

Boletim

Nº78 | novembro 2016

Neste Número:

- Implementação de uma infraestrutura de dados geoespaciais para a produção da carta aeronáutica OACI 1:500 000 de Portugal Continental
- Atualização da informação da Carta Militar 1:25 000
- Desempenho operacional da rede SERVIR
- Evolução do processo de Controlo de Qualidade das Séries M838, M839, P821 M782 e M783 no CIGeoE
- Validação de uma estrutura vetorial 3D da Carta Militar de Portugal, com recurso a Sistemas de Gestão de Dados Espaciais de acesso livre
- Secção de Pré-Processamento Digital: APPs desenvolvidas
- Aquisição de dados com Veículos Aéreos Não Tripulados
- Tecnologias de Posicionamento Inteligente baseadas na Rede de Dados Móveis
- Notícias do CIGeoE



ISSN

0872 - 7600

Propriedade

Centro de Informação Geoespacial do Exército

Av. Dr. Alfredo Bensaúde, 1849-014 LISBOA

Tel. – 218 505 300

Fax – 218 505 390

E-mail – igeoe@igeoe.pt

Sítio – www.igeoe.pt

Diretor

José da Silva Rodrigues

Cor Tir Art

Coordenação e Revisão

Sónia Baldaia

Maj Art

Design

Yuri Shopa

Sold RC

Paginação

Yuri Shopa

Sold RC

Impressão

Palmigráfica

Tiragem

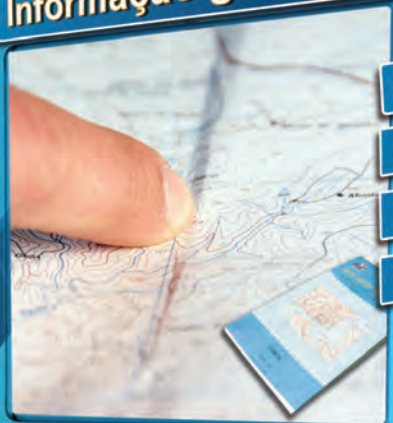
1 000 Exemplares

Índice

| | |
|--|-----------|
| Editorial | 3 |
| Implementação de uma infraestrutura de dados geoespaciais para a produção da carta aeronáutica OACI 1:500 000 de Portugal Continental Maj Inf Nuno Vicente, TCor Art Rui Teodoro, Ten Art João Ferreira, Ten RC João Fernandes, Prof.ª Dr.ª Cristina Catita | 4 |
| Atualização da informação da Carta Militar 1:25 000 Maj Art António Sousa Franco | 14 |
| Desempenho operacional da rede SERVIR Maj Inf Jorge Santos, TCor Art Rui Teodoro, Maj Art Nuno Mira, Prof. Dr. Virgílio Mendes | 22 |
| Evolução do processo de Controlo de Qualidade das Séries M888, M889, P821, M782 e M783 no CIGeoE TCor Art Fernando Martinho, TCor SGE Fernando Dias | 32 |
| Validação de uma estrutura vetorial 3D da Carta Militar de Portugal, com recurso a Sistemas de Gestão de Dados Espaciais de acesso livre Maj Inf Pedro Costa, Prof.ª Dr.ª Cristina Catita | 38 |
| Secção de Pré-Processamento Digital: APPs desenvolvidas Maj Cav Paulo Pires, Alf RC Patrick Fumega, Asp RC André Oliveira | 48 |
| Aquisição de dados com Veículos Aéreos Não Tripulados Tiago Mendes, Sofia Henriques, Prof. Dr. João Catalão, Prof.ª Dr.ª Paula Redweik, Prof. Dr. Gonçalo Vieira | 54 |
| Tecnologias de Posicionamento Inteligente baseadas na Rede de Dados Móveis 1Sar Carlos Mena, 1Sar Manuel Sousa, 1Sar António Silva | 64 |
| Notícias do IGeoE | 68 |
| Produção Cartográfica | 90 |

Produtos e Serviços CIGeoE

Informação geográfica



cartas topográficas

mdt

raster

vetor

Serviços



SERVIR

cigeoe-sig

web services

Desporto e lazer



carta itinerária

mapa de estradas

cartografia top GPS

Imagem



fotografia aérea

impressão

plastificação

Publicações



manuais

catálogos

Editorial

Por ocasião das comemorações do dia do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), constitui tradição a elaboração e publicação do seu Boletim anual, que reproduz experiências e preocupações, a par de aspetos da sua vida quotidiana, pretendendo acompanhar os desenvolvimentos científicos e a inovação a que assistimos nos tempos atuais e que naturalmente nos obriga a um olhar atento sobre o futuro e sobre os novos desafios, por forma a garantirmos a atualidade neste Órgão do Exército.

Ao comemorarmos o 84º aniversário da nossa existência, transportando connosco o prestígio de todos quantos nos antecederam, pretendemos dar continuidade a esta publicação referenciando a nossa atividade num contexto de acompanhamento das novas tecnologias e metodologias de aquisição, processamento e exploração da informação geoespacial, através da diversidade de trabalhos de carácter técnico-científico apresentados, que de uma forma transversal reproduzem a preocupação constante no acompanhamento dos desenvolvimentos científicos verificados, por forma a posicionarmo-nos em condições de fazer mais e melhor, com qualidade e oportunidade.

Mas, mais do que constatar esta dinâmica de mudança e evolução dos tempos atuais, é de facto participar nela, e acima de tudo "FAZER" parte da mesma, e por isso, importa saber como fazê-lo. Avaliar as capacidades e potencialidades dos novos sistemas, estabelecer parâmetros de exatidão e mecanismos de controlo que permitam tirar todo o potencial da informação existente, desenvolver novas soluções que permitam a automatização de determinados processos, aumentando a produtividade e a qualidade daquilo que se produz, é hoje um desígnio fundamental para fornecer aos decisores a confiança e credibilidade nas fontes e nos resultados, constituindo-se esta dinâmica como um vetor de desenvolvimento nacional.

A natureza dos artigos incorporados nesta edição, são demonstrativos desta dinâmica no CIGeoE, que vem trilhando, a cada passo, um caminho alinhado com os desenvolvimentos científicos, com parcerias fortes e credíveis numa utilização criteriosa dos recursos e uma definição clara e objetiva das capacidades a desenvolver e a implementar, e constituem prova de um profissionalismo exemplar, da criatividade e do inconformismo constante na procura de novas soluções, que tem merecido o reconhecimento interno e externo deste Órgão do Exército pelo trabalho desenvolvido em prol da informação geoespacial.

É naturalmente com enorme satisfação que testemunho e manifesto publicamente o reconhecimento pelo empenhamento pessoal e a dedicação de todos, que se complementam nas suas competências e se afirmam pelo seu carácter e profissionalismo, que estou convicto, que com a determinação, pro-atividade e a paixão que nos guia no cumprimento da nossa missão, saberemos encarar o futuro com serenidade e saber, e estar à altura dos novos desafios ao serviço do Exército, de Portugal e dos portugueses.

O Diretor
José da Silva Rodrigues
Coronel Tirocinado de Artilharia

Implementação de uma infraestrutura de dados geoespaciais para a produção da carta aeronáutica OACI 1:500 000 de Portugal Continental

Rui Teodoro

TCor Art, Licenciado em Eng. Geográfica
Centro de Informação Geoespacial do Exército
rteodoro@igeoe.pt

Nuno Vicente

Maj Inf, Mestre em Eng. Geográfica
Centro de Informação Geoespacial do Exército
nvincente@igeoe.pt

João Ferreira

Ten Art
Centro de Informação Geoespacial do Exército
jmferreira@igeoe.pt

João Fernandes

Ten RC, Licenciado em Geografia
Disponibilidade
joao.c.p.fernandes@hotmail.com

Cristina Catita

Prof.^a Dr.^a
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Instituto Dom Luiz, Lisboa
cmcatita@fc.ul.pt

Resumo

O Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) foi responsável pela produção da 3ª Edição da Carta Aeronáutica de Portugal Continental 1:500 000, para a NAV Portugal. As duas edições anteriores, 2008 e 2012, produzidas no CIGeoE, foram efetuadas com recurso ao *Microstation*, no formato *Computer Aided Design (CAD)*.

A 3ª edição da Carta Aeronáutica de Portugal Continental 1:500 000 foi produzida em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), estabelecendo uma infraestrutura de dados geoespaciais, capaz de integrar informação proveniente de diversas fontes, por forma a produzir a segundo os padrões Internacionais. O processo apresentou novos desafios que são discutidos ao longo deste artigo.

Introdução

Desde os primeiros voos, que foram desenvolvidos muitos instrumentos para servirem de apoio à navegação aérea, tendo Gago Coutinho¹, pioneiro da aviação portuguesa, juntamente com Sacadura Cabral², foi o primeiro a cruzar o Oceânico Atlântico Sul por via aérea³, desde Lisboa até ao Rio de Janeiro. Gago Coutinho foi responsável pela invenção de um tipo de sextante⁴ (adaptação de um sextante da Marinha Tradicional) que incorporava um nível horizontal artificial e permitia a navegação, sem referência visual para o horizonte real. Durante este período, todos os voos eram realizados através de contacto visual com o terreno, atualmente denominados Visual Flight Rules (VFR). Este tipo de voos compreendem um conjunto de procedimentos e regras, no qual o piloto opera uma aeronave em condições de visibilidade que permitem utilizar o terreno como referência para a navegação aérea.

A Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO)⁵ é uma agência especializada da Organização das Nações Unidas⁶ estabelecida em 1944 por diversos Estados, na Convenção Internacional de Aviação Civil, também conhecida como Convenção de Chicago⁷. Atualmente a ICAO é composta por 191 Estados-Membros e grupos ligados à indústria aeronáutica, tendo por objetivo atingir uma harmonização relativa às Normas e Práticas Recomendadas (SARPs) na aviação civil internacional, bem como políticas em apoio a um sector da aviação civil, seguro, eficiente, economicamente sustentável e ambientalmente responsável. Estas SARPs englobam diversas regras definidas para a produção de Cartografia

¹ Gago Coutinho (1869-1959);

² Sacadura Cabral (1881-1924);

³ Travessia efetuada entre março e junho de 1922;

⁴ Sistema ao qual o próprio denominou de "Astrolábio de Precisão" e que mais tarde deu origem ao "System Admiral Gago Coutinho";

⁵ Denominada internacionalmente de ICAO (International Civil Aviation Organization);

⁶ ONU, criada em 24 outubro de 1945;

⁷ A convenção de Chicago foi realizada em 1944, tendo sido o documento da criação da ICAO assinado por 52 Estados-Membros;

Aeronáutica. (ICAO, 2016)

Em Portugal a primeira carta aeronáutica conhecida foi produzida em 1947, sendo essencialmente uma representação do terreno com as principais cidades ao redor da Carta, como podemos ver na Figura 1.

O Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) foi responsável pela produção da 3ª Edição da Carta Aeronáutica de Portugal Continental 1:500 000, para a NAV Portugal. Contrariamente às edições anteriores, ambas produzidas em ambiente Computer Aided Design (CAD), esta foi produzida em ambiente Sistemas de Informação Geográfica (SIG), apresentando novos desafios que serão discutidos ao longo deste artigo.

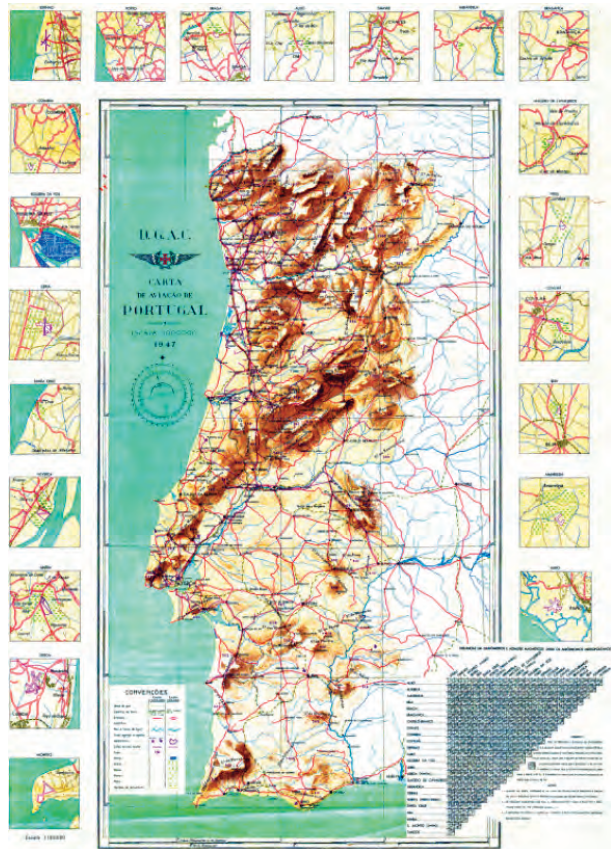


Figura 1 - Carta Aeronáutica de 1947

OBJETIVOS

O trabalho desenvolvido teve como objetivo a criação de um percurso metodológico que permitisse estabelecer uma infraestrutura de dados espaciais capaz de integrar informação proveniente de diversas fontes e em distintos formatos, por

forma a produzir a Carta Aeronáutica de Portugal Continental 1:500 000 de acordo com padrões internacionais.

O percurso metodológico adotado teve ainda em consideração a necessidade de interoperabilidade com os diferentes sistemas usados na aviação e uma melhoria na infraestrutura de dados, garantindo a simplificação e celeridade nos ciclos de atualização e o desenvolvimento de projetos futuros em ambiente SIG.

Tendo em conta esta metodologia, a Carta Aeronáutica de Portugal Continental 1:500 000 foi concebida tanto em formato papel, como formato GeoTIFF e Geospatial PDF.

Orientação metodológica

Workflow

Após a definição do percurso metodológico a adotar, tornou-se necessário sequenciar todos os procedimentos até atingir os produtos finais. Inicialmente através de uma análise documental e dos dados existentes efetuou-se a modelação da base de dados. De seguida a informação foi dividida em dois grandes grupos, informação topográfica de base e informação aeronáutica. Para a sua criação foram utilizadas processos distintos de Extract, Transform and Load (ETL), com vista tanto à migração de informação existente em formato CAD, para uma geodatabase da Environmental Systems Research Institute (ESRI), bem como a integração de informação nova, com o processo de edição inerente, simbologia, generalização e respetiva validação. Concluído o processo de ETL, procedeu-se à validação topológica e geométrica da informação geográfica, representação cartográfica e edição de acordo com as normas do CIGeoE e especificações técnicas ICAO. Após esta etapa através do controlo de qualidade, foram detetadas incorreções e melhorias a serem elaboradas, retornando assim o processo à edição para implementação de alterações. Por fim, o produto final foi alcançado através da conceção de Layouts para os diferentes formatos⁸.

⁸ Layout para o formato papel, GeoTIFF e Geospatial PDF.

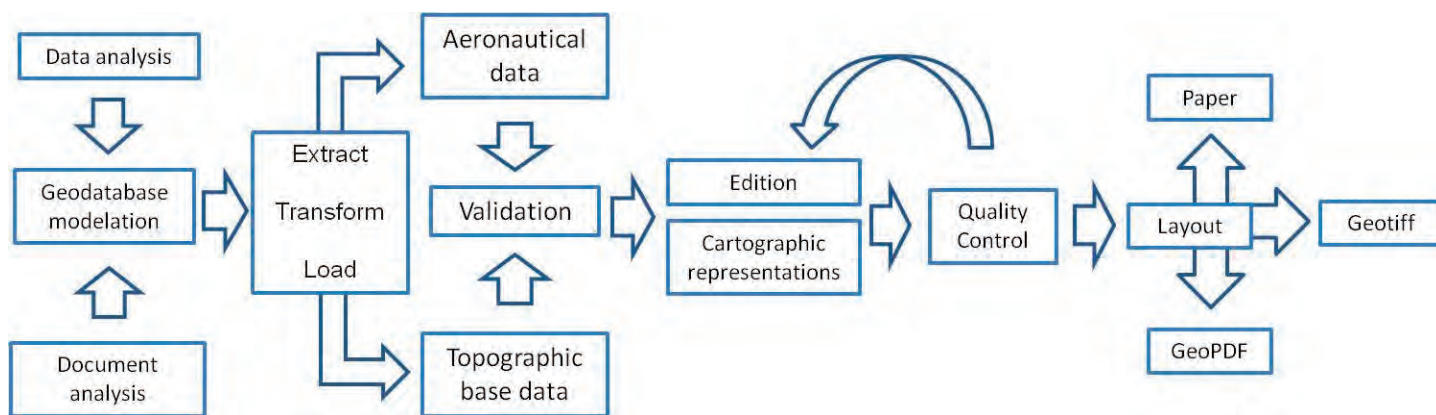


Figura 2 - Fluxo de trabalho representativo do processo de produção adotado

Software

Fruto da necessidade de migração da informação entre plataformas, bem como a produção de nova informação geográfica através de dados tabelares, foram utilizadas diferentes soluções de software. Como software de base, foi utilizado o ArcMap10.3.1, que permitiu trabalhar toda a informação bem como tirar partido das suas extensões, como é o caso da execução de linhas isogónicas a partir do World Magnetic Model⁹, através da extensão Esri Production Mapping com a Magnetic Isolines Tools. Para além deste foram ainda utilizados os softwares, QGIS 2.6.1, MicroStation¹⁰, PostgreSQL¹¹ com extensão PostGIS¹² e o Adobe Photoshop para o layout final da legenda do verso da Carta.

Por forma a interagir com as diferentes soluções de software, foram utilizadas diversas linguagens de programação nomeadamente, SQL, Visual Basic, Python, HTML e o MDL, juntamente com as bibliotecas OGR e GDAL, possibilitando o processamento de elevada quantidade de informação em tempo reduzido.¹³

Formato dos dados

Desde a fase inicial do projeto, até ao produto final, foram utilizados dados de diferentes formatos, nomeadamente, dados tabelares (XLS e

TXT), vetoriais como DGN, shapefile, filegeodatabase e Geospatial PDF até aos formatos matriciais como Tagged Image File Format (TIFF) e GeoTIFF. Sendo essencial uma correta integração dos dados geoespaciais e existindo normas e padrões estabelecidos, como exemplo o Open Geospatial Consortium (OGC), iniciativas de implantação de Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE)¹⁴, bem como World Wide Web Consortium (W3C), seria importante que o formato de dados estivesse de acordo com as recomendações das diversas entidades anteriormente referidas. Assim foram disponibilizados produtos finais em formato Geospatial PDF e GeoTIFF, além da carta em papel, reconhecidos e aceites internacionalmente por estas entidades.

Modelação da base de dados geoespacial

Com o objetivo de efetuar a migração de todo o processo, anteriormente assente em ambiente CAD (Microstation) para ambiente SIG (ArcGIS) e implementar uma infraestrutura de dados espaciais (desenvolvida sobre tecnologia ESRI), foi necessário efetuar a modelação de uma base de dados espaciais relacional. Esta permitiu a migração entre sistemas, bem como a criação de representações cartográficas, alojar topologias, classes de relação, regras de representação e simbologia.

⁹ Definido para o período de 2015-2020;

¹⁰ Software CAD da empresa Bentley Systems;

¹¹ Sistema de base de dados orientado a objetos de fonte aberta;

¹² Extensão de objetos espaciais para o PostgreSQL;

¹³ Como foi o caso da altimetria e o cálculo das Maximum elevation Figure (MEF);

¹⁴ Exemplos de IDE: NSDI (National Spatial Data Infrastructure) dos Estados Unidos e a INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) Europeia.

Consulta e análise de documentação técnica

Para a modelação da nossa base de dados, foram considerados os dados a integrar bem como a documentação de carácter técnico. Para além das normas técnicas de carácter reservado e da informação topográfica de base produzida no CIGeoE, foram utilizadas diversas publicações ligadas a este tipo de cartografia:

- Aeronautical Charts, Internacional Standards and Recommended Practices, Anexo 4 à Convenção Internacional de Aviação Civil;
- Manuel des cartes aeronautiques, DEUXIEME EDITION – 1987, ICAO;
- Guidance Material for Aeronautical Chart – ICAO 1 : 500 000, Versão 1.6 , 2011;
- FAA Aeronautical Chart User's Guide 12th EDITION outubro 2013.

