental-mente, as características físicas dos documentos (número, esquema de numeração e cobertura geográfica prevista e efectivamente publicada), muito particularmente no caso das séries cartográficas, é um dos aspectos que desde logo comprova a mais-valia da cooperação estabelecida (fig. 2).

(2)Coordenadores: chefe do Centro de Documentação Geográfica Militar e director do Centro de Estudos Geográficos; apoio científico: Maria Helena Dias, professora associada com agregação do IGOT, aposentada, investigadora no âmbito da Cartografia e assessora do IGeoE; tratamento documental: Sandra Domingues, licenciada em Geografia e mestre em Ciências da Documentação e Informação, Mapoteca do CEG UL, e Luísa Remédios, Técnica de Informática, Cartoteca do IGeoE.
(3)Em 2013 iniciou-se o projeto de tratamento documental das cartas hidrográficas portuguesas de África (hidrocartAFRICA).
(4)Disponível nos sites do CEG UL e IGeoE: www.igot.mapoteca.ul.pt e www.igeoe.pt.

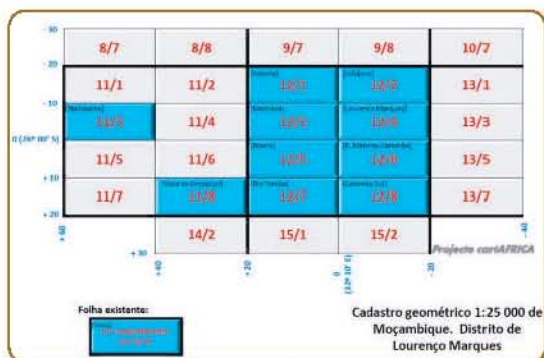


Figura 2 - Esquema de junção do Cadastro geométrico 1:25 000 [da] colónia de Moçambique. Distrito de Lourenço Marques, Direcção de Agrimensura, 1915-1936, composto por 10 folhas, associado ao registo-mãe da série.

A descrição bibliográfica, apoiada na investigação, permitiu construir registos com o maior rigor no que toca aos elementos fundamentais (título, menções de responsabilidade, publicação e data) e o máximo de informação adicional que se julgou pertinente e útil (fig. 3) para suportar os diferentes tipos de questões dos utilizadores, tanto presenciais como dos que vieram engrossar este universo através da possibilidade de acesso via Web.

A indexação por assunto (tipo de mapa) e por nome geográfico, são aspetos da maior relevância, por contribuírem para um incremento dos resultados da pesquisa ao possibilitarem a sua restrição a determinado tipo de documentos (mapa temático, topográfico, cadastral, planta, etc.) e a determinada área geográfica. Quando aplicada ao tratamento da documentação cartográfica, quer se trate de mapas mais antigos ou mais recentes e independentemente do espaço geográfico, revelou-se uma tarefa complexa dadas as modificações ocorridas na divisão administrativa e na toponímia das antigas colónias portuguesas. Apesar da impossibilidade de realizar um trabalho rigoroso, procurou-se fornecer

sempre que possível ao utilizador, a informação dessas alterações (incluindo nos registos, por exemplo, variantes ao título que consta no mapa, quando a designação geográfica atual não é coincidente), indexar pela toponímia vigente, por se julgar ser aquela que maior número de utilizadores conhece e zelar pela uniformidade da indexação geográfica nos mapas em diferentes escalas.



Figura 3 - Registo-mãe da série Cadastro geométrico 1:25 000 [da] província de Moçambique. Distrito de Lourenço Marques, Direcção de Agrimensura, 1915-1919, onde se destacam as notas de investigação.

Embora o trabalho de indexação geográfica realizado não tenha sido o ideal, julga-se ter sido importante porque nos permitiu concluir que esta é uma questão importante, para a qual só será possível encontrar uma solução satisfatória através da cooperação inter-institucional e transfronteiriça.

3 - A Base de Dados de Autores

A construção de uma base de autores, onde se procedesse ao tratamento das instituições e indivíduos envolvidos na produção dos documentos cartográficos, não estava inicialmente prevista no protocolo estabelecido. A decisão de empreender este trabalho teve por base a experiência de alguns intervenientes no projeto SID-Carta (Sistema de Informação para Documentação cartográfica): o espólio da engenharia militar portuguesa, que abrangeu o tratamento documental do acervo cartográfico da atual Direcção de Infra-Estruturas do Exército (DIAS, 2005), no qual se tinha dado início à construção de uma base deste tipo. Apesar de não se ter passado de um protótipo, por limitações impostas pela duração dos trabalhos, esta experiência permitiu aferir as dificuldades da construção e revelar as potencialidades informacionais desta ferramenta de gestão documental, transformando-a numa fonte de informação útil aos utilizadores e a outros documentalistas.

A base de autores que resultou do projeto CartAFRICA, ainda em construção, conta atualmente com 34 registos relativos a instituições (fig. 4) e pessoas (fig. 5), embora privilegiando os primeiros em detrimento dos segundos.



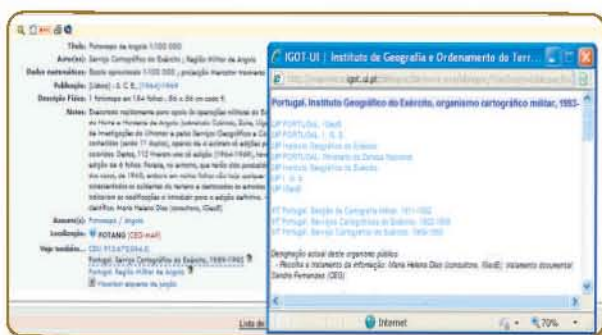
Figura 4 – Registo de autoridade relativo à Missão Militar às Colónias, 1938-1940.



Figura 5 – Registo de autoridade relativo a Pedro Luís de Bellegarde da Silva, 1853-1917?

A elaboração destes registos não se revelou simples, nem tão-pouco de resolução rápida, e só foi possível concretizá-la num quadro de cooperação técnico-científica como a que suportou este projeto. Da identificação dos autores e das funções desempenhadas, passando pela morosa e complicada tarefa de investigação, que consiste na obtenção, verificação e sistematização de diversas (e, por vezes, até contraditórias) fontes de informação, até ao preenchimento do registo, várias e longas foram as etapas a percorrer. As vantagens para a divulgação do património cartográfico nacional e, em particular, dos seus autores, suplantam as dificuldades que existiram (DOMINGUES, 2010). Para as Mapotecas e os seus utilizadores, esta base é uma mais valia que justifica, plenamente, o esforço adicional que se levou a cabo.

A base de dados resultante deste trabalho, está disponível aos utilizadores a partir da base de dados bibliográfica, à qual foram ligados os registos de autoridade produzidos (fig. 6) e como recurso de informação autónomo, através da pesquisa direta na base de autores, pelo apelido do autor ou pelo nome da instituição.



■ Figura 6 – Acesso ao registo de autoridade de uma instituição responsável pelo documento, através da base bibliográfica.



■ Figura 7 – Acesso directo aos registos completos, através da base de autores.

4 - Conclusão

Os resultados produzidos no decurso dos cerca de dois anos do projeto cartAFRICA podem agrupar-se da seguinte forma:

1 Quanto à gestão, preservação e divulgação do fundo cartográfico das ex-colónias portuguesas:

- Aproximadamente 2000 registos produzidos a partir dos documentos cartográficos re-

lativos a Angola, Moçambique, Guiné, Cabo Verde e S. Tomé e Príncipe;

- Digitalização da totalidade dos mapas tratados;
- Ligação de imagens em baixa resolução aos registos bibliográficos correspondentes e criação nas duas instituições de bancos de imagens de elevada resolução;
- Construção de 34 registos de autores;
- Disponibilização da base de dados bibliográfica e de autores localmente e nos sites das duas instituições envolvidas.

2 No contributo científico para o conhecimento das instituições e de outros intervenientes na produção cartográfica, assim como dos próprios mapas, relativos a um período marcante da História nacional e dos territórios africanos visados:

- Identificação e explicitação dos intervenientes: organismos centrais e locais, missões de natureza diversa (missões geodésicas, geográficas, hidrográficas e de demarcação de fronteiras) ou pessoas responsáveis pela produção;
- Organização de coleções e de séries, às vezes dispersas e muitas vezes incompletas;
- Datação de espécimes ou atribuição de outros elementos que completem as descrições;
- Enquadramento adequado dos mapas e das séries.

3 Na divulgação da Cartografia dos antigos territórios portugueses em África (DIAS, 2011a), nomeadamente:

- A disponibilização online das bases de dados;
- A realização de exposições.

Referências Bibliográficas

- DIAS, Maria Helena. 2011(a), PORTUGAL. Instituto Geográfico do Exército. *cartÁFRICA, carto-grafar África: memórias da construção do império à guerra colonial* [Em linha]. Lisboa: Instituto Geográfico do Exército. [Consult. Abr. 2012]. Disponível em <http://www.igeoe.pt/cartAFRICA/index.html>.
- DIAS, Maria Helena. 2011(b). O projeto cartAFRICA ou o tratamento documental da Cartografia portuguesa de África. *Boletim do Instituto Geográfico do Exército* [Em linha]. N.º 73: p. 5-10. [Consult. Abr. 2012]. Disponível em <http://www.igeoe.pt>.
- DIAS, Maria Helena [et al.] (coord.), 2005. Projeto SID-Carta: um sistema de informação em prol da História da Cartografia militar portuguesa. In *COLÓQUIO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA MILITAR, SÉCULOS XVIII-XX: actas*. Viana do Castelo: Câmara Municipal, p. 139-161.
- DOMINGUES, Sandra Cristina Neves Fernandes. 2010. *Os recursos cartográficos e as bases de autoridade: normas e aplicações*. Lisboa: [s.n.]. Tese de mestrado, Ciências da Documentação e Informação, Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras.
- SILVA, Milton; FERNANDES, Sandra. 2007. Séries cartográficas portuguesas: um projeto de partilha institucional de recursos para uma nova rede de informação. In *CONGRESSO NACIONAL DE BIBLIOTECÁRIOS, ARQUIVISTAS E DOCUMENTALISTAS, 9, PONTA DELGADA, 2007 – Bibliotecas e arquivos [CD-ROM]: informação para a cidadania, o desenvolvimento e a inovação: actas*. Lisboa: APBAD.
- SILVA, Milton; DOMINGUES, Sandra. 2011. Os recursos cartográficos em Portugal: contributo da investigação no conteúdo das bases de dados e na sua valorização. In *IV SIMPÓSIO LUSOBRASILEIRO DE CARTOGRAFIA HISTÓRICA, PORTO, 9 A 12 DE NOVEMBRO DE 2011* [Em linha]: territórios, documentos, imagens e representações: actas. Porto: FLUP. [Consult. Abr. 2012]. Disponível em <http://eventos.lettras.up.pt/ivslbch/comunicacoes/18.pdf>.

Estudo do potencial das imagens estereoscópicas WorldView 2 na extração de informação cartográfica para a Carta Militar 1:25 000

●●●●● Sónia Baldaia

Cap Art

●●●●● Paula Redweik

Prof^a Dr.^a

O Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), como órgão produtor de informação geográfica, como referência na produção cartográfica com a sua Carta Militar à escala 1:25 000, investe recursos humanos e materiais no sentido de otimizar processos. Face à grande inovação tecnológica e à utilização de novos sensores orbitais de alta resolução, tal como o satélite WorldView 2 (WV2), constatou-se o desenvolvimento de novas metodologias aplicadas na fotogrametria em termos de estereorrestituição.

Neste sentido, surge a necessidade de estudar a possibilidade do emprego dessas novas fontes de dados na cadeia de produção do IGeoE visando uma melhor rentabilização de meios e processos. É neste intuito que se realiza este trabalho e consequente artigo. Assim, pretende-se avaliar a qualidade da informação cartográfica para a Carta militar 1:25 000, obtida através de estereorrestituição a partir de imagens do satélite WV2 estereoscópicas nas categorias de objetos do tipo ponto, linha e polígono constantes no Catálogo de Objetos do IGeoE. Para além disso, avaliar ainda a qualidade da informação altimétrica gerada por correlação automática das imagens WV2 estereoscópicas através da análise de um Modelo Digital de Elevação (MDE).

1 - Introdução

Nas últimas oito décadas verificou-se que, a fotogrametria teve um crescimento surpreendente, seja como técnica ou como ciência, e que se consolidou como instrumento fundamental para a produção e edição de cartas em todo o mundo. Em termos de cartografia nacional, talvez a mais notável realização dos últimos tempos e com maior impacto nas mais diversas atividades, é a Carta Militar de Portugal 1:25 000 série M888, por ser a maior escala que cobre de forma sistemática, coerente e homogénea todo o território nacional, sendo por isso considerada a carta base de Portugal.

Assim, ao abrigo do disposto no Decreto-Lei (DL) 193/95, de 28 de julho, com a redação que lhe foi dada pelo DL 202/2007, de 25 de Maio, a cartografia topográfica e a cartografia de base topográfica produzida pelo IGeoE é cartografia oficial, sendo atualmente a única entidade produtora de cartografia do território português na escala 1:25 000. Por este fato, o IGeoE continua a dedicar o seu esforço de produção à Carta Militar de Portugal 1:25 000.

Esta carta, numa primeira fase, foi produzida por processos clássicos, passando por várias fases de evolução ao longo dos anos. Atualmente, a aquisição dos dados cartográficos é feita com recurso a fotografias aéreas e a equipamentos de estereorrestituição fotogramétrica digital aplicando técnicas de triangulação aérea apoiadas por computador para georreferenciação das fotografias. Esta evolução de metodologia, permitiu ao IGeoE minimizar os custos de

produção e tempo de execução das tarefas, continuando a promover e assegurar a qualidade dos seus produtos e otimizando processos.

Nesse sentido, e face ao grande desenvolvimento tecnológico ocorrido nos sensores orbitais, a utilização de imagens de satélite para a produção de cartografia poderá trazer vantagens relativamente à fotografia aérea, entre outras, a possibilidade de aquisição periódica e cobertura de grandes áreas a custos aceitáveis. Contudo, também existem desvantagens, como a dificuldade na aquisição da informação com precisão. Se até agora a produção da informação cartográfica no IGeoE, assentava essencialmente em técnicas com recurso à fotografia aérea, face aos fatos anteriormente referidos, encontram-se reunidas as condições necessárias ao teste e desenvolvimento de novas abordagens para a produção de informação geográfica, a grande escala, com base em imagens de satélite de alta resolução.

2 - Objetivo do Trabalho

Este trabalho consistiu na produção de informação geográfica de acordo com as normas de aquisição da Carta Militar 1:25 000, através de estereorrestituição de imagens de satélite de alta resolução WorldView 2 e avaliar a sua qualidade. Assim, em 9 áreas representativas, fez-se a avaliação da qualidade planimétrica e altimétrica da informação adquirida, através de controlo posicional obtido por campanhas de campo e através da comparação com informação estereorrestituída por fotografia aérea.

O objetivo principal foi avaliar se o uso de imagens de satélite de alta resolução é adequado, em termos de precisão geométrica, de viabilidade técnica e tempo despendido, para a cartografia à escala 1:25 000 produzida pelo IGeoE, atualmente feita a partir de fotografias aéreas.



■ Figura 1 – Satélite WV 2

Fonte: [Digital Globe, 2010]

3 - Satélite de Alta Resolução WorldView 2

O satélite WV2 (Figura 1) foi lançado em Outubro de 2009, entrando em pleno funcionamento a 5 de Janeiro de 2010. O sistema utiliza a tecnologia Control Moment Gyros (CMG), ou seja, um giroscópio de controle de momento. Este fornece agilidade e rápido direcionamento para a recolha de imagens estereoscópicas In-Track, ou seja, numa mesma passagem [Digital Globe, 2010].

Esta plataforma orbital possibilita diversas aplicações para estudos científicos, análises ambientais, monitorização, cadastro, planeamento de território, visualização em três dimensões, entre outras. O satélite possui uma órbita heliosíncrona descendente com período de cerca de 100 minutos a uma altitude de 770 e com uma inclinação de 97.9°. O tempo médio de revisita é 1.1 dias com uma largura de faixa de 16.4 no nadir, sendo capaz de recolher 550 000 por dia. O seu sensor é linear do tipo Pushbroom com cerca de 30 000 CCD's (Charge Coupled Device). Este satélite tem 7.25 anos de vida útil estimada.

O WV2 tem capacidade de recolher imagens pancromáticas com uma resolução espacial média de 0.46 metros e imagens espectrais com 1.84 metros. Trata-se do primeiro satélite de alta resolução a dispor de 8 bandas espectrais estreitas: azul costeiro, azul, verde, amarelo, vermelho, vermelho escuro, infravermelho próximo 1 e infravermelho próximo 2.

3.1 Imagens WV2

As imagens WV2 são fornecidas com cinco níveis de processamento, ou seja, cinco produtos diferentes: *Basic 1B*, *Basic StereoPairs*, *Standard 2A*, *Ortho-Ready Standard (OR2A)* e *Orthorectified*. Os primeiros três produtos têm a característica comum de poderem ser submetidos a um processamento geométrico por parte do utilizador, enquanto os outros já se encontram ortorretificados pelo fornecedor.

Para este trabalho, foram usadas imagens do tipo *Basic StereoPairs* que se trata do produto mais adequado para utilizadores com um nível elevado de especialização e software de processamento de imagens. Com capacidade de processar e/ou exibir imagens estereoscópicas, sendo muito usado na extração de objetos com características tridimensionais. Este produto é composto por um ou mais pares de imagens básicas com 100% de sobreposição sobre a área de interesse. Os pares são adquiridos na mesma órbita do satélite e com ângulos de visão específicos, de modo a obter a estereoscopia desejada.

4 - Área de Estudo

A área em estudo foi a região de Sintra, distrito de Lisboa (Figura 2). Esta escolha deveu-se à disponibilidade das imagens estereoscópicas WV2 fornecidas coincidir com esta zona bem como pela facilidade no deslocamento e acesso à área. É uma região com grande variação de relevo, destacando-se o ponto mais alto situado a 528 metros de altitude e o ponto mais ocidental do Continente Europeu, o Cabo da Roca, situado a 140 metros acima do nível do mar.

5 - Campanhas de Campo

Face ao objetivo proposto, houve necessidade de efetuar três campanhas de campo de modo a obter todos os dados de apoio ao projeto necessários. Assim, foi disponibilizado pelo IGeoE, equipamento GNSS da *Trimble* assim como a estação *Total Station Positioning System (TPS)* da *Leica*.



Figura 2 – Área de estudo

A primeira campanha de campo foi efetuada com o objetivo de recolher GCP's para melhorar a orientação das imagens de satélite. Para isto foi utilizado o equipamento GNSS *Trimble R8*, ligado à rede *SERVIR* com observações em modo *RTK* com 180 épocas de observação por GCP.

A segunda campanha de campo, serviu para recolher o máximo de pontos de controlo possível, nas 9 áreas de trabalho, de modo a fazer a validação da restituição efetuada. Para isto foi utilizada a estação *TPS*, tendo esta sido orientada por interseção inversa com recurso a pontos GNSS levantados no momento em modo *RTK* com correções da rede *SERVIR*.

A terceira campanha de campo, foi efetuada com o equipamento GNSS *Trimble R8* em modo *RTK* com ligação à rede *SERVIR*. Nesta situação o registo de pontos foi efetuado de 100 em 100 metros com a viatura em movimento, com 1 época de observação por ponto registado, de modo a recolher uma grande quantidade de pontos ao longo do deslocamento para fazer a validação do Modelo Digital de Superfície (*MDS*).

6 - Metodologia

A metodologia adotada para a realização do está esquematizada na Figura 3.

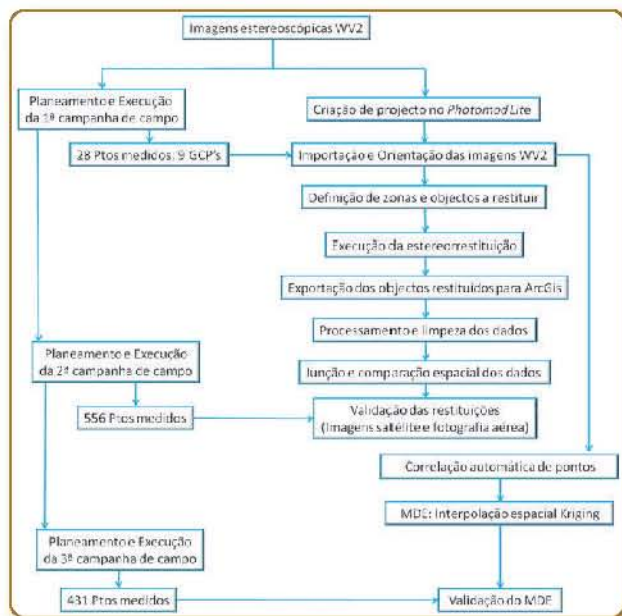


Figura 3 – Esquema com metodologia executada no projeto

7 - Execução do Projeto

Todo o processo fotogramétrico executado no par estereoscópico WV2, foi realizado numa estação fotogramétrica usando o *software Photomod Lite*, seja para medição dos GCP's e Tie Points como para a restituição e extração automática dos dados. Nesta fase, foram definidas 9 zonas em que se iria proceder à restituição assim como após algumas experiências e constatações, os objetos a restituir. Relativamente à restituição, ao longo do projeto inúmeros problemas surgiram, tais como os que a seguir se descrevem:

- Em algumas áreas das imagens, comparativamente com a restituição de referência, a imagem era muito escura (devido à inclinação do

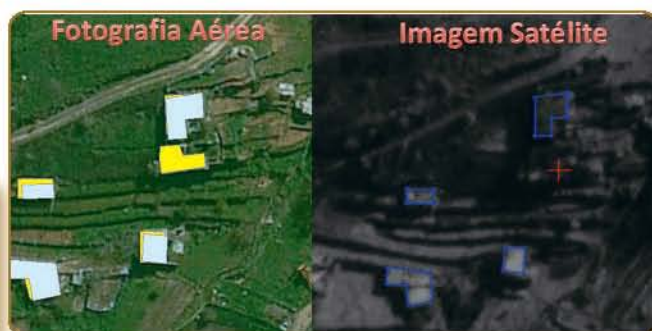


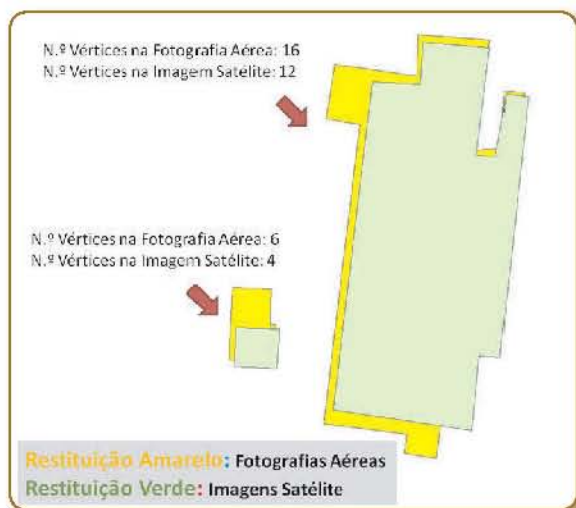
Figura 4 – Diferença na qualidade das imagens

sol no momento de captação da imagem) sendo difícil distinguir os objetos a restituir, como se pode verificar pela Figura 4;

- Em algumas zonas, a inclinação da imagem, em termos de terreno, era tanta que não se conseguia ter perceção de um telhado por inteiro;

- Algumas casas, comparativamente com as fotografias aéreas, não se viam na imagem de satélite devido a arvoredo muito denso ou à presença de demasiadas nuvens, onde era quase impossível visualizar todos os objetos a restituir;

- Relacionado com o fato da atual restituição, cujo objetivo é a comparação e validação, ter de ser feita respeitando o mais fiel possível a restituição com as fotografias aéreas, destaca-se o fato de casas restituídas em épocas diferentes por fontes diferentes (fotografia aérea e imagem satélite) serem restituídas de forma ligeiramente diferente, conforme ilustra a Figura 5. Assim, muitas vezes, apesar do constante acompanhamento e visualização da restituição efetuada a partir das fotografias aéreas no ArcGis, a restituição executada a partir das imagens de satélite acabava por não ter a mesma configuração, ou seja, não tinha o mesmo número de vértices o que não iria servir para a comparação de coordenadas. Isto, muitas vezes devia-se ao fato dos contornos dos objetos nas imagens de satélite ▶▶



■ **Figura 5 – Restituição com configurações diferentes**

não serem muito perceptíveis, condicionando assim a restituição de pormenores, como os cantos das casas;

- Em algumas situações, as casas que existiam na restituição por fotografia aérea em 2008, nas imagens de satélite (Dezembro de 2009) deixaram de existir passando a ser ruínas;

Seguidamente, fez-se todo o tratamento dos dados obtidos, tal como o processamento e limpeza de dados assim como a junção e comparação espacial, no software ArcGis. O último procedimento, foi a extração de todos estes dados para o *Excel*, para se proceder à análise de resultados entre restituições.

8 - Análise de Resultados

A fim de investigar a potencialidade do par estereoscópico WV2 foram calculados os erros planimétrico e altimétrico. Com esta finalidade, optou-se por fazer esta análise de três formas diferentes:

1) Comparação entre coordenadas da restituição a partir de imagem de satélite e coordena-

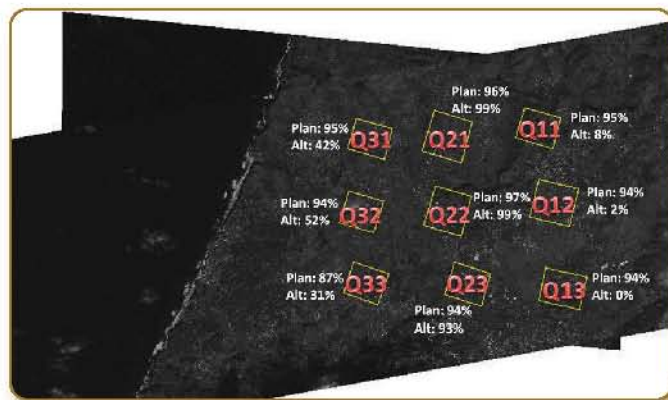
nadas da restituição a partir de fotografia aérea;

2) Comparação entre coordenadas da restituição a partir de imagem de satélite e coordenadas obtidas por GNSS na segunda campanha de campo;

3) Comparação entre coordenadas da restituição a partir de fotografia aérea e coordenadas obtidas por GNSS na segunda campanha de campo.

8.1 Comparação fontes de dados

Nesta fase foram calculados as diferenças entre as coordenadas planimétricas e altimétricas, através da comparação entre as coordenadas da restituição a partir de imagem de satélite e a partir de fotografia aérea. Este procedimento foi executado de acordo com dois procedimentos: o STANAG 2215 e o EMQ estabelecido para a cartografia 1:10 000 da DGT. Na Figura 6, é apresentada uma visão geral dos resultados obtidos pelas 9 áreas, em termos de precisão.



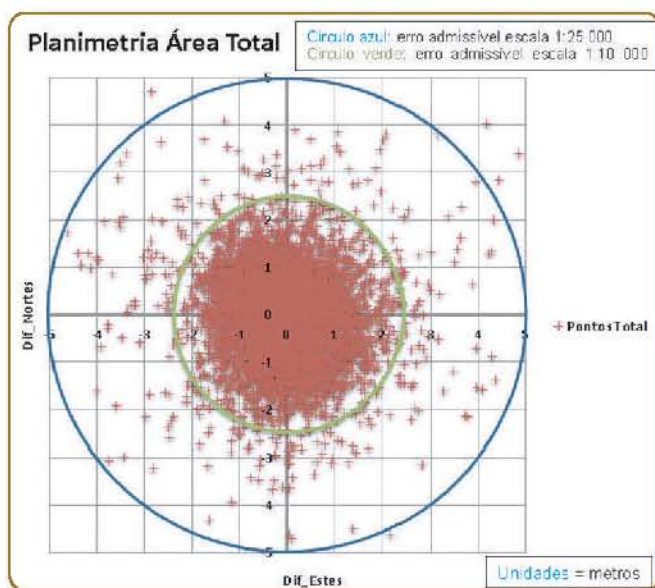
■ **Figura 6 – Resultados na comparação entre restituições**

De uma forma geral, verifica-se que em termos de planimetria os resultados são consistentes e satisfatórios, tendo-se obtido o pior resultado no quadrado Q33 com 87% dos pontos comparados dentro dos 2.3 metros de tolerância.

Em termos de altimetria, os resultados não são nada satisfatórios pois em termos gerais temos percentagens relativamente baixas. Nos

Area Total								
N.º Pontos	STANAG 2215				EMQ			
5345	Erro Circular		4.439 m		Planimetria		Altimetria	
	CMAS	2.151m	LMAS	6.45m	EMQ	1.418m	EMQ	3.917m
	Fator Correção CMAS	2.143m	Fator Correção LMAS	6.342m	Tolerâncias			
	Classificação Horizontal	A	Classificação Vertical	2	N.º Pontos > 2.3m	283	N.º Pontos > 3m	2914

■ Tabela 1 – Resultados da comparação de restituições na área total de restituição



■ Gráfico 1 – Planimetria dos pontos da área total restituída

quadrados Q11, Q12 e Q13, é onde estas são piores. Isto poderá ser devido ao fato da localização das mesmas ser demasiado afastada do centro da imagem onde se prevê que a orientação seja melhor. No entanto, deveria ter melhores resultados uma vez que essas zonas estão mais perto da zona onde foram identificados os GCP's.

Na Tabela 1 e Gráfico 1, são apresentados os resultados da área restituída como um todo.

Neste caso, pode-se verificar que em termos de planimetria cerca de 95% do total de pontos

comparados encontram-se dentro das tolerâncias estipuladas, obtendo-se um erro médio quadrático planimétrico de 1.418 metros. Em termos de altimetria, os resultados não são muito bons pois apenas 45% dos pontos encontram-se dentro da tolerância, tendo-se obtido um erro médio quadrático altimétrico de 3.917 metros.

8.2 - Controlo posicional

De modo a cumprir o estipulado no STANAG 2215, foi planeado para a segunda campanha de campo a ocupação 26 estações com a estação TPS, onde se iria recolher o máximo de pontos possíveis. Aqui o condicionamento, seria que no mínimo fosse possível fazer o levantamento de 10 pontos em cada posição, de modo a obter uma margem de segurança superior a 10% do total de pontos restituídos.

Assim, nesta segunda campanha de campo foram ocupadas 23 estações com a estação TPS e foram usados 46 pontos de orientação medidos em modo RTK com correções fornecidas pela rede SERVIR. Isto pois a orientação da estação TPS foi executada por interseção inversa a partir desses pontos e todos os pontos medidos eram beirais dos telhados bem visíveis e apenas os que foram restituídos a partir da imagem de satélite. O resultado final dessa campanha de campo, foi o levantamento de um total de 556 pontos. Em que foram usados 395 pontos para a validação da restituição a partir de imagem de satélite e 379 pontos para a validação da restituição por fotografia aérea. ➔

8.2.1 - Informação geográfica obtida a partir das imagens de satélite

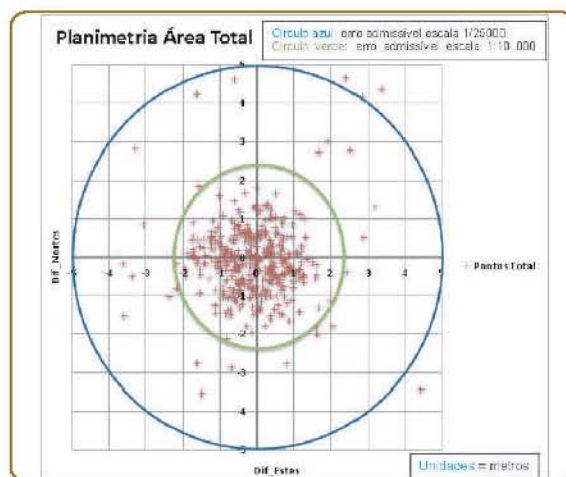
Nesta fase foram calculados os erros planimétrico e altimétrico, através da comparação entre as coordenadas da restituição a partir de imagem de satélite e as coordenadas obtidas na segunda campanha de campo. Este procedimento foi executado de acordo com os dois métodos anteriormente referidos: o STANAG 2215 e o EMQ estabelecido para a cartografia 1:10 000 da DGT. Como já foi referido, foram usados 395 pontos para efetuar esta validação. Na Figura 7, é apresentada uma visão geral dos resultados obtidos relativamente a cada quadrado, em termos de precisão.



■ Figura 7 – Resultados na restituição a partir de imagem de satélite

De uma forma geral, verifica-se que em termos de planimetria os resultados são consistentes e satisfatórios, tendo-se obtido o pior resultado no quadrado Q31 com 81% dos pontos comparados dentro dos 2.3 metros de tolerância.

Em termos de altimetria, os resultados não são satisfatórios pois em termos gerais temos percentagens relativamente baixas. Nos quadrados Q31, Q32 e Q33, é onde estas são piores. Isto poderá ser devido ao fato da localização das mesmas ser demasiado afastada da zona onde foram identificados os GCP's para a orientação das imagens.



■ Gráfico 2 – Planimetria dos pontos da área total restituída

Na Tabela 2 e Gráfico 2, são apresentados os resultados da área restituída como um todo.

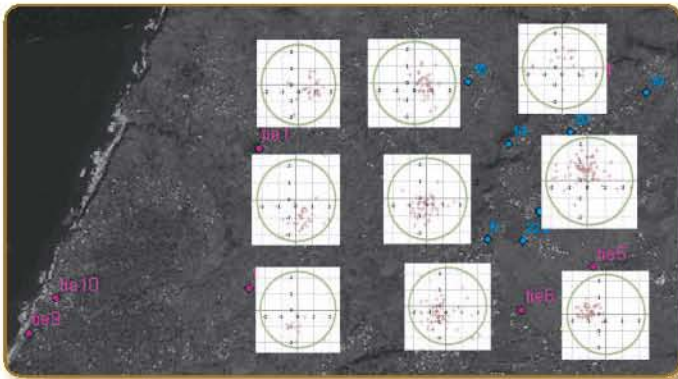
Neste caso, pode-se verificar que em termos de planimetria cerca de 90% do total de pontos comparados encontram-se dentro das tolerâncias estipuladas, obtendo-se um erro planimétrico de 1.764 metros. Em termos de altimetria, os resultados não são muito bons pois apenas 57% dos pontos encontram-se dentro da tolerância, tendo-se obtido um erro altimétrico de 3.082 metros.

Com o objetivo de verificar a existência de algum tipo de lógica na distribuição planimétrica dos pontos validados com GNSS, foi construída uma imagem com a sobreposição dos gráficos gerados nas respectivas zonas. Assim, da análise da Figura 8, pode-se concluir que na maior parte das 9 zonas estudadas, a localização dos pontos tende a estar nos

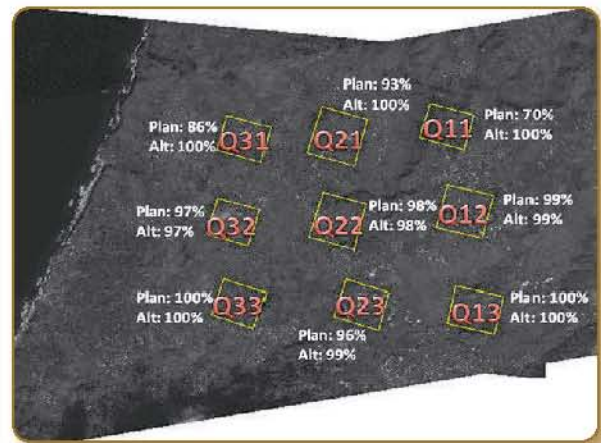
N.º Pontos	Area Total			
	STANAG 2215		EMQ	
395	Erro Circular	4.716 m	Planimetria	Altimetria
	CMAS	2.678m	EMQ	1.764m
	Fator Correção CMAS	2.587m	EMQ	3.082m
	Classificação Horizontal	A	Tolerâncias	
			N.º Pontos > 2.3m	39
			N.º Pontos > 3m	169

■ Tabela 2 – Resultados da comparação da restituição satélite na área total de restituição

quadrantes mais próximos da localização dos pontos de orientação e ligação utilizados.



■ Figura 8 – Distribuição planimétrica da restituição a partir de imagem de satélite validada com GNSS



■ Figura 9 – Resultados na restituição a partir de fotografia aérea

8.2.2 - 1.1.1 - Informação geográfica obtida a partir de fotografia aérea

Este ponto do trabalho foi realizado a título de curiosidade, visto não ser um objetivo direto do trabalho proposto. Nesta fase foram calculados os erros planimétrico e altimétrico, através da comparação entre as coordenadas da restituição a partir de fotografia aérea e as coordenadas obtidas na segunda campanha de campo. Como já foi referido, foram usados 379 pontos para efetuar esta validação. Na Figura 9, é apresentada uma visão geral dos resultados obtidos relativamente a cada quadrado, em termos de precisão.

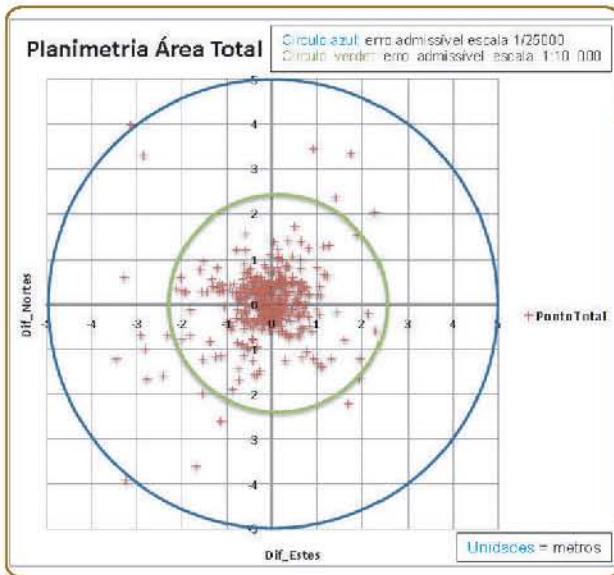
De uma forma geral, verifica-se que tanto em termos de planimetria como de altimetria os resultados são consistentes e muito satisfatórios, tendo-se obtido o pior resultado em planimetria com 70% dos pontos dentro da tolerância e altimetria com 97%. Aqui de relembrar que estas tolerâncias dizem respeito ao EMQ face à escala 1:10 000 pois para escala 1:25 000 estão todos os pontos dentro da tolerância.

Na Tabela 3 e Gráfico 3, são apresentados os resultados da área restituída como um todo.

N.º Pontos	Area Total							
	STANAG 2215				EMQ			
379	Erro Circular		3.340 m		Planimetria		Altimetria	
	CMAS	1.894m	LMAS	1.982m	EMQ	1.914m	EMQ	1.261m
	Fator Correção CMAS	1.829m	Fator Correção LMAS	1.914m	Tolerâncias			
	Classificação Horizontal	A	Classificação Vertical	0	N.º Pontos > 2.3m	20	N.º Pontos > 3m	4

■ Tabela 3 – Resultados da comparação da restituição fotografia na área total de restituição

Neste caso, pode-se verificar que em termos de planimetria cerca de 95% do total de pontos comparados encontram-se dentro das tolerâncias estipuladas, obtendo-se um erro médio quadrático planimétrico de 1.248 metros. Em termos de altimetria, 99% dos pontos encontram-se dentro da tolerância, tendo-se obtido um erro médio quadrático altimétrico de 1.261 metros.



■ Gráfico 3 – Planimetria dos pontos da área total restituída

Em termos de totais, pode-se verificar pelo Gráfico 3, que apenas dois pontos se encontram fora da tolerância dos 5 metros (escala 1: 25 000) e 95 % dos pontos encontram-se dentro da tolerância de 2.3 metros correspondente à escala 1:10 000.

8.2.3 - Comparação entre fontes de dados

Em termos de comparação, face à validação efetuada com os pontos GNSS tanto para a restituição feita a partir das imagens de satélite como para a restituição a partir das fotografias aéreas, seguem-se os Gráfico 4 e Gráfico 5 referentes à validação em planimetria e altimetria respetivamente.



■ Gráfico 4 – Comparação entre restituições da validação com pto GNSS em planimetria

Da análise do Gráfico 4, pode-se concluir que em termos de planimetria, as percentagens de pontos que estão dentro da tolerância de 2.3 metros, tanto na restituição feita a partir das imagens de satélite como na das fotografias aéreas, estão aceitáveis, denotando-se melhores resultados para a restituição feita a partir das fotografias aéreas.



■ Gráfico 5 – Comparação entre restituições da validação com pto GNSS em planimetria

Da análise do Gráfico 5, pode-se concluir que em termos de altimetria, as percentagens de pontos que estão dentro da tolerância de 2.3 metros, estão claramente melhores na restituição feita a partir das fotografias aéreas.

9 - Modelo Digital de Elevação

Um dos processos fundamentais para produzir um MDE é a identificação e medição de pontos homólogos entre as duas imagens do par. Existem vários métodos de correspondência, cuja classificação varia de acordo com os autores. Assim, neste projeto consideraram-se os métodos cujas primitivas são os tons de cinzento e as características presentes nas imagens. A correspondência automática de imagens é realizada por diversos operadores de processamento digital de imagem, cujo objetivo é determinar pontos homólogos em pares estereoscópicos. Como estes operadores se baseiam apenas na informação radiométrica das imagens, a amostra que se obtém poderá apenas gerar um MDS. As amostras obtidas por este método, normalmente são muito densas.

Para efetuar este procedimento, usou-se o software *Photomod Lite* onde a correlação de imagens, com precisão ao nível de pixel, foi feita examinando áreas pré-estabelecidas no par estereoscópico e aplicando uma função de correlação ou critério de medida de similaridade aos valores numéricos das funções de tom de cinzento.

9.1 - Interpolação Espacial

Os pontos obtidos através da correspondência de imagens de satélite não estão uniformemente distribuídos e não representam completamente a superfície pois são valores discretos. Assim, surgiu a necessidade de se realizar interpolações, obtendo valores nos locais onde não existem pontos da amostra. O processo de interpolação não vai melhorar a qualidade do produto gerado, mas preencher os “vazios” deixados pelo processo de correspondência.

A interpolação espacial é um processo para, através da utilização de pontos com valores conhecidos, estimar valores de outros pontos. Trata-se de um conjunto de técnicas que visam a criação de superfícies contínuas a partir de amostras pontuais. Neste caso, os dados da amostra são as coordenadas dos

pontos, obtidas na correlação automática das imagens de satélite e a superfície contínua foi gerada no software ArcGis usando o método de *Kriging*. A superfície obtida encontra-se na Figura 10 e, tal como referido anteriormente, trata-se de um MDS.



■ Figura 10 – Resultado da interpolação por Kriging

Para avaliar a qualidade da interpolação e da correlação, procedeu-se à quantificação do ajustamento através da comparação da superfície com dados de campo.

9.2 Validação do MDE

Uma vez gerado o MDE, procedeu-se à sua validação. Ou seja, analisar se o produto gerado é compatível com a realidade no terreno. Assim de modo a não limitar essa avaliação, à comparação com os dados obtidos em campanhas de campo anteriores, pois são insuficientes para o efeito. Optou-se por planear uma última campanha de campo, com duração de 1 dia, cujo objetivo seria obter a maior amostra de pontos possível, distribuída ao longo de toda a área de estudo.

Assim, para a referida campanha de campo montou-se o equipamento GNSS Trimble R8 no tejadilho do Jeep XTrail, ligado à rede SERVIR. Com o objetivo de registar pontos ao longo do deslocamento, colocou-se o equipamento a funcionar em modo contínuo, registando pontos de 100 em 100 metros, obtendo-se um total de 431 pontos, distribuídos consoante a Figura 11. Nesta situação tentou-se, dentro do possível, cobrir zonas de diferentes cotas e declives.

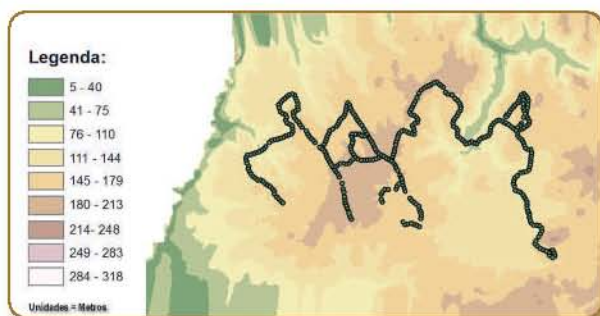


Figura 11 – Localização dos pontos obtidos na 3ª campanha de campo

A avaliação da qualidade da interpolação efetuada para o MDS foi obtida por validação cruzada entre a superfície gerada por *kriging* e a amostra de 431 pontos. Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 4.

N.º Pontos	Diferenças de altitudes	
431	Média	4.068 m
	Desvio Padrão	2.472 m
	Máximo	11.077 m
	Mínimo	0.003 m
	EMQ	4.76 m

Tabela 4 – Resultados da validação do MDE

De referir que, da análise dos resultados, a grande maioria das diferenças são inferiores à média de 4 metros, sendo cerca de 1 a 2 metros. No entanto, verificam-se exceções que desconfia-se que poderá estar associado ao fato de na zona dos quadrados Q31, Q32 e Q33, as diferenças rondarem os 7 metros pois estas zonas estão mais afastadas do local onde foram recolhidos GCP's para a orientação das imagens de satélite no *software Photomod*.