Modelação da Base de Dados

A base de dados criada permitiu agrupar os diferentes tipos de informação a representar em duas feature dataset. Esta informação foi dividida de acordo com as suas características e diferenças no processo de ETL, tendo sido criada uma feature dataset da informação aeronáutica e outra da informação topográfica de base, como demonstra a figura 3.

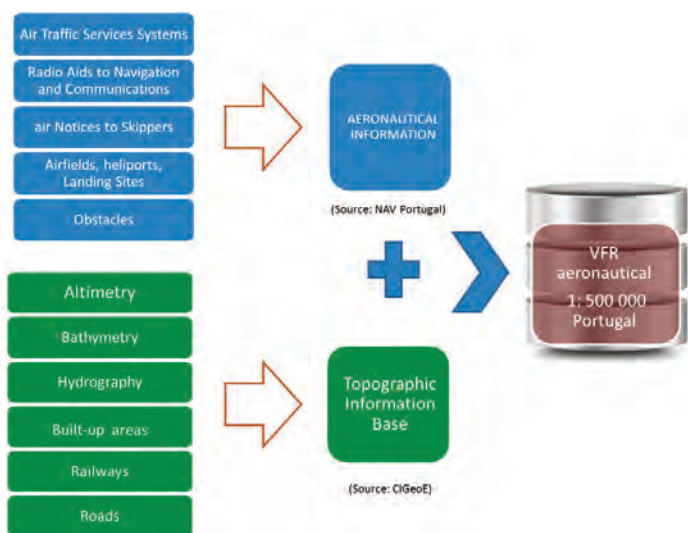


Figura 3 - Informação carregada na geodatabase

Desenvolvimento do processo de ETL

Concettualmente o processo ETL permite a extração de dados de entidades externas, a transformação dos mesmos com vista os requisitos exigidos pelo cliente e ainda o carregamento para uma base de dados. A figura 4 demonstra o modo como este processo decorre num ambiente de produção.



Figura 4 - Processo de ETL em ambiente de produção

O processo de ETL encontra-se bem desenvolvido, consolidado e implementado na produção de produtos cartográficos no CIGeoE, pelo que este processo, no caso da produção da carta aeronáutica, não se revestiu de especial complexidade.

Informação topográfica de base

A informação topográfica de base existente no CIGeoE encontra-se estruturada para produção da cartografia à escala 1:25 000, não permitindo, pela sua densidade, a sua utilização neste produto sem processamento. Considerando a dificuldade de transformação de uma escala 1:25 000 para uma escala 1:500 000, foi utilizada a informação de base relativa às cartas à escala 1:250 000 produzidas no CIGeoE, visto a diferença entre escalas ser bastante menor, tornando o processo bastante mais simples de implementar. Para além desta, diversos temas foram obtidos a partir dos dados já existentes em ambiente SIG da Carta Oficial de Estradas de Portugal Continental¹⁵, destacando-se a Batimetria, Hidrografia, Rodovias e Ferrovias.

¹⁵ A Carta Oficial de Estradas de Portugal Continental 1:500 000, resultou de uma parceria estabelecida entre o IGeoE (Instituto Geográfico do Exército) e o IMT (Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.).

Assim foram definidos e obtidos através de diferentes processos, os temas considerados importantes para a produção da Carta Aeronáutica que permitem o voo VFR, nomeadamente: Altimetria, Batimetria, Hidrografia, Áreas Urbanas, Rodovias, Ferrovias, Mar Territorial e as linhas de Alta Tensão.

O processo de ETL aplicado à informação topográfica de base baseou-se essencialmente na importância da informação geográfica existente em ficheiros CAD do MicroStation. O modelo de dados da informação neste tipo de ficheiros é baseado na diferenciação, através das diferentes features gráficas existentes, em particular do tipo de entidade geométrica (ponto, linha, polígono), bem como as suas características (level, color weight e style). Através desta diferenciação foi possível extrair a informação desejada através do ArcCatalog, para cada feature class da feature dataset relativa à informação topográfica de base. Por fim, após importação, foi necessário reprojeter através do ArcGIS toolbox toda a informação para o sistema definido, Projeção Cónica Conforme de Lambert.

Mar territorial

Por solicitação da NAV Portugal a informação relativa ao mar territorial foi, pela primeira vez, integrada na Carta Aeronáutica, tendo sido fornecida pelo Instituto Hidrográfico (IH)¹⁶. Os ficheiros foram reprojutados e procedeu-se à sua migração e integração numa geodatabase, para posterior validação geográfica e topológica.

Altimetria

A importância que esta informação representa para a navegação VFR levou a algumas alterações em relação a edições anteriores. Assim optou-se por aumentar o número de pontos de cota (na edição anterior apenas eram representados os vértices geodésicos de 1ª ordem) e reduzir a equidistância entre curvas de nível de 1000 para 660 pés e com curvas de nível intermédias de 330 e 990 pés, garantindo uma maior densidade de informação

altimétrica. A partir da informação de base foi efetuada uma seleção por atributos através linguagem SQL, por forma a selecionar os elementos pretendidos para o produto final. Após a seleção destes elementos, procedeu-se à generalização dos mesmos, tendo sido utilizado para o efeito o Algoritmo de Bezier (Li, 2007), a seleção de Remiss (Li, 2007) e o algoritmo de eliminação (Li, 2007). A informação batimétrica adquirida através das diferentes séries cartográficas do CIGeoE, sofreu os mesmos processos de simplificação e generalização referidos anteriormente.

Com o objetivo de conseguir obter outra representação do terreno foram ainda gerados dois¹⁷ ficheiros do tipo raster (formato GeoTIFF), através do Aster GDEM V¹⁸. Para processar a informação de base foram utilizados diversos ficheiros do tipo batch, via linha de comando DOS, programados internamente, de acordo com as necessidades, utilizando a biblioteca GDAL, essencialmente gdaldem color-relief e hillshade. Para o modelo de sombras foi atribuída uma fonte de iluminação com azimute 315°, altura de 45° e um exagero da escala vertical de 3x. Por fim através do software Globalmapper efetuou-se o blending das camadas¹⁹ e ambas foram fundidas obtendo-se assim a representação do terreno no produto final.

Áreas Urbanas

Procurando ir de encontro aos requisitos do cliente foram representadas todas as cidades (em edições anteriores apenas eram representadas as cidades principais), por se constituírem como uma referência útil para a navegação aérea. Usando informação do Instituto Nacional de Estatística foi feita uma relação de todas as cidades existentes em território nacional e efetuando pesquisas em linguagem SQL sobre a informação de outras séries cartográficas do CIGeoE, foi retirada a informação pretendida. Após validação das entidades geográficas, foram aplicados diversos processos de generalização, agregação, simplificação e suavização.

¹⁷ Um com as diferentes classes hipsométricas e outro com um modelo de sombras;

¹⁸ Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, Global Digital Elevation Model Versão 2 lançado em 17 outubro de 2011, com uma precisão de 30 metros;

¹⁹ Processo pode também ser efetuado através do software Adobe Photoshop.

¹⁶ O Instituto Hidrográfico (IH), órgão da Marinha Portuguesa, foi criado pelo Decreto-Lei n.º 43177, de 22 de Setembro de 1960.

Linhas de Alta Tensão

Para se obter a informação relativa às Linhas de Alta Tensão, o mais atualizada e rigorosa possível, foi cruzada a informação fornecida pela REN - Redes Energéticas Nacionais, juntamente com informação das séries M888, M782 e M783. Ambas foram processadas, integradas numa geodatabase e sujeitas a um processo de generalização através das ferramentas: Smooth²⁰, Collapse Dual Lines To Centerline, Merge Divided Roads e o Collapse Road Detail do ArcMap.

Informação aeronáutica

A informação aeronáutica fornecida para o projeto, foi da responsabilidade da NAV Portugal, enquanto entidade “(...) responsável pela prestação de serviços de tráfego aéreo, serviços de comunicações, navegação e vigilância e serviços de informação aeronáutica segura e eficiente dos serviços de navegação (...)” (NAV Portugal, 2016) através da Publicação Eletrónica de Informação Aeronáutica (eAIP)²¹, juntamente com a colaboração de diversos stakeholders²², nomeadamente a Força Aérea Portuguesa (FAP), com interesse e responsabilidade no produto final.

Temas representados na informação aeronáutica:

1. Sistemas de Serviço de Tráfego Aéreo:
 - a. FIR (Flight Information Region) – Maior divisão do espaço aéreo onde são garantidos os serviços de informação aérea;
 - b. CTR (Control Zone) – Espaço Aéreo controlado que se estende da superfície da terra até um limite superior definido;
 - c. TMA (Terminal Control Area) – Área que se encontram na confluência de rotas ATS ao longo de um ou mais aeródromos;
 - d. ATZ (Aerodrome traffic zone) – Espaço Aéreo de dimensões definidas, estabelecido ao longo de um aeródromo com vista a segurança do tráfego aéreo.

2. Ajudas Rádio à Navegação e comunicações:
 - a. Distance measuring equipment (DME);
 - b. Non-directional radio beacon (NDB);
 - c. UHF tactical air navigation aid (TACAN);
 - d. VHF omnidirectional radio range (VOR).

1. Avisos à Navegação Aérea:

- a. Danger Areas;
- b. Prohibited Areas;
- c. Restricted Areas;
- d. Temporary Reserved Airspace.

3. Aeródromos, Heliportos e Locais de Aterragem.

4. Obstáculos – Elementos naturais ou artificiais com uma altura superior a 100m medido a partir do nível do solo.

A informação aeronáutica representada, ao contrário da informação topográfica de base, foi gerada de novo usando os dados fornecidos, tendo em conta todas as regras ICAO, espelhadas no Guidance Material for Aeronautical Chart – ICAO 1:500 000. Em virtude da informação ter sido fornecida em vários formatos, o processo de ETL sofreu as necessárias adaptações.

Processamento de entidades geométricas

Todas as entidades do tipo ponto foram colocadas num ficheiro XLS e posteriormente importadas para uma geodatabase utilizando a ferramenta Display XY Data.

Após importação para a geodatabase, a informação foi organizada por subtipos e domínios (por forma a facilitar a atribuição de simbologia) e foram criadas diversas entidades do tipo linha e polígono, permitindo unir os pontos fornecidos para a criação dos diferentes temas. Por fim com o objetivo de manter a integridade da informação foram efetuados diversos processos de verificação e validação topológica e geométrica.