Contudo, o EMQ calculado encontra-se abaixo dos 5 metros que no caso da cartografia 1:25 000 é o erro admissível para altimetria. Logo, poder-se-á extrapolar que a interpolação da superfície MDS está "aceitável".

10 - Conclusões

Assim, com o decorrer do presente projeto, foram-se chegando a algumas conclusões acerca do assunto em questão. Relativamente ao uso das imagens de satélite para produzir informação cartográfica para a Carta Militar 1:25 000, tentando-se dentro dos possíveis, utilizar os mesmos procedimentos que atualmente existem na cadeia de produção do IGeoE, conclui-se o seguinte:

- Relativamente à restituição propriamente dita, especificamente em termos de elementos do tipo ponto, constatou-se que devido à dificuldade na identificação dos elementos escolhidos do Catálogo de Objetos do IGeoE (poços e postes de alta tensão), as imagens de satélite WV2 neste momento nunca poderiam gerar restituições tão ricas em informação como a restituição proveniente das fotografias aéreas. Isto poderá ser devido a diversos fatores como o fato da presença de nuvens, a inclinação não corrigida pela orientação ou até mesmo o fato da própria imagem pancromática não permitir a correta visualização e identificação desses elementos. Assim, de acordo com as normas técnicas da cartografia 1:10 000, não existiria conformidade semântica da informação pois existiriam erros de omissão face aos dados cartografados quando comparados com o terreno.

- Relativamente à restituição de elementos do tipo linha, nomeadamente a restituição de estradas, chegou-se à conclusão que seriam sempre restituídos dentro das precisões em termos de planimetria. Isto baseado essencialmente em dois aspetos: primeiro devido ao fato de serem facilmente identificadas na imagem de satélite e segundo devido ao fato da sua marcação ser através do eixo principal, o que faz com que as linhas estejam sempre dentro das tolerâncias permitidas para a escala 1:25 000.

- Relativamente à restituição de elementos do tipo polígono, chegou-se a diversas conclusões, tais como, o fato do produto da estereorrestituição a partir de imagens de alta resolução WV2 poder ser utilizado em diversos trabalhos que necessitem de dados bidimensionais, dentro da escala 1:25 000, pois os resultados possuem uma boa qualidade planimétrica.

Relembre-se que numa apreciação global, os resultados obtidos na validação da restituição a partir de imagens de satélite WV2 foram de que em termos do STANAG 2215, a restituição estava dentro dos parâmetros da precisão planimétrica e em termos de EMQ, 90% dos pontos estavam dentro da tolerância de 2.3 metros com um erro planimétrico de 1.764 metros.

Contudo, se tivermos em conta a restituição que atualmente se faz no IGeoE, e de acordo com os resultados obtidos na validação da mesma, em que em termos de STANAG 2215, estava dentro dos parâmetros da precisão planimétrica e em termos de EMQ, 95% dos pontos estavam dentro da tolerância de 2.3 metros com um erro planimétrico de 1.248 metros, podemos concluir que, em termos de planimetria, a restituição a partir de fotografia aérea produz melhores resultados comparativamente à restituição por imagem de satélite.

Quando analisamos o caso em termos de altimetria, aqui não existe qualquer tipo de dúvida face aos resultados obtidos. A restituição a partir de imagens de alta resolução WV2, não produz bons resultados. Relembre-se que numa apreciação global, os resultados obtidos na validação da restituição a partir de imagens de satélite foi de que em termos STANAG 2215, a restituição estava no limite dos 5 metros em altimetria (classificação 1) mas em termos de EMQ o resultado foi de apenas 57% dos pontos estavam dentro da tolerância de 2.3 metros, obtendo-se um erro médio quadrático altimétrico de 3.082 me-

tros. Comparativamente, a validação da restituição a partir de fotografia aérea produziu ótimos resultados. Em termos de STANAG 2215, a restituição ficou classificada com uma precisão até 2.5 metros (classificação 0) e em termos de EMQ o resultado foi de que 99% dos pontos estavam dentro da tolerância de 2.3 metros com um erro médio quadrático altimétrico de 1.261 metros.

- Relativamente ao MDE gerado, face à validação executada conclui-se que o resultado, sendo abaixo dos 5 metros, revela que a superfície gerada se encontra dentro das tolerâncias permitidas. Logo poder-se-á concluir que o resultado poderá ser usado em diversos tipos de aplicações e trabalhos.

Com tudo isto, creio não ser precipitado dizer que o uso destas novas tecnologias, nomeadamente o uso de imagens de satélite para a obtenção de informação cartográfica para a Carta militar 1:25 000, tanto em termos de precisão geométrica, viabilidade técnica ou até mesmo de tempo despendido, ainda, não é viável na cadeia de produção do IGeoE.

Referências Bibliográficas

- Afonso, A.J.G. (2010): A Rede "SERVIR" do IGeoE para "SERVIR" os Engenheiros de Portugal.
- Afonso, A. J. G.; Martins, F.; Dias, R.; Mendes, V.B. (2006): "IGeoE e o projeto SERVIR – "Sistema de Estações de Referência GNSS Virtuais" para RTK", Boletim do IGeoE, N° 68, Lisboa, novembro.
- Câmara, G.; Felgueiras, C. (2007): "Introdução à Ciência da Geoinformação".
- Catita, C. M. (2012): "Análise Espacial da Informação Geográfica", apontamentos das aulas de análise espacial da informação geográfica, texto não publicado, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Digital Globe (2010): "The Benefits of the 8 Spectral Bands of WorldView-2", White Paper.

- Ferreira, A. N. (2009): "Ciências de Informação Geográfica", apontamentos das aulas de ciências de informação geográfica, texto não publicado, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Gonzalez, R. C.; Woods, R. E.(2000): "Digital image processing", ed. Addison-Wesley, p 716.
- Grodecki, J.(2001): " IKONOS Stereo Feature Extraction – RPC Approach", ASPRS annual conference, ASPRS 2001 Proceedings, St. Louis.
- IGeoE (2012) : " Sistema de Estações de Referência GNSS Virtuais (SERVIR)", http://www.igeoe.pt/servir/ifr_servir.htm e http://www.igeoe.pt/servir/txt_info.htm, acedidos em Fevereiro de 2013.
- DGT (2013): "Normas técnicas de produção e reprodução de cartografia e ortofotocartografia à escala 1:10 000", p 4.
- Martins, E. (2010): "Extração Semi-Automática de Rodovias no Espaço-Objeto: Uso Integrado de um Estéreo Par de Imagens Aéreas e um MDT", Tese de Mestrado.
- Matos, J. (2008): "Fundamentos de Informação Geográfica", 5ª ed. Lidel– Edições técnicas, Lda.
- Mikhail, E. M.; Bethel, J. S.; Mcglone, J. C. (2001): " Introduction to modern Photogrammetry", Editora John Wiley & Sons, p 479.
- Mira, N. C. (2008): "Controlo de Qualidade da Cartografia do Bloco de Lisboa produzida no Instituto Geográfico do Exército", Projeto de Licenciatura.
- NATO (2001): "STANAG 2215 – Evaluation of land maps, aeronautical charts and digital topographic data", Military Agency for Standardization, ed.6, draft 1.
- Redweik, P. (2012): "Produção Cartográfica", apontamentos das aulas de produção geográfica, texto não publicado, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Strauch, J. C. M. (1991): "Correlação de Imagens Digitais". Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Tao, C. V.; Hu, Y. (2001): "The rational function model - A tool for processing high-resolution imagery", Earth Observation Magazine, 10(1): 13-16.
- Toutin, T. (2004): "Geometric processing of remote sensing images: models, algorithms and methods", International Journal of Remote Sensing, p 1893–1924.

Elaboração de uma Carta de Aterros da Cidade de Lisboa por LiDAR e Fotogrametria Aérea

●●●●●● Pedro Dias
Cap Art

●●●●●● Paula Redweik
Prof^a Dr.^a

Este trabalho descreve uma metodologia que permite identificar e cartografar zonas de aterros de grandes dimensões da cidade de Lisboa, com base num Modelo Digital de Terreno (MDT), produzido a partir de dados de Laser Scanning de 2006, conhecido por Light Detection and Ranging (LiDAR), e de um MDT obtido a partir de fotografias aéreas antigas datadas de 1944. É também efetuada uma breve apresentação dos resultados obtidos.

1 - Introdução

Em Portugal a ocupação e o uso sustentável do território é uma preocupação premente, legislada em diversos diplomas legais. Nesse âmbito, é crucial uma correta identificação das áreas de proteção especial que, pelo seu valor e sensibilidade ecológicas e pela sua susceptibilidade perante riscos naturais, assumam especial relevância.

A carta de aterros e escavações é um importante contributo para a atualização da informação geológica oficial de Lisboa que, por sua vez, é utilizada na determinação das áreas de susceptibilidade de ocorrência de movimentos de massa em vertentes.

2 - Enquadramento

As áreas de instabilidade de vertentes são, segundo o Decreto-lei (DL) n.º 166/2008, "áreas que, devido às suas características de solo e subsolo, declive, dimensão e forma da vertente ou escarpa e condições hidrogeológicas, estão sujeitas à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, incluindo os deslizamentos, os desabamentos e a queda de blocos. (...) Na delimitação de áreas de instabilidade de vertentes devem considerar-se as suas características geológicas, geomorfológicas e climáticas."

Do estudo publicado sobre desastres de origem hidrológica (cheias e inundações) e geomorfológica (movimentos de massa em vertentes) no período entre 1865 e 2010 [Zêzere et al., 2013], há registos de mais de 1300 pessoas mortas e 42 mil desalojadas. Só o concelho de Lisboa totaliza 20.3% do conjunto de movimentos de massa em vertentes com efeitos danosos regis-



tados em Portugal, ocupando o primeiro lugar do ranking nacional. Registaram-se para o período temporal em estudo, 56 movimentos de massa em vertentes, que provocaram 32 mortos, 125 evacuados e 402 desalojados [DISASTER, 2012].

Existem duas causas principais que podem provocar a ocorrência deste fenómeno. Uma, é os fenómenos naturais como chuvas intensas ou processos geológicos como os sismos [Dias, 2010]. A outra são as alterações antrópicas causadas no uso do solo, uma vez que proporcionam fenómenos de erosão, arrastamento de detritos e impermeabilização de terrenos devido à construção de edifícios ou ações de desflorestação [Mateus, 2008].

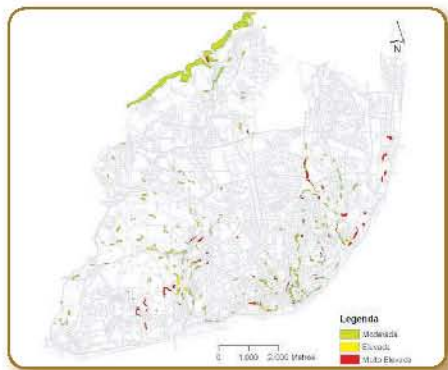


Figura 1 – Carta de susceptibilidade de ocorrência de movimentos de vertente

Fonte: [relatório caracterização biofísica de Lisboa]

O instrumento de planeamento territorial do município de Lisboa, o Plano Diretor Municipal (PDM), define na planta de riscos naturais e antrópicos e as áreas de susceptibilidade de ocorrência de movimentos de massa em vertentes, Figura 1. O modelo utilizado para a produção dessa cartografia de susceptibilidade foi o modelo determinístico, cuja principal fonte de informação é a carta geológica do concelho de Lisboa.

Face à necessidade de melhorar a informação de base que dá origem à carta de susceptibi-

lidade de ocorrência de movimentos de vertente, foi elaborado um trabalho de cartografia tridimensional de aterros e escavações no concelho de Lisboa, por fotointerpretação de fotografias aéreas de diferentes datas (1947 a 2004), Figura 2. Os resultados desse trabalho dependem, de forma geral, da escala das fotografias usadas e, por serem um produto de uma fotointerpretação, do operador que a realiza. Para além disso, foram também descritas dificuldades na delimitação precisa da área e na determinação da sua espessura. [Vasconcelos, 2011].



Figura 2 – Exemplo de identificação de aterros com recurso a fotointerpretação

A junção das zonas alteradas por atividades antrópicas com a informação geológica à escala 1:10000, resultou numa atualização da carta geológica do concelho que serviu de base para a produção de cartografia de susceptibilidade à ocorrência de instabilidades de vertente em Lisboa, Figura 3.

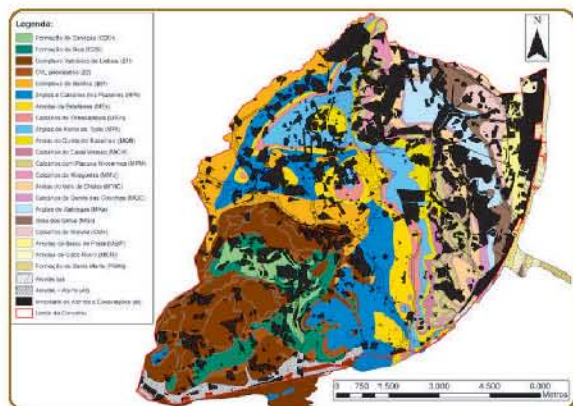


Figura 3 – Carta de geológica do concelho de Lisboa atualizada

Fonte: [Vasconcelos, 2011]

Este texto insere-se no contexto do referido trabalho, tendo por objetivo principal a identificação precisa de aterros e escavações na cidade de Lisboa, de forma automática e independente da escala das fotografias utilizadas e com determinação da espessura dos mesmos.

Para tal, foram investigados e desenvolvidos algoritmos para se produzir um MDT a partir de dados LiDAR de 2006, adiante designado por MDT LiDAR, através de técnicas de processamento digital de imagem. Posteriormente, e com recurso a técnicas fotogramétricas, gerou-se o MDT com base na cobertura aérea mais antiga obtida com fins cartográficos, que data de 1944, adiante designado por MDT Foto. Da análise comparativa entre os dois modelos, pretende-se identificar e cartografar as zonas de aterro e escavação que surgiram na cidade durante esse período temporal, complementando o levantamento realizado por interpretação estereoscópica para o período de 1947-2004.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- (1) Identificar os vários métodos para produzir um MDT a partir de dados LiDAR;
- (2) Desenvolver um método que produza um MDT por filtragem de um Modelo Digital de Superfície (MDS), a partir de dados LiDAR;
- (3) Avaliar qualitativamente e quantitativamente a qualidade do método desenvolvido.
- (4) Produzir uma amostra primária de pontos cotados, a partir de técnicas de correspondência automática de imagens fotográficas;
- (5) Aplicar técnicas automáticas já existentes para filtrar a amostra primária e produzir um MDT;
- (6) Identificar o melhor método de interpolação para produzir o modelo digital de terreno, a partir da amostra primária de pontos cotados;

(7) Identificar com precisão zonas de aterros e escavações, por comparação dos MDT obtidos, avaliando a sua espessura;

(8) Avaliar a qualidade dos mapas de aterros e escavação produzidos para o período temporal em estudo.

3 - Área de Estudo

A área de estudo corresponde à zona coberta pelos dados LiDAR, que se encontram dentro da folha 431 da Carta Militar, série M888, escala 1:25000 (Figura 4). Essa faixa encontra-se dentro do concelho de Lisboa e possui uma forma retangular com 6.25 km x 5.14 km, equivalendo a 32.12 km², ou seja, a aproximadamente a 40% do concelho. Por corresponder a uma zona central do concelho e estar próxima do centro histórico da cidade, é atualmente uma região fortemente urbanizada.



Figura 4 – Área de estudo

4 - Modelo Digital do Terreno a Partir de Dados LiDAR

Foram identificadas várias técnicas de processamento digital de imagens para se produzir um MDT LiDAR, como filtros morfológicos, fil- ▶▶

tros por densificação sucessiva, filtros baseados em superfícies e filtros baseados em segmentação [Briese, 2010]. Estudos comparativos realizados entre estes filtros demonstraram que, de forma geral, todos funcionam satisfatoriamente em áreas com pouca complexidade, como terreno com pouco declive, edifícios pequenos e vegetação esparsa. No entanto identificaram-se falhas de classificação em zonas de terreno com declive acentuado, em pontes e passagens desniveladas [Sithole e Vosselman, 2004]. Foram sugeridas combinações de várias categorias de algoritmos e a utilização de mais informação no processo de classificação, uma vez que apenas a informação geométrica se revelou ser insuficiente para caracterizar o terreno [Meng et al., 2010].

O método escolhido para produzir o MDT LiDAR, face à informação de base fornecida, foi a reconstrução morfológica baseada em dilatações geodésicas sucessivas, cujo algoritmo foi desenvolvido por Arefi e Hahn [2005], Arefi et al. [2007] e Arefi et al. [2010]. Este algoritmo tem por base duas categorias de filtros (morfológicos e baseados em segmentação) e apresenta como vantagens o facto de ser indiferente à escolha do elemento estruturante e de não necessitar de uma operação de filtragem nos resultados finais, principais limitações apontadas aos métodos morfológicos clássicos.

O algoritmo utilizado está apresentado na Figura 5.

O algoritmo foi implementado em Matlab® e foi melhorado posteriormente com uma operação de extração de edifícios a priori. Este algoritmo que executa essa extração, Figura 6, consiste numa identificação da fronteira dos objetos com base em filtros derivativos de 2ª ordem e numa classificação dos objetos em “terreno” ou “não terreno” de acordo com a análise da variação local de alturas ao longo da fronteira.

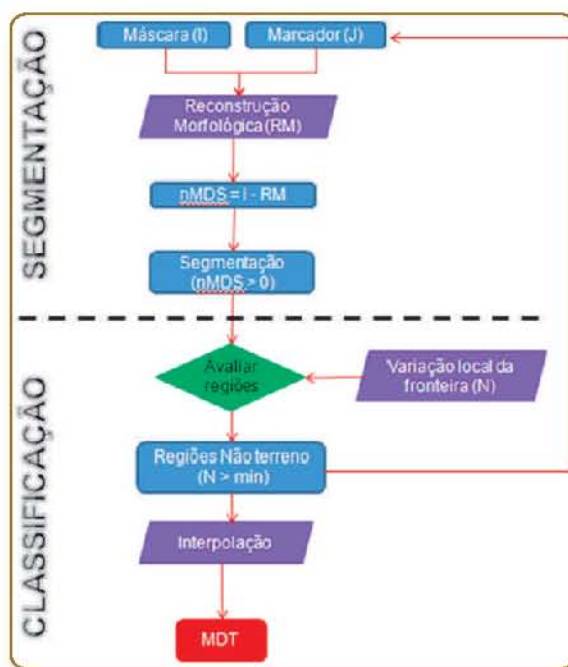


Figura 5 – Algoritmo implementado

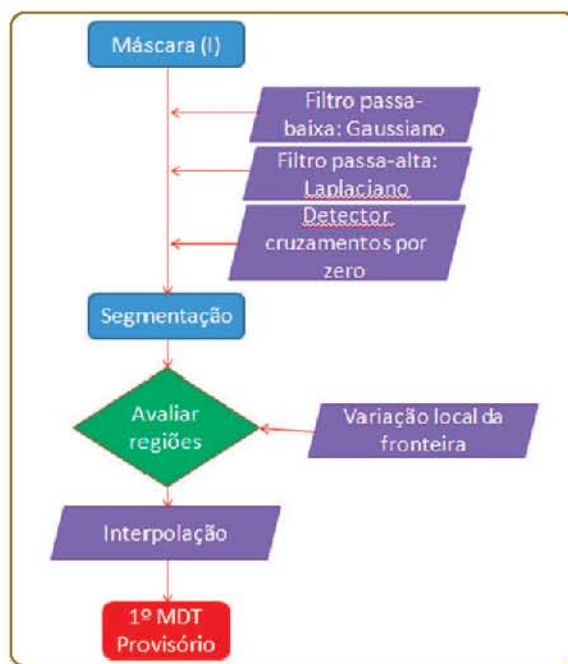
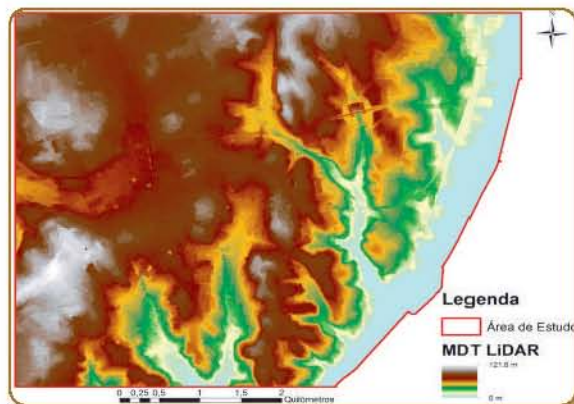
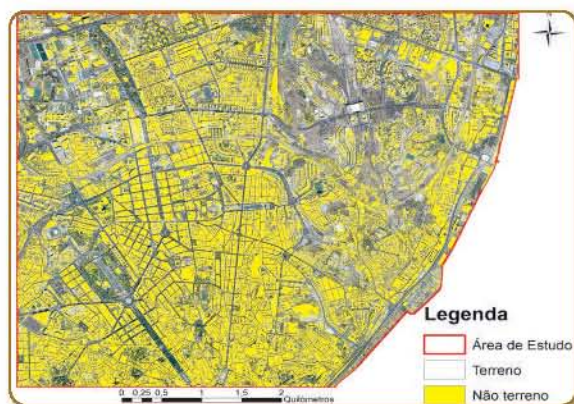


Figura 6 – Algoritmo proposto para detectar edifícios

O tempo necessário para processar os dados da área de estudo (mais de 32 milhões de pontos) foi muito superior ao inicialmente esperado, excedendo os 65 dias de processamento contínuo no servidor. A Figura 7 mostra o MDT LiDAR resultante e a Figura 8 compila todas as zonas classificadas como “não terreno”.



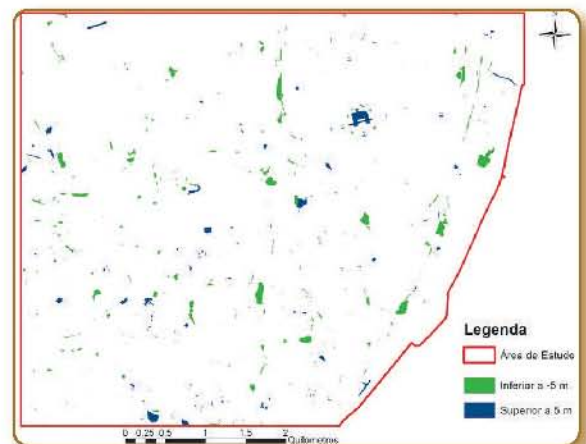
■ Figura 7 – MDT LiDAR final para a área de estudo.



■ Figura 8 – Pixéis classificados com “não terreno” da área de estudo.

A qualidade geral do MDT LiDAR obtido depende da qualidade da nuvem de pontos, da qualidade do processo de filtragem e da qualidade do processo de interpolação. Através de uma análise quantitativa obteve-se um desvio padrão de 35 cm, para 444 pontos de controlo medidos

no terreno. A avaliação qualitativa foi realizada com o auxílio de um MDT de referência não sujeito a erros de classificação, o MDT do (Instituto Geográfico do Exército (IGeoE)). Da comparação entre os dois modelos, Figura 9, identificaram-se alguns edifícios, pontes e viadutos que não foram extraídos dos dados iniciais e também algumas zonas de terreno, que devido ao seu declive natural, foram classificadas como regiões “não terreno”. A análise global foi francamente positiva, validando-se a utilização do MDT LiDAR para o estudo a realizar.



■ Figura 9 – MDT LiDAR final para a área de estudo.

5 - Modelo Digital do Terreno a Partir de Fotografia Aérea

O MDT Foto, foi produzido no Photomod® por correspondência automática de imagens. Este processo utiliza o coeficiente de correlação normalizado para determinar pontos homólogos em pares estereoscópicos e produzir a amostra primária de pontos cotados. Foi efetuada a Aero-triangulação Automática (ATA), obtendo-se uma precisão geral de ajustamento (σ_0) de 1.032 e um desvio máximo nos pontos de controlo de 1,16 metros.

O processo de filtragem da nuvem de pontos obtida foi realizado com recurso a uma função ►►

disponibilizada pelo *Photomod®*, cujo conceito de funcionamento assenta no ângulo de declive máximo entre dois pontos ou entre um ponto e uma superfície. Após a aplicação desta

função, verificou-se que nas zonas densamente urbanas, nomeadamente no centro histórico da cidade com ruas muito estreitas, o processo automático de filtragem não funcionou adequadamente, mantendo-se muitos pontos medidos

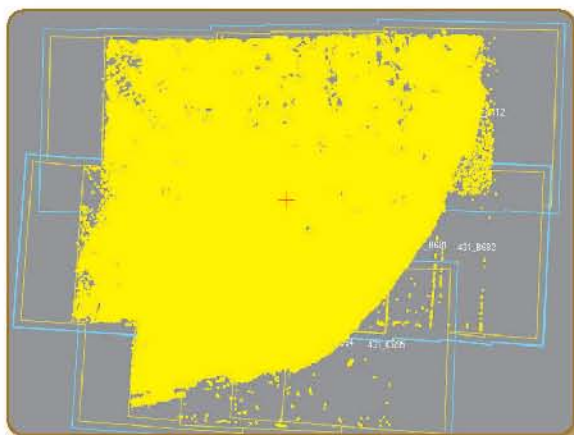


Figura 10 – Amostra primária de pontos.

no topo de edifícios. A filtragem automática foi então completada com uma edição manual dos pontos, de forma a minimizar essas lacunas e erros. Entre medições automáticas e manuais, foram colhidos 256892 pontos (Figura 10).

O método de interpolação utilizado posteriormente para produzir o MDT Foto foi o kriging ordinário, cujo interpolador foi modelado com remoção de tendência espacial de 2ª ordem e com anisotropia. Este interpolador probabilístico, modelado com estas parametrizações, obteve melhores resultados que o interpolador determinístico IDW, apresentando o menor Erro Médio Quadrático (EMQ), Tabela 1. A Figura 11, representa o MDT Foto resultante.

Técnica	Indicador Qualidade	IDW	Kriging							
			Anisotropia			Isotropia				
			Com Tendência	Sem tendência		Com tendência	Sem tendência			
				1ªord	2ªord		3ªord	1ªord	2ªord	3ªord
Cross validation	Média (m)	-0.036	-0.001	-0.001	-0.002	-0.001	0.021	-0.001	-0.001	-0.001
	EMQ (m)	1.261	1.242	1.212	1.122	1.326	1.541	1.217	1.312	1.328
Validação	Média (m)	0.060	0.004	0.036	0.028	0.037	0.031	0.039	0.035	0.035
	EMQ (m)	1.175	1.493	1.149	1.069	1.163	1.628	1.153	1.118	1.119

Tabela 1 – Testes com interpoladores espaciais.

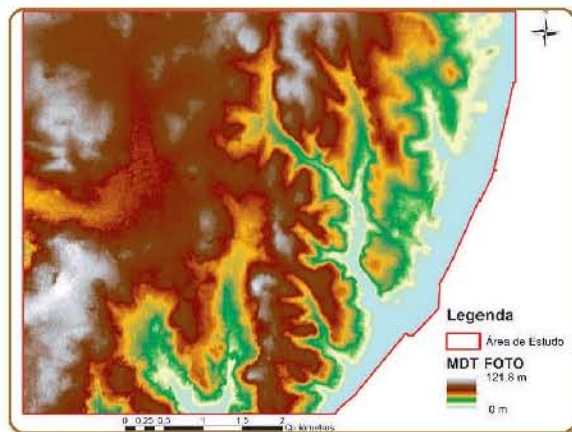


Figura 11 – MDT Foto.

6 - Comparação de MDT

A identificação com precisão das zonas de aterro e escavação foi obtida através da comparação entre os MDT produzidos em épocas diferentes. A Figura 12, mostra os resultados dessa comparação onde cada pixel desse mapa traduz as diferenças volumétricas entre o período de 1944 e 2006. Foram identificados pixels na área de estudo que representam diferenças volumétricas em coluna que oscilam entre os 60.1 m³ (em escavações) e os 27.6 m³ (em aterros).

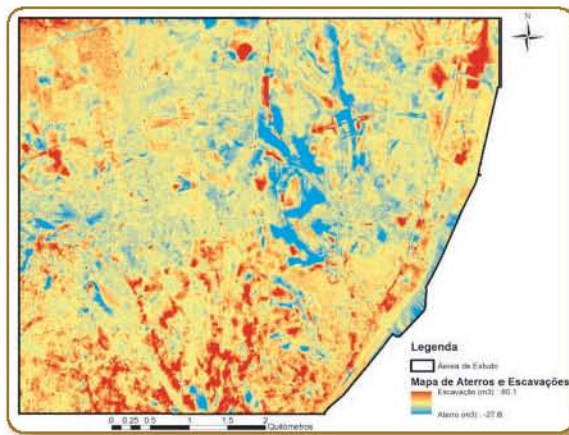


Figura 12 – Mapa de aterros e escavações.

Da análise realizada sobre a qualidade dos mapas gerados, concluiu-se que os erros presentes no MDT LiDAR são pouco significativos para as zonas erradamente classificadas como de aterro e escavação, e estão bem sinalizados.

Relativamente ao MDT Foto, concluiu-se que os erros de filtragem têm bastante influência nas zonas de escavação identificadas. Verifica-se que a maior parte das zonas identificadas erradamente como de escavação se localizam dentro do perímetro urbano de 1944, e que, coincidem com as zonas de maior declive.

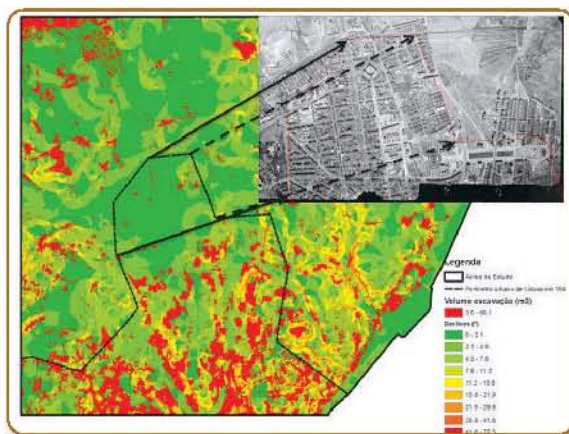


Figura 13 – Carta de declives da área de estudo e zonas de escavação identificadas. Estudo comparativo com zonas urbanizadas em 1944.

O mapa de aterros e escavações foi validado com um trabalho feito num período semelhante por fotointerpretação sendo possível concluir que, à exceção da zona delimitada pelo perímetro urbano de 1944, as zonas de aterro e escavação identificadas coincidem com o levantamento realizado para uma incerteza de ± 1.54 m, Figura 14.

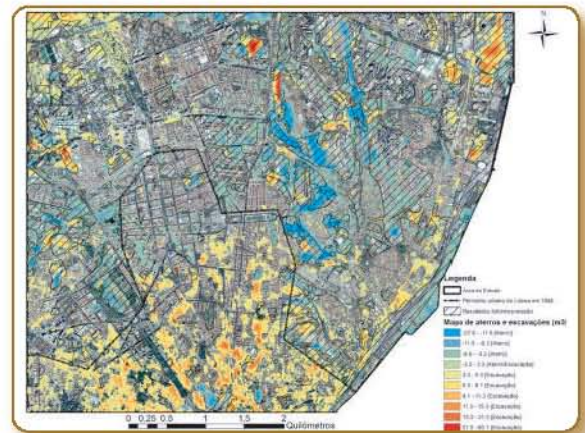


Figura 14 – Carta de aterros e escavações para $\sigma = 1.54$ m.

7 - Conclusões

De uma forma geral, este trabalho contribuiu efetivamente para o conhecimento existente sobre a evolução das alterações antrópicas realizadas na área de estudo, para o período de estudo. Foram identificadas zonas de aterro e escavação de forma independente da escala das fotografias e do operador que a efetua, foram determinados para cada pixel qual o volume de solos movido e foram identificados os erros existentes nessa cartografia, assim como as precisões associadas a cada ferramenta que lhe deu origem.

Relativamente ao processo de filtragem dos pontos LiDAR, concluiu-se que não é exequível utilizar esta metodologia numa área de estudo desta dimensão, pois o tempo de processamento do algoritmo de filtragem utilizado na elabo- ▶▶

ração do MDT LiDAR excedeu os 65 dias. Uma otimização das rotinas do algoritmo utilizado poderia trazer vantagens na velocidade de processamento.

Os bons resultados obtidos na ATA permitiram gerar uma amostra primária de pontos muito coerente e um MDS que representa fielmente o terreno. No entanto, o processo de filtragem utilizado revelou insuficiências na extração de pontos não terreno, originando erradamente algumas zonas de escavação nos resultados finais.

A metodologia proposta neste trabalho cumpriu as expectativas iniciais, realizando o objetivo principal de identificar de forma precisa grandes zonas de aterro, que ocorreram entre 1944 e 2006, na área de estudo localizada na cidade de Lisboa.

Referências Bibliográficas

- Arefi, H., Hahn, M. (2005) "A morphological reconstruction algorithm for separating off-terrain points in laser scanning data." Proceedings of the ISPRS Workshop Laser-Scanning, Enschede, Holand.
- Arefi, H., Engels, J., Hahn, M., Mayer, H. (2007) "Automatic DTM generation from laser scanning data in residential hilly area." ISPRS, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 36(3/W19).
- Arefi, H., Angelo, P., Mayer, H., Reinartz, P. (2010) "Automatic generation of DTM from Cartosat-1 stereo images." ISPRS, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Commission I, WG4.
- Briese, C. (2010) "Extraction of digital terrain models." In G. Vosselman, and H. Maas (Eds.), Airborne and Terrestrial Laser Scanning. CRC Press, pp. 147-150.
- Dias, R. (2010) "Riscos Geológicos e Geologia Urbana." LNEG, Lisboa, Portugal, 24 setembro.
- DISASTER (2012) "Perfil do Concelho de Lisboa." Projecto DISASTER – Desastres naturais de origem hidrogeomorfológica em Portugal: base de dados SIG para apoio à decisão no ordenamento do território e planeamento de emergência (PTDC/CS-GEO/103231/2008). Versão setembro 2012, Lisboa.
- Mateus, A. (Coord) (2008) "Desastres Naturais: Minimizar os riscos, maximizar a consciencialização.", GeoFCUL, Lisboa, Portugal, Março.
- Meng, X., Currit, N. Zhao, K. (2010) "Ground Filtering Algorithms for airborne LiDAR data: a Review of critical issues.", Journal Remote Sensing, 2, pp 833-860.
- Sithole, G. e Vosselman, G. (2004) "Filtering of airborne laser scanner data based on segmented point clouds." ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 59 (3-4), pp. 202-224.
- Vasconcelos, M.A.D.F. (2011) "Cartografia de Suscetibilidade a Ocorrência de Movimentos de Vertente em Contexto Urbano: O Concelho de Lisboa", Tese de Mestrado.
- Zêzere, J.L., Pereira, S., Quaresma, I., Santos, P., Santos, M. (2013) "Desastres de origem Hidro-Geomorfológica em Portugal continental no período 1865-2010", Actas do VI Congresso Nacional de Geomorfologia, Coimbra, pp. 124-127.

Restituição Estereoscópica com Base em Imagens Adquiridas por um UAV

António Franco
Cap Art Eng Geo

José Dias
Saj SGE

O projeto que aqui é apresentado tem por base de trabalho diversas coberturas fotográficas obtidas por voos de um UAV efetuados como experiência. O voo assim como o processamento dos dados por si obtidos foi efetuado pela empresa Sinfic – Sistemas de Informação Industriais e Consultoria, S.A., tendo ficado a cargo da secção de Fotogrametria do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) a aerotriangulação da cobertura obtida, a sua colocação em aparelho de forma a obter estereoscopia assim como o estudo relativo à qualidade da informação assim obtida.



Figura 1 – A aeronave e a câmara por ela utilizada.

Na última década assistiu-se ao desenvolvimento de sensores para georreferenciação e para registo da atitude da aeronave durante o voo, assim como ao desenvolvimento de câmaras fotográficas compactas com grandes resoluções. Desenvolveram-se algoritmos de correlação de imagens, aumentaram-se as capacidades de processamento dos computadores e criaram-se Unmanned aerial vehicles (UAV's) de baixo custo, fácil manuseamento e capazes de realizar voos autónomos. Tal facto tornou possível a execução de fotogrametria com baixo custo e por operadores não especializados.

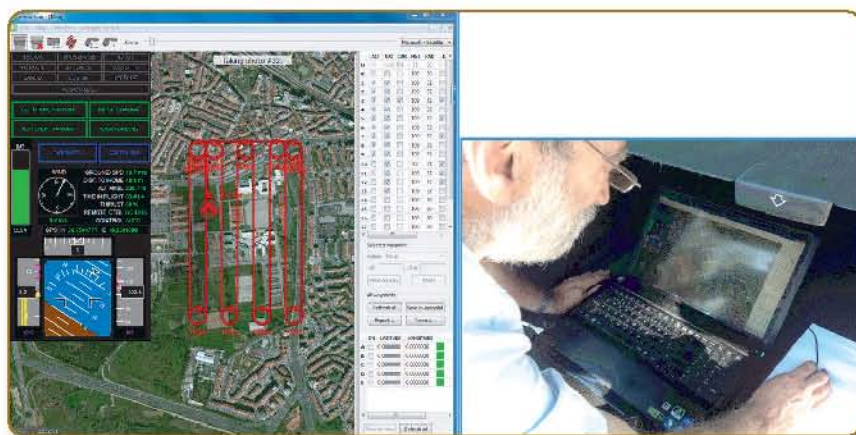
Sensefly Swingle, o aparelho

A aeronave é um aparelho com menos de 500g, tendo incorporado um sensor de posicionamento GPS com registo de posição e velocidade com uma frequência de 1Hz, precisão de 5 a 10 m e registo de atitude do aparelho na forma de três ângulos, heading, pitch e rol, com precisão superior a 5 graus. Tem uma capacidade de carga até 125g, tendo a possibilidade de realizar voos autónomos previamente programados e de captação automática de imagens. O aparelho tem uma autonomia de voo de aproximadamente 25 minutos com restrições de voo com ventos superiores a 20 Km/h. Utiliza uma câmara fotográfica compacta de 12 megapixels com um tamanho de pixel de $1.54 \mu\text{m}$, um sensor de $6.16 \times 4.62 \text{ mm}$, autofócus e com distância focal variável [Vallet et al, 2011].

O Voo

O voo de uma cobertura fotográfica aérea para efeitos de teste do sistema foi realizado numa zona militar, no destacamento da Academia Militar da Amadora. O local tinha as condições de segurança necessárias para tal, assim, como a respetiva área tinha as características ideais (tamanho e uso do solo) para o que se pretendia, alguns edifícios, zonas arborizadas e zonas planas.

A primeira tentativa de voo foi efetuada em 08JAN2013, dia em que estavam garantidas as condições climáticas mínimas para uma cobertura eficaz, tendo o próprio sistema abortado logo ao princípio realizando-se um voo apenas por ter sido forçado, fator que fez com que a qualidade dos dados recolhidos não fosse suficiente para se conseguir uma aerotriangulação aceitável. Após novo agendamento, realizou-se um voo de forma a cobrir a área do quartelamento da Academia Militar em condições próximas das ideais (altura do sol, visibilidade e vento), a uma altitude de voo média de 100 metros, possibilitando uma cobertura fotográfica com um tamanho do pixel no terreno (GSD) aproximada de 4cm e uma sobreposição entre imagens planeada de 60%. De realçar, que todo o plano de voo é calculado de forma automática, bastando ao operador definir a área a fotografar e os parâmetros necessários à definição dos pontos de tomada de foto, sobreposição entre fotos e entre fiadas e GSD pretendido. Assim, que o plano de voo é criado, este é enviado via rádio à aeronave, que ao ser lançada será controlada de forma totalmente autónoma, registando imagens em determinados intervalos de tempo, e envia, por rádio para o PC que controla o trabalho, as coordenadas dos centros de projeção (Latitude, Longitude e Cota), atitude do avião (ângulos heading, pitch e roll) e uma série de outras variáveis utilizadas pelo sistema. Após a execução da cobertura fotogramétrica a aeronave regressa ao ponto de origem com as fotografias registadas em memória.



■ Figura 2 – Plano de voo e estação de controlo da aeronave.

Processamento dos Dados Obtidos pelo Voo

Os dados obtidos durante o voo em bruto, sem qualquer processamento, consistem em um conjunto de fotografias numeradas por ordem sequencial, num ficheiro de texto com o registo temporal das operações efetuadas pelo aparelho onde está incluída a captação das imagens, assim com um outro ficheiro de texto onde se encontra registado a atitude da aeronave na forma de diferentes parâmetros registados pelos diversos sensores que a equipam (Latitude, Longitude, altitude, velocidade e aceleração e ângulos de orientação e muitos outros).

O processamento do software, próprio do sistema, vai fazer que a cada imagem por associação do momento em que foi tirada, lhe seja associada a posição (Latitude, Longitude e Altitude) e comportamento da aeronave (heading, pitch e rol), chegando a uma lista de imagens que além de georreferenciadas têm associados os elementos da sua orientação em relação ao terreno, o que com processamento posterior vai facultar os parâmetros de orientação externa, as coordenadas objeto do centro de projeção e os três ângulos (x, y e z) que definem a orientação do eixo de projeção [Redweik, 2007].



Figura 3 – Registo temporal das operações do aparelho.

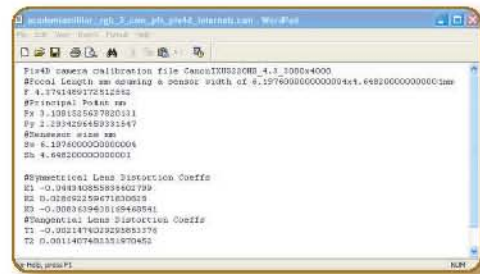


Figura 5 – Parâmetros internos da câmara Canon IXUS220HS.

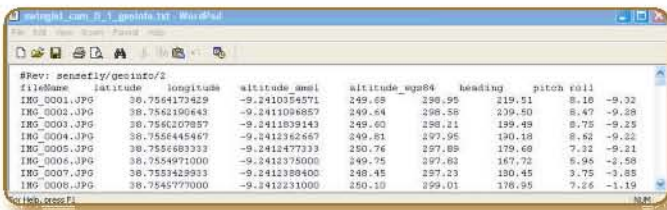


Figura 4 – Informação que após processamento é associada a cada imagem.

O processamento inicial vai, também, criar um ficheiro de parâmetros de orientação interna onde são registados os que, normalmente, são dados pelo processo de calibração de uma câmara métrica aérea convencional. A constante da câmara, as coordenadas foto do ponto principal, o tamanho do sensor e ainda os coeficientes de distorção radial e tangencial. Tal informação possibilitará a orientação interna de cada imagem de forma a reconstituir a posição do plano imagem dentro da câmara no momento da exposição, assim, como a definição do feixe perspetivo de raios que a originou e ainda a correção da distorção radial causada pelo sistema de lentes da objetiva e da distorção tangencial causada pela descentragem das diversas lentes [Redweik, 2007]. As correções de distorção podem ser aplicadas através de um pós processamento da imagem de forma a criar uma imagem teoricamente sem distorções, representando isso um ganho significativo na qualidade da geometria de cada imagem como pode ser comprovado mais à frente.

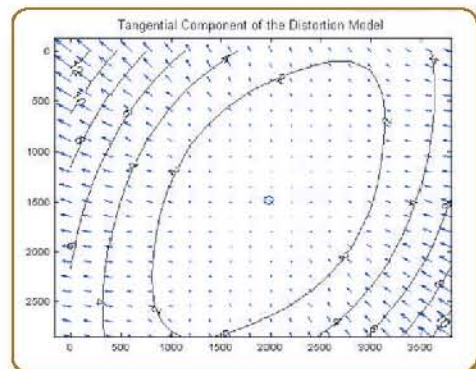


Figura 6 – Componente tangencial do modelo de distorção.

No passo seguinte com a utilização das imagens, já georreferenciadas, e eventualmente com apoio topográfico, é criado um modelo digital da superfície (MDS). É criado, também, um mosaico com as imagens através da respetiva orientação interna, são identificados automaticamente, através da análise radiométrica dos valores do pixel, pontos homólogos nas diferentes imagens, é criada uma nuvem de pontos em que cada um deles tem associado os correspondentes valores RGB, e finalmente construído um mosaico com as imagens ortoretificadas.

A qualidade de todos estes produtos depende diretamente da qualidade da cobertura fotográfica aérea. Destaca-se a forma rápida e automatizada de como eles são produzidos, possi- ➤

bilitando a um único operador e de forma extremamente rápida e económica a extração de informação geográfica georreferenciada que poderá ser aplicada nas mais diversas áreas de interesse.

Colocação das Fotos em Aparelho e Análise da Informação Obtida

Apesar de todas as possibilidades referidas no parágrafo anterior, o sistema apresenta ainda algumas limitações. Para efeitos de cartografia à escala 1:25000, devido à utilização desta escala em áreas de grandes dimensões e à correspondente necessidade de enormes quantidades de fotografias, o sistema torna-se inexecutável. No entanto, torna-se fundamental a análise qualitativa da informação por si produzida, já que com o desenvolver da tecnologia a uma velocidade estrondosa, o sistema rapidamente se poderá adaptar tornando possível a sua utilização para esse efeito.

Desta forma, com o objetivo de avaliar a informação providenciada por um sistema deste tipo, foi efetuado um estudo com os produtos obtidos pelos passos anteriores. Uma das vantagens é a possibilidade de utilização das fotografias originais ou das fotografias com distorções corrigidas juntamente com os parâmetros de orientação interna e externa e utilizá-los numa estação fotogramétrica, de forma a possibilitar visão estereoscópica, e conseqüente restituição fotogramétrica.

Assim, sendo, foram efetuados testes à informação restituída em ambiente estereoscópico nas diferentes fases do processo:

- Análise de um modelo estereoscópico com imagens originais (sem correção de distorções) e sem aerotriangulação (entrada direta do modelo em aparelho);
- Análise de um modelo estereoscópico

com imagens corrigidas (distorção radial e tangencial) e sem aerotriangulação;

- Análise de um modelo estereoscópico com imagens corrigidas e submetendo-o a aerotriangulação sem utilização de pontos fotogramétricos;
- Análise de um modelo estereoscópico com imagens corrigidas, submetendo-o a aerotriangulação e utilizando pontos fotogramétricos.

Em cada uma das fases referidas, foi restituído o mesmo edifício, de forma a poder analisar a qualidade posicional dos pontos definidos pelos seus vértices e compará-la com a mesma informação restituída a partir de uma cobertura aérea convencional, a qual foi utilizada como referência. O facto de se ter optado pelos vértices de um edifício justifica-se pela necessidade de conseguir identificar em aparelho e com a maior precisão possível o mesmo ponto em diversos projetos, diminuindo assim ao mínimo possível a introdução de um erro por parte do operador.

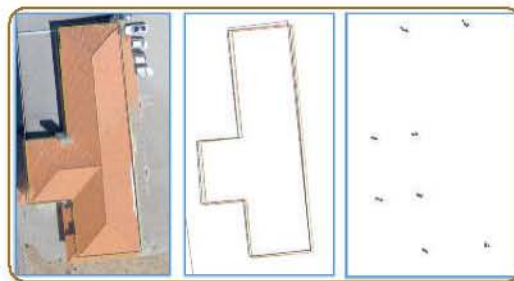


Figura 7 – Edifício restituído e extração dos respetivos vértices para análise.

Os resultados obtidos podem ser verificados nos seguintes tabela e gráfico.

Fase do Projecto	X	Y	Z
Com distorção	0.925	0.523	1.561
Sem distorç antes AT	0.630	0.276	0.165
S. distorç. após AT sem PFs	0.694	0.340	0.297
S. distorç. após AT com PFs	0.302	0.148	0.625

Tabela 1 – Erro médio quadrático comparativamente à informação de referência.

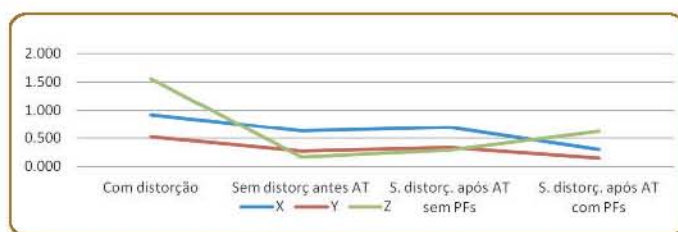


Figura 8 – Gráfico da variação dos valores do Erro Médio Quadrático em X, Y e Z

Após 1ª análise, de stereo, nas imagens originais e sem aerotriangulação constatou-se que existia alguma paralaxe residual sendo, contudo, possível restituir utilizando um nível de zoom não muito próximo. Já nas imagens com distorções corrigidas constatou-se que a paralaxe existente era menor, embora também se tivesse que utilizar um zoom afastado para conseguir restituir em estereoscopia. No entanto, notou-se uma melhoria significativa na qualidade posicional em comparação com a informação utilizada como referência. Após a aerotriangulação do bloco, sem recurso a apoio fotogramétrico, constata-se um ligeiro aumento nas diferenças com a informação de referência, atingindo-se a melhor qualidade planimétrica com a introdução de apoio, com diversos pontos fotogramétricos, atingindo-se um erro médio quadrático (EMQ) em X e Y de 30cm e 15 cm respetivamente e uma degradação do valor de Z já que se passou para um EMQ de 30 cm para 63 cm. Tal erro na informação altimétrica mostrou-se pouco satisfatório, tendo numa posterior análise sido notado que todos os desvios registados em Z eram positivos, o que evidenciava a existência de um erro sistemático, que possivelmente agravou o seu valor.

O estudo em cima apresentado comprova que, em termos qualitativos, este método cumpre os requisitos posicionais da cartografia à escala produzida pelo IGeoE (1:25000), ou mesmo para outras escalas, pois considerando um erro de graficismo de 0,2 mm e utilizando o erro em X de 30 cm seria possível a utilização desta informação até uma escala 1:1500 de forma a que esse erro não fosse ultra-

passado. No entanto, é necessária a análise de outros fatores relevantes para utilização, desta informação, para efeitos de restituição estereoscópica: exequibilidade relativamente ao processamento, devido ao enorme número de imagens necessárias; área útil em estereoscopia que cada modelo em média apresenta. A baixa altitude de voo e a enorme variação de amplitudes dos ângulos que definem a orientação do aparelho durante a captação das imagens, a área de terreno coberto por cada fotografia é muito pequena (Figura 10), sendo que, em cada modelo se corre o risco de ter uma zona de sobreposição quase total ou quase nula. Tal facto torna a restituição estereoscópica de qualquer objeto no terreno bastante difícil de se realizar, pois qualquer edifício de dimensões não muito grandes necessitará de vários modelos para ser totalmente restituído, o que significa que o operador tenha constantemente de saltar de modelo para modelo, representando isso uma perda significativa de tempo e de qualidade posicional.

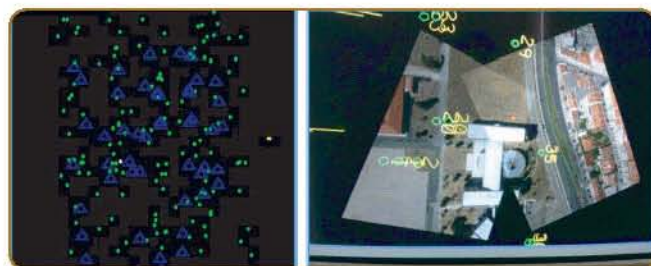


Figura 9 – Centros de projeção das fotografias segundo as respetivas orientações internas e área de sobreposição de um modelo estereoscópico

Uma possibilidade para se aumentar a área de cada fotografia e consecutivamente a área útil de cada par estereoscópico é o aumento da altitude de voo. Tal alteração significará uma redução do GSD conforme é apresentado na tabela 2, sendo que por exemplo a uma altitude de 300 metros as imagens apresentarão um GSD de 10.6 cm, o que se mostra suficiente para restituir informação geográfica, para médias escalas, por manter o detalhe da informação a adquirir e manter a exatidão posicional, para estas

escalas. Por outro lado, reduz significativamente o número de imagens necessárias à cobertura total do bloco nas condições de sobreposição exigidas.

Altitude de voo	GSD	Dimensões da fotografia	Area da fotografia
100 m	3,8 cm	153 x 114,8 m	17561,8 m ²
150 m	5,3 cm	212,5 x 159,4 m	33876,9 m ²
200 m	7,1 cm	283,4 x 212,5 m	60225,6 m ²
250 m	8,9 cm	354,2 x 265,7 m	94102,5 m ²
300 m	10,6 cm	425,1 x 318,8 m	135507,6 m ²

■ Tabela 2 – Variação do tamanho do Pixel no terreno com o aumento da altitude de voo.

Tendo ainda presente, o projeto realizado na Academia Militar, uma cobertura a 100 metros de altitude necessitará de aproximadamente 80 fotografias, enquanto que, uma cobertura a 300 metros necessitará como se pode ver na figura 10 de apenas 11 fotografias. Esta redução na quantidade de imagens significará, além da menor exigência em termos de processamento, uma maior cobertura da área útil para restituição de cada par estereoscópico, tornando mais exequível a aquisição tridimensional dos objetos no terreno.

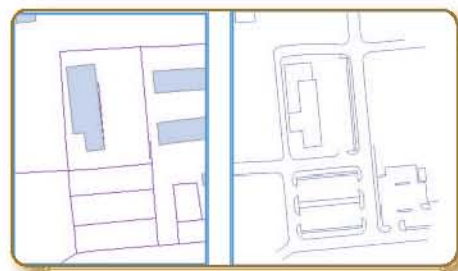


■ Figura 10 – Áreas abrangidas por fotografias tiradas a diferentes altitudes de voo e número de imagens necessárias para cobrir o bloco a diferentes altitudes.

Considerando, então, que a cobertura fotográfica a uma altitude de voo de 100 m apresenta um excesso de informação para efeitos de cartografia a pequenas e médias escalas, é então levantada a questão sobre o porquê de não ter sido aumentada

a altitude de voo. Se em teoria, o facto parece demasiado simples, na prática pode não representar o mesmo, pois o aumento dessa altitude terá certamente implicações no comportamento da atitude do aparelho durante o voo, o que poderá influenciar de forma bastante acentuada a qualidade da cobertura fotográfica, além de que as condições climatéricas (velocidade e direção do vento, humidade, etc.) têm, também, uma palavra a dizer. O facto é que apesar das especificações técnicas do aparelho permitirem a execução de voos a altitudes até 500 metros, não se encontram facilmente exemplos de coberturas nessas condições, e quando se tentou fazer com o mesmo aparelho um voo a cerca de 300 metros de altitude, precisamente para testar a qualidade dos seus produtos, este teve problemas técnicos que o incapacitaram de tal voo, não tendo havido posteriormente janela temporal que permitisse a sua execução a tempo de ser incluída neste estudo.

Considerando, no entanto, que a cobertura aérea a 100 m metros de altitude apresenta um GSD de sensivelmente 4 cm, poderemos considerar a informação assim obtida como de elevado valor, já que o nível de pormenor que apresenta será bastante elevado. Tal resolução poderá ser uma enorme maisvalia para a execução de cartografia a grandes escalas com grande pormenor, como se pode verificar na figura 11, ou para outros fins, tanto militares como civis, que tirem partido de tão grande quantidade de informação, comparativamente a outras fontes, como se pode verificar na figura 12.



■ Figura 11 – Comparação do nível de pormenor exigido na escala 1:25000 (esquerda) com o de uma escala superior (direita).



■ Figura 12 – Comparação de resoluções entre diferentes fontes de informação

Outro Tipo de Produtos

Além da capacidade de conceber uma cobertura fotográfica aérea que possibilite restituição tridimensional do terreno, no diz respeito à área da fotogrametria, o siste-



■ Figura 13 – Nuvens de pontos com valores de X, Y, Z e RGB.

ma Swinglelet tem a capacidade de criar outro tipo de produtos: Pode gerar nuvens tridimensionais de pontos, cada um com os valores RGB associados (figura 13), o que permite uma representação fiel do terreno, pode criar modelos digitais de superfície o que, por exemplo, tendo em consideração o baixo custo e elevada precisão possibilita comparação de volumes em curtos intervalos de tempo ou pode ainda criar um mosaico ortoretificado do bloco sobre o qual se podem efetuar medições planimétricas, estudos diversos ou apenas para efeito de reconhecimento do terreno.

Relativamente ao ortofomapa obtido a partir do UAV verificou-se que tendo uma resolução muito maior do que qualquer outra imagem retificada (figuras 12 e 14), quando observado a distâncias relativamente curtas, devido à existên-

tência de zona com poucos pontos de ligação entre imagens, apresenta erros na respetiva geometria (figura 14), facto que pode ser justificado por condições de voo controversas, pela existên-



■ Figura 14 – Ortofotomapa obtido a partir de fotografia aérea (esquerda) e obtido a partir do UAV (direita)



cia de demasiadas sombras nos edifícios ou pela pouca altitude do voo, mas que certamente inviabiliza a sua utilização para medições mais rigorosas.

Considerações Finais

Como considerações finais do estudo elaborado podemos referir que o sistema SenseFly Swinglet apresenta inúmeras capacidades para a produção de informação georreferenciada para os mais diversos efeitos. Das vantagens que se podem referir destacam-se o baixo custo da sua operação, a rapidez com que proporciona os produtos por si produzidos assim como a sua automatização, a possibilidade de operação por um operador não qualificado, já que apenas será necessário conhecer o software e saber operar o dispositivo, e o elevado nível de pormenor que pode atingir a sua informação. No entanto podem também ser identificadas algumas contrapartidas, sendo as mais marcantes a dependência das condições climáticas e a sua utilização, apenas, em pequenas áreas.

São diversas as áreas onde será possível a sua utilização, desde o controlo ambiental de pequenas áreas, controlo de explorações agrícolas, controlo de tráfico, controlo de desenvolvimento em áreas urbanas, monitorização de arribas, tirando partido da elevada rapidez e baixo custo necessários para providenciar a cobertura aérea de uma determinada área e proceder à criação dos respetivos MDS e ortomosaicos o que poderá ser de elevada importância em casos de desastres ambientais em pequena ou grande escala, desde uma simples cheia até a catástrofes naturais do tipo terremotos, providenciando a informação necessária às respetivas autoridades num curto espaço de tempo [Bellavita et al, 2013]. Nos últimos tempos em Portugal foram diversos os casos em que uma rápida cobertura fotográfica aérea poderia eventualmente providenciar uma melhor resposta por parte das autoridades, tendo como exemplo as cheias de di-

versas zonas agrícolas ou habitacionais, a queda de arribas em praias no Algarve, incêndios, desastres rodoviários, etc.

Tendo em conta os pormenores técnicos abordados pelo estudo efetuado, podemos considerar que dificilmente se poderá aplicar este sistema, tal como está, na produção de cartografia à escala 1:25000, sendo que, apenas a elaboração de futuros testes com o aumento da altitude de voo poderá confirmar ou contrariar tal facto. No entanto, com tão grande velocidade de desenvolvimento tecnológico, não restam dúvidas de que é em sistemas deste tipo que reside o futuro da fotogrametria. Existem atualmente nas forças armadas em Portugal diversos projetos para utilização de UAV's para fins militares, sendo de destacar o Programa de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Autónomos Não-Tripulados da Academia da Força Aérea (PITVANT), o qual se encontra de momento em condições de efetuar voos autónomos com plataformas de pequena e média dimensão [Morgado, 2009].



■ Figura 15 – Plataforma de voo do projeto PITVANT da Academia da Força Aérea

Este projeto, sem dúvida, poderá ser uma enorme mais-valia para a investigação na área da fotogrametria a partir de imagens captadas por UAV's, já que uma das aeronaves com que tra-

balha, com uma envergadura de apenas 2.4 metros, tem autonomia de 1 hora e pode atingir altitudes máximas de 3km. Tendo já a capacidade de transmissão de vídeo em tempo real, poderia facilmente ser testada a utilização de, por exemplo, uma câmara aérea com as mesmas características daquela que é utilizada pelo sistema Swinglet. A utilização de tal sistema, desde que apresente condições mínimas de fiabilidade e segurança, significaria uma redução exponencial de custos, assim como uma capacidade quase ilimitada na execução de coberturas fotográficas aéreas, devido ao baixo custo da sua operação e à capacidade que a força aérea tem na utilização do espaço aéreo, podendo assim contribuir de forma inequívoca para o cumprimento das missões das Forças Armadas em Portugal.

Referências Bibliográficas

- Bellavita, D., Ceccaroni, F., Mazzitelli, A., Mapping a Landslide Using UAS , GIM International, volume 27 N°2, 20013
- Morgado, J.A.; Sousa, J.T., O programa de investigação e tecnologia em veículos aéreos
- autónomos não-tripulados da academia da força aérea, Cadernos do IDN, N°4 II série, Lisboa 2009
- Redweik, P., Fotogrametria Aérea, departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007
- Vallet, J., Panissod, F., Strecha, C., Tracol M. , Photogrammetric Performance of an Ultra Light Weight Swinglet "UAV", UAV-g 2011, Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics, Zurich 2011.

Análise das Características de Ruído em Séries Temporais GPS

●●●●● Ricardo Moreira
Cap Art Eng Geo

Por opção do autor, este artigo está redigido segundo os instrumentos ortográficos ao Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990.

De entre os objectivos da análise de séries temporais, destaca-se a descrição do comportamento da série, a identificação de periodicidades e as projecções ou previsões de valores futuros. A análise de séries temporais baseia-se na circunstância das observações apresentarem dependência entre elas e apresentarem algum padrão não aleatório. A identificação desse comportamento não aleatório é fundamental para a criação de modelos que possam descrever o comportamento futuro dos registos das estações. Os dados geodésicos de alta precisão têm ruídos temporalmente correlacionados e essas correlações temporais afectam directamente as incertezas dos parâmetros. A estimação de velocidades e respectivas incertezas dependem do modelo de ruído adoptado para descrever os dados das séries. Considerar que as séries temporais GPS são unicamente afectadas por ruído branco, resulta em estimativas de incertezas diferentes daquelas que são obtidas quando se adopta uma combinação de ruído branco com ruído colorido e, nessa ordem de ideias, a estimação das incertezas é demasiado optimista se apenas for considerado o modelo de ruído branco.

1 - Introdução

O longo período de medições origina uma grande variedade de erros com escalas de tempo diferentes e, por isso, é conveniente caracterizar os erros como ruído branco, quando não existe dependência temporal, e ruído colorido, quando existe correlação temporal. Nos últimos anos, vários estudos tem estabelecido que as estimativas de coordenadas GPS estão temporalmente correlacionadas e, nesse sentido, é incorrecto assumir que as observações são independentes ao estimar os parâmetros das séries temporais.

É essencial compreender as componentes de ruído dos dados de posicionamento GPS para que possam ser atribuídas aos parâmetros estimadas incertezas fiáveis. O tipo de ruído assumido afecta muito a incerteza resultante e, por essa, razão é fundamental classificar e quantificar as componentes de ruído. A classificação das componentes de ruído podem indicar a razão das suas origens e orientar pesquisas e métodos para aumentar a exactidão e a precisão.

A análise de ruído não contribui como um meio para reduzir esse ruído, mas é importante para proporcionar incertezas verdadeiras. A presença de ruído colorido numa série temporal tem um efeito significativo sobre a incerteza de qualquer velocidade estimada a partir dos seus dados e, por isso, é importante contabilizar a presença de ruído.

2 - Objectivos

Para caracterizar o ruído presente nas séries temporais foram utilizados diversos modelos de ruído e combinações de modelos de ruído, que permitiram estudar e comparar os processos de

ruído estocásticos em séries temporais contínuas, apontar qual o melhor modelo ou combinação que descreve o ruído presente nas séries observadas e simultaneamente determinar incertezas mais próximas da realidade para a velocidade da estação.

Sintetizando, os objectivos do estudo desenvolvido foram os seguintes:

- Caracterizar o ruído presente em séries temporais GPS, com enfoque especial no ruído temporalmente correlacionado, tentando apontar algumas causas prováveis para as amplitudes inerentes a cada uma das estações incluídas no estudo;
- Analisar a influência da sazonalidade anual e semi-anual nas amplitudes de ruído e nas incertezas associadas às velocidades;
- Estudar o comportamento das incertezas associadas à estimação da velocidade, para diferentes modelos de ruído;
- Analisar o índice espectral que melhor se adequa às séries temporais estudadas;
- Comparar diferentes estratégias para determinar incertezas de velocidades;
- Estabelecer uma regra empírica que permita determinar incertezas fiáveis a partir de incertezas formais

3 - Conceitos e Fundamentos

Uma série temporal é uma colecção de observações dependentes, recolhidas sequencialmente ao longo do tempo, onde se procura, através do seu estudo, analisar e modelar essa dependência entre as observações vizinhas.

No estudo de séries geodésicas é importante caracterizar o ruído e, para além do ruído branco, existe também uma componente de erro temporalmente correlacionado que afecta os parâmetros estimados.

Para um melhor entendimento do estudo desenvolvido e da análise efectuada, serão abordados de seguida, alguns conceitos acerca de séries temporais e dos tipos de ruídos com maior preponderância em séries geodésicas.

3.1 - Séries Temporais

Contrariamente aos modelos de regressão, em que a ordem das observações é irrelevante para a análise, nas séries temporais a ordem dos dados é crucial e podem ser definidas como um conjunto de variáveis aleatórias indexadas de acordo com a ordem em que ocorrem no tempo. Uma série temporal é um caso particular de um processo estocástico em que os valores observados são designados por realização; por essa razão é correcto afirmar que uma série temporal é uma sequência de realizações (observações) de variáveis ao longo do tempo. Por outras palavras, uma série temporal é uma sequência de dados quantitativos dependentes, recolhidos ao longo do tempo em intervalos regulares. Com a análise de uma série temporal, deseja-se em primeiro lugar modelar o fenómeno estudado para, a partir daí, descrever o comportamento da série, fazer estimativas de parâmetros e avaliar os factores que influenciam o seu comportamento.

Uma série temporal pode ser contínua, no caso de as observações serem registadas ininterruptamente durante um determinado período de tempo, ou discreta, quando as observações são obtidas por períodos específicos igualmente espaçados. Nas séries temporais, o termo contínuo e discreto não se aplica devido ao tipo de variável que a série regista e, por isso, uma série temporal contínua pode medir variáveis discretas e uma série temporal discreta pode medir variáveis contínuas.

As séries temporais podem ainda ser classificadas em estacionárias ou não estacionárias. A estacionaridade está relacionada com a ten-

dência e com a flutuação da série em torno de uma mesma média ao longo do tempo. Uma série temporal é estacionária se as variações periódicas tiverem sido removidas e se não existirem alterações sistemáticas na média e na variância. A maioria da teoria probabilística das séries temporais baseia-se na sua estacionaridade e, por esta razão, é frequente o procedimento de transformação de séries não estacionárias em séries estacionárias. Por exemplo, pode ser interessante, após remover a tendência e as variações sazonais de um conjunto de dados, tentar modelar a variação nos resíduos através de um processo estocástico estacionário. No entanto, é também importante salientar, que a análise das componentes não estacionárias, como a tendência, poderá ser mais interessante que os resíduos estacionários [Chatfield, 1996].

Uma série temporal pode ter duas componentes, uma determinística e outra estocástica. Uma série temporal é determinística quando pode ser unicamente definida por uma função matemática perfeitamente determinada, permitindo efectuar previsões com relativo rigor. Contudo a maior parte das séries temporais contém um elemento aleatório pelo que as previsões exactas, a partir de valores registados em épocas anteriores, são difíceis de obter. Quando uma série temporal contém uma componente estocástica ou aleatória, a série temporal é denominada estocástica. Falta referir que uma série temporal estocástica, pode não ter componente determinística e, por isso, resulta unicamente de uma distribuição de probabilidade. Um processo estocástico pode ser definido como uma colecção de variáveis aleatórias ordenadas no tempo, que pode ser contínuo ou discreto.

O primeiro passo, de extrema importância, na análise de séries temporais é elaborar o gráfico das observações em função do tempo (ver exemplo da Figura 3 1). Este gráfico deverá mostrar importantes características da série, como a tendência, a sazonalidade, a existência de observações discordantes, outliers e de descontinuidades. O gráfico é vital para descrever os dados e para auxiliar na formulação do modelo.

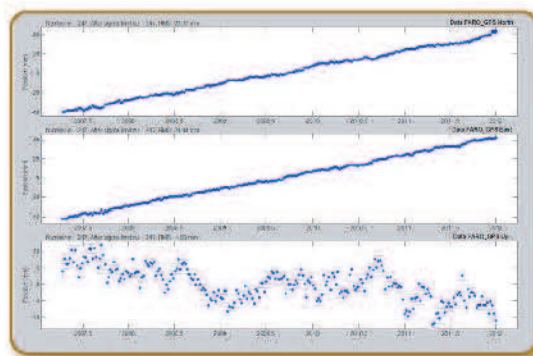


Figura 1 – Série temporal de variação de coordenadas GPS da estação de FARO.

O estudo de séries temporais pode focar a análise como um método para tentar entender a série temporal, a sua estrutura de origem e a sua relação com outras séries ou, por outro lado, efectuar previsões através da construção de um modelo matemático a partir do qual seja possível prever o comportamento futuro da série. Os objectivos primários da modelação de séries temporais são, através da compreensão do seu mecanismo gerador, sintetizar a dependência temporal das observações e prever observações futuras através do comportamento da série.

De um modo geral, os objectivos parciais no estudo de séries temporais podem ser os seguintes [Ehlers, 2009]:

- Descrição - descrever propriedades da série, tais como o padrão de tendência, a existência de variações sazonais ou cíclicas, a existência de outliers ou alterações estruturais decorrentes das mudanças de tendências ou de sazonalidades;
- Explicação - usar a variação de uma série para explicar a variação de outra série, quando são obtidas observações de duas ou mais variáveis;
- Predição - prever valores futuros com base em valores anteriormente registados. Neste estudo, assume-se a existência de incerteza e desenvolve-se esforços para reduzir os erros inerentes à predição;
- Controlo - analisar as origens de falhas para melhorar processos e assim obter um maior rigor, quando os valores da série temporal medem a qualidade de uma actividade.

As propriedades observadas numa série temporal X podem ser interpretadas assumindo-se a seguinte forma de decomposição

$$X_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

onde T é uma componente de tendência, S é uma componente sazonal, C é uma componente cíclica e ε é uma componente irregular ou ruído.

- **Componente de Tendência (T)** – A tendência está relacionada com a evolução da série ao longo do tempo. A tendência é definida como a inclinação ou direcção da série temporal e, por isso, está relacionada com o comportamento dos valores registados ao longo do tempo. Caracteriza-se por movimentos ascendentes ou descendentes dos valores registados durante um período de longa duração.

Para analisar a tendência os dois métodos mais utilizados são o ajustamento de uma função polinomial do tempo ou a análise da série em torno de um ponto, estimando a tendência nesse ponto. Por oposição, quando uma série não apresenta qualquer tipo de tendência, diz-se que é uma série estacionária.

- **Componente de Sazonalidade (S)** – É um movimento oscilatório, em intervalos de curta duração, que traduz a influência de factores periódicos nos valores da série. As séries com sazonalidade exibem um comportamento com tendência para se repetir periodicamente, ou seja, é um fenómeno que ocorre regularmente em períodos fixos de tempo.

Para descobrir a existência de sazonalidade numa série, é necessário efectuar uma análise espectral para verificar qual o seu ritmo e identificar o padrão sazonal. Se existir uma sazonalidade determinística, poder-se-á utilizar modelos de regressão que incorporem funções de seno e coseno.

- **Componente Cíclica (C)** – É um movimento oscilatório de longa duração, em torno de uma tendência, que exprime a influência de factores aleatórios repetitivos. Algumas séries temporais exibem oscilações não fixadas para um determinado período, mas que são de certa forma previsíveis. É o registo de valores com comportamento quase periódico e com observações de extremos máximos e mínimos.

- **Componente Irregular (E)** – Também chamada de variável aleatória ou ruído branco, é um movimento oscilatório de curta duração, que exprime a influência de valores esporádicos e, por isso, está relacionado com a imprevisibilidade e a aleatoriedade das observações.

Um modelo de decomposição de séries temporais supõe que a série temporal pode ser descrita como uma soma da tendência com a sazonalidade e um termo aleatório.

A tendência pode ser entendida como uma mudança de longo prazo no nível médio da série. A forma mais simples de tendência é uma combinação entre tendência linear e ruído, para o qual a observação no tempo t é uma variável aleatória dada por:

Um modelo de decomposição de séries temporais supõe que a série temporal pode ser descrita como uma soma da tendência com a sazonalidade e um termo aleatório.

A tendência pode ser entendida como uma mudança de longo prazo no nível médio da série. A forma mais simples de tendência é uma combinação entre tendência linear e ruído, para o qual a observação no tempo t é uma variável aleatória T dada por:

$$T_t = \alpha + \beta_t + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

onde α e β são constantes e ε é um termo de erro aleatório de média zero. O nível médio no instante t é dado pelo termo de tendência [Chatfield, 1996]. ►►

3.2 - Ruído

Ruído é uma perturbação indesejada dentro de uma faixa de frequências de interesse originada por fontes artificiais ou naturais. Consiste num distúrbio que afecta e que pode distorcer a informação, originando um sinal aleatório com propriedades estatísticas conhecidas de amplitude, distribuição e densidade espectral [NCS,1996]. O ruído deriva de um sinal aleatório e pode apresentar diferentes propriedades estatísticas consoante a fonte de aleatoriedade. A densidade espectral é uma distribuição de energia no espectro de frequências e é uma propriedade que permite distinguir os diferentes tipos de ruído. A classificação do ruído, a partir da densidade espectral, é apresentada por nomes associados a cores.

O ruído nas series temporais de posição GPS pode ser descrito por um processo estocástico unidimensional com a seguinte fórmula

$$P_x(f) = P_0 \left(\frac{f}{f_0} \right)^k \quad \blacksquare \quad (3-3)$$

onde f é a frequência espacial ou temporal, P e f_0 são constantes de normalização e k é o índice espectral. Esta forma é geralmente adoptada por constituir um bom ajuste para os espectros de uma ampla variedade de fenómenos geofísicos. O índice espectral encontra-se frequentemente no intervalo $[-3, -1]$, o que significa que a energia a baixas frequências excede a das altas frequências [Agnew, 1992]. Casos especiais dentro deste modelo estocástico ocorrem para valores inteiros de índice espectral. Neste sentido, para $k=0$ ocorre o clássico ruído branco (white noise), para $k=-1$ o ruído rosa (flicker noise) e para $k=-2$ tem-se o ruído vermelho (random walk) [Williams, 2003]. Para processos de lei-potência (ruído vermelho e ruído rosa) e outros que não sejam ruído branco, utiliza-se geralmente o termo ruído colorido para os designar.

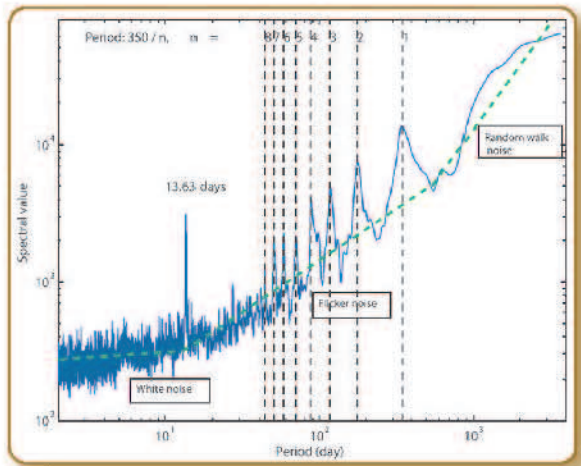
3.2.1 - Ruído Branco – White Noise

O ruído branco, também referido usualmente como ruído branco gaussiano aditivo, é um espectro de ruído com uma frequência contínua e uniforme sobre uma banda de frequência especificada [NCS,1996], ou seja, é um sinal aleatório com uma densidade de potência espectral plana em que a potência é constante em todas as faixas de frequência e que apresenta constantes valores de energia para todo o espectro de frequências. O sinal tem uma potência igual dentro de uma largura de banda fixa em qualquer frequência central. Uma série temporal é caracterizada como tendo ruído branco fraco, se a sequência de variáveis aleatórias não correlacionadas tem médias zero e variâncias finitas, ou ruído branco forte, se possuir a qualidade de ser independente e identicamente distribuído, o que implica uma não autocorrelação. Se a série tem uma distribuição normal com média zero e desvio padrão σ , a série apresenta um ruído branco Gaussiano. Um sinal aleatório é considerado ruído branco se for observado um espectro estável em relação à largura de banda mais ampla possível.

O ruído branco está muito presente no estudo de séries temporais, especialmente nas séries estocásticas discretas. A existência de ruído branco aplica-se à existência de uma sequência de erros aleatórios de média e variância constante e sem autocorrelação. O ruído branco é temporalmente homogêneo, estacionário e sem dependência temporal, que resulta de um processo estocástico onde todas as variáveis aleatórias seguem uma distribuição normal de média zero, com variância constante e covariâncias nulas. O ruído branco é independente da frequência e é geralmente associado ao ruído do *hardware* e a erros de medida. Este ruído contém pouca ou nenhuma informação geodésica, mas a sua correcta caracterização estatística contribui para inúmeras aplicações que incluem a filtragem das séries temporais GPS e a estimação das incertezas da velocidade [Montillet et al., 2013].

3.2.2 - Ruído Rosa – Flicker Noise

O ruído rosa, também conhecido por *flicker noise*, ruído $1/f$ ou ruído fraccionário ou fractal, é um sinal com um espectro de frequências e densidade de potência espectral inversamente proporcional à frequência do sinal. A sua designação teve origem no facto deste ruído apresentar características intermediárias entre o ruído branco ($1/f^0$) e o ruído vermelho ($1/f^2$). Para altas frequências o ruído rosa nunca é dominante, esse domínio é assegurado pelo ruído branco. Já nas baixas frequências, o ruído rosa tem maior energia do que o ruído branco. Reforçando a ideia anterior, na Figura 3 2, o gráfico mostra que o ruído branco está presente principalmente nas frequências altas, o ruído rosa em frequências médias e o ruído vermelho em frequências baixas.



■ Figura 3-2 – Espectro de potência espectral de 71 estações GPS correspondente a 213 séries temporais com remoção da componente sazonal anual e semi-anual, considerando o modelo de ruído branco puro [Aimiri-Simkoei et al., 2007]

3.2.3 - Ruído Vermelho – Random Walk Noise

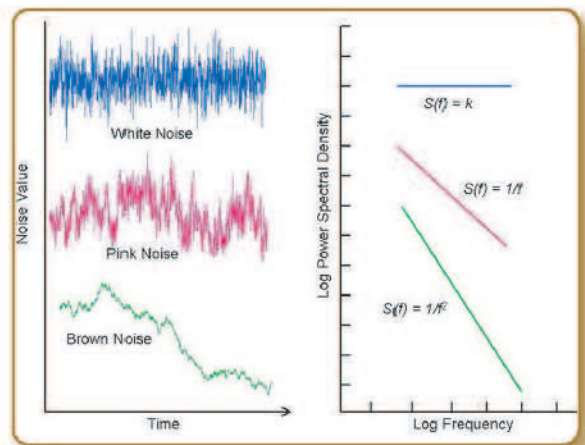
Também conhecido por passeio aleatório, *random walk noise* ou ruído Brown, é um ruído produzido pelo movimento *Browniano*. A sua

densidade espectral é inversamente proporcional a f^2 , indicando que tem mais energia nas baixas frequências, superior inclusivamente ao ruído rosa. Este tipo de ruído pode ser obtido através da integração do ruído branco.

É um processo com tendência estocástica, que não manifesta condições de estacionaridade e onde os registos da série não permitem prever o seu futuro.

Em séries temporais, a detecção de um ruído vermelho depende da extensão da série temporal, da frequência de amostragem e das amplitudes das outras componentes de ruído presentes na série. A instabilidade da monumentação geodésica é uma importante fonte de ruído vermelho.

Na Figura 3 3 é apresentada uma comparação da distribuição de potência de um ruído branco, de um ruído rosa e de um ruído vermelho.



■ Figura 3-3 - Séries temporais caracterizadas por ruído branco, ruído rosa e ruído vermelho (à esquerda) e respectivos espectros de potência (à direita) [Ward and Greenwood, 2007].



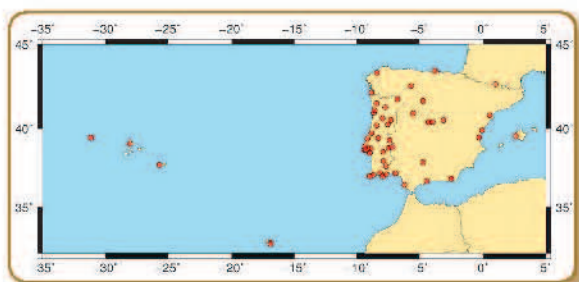
4 - Caracterização dos Dados

Os dados utilizados para a análise e determinação das características de ruído em séries temporais GPS são relativos a 55 estações e estão localizadas na Península Ibérica, Arquipélago dos Açores, Madeira e Baleares. Do total de estações, 35 estão edificadas em território nacional e 20 em território espanhol (Figura 4 1 e Figura 4 2). De acordo com a Tabela 4 1, as estações analisadas pertencem a redes de estações GPS distintas, com gestão, manutenção e utilização de equipamentos diferentes.

Os períodos de observação e registo semanal variam entre 1998.0 e 2012.0, existindo séries temporais com número de soluções semanais de coordenadas que variam entre 85 e 701. A Figura 4 3 apresenta, para cada uma das estações, o seu período de registo, bem como o número de registos por cada uma dessas séries.

Rede	Nº de Estações
SERVIR - Sistema de Estações de Referência GPS Virtuais (IGeoE)	22
EUREF - European Terrestrial Reference System	17
IGS/EUREF - International GNSS Service	9
IGP - Instituto Geográfico Português	4
FCUL - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	2
REPRAA - Rede de Estações Permanentes da Região Autónoma dos Açores	1

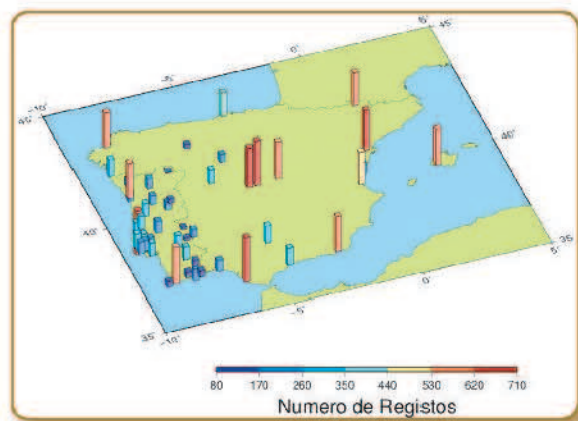
■ Tabela 4 1 - Número de estações, por diferente rede de posicionamento, utilizadas no estudo das características de ruído.



■ Figura 4 1 - Localização das 55 estações GPS consideradas no estudo.



■ Figura 4 2 - Pormenorização das estações GPS implantadas na Península Ibérica.



■ Figura 4 3 - Dimensão em número de registos semanais das séries consideradas no estudo.

5 - Estimação dos Efeitos Sazonais

Para estudar a sazonalidade de uma série é fundamental efectuar uma análise espectral, de forma a identificar um padrão sazonal. A análise espectral utiliza um conjunto de funções matemáticas, no domínio do tempo através da soma de termos em seno e coseno e tenta ajustá-las à variância observada, tendo em conta a amplitude e o período com que elas se repetem na série.

A estimação do efeito das componentes sazonais das séries temporais, em que se considerou estar presente um efeito de período anual e semi-anual, foi realizada através de uma função de ajustamento, que permite estimar a contribuição das variações sazonais na variação temporal das componentes de posição. A escolha do modelo matemático utilizado considerou apenas a presença dos efeitos de natureza cíclica e é representado pela seguinte equação:

$$y(t) = a \times \sin(2\pi t) + b \times \cos(2\pi t) - c \times \sin(4\pi t) + d \times \cos(4\pi t)$$

■ (5.1)

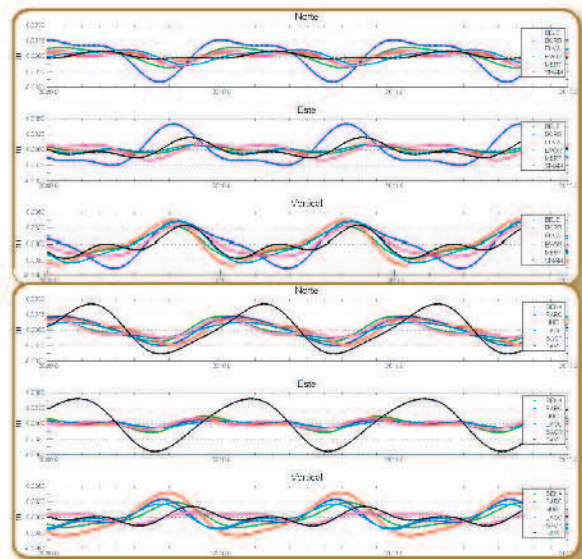
em que a e b representam a amplitude dos efeitos anuais e os coeficientes c e d representam a amplitude dos efeitos semi-anuais.

Com a estimação dos efeitos anuais e semi-anuais são revelados harmônicos residuais e outras particularidades, sendo possível observar determinadas características periódicas de menor potência. Utilizando esta técnica foi possível verificar a presença de efeitos sazonais de período anual e semi-anual, constatando-se que o maior efeito sazonal ocorre na componente Vertical.

Na Figura 5.1 são apresentadas apenas alguns exemplos das sinusóides que representam o contributo dos efeitos sazonais nas séries temporais.

A sazonalidade presente nas séries sugere que as estações estão sujeitas a diferentes factores de influência, com variação cíclica ou sazonal, relacionados com a orientação, com a monumentação ou envolvimento da estação.

Na Figura 5.2 é apresentado um diagrama que permite facilmente interpretar e sintetizar o contributo máximo que os efeitos sazonais assumem nas séries temporais em estudo. Este gráfico possibilita, de uma forma eficiente, iden-



■ Figura 5.1 - Amplitudes das estimativas dos parâmetros seno e coseno.

tificar as séries *outliers*, ou seja as estações em que a contribuição dos efeitos sazonais se afasta do padrão das restantes. Cada uma das componentes de posição é representada por um diagrama de caixa com bigodes (*box-and-whiskers*) que dispõe os valores da média (traço verde no interior da caixa), mediana (traço azul no interior da caixa) e dos quartis: 25% (Q0.25) e 75% (Q0.75), correspondentes ao limite inferior e superior da caixa; 10% (Q0.10) e 90% (Q0.90), correspondentes aos bigodes. Os *outliers* estão representados individualmente com círculos a cheio. Nesse sentido para a componente Norte a média é de 0.9 mm (mediana=0.8 mm), para a componente Este é 1.1 mm (mediana=1.0 mm) e para a componente Vertical é de 3.4 mm (mediana=3.3 mm). Conclui-se que a contribuição dos efeitos sazonais é mínima para a componente Norte e máxima para a componente Vertical. A influência máxima da sazonalidade anual e semestral varia entre 0.2 e 2.5 mm, para a componente Norte, 0.1 e 4.8 mm para a componente Este e 0.8 a 8.0 mm para a componente Vertical.



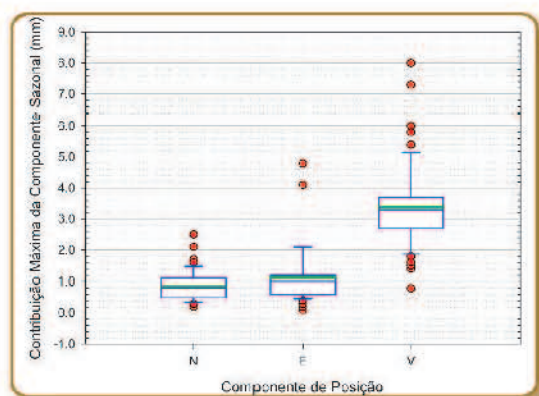


Figura 5 2 - Contribuição máxima dos efeitos sazonais (mm).

6 - Caracterização e Análise dos Ruídos

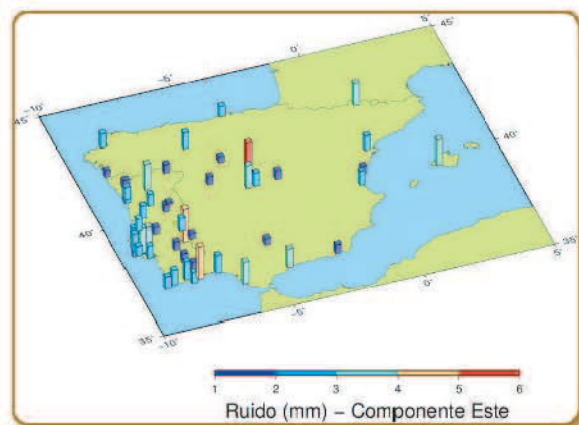
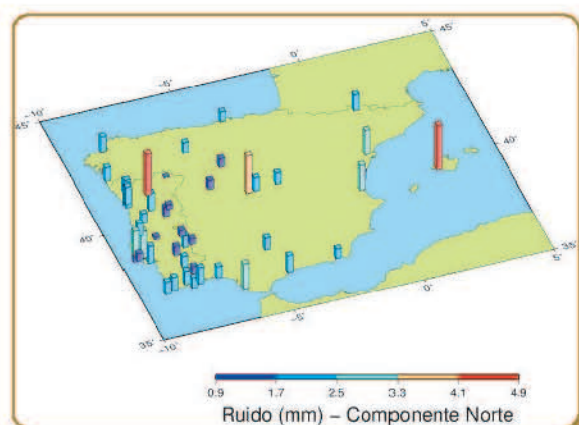
Os dados das séries temporais foram processados utilizando o *software* CATS, divergindo entre si nas opções de processamento definidas por linha de comando. Numa primeira fase trabalhou-se os dados utilizando modelos de ruído específicos e combinações de modelos que pudessem avaliar os diferentes tipos de ruído em estudo. Nesse sentido, considerando apenas o termo anual, foram empregues os modelos estocásticos e as combinações seguintes:

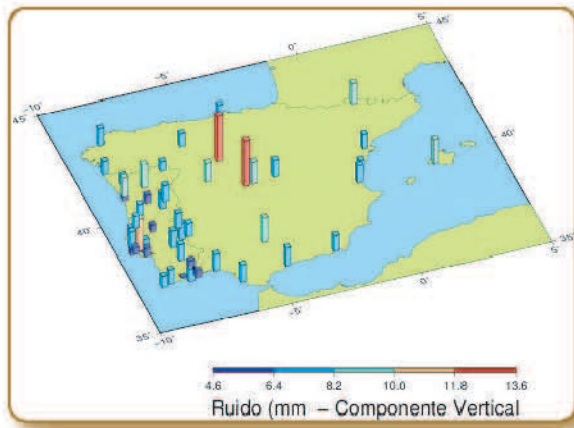
- Ruído branco;
- Ruído rosa;
- Ruído vermelho;
- Ruído branco + ruído rosa;
- Ruído branco + ruído vermelho;

Com o intuito de tentar estabelecer possíveis correlações, efectuar comparações, avaliar as variações em precisão, incerteza das velocidades e extrair conclusões, processou-se também os dados recorrendo aos seguintes modelos:

- Ruído branco sem sinusóides;
- Ruído branco com termo anual e semestral;
- Ruído colorido com índices decimais.