Validação topológica e geométrica da informação geoespacial

Sendo uma das preocupações a coerência e integridade de toda a informação produzida, foram efetuados três tipos de validação: de estrutura,

²⁰ Utiliza o método de interpolação de Bezier;

²¹ Electronic Aeronautical Information Publication (eAIP) segue as especificações estabelecidas pela EUROCONTROL (organização responsável, pela criação de um espaço aéreo europeu comum, composta por 41 países);

²² Stakeholder é qualquer pessoa ou organização que tenha interesse, ou seja afetado por um determinado projeto.

geométrica e de integridade espacial em ambiente 2D e 3D. Para o conseguir, foram utilizadas diversas ferramentas de validação do ArcMap 10.3.1, incluindo as extensões Data Reviewer e Topology disponíveis no formato Geodatabase da ESRI.

O processo de validação em ambiente ArcGIS é um processo sequencial das ferramentas existentes na plataforma, completamente parametrizada de acordo com a tolerância permitida que foi estabelecida, como mostra a Figura 5:

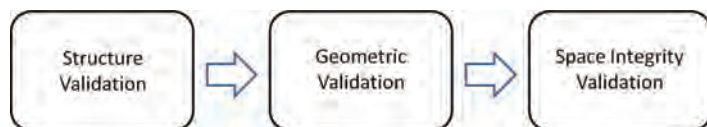


Figura 5 - Processo de Validação

Na fase de validação da estrutura são executados procedimentos de adequação dos dados para poderem ser corretamente validados em termos geométricos. Estes são copiados, movimentados e organizados de forma a poder seguir o processo de validação. A estrutura é verificada através da tabela de atributos da Feature Class, sendo esta modificada conforme as necessidades das ferramentas a utilizar na validação geométrica.

No processo de validação geométrica, foram desenvolvidos modelos específicos para cada um dos temas de modo a simplificar a sua aplicação. Para além da implementação destes modelos foram ainda efetuadas correções geométricas, destacando-se:

- Reparação da geometria de cada feature class da geodatabase;
- Eliminação de duplicações de entidades geográficas;
- Eliminação de entidades cujas dimensões estejam abaixo do limite definido;
- União das entidades geográficas que partilham o mesmo vértice final na mesma Feature Class;
- Correção dos overshoots e undershoots;
- Detecção de erros topológicos.

Durante este processo, foram detetados e corrigidos erros topológicos. Esta operação foi obtida através de um modelo criado com as regras topológicas apropriadas para cada entidade geográfica, destacando-se:

- Must Not Overlap – Uma linha não deve

sobrepor outra linha;

- Must Not Intersect - Uma linha não deve interseccionar outra linha;

• Must Not Have Dangles - Uma linha não deve ter pontas soltas;

• Must Not Self-Overlap - Uma linha não se deve sobrepor;

• Must Not Self-Intersect - Uma linha não deve interseccionar-se.

Os erros topológicos detetados foram analisados e corrigidos individualmente, sendo utilizadas as ferramentas do Data Reviewer e Error Inspector, que permitiram detetar anomalias na Feature Class, atributos e relações na geodatabase. A ferramenta Data Reviewer foi ainda utilizada, para a validação da integridade espacial, devido à sua capacidade de detetar anomalias nas relações espaciais entre entidades geográficas.

Para a validação da integridade espacial foram analisadas as interseções e sobreposições entre entidades geográficas de diferentes temas. Assim foram criadas regras que, integradas em ficheiros do tipo batch permitiram detetar anomalias nas relações espaciais entre entidades geográficas, tendo sido analisadas: a altimetria, hidrografia e a planimetria

Edição da informação vetorial e carregamento de atributos

Nesta fase, tendo em conta a escala da carta bem como a simbologia utilizada, foram aplicados algoritmos de generalização a diversos temas, nomeadamente a conjuntos de entidades, do tipo ponto (obstáculos), linha (linhas de alta tensão) e polígono (Zonas edificadas). Procurou-se ainda carregar alguns atributos de forma a facilitar a produção de determinadas anotações, utilizando para isso a conversão de labels to annotation.

Segundo (Jones, 2003), citado por (Lopes, 2005), os dois tipos principais de generalização são:

• Generalização semântica - baseado na escolha inicial da informação relevante a ser apresentada no mapa;

• Generalização geométrica – baseado na manipulação das características das várias entidades geográficas representadas no mapa.

Para além destas duas não deve ser esquecida a

generalização contextual, bastante mais complexa, sendo executada manualmente.

Neste projeto foram aplicados os processos de generalização referidos anteriormente essencialmente nos temas relativos à informação topográfica de base, tendo sido utilizados diferentes algoritmos de generalização na informação aeronáutica.

De acordo com as regras estabelecidas, foi definido representar todos os obstáculos com uma altura superior a 100m, contudo, fruto da escala da Carta, foi necessário generalizar este tema pois seria impossível representar todos os obstáculos devido ao seu tamanho e à proximidade entre os mesmos. O objetivo passou por garantir que a densidade relativa não fosse alterada, tendo ainda em conta os obstáculos com uma altura maior. Neste tema foi utilizado um processo de generalização manual, tendo em conta o risco e importância associados a cada obstáculo

Criação de simbologia gráfica e cartográfica, etiquetas e anotações

Criação de simbologia gráfica e cartográfica

A simbologia a utilizar teve em consideração a biblioteca já existente para a carta 1:500 000 bem como novos símbolos a serem representados, tendo sido criado em ambiente ArcMap no Style References um novo style para guardar toda a simbologia. Esta foi dividida em três tipos: polígonos, linha e pontos. Para os símbolos já existentes foi executada uma conversão de formatos da biblioteca, sendo em alguns casos refinados alguns contornos e pormenores. Para a criação de novos símbolos foi usado o Marker Editor, que possui ferramentas avançadas de edição.

Os símbolos do tipo ponto foram guardados no formato EMF, passando a fazer parte da nossa biblioteca de estilo criada.

A simbologia do tipo linha, foi editada no Symbol Property Editor utilizando o Cartographic Line Symbol, de forma a atingir o aspeto gráfico pretendido.

As entidades geométricas do tipo área foram representadas, tanto como Simple Fill Symbol quer como Picture Fill Symbol, sendo a imagem criada

com o Marker Editor, em ambiente ArcMap e posteriormente exportada para o formato EMF.

Labels e criação de anotações

Os valores alfanuméricos carregados na nossa geodatabase como atributos foram utilizados mais tarde no processo para enriquecer a informação representada na carta. Para isto foram ativados os Labels e convertidos para anotações, pois estas tornam-se mais fáceis de manipular que as Labels e permitem melhores performances gráficas. Antes desta conversão ser feita, foi necessário escolher a escala do mapa a ser produzido, tendo sido atribuído o valor pretendido na opção Set Reference Scale no menu Data View/Data Frame. Durante o processo as anotações foram carregadas na geodatabase e ligadas a cada feature, garantindo que a edição dos atributos, se reflete na anotação, sendo o contrário também verdadeiro.

Após colocadas as anotações foi necessário verificar se o aspeto do mapa apresentava o resultado gráfico pretendido. Para isso utilizou-se o raster da segunda edição desta carta no formato TIFF, para servir de referência e assim proceder aos arranjos gráficos necessários para ser atingido um resultado idêntico ao obtido no passado por outros processos. Para tal foi utilizada a ferramenta Edit Annotation Tool existente na barra de ferramentas Editor.

Controlo de qualidade

O controlo de qualidade da informação produzida foi dividido por tipo de informação. A informação topográfica de base foi verificada na Secção de Controlo de Qualidade do CIGeoE, enquanto a informação aeronáutica, foi verificada pela NAV Portugal, enquanto entidade responsável por esta informação. Por fim foi produzida uma lista de emendas por forma a melhorar a qualidade da informação, legibilidade e estética, tendo sempre em atenção as normas ICAO.

Design do Layout

Terminado o processo anterior, passou-se ao layout final da carta, no qual ficou representada uma quadrícula com coordenadas geográficas Datum

WGS84 a preto e exterior à mancha da carta, marcada a cada 30 minutos e numerada de um em um grau. O layout encontra-se dividido em setores, contendo informação sobre MEF. No canto superior esquerdo apresenta o logótipo institucional e a equivalência de metros para pés, seguida da legenda da carta. No canto superior direito encontra-se representada a legenda da hipsometria, sendo ainda composto pelas isogónicas de acordo com o modelo definido para o período de 2015 a 2020.

No verso da carta de Portugal, foi representado apenas o layer aeronáutico e as rotas VFR civis e militares no Porto, Lisboa e Faro. Nas folhas do Porto e Lisboa, foi decidido introduzir dois produtos com toda a informação existente onde o tráfego aéreo é maior, na escala 1:100 000, integrando ainda as rotas civis e militares de Helicópteros.

A extensão configurada do nosso layout foi 75 cm de largura por 150 cm de altura, para a Carta de Portugal Continental e 75cm de largura e 90cm de altura, para as folhas de Lisboa e Porto.

Produtos finais

No final do processo obtiveram-se quatro produtos, três em formato papel, relacionados entre si mas com diferentes formas: Carta Aeronáutica, ICAO 1:500 000 de Portugal Continental – integral, Porto e Lisboa e um quarto de carácter digital integrando os três anteriormente definidos e área de Lisboa e Porto na escala 1:100 000 no formato GeoTIFF e Geospatial PDF.



Figura 6 - Produto final da esquerda para a direita: Frente da carta papel, verso da carta papel e GeoTIFF num dispositivo móvel.

Conclusões e trabalho futuro

Este projeto teve como objetivo a produção da 3ª Edição da Carta Aeronáutica de Portugal Continental à escala 1:500 000. Efetuou-se uma migração da plataforma tecnológica, desenvolveu-se e implementou-se uma infraestrutura de dados espaciais relacionais com capacidade de armazenar grandes volumes de informação, tendo sido implementada uma grande variedade de soluções de análise e tecnologias de processamento de informação. O conhecimento obtido com o desenvolvimento deste projeto, na área da gestão da informação geoespacial e na utilização das diversas ferramentas utilizadas resultam numa vantagem para o CIGeoE.