Para avaliar as características e as amplitudes dos ruídos presentes nas séries temporais em estudo, utilizou-se quatro modelos simples que estimam o ruído branco, o ruído rosa, o ruído vermelho e o ruído colorido com índices decimais. No processamento dos dados, utilizando estes distintos modelos estocásticos, considerou-se um termo anual para a estimação do ruído. O índice espectral para o ruído branco é 0, para o ruído rosa é igual a -1, para o ruído vermelho é -2 e para o ruído colorido com índices decimais, não foi especificado qualquer índice espectral, neste caso o software determina esse parâmetro, geralmente um valor não inteiro, para cada série temporal e para cada componente de forma a melhor estimar a amplitude de ruído presente nos dados (ver Figura 6 1).





■ Figura 6 1 – Ruído colorido quando não é especificado o índice espectral.

7 - Caracterização e Análise das Incertezas

A partir dos vários processamentos efectuados, utilizando o CATS e diferentes modelos ou combinações de modelos ruído, foram estimados valores para as incertezas das velocidades das estações. Após perceber qual a combinação que melhor caracteriza o ruído presente nas séries temporais, avaliou-se as incertezas obtidas de forma a perceber como variam quando são estimadas com ruído branco, com ruído colorido ou considerando somente os efeitos sazonais. Por último foram estabelecidas algumas correlações, de forma a determinar um factor de conversão empírico que possibilite calcular incertezas verdadeiras, quando não existe oportunidade de desenvolver cálculos mais rigorosos. Nesta fase, comparou-se as incertezas obtidas pela combinação de ruído branco com ruído rosa e as incertezas realistas determinadas pelo GGMatlab, no sentido de estabelecer uma relação entre os diferentes métodos de estimação.

Analisando as incertezas obtidas para as velocidades, determinadas a partir dos processamentos executados, considerando diferentes modelos de ruído e combinações de modelos, conclui-se que as séries temporais com maior número de registos

são as que apresentam menores incertezas. Para todos os processamentos efectuados, inclusive para as incertezas fornecidas pelo GGMatlab, verificou-se a relação de proporcionalidade entre as incertezas obtidas e as dimensões da série temporal. Também à semelhança dos valores de ruído, as incertezas aumentam de valor na ordem da componente Norte, Este e Vertical.

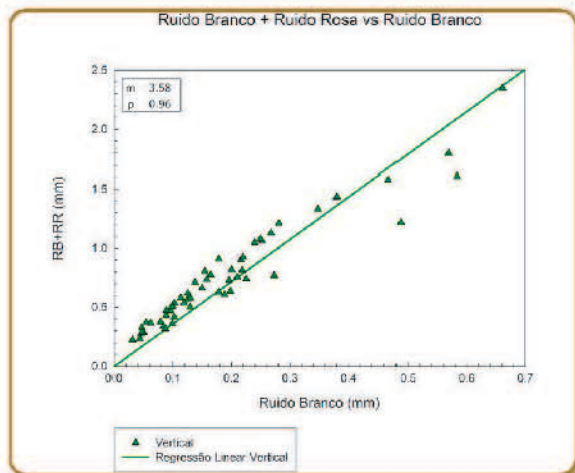
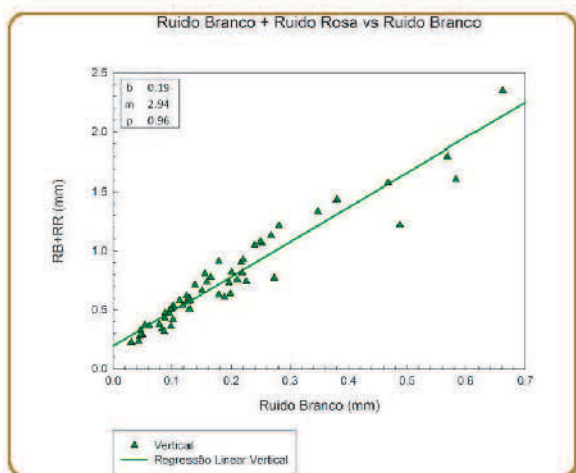
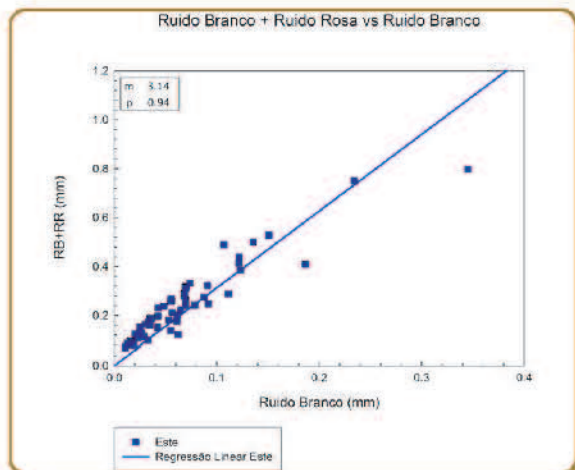
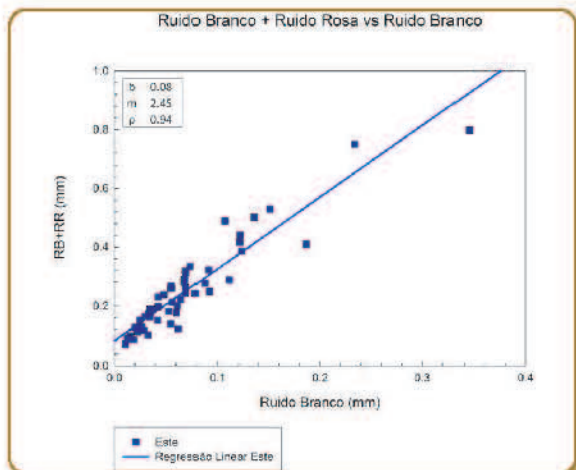
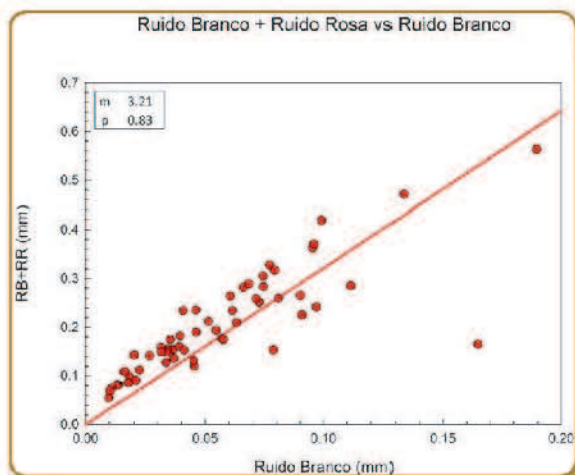
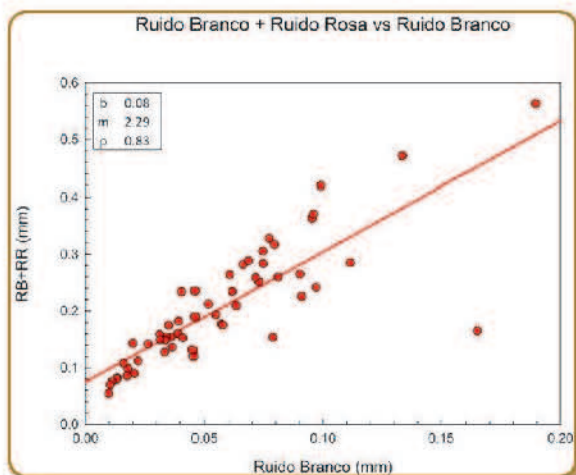
Observando apenas o modelo de ruído branco, os menores valores de incertezas são obtidos quando é considerado o termo anual e semi-anual e os valores mais elevados são obtidos quando não é considerando qualquer componente sazonal. Para as combinações de ruído rosa ou ruído vermelho com ruído branco, os valores de incertezas são superiores, sendo a combinação de ruído branco com ruído vermelho a que destacadamente apresenta maiores incertezas.

Examinando as amplitudes das incertezas dos modelos que eliminam a sazonalidade anual (ruído branco, ruído rosa, ruído vermelho, ruído branco + ruído rosa, ruído branco + ruído vermelho, ruído colorido e GGMatlab) pode-se salvo algumas excepções, afirmar que as incertezas aumentam de valor, com os modelos de processamento na ordem de ruído branco, GGMatlab, ruído colorido, ruído branco com ruído rosa, ruído rosa, ruído branco com ruído vermelho e ruído vermelho.

7.1 Correlação de Incertezas

A partir das correlações entre as incertezas das velocidades, obtidas para cada um dos modelos e combinações de modelos de ruído já referidos anteriormente, pretende-se estabelecer uma relação entre os valores das incertezas, estudando a forma como variam entre si e em relação às incertezas formais.

Das várias combinações efectuadas, será analisada mais detalhadamente a combinação de modelos de ruído branco com ruído rosa vs Ruído branco (Figura 7 1).



■ Figura 71 - Correlação linear entre combinação do modelo de ruído branco com ruído rosa e modelo de ruído branco, considerando termo anual.

Identificação da Correlação		Factor Médio de Conversão (y=mx)
yy	xx	m
Ruido Branco	Ruido Branco (anual + semi-anual)	1.3
GGMatlab	Ruido Branco (anual)	2.3
GGMatlab	Ruido Branco + Ruido Rosa	0.7
Ruido Branco + Ruido Rosa	Ruido Branco (anual)	3.3

■ Tabela 7-2 - Factor médio de conversão, para as três componentes, entre modelos de ruído correlacionados.

O gráfico de correlação e a regressão linear apresentada reporta-se a valores de incertezas de velocidades das estações; contudo, nos eixos dos gráficos, e para facilitar a compreensão e enquadramento com o conceito do estudo efectuado, tendo por base processamentos considerando diferentes modelos de ruído, os eixos serão identificados por associação a ruídos. A interpretação correcta dos valores graficados será, os valores de incertezas obtidas para o processamento considerando o modelo de ruído especificado na legenda do respectivo eixo.

Com este estudo, para a área geográfica considerada, se apenas for considerado o ruído branco é possível estimar os erros de velocidade com factores de conversão entre 1 e 7. Considerando os valores médios das correlações efectuadas, a estimação para os erros de velocidade, para as três componentes, poder-se-á efectuar utilizando um factor de 3.3, ou seja, numa situação em que não existe disponibilidade de processamento computacional, tempo ou algoritmos, poder-se-á, através deste factor médio, obter valores mais refinados para as incertezas das velocidades das estações.

Comparando as incertezas realistas, obtidas através do GGMatlab, com as incertezas das velocidades quando se considera ruído branco, com componente sazonal anual, obtém-se factores de conversão entre 1 e 10 para as três componentes, mas com um factor médio de conversão de 2.3. Este é ligeiramente inferior ao factor de conversão anteriormente referido (factor de 3.3), o que indica que o GGMatlab é mais optimista na determinação das incertezas quando comparado com a combinação de modelos de ruído branco com ruído rosa. A análise dos valores obtidos para as incertezas comprova que as determinadas pelo GGMatlab são, sem qualquer excepção, menores que as incertezas determinadas quando é considerado ruído branco com ruído rosa. Para este caso, o factor médio indica que é possível obter incertezas mais aproximadas da realidade, dividindo as que são determinadas pelo GGMatlab pelo valor de 0.7, o que funciona de certa medida como um procedimento simplista de considerar um ruído temporalmente correlacionado além do habitual ruído branco.

Para tentar perceber a relevância e a influência que os efeitos sazonais poderão assumir na estimação das incertezas, correlacionou-se as que são obtidas através do modelo de ruído branco simples com as incertezas obtidas através do modelo de ruído branco com componente anual e semestral. Os valores das incertezas para o ruído branco simples são superiores às incertezas do ruído branco com componente sazonal e analisando a Tabela 7 2, conclui-se que no caso de efectuar a divisão das incertezas obtidas, considerando apenas ruído branco simples, se obtém o valor de 1.3.

8 - Conclusões

Da análise dos ruídos obtidos para os diversos processamentos efectuados, conclui-se que a amplitude de ruído aumenta na ordem da componente Norte, Este e Vertical, sendo a com- ▶▶

ponente Vertical a que se destaca claramente das restantes duas, com os valores mais elevados. Esta componente é também a que suporta maiores efeitos sazonais de período anual e semi-anual.

Dos vários modelos de análise de ruído considerados, não foi possível atribuir ou correlacionar as amplitudes de ruído obtidas com a localização geográfica, com o modelo de antena ou receptor ou até com as várias tipologias de monumentação. Poderá existir casos em que a instabilidade da monumentação ou a localização da antena através de efeitos de multitrajecto, influenciem ou condicionem os valores de ruído. Todavia, no estudo efectuado, não é correcto atribuir ou extrair conclusões que associem amplitudes de ruído a um determinado padrão ou atributo físico da estação.

A análise de séries temporais requer longos períodos de registo, de forma a obter estimativas precisas. Porém, quanto mais alargada temporalmente for a série, maior é a sua exposição e vulnerabilidade a erros de diferentes escalas temporais que podem prejudicar as estimativas. O ruído branco pode ser minimizado através de medições frequentes. Contudo, analisando os valores de ruído branco obtidos, é possível generalizar que séries mais longas, e consequentemente com registo inicial mais antigo, apresentam amplitudes de ruído branco com maior amplitude. Uma justificação possível para este fenómeno, é que as séries mais longas, com registos mais antigos estiveram sujeitas em maior extensão, ao crescimento e progresso do GPS, estando neste sentido, sujeitas a períodos com diferentes graus de qualidade nos dados registados. A modernização da constelação de satélites, o avanço tecnológico dos equipamentos e a disponibilização de melhores observações GPS contribuíram para melhorar as precisões das coordenadas obtidas; uma série temporal sujeita a mudanças frequentes acusa naturalmente maiores oscilações nos registos e menor estabilidade nos dados obtidos.

Na análise das séries temporais, foi possível verificar a presença de efeitos sazonais de período anual e semi-anual e constatou-se que o maior efeito sazonal está concentrado na componente Vertical, o que indica que esta componente é a mais afectada por efeitos periódicos e sistemáticos. Considerando as sazonalidades é possível observar uma redução do ruído nas três componentes, em que as percentagens de redução da amplitude de ruído branco quando se considera termo anual e semestral são superiores para a componente Norte, Este e Vertical por esta ordem e a consideração do termo anual e semestral traduz-se sempre numa percentagem de redução média mais elevada do que considerando somente a componente anual. A eliminação da sazonalidade anual e semi-anual reduz em média o ruído branco em 15% relativamente ao ruído branco puro determinado com os dados afectados por variações sazonais. As estações que conhecem uma maior redução da amplitude de ruído branco são as estações em que a componente sazonal tem maior contributo e que sofrem mais efeitos sazonais. A presença de efeitos sazonais nas séries temporais indica que as coordenadas das estações estão deterioradas e consequentemente, para qualquer posicionamento relativo, as coordenadas determinadas estarão influenciadas por esses efeitos sazonais.

Considerando a combinação de modelos estocásticos, a redução média da amplitude de ruído branco é o dobro para a combinação ruído branco com ruído rosa em relação à combinação ruído branco com ruído vermelho, ou seja, a combinação de ruído branco com ruído rosa consegue diminuir, em mais de metade, a amplitude de ruído branco na grande maioria das séries em estudo.

É possível concluir que as séries temporais incluem uma componente de erro temporalmente correlacionado para além do ruído branco e que a combinação de ruído branco com ruído rosa é a que melhor traduz o ruído presente na série. Ge-

neralizando os resultados obtidos, conclui-se que os maiores valores de ruído branco ocorrem quando não é considerada nenhuma componente sazonal, esse ruído diminui quando se considera a sazonalidade anual e diminui ainda mais quando é considerada a sazonalidade anual e semi-anual. Os menores valores de ruído branco são alcançados quando é considerada a combinação de ruído branco com ruído vermelho e na melhor de todas as situações, quando se combina ruído branco com ruído rosa. Neste sentido, a combinação de ruído branco com ruído rosa é a melhor opção para obter menores amplitudes de ruído e consequentemente melhores precisões.

No caso de o índice espectral não ser especificado, o ruído da série não é assumido como sendo branco, rosa ou vermelho e existe um esforço para obter o índice de valor decimal que melhor contribuiu para minimizar o ruído da série. Comparando as amplitudes de ruído obtidas por índices espectrais decimais com as amplitudes determinadas para os restantes modelos processados, conclui-se que a flexibilização no valor dos índices espectrais conduz a uma otimização nos processos de estimação e intrinsecamente a uma redução dos valores de ruído registados. Examinando os ruídos determinados por índices espectrais decimais, é possível concluir que os maiores valores de ruído são obtidos com os maiores índices espectrais (em valor absoluto) e, neste sentido, os menores valores de ruído são estimados com os menores índices espectrais. Efectuando a média dos diversos índices espectrais calculados para as três componentes, obtém-se o valor de $-0.97 (+/-)0.10$. A média do índice espectral obtido está muito próxima de -1 e, por isso, muito semelhante ao ruído rosa, indicando que a combinação de ruído branco e ruído rosa é o modelo estocástico apropriado para as três componentes de coordenadas e que a vantagem de estimar o índice espectral juntamente com as amplitudes de ruído não é significativa.

A análise e comparação das amplitudes de ruído determinadas permite verificar que, na grande maioria das situações, as amplitudes de ruído são menores para o modelo de ruído colorido com índices espectrais decimais, aumentando pela ordem da combinação de modelo de ruído branco com ruído rosa, modelo de ruído rosa, combinação de ruído branco com ruído vermelho e, por último, com os maiores valores de ruído, o modelo de ruído vermelho.

No que é referente às incertezas das velocidades determinadas pelos diversos modelos de ruído considerados, pode-se concluir que séries temporais com maior número de registos conduzem a valores de incertezas menores. É desta forma possível afirmar que as menores incertezas de velocidade são obtidas para as estações com séries temporais de maior dimensão, independentemente do tipo de modelo ou combinação de modelos considerados para o processamento. Também à semelhança dos valores de ruído, as incertezas aumentam de valor na ordem da componente Norte, Este e Vertical.

A estimação das componentes de sazonalidade provoca uma ligeira redução nos valores das incertezas das velocidades. Comparando as incertezas calculadas para o modelo de ruído branco com as combinações de modelos de ruído branco com ruído rosa ou ruído branco com ruído vermelho, é possível concluir que essas combinações de modelos resultam em valores de incertezas mais elevados. As incertezas para o ruído rosa são menores que as determinadas para o ruído vermelho e, de uma forma geral, ambos os modelos de ruído, quando combinados com o modelo de ruído branco, levam a uma diminuição nos valores das suas incertezas. Para o ruído vermelho, as incertezas são destacadamente elevadas e a combinação de ruído vermelho com ruído branco provoca uma maior redução nas incertezas das velocidades.



Examinando as amplitudes das incertezas dos modelos que consideram a sazonalidade anual, é possível afirmar que as incertezas aumentam de valor com os modelos de processamento na ordem de ruído branco, ruído colorido, ruído branco com ruído rosa, ruído rosa, ruído branco com ruído vermelho e ruído vermelho. Neste sentido, poder-se-á deduzir que o modelo de ruído branco subestima a incerteza da velocidade. Um modelo que inclua ruído temporalmente correlacionado estima essas incertezas de forma mais verdadeira, ou seja, em séries temporais o erro da velocidade pode ser subestimado se um modelo de ruído branco puro for assumido e uma estimativa mais real é obtida se for considerada uma combinação de ruído branco com ruído rosa ou ruído branco com ruído vermelho. As incertezas obtidas pelo GGMatlab estão entre as amplitudes de valores obtidos para o ruído branco e o ruído colorido.

Correlacionando as incertezas de velocidade obtidas por alguns dos modelos de ruído considerados, foi possível determinar factores de estimação de erros de velocidade entre esses modelos e concluir que as estações com séries temporais de menor dimensão apresentam maiores valores de incertezas para a velocidade e, em casos extremos, surgem como outliers na correlação. Para a correlação entre a combinação de ruído branco mais ruído rosa e ruído branco, se apenas for considerado o ruído branco é possível estimar os erros de velocidade, para as três componentes, com um factor médio de 3.3.

Por outro lado, no futuro, será também interessante continuar o estudo das mesmas estações mas agora com séries temporais mais longas, para que um maior número de registos permita reduzir o domínio do ruído rosa de forma a melhor caracterizar o ruído vermelho e permitir avaliar o impacto das diferentes monumentações sobre o ruído das séries temporais.

Referências Bibliográficas

- Agnew, D. (1992) "The time-domain behavior of power-law noises." *Geophysical Research Letters*, Vol. 19, No. 4, pp. 333-336.
- Amiri-Simkooei, A. R., C. C. J. M. Tiberius, and P. J. G. Teunissen (2007) "Assessment of noise in GPS coordinate time series: Methodology and results." *Journal of Geophysical Research*, Vol. 112, B07413, doi:10.1029/2006JB004913.
- Barbosa, S. (2012) Complementos da Unidade Curricular de Análise de Dados em Geociências. Texto não publicado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Chatfield, C. (1996) "The Analysis Of Time Series – An Introduction". 5ª Edição, Chapman & Hall, London, United Kingdom.
- Ehlers, R. S. (2009) "Análise de Séries Temporais." Universidade São Paulo. Disponível em <http://www.icmc.usp.br/~ehlers/stemp/stemp.pdf>, acedido em Abril de 2012.
- Johnson, H., and D. Agnew (2000) "Correlated noise in geodetic time series." U.S Geological Survey FTR-1434-HQ-97-GR-03155.
- Langbein, J. (2004) "Noise in two-color electronic distance meter measurements revisited." *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109, No.B04406, doi:10.1029/2003JB002819.
- Mao, A., C. Harrison, and T. Dixon (1999) "Noise in GPS coordinate time series." *Journal of Geophysical Research*, Vol. 104, No.B2, pp. 2797-2816.
- Montillet, J.P, P. Tregoning, S. McClusky and K. Yu (2013) "Extracting white noise statistics in GPS coordinate time series." *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, Vol. 10, No. 3, pp. 563-567.
- National Communications System – NCS (1996) Glossary of telecommunication terms, Federal standard 1037C. www.its.bldrdoc.gov, acedido em 11 de Maio de 2012.
- Williams, S. (2003) "The effect of coloured noise on the uncertainties of rates estimated from geodetic time series." *Journal of Geodesy*, Vol. 76(9-10), pp. 483-494.
- Williams, S. (2004) "Error analysis of continuous GPS position time series." *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109, B03412, doi: 10.1029/2003JB002741.
- Williams, S. (2008) "CATS: GPS coordinate time series analysis software." *GPS Solutions*, Vol 12, Number 2, 147-153, doi: 10.1007/s10291-007-0086-4.
- Zhang, J., Y. Bock, H. Johnson, P. Fang, S. Williams, J. Genrich, S. Wdowinski, and J. Behr (1997) "Southern California permanent GPS geodetic array: error analysis of daily position estimates and site velocities." *Journal of Geophysical Research*, Vol. 102, No.B8, pp. 18035-18055.

Virtualização

Paulo Pires

Maj Cav Para

Por opção do autor, este artigo está redigido segundo os instrumentos ortográficos ao Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990.

Os primeiros passos da virtualização datam de aproximadamente meio século onde preocupações como heterogeneidade, portabilidade, estabilidade e utilização mais eficiente de recursos começaram a dar os primeiros passos. A virtualização de desktops tem um historial da década de 60, já a virtualização de aplicações tem apenas alguns anos.

Tudo começou com a IBM (*International Business Machines Corporation*) (1) e a sua longa lista de variedades de sistemas com as suas sucessivas gerações criando alguns conflitos nos clientes. Diversos problemas foram surgindo, sempre associados à execução sequencial de processos, um verdadeiro transtorno para processamento de múltiplas tarefas, deste modo, surgiu o mainframe S/360, figura 1, um sistema de acesso único para manter compatibilidades e responder à necessidade de execução de múltiplas tarefas (*Batch Jobs*).



■ Figura 1 - IBM System/360 modelo 67-2 (duplex) da Universidade de Michigan

O conceito de acesso único alterou-se em julho de 1963 com o projeto MAC (*Multiple Access Computers*) do Massachusetts Institute of Technology (MIT) (2), um projeto para matemática e computação. Mais tarde o nome foi alterado para computador de acesso múltiplo, pelo facto

(1) [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/IBM>

(2) [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Project_MAC

de permitir o acesso de mais de um utilizador. Também os Laboratórios Bell (*Bell Telephone Laboratories* - AT&T)(3) começaram a dar os seus passos.

A IBM respondeu com o seu CP-40 e posteriormente o CP-67 em 1968 já com suporte à virtualização e com um SO (Sistema Operativo) CP/CMS, um Control Program a correr no *mainframe* para criação de VM's (*Virtual Machines*) e um *Console Monitor System* como SO onde as VM's eram executadas e com interação dos utilizadores.

Na continuação do projeto MAC, o MIT apresentou o MultiCS (*Multiplexed Information and Computing Service*)(4), um exemplo de um sistema já com preocupações como divisão de memória e outros recursos pelos diferentes utilizadores.

Posteriormente desenvolvimentos deste sistema nos laboratórios Bell levou a uma evolução hoje conhecida como *Unix*(5), figura 2.

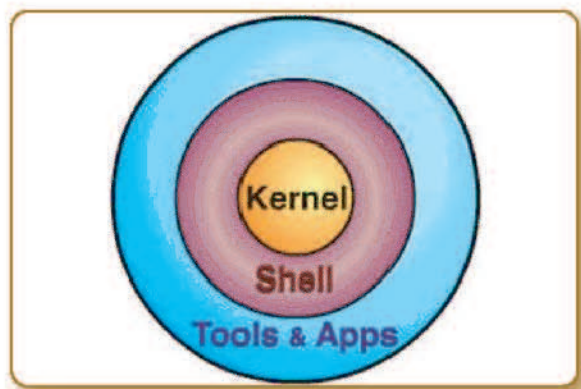


Figura 2 - Os três níveis do sistema UNIX: kernel, shell, e ferramentas e aplicações.

Unix é um sistema escrito em C (contrariamente aos anteriores em assembly) onde vários utilizadores partilham processador, memória, disco e uma pool de recursos para cada um, mas separados uns dos outros, cada um tem o seu

próprio perfil dentro do mesmo sistema. Assim, considera-se o Unix como o sistema pioneiro de múltiplos SO's e dos primeiros passos na virtualização de aplicações.

A virtualização de aplicações deu um grande salto em 1990 com um projeto denominado "*Stealth*" da *Sun Microsystems*, uma linguagem de programação que em 1995 foi renomeada para java e que veio dar um grande avanço na *World Wide Web* (WWW). Foi publicado em janeiro de 1996 com o nome *Java Development Kit* (JDK), permitindo que os programadores desenvolvessem aplicações para esta plataforma e pudessem ser executadas independentemente do SO, desde que o ambiente de execução estivesse instalado, o JRE (*Java Runtime Environment*).

O caminho para a virtualização estava traçado, começando a surgir sistemas como *Virtual PC* da *Apple* em 1997, sistema vendido pela *Connectix*, posteriormente adquirida pela *Microsoft*, *VMware Workstation* da *VMware* em 1998, *ESX Server* também da *VMware* surgiu em 2001, em 2003 começou a ser implementado o *XenSource* comprado posteriormente pela *Citrix Inc* em 2007 e renomeado posteriormente para *XenServer*, sistemas abordados em posteriores publicações do boletim do IGeoE.

I.2. Contexto

A implementação desta tecnologia, tão bem aceite e cada vez mais em uso nas organizações, demonstra a mais-valia das propriedades que caracterizam o seu funcionamento:

Isolamento: Os processos das diferentes máquinas virtuais não podem interferir entre si, ou seja, um processo de uma VM não pode interferir noutra VM, nem sequer no próprio sistema hospedeiro (host) que suporta toda a virtualização;

Inspecção: O gestor de máquinas virtuais (*Virtual Machine Manager* - VMM) ou hipervi-

(3) [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Bell_Labs

(4) [Online]. Available: <http://web.mit.edu/multics-history/>

(5) [Online]. Available: <http://www.bell-labs.com/history/unix/>

sor, deve ter acesso e controlo sobre todas as VMs, e até sobre todos os seus processos;

Interposição: O VMM deve poder interagir com as VMs, controlar as suas operações, ter acesso ao fluxo de instruções máquina que estas executam e remover, adicionar ou alterar essas instruções se for necessário;

Eficiência: As instruções não privilegiadas devem poder ser executadas directamente no hardware, sem interposição do VMM;

Gestão: O VMM deve não só permitir manipular uma VM isoladamente, mas também executar uma operação, de uma só vez, sobre múltiplas VMs;

Compatibilidade de software: A virtualização simula uma determinada plataforma (real) e, desse modo, todo o *software* disponível para essa plataforma deve poder ser executado “tal como está (original)” numa VM;

Desempenho: A sobrecarga (overhead) da camada extra de *software*, pode sacrificar o desempenho do sistema hospedado (*guest*) mas a relação custo/benefícios do uso da virtualização deve ser francamente positiva.

A virtualização tem vindo a crescer e a ganhar terreno principalmente nas médias e grandes empresas. Tem vindo a destacar-se na gestão das TIs, uma mudança completa e um aliviar de trabalho para administradores e gestores.

I.3. Vantagens da tecnologia

Um mundo onde passa a ser possível executar *software* incompatível com o SO host, executar SO's distintos num mesmo conjunto de hardware, isoladamente, sem interferências, etc, uma mudança drástica na tradicional visão de um SO para um conjunto de hardware, apenas.

Segurança: Dentro de um servidor podemos ter vários VMs isoladas e independentes do SO host. Tal garante que qualquer interferência no SO host (erros/ataques acidentais ou intencionais) não afecte as VMs nele instaladas;

Isolamento: Qualquer processo de uma VMs não pode interferir nos processos de outra VMs, este isolamento, intimamente ligado à segurança vem de encontro a um dos princípios básicos aquando da implementação desta tecnologia. Esta vantagem garante-nos confidencialidade entre VMs, assim como integridade e contenção de erros entre VMs (segurança);

Custos: A quantidade de diferentes servidores existentes para diferentes SO's e aplicações é agora compactada num mesmo hardware onde existe a possibilidade de termos várias VMs com diferentes SO's com as mais variadas aplicações. Temos um tudo-em-um que vai reduzir os custos de uma organização na altura do upgrade, bastando para isso o upgrade de um único servidor que suporta todos os serviços da organização;

Energia: Propriedade intimamente ligada aos custos. Com a compactação do hardware são dispensando todos os demais equipamentos, quer de sustentação de toda uma infra-estrutura, quer os próprios equipamentos de apoio. É assim conseguida uma economia de energia bastante significativa para a organização;

Espaço Físico: A compactação é inerente à diminuição do espaço ocupado. Um *Data Center* tem sempre o problema de “falta de espaço” e por isso, a compactação de hardware associada à virtualização vem resolver não só este problema de espaço como também a própria refrigeração e circulação de ar dentro do *Data Center*;

Hardware: Está provado que cada servidor, em média, gasta cerca de 30% do seu poder de



processamento para executar a função para a qual foi implementado. Assim sendo, estamos na presença de um subaproveitamento deste poder computacional. A ideia anterior á virtualização de adquirir um novo servidor para uma nova aplicação, cai agora por terra com o objetivo de aproveitar ao máximo o poder computacional de cada servidor, aproveitando melhor todo esse *hardware* disponível;

Implementação de SO's: A associação de um SO por cada máquina fica agora também em desuso uma vez que a virtualização possibilita-nos a instalação de vários SO's em cada máquina, melhor, além de vários SO's, estes também podem ser diferentes entre si (*Windows*, *linux*, etc). Esta vantagem permite assim instalar SO's cujo *hardware* original (host) nem sequer os suportam, como o caso do SO MAC (*Macintosh*, *Apple*) em *hardware* x86 ou SO *Windows* em *notebooks* (*Apple*);

Migração: A camada que suporta a virtualização permite-nos esta mais-valia. A migração não só do ambiente em si como do próprio *hardware*, bastando para isso uma simples cópia entre discos virtuais;

Testes de software e hardware: A virtualização simula tanto um software como um *hardware*, logo, testes em software, firmware e *hardware* podem ser realizados nestas VMs construídas especificamente para esse fim. Estes primeiros testes podem ser efectuados sem a necessidade de um SO instalado de raiz ou mesmo a presença física do *hardware* específico;

Redução de administradores e gestores: Esta compactação associada à virtualização, como já referido, reduz espaço ocupado, reduz *hardware*, reduz configurações e gestão individual, abrindo caminho à centralização. Assim, a redução da equipa responsável pela administração e gestão é evidente.

I.4. Desvantagens da tecnologia

São notórias as vantagens da virtualização mas problemas como incompatibilidades entre aplicações e perda de desempenho pelo simples adicionar de mais uma camada à arquitectura terão que ser consideradas aquando da escolha.

Segurança: A segurança, neste caso, prende-se à própria camada adicionada à arquitectura (VMM ou hypervisor). Se o próprio SO host tiver algum problema de raiz, implementado ou adquirido, também o próprio VMM contemplará este erro assim como todas as VMs instaladas nesse SO host;

Gestão: O principal problema da implementação desta tecnologia é a gestão da própria virtualização, os ambientes virtualizados precisam de ser instanciados, geridos, configurados, etc. É neste ponto que se prende a preocupação das organizações pelos seus investimentos nesta tecnologia, trata-se de uma opção que, por norma, é licenciada;

Desempenho: Mais uma camada de software (VMM ou hypervisor) implica mais processamento; Incerteza da quantidade de VMs/processador sem que seja afectado a QOS (*Quality Of Service*) e a garantia dessa emulação em termos da disponibilização máxima que o host pode dispensar como é o caso do processamento e memória gráfica.

Multinational Geospatial Co-production Program (MGCP) e Instituto Geográfico do Exército (IGeoE): uma Realidade

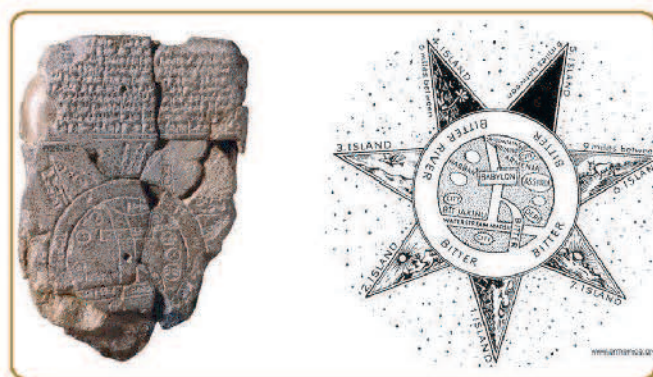
■ ■ ■ ■ ■ Kelly Oliveira
Mestre em SIG-TA

Conhecida como a ciência responsável por representar a Terra no seu todo ou em parte através de cartas, de mapas e de outros tipos de projeções cartográficas, a Cartografia surgiu em tempos remotos, quando os homens pré-históricos procuraram se expressar inicialmente através de mapas registrando sua passagem por lugares e delimitando territórios (IBGE, 2012).

Da data da realização do primeiro mapa da história registado (por volta de 2.500 a.C.) até os dias atuais, a Cartografia desenvolveu-se atravessando várias fases e contribuindo para o desenvolvimento das artes em geral, da filosofia e das ciências.

1 - Introdução

Aliada a esse contexto, a era dos computadores, iniciada em meados do século XX juntamente com a necessidade cada vez mais crescente de se obterem informações georreferenciadas e organizadas, com o objetivo de resolver problemas principalmente de planejamento e de gestão, deram suporte para que surgissem e se desenvolvessem os sistemas de informação geográfica (SIG). Esta tecnologia pode ser utilizada para recolha, armazenamento, organização e manipulação de dados, assim como em investigações científicas, gestão de recursos, arqueologia, avaliação do impacto ambiental, planificação urbana, cartografia, sociologia, geografia histórica, marketing e logística, e muitos outros.



■ Figura 1: Primeiro mapa da história registado - representação da região de Ga-Sur, Mesopotâmia, em placa de argila cozida com escrita cuneiforme (Armenica, 2010)

Assim sendo, o MGCP surgiu em 2003 no âmbito das agências nacionais de defesa produtoras de geoinformação. O seu objetivo principal seria mapear áreas de interesse com uma ►►

resolução espacial compatível com as escalas 1:50.000 ou 1:100.000 de acordo com o maior ou menor interesse estratégico da área para cada país participante, a partir da aquisição de dados vetoriais geográficos em plataforma SIG, que destinar-se-iam a dar suporte espacial aos sistemas de apoio à decisão bem como a missões de interesse público e a ações humanitárias.

2 - Antecedentes

Em finais do século XX (1991-1993) a *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA), atual *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA) produziu para a *US Defense Mapping Agency* (DMA) uma carta digital do mundo conhecida como *Digital Chart of the World* (DCW), com temas diversos, pela compilação da série de cartas *Operational Navigation Chart* (ONC) em escala 1:1.000.000.

A fim de melhorar e atualizar a DCW, a NIMA criou o *Vector Map* (VMap), que consistiu num programa em série para a produção de uma base de dados geográficos e de atributos alfanuméricos em vários níveis de detalhe: o *Vector Map 0*, o *Vector Map 1*, o *Vector Map 2* e o *Vector Map 3*.

Para a efetivação do referido programa foram necessárias algumas prévias definições. Assim, o *Digital Geographic Information Working Group* (DGIWG(1)) criou as normas DIGEST(2) cuja base foi adotada para a produção dos programas da série VMap. Desta forma o modelo de dados eleito foi o *Vector Product Format* (VPF) que é marca registada da NGA, compatível com o padrão internacional definido pelas citadas normas.

Vector Map 0 (VMap 0) é uma base de dados de baixa resolução, de cobertura mundial e acessível ao público em geral. Seu conteúdo consiste em dados geoespaciais vetoriais disponibilizados em projeção geográfica WGS84,

numa escala de 1:1.000.000. Na prática, O VMap 0 foi projetado para ser uma versão atualizada e melhorada da DCW, o que explica ter tido como fonte primária a Série ONC, em escala 1:1.000.000, da DMA.

A biblioteca do VMap 0 está organizada em quatro discos compactos apenas de leitura (CD-ROM) com mais de 1.800MB de informações vetoriais das regiões (figura 2):

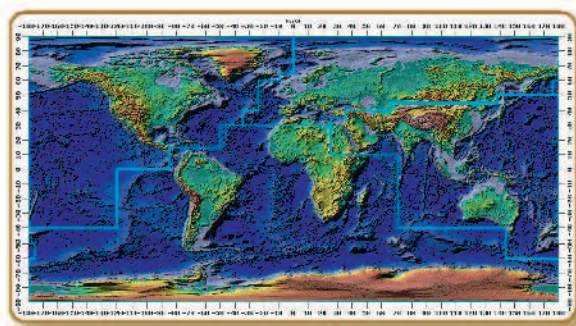


Figura 2 - Limites das regiões para fins de informações vetoriais do VMap 0 (NGA, 2004)

1. América do Norte;
2. Europa e Norte da Ásia;
3. América do Sul, África e Antártica e
4. Sul da Ásia e Austrália.

À semelhança do VMap 0, o Vector Map 1 (VMap 1) é uma base de dados de cobertura mundial definidos pela especificação MIL-V-89033, dos EUA. Contudo, os dados apresentam uma maior resolução e são tema de acesso do público em geral, uma vez que são usados principalmente em tecnologias de informações restritas como sistemas e simulação de geoinformação e para a produção de mapas analógicos e digitais militares.

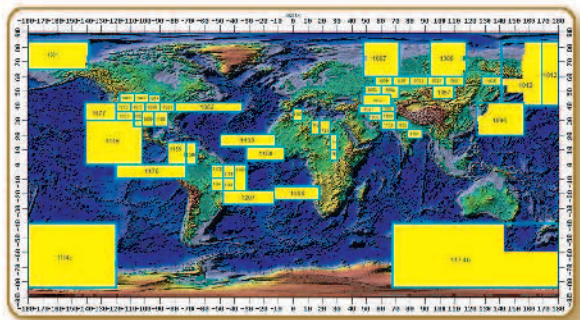
Os dados do VMap 1 também foram definidos no sistema geográfico de coordenadas WGS84 e correspondem à geometria e conteúdo de mapas na escala média de 1:250.000 com precisão horizontal de 125 a 500m e vertical de 0,5

1 - DGIWG: grupo formado na sua maioria por representantes de alguns países na NATO e seu trabalho consiste em estudos cujos resultados sigam principalmente ao encontro dos objetivos desta, como definir regras de normalização voltadas para a produção de informação geográfica.

2 - Digital Geographic Information Exchange Standard. Por ter sido tão bem estruturado, esse conjunto de normalizações foi adotado como Acordo Padrão da Nato (NATO Standardization Agreement 7074). A sua importância foi sendo reconhecida internacionalmente e passou a ser utilizado por diversas entidades como documento base para a produção de vários produtos de suporte a aplicações civis e militares.

a 2m ao nível médio das águas do mar. A produção do VMap 1 inclui um catálogo de objetos - *Feature and Attribute Coding Catalog* (FACC(3)) - a partir do qual foi criado um guia de extração(4).

Uma vez definido no formato VPF, que é compatível com diversas aplicações, o produto VMap 1 pode ser utilizado em diferentes soft-



■ *Figura 3 - Ilustração da localização de 57 das 234 regiões geográficas de dados adquiridos pelo VMap 1 (NGA, 2013)*

wares de SIG como base de dados. Assim, associado a outras informações espaciais devidamente georreferenciadas, permite quaisquer tipos de análises espaciais, eficazes e importantes nos planeamentos e gestão do território.

O Vector Map 2 (VMap 2) foi concebido para dar continuidade aos trabalhos iniciados pelo seu antecessor, mas para adquirir dados equivalentes com as escalas 1:50.000.

Com o fim da versão 2 do projeto VMap e tendo-se reconhecido a importância dos trabalhos desenvolvidos durante principalmente a vigência do VMap 1, sentiu-se a necessidade de colmatar possíveis lacunas verificadas no produto final desta versão. Neste âmbito, surge a possibilidade de estenderem seus trabalhos em virtude do desenvolvimento de uma outra versão desse projeto: o Vector Map 3 (VMap 3).

Por razões diversas, esse projeto não saiu do papel tendo sido substituído por outro projeto internacional não menos importante, o MGCP.

3 - MGCP: Visão Global

O MGCP é um programa que nasceu em 2003 no âmbito das agências nacionais de defesa produtoras de geoinformação, na sequência do programa VMap cujo resultado, como se viu, é um conjunto de dados geográficos vetoriais em formato digital, representantes de uma cobertura a nível global. O MGCP tem como objetivo principal mapear todo o globo terrestre a partir de imagens de origens diferentes (fotografias aéreas e de satélites, por exemplo) com uma resolução espacial compatível com as escalas 1:50.000 (áreas de maior interesse) e 1:100.000, adquirindo dados vetoriais geográficos no sistema de coordenadas geográficas WGS-84, em plataforma SIG, que destinar-se-ão a dar apoio e suporte espacial a sistemas decisores bem como a missões de interesse público e a ações humanitárias.

Para o início da realização dos trabalhos propostos por este programa foi elaborado um memorando de entendimento entre 28 países, sendo atualmente 30 os países aderentes, entre eles líderes e associados.

O MGCP está estruturado em três grupos distintos:

1. Grupo Plenário - composto por representantes de todas as nações MGCP. É responsável pela implementação dos objetivos do memorando de entendimento e endossamento dos cronogramas de produção;
2. Grupo de Orientação - composto por membros das nações líderes. É responsável por supervisionar todas as políticas e iniciativas de planeamento;

3 - FACC: sua estrutura está definida na parte 4 das normas DIGEST. O seu conteúdo especifica a estrutura dos elementos gráficos a serem extraídos a partir das fontes de informação. Esses elementos devem ser descritos em termos de elementos cartográficos e por atributos.

4 - Contém as normas a serem seguidas para a aquisição das informações do VMap 1.



3. Grupo Técnico - composto por membros em todas as nações envolvidas. É responsável pela supervisão dos requisitos técnicos do programa, pelo desenvolvimento e manutenção da Documentação de Referência Técnica (Technical Reference Documentation - TRD) utilizada na produção, validação e divulgação de dados MGCP.

4 - O Instituto Geográfico do Exército no Contexto

No início da década de 90 do século passado o Exército português sofreu uma reorganização estrutural da qual, pelo Despacho Ministerial 72/MDN/93 de 30 de junho, criou-se o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) que, ao suceder o Serviço Cartográfico do Exército (SCE), herdou o vasto património cultural e a responsabilidade de dar continuidade à missão de produções cartográficas militares portuguesas.

No quadro das agências nacionais de defesa produtoras de geoinformação, em 2006 o IGeoE passou a representar Portugal como participante do MGCP através das suas atividades realizadas no âmbito deste programa, mais especificamente no Departamento de Processamento de Dados do qual fazem parte a Secção de Sistemas de Informação Geográfica, a Secção de Validação e Edição e a Secção de Edição de Pequenas Escalas. Esta realiza a produção dos Modelos Digitais do Terreno (MDT) de Portugal Continental e dá procedimento aos trabalhos de ortorretificação e de pan-sharpening das imagens de satélite para o MGCP, cuja secção, também alocada fisicamente neste departamento, procederá à realização dos trabalhos de aquisição de dados, conforme será descrita mais à frente.

5 - Metas de Produção

As áreas geográficas a mapear, de interesse estratégico para os países integrantes deste Projeto, estão divididas em células de 1° de latitude x 1° de longitude da superfície terrestre, somando 13.103

no total, mas apenas 2.714 células serão efetivamente produzidas. Das áreas relativas às células em questão são extraídas informações geográficas que apresentem pormenor, exatidão posicional e rigor geométrico que possibilitem uma resolução espacial compatível com as escalas anteriormente citadas, conforme o interesse geo-estratégico de cada área de trabalho. Para isso, os dados devem ser adquiridos com uma densidade que permita a construção de mapas com tais características, mas em áreas mais esparsas, eles podem o ser com uma densidade de 1:100.000. Todos os dados produzidos, independentemente da densidade, devem corresponder a um mínimo de erro horizontal com uma precisão de 25m.

O IGeoE, na primeira fase (2006/2011) produziu as 10 (4.067km²) células propostas de Cabo Verde, as 3 (991km²) de São Tomé e Príncipe e 3 (3.134km²) de Angola (sendo que outras cinco já estavam em fase de aquisição de dados aquando da finalização oficial desta fase, pelo que foram computadas na primeira), totalizando uma área de 8.192km² (figura 4). Atualmente estão a ser realizados os trabalhos inerentes à 2ª fase (2012/2017) da produção do projeto que se referem à aquisição de 24 células de Angola (figura 4), finalizando 45 células no total.



As metas de produção no âmbito do MGCP são alcançadas através da utilização de normas comuns e práticas que promovem a interoperabilidade entre as nações. Nos próximos itens serão citadas as principais normas e práticas.

■ Figura 4 - Fases de produção do MGCP Angola por Portugal

6 Normas Gerais e MGCP de Produção

Como se viu, a fim facilitar o armazenamento, modelação, simulação e intercâmbio de dados geográficos, o DGIWG criou as normas DIGEST que têm sido utilizadas por diversas entidades como documento base para a produção de vários produtos geográficos de suporte a aplicações civis e militares. Contudo, com o propósito de oferecer normas de informação geográfica mais flexíveis que as da DIGEST para aplicações militares, o DGIWG baseou-se principalmente nas normas de informação geográfica da série ISO/TC 211, com destaque para as ISO 19115:2003, que normaliza conteúdos geográficos definindo os esquemas necessários tanto para serviços como para a descrição de informações geográficas, e ISO 19139:2007, que define um esquema XML especificando o formato de registo de metadados.

Como resultado dos esforços do DGIWG, o grupo apresentou em 2005 o DGIWG *Feature Data Dictionary* (DFDD(5)) o qual consiste num documento padrão NATO que especifica conceitos normalizados de informação geográfica mais flexíveis para aplicações militares. O DFDD é o documento padrão de substituição do FACC - parte 4 do DIGEST.

Baseando-se no DFDD, nas especificações MIL-STD-2402 (simbologia), MIL-STD-2410 (reprodução e impressão) e MIL-T-89301A (reprodução de mapas topográficos à escala 1:50.000), o Grupo Técnico MGCP desenvolveu o TRD que consiste num documento de referência técnica (mais abrangente que o referido Catálogo) com os critérios e as especificações para a aquisição de dados definidos com o objetivo de melhorar a interoperabilidade por meio da partilha, conversão e re-utilização dos dados de forma

mais fácil entre os países e ou organismos participantes deste projeto.

À semelhança do FACC, o Catálogo de Objetos MGCP contém uma lista de objetos codificados e especificados para aquisição e armazenamento na base de dados do MGCP. Este documento também apresenta uma lista de atributos que devem estar organizados a partir de um sistema de códigos normalizados. Tais códigos devem ser definidos por cinco caracteres, sendo o primeiro referente à categoria temática do elemento e o segundo a uma subcategoria (oriunda da divisão da categoria). Já os três últimos caracteres, que são representados por uma combinação de três números, são responsáveis por dar uma característica individualizada ao elemento.

Para a referida normalização, tome-se como exemplo o tema "hidrografia" ao qual podem-se atribuir os códigos BA010 (figura 6) ou BA040, onde "B" se refere à categoria "Hidrografia" (*Hydrography*) e "A" à subcategoria "Hidrografia Costeira" (*Coastal Hydrography*). Já os números '010' e '040' se referem às características "Limite Terra-Água ou Linha Costeira" (*Land Water Boundary*) e "Maré" (*Tidal Water*), respectivamente. Contudo, este é apenas um

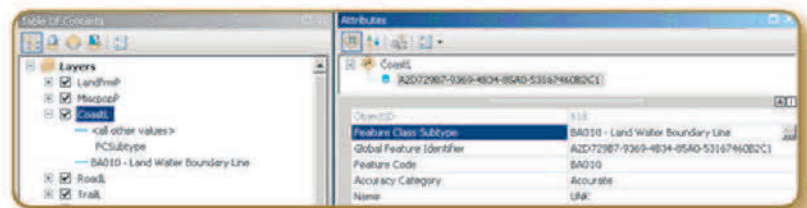


Figura 5 - Exemplo de vetorização de determinada linha de água, com a codificação definida para o efeito - BA010 - Land Water Boundary Line

simples exemplo dentre várias opções de codificação que podem ser adotadas para um mesmo ou semelhante elemento cartográfico, pelo que esta ação depende em última instância da análise

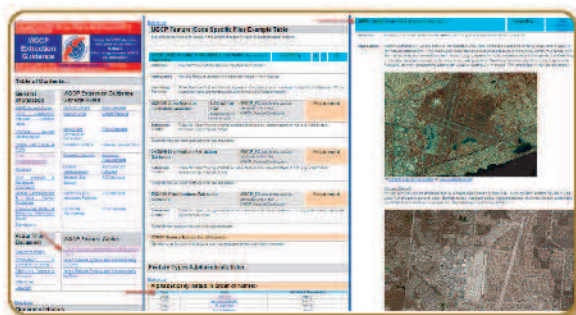
5 - DFDD encontra-se disponível em:

<https://www.dgiwg.org/FAD/>

6 - <https://www.dgiwg.org/digest/>

lise do contexto no qual será adquirido (DGIWG, Part 4 - FACC, 2000). Para tal, no site da DIGEST(6) pode-se encontrar uma lista detalhada das codificações que podem ser utilizadas.

A partir do referido catálogo foi criado um Guia de Extração (figura 5) que contém as normas a serem seguidas para a aquisição das entidades geográficas a constarem da base de dados MGCP.



■ Figura 6 - Extrato do Guia de Extração MGCP

7 - Execução do Projeto

Os trabalhos integrantes do MGCP são realizados a partir de várias fases, cujas principais são:

- Georreferenciação das imagens de satélite e produção dos Modelos Digitais do Terreno (MDT);
 - Criação de mosaicos de imagens, ortorectificação e criação de pan-sharpening;
 - Vetorização das features;
 - Validação dos dados vetorizados;
 - Exportação dos dados para o formato final;
 - Controlo de qualidade.

A obtenção das imagens do satélite WorldView-2, fontes de dados primários, é da responsabilidade da NGA que procede às correções ra-

diométricas e do sensor. Esta Agência também realiza a georreferenciação das imagens e produz os respectivos MDTs.

Além das fontes de dados primários, outros dados de origem diversa dão apoio aos trabalhos de aquisição de informações: dados de referência. Os principais são:

- MDT;
- Ortofotos cedidas por autoridades e organismos oficiais;
- Rasters de edições antigas do IGeoE;
- Dados vetoriais já existentes (apenas as áreas de trabalho referentes a Cabo Verde possuíam este tipo de dados).

7.1 Imagens utilizadas

A uma altitude de 770km, o satélite WorldView-2 em órbita sol-síncrona capta de todo o globo terrestre imagens cujas características técnicas avançadas foram o fator decisivo para serem adotadas como fonte de dados primários nos trabalhos MGCP.

As imagens pancromáticas e as multiespectrais são captadas no mesmo instante (característica que permitem importantes análises técnicas a serem utilizadas em planeamentos e em tomadas de decisões) e com resoluções espaciais elevadas: de 46cm Ground Sample Distance (GSD) no nadir e 52cm (GSD) a 20° off-nadir e de 1,85m (GSD) no nadir; 2,07m (GSD) a 20° off-nadir, respectivamente.

A qualidade das imagens é excelente:

- por possuir uma resolução radiométrica de 11 bits (2.048 níveis de cinza);
- por oferecer uma melhor precisão da localização: inferior a 5m na horizontal a menos que 30° off-nadir, excluindo-se os efeitos off-nadir e do terreno, com 90% de confiança (DigitalGlobe, 2013);
- pela captação de nenhuma ou de poucas nuvens, fator que dificulta a aquisição de infor-

mações cobertas por estas ou por suas sombras. Tal característica é possibilitada pelo baixo tempo de revisita do sensor, sendo de 1,1 dias no nadir e 3,7 dias a 20° off-nadir.

Além dessas importantes vantagens apresentadas em relação aos produtos oferecidos por outros instrumentos, a alta capacidade de detecção espectral (8 bandas: uma das maiores comercialmente disponível nos dias atuais) consiste numa questão muito importante em atividades que envolvem técnicas de detecção remota (DR) e, entre outras, de mapeamento. Isto porque, uma vez que a radiação eletromagnética reage com os alvos de forma diferente de acordo com suas características e de acordo com as propriedades físico-químicas dos objetos, uma vez que as diferentes bandas espectrais apresentam entre si características distintas e os sensores captam imagens utilizando radiação eletromagnética refletida numa ou mais regiões do espectro, isto permite que as imagens provenientes de diferentes bandas espectrais possibilitem a identificação de uma quantidade mais significativa de objetos e que possam também ter aplicações distintas e variadas.

7.2 Mosaicos de imagens, Ortorretificação e pan-sharpening

No momento de aquisição as imagens de satélite sofrem forte degradação provocada por vários fatores, mas principalmente por causa da topografia do terreno. Assim, para reduzir tais distorções e conseqüentemente melhorar a precisão das imagens e a visualização dos objetos-alvo (em suma, melhorar a qualidade dos dados), é comum e de grande importância serem utilizadas técnicas de 'processamento digital de imagens' (PDI), uma vez que estas ainda não são realizadas pelos satélites. Desta forma, após a recepção das fontes de dados primários e de referência, os técnicos do IGeoE iniciam as atividades do MGCP pela realização de algumas técnicas de PDI, como a criação de mosaicos de imagens, ortorretificação e criação de

pan-sharpening.

Os mosaicos de imagens (figura 14), compostos pela "união" de duas ou mais imagens ou extratos delas, são criados com o fim de cobrir as grandes extensões do terreno com as quais se trabalham. Em seguida, procede-se à 'correção geométrica' (ortorretificação) com o objetivo de ajustar a georreferenciação original das imagens. Finalmente é realizada a fusão das imagens ortorretificadas, pancromáticas e multiespectrais, num processo conhecido como pan-sharpening (figura 7), para que as imagens resultantes apresentem a melhor qualidade das pancromáticas beneficiadas pelas cores das multiespectrais.

A fim de poupar tempo de trabalho ao operador e espaço no servidor, uma vez que cada ortofoto de fiada contém cerca de 3GB, tais procedimentos são feitos de forma virtual(7) através de ferramentas oferecidas pelo ArcGIS 10.1, estando disponível apenas a área na qual o utilizador está a trabalhar. Caso todo este procedimento não fosse executado de forma virtual, seria ocupado muito espaço no servidor com imagens pancromáticas, multiespectrais e pan-sharpening, além de que o operador perderia dias/semanas a executar os referidos procedimentos, dependendo assim muitas horas do



Figura 7 - Imagem pansharp utilizada nas atividades MGCP

7 - Processamento virtual: o software realiza todos os cálculos inerentes ao procedimento, utilizando o método indicado, como o do 'Vizinho mais Próximo', por exemplo, que é o adotado pelo IGeoE nessas atividades do MGCP. Quando determinada área é "solicitada" pelo operador, o algoritmo busca os cálculos feitos e mostra apenas essa zona na tela do computador.

seu trabalho.

7.3 Vetorização

Nesta etapa do Projeto na qual Portugal está a adquirir informação de áreas correspondentes ao território de Angola, como se viu, a fonte primária de dados utilizada é composta por imagens provenientes do satélite WorldView-2 que permitem a aquisição direta de dados espaciais para base de dados SIG. Dentre as imagens comerciais atualmente disponíveis ao público, as provenientes desse sensor apresentam as melhores resoluções espaciais (46cm pancromáticas e 1,85m multiespectrais), ficando um pouco a perder para as do GeoEye-1 (41cm pancromáticas e 1,65m multiespectrais).

Essas altas resoluções garantem a melhor identificação e aquisição do maior número possível de objetos a comporem uma base de dados e um mapa à escala definida. Além disso, possibilitam que seja efetivada uma extração de dados com pormenor, exatidão posicional e rigor geométrico conforme os objetivos propostos.

Como fontes auxiliares, especificamente para a área do território angolano, estão sendo utilizados o MDT e o Raster, correspondentes. Estes facilitam a identificação de certos objetos (prin-

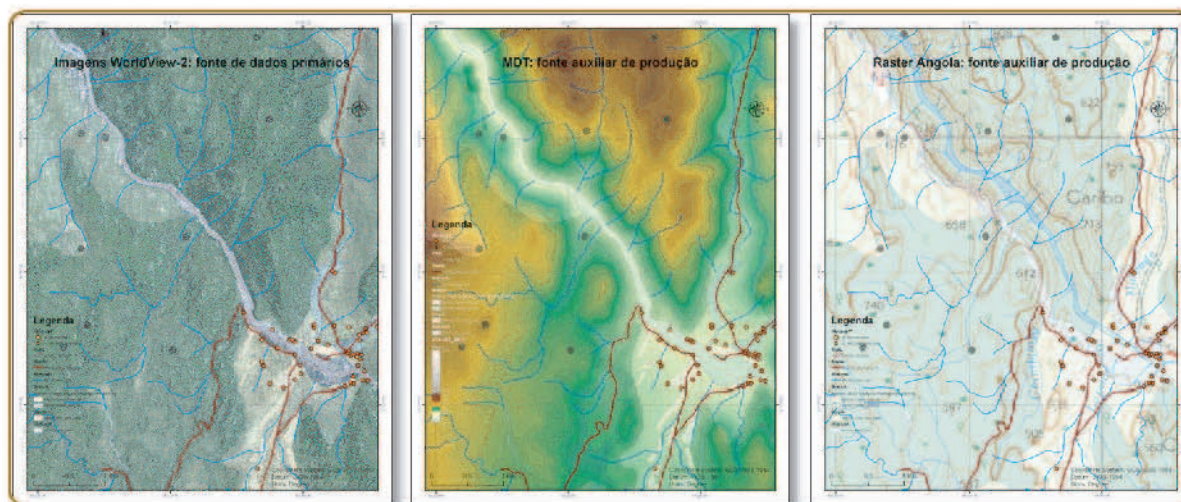
cipalmente dos cursos de água) e possibilitam aquisição indireta de dados espaciais, no caso da utilização do raster de edições antigas do IGeoE que apresenta dados já existentes (figura 8).

7.4 Validação

Os trabalhos de aquisição de dados por vetorização podem originar erros durante o processo. Tais erros podem ser de três tipos:

- erros de forma ou de geometria que, como o próprio nome sugere, alteram a forma dos objetos geográficos;
- erros topológicos produzem informação errada na base de dados sobre uma ou várias entidades geográficas e
- erros de atributos gerados por falta de informações ou pelo mau preenchimento da tabela de atributos das entidades geográficas.

Assim, após o término da extração de dados de determinada área, aplica-se a ferramenta Data Reviewer, extensão do software ArcGis v 10.1 que é utilizado na maior parte dos trabalhos do projeto. Esta ferramenta apresenta uma lista dos erros identificados e com detalhes sobre eles. O operador procede então à correção e va-



■ Figura 7 - À esquerda: fonte de dados primários e objetos vetorizados;
Ao centro e à direita: fontes auxiliares de produção

lida os dados em termos de topologia, geometria e de atributos de acordo com o schema, ou seja, com o que é especificado no TRD e do Guia de Extração para a aquisição de elementos.

Para finalizar, quando toda a célula já foi submetida à descrita validação, exporta-se toda a informação armazenada na Base de Dados Geográfica (BDG) para um ficheiro de formato ShapeFile e aplica-se-lhe o software *Geospatial Analysis Integrity Tool* (GAIT(8)) que vai proceder de modo semelhante à ferramenta Data Reviewer, mas de forma mais refinada. Se ainda forem identificados erros, tal software gera um shapefile de erro para cada tipo de dados (pontual, linear, areal). De posse destes ficheiros, o operador vai efetuar as devidas correções diretamente na BDG e repetir todos os procedimentos descritos neste parágrafo até não serem identificados quaisquer erros pelo GAIT.

Depois de serem efetuados esses processos conhecidos como fase de validação, os dados são importados através de um portal Web para a *International Geospatial Warehouse* (IGW).

7.5 Controlo de qualidade

A responsabilidade do controlo de qualidade das geo-informações adquiridas está a cargo de alguns dos Países Líderes. Durante esta fase as geo-informações vetoriais adquiridas passam por um processo semelhante ao da validação com a finalidade principal de garantir que os elementos apresentem integridade espacial e os corretos atributos, de acordo com as normas disponibilizadas no TRD e no Catálogo de Objetos MGCP.

Para tal o(s) responsável(is) acede(m) à IGW, faz o download dos dados, sua verificação e a validação, indicando as alterações que devem ser feitas. Tal processo é repetido até que os dados sejam efetivamente aceites, quando poderão ser disponibilizados para download por outros países membros MGCP através da IGW.

8 - Conclusões

Perante as mudanças constantes por que passam as sociedades, preparar-se de forma a responder de modo positivo a esta realidade pela manutenção de informações reunidas, organizadas e atualizadas para a implementação de projetos e tomada de decisões é uma necessidade importante e indiscutível.

Na produção cartográfica seja ela de base ou temática, não basta apresentar ao utilizador mapas apenas com boas imagens. Além disso, é necessário que tais representem o mundo real com o maior rigor e, em contrapartida, com o menor erro posicional possível, além de fazer corresponder corretamente a simbologia.

Ciente de tal realidade, um grupo de países deu origem ao MGCP do qual Portugal tem efetivamente participado pelas atividades do IGeoE. Este Instituto, por conhecer a importância de inovações que apoiem e/ou facilitem atividades diversas como as de aquisição de dados e as de mapeamento de áreas, a exemplo da sua participação do programa VMap 1 e contrariando os objetivos da versão 3 que não saiu do papel, tem utilizado a experiência adquirida no âmbito deste programa nas atividades do MGCP.

Os dados de alta resolução adquiridos pela realização dos trabalhos do programa em epígrafe, por serem apresentados de forma reunida, organizada e atualizada, permitem sua manipulação em ambientes SIG em análises espaciais de suma importância para a implementação de atividades de planeamento, de ordenamento e de gestão do território e tomada de decisões tanto militares como civis, além de serem utilizadas para a produção cartográfica seja ela de base ou temática. A utilização desses dados em desastres humanitários e na realização de exercícios NATO, constitui um exemplo

8 - O software GAIT, desenvolvido pelo Institute for Defense Analyses (IDA), uma organização independente patrocinada pelo governo dos EUA, é utilizado para validar a estrutura e o conteúdo de todos os dados.

concreto da sua capacidade e importância e também dos organismos que cooperam para a sua aquisição, a exemplo do IGeoE.

Referências Bibliográficas

- Baylonianmaps. (19 de 06 de 2013). Acesso em 07 de 07 de 2013, disponível em [pt.wikipedia.org: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a5/Baylonianmaps.JPG/200px-Baylonianmaps.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a5/Baylonianmaps.JPG/200px-Baylonianmaps.JPG)
- Catita, C. (2010). Ciência e Sistemas de Informação Geográfica. Estrutura de dados gráficos em SIG . Texto não publicado. Lisboa, Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- DGIWG, The Digital Geographic Information Exchange Standard - DIGEST - (2000). Part 4 - FACC. (pp. 4-5-1). https://www.dgiwg.org/digest/html/DIGEST_2-1_Part4.pdf: Digital Geographic Information Working Group (DGIWG).
- DigitalGlobe. (05 de 2013). DigitalGlobe's Core Imagery Product Guide v1.1.
- IBGE, I. B. (2012). Atlas Geográfico Escolar. IBGE.
- IGeoE. (05 de 07 de 2013). Acesso em 06 de 07 de 2013, disponível em Historial: <http://www.igeoe.pt/instituto/historial.asp>
- IISO. (2013). Acesso em 09 de 07 de 2013, disponível em ISO 19115:2003: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=26020
- Sequeira et al. (11 de 2006). Implementação do MGCP no IGeoE. Boletim do Instituto Geográfico do Exército , pp. 4-11.
- VMAP3: Uma realidade. (11 de 2002). Boletim do Instituto Geográfico do Exército , 50-55.

A Influência Antrópica no Risco de Incêndio

Florestal em Portugal Continental

João Fernandes
Alf RC Geógrafo

Portugal tem vindo a ser fustigado por inúmeros fogos florestais nas últimas décadas, sendo de realçar a sua elevada incidência, bem como, as grandes dimensões que alguns destes atingem, possuindo estes uma determinada sazonalidade com particular ocorrência na época estival.

Todos os Verões somos confrontados com o espetáculo dos mass media em torno dos incêndios florestais, em que estes aparecem no centro das atenções durante aproximadamente três meses, não se ouvindo falar deles o resto do ano.

Os incêndios florestais causam ano após ano avultados prejuízos de diferentes naturezas, traduzindo-se esses prejuízos em avultadas perdas de valor económico, natural e paisagístico da floresta, existe também uma ameaça efetiva dos habitantes das populações rurais, assim como, do seu património que representa em muitos dos casos parte significativa dos seus rendimentos se não a totalidade destes, sendo também posta em causa a segurança das entidades que combatem os incêndios florestais.

Sabe-se que a esmagadora maioria dos incêndios florestais não possui origem natural, como pode ser o caso das trovoadas secas, mas sim uma origem antrópica, podendo ser esta intencional ou não. A falta de zelo e dolo é sem dúvida uma das causas da ocorrência de incêndios florestais, mas também é de ter em linha de conta que existem incêndios florestais com origem intencional e criminosa, motivados por inúmeros fatores, como é o caso tão conhecido dos pirómanos, todavia, não se esgotam aqui todas as possibilidades que os incêndios com origem criminosa encerram, nem pouco mais ou menos, pois as motivações de ordem financeira são de todo muito importantes no cenário dos incêndios florestais em Portugal, pois, encerram em si, múltiplas oportunidades de negócio, mais ou menos lícitos.

Objetivos Propostos

A elaboração deste estudo é importante para tentar compreender a evolução temporal da ocorrência de incêndios florestais em Portugal Continental, bem como, a área consumida por estes. Nesta medida, é urgente perceber a importância da interação da ação antrópica com os fatores físicos, de que resultam as principais fragilidades do território, que sucedem, em grande medida da falta de gestão das matas e florestas portuguesas, como consequência de profundas alterações ocorridas no seio da sociedade portuguesa no último meio século.

Desta forma, será feita uma análise diacrónica da manifestação do risco dendrocaustológico na área de estudo, no período compreendido entre os anos hidrológicos de 1980/81 e 2009/10.



O presente trabalho visa fazer uma análise do ritmo evolutivo dos incêndios florestais em Portugal continental nas últimas décadas, tentando compreender e descortinar algumas das dinâmicas responsáveis por esta evolução e em que medida a ação antrópica se encontra relacionada com os incêndios florestais.

Após a perceção das diferentes dinâmicas territoriais, importa compreender em que medida podemos elaborar uma estratégia sólida capaz inverter o rumo dos acontecimentos das últimas décadas, para posteriormente delinear uma estratégia de intervenção territorial bem estruturada e credível.

Metodologia

Numa fase inicial será feita uma recolha bibliográfica via eletrónica em diferentes instituições, assim como, de forma presencial sempre que se justifique, nomeadamente nas suas bibliotecas e centros de investigação.

Serão recolhidos dados estatísticos do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, do Instituto Nacional de Estatística, assim como, de outras instituições sempre que necessário.

A divisão administrativa base para a elaboração de cartografia do presente estudo será o município, sendo utilizada a Carta Administrativa Oficial de Portugal produzida pela Direção-Geral do Território, entidade responsável pela execução e manutenção desta.

Toda a informação recolhida através das diferentes fontes, será, sempre que possível, convertida em cartografia, com o intuito de mostrar a amplitude geográfica de uma variável ou fenómeno no território. Pretende-se assim, que esta cartografia permita obter uma leitura mais eficiente do território, com a finalidade de ser um instrumento de apoio à decisão política, apoiando e servindo de base ao planeamento e ordenamento territorial numa ótica de prevenção, preservação e defesa dos recursos flo-

restais, vidas humanas, assim como, melhoria da qualidade de vida e bem-estar das populações.

1 - A floresta portuguesa

Portugal continental tem cerca de dois terços do seu território ocupados por espaços com aptidão florestal, sendo estes maioritariamente privados. De acordo com dados da Divisão Geral das Florestas para 1965/78 a área florestal era de 3.041,9 Mha, já em 1995 de acordo com o Inventário Florestal Nacional, esta era de 3.305,4 Mha, ou seja, neste intervalo de tempo existiu um aumento de 8%, já desde 1995 a 2010 de acordo com o Inventário Florestal Nacional de 2010 esta área diminuiu 4,29%.

Atualmente a espécie dominante no nosso território é o eucalipto, seguida do pinheiro-bravo, do sobreiro e da azinheira, tendo estas espécies perdido representatividade nos últimos anos, já os carvalhos, o pinheiro-manso e o castanheiro reforçaram a sua representatividade

Cerca de dois terços do território continental correspondem a espaços com aptidão florestal o que deixa facilmente depreender que Portugal é um país marcadamente florestal, a crescente atenção que é dada sazonalmente à floresta por via dos incêndios florestais, deixa no público a ideia de que se está a permitir a destruição de manchas florestais que sempre existiram e que teriam resistido até à atualidade, mais ou menos ilesas, à ação humana, não sendo de todo assim.

A floresta nacional nem sempre foi extensa, tendo por muitas vezes a existente sido diminuída, com a finalidade de responder às necessidades de madeira e de espaços para pastagens e agricultura, «essa delapidação da floresta é bastante remota, intensificando-se sobretudo no tempo dos romanos que, recorrendo à sua extensa e densa rede viária, se abasteciam de resina e madeira da Península Ibérica» (VIEIRA, 2006, citado por J. C. VERDE, 2008, p.4), o abate a certa altura foi indispensável para suprir as necessidades de um império emergente «a partir de 1377, foi mesmo fomentado o abate gratuito das

matas reais para a construção de barcos (...) a época dos descobrimentos acabou assim por ser responsável pela desarborização de importantes manchas de sobreiro, azinheira e outros carvalhos, bem como de pinheiro manso» (VIEIRA, 2006, citado por J. C. VERDE, *ibidem*).

A necessidade de matérias-primas ao longo do tempo foi uma constante, bem como, de espaços para a agricultura que sustentasse a evolução das populações, deste modo, a interação entre o Homem e os espaços naturais levou à sua transformação, ao ponto de nem sempre ser fácil separar o que escapou à sua ação do que provém desta.

Quando se fala em destruição da floresta nacional são frequentemente apontados como fatores que causaram essa destruição, nomeadamente até ao final do século XVIII: a necessidade de terra arável; a urgência de vastas áreas desarborizadas para a pastorícia, a desflorestação dos bosques e matas para a construção naval e o esforço de recuperação desenvolvido após terramoto de 1755.

No séc. XIX a importância da floresta em Portugal era diminuta, apontando-se em 1868 para uma área de 112.436 hectares de floresta em todo o país, representando assim aproximadamente 1,3% do território.

No início do séc. XIX surge a publicação do Regime Florestal, o que viria a permitir o aumento do dinheiro, associado a preocupações de fixação do litoral arenoso, proteção de áreas agrícolas, regularização dos leitos dos rios e também fixação de vertentes. O estado novo trouxe um novo alento à floresta Portuguesa, pois, este, preocupou-se em desenvolver e conservar as áreas florestais, tendo sido para isso importante o Plano de Povoamento Florestal em 1939 e o Fundo de Fomento Florestal em 1965.

Entre os anos de 1965 e 1974 foram arborizados 77 mil hectares graças ao Fundo de Fomento Florestal, tendo sido grande parte desta área arborizada em propriedades de grandes dimensões do sul do

país, encontrando estas na florestação, uma alternativa ao recuo do cereal desde os anos sessenta. Foi principalmente no pinheiro-bravo que assentou a arborização, embora também existisse uma aposta no montado de sobreiro.

A aposta no pinheiro-bravo devia-se a esta espécie ser uma espécie de crescimento rápido adaptável a solos esqueléticos, permitindo obter lucro em diversas frentes como a madeira, a produção de papel e a resina.

Durante o Estado Novo, o eucalipto era muito pouco utilizado, ocupando este em 1956 unicamente 76 hectares.

A arborização ocorrida durante o Estado Novo servia múltiplos interesses, não sendo estes, interesses unicamente ligados à produção de madeira ou à correção hidrológica, servia também interesses militares, o Plano de Povoamento Florestal de 1939 aparece associado a esses interesses, tendo em conta que um dos objetivos centrais da arborização de áreas fronteiriças esta ligada a questões de defesa nacional.

Posteriormente a 1974 existiu um acentuar do despovoamento do interior, assim como, uma acentuada diminuição da exploração do pinheiro-bravo, existindo preferência para os povoamentos de eucalipto, pelo facto de ser uma espécie de crescimento rápido capaz de permitir obter rendimento num intervalo de tempo inferior. Para tal concorriam-se a financiamentos existentes do Fundo de Fomento Florestal e do Banco Mundial pelo Projeto Florestal Português (1981), tendo estes sido direcionados para a plantação de eucaliptos, muito atrativo para os proprietários pelo facto de se traduzir num rendimento rápido, aproveitando deste modo a aposta do Estado neste sector industrial.

Após o 25 de Abril de 1974 os incêndios florestais vieram a ser um dos maiores problemas da floresta nacional, tendo existido um aumento expressivo de área ardida, chegando mesmo, esta a qua- ►►

druplicar até 1980 (APIF, 2005), ano este em que foi criado o primeiro Serviço Nacional de Bombeiros pelo Ministério da Administração Interna, e pouco depois o Serviço Nacional de Proteção Civil, e com a publicação do Decreto-Regulamentar nº 55/1981, foram estabelecidas as competências de todas as entidades envolvidas, tendo a abordagem aos incêndios florestais passado a ser feita no âmbito da Proteção Civil, dando prioridade ao edificado e as populações, cabendo aos Serviços Florestais a responsabilidade pela prevenção e deteção, tendo-se deixado de contar com a experiência desta instituição no combate ao incêndios.

Com a entrada de Portugal em 1986 na então Comunidade Económica Europeia Portugal passou a contar com os fundos dos Quadros Comunitários de Apoio que vieram permitir grande aposta na arborização. Os povoamentos de eucalipto tornaram-se numa opção rentável, devido à rentabilidade possível da espécie, o que só mais tarde se viria a modificar, nomeadamente nos finais dos anos 90, altura em que aspetos de ordem económicos tornariam menos rentável a aposta neste tipo de povoamentos.

No século XXI são colocados alguns desafios à floresta Portuguesa, assim como, uma gestão adequada, preocupações com a sustentabilidade dos espaços florestais e com as pragas. Todavia o fenómeno que mais áreas florestais destroem em Portugal é sem sombra de dúvida os incêndios florestais.

2 - Os incêndios florestais em Portugal Continental

Nas últimas décadas os incêndios florestais têm destruído Mha de espaços florestais em Portugal Continental. Todavia, este fenómeno não é novo, mas tem conhecido nos últimos anos uma maior mediatização, tendo sido as áreas ardidas expressivas, e vindo este a aproximar-se das populações colocando vidas humanas em risco, assim como, bens, equipamentos e infraestruturas.

No intervalo de tempo 1981-2010 de acordo com dados da AFN, foram consumidos pelas chamas aproximadamente 3.300,000 Mha, podendo-se dizer que de acordo com os dados do IFN 2010, no referido intervalo de tempo ardeu uma área praticamente igual à atualmente ocupada por povoamentos florestais.

Encontram-se bem patentes nas nossas memórias os Verões de 2003 e 2005, devido ao depauperar de centenas de milhar de hectares de floresta, bem como, avultados prejuízos causados pelos incêndios florestais. Apesar destas graves consequências, não são de todo novidade no panorama nacional, todavia, é fortemente marcada a tendência de áreas afetadas por este fenómeno desde 1974.

Dos dois terços que o país possui de áreas florestais, estes produzem distintos produtos essenciais para as atividades industriais, bem como, a pasta e papel, o mobiliário, a cortiça entre outros. Deste modo, o problema dos incêndios florestais coloca em causa a sustentabilidade de dois terços do território que são cobertos por florestas e matagais, sendo a floresta nacional principalmente privada, ou seja, dependendo assim dos privados boa parte do desenvolvimento deste setor.

A consecutiva perda de valor dos espaços florestais é assim uma tendência que interessa contrariar, pois, destes espaços depende, a criação de riqueza para o país. Desde início da década de oitenta o combate aos incêndios florestais tem sido feito no seio da proteção civil, sendo a sua ação direcionada principalmente para a proteção das populações e do edificado. Contudo, a ação da proteção civil também é, ou deverá ser, a proteção de tudo aquilo que garanta a subsistência das populações "Para além de quaisquer fatores emocionais ou políticos, tomar opções com base em aspetos económicos, contrariar a perda de valor dos espaços florestais, também pode e deve constituir uma preocupação de proteção civil, enquanto esta tiver a responsabilidade de combater incêndios florestais." (VERDE, 2008, p.11).



2.1 Análise diacrónica da distribuição espacial das ocorrências de incêndios florestais e áreas ardidas em Portugal Continental

O aumento exponencial do número de ocorrências de incêndios florestais, verificado a partir do último quartel do século passado parece começar a inverter-se no início do presente século, sendo neste caso, considerado o ano 2005 como um ano anómalo, a par da importância das áreas ardidas, que apesar da sua instabilidade, apresenta principalmente nos últimos anos, valores muito relevantes, tendo estes resultado, particularmente das várias transformações sofridas pelos espaços florestais ao longo das últimas décadas.

Ao analisarmos as tendências de evolução no tempo, das ocorrências de incêndios florestais e das áreas ardidas, verificamos que estas são completamente distintas.

Quando se fala de número de ocorrências estas encontram-se intimamente associadas a causas humanas, negligência e dolo, que sucedem de diversos comportamentos e de atitudes há muito identificadas e que é de todo urgente alterar, quando se fala de, extensão de áreas ardidas estas estão diretamente associadas às condições meteorológicas que se fizeram sentir em cada um dos diferentes anos, a uma falta de ordenamento do território e de uma gestão florestal ineficiente, e em alguns casos, a alguma falta de eficácia da atuação dos meios de combate aos incêndios florestais.

Segundo Luciano Lourenço (2007, p.23) " (...) o brusco aumento do número de ocorrências registadas em 1981 teve a ver, sobretudo, com a alteração do método de apuramento estatístico dos dados, já o progressivo aumento notado ao longo da década de 90, se ficou a dever à generalização de um maior rigor no tratamento da informação estatística (...) ", os anos de 1995, 1998 e 2000, registaram os maiores valores durante este período, pelo facto de corresponderem a anos em que as condições meteorológicas foram particularmente favoráveis à deflagração de

incêndios florestais, todavia, este facto não se apresenta como determinante para a explicação do aumento do número das ocorrências, como se pode verificar com o sucedido em 1991, ano que apresenta muito menos ocorrências do que 1989 e que, anteriormente a 2003, detinha o valor máximo de área ardida, esse sim, em parte explicado por condições de natureza meteorológica.

No que diz respeito a área ardida, se a pouca representatividade existente nos anos 1987, 1988 e 1997 se de atribuir a condições meteorológicas pouco favoráveis à ignição e propagação de incêndios florestais, já o oposto não é de todo válido para o ocorrido nos anos de 2003 e 2005, pelo facto destas não poderem ser imputadas, exclusivamente, à onda de calor ocorrida de final de julho e princípio de Agosto, ou mesmo, às faíscas descarregadas por trovoadas secas mais especificamente nos dias 1 e 2 de Agosto de 2003, e nem mesmo ao ano de seca registado em 2005.

Estes aspetos foram importantes, mas para tal contribuíram também, de modo decisivo " (...) não só o estado de abandono a que se encontram votadas muitas das nossas matas e florestas, mas também a falta de ordenamento e de fiscalização do território, e, ainda, a falta de coordenação da generalidade dos meios de socorro que atuaram em grandes teatros de operações, bem como a falta de eficácia dessa atuação, quer devido à inexistência de formação dos intervenientes, quer ao uso de equipamentos inadequados, para mencionar apenas alguns dos aspetos mais flagrantes e frequentes." (LOURENÇO, 2007, p.26).

Nas últimas décadas assistiu-se a rápidas transformações do coberto florestal, estas, devidas sobretudo à grande incidência dos incêndios florestais, que, entre outras, possuíram como consequências uma intensa alteração das espécies, principalmente das autóctones. Atualmente as duas espécies mais representativas da floresta da região Norte e Centro de Portugal são o pinheiro bravo e o eucalipto, quan-



do anteriormente, as espécies predominantes eram o carvalho e o castanheiro.

Já no Sul, embora a representatividade do sobreiro e a azinheira ainda seja dominante, o eucalipto e o pinheiro manso já começaram a ganhar alguma representatividade e a ocupar áreas cada vez maiores, estas alterações, também contribuem para o aumento do número de ocorrências e, particularmente, para os grandes incêndios verificados nos últimos anos no Sul mais especificamente na serra Algarvia.

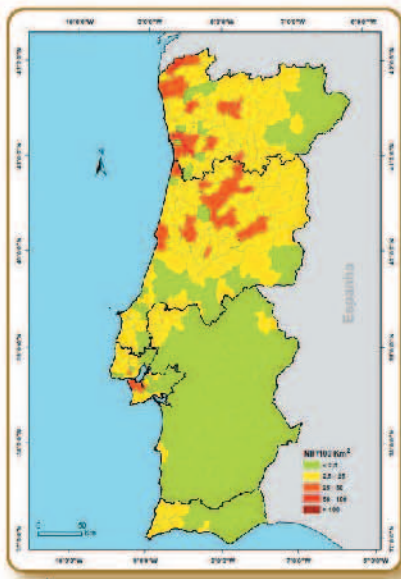
A distribuição temporal do número de ocorrências e das áreas queimadas apresenta comportamentos distintos, assim como, a sua repartição espacial apresenta diferentes padrões de dispersão.

Fazendo uma análise comparativa dos valores médios relativos ao primeiro quinquénio do período considerado, podemos verificar uma concentração do número de ocorrências nos municípios do Litoral e, mais especificamente próximo dos grandes centros urbanos do Porto, de Lisboa e de Viseu, situação que tem tendência a acentuar-se nos anos seguintes, tendo atingido o seu corolário no quinquénio de 1996-2000 prolongando-se para o início do presente século, com municípios dos distritos do Porto, Aveiro, Braga e Viana do Castelo, juntamente com alguns da área Metropolitana de Lisboa, a possuírem grande parte das ocorrências (fig. 1, 2, 5, 6, 9 e 10).

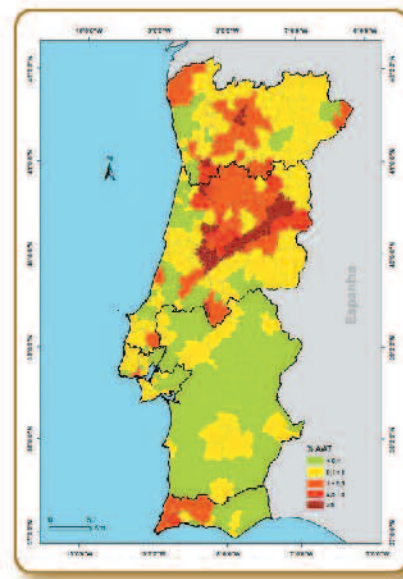
Este tipo de distribuição espacial ficou a dever-se a situações específicas daqueles contextos geográficos, que genericamente podem ser relacionados com a dispersão das habitações no meio da mancha florestal, como também a existência de pequenas unidades industriais do tipo familiar no interior do espaço florestal.

Já os municípios que em 1981-85 apresentavam maiores áreas ardidas situavam-se em áreas montanhosas do interior da região Centro e Norte de Portugal.

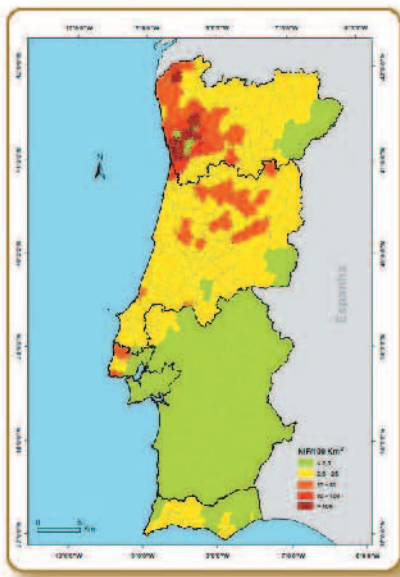
No Centro, estes municípios distribuem-se pelas áreas montanhosas da Cordilheira Central, do maciço marginal de Coimbra, da serra do Caramulo, do maciço da Gralheira, no Norte, os municípios mais atingidos correspondem, essencialmente, às serras do Marão e Alvão, no Sul, mais precisamente no Algarve, as áreas afetadas correspondem aos municípios que contem as serras de Monchique e do Caldeirão, podendo-se verificar uma associação muito forte das manchas queimadas, às áreas que apresentam um relevo mais acidentado (fig. 3, 4, 7, 8, 11 e 12).



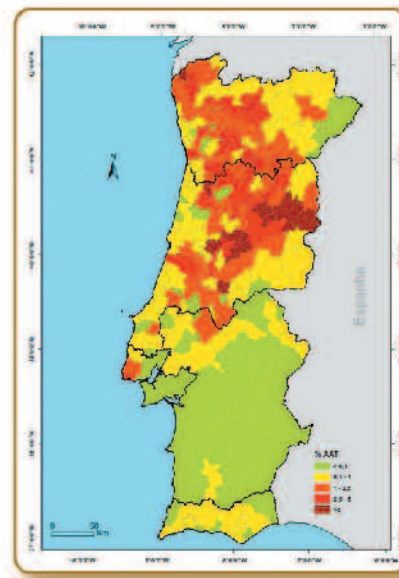
■ Figura 1 - Distribuição geográfica dos valores médios das ocorrências de incêndio florestal registadas por 100 km² em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1981 e 1985.



■ Figura 3 - Distribuição geográfica dos valores médios em percentagem das áreas queimadas em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1981 e 1985.

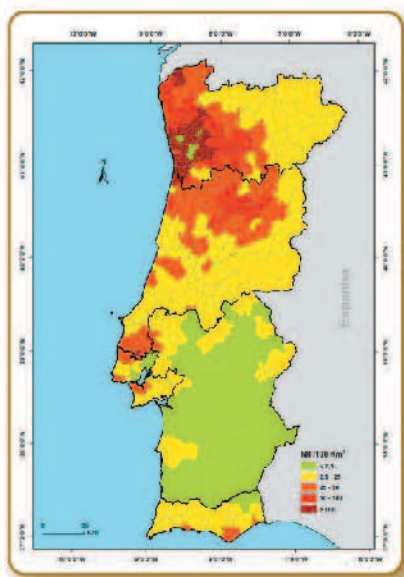


■ Figura 2 - Distribuição geográfica dos valores médios das ocorrências de incêndio florestal registadas por 100 km² em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1986 e 1990.