A implementação desta infraestrutura de dados espaciais foi desenvolvida com recurso a tecnologia ESRI, permitindo uma melhor interação com toda a informação. Esta permitiu o desenvolvimento e implementação de um novo processo de produção cartográfico, tendo sido possível integrar numa única plataforma tecnológica toda a informação necessária para a criação de todos os produtos referidos.

Tão importante como a produção da carta em formato analógico, foram os produtos em formato digital, quer raster quer vetor que permitem a utilização em diversos dispositivos móveis e sistemas aeronáuticos. Esta plataforma permite-nos uma interação mais profunda com os atributos alfanuméricos da informação geoespacial. A comunidade de utilizadores tem assim acesso a uma grande quantidade de informação, de alta qualidade e precisão, contribuindo para a segurança das operações aéreas e uma gestão mais eficaz e eficiente do espaço aéreo.

O trabalho futuro passa pela produção da Carta Aeronáutica das Regiões Autónomas, Açores e Madeira utilizando esta tecnologia e integrando nesta infraestrutura nova informação aeronáutica que possa auxiliar a navegação aérea, controlo e processo de tomada de decisão num ambiente de resposta a crises.

Referências bibliográficas

Borges, I., 2010. Modelação da Base de Dados Geográfica e Conversão CAD/SIG, Carta Militar de Portugal Continental à escala 1:250 000, Série M586 - Objeto de estudo: Folha 5, Relatório de Estágio de Curso de Especialização Tecnológica em Sistemas de Informação Geográfica ULHT, IGeoE: texto não editado.

Cosme, A., 2012. Projeto em Sistemas de Informação Geográfica. 1º ed. Lisboa: Lidel.

Costa, P., 2015. Validação de uma estrutura vetorial 3D da Carta Militar de Portugal, com recurso a Sistemas de Gestão de Dados Espaciais de acesso livre. Tese de Mestrado, FCUL: texto não editado.

Dourado, R. C., 2007. Constituição de um SIG tendo por base a “Carta Itinerária de Portugal 1:500. 000”, Relatório de Estágio de Licenciatura FCUL, IGeoE: texto não editado.

EUROCONTROL, ICAO Chart Harmonization Focus Group, 2011. Guidance Material for Aeronautical Chart – ICAO 1: 500 000 Version 1.6.

Fernandes, João, 2014, A Carta Oficial de Estradas de Portugal Continental 1:500 000 em GeoPDF. Boletim 76, IGeoE, Lisboa, pp. 92–101.

Freitas, A. J. C., 2008. Modelação de uma Base de Dados Geográfica para a Série M888, 1:25 000 do IGeoE, Tese de Mestrado, FCUL: texto não editado

ICAO, 2016 About ICAO; Internet: <http://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx>, consultado em 10 de julho de 2016

Li, Z., 2007. Algorithmic Foundation of Multi-Scale Spatial Representation. Boca Raton (Florida): CRC Press, Taylor & Francis Group.

Lopes, J., 2005. Generalização Cartográfica. Tese de Mestrado, FCUL: texto não editado.

NAV Portugal, 2016; Manual VFR; Internet: <https://www.nav.pt/ais/vfr-manual/vfr-manual>, consultado em 10 julho de 2016

Ruas, A. et al, 2011. Advances in Cartography and GIScience. Volume 1. Paris: Springer.

Obe, R. O. & Hsu, L. S., 2011. PostGIS in Action. Stanford: Manning.

Vicente, N., 2015. Implementação de uma infraestrutura espacial para generalização da carta militar 1:25 000. Tese de Mestrado, FCUL: texto não editado.

Atualização da informação da Carta Militar 1:25 000

António Sousa Franco

Maj Art, Mestre em Eng. Geográfica

Centro de Informação Geoespacial do Exército

afranco@igeoe.pt

Resumo

O processo de atualização da informação geográfica contida na Base de Dados Geográfica do CIGeoE tem como ponto de partida a informação vetorial da edição de cada folha que se encontra em vigor. A forma como cada objeto dessa informação é aproveitado durante os trabalhos de restituição pela Secção de Fotogrametria depende de, além da sua conformidade com o terreno, da qualidade posicional e temática que apresenta. Neste artigo são descritos os métodos de trabalho utilizados na atualização da Cartografia do CIGeoE, fazendo uma pequena análise dos resultados obtidos e identificando oportunidades de melhoria de todo o processo.

1. Introdução

O processo de aquisição de informação para a carta militar à escala 1:25 000 série M888 do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) tem sido ao longo dos tempos sujeito a diversas melhorias e adaptações de forma a fazer face aos cada vez mais exigentes requisitos de qualidade posicional, temática e grau de atualização.

Considerando, que atualmente todo o território nacional se encontra restituído em formato digital (vetor 3D), é inevitavelmente levantada a questão: no decorrer da aquisição de informação de que forma é aproveitada a informação da versão anterior?

Idealmente, a aquisição da nova informação teria por base todo o vetor restituído em anos anteriores, onde seria apenas necessário adquirir os novos objetos, apagar os que já não existem e alterar aqueles que foram modificados. Na prática, a questão é bastante mais complexa, exigindo o estudo particular de forma aprofundada sobre o estado de cada folha para se saber ao certo o que pode ser aproveitado, de forma a maximizar sempre o recurso mais valioso no processo de aquisição: o tempo.

2. O processo de aquisição

A aquisição de informação vetorial em três dimensões na secção de Fotogrametria do CIGeoE feita por métodos estereoscópicos considera atualmente duas diferentes abordagens, as quais são de uma forma familiar apelidadas por Restituição de raiz e por Atualização. Tal diferenciação deve-se ao facto de a Base de Dados Geográficos (BDG) do CIGeoE conter dados vetoriais que, embora na totalidade em formato digital, foram adquiridos por processos com diferenças significativas, nomeadamente ao nível das tecnologias, catálogos de objetos, resoluções geométricas e radiométricas das fotografias bem como diferentes metodologias de aquisição, o que obriga a abordagens diferenciadas consoante as datas em que a informação foi adquirida.

Considerando como exemplo, a aquisição de curvas de nível e linhas de água, que era efetuada a partir de resoluções geométricas muito diferentes daquelas que são utilizadas atualmente, havia por essa altura uma grande preocupação em manter uma consistência entre os dois objetos, de forma a que a linha de água passasse sempre na inflexão da curva de nível (Figura 1). Muitas vezes, esse facto levava a uma aquisição incorreta da cota da linha de água, ficando o objeto na gíria do operador de fotogrametria, "levantado" ou "enterrado", facto do qual nos apercebemos ao visualizar o vetor com um modelo estereoscópico atual, mas que na altura era impercetível.

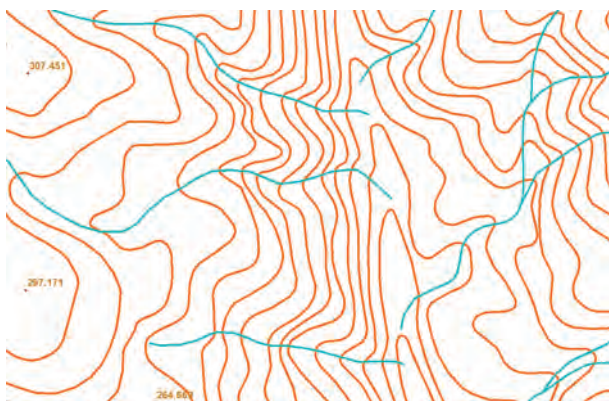


Figura 1- Cruzamento de uma linha de água com curvas de nível.

Da mesma forma se pode verificar o caso dos edifícios, (objeto Casa) em que a aquisição era feita de forma individual, casa a casa, com o nível de pormenor que a resolução permitia, e que por alteração das Normas de Aquisição passou a ser efetuada em bloco, para as casas que se encontram encostadas. Desta forma, a grande maioria da informação vetorial das folhas que foram trabalhadas com este método, deixa de ser qualitativamente aceitável para os parâmetros que são utilizados atualmente, implicando a restituição quase da totalidade deste tipo de objetos.

Também as vias eram adquiridas com uma metodologia diferente, sendo restituídas como "Multiline" com o objetivo de representação imediata da largura da via consoante a sua classificação (Figura 2), e não como "Polyline", como são atualmente, onde apenas é representado o respetivo eixo. Essa metodologia fazia com que o vetor fosse registado apenas com um único valor de cota, correspondente ao ponto inicial, perdendo-se toda a restante informação altimétrica, ao contrário do que é feito atualmente em que qualquer objeto do

tema rede viária, acompanha o terreno ao longo do seu comprimento e com a máxima precisão possível.



Figura 2- Estradas representadas como MULTILINE

Já no que diz respeito à topologia, devem ser identificadas duas metodologias distintas para aquisição: aquisição com software baseado em Computed Aided Design (CAD) e aquisição com software baseado em Sistema de Informação Geográfica (SIG), sendo esta adotada para a aquisição do vetor tridimensional apenas a partir de 2012, tendo a sua implementação sido feita faseadamente. Se na primeira o resultado do trabalho de restituição eram ficheiros de desenho, onde a distinção entre cada objeto é feita por um código constituído pelos atributos: cor, nível e espessura e tipo da linha, já no segundo o resultado são BDG's, onde cada objeto constitui uma entidade própria com atributos alfanuméricos e georreferenciação. No caso dos ficheiros de CAD, mais precisamente neste caso ficheiros DGN (Microstation), na fase da aquisição não existia qualquer tipo de validação topológica, sendo essa efetuada numa fase posterior da cadeia de produção por intermédio de aplicações MDL desenvolvidas para o efeito e que funcionavam maioritariamente em 2D, ou seja, a topologia dessa informação apenas era validada planimetricamente. Desta forma se garantia, por exemplo, que os elementos de uma rede viária ou hidrográfica estivessem interligados (snap) sem overshots ou undershots, cruzados com outros objetos ou tivessem qualquer outro tipo de erro topológico, mas essa validação era feita apenas em 2D, sendo esses os ficheiros que povoariam a BDG que alimenta a cadeia de produção do CIGeoE. A partir do momento em que se começou a restituir diretamente para BDG's, surge também a possibilidade de se efetuar essa validação tridimensionalmente, sendo mesmo algumas regras topológicas garantidas em tempo real aquando da

aquisição do objeto. Este facto vem possibilitar que a BDG do CIGeoE seja alimentada com informação em três dimensões validada, o que significa um enorme acréscimo de valor, além de possibilitar a sua utilização direta em futuros trabalhos de atualização.

Considerando estas e outras diferenças ao nível de metodologia ou formato, é difícil o aproveitamento da maior parte do vetor, sendo que apesar de por vezes este se encontrar aceitável aos olhos do operador de fotogrametria, o facto de ter de os escolher e corrigir, torna o processo mais moroso do que a aquisição de raiz.

3. Atualização

Como foi referido atrás, toda a informação referente ao território nacional se encontra adquirida, sendo atualmente os trabalhos de aquisição de informação vetorial essencialmente trabalhos de atualização. No entanto é importante ter a noção que as metodologias utilizadas atualmente obedecem a diferentes padrões de qualidade do que aqueles que eram utilizados há dez anos, e que a grande maioria da informação vetorial foi adquirida com diferentes métodos e rigor podendo, em alguns casos, ser considerados insuficientes para o que é exigido atualmente.

É também fundamental perceber que a qualidade posicional da informação vetorial depende da qualidade da aerotriangulação das imagens com que foi adquirida. Tratando-se de duas aerotriangulações efetuadas em diferentes épocas, apesar dos erros associados estarem dentro dos padrões de qualidade exigidos, a acumulação dos erros das duas podem gerar erros superiores ao que é normalmente aceite pelo operador, fazendo com que muitas vezes despreze a informação vetorial já existente.

Considerando todos os objetos do catálogo da carta militar 1:25 000 do CIGeoE podem ser discriminados diversos temas, tendo cada um deles especificidades na sua aquisição:

3.1. Edifícios

Os edifícios são objetos do tipo área, caracterizados pela sua fácil identificação no terreno pelo facto de se destacarem pelo contraste que o respetivo telhado tem com as zonas que normalmente os circundam.

Atualmente, a informação vetorial do edifício é adquirida pela cota correspondente ao topo, acompanhando o respetivo extremo.

Apesar de a metodologia utilizada para a sua extração poder ser diferente em algumas edições mais antigas, a grande maioria dos edifícios já se encontra representada na cartografia que está atualmente em vigor. Esse facto obriga o operador de fotogrametria, aquando dos trabalhos de restituição, a decidir sobre a qualidade do vetor já representado colocando várias perguntas: tem qualidade posicional suficiente? está representado corretamente segundo as atuais normas de produção? a diferença entre a imagem (modelo estereoscópico) e o vetor é suficiente para implicar a sua nova restituição? (Figura 3).



Figura 3- Exemplo do vetor de edifícios de uma versão anterior sobre uma imagem orto retificada atual.

Este facto dificulta bastante a tarefa do operador. Consoante a qualidade da informação que é atualizada, com exceção dos blocos mais atuais, por norma o operador prefere apagar toda a informação da versão anterior, e adquirir tudo de novo, retirando-lhe o ónus da decisão e tornando assim o seu trabalho mais rápido. Aparentemente tal procedimento significa um enorme "desperdício" de recursos. No entanto, devido à elevada exigência qualitativa da informação adquirida para a BDG do CIGeoE, e devido à inexistência de um critério (distância) a partir do qual se considere aceitável a informação, essa será mesmo a melhor opção.

Uma das possibilidades para contornar este problema é efetuar uma pré-filtragem dos edifícios representados na edição anterior, fornecendo ao operador uma layer onde apenas constem aqueles que estão representados corretamente, ou pelo menos dentro de um critério definido. Tal metodologia foi testada com sucesso em blocos

relativamente recentes onde a percentagem de edifícios corretamente vetorizados é significativa, fazendo com que desta forma o operador apenas se tenha de preocupar com a restituição dos objetos que não estão representados, assumindo que o que já lá está, está correto.

3.2. Rede viária

Relativamente a este tema, na prática são considerados dois tipos de objetos: as estradas pertencentes à rede viária nacional, por norma estradas de alcatrão com traçado bem definido e facilmente distinguíveis na imagem aérea e os caminhos secundários (caminho de pé posto, carreteiro, etc.) que por vezes devido ao tipo de piso, à erosão ou pouca utilização são difíceis de identificar.

Os objetos deste tema são do tipo Linha (Figura 4), sendo a sua aquisição efetuada pelo eixo da via, procedendo o operador de forma intuitiva à sua classificação através da seleção do tipo de objeto que está a adquirir (Estrada Estreita, Estrada Larga, etc.).



Figura 4- Exemplo do vetor de vias de uma versão anterior sobre uma imagem orto retificada atual.

Independentemente do tipo de objeto a que nos referimos, a aquisição desse vetor para as edições anteriores foi efetuada com software baseado em CAD, onde não eram garantidas as regras de topologia que são essenciais a uma rede de estradas (elementos sem erros topológicos).

Essas ligações apenas eram efetuadas posteriormente no processo de validação com a utilização de aplicações MDL em 2D, o que faz com que, apesar de validado, o vetor perdesse a informação referente à sua cota. Visto a nova

informação a adquirir para a BDG por métodos estereoscópicos ser a três dimensões, há a necessidade de na maioria das vezes se proceder à sua restituição quase na totalidade, pois mesmo que sejam utilizados Modelos Digitais de Terreno (MDT) para efetuar a projeção da versão anterior, atribuindo assim novos valores de cota a cada vértice, essa operação é feita por interpolação, ficando o resultado final com uma qualidade altimétrica aquém daquela a que o operador está por norma habituado e que é exigida na aquisição.

3.3. Hidrografia

À semelhança do grupo anterior, os objetos pertencentes à rede hidrográfica são adquiridos com regras topológicas inerentes a uma rede, obrigando da mesma forma a operações de validação, as quais atualmente são executadas em 2D.

Este tema comporta todos os objetos da Carta militar que estejam relacionados com água, sendo na sua larga maioria Linhas de Água, as quais, por norma, são ligadas na sua extremidade a outro objeto do mesmo tema (Linha de água, Rio, Lagoa, etc.). Sendo a linha de água um objeto definido pela forma do terreno e que dificilmente é alterado ao longo dos anos, é um objeto cujo vetor aparentemente pode ser aproveitado de edição para edição, pois além de serem raras as alterações de traçado, é um objeto que devido ao valor que tem para efeitos legais (por exemplo para o plano diretor municipal de diversas autarquias) exige um posicionamento e uma representatividade rigorosos, de forma a manter uma consistência entre as diversas edições. No entanto, considerando que a qualidade geométrica das imagens com que muita da cartografia mais antiga foi adquirida é significativamente inferior à das imagens atualmente utilizadas, é frequente detetar necessidades de correção/ alteração de traçados das linhas de água, podendo também ser reconhecidas outras que por limitações técnicas anteriormente não eram detetadas.

É igualmente importante garantir uma completa coerência entre cada linha de água e as curvas de nível, pois além de se intercetarem em zonas de inflexão da segunda, respeitando as leis de Brisson, permitindo assim a descrição perfeita do terreno, nesses pontos de interceção as respetivas cotas devem coincidir perfeitamente de forma a permitir

posteriormente a criação rigorosa de MDT's. Considerando mais uma vez os antigos métodos de aquisição de informação a partir de imagens analógicas, essa coerência nem sempre é encontrada, obrigando à edição ou da linha de água ou da curva de nível sendo na maior parte das vezes a solução mais simples, por subordinação do processo atual de aquisição, adquirir as linhas de água de raiz.

3.4. Células

Este tipo de objeto, não é mais do que um elemento pontual que representa um objeto cujo símbolo gráfico tem um tamanho que excede as suas dimensões reais no terreno, sendo exemplos disso os poços, nascentes, estátuas, cruzeiros, pombais, etc. A importância da sua representatividade na cartografia prende-se, para além de ser uma referência no terreno, com o facto de ser um registo histórico da sua existência. Muitos destes objetos, devido ao seu tamanho reduzido, são dificilmente identificados no modelo estereoscópico, sendo por vezes reduzidos os vestígios da sua existência, encontrando-se em ruína ou mesmo tendo desaparecido na totalidade. É assim, fundamental o cruzamento com a informação vetorial da edição anterior, que no momento de restituição serve como referência ao operador (Figura 5), sendo posteriormente no processo de validação, por intermédio de interseções espaciais, confrontada com a nova versão de forma a garantir, se for esse o caso, o seu registo na nova edição.



Figura 5- Exemplo das células de uma versão anterior sobre uma imagem orto retificada atual e a servir de referência ao operador.

3.5. Vegetação

Seja por influência do homem, por incêndios ou por outro motivo natural a vegetação é um tema que varia bastante ao longo do tempo. Por esse motivo estes objetos são por norma adquiridos todos de raiz, pois os intervalos de tempo entre duas edições são suficientes para os alterar significativamente.

3.6. Altimetria

Além da Rede Geodésica Nacional, a altimetria é composta por Curvas de Nível e Pontos Cotados. No caso dos Vértices Geodésicos, o vetor não é adquirido por métodos estereoscópicos, sendo apenas confrontada a informação oficial com a imagem do terreno, sendo elaborado um relatório sobre o estado em que cada um se encontra.

Para a restante informação existem essencialmente dois métodos para a sua atualização: Ou é corrigida a versão anterior, ou é criada toda de raiz, dependendo o método utilizado da qualidade posicional do vetor da edição anterior. A primeira opção, correção da versão anterior, é utilizada nas folhas mais recentes, onde a qualidade é bastante satisfatória e onde as curvas de nível são alteradas pontualmente num ou noutra local onde se registou alteração do terreno ou onde a diferença entre as aerotriangulações seja significativa. O segundo caso, a criação de uma altimetria de raiz, é utilizado quando a informação altimétrica da versão anterior apresenta grandes discrepâncias relativamente ao terreno no modelo estereoscópico, sendo na metodologia atual criada por processos de correlação de imagens um Modelo Digital de Superfície (MDS) que posteriormente é corrigido manualmente para Modelo Digital de Terreno (MDT)(Figura 6).



Figura 6- Diferenças entre o MDS (a preto) gerado automaticamente e o MDT corrigido manualmente (a castanho).

Uma análise aprofundada desta informação é essencial, já que se deve optar sempre pelo método que, garantindo um alto nível qualitativo, consuma menores recursos.