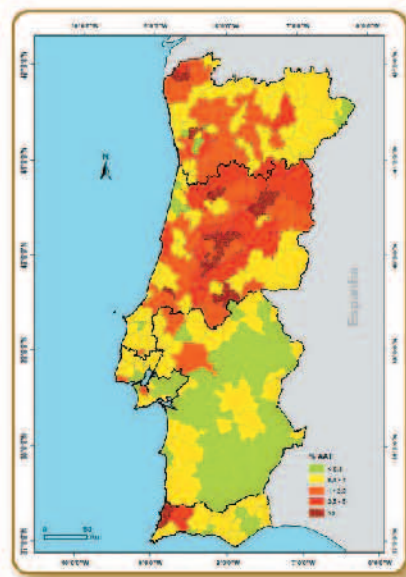


■ Figura 4 - Distribuição geográfica dos valores médios em percentagem das áreas queimadas em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1986 e 1990.

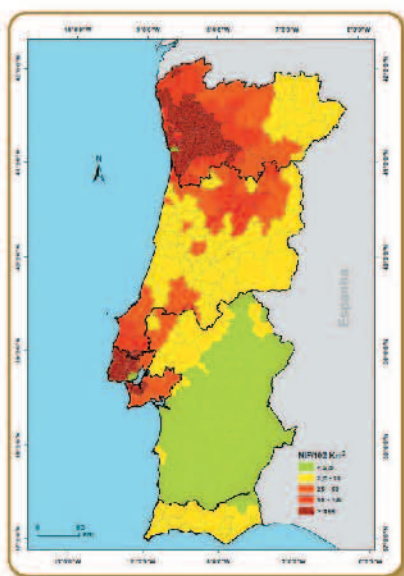




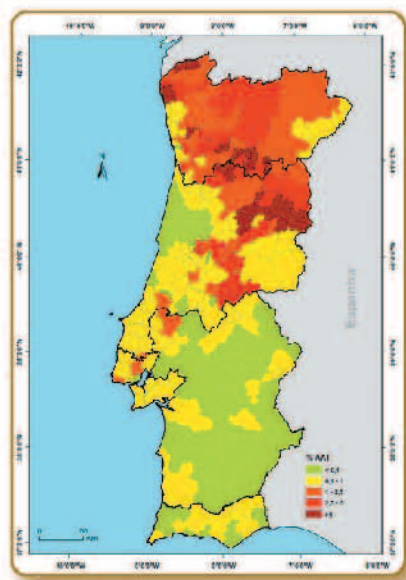
■ *Figura 5 - Distribuição geográfica dos valores médios das ocorrências de incêndio florestal registadas por 100 km² em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1991 e 1995.*



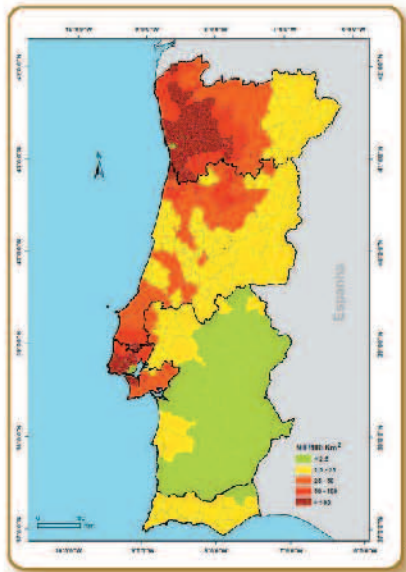
■ *Figura 7 - Distribuição geográfica dos valores médios em percentagem, das áreas queimadas em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1991 e 1995.*



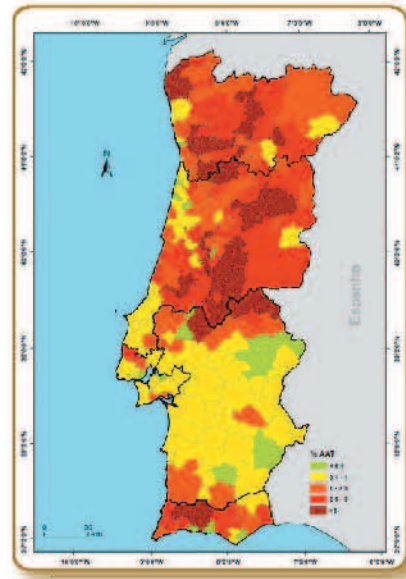
■ *Figura 6 - Distribuição geográfica dos valores médios das ocorrências de incêndio florestal registadas por 100 km² em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1996 e 2000.*



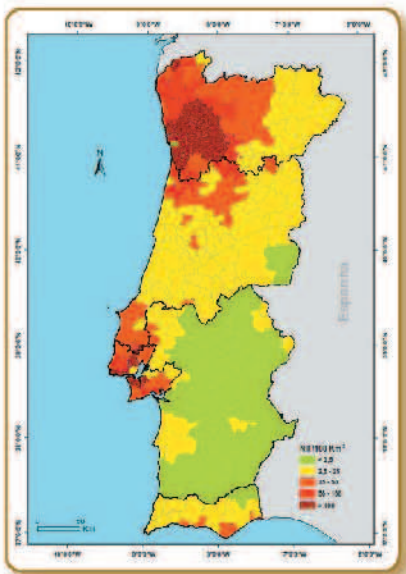
■ *Figura 8 - Distribuição geográfica dos valores médios em percentagem, das áreas queimadas em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1996 e 2000.*



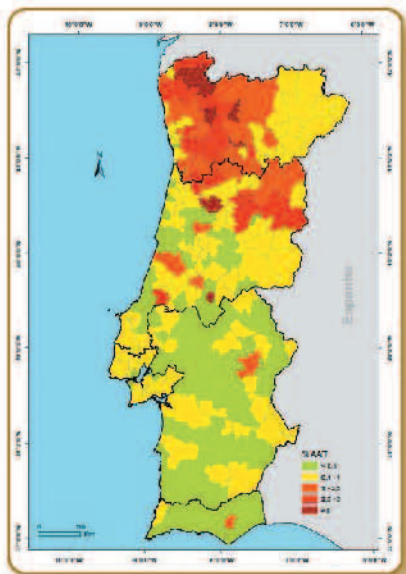
■ *Figura 9 - Distribuição geográfica dos valores médios das ocorrências de incêndio florestal registadas por 100 km² em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 2001 e 2005.*



■ *Figura 11- Distribuição geográfica dos valores médios em percentagem, das áreas queimadas em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 2001 e 2005.*

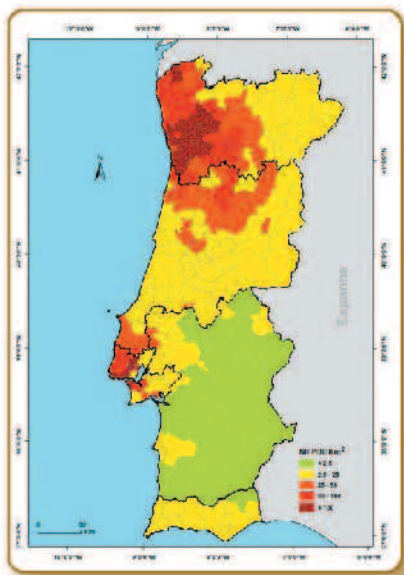


■ *Figura 10 - Distribuição geográfica dos valores médios das ocorrências de incêndio florestal registadas por 100 km² em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 2006 e 2010..*



■ *Figura 12 - Distribuição geográfica dos valores médios em percentagem, das áreas queimadas em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 2006 e 2010.*

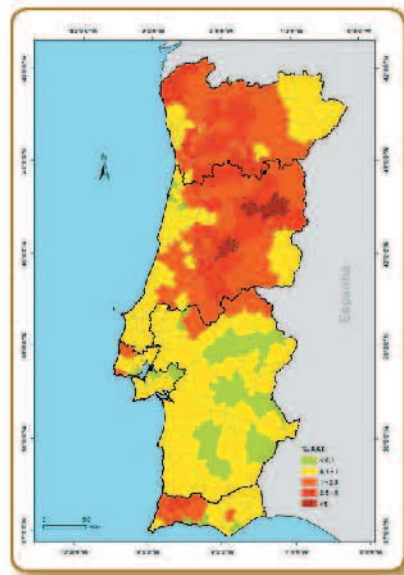




■ *Figura 13 - Distribuição geográfica dos valores médios das ocorrências de incêndio florestal registadas por 100 km² em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1981 e 2010.*

Nos quinquênios que se seguiram a situação agravou-se progressivamente, tendo atingido o seu auge no quinquénio de 2001-2006, em que unicamente uma parte do Alentejo e algumas áreas litorais foram poupadas, em termos médios, as áreas mais montanhosas continuaram a ser mais afetadas, mais aquelas que as envolvem (fig. 3, 4, 7, 8, 11 e 12), verificando-se assim que o relevo e a interioridade acabam por possuir um papel importante na explicação da distribuição geográfica da generalidade dos grandes incêndios florestais em Portugal Continental.

Quando fazemos a análise da situação média correspondente aos últimos 29 anos, esta, retrata, exatamente, aquilo que acabámos de descrever, ou seja, uma concentração do número de ocorrências em torno dos grandes centros urbanos do Porto, alastrando-se através de semicírculos concêntricos que se vão esbatendo em direção a Braga, para Norte, a Aveiro, para Sul, e a Vila Real e Viseu, para o interior, e de Lisboa, para Norte, contudo neste caso representa uma menor importância (fig. 13).



■ *Figura 14- Distribuição geográfica dos valores médios em percentagem, das áreas queimadas em cada um dos municípios de Portugal Continental entre 1981 e 2010.*

Nos últimos vinte e nove anos, as áreas mais afetadas pelo fogo foram praticamente todos os municípios da região Centro e Norte, com menor significado nos municípios do Litoral e em alguns dos municípios raianos, com específica incidência nos que se desenvolvem ao longo da Cordilheira Central e na serra de Monchique (fig. 14).

Nos quinquênios que se seguiram a situação agravou-se progressivamente, tendo atingido o seu auge no quinquénio de 2001-2006, em que unicamente uma parte do Alentejo e algumas áreas litorais foram poupadas, em termos médios, as áreas mais montanhosas continuaram a ser mais afetadas, mais aquelas que as envolvem (fig. 3, 4, 7, 8, 11 e 12), verificando-se assim que o relevo e a interioridade acabam por possuir um papel importante na explicação da distribuição geográfica da generalidade dos grandes incêndios florestais em Portugal Continental.

Quando fazemos a análise da situação média correspondente aos últimos 29 anos, esta, retrata, exatamente, aquilo que acabámos de descrever, ou seja, uma concentração do número de ocorrências em

torno dos grandes centros urbanos do Porto, alastrando-se através de semicírculos concêntricos que se vão esbatendo em direção a Braga, para Norte, a Aveiro, para Sul, e a Vila Real e Viseu, para o interior, e de Lisboa, para Norte, contudo neste caso representa uma menor importância (fig. 13).

Nos últimos vinte e nove anos, as áreas mais afetadas pelo fogo foram praticamente todos os municípios da região Centro e Norte, com menor significado nos municípios do Litoral e em alguns dos municípios raianos, com específica incidência nos que se desenvolvem ao longo da Cordilheira Central e na serra de Monchique (fig. 14).

2.2 - Aplicação do Índice de risco histórico-geográfico a Portugal Continental

Neste ponto será aplicado o Índice de risco histórico-geográfico ao território nacional, mais especificamente a Portugal Continental, começando por apresentar a metodologia a aplicar e posteriormente analisando os resultados obtidos através da cartografia gerada.

2.2.1 - Apresentação da Metodologia

O índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal procura refletir o risco mais frequente numa dada região. Este considera-se geográfico porque tem em conta a distribuição espacial dos incêndios florestais, sendo histórico, na medida que se fundamenta na história dendrocaustológica⁽¹⁾, nomeadamente no número de incêndios florestais e extensão da área ardida da unidade territorial considerada, assim como, na sua evolução ao longo do tempo.

O número de incêndios florestais e as áreas ardidas de forma indireta refletem as variáveis envolvidas no processo, desde as condições de natureza física, até às causas diretas e indiretas da origem do fogo, particularmente de origem antrópica, passando mesmo pela própria eficiência ou não do combate ao fogo.

A materialização do índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal é determinada pela fórmula.

$$IRHG = \frac{\sum_i^n (AA_i^2 \cdot NIF_i)}{A \cdot n} \left(\frac{\bar{A}}{32290} \right)$$

IRHG – Índice de risco histórico-geográfico da unidade territorial em análise (mancha florestal, freguesia, concelho, distrito, sub-região, região entre outros);

AAi – Área ardida (ha) na unidade territorial em análise, ao longo do intervalo de tempo (ano) considerado;

NIFI – Número de ocorrências de fogos florestais na unidade territorial, ao longo do período de tempo (ano) considerado;

A – Área da unidade (ha) territorial em análise;

\bar{A} – Área média (ha) do conjunto das unidades territoriais do tipo em análise;

32290 – Área média (ha) dos concelhos do Continente, unidade base de determinação do índice.

n – Número de anos correspondentes ao intervalo de tempo considerado;

i – Ano inicial dos anos correspondentes ao intervalo de tempo considerado.

Esta metodologia foi desenvolvida pelo Professor Doutor Luciano Lourenço no volume III da coletânea cindínica, mais especificamente na obra Risco Dendrocaustológico em Mapas de 2004.

Os primeiros estudos efetuados foram aplicados aos concelhos, todavia, esta metodologia quando aplicada a outras unidades administrativas verificou-se que os limiares de separação entre as classes eram distintos dos obtidos para os concelhos, surgindo assim, a necessidade do autor definir um fator de correção capaz de anular as alterações introduzidas pela diferença de superfície existente entre as distintas unidades territoriais.

(1) A dendrocaustologia é a terminologia utilizada para identificar a ciência que estuda os incêndios florestais. Esta designação é oriunda do grego, mais precisamente dos termos: *dendron* que significa "árvore"; *kaustos* "que arde" (derivado do verbo *kaio* ou *kao* "incendiar", "fazer queimar", "consumir pelo fogo", "acender"); *logos* "palavra", "discurso", "razão", "ciência", "tratado".



Deste modo, este recorreu à divisão da área média de cada unidade territorial pela área média dos concelhos(2), unidade administrativa que serve como base, passando assim os limites de separação das classes a ser idênticos.

A aplicação desta metodologia a diferentes unidades administrativas e geográficas facilita assim a comparação entre unidades territoriais com diferentes dimensões.

Esta metodologia, continua assim, a contemplar as premissas da metodologia anterior, estabelecendo, uma relação entre a área média ardida por concelho e o número de incêndios florestais por concelho, num determinado intervalo temporal.

Nesta medida, a análise que se segue pretende fazer a avaliação do risco histórico-geográfico de fogo florestal, mostrando a evolução verificada nas três últimas décadas, nos concelhos de Portugal Continental.

O risco histórico-geográfico de fogo florestal possui uma hierarquização em cinco classes, permitindo assim fazer uma diferenciação por classe de risco (quadro 1).

Situação	Classe de Risco	Intervalos de Classe	Cor
Baixo Risco	1 - Reduzido	0 – 29,9	Verde
Médio Risco	2 – Moderado	30 – 299,9	Amarelo
Alto Risco	3 – Elevado	300 – 2999,9	Vermelho Claro
	4 – Muito Elevado	3000 – 29 999,9	Vermelho
	5 - Máximo	≥ 30 000	Vermelho Escuro

■ **Quadro 1 – Classes de índice de risco histórico-geográfico e seus valores limites. Fonte: L. LOURENÇO, 2004, p.181.**

2.2.2 - Análise e interpretação dos resultados

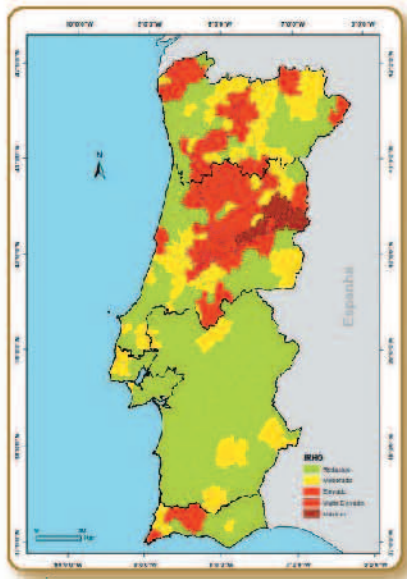
Com aplicação do índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal, por concelhos no Continente, podemos verificar claramente, que os concelhos das Regiões Centro e Norte de Portugal, são aqueles que apresentam um risco mais elevado, bem como, estes, apresentam um contínuo agravamento do risco de incêndio florestal ao longo do tempo. Sendo que é no quinquénio de 2001-2005 que verificamos o corolário desta situação, passando assim o conjunto de classes de “risco mais elevado” a ter uma representatividade de 64% dos concelhos do continente, vindo este valor a decair abruptamente no quinquénio seguinte para 30%, passando a representar um valor inferior a metade do registado no quinquénio anterior (quadro 1, fig. 19 e 20).

Observa-se um agravamento generalizado do primeiro quinquénio para o segundo e do segundo para o terceiro, nos concelhos das Regiões Centro e Norte (fig. 15, 16 e 17), entre o terceiro e o quarto quinquénio, existe um agravamento da situação dos concelhos da Região Norte.

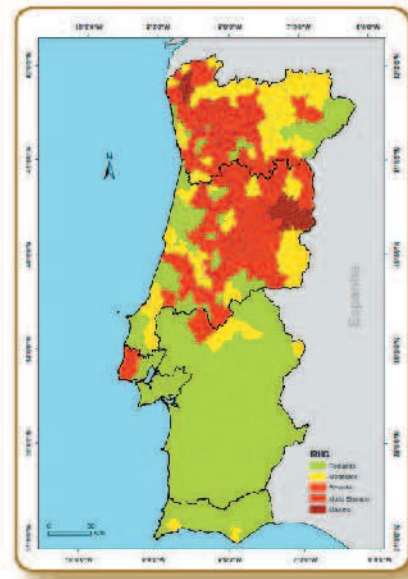
No que diz respeito ao risco máximo podemos encontrar o seu expoente máximo no quinquénio de 2001-2005, em que trinta concelhos possuem essa classificação, representando assim 11% do total dos concelhos do continente e um aumento do quinquénio anterior para este de 131% (fig. 18 e 19) só nesta classe. Facilmente se pode verificar que o quinquénio de 2001-2005 foi anómalo, não sendo recorrente com muita frequência, tendo contribuído em grande medida para tal panorama os registos invulgares dos anos de 2003 e 2005.

O quinquénio de 2001-2005 foi muito marcante para a sociedade portuguesa no

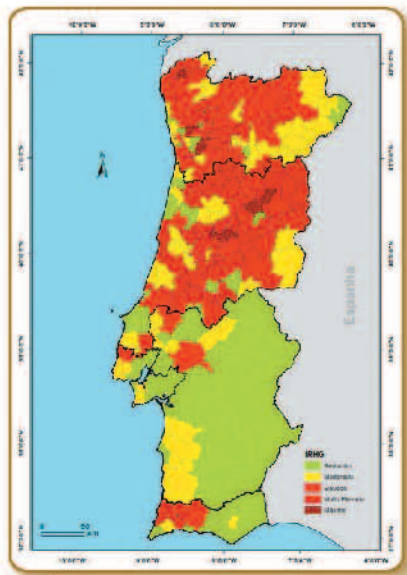
(2) Distritos – 492 320 ha; NUT III – 317 130 ha; Concelhos – 32 290 ha; Freguesias – 2 210 ha; assim sendo ADist./AConc. = 15,3; ANUT/AConc. = 9,8; AConc./AConc. = 1; AFreg./AConc. = 0,07, passando assim os fatores de correção a ser respetivamente 15,3; 9,8; 1 e 0,07.



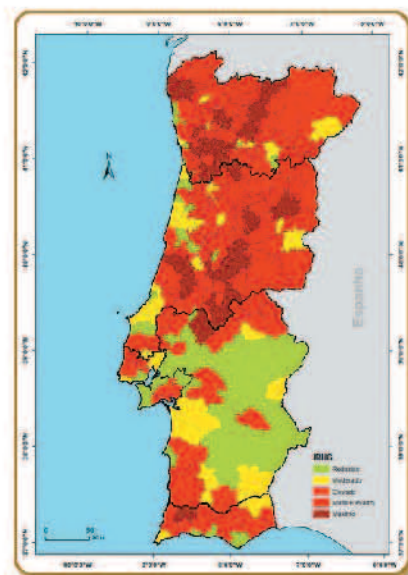
■ Figura 15 - Índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal em Portugal Continental entre 1981 e 1985.



■ Figura 16 - Índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal em Portugal Continental entre 1986 e 1990.

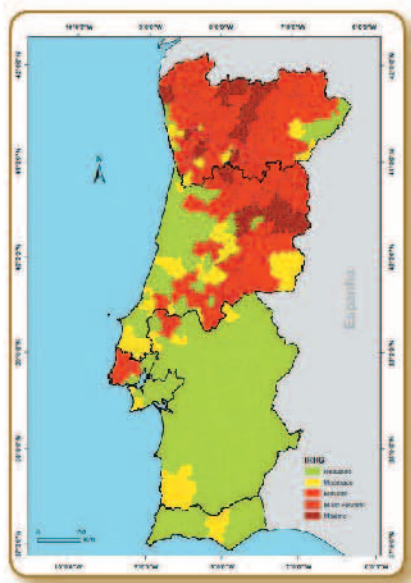


■ Figura 17 - Índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal em Portugal Continental entre 1991 e 1995.

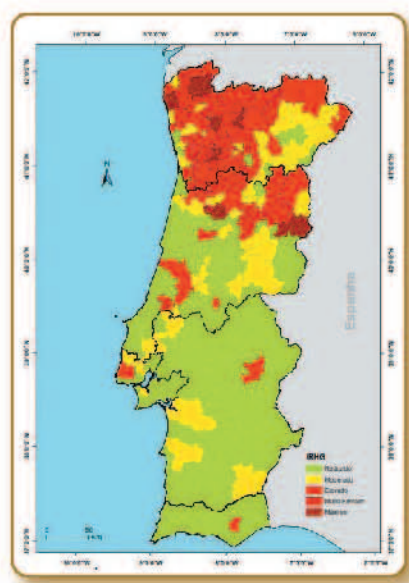


■ Figura 19 - Índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal em Portugal Continental entre 2001 e 2005.

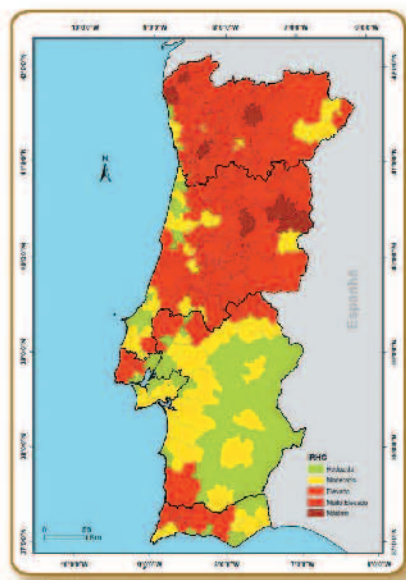




■ Figura 18 - Índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal em Portugal Continental entre 1996 e 2000.



■ Figura 20 - Índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal em Portugal Continental entre 2006 e 2010.



■ Figura 21 - Índice de risco histórico-geográfico de fogo florestal em Portugal Continental entre 1981 e 2010.

que diz respeito a incêndios florestais, pois o continente foi assolado por este flagelo quase na sua totalidade, sendo o Alentejo a Região do país menos afetada, principalmente o Alentejo Interior.

No último quinquénio existiu um marcante abrandamento dos incêndios florestais no país, traduzindo-se numa abrupta descida nas classes de risco da generalidade dos municípios portugueses (quadro 2 e fig. 20), mantendo-se na mesma em destaque a Região Norte, mas com um menor número de municípios com uma classificação mais elevada. A nível nacional existem uma série de municípios que nos diferentes quinquénios vêm a ser classificados como possuindo risco máximo, todavia, só alguns destes tem prevalecido com essa classificação praticamente na generalidade de todos os quinquénios.

Numa análise comparativa mais atenta desta cartografia podemos verificar que existe uma deslocação geográfica cada vez mais para sul, dos concelhos com risco de incêndio florestal mais elevado.

Quando a esta metodologia é aplicada não por quinquénio mas sim há totalidade da série temporal, podemos verificar quais são os municípios que efetivamente possuem uma classificação de risco máximo de incêndio florestal, sendo eles Guarda, Sabugal e Seia respetivamente, isto na Região Centro, já na Região Norte estes são Penafiel, Viana do Castelo, Vila Pouca de Aguiar e Paredes de Coura respetivamente.

No que diz respeito a concelhos com risco reduzido estes concentram-se nas Regiões do Alentejo e Este Algarvio, já com risco elevado aparece o Litoral Centro Trás-os-Montes e o Oeste Algarvio, no que diz respeito ao risco muito elevado, os concelhos que se evidenciam localizam-se no Interior Centro-Norte e Litoral Norte e Interior, encontrando-se o risco máximo localizado na sua maioria na Cordilheira Central mais especificamente na Região da Guarda.

A presente metodologia permite cartografar detalhadamente e em simultâneo áreas queimadas e o número de incêndios florestais por concelho, possibilitando assim, a identificação dos concelhos com maior sensibilidade ao fogo, logo com maior risco histórico-geográfico de fogo florestal. Esta fórmula baseia-se em fatores passados, nesta medida, encontra-se sujeita a que uma determinada tendência apresentada num dado espaço de tempo sofra alterações, pois esta poderá ser pontual e bruscamente alterada, na eventualidade de serem introduzidos novos fatores, com um peso local muito forte e a sua influência muito curta no tempo, assim como, os pirómanos. Sempre que se possui uma série temporal o mais longa possível de observações no tempo e no espaço, algumas dessas situações acabam por estar contempladas, contudo, o seu efeito esbate-se na mesma relação que aumenta a série temporal.

O risco histórico-geográfico de fogo florestal permite fazer uma reflexão indireta sobre os fatores de ordem física que potenciam a progressão dos incêndios florestais, assim como, sobre a ação antrópica que contribui deliberadamente ou não para um aumento dos do número de incêndios florestais.

Deste modo, este pode e deve contribuir como um auxiliar para o planeamento e ordenamento florestal, seja na prevenção direta e combate de incêndios florestais, ou até mesmo, no planeamento de projetos de regeneração de áreas destruídas por fogos florestais, de infraestruturas e equipamentos para apoio ao combate aos incêndios e apoio a múltiplas atividades desenvolvidas na floresta.

3 - O Risco de Incêndio Florestal e a Ação Antrópica

É importante entender que os incêndios florestais não possuem a sua génese na “Geração Espontânea”, ou seja, a sua eclosão está na esmagadora maioria das vezes associada à ação humana, seja esta deliberada ou não, estes pouco ou nada tem a ver com causas naturais. O motivo da eclosão ou ignição destes, nada tem a ver com a dimensão que estes possam vir a atingir, pois, a sua progressão, vai ser influenciada por inúmeros fatores, nesta medida, importa não confundir os fatores que potenciam ou facilitam a sua progressão com os que se encontram na sua origem.

Portugal possui um clima com características Mediterrâneas, regra geral com verões quentes e secos, os quais favorecem a rápida progressão dos fogos florestais.

É principalmente na época estival que ocorrem a generalidade dos incêndios florestais, sendo variável de ano para ano de acordo com as condições meteorológicas, podendo esta estender-se de finais de junho até ao início de Outubro, são contudo os meses de julho, Agosto e setembro os que apresentam maior risco de deflagração e rápida progressão de fogos.

A existência de condições meteorológicas favoráveis à progressão dos incêndios florestais nomeadamente temperatura máxima, humidade relativa mínima, rumo e intensidade do vento faz aumentar exponencialmente o risco de incêndio.



O risco de fogo florestal comporta outras variáveis para além das meteorológicas, importa também considerar parâmetros de natureza física, tal como a altitude, exposição de vertentes, declives, tipo e estado da vegetação, disponibilidade hídrica do solo entre outras.

Segundo Domingos Xavier Viegas (1989, p.9) “o potencial florestal do nosso País permite atingir cerca de 50% da área do território, à custa de redução da área agrícola ou inculta.”, contudo, a área afeta ao uso florestal tem vindo a diminuir nas últimas décadas, e não é porque exista um aumento da área agrícola, antes pelo contrário, esta tem vindo a diminuir ao contrário da área de matos e incultos.

De acordo com dados do Instituto dos Produtos Florestais de 1988 a área territorial afeta ao uso agrícola representava 48,1%, já em 2010 de acordo com os dados preliminares do 6º Inventário Florestal Nacional esta representava 24%, ou seja, sensivelmente, desde 1986 com a entrada de Portugal na então Comunidade Económica Europeia até à atualidade existiu uma redução para metade da área afeta ao uso do solo agrícola.

Quando falamos de agricultura é igualmente importante saber quais os quantitativos populacionais afetos a esta atividade, bem como, a sua variação nas últimas décadas, de acordo com dados do INE de 1960 a 2011 existiu uma redução dos efetivos neste setor de atividade de 91%, já o setor secundário registou um aumento de 26% e o terciário de 232%. Estas alterações na estrutura profissional vão ter importantes reflexos no território em geral e em particular no uso e gestão dos espaços agrícolas e florestais.

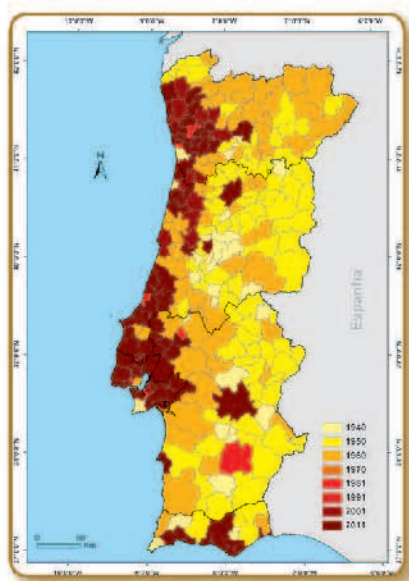
De acordo com os dados do Arrolamento geral de gados e animais de capoeira de 1934 e dados do Recenseamento Geral da Agricultura de 2009, quando analisamos a evolução do número de cabeças de gado caprino e ovino para estes intervalos de tempo podemos verificar que existiu uma variação negativa de 69% e 32% respectiva-

mente. Essa diminuição do número de cabeças de gado vai ter influência direta na redução dos combustíveis, tanto dos que faziam parte da sua dieta alimentar, como dos que eram utilizados para fazer as suas camas e que, posteriormente originavam estrumes de origem orgânica com que se fertilizavam as terras, tal deixou de ser feito levando assim ao aumento de combustíveis no solo dessas áreas agrícolas e florestais, potenciando deste modo a progressão dos incêndios florestais.

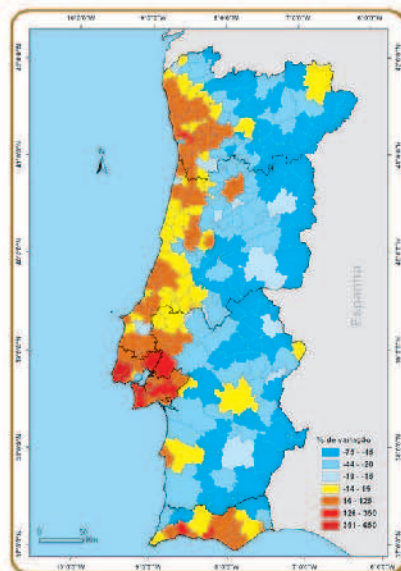
Contudo a criação destes pequenos ruminantes atualmente é feita noutros moldes diferentes dos tradicionais, tendo assim bem menos importância para a redução do risco de incêndio do que outrora. Existem ainda outros fatores que contribuem para que os resíduos florestais passassem a ficar nas matas “a substituição do carvão e da lenha pelo gás e eletricidade, levou à alteração das fontes tradicionais de energia e permitiu que as matas ficassem repletas de resíduos combustíveis.” (L. LOURENÇO, 2004c, p.40).

Nos últimos 70 anos a Geografia Humana de Portugal sofreu profundas alterações, alterações estas, que deixaram profundas marcas no território, como é o caso da mudança de comportamentos da sociedade portuguesa que vai possuir repercussões nos incêndios florestais.

É nos anos cinquenta e sessenta que parte significativa dos concelhos de Portugal atinge o seu máximo populacional, localizando-se estes quase na sua totalidade nas Regiões Centro-Interior, Alentejo e Interior-Norte (fig. 23). As áreas litorais têm-se mostrado muito atrativas nos últimos cinquenta anos, vindo a atrair de forma gradual consideráveis efetivos populacionais, atingindo, deste modo, os máximos populacionais no presente século (fig. 22 e 23).



■ Figura 22 - Ano censitário de população concelhia máxima, 1940-2011.



■ Figura 23 - Variação da população por concelho, 1960-2011.

Os anos 1960-1973 representam o período de maior intensidade dos movimentos internos com destino às áreas do litoral, em geral, mais especificamente para as cidades do litoral. A intensidade destes movimentos, plasma a diferenciação espacial da modernização da sociedade e da economia portuguesa.

Contudo as emigrações tem afetado de forma crescente o sociedade portuguesa, provocando a aceleração da quebra da taxa de natalidade, devido às características seletivas dos efetivos populacionais de saída, que envolvem em particular jovens do género masculino em idade ativa, sendo as áreas rurais do interior regra geral mais afetadas. Assim sendo, a diminuição da população e o sobre envelhecimento torna-se um facto incontornável.

Considerações Finais

Os incêndios florestais são exclusivamente o reflexo das mutações ocorridas na sociedade portuguesa nos últimos 70 anos. O despovoamento do interior, o abandono da agricultura, da pecuária e das atividades ligadas à floresta, possuem consequências na forma como é feita o uso e gestão do espaço, assim como, o estado em que este se encontra.

Torna-se praticamente impossível conseguir um adequado planeamento, ordenamento e gestão do espaço florestal sem a presença do ser humano nestas áreas e nas envolventes.

Independentemente da origem dos incêndios e do número de ocorrências só existem grandes incêndios e elevadas áreas ardidas “se existir o que arder”, ou seja, se as matas e as florestas estiverem devidamente limpas no caso de existir um foco de incêndio este será prontamente instinto. Todavia, esta realidade não é tão simples quanto isso, pois a efetivação de tal premissa depende de múltiplos agentes.

Por muito dinheiro que se invista no combate e supressão dos incêndios florestais, e por muitas vidas que se percam nesta luta esta só será justa quando for feita a devida limpeza dos espaços florestais, quer sejam eles públicos ou privados. A partir desse momento todas as outras ações de planeamento, ordenamento e gestão florestal a montante e a jusante ganharam uma maior amplitude, até lá tudo o que for feito servirá praticamente, única e exclusivamente para atenuar os seus efeitos.



Atualmente a floresta e a agricultura podem representar uma oportunidade para o país, assim como, para os portugueses, na medida que, podem ajudar o país a diminuir a sua dependência externa e equilibrar a balança comercial, nesta medida, podem ser também geradoras de emprego para a população rural e até mesmo atrair população urbana.

É de todo urgente que as entidades competentes reconheçam na agricultura e na floresta verdadeiros motores para economia, de modo a poderem apoiar as populações e os empresários a potencial esses recursos.

Nas últimas décadas existiu uma gradual substituição das espécies autóctones do território por outras, sendo as espécies autóctones espécies que se encontravam adaptadas ao clima, assim como, aos incêndios florestais, já as novas espécies florestais, nomeadamente o eucalipto e o pinheiro-bravo são altamente inflamáveis, o que no caso de um incêndio florestal o torna muito difíceis de controlar. Essa opção é compreensível na medida que o ciclo de corte destas espécies é mais reduzido do que o ciclo de corte das espécies autóctones, fazendo aumentar exponencialmente a rentabilidade da floresta, todavia, também faz aumentar o risco de incêndio florestal.

No futuro é importante que não se tenda para uma utilização de duas ou três espécies florestais exclusivamente, pois essa situação teria graves consequências para a biodiversidade, assim como, em caso de incêndio florestal este seria difícil de controlar, devendo existir na floresta uma compartimentação de folhosas/resinosas por uma questão de segurança.

Com as capacidades tecnológicas do mundo contemporâneo é cada vez mais urgente proceder à elaboração do cadastro geométrico vetorial da propriedade rústica atualizado, pois este, pode servir vários fins, para além de atualizar a

informação existente no que diz respeito à propriedade, este pode também trazer rigor geoposicional, bem como, no cálculo de medidas e agilização de acesso à informação. Esta informação para além de ser importante na óptica da receita fiscal é também muito importante para o planeamento, ordenamento e gestão territorial, podendo ser muito útil para proceder à notificação dos proprietários florestais para limpeza das suas propriedades.

Outra medida estratégica futura deveria ser a elaboração de cartas de aptidão florestal e agrícola a múltiplas escalas, devendo estas ser detentoras de elevado rigor com o intuito de se tornarem potenciadoras da alteração do uso do solo, criação de emprego e valor económico.

As duas propostas anteriores podem ainda culminar na criação de um banco de terras a nível nacional, podendo essas possuir aptidão agrícola ou florestal, sendo posteriormente possível desenvolverem uma página na internet com uma plataforma Websig para potenciar o acesso generalizado à informação.

Referências Bibliográficas

- APIF (2005) – Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios, MADRP, Miranda do Corvo, 236p.
- MACHADO, Cristina (1998) – Cartografia de Risco de Ignição de Fogos Florestais. O Factor Humano nos Índices Globais de Risco. Tese de mestrado em Gestão de Recursos Naturais. Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 72p.
- REBELO, Fernando (2003) – Riscos naturais e Ação Antrópica. Estudos e Reflexões. Coimbra, Imprensa da Universidade, 286p. (2ª edição).
- REBELO, Fernando (2005) – Uma Experiência Europeia em Riscos Naturais. Coimbra, Minerva, Coimbra, 123p.
- VERDE, João (2008) – Avaliação da Perigosidade de Incêndios Florestais. Tese de mestrado em Geografia Física Especialização em Geografia Física, Recursos e

Riscos Ambientais. Lisboa, Universidade de Lisboa, 97p.

- LOURENÇO, Luciano (2004a) – Riscos Naturais e Protecção do Ambiente. Coimbra, Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, 180p.
- LOURENÇO, Luciano (2004b) – Risco Meteorológico de Incêndio Florestal. Coimbra, Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, 188p.
- LOURENÇO, Luciano (2004c) – Risco Dendrocaustológico em Mapas. Coimbra, Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, 201p.
- LOURENÇO, Luciano (2004d) – Manifestações do Risco Dendrocaustológico. Coimbra, Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, 174p.
- LOURENÇO, Luciano (2004e) – Risco de Erosão após Incêndios Florestal. Coimbra, Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, 199p.
- LOURENÇO, Luciano (2006) – Paisagens de Socalcos e Riscos Naturais em Vales do Rio Alva. Coimbra, Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, 223p.
- LOURENÇO, Luciano (2007) – Riscos Ambientais e Formação de Formadores. Projecto de Sensibilização e Educação Florestal da População Escolar. Coimbra, Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, 223p.
- VIEGAS, Domingos Xavier (1989) – Manual sobre Incêndios Florestais. Lisboa, Secretaria-Geral do Ministério do Planeamento e da Administração do Território, 89p.
- http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main
- <http://www.icnf.pt/portal/icnf/rh/siadap/siadap>

A Evolução da Fotogrametria ao Longo da História

■ ■ ■ ■ ■ Pedro Inácio
1Sarg Eng

■ ■ ■ ■ ■ Bruno Correia
2Sarg Art

Por opção do autor, este artigo está redigido segundo os instrumentos ortográficos ao Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990.

O ser humano sempre teve a necessidade de conhecer o planeta em que vivia, contudo, à medida de que foi dispondo de cada vez mais informação, foi necessário começar a inventariar, classificar, medir e quantificar essa cada vez maior e diversificada quantidade de informação.

É bem conhecida a importância da fotografia aérea e da imagem digital, no que diz respeito à riqueza dos dados aí contidos, tanto no que respeita a características naturais, assim como as resultantes das actividades humanas. Contudo, são necessárias ferramentas ou soluções capazes de responder à identificação e medição de muitos dos elementos identificados nas imagens. É assim, que surge o conceito de fotogrametria.

Introdução

A Fotogrametria, tal como a conhecemos, é relativamente recente, mas a sua antecessora surgiu nos meados do Século XIX, mais precisamente em 1858 na França, com o Coronel Aimée Laussedat, que a denominou de "**Metrofotografia**", tendo existido inúmeros avanços desde então, todos eles motivados pelas tecnologias disponíveis à época assim como pela necessidade cada vez mais crescente de informação fotogramétrica.

Morfologicamente, a palavra fotogrametria deriva do grego de "*Photon*" que significa luz, de "*graphos*" que significa algo desenhado ou escrito e "*mefron*" que significa medir.

Como definição fotogrametria é o conjunto de técnicas que permitem recolher informação fidedigna e reconstruir um objecto tridimensionalmente a partir de medições realizadas através de fotografias ou de outras imagens do objecto. A componente analítica está actualmente na base de todas as operações fotogramétricas implementadas em estações fotogramétricas digitais permitindo determinar a forma, posição e dimensão de objectos no espaço.

Os avanços desta tecnologia têm sido enormes, alcançando imensa utilidade prática e usos mais diversos. Hoje em dia, surge com um enorme potencial, principalmente na sua versão mais recente, denominada de Fotogrametria Digital.

Mas antes da era digital houve ainda outras 3 sendo elas:

1850 a 1900 – Fotogrametria Pioneira

O objecto é restituído determinando ângulos e calculando distâncias por meio de várias fotografias do objecto

1901 a 1952 – Fotogrametria Analógica

O objecto é restituído com base num modelo estereoscópico orientado, utilizando aparelhos ópticos e mecânicos

1953 a 1972 – Fotogrametria Analítica

O objecto é restituído com base no modelo matemático associado à fotografia e à estereoscopia

A partir de 1980 – Fotogrametria Digital

O objecto é restituído a partir de imagens digitais

Historicamente falando, a fotogrametria surgiu no Século XV com a representação fiel de espaços tridimensionais num plano, conhecidas como representações perspectivas.

Mas outras datas importantes existiram durante a evolução da fotogrametria ao longo da história.

1839 – Louis Daguerre inventa a fotografia (daguerreótipo)

1851 – Coronel francês Laussedat utiliza pela 1ª vez fotografias para medições;

1858 – Gaspard Félix Tournachon utiliza um

balão de ar quente como plataforma de observação para obtenção de dados

1859 - Coronel francês Laussedat constrói a 1ª câmara métrica;

1861 – Coronel francês Laussedat elabora a planta da cidade de Paris

1899 – Finsterwalder cria a orientação analítica e aerotriangulação analítica

1903 – Irmãos Wright – 1º voo com motor (EUA)

1915 – O. Mebter – 1ª câmara métrica aérea
- Max Gasser – duplo projector – restituição por estereoscopia

1930 – Otto Van Gruber – início fotogrametria moderna

1943 – Aitken - 1º computador electrónico

1980/1989 – Estações fotogramétricas digitais

2000 – Câmaras fotogramétricas digitais

A fotogrametria utiliza o princípio da visão estereoscópica. Esta técnica permite determinar a dimensão e a posição dos objectos visíveis, a partir de um modelo virtual em três dimensões.

A visão tridimensional (profundidade) é

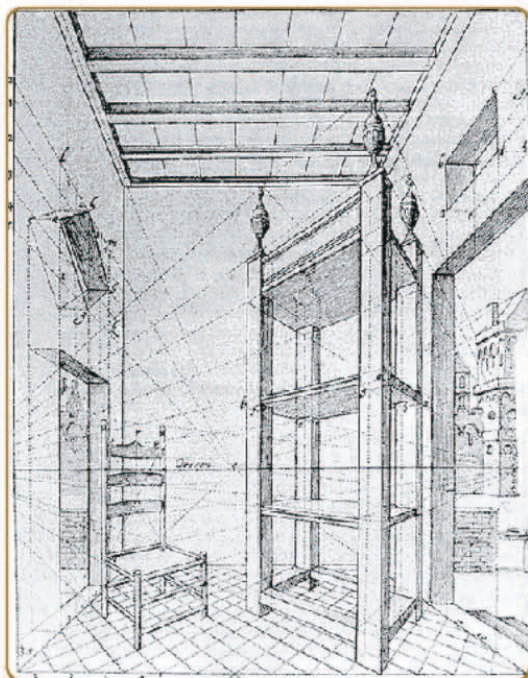


Figura 1 - Representação perspectiva



Figura 2 - Balão de ar quente como plataforma de observação

uma característica da visão humana, sendo-nos dada através das duas imagens ligeiramente diferentes captadas por cada um dos nossos olhos, que se fundem numa só, no nosso cérebro. No entanto, é possível ter a percepção de profundidade com apenas um olho. Para isso o nosso cérebro interpreta certas características inerentes à imagem, sendo elas a perspectiva linear, sombras, oclusões (objectos mais próximos a bloquear objectos mais distantes), texturas e detalhes do objecto. Além dessas características, também se obtêm informações sobre a profundidade através do movimento da cabeça, em que vemos os objetos mais próximos a deslocarem-se mais depressa que os objetos mais distantes.