4. O caso prático do bloco de Santarém

O controlo de qualidade posicional do vetor de uma BDG é uma tarefa complexa que exige alguns recursos. Muitas vezes é atribuído como padrão de qualidade desse vetor o valor do erro médio quadrático oriundo do processo de aerotriangulação, não se fazendo sentir dessa forma os erros associados à vectorização propriamente dita.

De forma a avaliar a exatidão posicional dos trabalhos de atualização da informação vetorial do Bloco de Santarém de 2012, foi efetuado um processo de controlo de qualidade para esse vetor. O método utilizado foi a comparação entre o vetor das edições de 2001 e de 2012 e de cada uma delas com as coordenadas levantadas no terreno, sendo para tal selecionados diversos pontos, cuja identificação inequívoca e precisa nas duas versões permitisse a definição de um valor médio das diferenças das respetivas coordenadas (Figura 7).

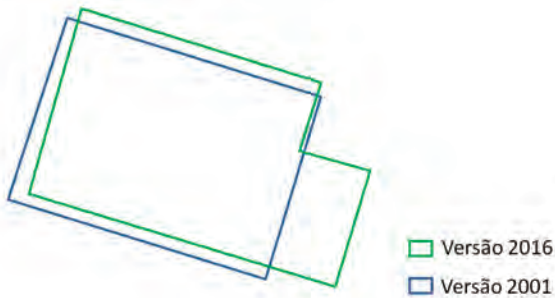


Figura 7- Exemplo de vértices utilizados para o estudo efetuado

Para se conseguir definir uma amostra isenta de erros referentes à seleção dos pontos, estes foram limitados a vértices de edifícios existentes nas duas versões, limitando logo à partida a análise a este objeto específico. Foram assim selecionados aleatoriamente e observados no terreno 168 pontos existentes no vetor das duas edições em três dimensões (ficheiros à saída da Fotogrametria) na edição acabada de restituir assim como os pontos homólogos na versão que estava em vigor. Utilizando como referência o levantamento no terreno, para cada ponto foi calculada a diferença de coordenadas para as duas épocas e finalmente

calculado o Erro Médio Quadrático para toda a amostra (tabela 1).

Da análise efetuada observou-se que de todos estes pontos da amostra 45 mantiveram as mesmas coordenadas, ou seja, eram referentes aos edifícios que foram aproveitados pelo operador, e 123 alteraram pelo menos um dos vértices dando assim uma percentagem de apenas 26% de aproveitamento do vetor anterior. Relativamente à qualidade posicional, como pode ser observado na tabela 1, houve um pequeno ganho tanto na planimetria como na altimetria, ficando estes valores no primeiro caso (planimetria) bastante abaixo do valor de referência de EMQ das Normas Técnicas de Produção da Direção Geral do Território (DGT) de 2013 para a Cartografia à escala 1/10.000 e no segundo caso (altimetria) ligeiramente acima.

| | Vetor 2001 | Vetor 2012 | DGT 10K |
|-------------|------------|------------|---------|
| Planimetria | 0.99m | 0.92m | 1.50m |
| Altimetria | 1.87m | 1.86m | 1.80m |

Tabela 1- Erro Médio Quadrático (EMQ) dos pontos do vetor relativamente ao levantamento no terreno

Deste estudo chegou-se à conclusão de que para efeitos de qualidade posicional, para os blocos trabalhados mais recentemente, o ganho em adquirir o objeto de novo é pequeno, sendo aconselhável, para atualização, a aquisição dos objetos novos no terreno, apagar da BDG o vetor dos que já não existem e alterar apenas aqueles que sofreram alterações de forma durante o período entre os dois voos de referência.

5. Considerações finais

A aquisição de dados vetoriais em três dimensões é, e sempre será, um processo demorado que consome um grande número de recursos, principalmente se os padrões de qualidade exigidos forem elevados. Por esse motivo, pensando nos trabalhos de atualização de informação que irão decorrer nos próximos anos e enquadrando o CIGeoE na conjuntura económica atual, será importante que os processos de atualização da cartografia sejam simplificados tornando-os menos dispendiosos mantendo ao mesmo tempo o rigor que a cartografia do CIGeoE exige.

Desta forma podem ser levantadas duas questões fundamentais para este processo:

1. Como simplificar os métodos de atualização da informação que decorre atualmente?
2. Futuramente, como efetuar a atualização da informação que é agora trabalhada?

Para o primeiro ponto, devem ser estudadas medidas para o máximo aproveitamento possível da informação que já existe na BDG do CIGeoE, que se encontra em 2D e em ficheiros CAD, tendo uma qualidade posicional variável consoante tenha sido o processo de aquisição. A sua utilização nas edições que são agora trabalhadas fica muitas vezes dependente da experiência do operador, da sua capacidade de interpretação, ou mesmo do tempo disponível que tem para trabalhar uma dada área geográfica. Muitas vezes, o operador considera que o vetor antigo, à escala a que efetua a restituição, não tem qualidade suficiente, adquirindo de novo a quase totalidade dos objetos quando, na realidade, as alterações produzidas são insignificantes para o objetivo e escala a que se destina a informação.

Observando a figura 8, onde se podem comparar duas edições seguidas de uma altimetria ocorre-nos de imediato a pergunta: São diferentes? A resposta será sim, são! pois as aerotriangulações são diferentes, a tecnologia utilizada é diferente, etc. No entanto a pergunta que se deve levantar é: Considerando que ambas cumprem os parâmetros de exatidão posicional, a diferença entre as duas é suficiente para implicar a sua nova restituição? O que se ganha com isso? São estas questões que devem ser respondidas de forma a fundamentar o tempo que será despendido (que nunca será pouco) na sua aquisição.

Para esta questão, poderia ser definido um critério (distância, forma, etc.) que definisse inequivocamente aquilo que se considera aceitável para os padrões de qualidade da BDG, retirando assim essa decisão ao operador.

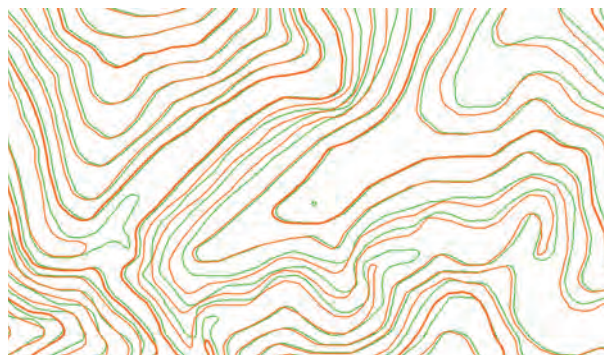


Figura 8- Comparação entre uma altimetria da versão anterior e outra atualizada.

Para o segundo ponto, a pensar no futuro, temos de relembrar que atualmente a informação antes de ser trabalhada é sujeita a um conjunto de processamentos, pois como foi validada em 2D e em ficheiros CAD, para ser colocada em aparelho estereoscópico tem de ser projetada num modelo do terreno e convertida para um formato SIG, operação que além de consumir tempo e recursos implica alguma perda de qualidade posicional. Por esse motivo, é essencial que, à imagem do processo de aquisição de informação, o processo de validação passe a ser efetuado em ambiente SIG e em 3D, pois só assim o operador poderá utilizar como base de trabalho para atualização, ficheiros retirados diretamente da BDG do CIGeoE.

Unidade de Apoio Geoespacial



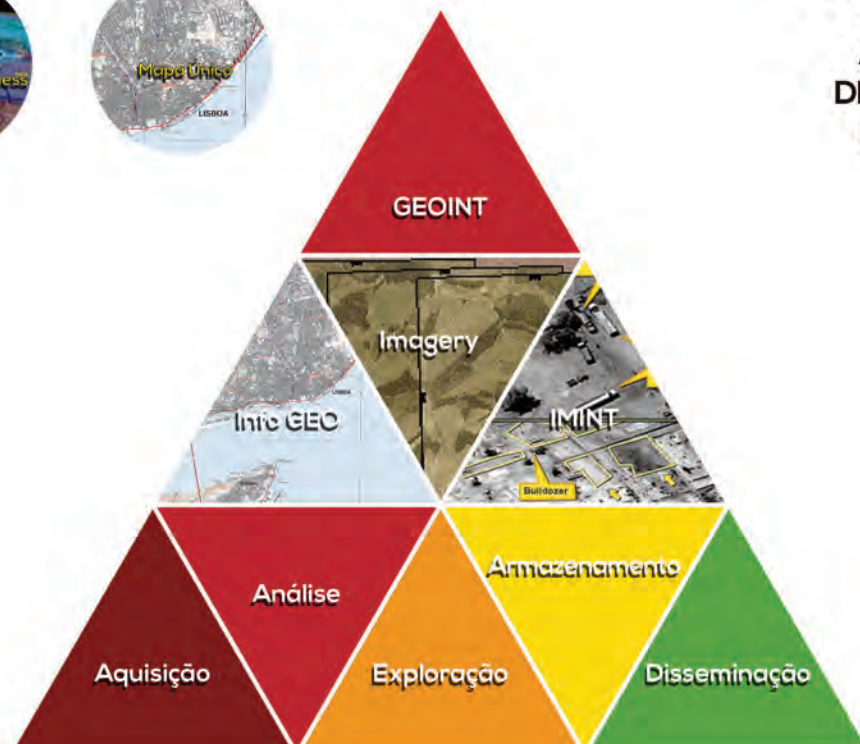
Participação em Exercícios

Exercícios Internacionais

TRIDENT JUNCTURE
FELINO
ARCAD GLOBE
SIERZO

Exercícios Nacionais

LUSITANO
ORION
APOLO
DRAGÃO
HAKEA



Desempenho operacional da rede SERVIR

▀ Jorge Santos

Maj Inf, Eng. Geógrafo
Centro de Informação Geoespacial do Exército
jsantos@igeoe.pt

▀ Rui Teodoro

TCor Art, Licenciado em Eng. Geográfica
Centro de Informação Geoespacial do Exército
rteodoro@igeoe.pt

▀ Nuno Mira

Maj Art, Eng. Geógrafo
Centro de Informação Geoespacial do Exército
nmira@igeoe.pt

▀ Virgílio B. Mendes

Professor associado
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Instituto Dom Luiz, Lisboa
vmendes@fc.ul.pt

Resumo

Entre 2006 e 2014, o atual Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) instalou uma rede de estações de referência GNSS (SERVIR – Sistema de Estações de Referência GNSS Virtuais), para garantir o apoio à sua cadeia de produção. Como o controlo de qualidade realizado em 2006 foi espacialmente limitado, houve necessidade de efetuar um mais completo, devido à existência de uma distribuição mais homogénea de estações pelo território continental e, também, para permitir a avaliação do novo programa de gestão de rede. Os resultados obtidos encontram-se dentro do esperado demonstrando que esta rede merece a confiança nela depositada pelos seus utilizadores.