Recorrendo ao princípio da visão estereoscópica podemos obter imagens a três dimensões, a partir de duas imagens consecutivas, fotografa-

das a partir de pontos diferentes, com cerca de 60% de sobreposição longitudinal entre si. Quando observadas simultaneamente, e cada uma por um dos olhos do observador, obtém-se a noção de profundidade proporcionando a percepção das três dimensões do terreno (relevo), permitindo deste modo fazer medições rigorosas.

Estas duas imagens constituem o que se chama de "par estereoscópico" e, através de equipamentos especiais, que levam cada um dos nossos olhos a observar uma imagem em separado, é então possível reconstruir a terceira dimensão no nosso cérebro.

A paralaxe é causada pelo deslocamento do ponto de observação ou seja, por exemplo quando uma câmara está acoplada a um receptor em movimento, obtém uma imagem e segundos depois volta a obtê-la numa posição diferente.

Estes deslocamentos nas imagens apresentam-se paralelos à linha de voo e são conhecidos como paralaxe estereoscópica. Assim, o termo paralaxe refere-se à mudança aparente das posições relativas de imagens de objectos, causada por uma mudança do ponto de vista.

A Fotogrametria recorre atualmente às mais modernas tecnologias informáticas e utiliza processamento de imagens digitais, o que permite uma grande evolução e maior celeridade no processo de aquisição de dados geográficos.

A fotogrametria pode ser dividida em:

- Fotogrametria terrestre e Fotogrametria aérea.

A fotogrametria terrestre é usada principalmente para:

- Documentar o estado atual da fachada de edifícios e monumentos.

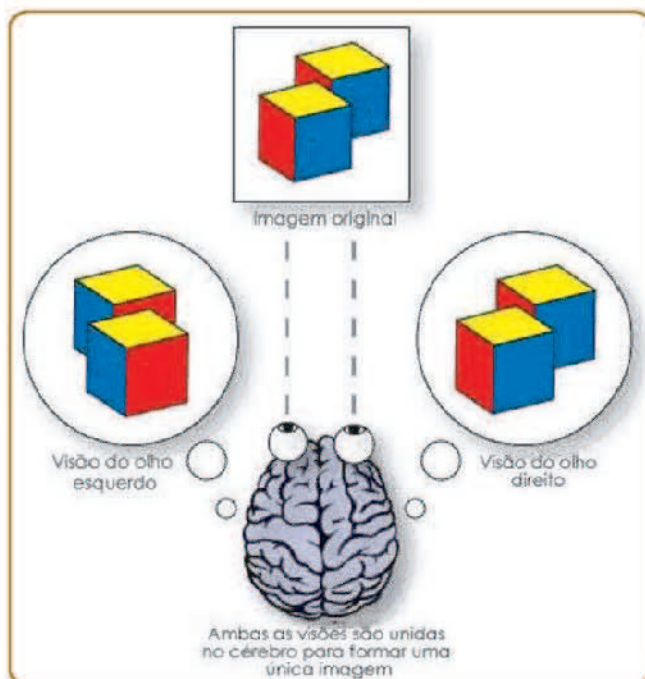


Figura 3 - Visão tridimensional



Figura 4 - Exemplo de documentação de um edifício

A fotogrametria aérea é usada principalmente para:

- Cartografia topográficas e/ou temáticas;
- Modelos digitais de terreno; (mdt)
- Ortofotos;
- Coordenadas de pontos requeridos;
- Interpretação do objecto (O que é? Tipo? Qualidade? Quantidade?) e medida do mesmo (Onde é? Tamanho?).

É também utilizada para vários estudos, nomeadamente geológicos, ambientais e florestais.

É também utilizada para vários estudos, nomeadamente geológicos, ambientais e florestais.

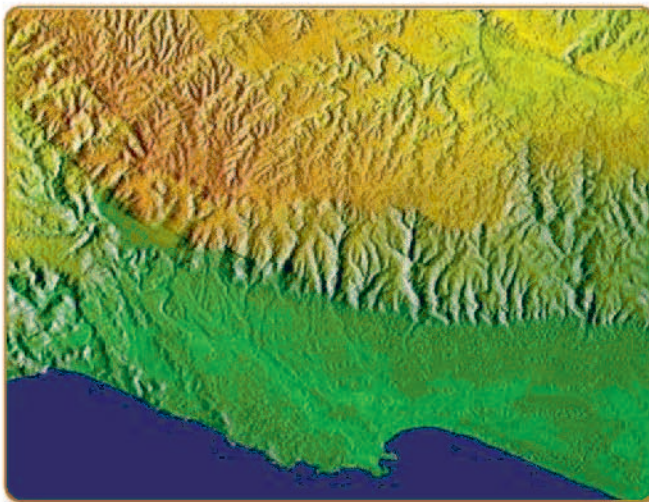


Figura 5 - Modelo digital do terreno

Quanto aos métodos de medição, eles podem ser classificados como directos (por exemplo a Topografia) ou indirectos (por exemplo a Detecção Remota).

A Detecção Remota é o conjunto de técnicas que se utilizam para a aquisição de informação sobre um objecto, área ou fenómeno usando um sensor que não está em contacto físico directo com este. Contudo, esta definição pode tornar-se polémica se colocarmos a questão de o olho humano ser, ou não, um sensor de detecção remota, visto que ele recolhe informação sobre objectos mesmo sem estar em contacto físico directo com eles. Assim, a definição evoluiu e é mais correcto afirmar-se que:

Detecção Remota é o processo de aquisição de informação de objectos, áreas ou fenómenos, sobre ou próximos da superfície terrestre, por um sensor de radiação electromagnética colocado acima desta superfície.

São exemplos de sistemas de detecção remota: os sensores digitais instalados em satélites, os sensores digitais ou analógicos instalados em aviões e os sensores portáteis usados em trabalho de campo.

Como todas as ciências a fotogrametria tem vantagens e desvantagens na sua utilização. Algumas das suas vantagens são o facto de nos permitir trabalhar em zonas em que o acesso físico se tornaria bastante difícil, de permitir a realização de um trabalho relativamente rápido e de o realizar quando necessário em vez de ser na altura que se observa e de fornecer uma grande quantidade de informação. Mas também possui algumas desvantagens como todas as ciências remotas, ou seja, o que não aparecer visível na fotografia não se pode medir (obstrução por nuvens, edifícios, copas de árvore), por vezes a precisão pode não ser a mesma que a atingida pelos métodos directos e o custo e o tempo de formação necessário para o pessoal técnico atingir os patamares necessários.

Mas a par da evolução da ciência, também teve de existir uma evolução nos meios técnicos utilizados e a Fotogrametria não foi excepção. ►►

Foi então em 1909 que se deu o primeiro salto evolutivo na fotogrametria, com a criação, por Pullfrich, de um aparelho “estereocomparador”. Aparelho esse que veio substituir os inúmeros cálculos matemáticos feitos pelos operadores, por aparelhos óptico-mecânicos.

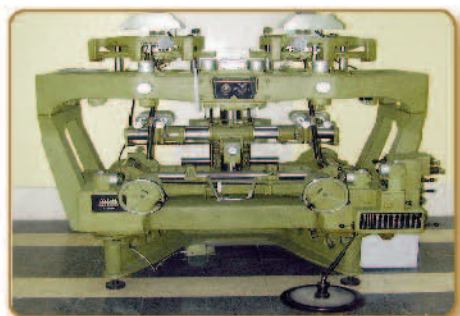


Figura 6 - Estereorestituidor Analógico Wild

Os rectificadores analógicos foram substituídos pelos restituidores analógicos, permitindo a visão estereoscópica através da utilização de um par estereoscópico, e consequentemente uma elevada precisão das cartas topográficas. A informação adquirida pelos restituidores analógicos é registada em papel, ou outro material, colocado em cima de uma mesa de desenho.

Deu-se também o aparecimento de câmaras métricas, câmaras essas que dispunham de mecanismos para imprimir nas fotos informações relevantes quanto ao sistema de coordenadas de imagem, contribuindo ainda mais para o aumento da precisão das medições.

Esta evolução fez com que fosse necessário que o fotogrametrista fosse uma pessoa com elevada formação e treino específico, para conseguir operar com eficiência estes novos aparelhos.

Com a invenção do computador, deu-se início a uma transformação nos processos fotogramétricos, e a grande quantidade de cálculos necessários, anteriormente substituída pelos aparelhos mecânicos, passou a poder ser executada por computador.

Em 1957, o finlandês Uki Helava desenvolveu o conceito de restituidor analítico, utilizando servomecanismos para medir as coordenadas das marcas fiduciais nas imagens, utilizadas depois por computadores para realizar os cálculos necessários, simplificando bastante o processo final.



Figura 7 - Estereorestituidor Analógico Wild



Figura 8 - Estereorestituidor Analógico Wild

Nos anos 80 deu-se o nascimento da fotogrametria digital, tendo como grande inovação a utilização de imagens digitais como fonte primária de dados. A imagem digital pode ser adquirida directamente através de uma câmara digital, ou mesmo através da digitalização matricial de uma imagem analógica.

Nos anos 90, com o desenvolvimento de computadores com capacidade superior de processamento, a fotogrametria começou a ser vastamente utilizada, visto ser agora possível processar-se interactivamente as imagens digitais, gerando desta forma um muito maior volume de dados.



Figura 9 - Estereorestituidor Analítico Zeiss

Actualmente, os aparelhos utilizados também mudaram, sendo chamados de estações fotogramétricas digitais, ou seja, estações de trabalho inteiramente vocacionadas para a fotogrametria. Os computadores comuns também podem ser aproveitados para a fotogrametria, basta para isso receberem hardware e software específicos.

Após tudo o que foi por nós observado chegamos à conclusão que a fotogrametria é uma ciência em evolução constante, desde a sua criação, durante o presente e quanto ao futuro a ela reservado, só agora se começa a ter alguns vislumbres com a utilização das mais recentes evoluções técnicas.

Mas muitas destas evoluções ainda se encontram em fases de testes ou experimentais. Sendo um dos maiores pólos de investigação a nível mundial o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) é uma certeza quanto a inovações. Uma delas é o uso de tecnologia holográfica em vez de monitores e tv's de LCD com tecnologia 3D sem ter a necessidade de óculos ou outro tipo de acessório.

Embora com a tecnologia existente o uso de hologramas seja possível, só se consegue qualidade e definição em hologramas estáticos. Para



Figura 20 - Estereorestituidor Digital Image Station

produzir hologramas móveis e que tenham qualidade, em termos económicos não se torna viável devido aos materiais e tecnologias utilizados. Mas como em tudo na vida o ser humano sempre arranjou soluções para os obstáculos que lhe surgem e desta vez não foi excepção. A solução desta vez encontrada foi uma evolução de uma tecnologia já existente, os LCDs (*Liquid Cristal Display*). Sendo uma tecnologia com provas dadas e com custos acessíveis, o *Media Lab* (MIT) criou um sistema com camadas de LCDs para criar uma ilusão de 3D com uma taxa de atualização de 360 vezes por segundo (hertz).

Pode parecer um valor muito elevado, mas não o é. Para criar o efeito de tridimensionalidade com um LCD seria necessário no mínimo possuir 1000 hertz e algoritmos muito complexos.

De modo a contornar esse problema, o *Media Lab* criou um protótipo com 3 camadas de LCDs de modo a baixar a taxa de atualização para os 360 hertz. Existe ainda outro protótipo só com 2 camadas, mas entre elas é posicionada uma folha de lentes que refractam a luz para a esquerda e para a direita. Posicionada desse modo, refracta as imagens de uma das camadas para um lado e da outra camada para o lado oposto criando o efeito de tridimensionalidade. Ambos estes sistemas usam algoritmos de cálculos complexos de modo a só mostrar a informação visual necessária e a bloquear a desnecessária, a fim de manter a taxa de atualização baixa.

Mas muitas mais inovações existem, tais como, o uso do movimento das nossas mãos em vez do rato (de momento esta tecnologia ainda obriga ao uso de sensores ou luvas nas mãos), ou uma enorme diminuição do tamanho das câmaras digitais e um aumento inversamente proporcional da resolução.

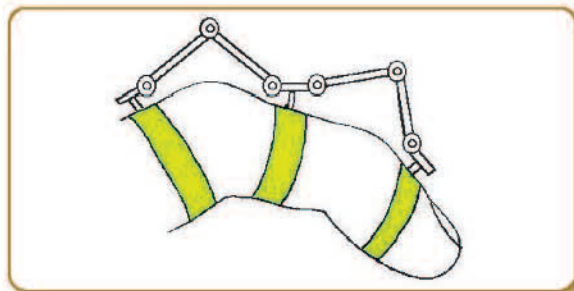
Quanto à detecção, essa pode ser feita através de sensores de inclinação (sensores de tilt) ou ►►



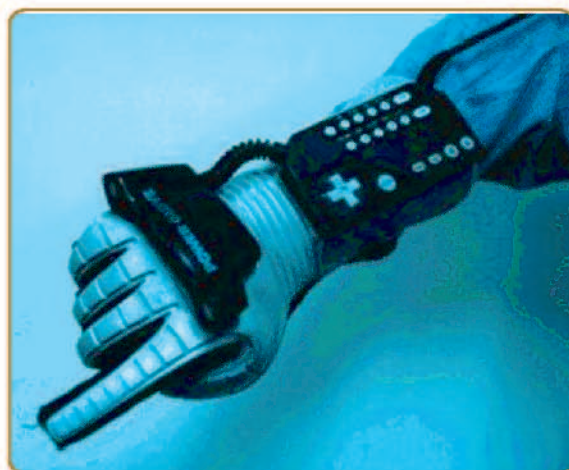
■ Figura 11 - Exemplo de uma imagem 3D

de sensores piezoelétricos de pressão e torção (normalmente utilizados para medir as flexões dos dedos das mãos e respectivas torções. Quanto a luvas existem vários tipos, sendo elas as com sensores de luminosidade (baseando-se no facto que uma fibra óptica altera as suas propriedades de transmissão de luz quando é dobrada), as com esqueleto externo (utilizam uma espécie de armadura presa à luva pelo lado exterior da mesma, de modo a ler os movimentos da mão) e as com tinta condutiva (basicamente é uma luva com um medidor de resistência eléctrica nos extremos de uma tira pintada com tinta condutora) sendo um exemplo desta última a "Power Glove" da Nintendo.

Muitas mais inovações se poderiam falar mas optámos por falar apenas das que nos pareceram mais viáveis para uma futura utilização. Infelizmente não será só a qualidade destas inovações a ditar o futuro das mesmas mas também as condições socioeconómicas e a competição entre as várias empresas do ramo.



■ Figura 12 - Luva com esqueleto



■ Figura 13 - Power Glove da Nintendo

Especulação à parte apenas o futuro nos dirá o que podemos esperar desta promissora ciência que é a fotogrametria, mas com uma certeza, que o Instituto Geográfico do Exército fará parte desse futuro.

Créditos

- Agradecer a disponibilidade e o apoio da Alferes Eng^a Geog Ana Marques com as suas aulas e conhecimentos.
- Ao Sargento Ajudante SGE Dias pela cedência de imagens e informação histórica sobre o hardware de restituição.

Referências Bibliográficas (Internet)

- *Uma introdução à Realidade Virtual*
<http://www.ckirner.com/download/tutoriais/rv-sibgra-pi97/disp.htm>
Acedido em Maio de 2013
- *Cartografando o Globo*
<http://fotogrametrista.no.sapo.pt/pt/evolucao.html> Acedido em Maio de 2013
- *Intergraph Portugal*
<http://www.intergraph.com/global/pt/photo/default.aspx>
Acedido em Maio de 2013
- *Massachusetts Institute of Technology- 3D wireless mouse*

<http://web.mit.edu/6.111/www/s2005/PROJECT/Groups/2/main.html>

Acedido em Maio de 2013

- *Massachusetts Institute of Technology- High-Rank 3D Display using Content Adaptive Parallax Barriers*
<http://web.media.mit.edu/~mhirsch/hr3d/>
Acedido em Maio de 2013
- *Massachusetts Institute of Technology- Glasses-free 3D TV*
<http://web.mit.edu/newsoffice/2012/glasses-free-3d-television-0712.html>
Acedido em Maio de 2013
- *Massachusetts Institute of Technology- Numerical Simulation Technologies* <http://geonumerics.mit.edu/Technologies.aspx>
Acedido em Maio de 2013
- *Dvice – 3D Tech*
<http://www.dvice.com/2013-1-8/new-3d-tech-changes-2d-3d-glasses-required-glasses-free>
Acedido em Maio de 2013
- *The Next Web- New 3D thechology*
<http://thenextweb.com/insider/2012/07/11/forget-glasses-mits-new-3d-technology-works-with-just-your-naked-eyes/>
Acedido em Maio de 2013
- *The Remote Sensing and Photogrammetry Society*
<http://www.rspoc.org.uk/>
Acedido em Maio de 2013
- *The Imaging and Geospatial Information Society*
<http://www.asprs.org/>
Acedido em Maio de 2013
- *Instituto Geográfico Do Exercito*
<http://www.igoe.pt>
Acedido em Maio de 2013
- *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*
<http://www.isprs.org/>
Acedido em Maio de 2013

A Formação no Instituto Geográfico do Exército

Liliana Magalhães

1Sarg Pessecc

Ricardo Esteves

2Sarg Art

Introdução

Em 24 de novembro de 1932 nasceu o Serviço Cartográfico do Exército (SCE), mudando para a atual designação de Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) por Despacho Ministerial 72/MDN/93 de 30 de junho de 1993, verificando-se desde então um incessante acompanhamento ao nível da evolução tecnológica e ao uso da tecnologia no apoio às suas atividades. Esta cultura de permanente abertura à inovação assegurou-lhe um lugar de destaque no panorama cartográfico português, não fosse o seu lema "Hoje como Ontem.....Na Senda do Progresso".

Com a publicação deste artigo pretendemos difundir qual a formação ministrada aos colaboradores dentro da nossa Instituição e qual a formação que adquirida no exterior enriquece o nosso trabalho diário. Abordaremos também a formação ministrada aos restantes ramos e outras entidades e faremos uma alusão ao ensino no primórdio do SCE comparativamente com o que se verifica na atualidade no IGeoE.

A Evolução no Ensino



Desde o início das atividades do antigo SCE que os processos de produção foram continuamente aperfeiçoados com o esforço persistente na preparação e qualificação dos recursos humanos e também na aquisição criteriosa de recursos materiais. Embora a carência e instabilidade de pessoal especializado, não permitisse tirar todo o partido das inovações e dos aperfeiçoamentos introduzidos, o SCE/IGeoE sempre atingiu as suas metas.

Desde a sua criação que as atividades tiveram um apreciável incremento não só quantitativo mas também ao nível da remodelação dos programas e na introdução de novos cursos e estágios.

Uma organização para conservar o seu prestígio e estar "na crista da onda" tem que manter elevados os seus padrões de qualidade, no que diz respeito aos meios materiais, instalações, objetivos e sobretudo os recursos humanos, sendo que para atingir tal nível há que apostar na formação.

Um dos cursos com grande visibilidade para o exterior, por ser bastante apreciado, e que passou a ser ministrado pelo Centro de Audiovisuais do Exército foi o curso de fotografia e cinema, curso esse que dotava os militares de competências para a produção de material audiovisual, destinando-se uma parte desse material ao mundo civil, isto ainda antes de existir a RTP (1957).

Com a evolução tecnológica chegaram as novas Tecnologias da Informação ao IGeoE, o que permitiu aumentar a eficiência. Em muitas áreas obtiveram-se poupanças de recursos, quer humanos quer materiais, permitindo que o IGeoE diversificasse os seus produtos e aumentasse a produção.

Com a introdução das novas tecnologias muitas alterações se verificaram na produção com implicações diretas na cadeia de produção. Enquanto os fotogrametristas, topógrafos e operadores de edição facilmente se adaptaram às novas tecnologias devido à sua baixa faixa etária, os desenhadores, em virtude da automatização, tiveram de assumir a função de revisores. Estes pertenciam à faixa etária mais elevada o que lhes transmitia uma maior experiência como cartógrafos, portanto as habilitações adequavam-se ao desempenho das novas tarefas e a secção de desenho passou a designar-se como Controlo da Qualidade.

Com a introdução das estações digitais na fotogrametria e a retirada de aparelhos analógicos deixou de ser necessário uma formação tão extensa dos desenhadores, e reduziu-se a quantidade de matéria teórica porque se chegou à conclusão que o operador tem de dispor de visão estereoscópica, sentar-se em frente a um computador e vetorizar uma imagem de acordo com as especificações da escala.

Assim sendo pode-se dizer que o aparecimento dos computadores marcaram o fim para os operadores de fotogrametria desenhadores, os novos cursos de fotogrametria foram reconfigurados uma vez que, se tinham a duração de um ano passaram a ter a duração de uns meses e relativamente à teoria pouco terão a ver com os antecessores.

Outro exemplo das mudanças ao nível do ensino que se puderam verificar foi a abolição do curso de Cartografia e Topografia, passando este a estar separado em dois cursos distintos. Disciplinas como Noções Elementares de Álgebra, Logaritmos e Trigonometria, Representação do Relevo do Terreno, Operações de Campo, Cálculo Mecânico, e Desenho Topográfico deixaram de existir.

A Formação Necessária para o Geoprocessamento

No que respeita à formação lecionada neste Instituto o curso anual de Informação Cartográfica assume um papel impar, uma vez que é o curso "base" de todos os outros e garante que todos os novos colaboradores possuam um "background" comum sobre a Cartografia e a Instituição. Este curso contém provas de ingresso para os militares que desejem candidatar-se para prestar serviço no IGeoE, nomeadamente a prova de visão estereoscópica para aferir se os candidatos possuem aptidão para a área da fotogrametria, e uma entrevista que incide nas aptidões e motivações do candidato. Anualmente, as vagas disponibilizadas pelo Instituto para a frequência deste curso variam entre as seis e as doze, sendo ministradas durante o decorrer desta formação disciplinas ligadas às áreas da geodesia, cartografia automática, topografia, fotogrametria e sistemas de projecção e referenciação. Este curso inicial tem a duração de três semanas.



Após o seu término iniciam-se mais duas semanas de instrução onde são transmitidos conhecimentos nos *Softwares ArcGis* e *Microstation* prolongando-se depois por mais quatro meses uma formação "On job Training" na respetiva especialização atribuída no fim do anterior curso de informação cartográfica. Contudo nem sempre foi assim, no passado esta formação prolongava-se durante mais tempo, sendo os cursos mais morosos na transmissão dos conhecimentos necessários ao desempenho das funções nas três respetivas vertentes (cartografia digital, topografia e fotogrametria). Isto mostra que o Instituto manteve-se na vanguarda, não se acomodou, estudou as suas necessidades e adaptou a sua formação por forma a colmatar as mesmas.

As Vertentes

Findo o Curso de Informação Cartográfica os formandos iniciam as suas formações específicas nas respetivas áreas onde irão estar ligados, e mais uma vez relembramos que ao contrário do passado as formações são à base do "on job training", estando os formandos destinados a um estágio onde irão aprender o seu ofício fazendo-o.

Fotogrametria é a ciência que tem por finalidade determinar a dimensão e posição dos objetos, planos ou espaciais, recorrendo a fotografias desses objetos.



O processo de formação é um pouco diferente dos restantes, uma vez que, para além de aprender a restituir um modelo digital tridimensional é também necessário saber interpretar aquilo que é visualizado. É igualmente importante criar aptidão técnica e treinar as capacidades psicomotoras, por isso os formandos que frequentam a formação em Fotogrametria recebem um acompanhamento permanente durante todo o processo de estágio.

Contudo esse processo nem deveria ser designado de estágio, mas sim de formação apenas, visto que durante esses quatro meses todo o trabalho derivado da sua aprendizagem não é destinado à linha de produção, no entanto poderá ser aproveitado. Inicialmente é demonstrado o desenrolar do processo de produção, seguindo-se a transmissão das noções gerais de fotogrametria, a adaptação ao *Software*, a estereoscopia e o "rato de restituição".



A ressaltar a extrema importância que esta fase de adaptação representa para os formandos sobretudo ao nível da visão estereoscópica e manuseamento do rato constituído por 14 botões, caracterizando-se por ser um processo moroso que necessita de bastante prática e acompanhamento na aquisição das capacidades psicomotoras necessárias em proveito de todas estas novas competências.

Finda esta etapa inicia-se o "treino" propriamente dito ao nível do manuseamento do *software*, no qual os formandos começam por colocar pontos no terreno por forma a poderem aferir a sua visão estereoscópica passando depois à restituição por *Line String* e posteriormente por *Stream*. Na restituição por *Line String* as linhas pretendidas aparecem com a ligação entre os vários vértices (pontos), o que origina linhas (p. ex: estradas) ou polígonos (p. ex: casas).

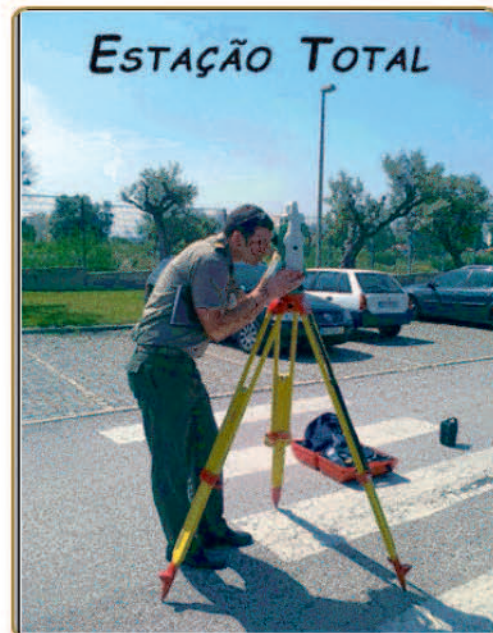


No que respeita a restituição por Stream, esta caracteriza-se por não utilizar vértices (pontos), sendo o desenho criado à medida que o fotogrametrista vai movimentando o cursor no espaço tridimensional (x, y e z), criando assim a título de exemplo as curvas de nível. Cronologicamente, aquando da realização do “processo de restituição completo” os formandos começam por estudar as normas de aquisição que descrevem todos os acidentes do terreno e quais os métodos utilizados no momento da sua restituição a aplicar no software. Posteriormente visualizam como será executada essa restituição e por fim passam a ser eles próprios a executá-la.

Concluído o curso de Fotogrametria os formandos deveriam estar aptos a restituir, contudo devido à extrema complexidade deste processo considera-se que nos meses seguintes decorrerá o verdadeiro estágio onde todos os trabalhos executados pelos mesmos serão alvo de um acompanhamento permanente.

Topografia é a ciência que estuda todos os acidentes geográficos definindo a sua situação e localização na Terra.

O estágio em Topografia subdivide-se em várias fases, em que numa primeira fase os formandos estabelecem contacto com a estação total, onde aprendem a adquirir azimutes e a executar intersecções diretas e indiretas. De seguida aprendem como preparar “plots de campo”, para que à posteriori no ter-



reno com base nas suas “plots” possam completar a informação, verificar a toponímia e os pontos de referência como por exemplo as linhas de alta tensão, as estradas, a rede geodésica, entre outros. Por intermédio de um código de cores irão adicionar, corrigir ou apagar informação nas suas “plots”.

Segue-se a introdução dos dados adquiridos no modelo digital para depois este ser enviado para a Secção de Controlo e Qualidade. Depois de realizada a verificação da informação por esta secção a Topografia corrige as possíveis emendas sendo essa função executada pelos formandos sempre sob supervisão procedendo-se assim à pré-validação da informação. Na Validação serão executados alguns programas que têm como objetivo detetar erros para que possam ser corrigidos pelo operador preparando a informação para a base de dados geográfica do Instituto e permitindo a continuação da cadeia de produção com vista à edição da respetiva folha em papel.

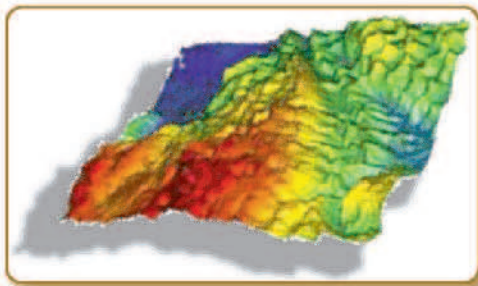
Além dos programas informáticos utilizados para deteção de possíveis erros realiza-se também a correção manual das áreas abertas, dos *unders-*





hoots¹ e overshoots². Por fim, segue-se a fase em que os formandos executam um levantamento topográfico utilizando todos os ensinamentos aprendidos até então. Neste levantamento adquirem vários pontos no terreno com o auxílio da “estação total”, e posteriormente inserem-nos no ficheiro digital de *Microstation* que prosseguirá no desenrolar da cadeia de produção.

Para além destes conteúdos, também são transmitidos conhecimentos ao nível do funcionamento interno da rede de trabalho, uma vez que necessitam de saber quais os locais onde se encontram armazenados os ficheiros a trabalhar e onde os colocarão depois de concluídos, de acordo com a fase da cadeia de produção onde se encontram inseridos.



Cartografia é a ciência que trata da concepção, produção, difusão, utilização e estudo dos mapas.

Até à introdução do computador em cartografia, em todos os tipos de cartas a distribuição espacial de dados referentes à superfície terrestre era representada através de um desenho numa simples folha de papel (cartografia analógica). Já na

cartografia digital, a informação geográfica apresenta-se codificada em células designadas por “pixels”, apresentando inúmeras vantagens como: a produção de cartas para fins específicos determinados pelos utilizadores, uma maior facilidade na produção e na utilização de cartas assim como uma maior facilidade na análise de dados que exigem uma interação entre processos estatísticos e a representação cartográfica e por fim a criação de bases de dados que permitam a análise de diversos problemas espaciais.

Após a conclusão do curso de informação cartográfica é-nos dada a possibilidade de ingresso no curso de Cartografia Digital caracterizando-se esta formação por também ser lecionada no sistema de “on job training”. Assim sendo, os formandos são distribuídos pelas várias secções deste Instituto consoante a sua carência efetiva tendo este ano a secção de edição recebido novos reforços, contudo nos anos anteriores o grande destinatário foi o Departamento de Processamento de Dados para o projeto MGCP, consistindo o seu trabalho na vetorização das imagens aéreas dos respetivos países.

Os conhecimentos que os formandos adquirem nesta formação não são uniformes, uma vez que estes adquirem apenas os conhecimentos utilizados na secção em que estão inseridos. Atualmente, e falando concretamente na secção de edição, os conhecimentos aprendidos assentam na utilização do *Microstation* como ferramenta de desenho assistido por computador (CAD), uma vez que a missão desta secção consiste na edição das cartas 1:25000 e 1:50000 deste Instituto. Contudo, a edição exige um seguimento rigoroso de todos os trâmites contidos nas normas técnicas de revisão do controlo de qualidade assim como uma especial “sensibilidade” na arte de desenhar e na rápida perceção dos possíveis erros gráficos contidos nos ficheiros em que laboramos. Concluída a edição da carta militar que nos foi destinada esta segue para a Secção de Controlo e Qualidade onde se procederá à sua revisão detalhada e, eventualmente, se forem detetados erros, executar-se-ão as respetivas emendas pelo respetivo editor, destinando-se a carta mili-

1 – Undershoot – Verifica-se quando duas linhas não se encontram unidas no modelo digital.
2 – Overshoot – Verifica-se quando duas linhas se encontram sobrepostas no modelo digital.

tar, depois de corrigida e pronta, à impressão.

Formação de Referência para as Forças Armadas

Na área da formação o Instituto fornece também uma excelente qualidade de serviço aos militares das Forças Armadas na transmissão de conhecimentos ao nível do PCMap, uma vez que este curso revela-se muito útil na transmissão de conhecimentos necessários para a criação de Ordens de Operações aliadas à informação criada pelo Instituto. Esta formação realiza-se, normalmente, quatro vezes por ano com um efetivo de vagas que varia entre as seis e as doze. Após a frequência do curso os militares ficam aptos a instalar o programa, interpretar a estrutura dos seus dados, analisar e criar overlays com graficação de simbologia tática e navegação com GPS (*Global Positioning System* - sistema de posicionamento global).



No fim, para consolidação de conhecimentos executam um Exercício Prático onde aplicam todos os conhecimentos adquiridos.

Os formadores que ministram o PCMap deslocam-se também a outras Unidades com o intuito de colmatar as necessidades sentidas em dotar os militares com as competências necessárias á utilização dos Sistemas de Informação Geográfica, sendo exemplo disso as deslocações ao Comando das Forças Terrestres (CFT) e à Academia Militar.

Além das Forças Armadas verifica-se também uma contínua procura na aquisição destas valências por parte de outras forças como a Guarda Nacional Republicana com o intuito de dotar os seus militares com as competências necessárias ao melhoramento da sua prestação no que respeita ao seu desempenho nos Teatros de Operações no Estrangeiro.



O PCMAP é um projeto que desde há algum tempo se tem vindo a constituir como uma das vertentes mais visíveis do IGeoE dentro da comunidade militar, consistindo num sistema de Informação Geográfica Militar desenvolvido em parceria com outras nações europeias a destacar a Suíça, a Áustria e a Holanda e cuja coordenação pertence à Alemanha.

Portugal através do IGeoE é membro do Grupo de utilizadores deste programa tendo como responsabilidade a produção de cartografia nacional no formato específico deste programa informático e ainda a formação e apoio técnico às unidades que utilizam o sistema. O *software* tem uma série de funcionalidades possibilitando a utilização de informação geográfica digital pelo combatente, navegação em tempo real e apoio à decisão, sendo uma das suas mais-valias a visualização do terreno, visualização em camadas hipsométricas, cálculo e visualização de declives, medição de distâncias, áreas e raios de ação, planeamento de deslocamentos aos utilizadores militares ou manipulação de informação geográfica digital num ►►

computador e correlação dessa informação com a inserção de simbologia tática e outros gráficos de situação militar.

Outro dos cursos que o Instituto leciona é o curso de **Interpretação de Imagem** que decorre uma vez por ano e são disponibilizadas entre as seis e as oito vagas destinadas aos militares das Forças Armadas, Forças de Segurança e entidades civis, como por exemplo o Serviço de Estrangeiros e Fronteiras.



Atualmente não possui qualquer prova de ingresso, contudo também teve provas semelhantes às realizadas para o ingresso no curso de Informação Cartográfica.

Tem como finalidade qualificar os instruídos na interpretação de imagens binárias de satélite ou plataformas aéreas, por forma a extrair informação de valor que facilite a tomada de decisão das chefias dos diversos escalões e que juntamente com outros meios de aquisição de informação, ajudem a esclarecer a situação, interpretar indícios que eventualmente se repercutem na reorganização das forças ou alteração de dispositivos. Desta forma e tendo por base o suporte digital necessário a esta atividade, o intérprete de imagem deverá ser capaz de processar imagens binárias de forma a evidenciar alguns aspetos determinantes de elementos presentes no solo que podem ir desde a caracterização da ocupação de solo até à análise de dispositivos

orientados para um conceito estratégico fornecendo no entanto elementos decisivos de apoio á decisão das chefias.

Formação Complementar Externa

Além da formação lecionada no Instituto com o objetivo de prover os colaboradores com o conhecimento necessário ao manuseio da tecnologia utilizada, a Instituição sentiu necessidade de aprofundar o respetivo conhecimento de alguns membros em determinadas áreas, frequentando-se assim ações de formação junto das empresas que desenvolveram esse software.



Uma das instituições protocolizadas com o IGeoE era a *Intergraph*, empresa responsável pelo "*Microstation*" contudo esse protocolo atingiu o seu término em 2011.

As formações que até então eram lecionadas abrangiam o Geomedia, as quais passo a citar: *Geo-Media Basics, Fundamentals, WebMap Publisher, Advanced, 3D e SDI*. Estas formações dotavam os colaboradores com as capacidades necessárias de utilização deste software aliado ao *Microstation* tão patente até então na cadeia de produção, o qual, futuramente, se deseja abandonar para que se possa progredir para o *ArcGis*. A *Intergraph Corporation* caracterizava-se assim por ser líder mundial em software e serviços para a gestão e representação visual de informação complexa, tendo um historial de inovação e de soluções com provas dadas ao longo destes 35 anos. *Intergraph* é parte da *Hexagon (Nordic exchange: HEXA B)*, a provedora líder global de medição, design e tecnologias de visualização que



permite aos seus clientes que trabalhem com design, medidas e posicionamento de objetos, processos e dados atuais.

A principal empresa vinculada a este Instituto é o **Environmental Systems Research Institute Portugal (ESRI)**, pioneira, inovadora e líder de mercado na oferta de tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica que está há mais de 25 anos a apoiar organizações na tomada de decisão, através da gestão e análise de informação geográfica, promovendo um profundo e responsável entendimento geográfico. Tendo em vista as necessidades da nossa Instituição, protocolizou-se com esta empresa uma parceria para que os colaboradores deste Instituto recebam for-

A Formação Além-Fronteiras

Apesar das formações supra citadas o Instituto sente ainda necessidade de adquirir conhecimentos, estabelecer contactos e experienciar múltiplas interações internacionais diretamente entre instituições além-fronteiras, com o objetivo de fomentar o acompanhamento da evolução mundial ao nível do geoprocessamento sendo esta uma das ambições que sempre que possível o Instituto tenta concretizar.



mação adequada na área do ArcGIS. Salientam-se assim os cursos de iniciação ao SIG, ministrados com



o objetivo dos operadores assimilarem as bases do *software*, aprenderem a visualizar, partilhar, efetuar análises e a desenhar e criar mapas em ArcGIS. Para além destes, existem também cursos mais avançados que permitem adquirir o conhecimento necessário ao geoprocessamento de *Scripts* com recurso a *Python*, programar utilizando *Add-Ins*, partilhar conteúdos Sig na *Web*, configurar e administrar sites, construir, configurar e gerir geodatabases de multiutilizadores e implementar fluxos de trabalho para as mesmas geodatabases.

o objetivo dos operadores assimilarem as bases do *software*, aprenderem a visualizar, partilhar, efetuar análises e a desenhar e criar mapas em ArcGIS. Para além destes, existem também

Deste modo, o IGeoE mantém-se a par das formações que decorrem internacionalmente enviando colaboradores para que possam trazer o novo conhecimento por forma a melhorar o desempenho e os serviços desta Instituição. Destacam-se então alguns cursos como o "*Geographic Information Science*", o "*Photogrametry with Remote Sensing*" e o "*Surveying*" a decorrer na Universidade de Londres. Na Alemanha também se lecionam cursos com igual importância sendo exemplo disso o "*Nato Geospatial Officer Course*" a decorrer na Escola Nato. Para além destes, os mais requisitados eram o "*Geoinformatics Course*" a decorrer na Holanda, o "*Terrain Analyst Course*" lecionado na *Royal School of Military Survey*, entre outros.

Um dos cursos de grande renome é o *Army Survey Course – Officer Training* composto por dez módulos e que tem a duração de trinta e seis ou cinquenta e duas semanas caso se trate de uma pós-graduação ou mestrado.

Esta formação é ministrada na *Royal School of Military Survey* no Reino Unido e aborda uma multiplicidade de temáticas da área geoespacial, distinguindo-se por ser uma formação vocacionada para o conhecimento técnico e de gestão sendo adequado para um Oficial do ramo geográfico em suporte às operações militares como às necessidades de aquisição de informação e o respetivo processamento.



Formação Extra

Como todas as instituições não é necessário apenas formação para “alimentar” a sua cadeia de produção. É preciso todo um conjunto de ferramentas de apoio para que a instituição seja o mais auto-suficiente nos trâmites que mais necessite, nomeadamente para ganhar valências com as tecnologias de informação, gestão de projetos, entre outros.



A Direção-Geral da Qualificação dos Trabalhadores em Funções Públicas, abreviadamente designada por INA, é um serviço central da administração direta do Estado, integrado no Ministério das Finanças.

Tem por missão desenvolver, qualificar e gerir a mobilidade dos trabalhadores em funções públicas, visando a integração dos processos de desenvolvimento organizacional, constituindo-se como referência nacional na área da formação e assegurando a cooperação técnica internacional com instituições congéneres para a valorização dos recur-

sos humanos das administrações públicas. Logo, conforme necessidade, o Instituto tira proveito das formações ministradas pelo INA, destacando-se do vasto leque os seguintes cursos:

~ **ADMINISTRAÇÃO DE BASES DE DADOS EM SQL SERVER** que permite fornecer aos formandos os conhecimentos necessários para instalar, configurar, administrar e solucionar problemas do sistema de gestão de bases de dados do *Microsoft SQL Server*.

~ **SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO, SEGMENTAÇÃO DE REDES IP** que habilita os formandos para a implementação e gestão de um sistema de proteção periférica nas vertentes de controlo de acessos, inspeção de conteúdos e proteção de comunicações em redes IP.



Para além do órgão mencionado anteriormente o IGeoE recorre também à formação ministrada pela Escola Prática de Transmissões por forma a colmatar as necessidades sentidas ao nível da informática e comunicações destacando-se a criação da base de dados em *Microsoft Access*, Multimédia e *Webmaster* assim como o *Cisco Certified Network Associate* (CCNA) como as mais requisitadas.

Considerações Finais

Neste artigo abordamos a formação que está ligada ao Instituto Geográfico do Exército.



Ao longo das décadas e das designações que foi adotando, o Instituto sempre se esforçou por prestar um serviço cada vez com mais qualidade, tendo para isso

que se manter a par da evolução tecnológica, principalmente ao nível da formação.

Apesar do passar do tempo e da abolição de determinados trabalhos anteriormente desenvolvidos em outras áreas agora museológicas (como é o caso da atividade fotográfica), esta Instituição primou sempre pelo bem e bom servir.

Os vários cursos foram sendo reformulados ao nível dos conteúdos programáticos, alguns adotaram o sistema de "on job training" como é o caso da fotogrametria, topografia e cartografia digital ficando assim a formação dessas áreas mais orientada para as funções que os formandos irão desenvolver.

"Menos palavras mais ação" penso que é a frase ideal para definir o atual sistema de ensino, no entanto, nem todo o trabalho realizado pelos formandos durante o período de aprendizagem é aproveitado, contudo o simples fato de não serem despendidas horas de formação em sala origina-se uma economia significativa no tempo de produção dos formadores.

Além dos cursos ministrados na Instituição para os nossos colaboradores também os restantes camaradas das Forças Armadas demonstram interesse não só na aquisição dos nossos produtos, mas também dos nossos serviços como transmissores de conhecimentos ao nível da utilização de softwares que



apoiem a tática aliada à representação geográfica do terreno.

Para além da formação lecionada no seio da Instituição, os conhecimentos adquiridos no exterior, quer sejam instituições nacionais ou internacionais, são mais-valias que nos ajudam no quotidiano facilitando o desempenho das nossas tarefas e melhorando a cadeia de produção.

Contudo, devido à atual conjuntura financeira do nosso país que se reflete num decréscimo do poder de compra, também este Instituto reflete simultaneamente escassez de recursos o que origina uma meticulosa racionalização dos mesmos.

Assim sendo, podemos deduzir que ao longo dos tempos o esforço despendido para a frequência de formações exteriores à nossa Instituição por parte dos nossos colaboradores tem sido cada vez maior, ou seja, fazendo bem os cálculos apenas o essencial poderá ser dispensado não podendo existir qualquer tipo de excedentes nem desperdício.

Referências Bibliográficas

- *Boletim do IGeoE n°65*
- *Boletim do SCE de 1970*
- www.exercito.pt
- www.igeoe.pt
- www.ina.pt
- www.intergraph.com/global/pt/
- www.esriportugal.pt/
- <https://pt.wikipedia.org/>
- *Documentos do arquivo da secção de instrução*
- *Várias entrevistas a colaboradores do IGeoE*

Agradecimentos

Capitão Vilarinho – Chefe da Secção de Formação; SChefe Mestre; 1Sarg Henrique.

80º Aniversário do Instituto Geográfico do Exército

O Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) celebrou no passado dia 27 de novembro de 2012, o seu 80º Aniversário.

Na cerimónia comemorativa foi possível contar com as presenças do Excelentíssimo Vice-Chefe do Estado-Maior do Exército, Tenente-General António Carlos de Sá Campos Gil, na qualidade de Alta Entidade que presidiu à efeméride e do Excelentíssimo Quartel-Mestre-General, Tenente-General António Noé Pereira Agostinho.



Neste dia festivo pretendeu-se privilegiar a confraternização entre todos aqueles que dedicaram parte significativa da sua vida ativa à ciência cartográfica, bem como a apresentar a realidade técnico-científica, do Instituto, às entidades militares e civis presentes, evidenciando o contributo prestado à Cartografia Nacional e ao País.

Estiveram também presentes, outras altas entidades militares da hierarquia do Exército, Comandantes, Diretores e Chefes de Unidades, Estabelecimentos e Órgãos contíguos ou com afinidades no campo técnico-científico, bem como entidades civis representativas do espetro cartográfico nacional, representantes de instituições com quem o IGeoE estabeleceu protocolos e que, por razões institucionais ou outras, têm contactos mais assíduos de cooperação com este Instituto.



Para abrilhantar esta importante efeméride, estiveram igualmente presentes os anteriores Chefes/Diretores do Serviço Cartográfico do Exército/Instituto Geográfico do Exército, dando uma prova inequívoca da deferência, respeito e dedicação ao trabalho continuado desta Instituição, em prol da Cartografia Militar, do Exército e do País.

Dando continuidade a uma longa tradição que está fortemente arreigada no espírito militar português, o Instituto desenvolveu um conjunto de atividades inseridas no contexto das comemorações, designadamente, o hastear da Bandeira Nacional, a receção da Alta Entidade que presidiu à cerimónia, a alocução alusiva à efeméride pelo Diretor do Instituto, uma palestra proferida por um Oficial do IGeoE, subordinada ao tema técnico “Projeto MGCP”, e a imposição de condecorações a militares do Instituto.

O evento prosseguiu com a visita às instalações, durante a qual foi inaugurada a exposição “Acção Cartográfica do Exército Português: Legados seculares”.



Terminada a visita às instalações, todos os presentes foram convidados a participar no aperitivo e almoço de confraternização, que decorreu no salão multiusos do Instituto.

Visita da Comissão de Defesa Nacional da Assembleia da República

Em 06Nov12, o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) recebeu a visita da Comissão de Defesa Nacional da Assembleia da República (CDN/AR).

Esta visita contou com a presença de Sua Excelência o General Chefe do Estado-Maior do Exército, General Artur Neves Pina Monteiro e

do Excelentíssimo Quartel-Mestre-General, Tenente-General António Noé Pereira Agostinho. A finalidade desta visita foi dar a conhecer à CPD/AR, quais as atividades mais significativas relacionadas com a cadeia de produção cartográfica do IGeoE, enquanto órgão produtor de informação geográfica, as capacidades instaladas e projetos estruturantes que foram concebidos, desenvolvidos e implementados neste Instituto. Do programa da visita constou a apresentação de cumprimentos, briefing do Diretor do IGeoE, visita às instalações e assinatura do Livro de Honra do Instituto Geográfico do Exército.



Encerramento do Curso de Interpretação de Imagem 2012

No dia 6 de dezembro, realizou-se no Salão Nobre do IGeoE, a cerimónia de encerramento do Curso de Interpretação de Imagem 2012.



O curso iniciou-se neste Instituto, a 10 de setembro, e teve a duração de 60 dias úteis de formação.

Contou com a presença de 8 formandos, sendo 4 do Exército, 2 da Marinha, 1 da Força Aérea e 1 da GNR.

Nesta ocasião procedeu-se à entrega de diplomas e imposição de insígnias do curso, na presença da direção do IGeoE, da direção de curso e dos formadores que tornaram possível a sua concretização.

Visita do Curso de Promoção a Oficial General 2012/2013

No passado dia 04 de Dezembro de 2012, o IGeoE recebeu a visita do Curso de Promoção a Oficial General 2012/2013.

O principal objetivo da visita foi dar a conhecer aos Auditores do Curso as principais atividades desenvolvidas no Instituto.

Assim, do programa constou: a apresentação de cumprimentos, briefing do Diretor do IGeoE, visita às instalações, nomeadamente às atividades de produção cartográfica, aos projetos em desenvolvimento, ao museu, e à exposição “Acção Cartográfica do Exército Português – Legados Seculares” culminando, no Salão Nobre, com a assinatura do Livro de Honra do Instituto Geográfico do Exército.



Visita do Comando Nacional de Operações de Socorro da Autoridade Nacional de Proteção Civil

Em 25Jan13, o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) recebeu a visita do Comando Nacional de Operações de Socorro da Autoridade Nacional de Proteção Civil (CNOS/ANPC), constituída pelo: Comandante Operacional Nacional - Dr. José Manuel Moura, o Adjunto de Operações Nacional - Eng.º Miguel Cruz e o Adjunto de Operações Nacional - Cmdt Carlos Guerra.



AUTORIDADE NACIONAL DE PROTECÇÃO CIVIL

Esta visita contou ainda com a presença do Sr. Cor. Inf^a José Lavado, Oficial de Ligação das Forças Armadas junto da ANPC.

A finalidade foi dar a conhecer ao CNOS/ANPC, quais as atividades mais significativas relacionadas com a cadeia de produção cartográfica do IGeoE, enquanto órgão produtor de informação geográfica, as capacidades instaladas e projetos estruturantes que foram concebidos, desenvolvidos e implementados neste Instituto.

Do programa constou a apresentação de cumprimentos, briefing do Diretor do IGeoE, visita às instalações e assinatura do Livro de Honra do Instituto Geográfico do Exército.



Visita do 28º Curso de Formação de Oficiais de Policia, do Instituto Superior de Ciências Policiais

Em 6 de fevereiro de 2013 o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) acolheu a visita do 28º Curso de Formação de Oficiais de Policia, do Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna.

Integraram a visita 33 Cadetes do 2º ano, acompanhados por um oficial daquela Instituição.

Os principais objetivos desta visita foram dar a conhecer a cadeia de produção cartográfica, evidenciando aos alunos as potencialidades da utilização dos Sistemas de Informação Geográfica para apoio das atividades que irão desempenhar no futuro como oficiais da Policia de Segurança Pública.

Após uma breve apresentação sobre o Instituto e a cadeia de produção da carta militar 1:25.000, da série M888, seguiu-se uma visita às instalações, de forma a proporcionar uma ideia geral sobre as atividades desenvolvidas nesse âmbito, assim como dos vários projetos, nacionais e internacionais, que se encontram em curso. Durante a visita também foi dado particular destaque às aplicações práticas dos SIG. No final, os visitantes assistiram ainda a uma demonstração de acessibilidade ao novo website, das possibilidades de consulta, pesquisa e download de pacotes de informação geográfica disponibilizados on-line pelo IGeoE.



Curso de Informação Cartográfica 2013

O IGeoE realizou, no período de 18 de fevereiro a 08 de março, o Curso de Informação Cartográfica (CIC) que integra o Plano de Formação Anual do Exército para 2013, com a duração de 90 horas.

O CIC visa habilitar Oficiais e Sargentos do QP para a frequência dos cursos de Topografia, Fotogrametria e Cartografia Automática.

No âmbito do curso foram efetuadas visitas técnicas à Direção-Geral do Território e ao Instituto Hidrográfico, com o objetivo de proporcionar aos formandos o contato com outras realidades, no âmbito das Ciências Geográficas, abordando os aspetos mais importantes da respetiva atividade.

Concluíram o Curso de Informação Cartográfica, com aproveitamento, 4 Sargentos, prosseguindo agora para a frequência dos cursos de Fotogrametria e Cartografia Automática.



1º Curso de PCMap de 2013

No período entre 04 e 08 de março, conforme o Plano de Formação Anual do Exército para 2013, decorreu no Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), o 1º curso de PCMap.

Frequentaram este curso 5 Oficiais e 5 Sargentos, oriundos de diversas Unidades do Exército, onde desempenham funções nas mais diversas áreas, nomeadamente, comando de companhia, oficial de logística, sargento de pelotão e sargento de transmissões, todos prevendo aplicar na prática os conhecimentos adquiridos nesta formação.

O curso teve como instrutores 2 Oficiais, 1 Sargento e a colaboração da Secção de Gestão de Sis-

temas na instalação de dispositivos e apoio ao nível do software necessário.

No final, os militares que frequentaram o curso, salientaram as boas condições disponibilizadas, a qualidade e preparação de todos os instrutores, a forma como foram recebidos por todo o pessoal, bem como o reconhecimento que a aplicação PCMap suscitou-lhes interesse sobre a utilização das tecnologias das ciências geográficas.



Reunião Técnica no âmbito da Verificação e Manutenção da Fronteira Luso-Espanhola



Realizou-se no período de 11 a 14 de março de 2013, no Centro Geográfico del Ejército (CEGET), em Madrid - Espanha, o encontro das Delegações Técnicas do IGeoE e do CEGET, para avaliação dos trabalhos realizados durante a campanha de 2012, bem como a preparação da campanha, no corrente ano, para a verificação e manutenção da fronteira Luso-Espanhola, no troço compreendido entre Caminha e o Parque Nacional da Peneda-Gerês.

As delegações reuniram-se para discutir as incidências detetadas e corrigidas durante a campanha do ano transato, que abrangeu o troço da fronteira mais a Sul, compreendido entre os marcos 899ER e 1048B, num total de 919 marcos. Neste âmbito, também foram analisadas as actas elaboradas conjuntamente entre os municípios portugueses e ayuntamientos espanhóis, de acordo com o Tratado de Limites entre Portugal e Espanha de 1864 e no Convénio de Limites de 1926. Os trabalhos desta reunião também incidiram sobre o planeamento e preparação da próxima campanha de verificação e manutenção dos marcos de fronteira, cujo traçado se desenvolve entre o marco W1 até ao 121, num total 741 marcos, cuja acessibilidade devido à orografia do Parque Nacional da Peneda-Gerês, é de grande dificuldade.

No final da reunião foi lavrada uma acta, a qual foi assinada pelos diretores do IGeoE e do CEGET, para posterior envio aos Ministérios dos Negócios Estrangeiros de ambos os países.

Visita do Curso de Desenho Topográfico e Infraestruturas Urbanas do CENFIC

Em 26 de Março 2013 o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) recebeu a visita de um grupo de 18 alunos do Curso de Desenho Topográfico e Infraestruturas Urbanas do CENFIC, acompanhados pelo Formador Guerra dos Santos.

O principal propósito da visita foi dar a conhecer aos alunos a cadeia de produção cartográfica, evidenciando a relevância dos seus produtos no panorama cartográfico nacional. Após uma breve apresentação multimédia, onde foi dada uma explicação sobre a cadeia de produção da carta militar da série M888, seguiu-se uma visita às instalações, de forma a proporcionar uma ideia geral sobre as atividades desenvolvidas, assim como dos vários projetos de ID&I que se encontram em curso no Instituto.



Reunião Plenária do DGIWG e do MGCP

A reunião dos Grupos Plenários do Digital Geospatial Information Working Group (DGIWG) e do Multinational Geospatial Co-production Program (MGCP), decorreu de 15 a 19 de abril de 2013, na cidade de Copenhaga, na Dinamarca.

O evento que foi organizado pelo Danish Defence Acquisition and Logistics Organization, bem como todas as reuniões de trabalho, que decorreram no Hotel Scandic.

O DGIWG consiste num grupo de trabalho que integra países NATO e outros países amigos, com a responsabilidade de produzir especificações técnicas com o objetivo de normalizar a produção de geoinformação para fins militares.

O projeto MGCP consiste na produção de informação geográfica, em plataforma SIG (Sistema de Informação Geográfica), com exatidão posicio-

nal, pormenor e rigor geométrico que permitem uma resolução espacial compatível com as escalas 1/50.000 e 1/100.000.

O número de nações participantes totalizou 17 na reunião do Plenary Group (PG) do DGIWG (com 24 participantes) e 26 nações no MGCP (com cerca de 50 participantes).

Estas reuniões estavam aprovadas no Plano de Missões ao Estrangeiro (PME), para o corrente ano, sendo o oficial representante do IGeoE neste fórum, o único elemento português a participar nos trabalhos.

Nos cinco dias de reunião, decorreram várias sessões de trabalho de acordo com a agenda estabelecida de cada um dos grupos, sob a orientação dos respetivos Chairman.



Visita do Mestrado de Engenharia Geográfica da FCUL

Decorreu nas instalações do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), no passado dia 10 de maio, a visita do Curso de Mestrado em Engenharia Geográfica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Esta palestra foi direcionada para os mestrandos e pretendeu dar a conhecer a cadeia de produção cartográfica do IGeoE, para a série M888 – escala 1:25.000. Focou-se em pormenor a aquisição de informação abordando-se também as novidades e tendências nacionais na produção de cartografia.

A apresentação do IGeoE, na perspetiva de Produtor Cartográfico Nacional e como principal provedor de cartografia base do Território Nacional à comunidade civil, científica e educacional, abordou várias temáticas subordinadas à aplicação e utilização da cartografia da série M888 em várias áreas como sejam a conservação da natureza, a ges-

tão de recursos geológicos, recursos hídricos, etc.

Foram também dados a conhecer os pacotes de dados para o ensino e geoweb services gratuitos criados para apoio às atividades letivas.



A presença do IGeoE no SEGUREX 2013

O Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) esteve presente na Feira Internacional de Lisboa, no período de 07 a 11 de maio, no Salão Internacional de Proteção e Segurança-SEGUREX 2013.

A exposição abrangia os sectores da segurança de pessoas e bens, segurança no trabalho, proteção e combate a incêndios, socorro e salvamento, segurança na circulação e nos transportes, informática e comunicações.

O Instituto aproveitou a ocasião para divulgar, todos os seus produtos cartográficos, bem como o seu mais recente projeto o SIGOpMil (Sistema de Informação Geográfica para Operações Militares), uma aplicação que se reveste de fundamental interesse para o Exército, na finalidade de preparar e conduzir operações militares, podendo igualmente ser um fator determinante na operacionalização de meios de proteção e segurança, como são exemplos, o planeamento e conduta de apoio a catástrofes, preparação



das várias ações no âmbito da prevenção e treino, planeamento de deslocamentos (com ou sem viaturas especiais), avaliação da extensão (ou previsão da área) de danos causados por intempéries, entre outros.

Início dos trabalhos de 2013 de manutenção da fronteira luso-espanhola

Tiverem início a 13 de maio de 2013, os trabalhos de manutenção da fronteira luso-espanhola, executados conjuntamente por uma equipa do Instituto Geográfico do Exército (Portugal) e outra do Centro Geográfico del Ejército (Espanha).

Para este ano está planeada a sua realização em duas fases, de 13 de maio a 21 de junho e, previsivelmente, de 9 a 20 de setembro, sendo verificado o troço compreendido entre o marco W1 (foz do rio Minho) e o marco 121 (no concelho de Montalegre), perfazendo aproximadamente 741 marcos a serem verificados.

Este troço da fronteira revela-se de grande dureza em virtude da orografia montanhosa da região (serra da Peneda, serra Amarela e serra do Gerês) e da falta de acessos junto à linha de fronteira, tendo esta que ser percorrida a pé, em grande parte da sua extensão. Cumulativamente, nos dias 17 e 18 de maio, as condições atmosféricas mostraram-se também bastante adversas, o que não era previsível no momento em que esta campanha foi planeada (durante a reunião que teve lugar nas instalações do Centro Geográfico del Ejército, em Madrid, em março de 2013).



A apresentação do SIGOpMil ao CPOS Ex A/S 2013

Decorreu, nas instalações do Instituto de Estudos Superiores Militares (IESM), no passado dia 21 de maio a apresentação do portal SIGOpMil destinada ao Curso de Promoção a Oficial Superior do ramo Exército de todas as Armas e Serviços.

O IGeoE, na perspetiva de Produtor Cartográfico Nacional e como principal responsável pelo fornecimento de informação geográfica ao Exército e aos outros ramos das Forças Armadas, desenvolveu uma ferramenta de apoio à decisão adaptada e criada à medida das necessidades dos militares.

Esta palestra foi direcionada para os futuros oficiais superiores e de estado-maior com responsabilidades ao nível de planeamento, condução e execução de operações, exercícios e o regular funcionamento das U/E/O.

Foram apresentados os objetivos, possíveis utilizações, conteúdos, capacidades e o futuro a curto e médio prazo para este portal, disponibilizada à comunidade militar na rede de dados do Exército.



A apresentação do IGeoE-SIG no EUE 2013

Realizou-se nos passados dias 5 e 6 de junho de 2013, na Culturgest, em Lisboa, o EUE 2013 – 11.º Encontro de Utilizadores da ESRI.

Sob o lema “Os SIG e a Afirmação da Singularidade”, o EUE 2013 propôs-se reunir toda a comunidade de utilizadores dos sistemas de informação geográfica (SIG) em Portugal, para partilhar as suas experiências, atualizar conhecimentos, explorar as novidades da ESRI e as tendências do mercado SIG.

O EUE 2013 permitiu também aos utilizadores, durante estes dois dias do Encontro, o qual contou com mais de 80 apresentações, dar a conhecer os seus mais avançados projetos SIG nos diversos setores de atividade.

Na prossecução constante dos mais recentes desenvolvimentos científicos e tecnológicos nos campos das ciências cartográficas, geomática e tecnologias da informação, o IGeoE desenvolveu uma ferramenta de visualização de informação geográfica, melhorando e atualizando aquele que já era o seu “e-libris” o portal IGeoE-SIG.

Deste modo pretende-se veicular, gratuitamente, toda a informação geográfica produzida, seja ela a produção cartográfica, de modelos digitais de terreno ou o próprio reportório toponímico, num geoportol baseado na simplicidade, na rapidez e fluidez de consulta da informação geográfica.

Neste encontro foram apresentados os objetivos, formas de acesso, conteúdos, a tecnologia na qual assenta, para além das capacidades e do futuro a curto e médio prazo para este portal.



O IGeoE e as Comemorações do Dia de Portugal, de Camões e das Comunidades Portuguesas

As comemorações do Dia de Portugal, de Camões e das Comunidades Portuguesas, realizaram-se este ano na cidade de Elvas, tendo o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) participado, como tem sido hábito, nas Atividades Militares Complementares, no período de 7 a 10 junho, com a apresentação de um stand, guarnecido com equipamento informático, material publicitário e de apoio, com o objetivo de mostrar, divulgar e esclarecer quais os produtos e serviços que são disponibilizados pelo IGeoE, dando-se particular enfoque para aqueles que possuem duplo propósito, servir a comunidade militar e a comunidade civil, quer na sua vertente comercial quer na vertente científica, independentemente do caráter gratuito ou oneroso dos mesmos.

Durante a exposição tivemos a honra de contar com a visita de ilustres entidades de que se destaca SExa. o Presidente da República, o General CEMGFA, os respetivos Generais Chefes dos Ramos e o Exmo. Presidente da Câmara de Elvas. Recebemos também a visita de diversas escolas da região, bem como muitos habitantes locais e de Espanha que demonstraram muito interesse na exposição.



Visita aos trabalhos de manutenção da fronteira luso-espanhola



A 12 de junho de 2013 os Diretores do Instituto Geográfico do Exército Sr. Coronel Álvaro José Estrela Soares, e do Centro Geográfico del Ejército Sr. Coronel Jesus Ángel García Lidón, acompanhados pelos respetivos Presidentes da Comissão Internacional de Limites, Sr. Embaixador José Caetano de Campos Andrada da Costa Pereira e o Senhor Embaixador D. Santiago Salas Collantes, realizaram uma visita conjunta aos trabalhos que estão a ser executados na região do Gerês, tendo aí acompanhado as equipas técnicas que se encontravam a trabalhar nos marcos de fronteira, percorrendo a pé alguns dos marcos aí existentes, tendo-se também tratado de questões relacionadas com os mesmos.

O IGeoE foi um dos 10 vencedores do Prémio IDC “CIO Awards 2013”

O Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) submeteu à 3ª edição do prémio “CIO Awards 2013 (Chief Information Officer)”, promovido pela IDC Portugal, o seu projeto SIGOpMil - um Visualizador de Informação Geográfica para Operações Militares, o qual mereceu a distinção de estar entre os 10 projetos premiados que mais se destacaram no âmbito das tecnologias de informação e comunicações, gerando valor acrescentado e um forte impacto nos processos internos das suas organizações.

Os CIO Awards foram criados para demonstrar que em momentos de dificuldades económicas, financeiras e sociais, algumas organizações souberam apostar na dinamização e inovação das suas atividades, como suporte das tecnologias de

informação, contribuindo para: Melhoria e otimização de processos de negócio da organização; Inovação e criação de novos produtos/serviços e/ou desenvolvimento de novas capacidades de negócio; Melhoria da produtividade e efetividade dos colaboradores; Atração e retenção de clientes; Melhoria do processo de decisão.

Durante a conferência CIO Summit 2013, que se realizou em 2 de julho, no Hotel Sana Malhoa, em Lisboa, foram entregues pela organização da IDC Portugal, os prémios CIO Awards 2013, sendo o projeto SIGOpMil apresentado pelo Major Agostinho Freitas, chefe do Departamento de Conceção e Desenvolvimento do IGeoE.

Nesta 3ª edição do prémio a IDC Portugal recebeu mais de 200 propostas de candidatura, das quais apenas selecionou 47 para submissão. A avaliação destes projetos incidiu primordialmente sobre a inovação tecnológica, o retorno do investimento tangível e o impacto de negócio.



Visita do Curso de Contra-Vigilância

No passado dia 5 de setembro o IGeoE acolheu a visita do curso de Contra-vigilância da Escola Prática de Engenharia, constituído por 17 formandos (TPO e CFS) e um formador.

A visita teve como principal foco a área da fotografia aérea, tendo começado de manhã com duas palestras. A primeira foi dedicada à organização e missão do Instituto, assim como dos trabalhos que aqui se desenvolvem, sendo a segunda dedicada ao tema fotografia aérea e IMINT, onde

se demonstraram as capacidades de vigilância por fotografia aérea, que foram utilizadas nos vários teatros de operações.

No período da tarde, os formandos visitaram a secção de fotogrametria onde foram confrontados com os métodos de aquisição de informação, a partir de fotografia aérea, tendo assistido a um pequeno filme que resume os trabalhos efetuados pela secção, após o que se seguiu uma breve visita à restante cadeia de produção.



Sessões de Ciência Viva no Verão 2013

O programa Ciência Viva no Verão 2013 decorreu de 15 de julho a 15 de setembro e mais uma vez o Instituto Geográfico do Exército esteve associado a esta iniciativa organizando 6 atividades, duas no âmbito da Engenharia e quatro no âmbito da Astronomia.

As ações de Engenharia decorreram durante o período normal de atividade e foram subordinadas ao tema "A Engenharia na produção da carta militar", tendo como agenda uma apresentação genérica sobre a atividade do IGeoE complementada com uma visita à cadeia de produção da Carta Militar, da série M888, à escala 1: 25000.

As ações de Astronomia decorreram ao longo da noite, fora do período normal de serviço, tendo o apoio do astrónomo Sr. José Ribeiro e do Núcleo Interativo de Astronomia - NUCLIO; estas ações consistiram numa breve apresentação sobre astronomia seguida de observações com recurso ao telescópio Celestron CG-14, que equipa o observatório astronómico do IGeoE.

Acresce referir que o IGeoE participa nestas sessões de Astronomia no Verão desde 1999, ano em que inaugurou o seu observatório astronómico.



Cooperação Bilateral de Defesa entre Portugal e o Chile

No período de 08 a 11 de outubro, no âmbito da Atividade n.º3 – Intercâmbio/Visita de conhecimentos entre o Instituto Geográfico do Exército e o seu congénere chileno, inserida no Plano de Cooperação Bilateral de Defesa entre Portugal e o Chile, dois oficiais do IGeoE deslocaram-se ao Instituto Geográfico Militar (IGM), localizado na cidade de Santiago do Chile.

Esta primeira missão teve como objetivo principal, o estabelecimento de contactos, o conhecer de toda a atividade daquele Instituto, ver possíveis pontos de ligação e de interesse para ambas as partes e criar um clima de confiança, facilitador de futuras partilhas de informação. Sendo o IGM um Serviço Oficial, Técnico e Permanente do Estado, para assuntos geográficos e geodésicos, necessários para a defesa e desenvolvimento nacionais, responsável por criar e gerir a base de dados cartográfica nacional, em diferentes escalas e difundir o conhecimento geográfico do Chile no país e no exterior, reveste-se de grande importância para a cooperação bilateral com Portugal. Este Instituto é também responsável por todos os trabalhos de impressão gráfica para todo o Exército chileno. Ainda de referir que na atividade do IGM são de destacar três projetos principais, nomeadamente, o projeto Latitude Sur que consiste na restituição tridimensional de todo o território chileno, com exceção da Antártica, à escala 1:25.000; o projeto SIIE (Sistema Integrado de Informação para Emergências) que consiste na integração dos dados provenientes de um vasto conjunto de organismos do estado e sua disponibilização, na forma de um sistema de informação geográfica, ao Serviço Nacional de Emergência e Proteção Civil (ONEMI); e o projeto RGN SIRGAS (Rede Geodésica do Chile) consequência de o IGM ter à sua responsabilidade a rede geodésica chilena e consequentemente a definição de um sistema de referência para a produção de toda a informação georreferenciada, pelo que dispõe de uma rede geodésica materializada no terreno e com coordenadas por eles calculadas com a eficiente integração de sistemas de satélites.



Visita técnica do IGeoE ao Centro Geográfico del Ejército (CEGET)

No período de 15 e 16 de outubro de 2013, realizou-se a visita técnica de uma delegação do IGeoE, constituída por 2 Oficiais e 3 Sargentos, à congénere espanhola, CEGET, em Madrid. À sua chegada, a delegação foi recebida pela direção do CEGET após o que se seguiu uma apresentação, visita às instalações e conhecimento do respetivo fluxo de produção cartográfica da Série L, escala 1/50.000, bem como das capacidades da Unidade Geográfica del Ejército de Tierra (UGET). Este módulo constitui-se como centro geográfico móvel, com capacidade de ser projetado para qualquer teatro de operações de forma a produzir e disponibilizar informação geográfica que permita apoiar o Quartel General da Força. A participação do CEGET no projecto Multinational Geospatial Co-Production Program (MGCP), nomeadamente na execução de validação de células produzidas por alguns países participantes no projecto, como é o caso de Portugal, foi uma das áreas que mereceu especial atenção. Foi ainda, possível constatar as capacidades de impressão da sua litografia, quer para os produtos do CEGET, quer no apoio a todas as necessidades do Ejército de Tierra. A visita terminou no Arquivo Cartográfico e de Estudos Geográficos do CEGET, que se constitui como arquivo nacional, desde 1998.



Visita técnica do Centro Geográfico del Ejército (CEGET) ao IGeoE

No período de 22 a 23 de outubro de 2013, realizou-se uma visita técnica de uma delegação do CEGET, constituída por 1 Oficial e 2 Sargentos, ao IGeoE.

Após a sua chegada, a delegação foi recebida pelo Exmo. Diretor do Instituto, após o que se seguiu uma apresentação e visita às instalações, com o propósito de dar a conhecer todas as valências, desde a cadeia de produção, a disponibilização e gestão da informação, o arquivo e armazenamento, bem como os espaços museológicos. Mereceu maior atenção os trabalhos realizados no IGeoE, no âmbito do projeto Multinational Geospatial Co-Production Program (MGCP), designadamente na produção relativa à 2ª fase do projeto, que se estende até dezembro de 2017, com o compromisso de produzir 24 células do território de Angola, que equivale a uma área de trabalho de 240.000 Km².



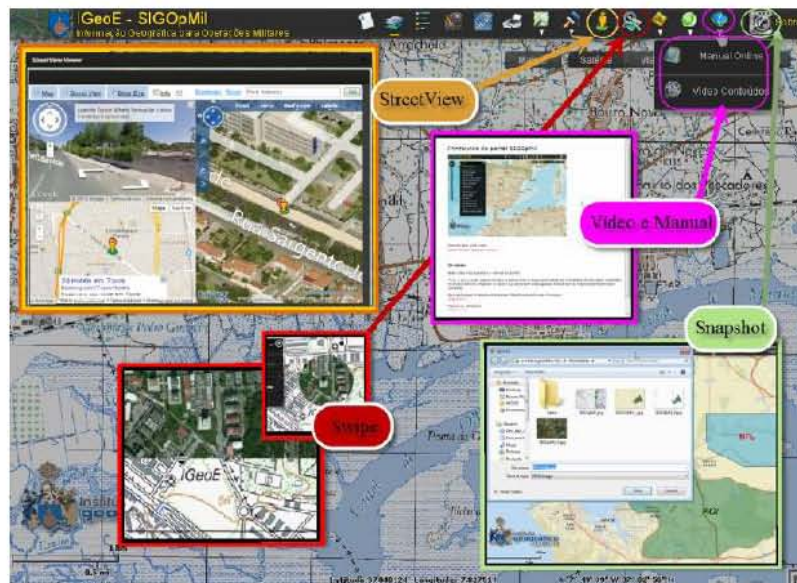
Seminário “Os Sistemas de Informação Geográfica como Multiplicador de Poder na Defesa e Segurança”

A Esri Portugal organizou, no passado dia 10 de Outubro, no IDN - Instituto de Defesa Nacional, um Seminário dedicado ao tema “Os Sistemas de Informação Geográfica como Multiplicador de Poder na Defesa e Segurança”.

Neste Seminário, foram apresentados os mais recentes exemplos e casos de sucesso da utilização dos Sistemas de Informação Geográfica nos mais diversos organismos de Defesa e Segurança em Portugal.

A agenda do evento incluiu apresentações do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), do Sistema de Segurança Interna (SSI), o da Força Aérea Portuguesa (FAP) e da ESRI Portugal.

O IGeoE, na perspetiva de Produtor Cartográfico Nacional e como principal responsável pelo fornecimento de informação geográfica ao Exército e aos outros ramos das Forças Armadas, desenvolveu uma ferramenta (o portal SIGOpMil) de apoio à decisão adaptada e criada à medida das necessidades dos militares.



Esta ferramenta foi desenvolvida para os colaboradores das Forças Armadas com responsabilidades ao nível de planeamento, condução e execução de operações, exercícios e o regular funcionamento das U/E/O. Foram apresentados os objetivos, possíveis utilizações, conteúdos capacidades e novas ferramentas disponibilizadas à comunidade militar na rede de dados do Exército. Foi ainda efetuada uma breve antevisão da nova versão deste portal a disponibilizar no próximo dia 26NOV13, dia deste Instituto.

Reunião do Grupo Técnico do Multinational Geospatial Co-production Program (MGCP)

A reunião do Grupo Técnico do MGCP decorreu de 15 a 18 de Outubro de 2013, na cidade de Amsterdão, na Holanda.

O evento foi organizado pela Royal Netherlands Army Geographic Agency, bem como todas as reuniões de trabalho, que decorreram no Marine Establishment Amsterdam. O projeto MGCP consiste na produção de informação geográfica, em plataforma SIG (Sistema de Informação Geográfica), com exatidão posicional, pormenor e rigor geométrico que permitem uma resolução espacial compatível com as escalas 1/50.000 e 1/100.000. Nesta reunião do Technical Group do MGCP, estiveram presentes 45 participantes em representação de 20 das 30 nações que atualmente executam este projeto. Nos quatro dias de reunião,



decorreram várias sessões de trabalho de acordo com a agenda estabelecida, sob a orientação do Chairman do grupo, tendo-se analisado e discutido as propostas de alteração aos documentos técnicos que suportam a execução do projeto. Foi ainda apresentado a nova versão do GAIT 21 (software usado pelos países produtores na validação dos dados adquiridos), pela entidade responsável pelo seu desenvolvimento e conceção (IDA – Institute for Defense Analyses), sendo também elaborada uma proposta de alteração aos documentos técnicos a ser submetida a discussão e aprovação na reunião do Grupo Plenário do MGCP, que irá decorrer na Roménia de 5 a 7 de novembro de 2013.

Outras Visitas

A informação geográfica produzida pelo IGeoE é cada vez mais imprescindível a todos quantos necessitam de dados georeferenciados atualizados, consistentes e fiáveis, no apoio a projectos nas áreas do Planeamento, Gestão e Ordenamento do Território, da Investigação e do Ensino, ou ainda em actividades recreativas ou de lazer:

O Instituto como consequência da reputação alcançada ao longo dos anos em que se assume como uma referência de excelência ao nível da produção de informação geográfica nacional e internacional, é inúmeras vezes solicitado para acolher visitas e campos de estágio de alunos universitários.

A evidenciar esta situação referem-se algumas visitas efectuadas ao Instituto:

Data	Entidade / Instituição	Nº Participantes
11Jan13	Faculdade de Ciências da Univ. do Porto Alunos da Disciplina de Fotogrametria do Mestrado em Engenharia Geográfica	21
06Fev13	Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna Alunos do Mestrado Integrado em Ciências Policiais	34
26Fev13	Departamento da Ação Cultural da Camara Municipal de Lisboa	8
13Mar13	Escola Secundária Vendas Novas Alunos do Curso Técnico	30
26Mar13	CENFIC Curso de Desenho Topográfico e Infraestruturas Urbanas	19
18Abr13	Universidade Técnica de Lisboa Universidade Sénior	39
10Mai13	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa Mestrado em Engenharia Geográfica e Sistemas de Informação Geográfica	20
23Mai13	Universidade de Coimbra Mestrado em Engenharia Geográfica e Tecnologias de Informação Geográfica	26
26Jun13	Centro Militar de Educação Física e Desporto Curso de Instrutores de Educação Física Militar	24
05Set13	Escola Prática de Engenharia Curso Vigilância e Contra-Vigilância TPO/CFS	19
31Out13	FCSH/UNL Licenciatura em Geografia e Planeamento Regional	41

Produção cartográfica

Novas edições 2011/2014

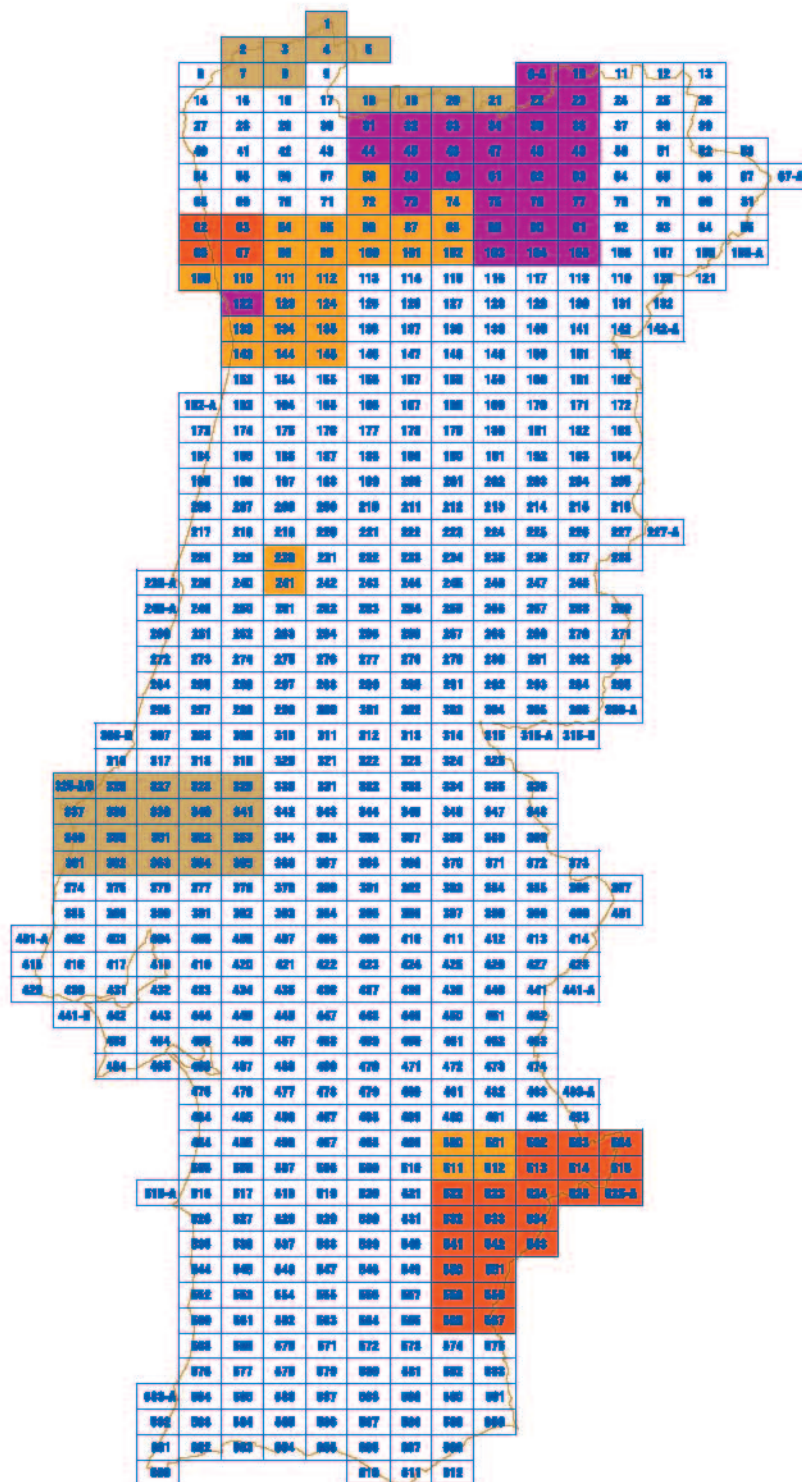
Novas Edições

01/01/13 a 31/12/13

- 9-A CISTERNA (VINHAIS)
- 10 MOIMENTA (VINHAIS)
- 22 SÃO VICENTE (CHAVES)
- 23 VINHAIS
- 31 OUTEIRO (MONTALEGRE)
- 32 MONTALEGRE
- 33 SARRAQUINHOS (MONTALEGRE)
- 34 CHAVES
- 35 LEBUÇÃO (VALPAÇOS)
- 36 REBORDELO (VINHAIS)
- 44 RUIVÃES (VIEIRA DO MINHO)
- 45 ALTURAS DO BARROSO (BOTICAS)
- 46 BOTICAS
- 47 CHAVES (SUL)
- 48 VILARANDELO (VALPAÇOS)
- 49 TORRE DE DONA CHAMA (MIRANDELA)
- 59 DORNELAS (BOTICAS)
- 60 VIDAGO (CHAVES)
- 61 CARRAZEDO DE MONTENEGRO (VALPAÇOS)
- 62 VALPAÇOS
- 63 MASCARENHAS (MIRANDELA)
- 73 RIBEIRA DE PENA
- 75 JOU (MURÇA)
- 76 MIRANDELA
- 77 MIRANDELA (ESTE)
- 89 MURÇA
- 90 FRANCO (MIRANDELA)
- 91 FRECHAS (MIRANDELA)
- 103 SANFINS DO DOURO (ALUÓ)
- 104 VILAS BOAS (VILA FLOR)
- 105 VILA FLOR
- 122 PORTO

LEGENDA

- 2011 (27 folhas)
- 2012 (31 folhas)
- 2013 (32 folhas)
- 2014 (31 folhas)

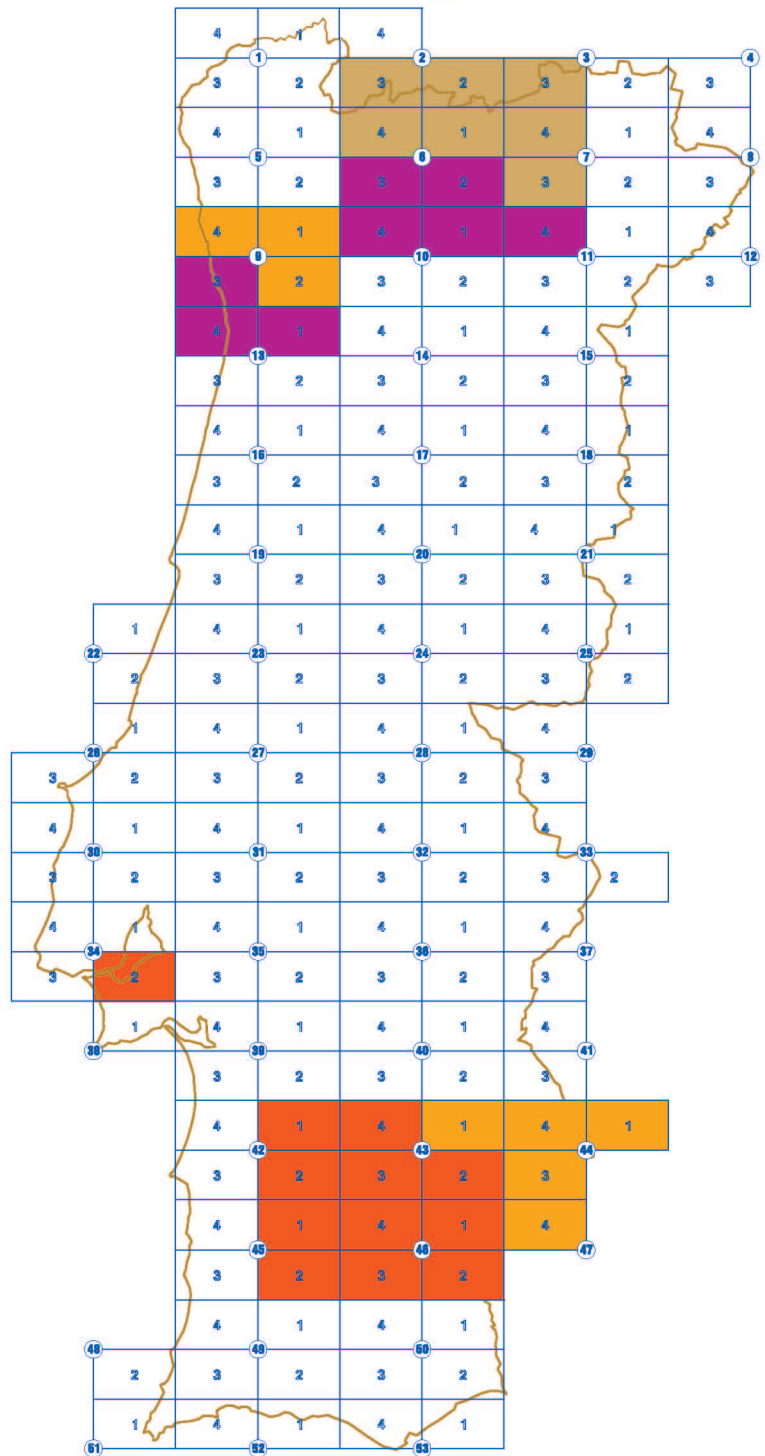


Novas edições 2011/2014

Novas Edições

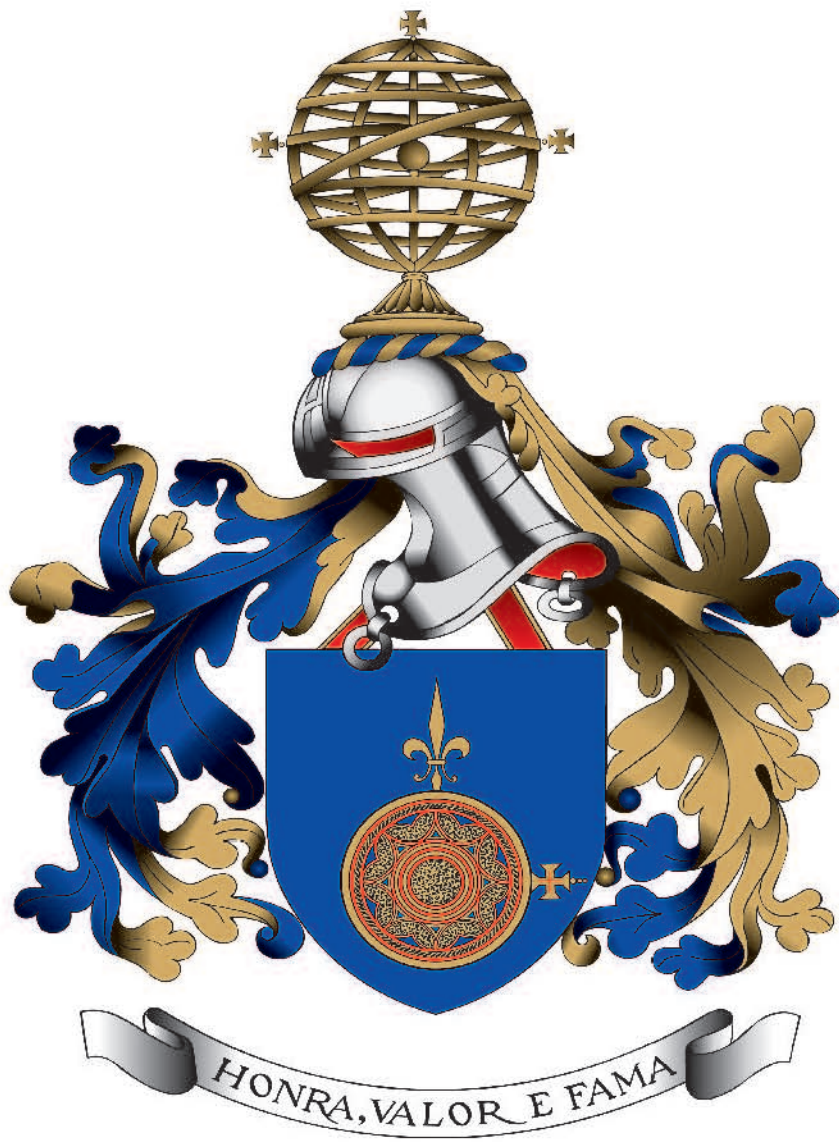
01/01/13 a 31/12/13

- 6-2 VILA POUCA DE AGUIAR
- 6-3 CABECEIRAS DE BASTO
- 9-3 PORTO
- 10-1 VILA REAL
- 10-4 CELORICO DE BASTO
- 11-4 VILA FLOR
- 13-1 CASTELO DE PAIVA
- 13-4 ESPINHO



LEGENDA

- 2011 (12 folhas)
- 2012 (8 folhas)
- 2013 (8 folhas)
- 2014 (7 folhas)





Instituto geográfico do Exército