1. Introdução

A produção de informação geográfica pelo atual Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), designação adotada desde 1 de Agosto de 2015, começa com a aquisição dos pontos fotogramétricos no campo. Para além de terem de respeitar algumas condições particulares, as coordenadas tridimensionais destes pontos têm de ter qualidade suficiente para que o produto final respeite as normas que são exigidas. Durante muitos anos estas coordenadas eram calculadas usando métodos clássicos, em que a exatidão posicional era obtida com recurso à rede de triangulação.

Com a introdução do Global Positioning System (GPS) e a aquisição dos primeiros recetores, o CIGeoE assistiu a um significativo melhoramento nos métodos de posicionamento, tendo em 1992 abandonado os métodos clássicos. A técnica de posicionamento denominada de Real Time Kinematic (RTK) permitiu reduzir de forma significativa os custos, quer humanos quer financeiros, que estavam até então a ser utilizados nestas tarefas. A evolução não ficaria por aqui e em 2005, tirando vantagem dos melhoramentos nas redes de comunicações e nos algoritmos de processamento de dados Global Navigation Satellite System (GNSS), o CIGeoE começou a planear a implantação de uma rede de Continuously Operating Reference Stations (CORS), que iria melhorar ainda mais os procedimentos necessários para a aquisição da informação tridimensional necessária.

Foi assim que em 2006 surgiu a rede SERVIR, inicialmente apenas na região de Lisboa, mas que ao longo dos anos se foi expandindo atingindo as 27 estações atuais, que se encontram localizadas de forma precisa ao longo do território continental (Figura 1).

A distância média entre estações é de 87 km, sendo que a mais curta é de 27 km (Mafra – Paço de Arcos) e a mais longa é de 326 km (Trás-os-Montes e Alto Douro – Elvas), como é possível observar na Figura

1. A maior parte das estações encontra-se instalada em unidades pertencentes ao Exército, Marinha ou Força Aérea, garantindo assim a necessária segurança aos equipamentos. As exceções são Covilhã e Trás-os-Montes e Alto Douro, que se encontram localizadas na Universidade da Beira Interior e no Instituto Politécnico de Bragança, respetivamente (Teodoro et al., 2015).

A rede SERVIR permite que um utilizador estabeleça uma ligação com o centro de cálculo (via WEB, GSM ou GPRS) e, após processamento das observações GNSS, são disponibilizadas correções diferenciais aplicáveis à área onde se encontra a trabalhar, que são depois transmitidas ao utilizador utilizando o método denominado Virtual Reference Station (VRS).

Inicialmente a rede SERVIR proporcionava acesso gratuito; no entanto, devido aos elevados custos de manutenção desta rede, os serviços passaram a ter, desde 2012, um custo associado, suportado pelos utilizadores. Esta alteração representa uma mudança significativa no paradigma e trouxe um acréscimo de responsabilidade ligado à manutenção de toda a infraestrutura, por forma a garantir uma permanente disponibilidade do serviço e a exatidão e precisão dos dados fornecidos em todo o território. Neste sentido foram feitas algumas avaliações da qualidade dos dados; no entanto, estas foram especialmente limitadas, não permitindo uma generalização dos resultados obtidos a toda a rede. No final de 2014, o CIGeoE adquiriu um novo programa de cálculo denominado PIVOT, que substituiu o programa anterior, o GPSNET. Assim, o CIGeoE, como entidade produtora de informação geográfica com responsabilidade na manutenção da qualidade dos dados que são disponibilizados para a comunidade, considerou importante a realização de uma avaliação global relativamente ao GPSNET e, para além disso, também uma avaliação da qualidade dos dados fornecidos pelo PIVOT, no sentido de perceber se este novo programa traria ou não melhoramentos nos serviços.

2. Metodologia

Para efetuar esta avaliação a metodologia seguida dividiu-se em 5 fases fundamentais. A primeira fase consistiu no planeamento e escolha dos pontos que seriam observados. Assim, foram identificados 49 pontos espalhados pelo território de Portugal continental, resultantes da interseção das bissetrizes de cada triângulo formado pelas CORS da rede SERVIR. Depois de identificada a interseção foi escolhido um VG, da rede geodésica nacional, que tivesse boas condições de acesso, permitindo a reobservação em trabalhos semelhantes a realizar no futuro. Adicionalmente foram ainda escolhidos pontos ao longo das duas linhas de base mais longas (Trás-os-Montes e Alto Douro – São Mamede e Trás-os-Montes e Alto Douro – Elvas) e pontos fora das linhas de base, distanciados 5 km, 10 km e 15 km das mesmas, materializando as condições de observação mais desfavoráveis. Na Figura 1 são apresentados, a cor lilás, os pontos que foram escolhidos.

A segunda fase consistiu na definição dos métodos que seriam utilizados na determinação das coordenadas tridimensionais de cada VG. Os métodos selecionados foram aqueles que são diariamente utilizados pelos operadores:

- Sessão de observação de 3 h, em modo estático, que servirá para calcular o valor de referência de cada VG, sendo efetuado o pós-processamento através de diversos serviços/programas;
- Sessão de observação de 12 min em modo rápido estático, que permitirá realizar um pós-processamento, utilizando apenas o programa Trimble® Business™ Center™, com recurso a uma VRS;
- Sessão de observação em modo RTK de 180 épocas a uma frequência de 1 Hz, obtendo-se no final um conjunto de coordenadas tridimensionais. Este método passará a designar-se por Control Measured Point (CMP);
- Sessão de observação em modo RTK com cerca de 3 min, resultando num conjunto de 180 coordenadas tridimensionais. Este método passará a designar-se por Continuous Topographic Point (CTP).

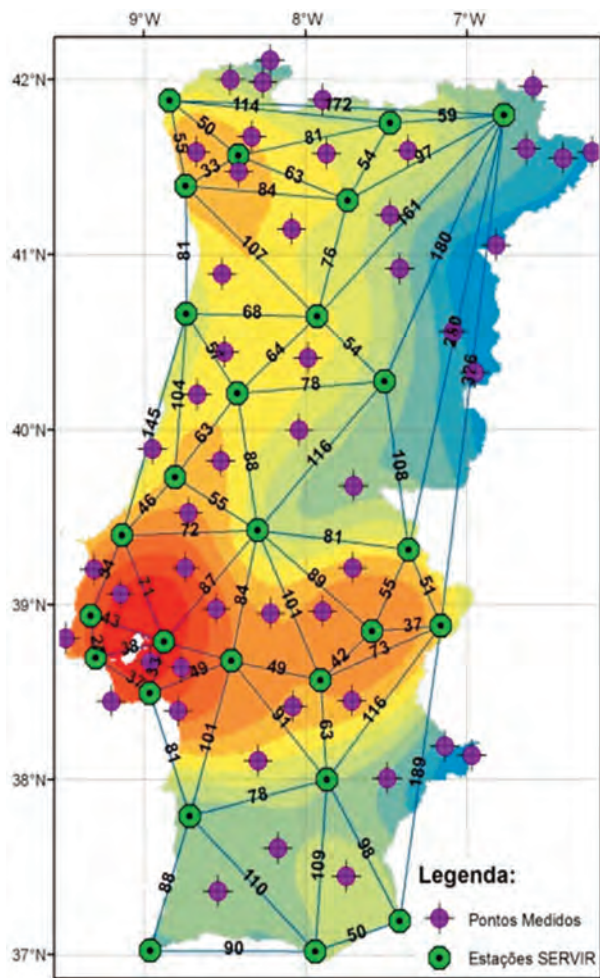


Figura 1 – Configuração da rede SERVIR, com o comprimento das linhas de base, em km, e identificação dos pontos observados

Os métodos CMP e CTP também foram realizados para avaliar a diferença entre os programas de cálculo GPSNET e PIVOT, pelo que os resultados obtidos serão identificados com o método e programa associado (Ex: CMP-GPSNET).

A terceira fase consistiu na determinação das coordenadas a utilizar como referência, para análise comparativa. Assim, foram escolhidas 5 CORS, localizadas no Norte, Centro e Sul do território, das

quais foram recolhidos os dados de observação referentes a 24 horas. De seguida estes dados foram processados, utilizando efemérides precisas, com recurso ao programa Trimble® Business Center™ (TBC) e aos serviços de processamento online denominados de Australian Surveying and Land Information Group's Online Processing Service (AUSPOS), Canadian Spatial Reference System – Precise Point Positioning (NRCAN), Automatic Precise Positioning Service (JPL-APPS), Trimble CenterPoint™ Real Time eXtended™ Post-Processing Service (RTX) e o Online Positioning User Service (OPUS). Todas as coordenadas utilizadas estão referidas ao ITRF2008 (Altamimi et al., 2007), à época de observação, sendo que aquelas que não se encontravam neste referencial, para que a comparação fosse possível, foram feitas transformações de coordenadas (Altamimi et al., 2011) e atualizações de épocas consoante a necessidade. Foram submetidos 3 ficheiros de observação diferentes, referentes a 24 h, 3 h e 2 h de observação, sendo que os dois últimos foram obtidos do ficheiro inicial de 24 h. Os resultados obtidos foram comparados com as coordenadas oficiais das estações CORS da rede SERVIR, tendo-se obtido os valores estatísticos apresentados na Tabela 1. As coordenadas oficiais da Rede SERVIR são calculadas em colaboração com a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, num processamento de rede realizado com o software GAMIT/GLOBK, em que são incorporadas todas as estações IGS, as estações da rede SERVIR e estações de outras redes. O processamento é feito para o referencial ITRF2008 à época 2005.0

Os valores obtidos demonstram que o serviço disponibilizado pela Trimble®, RTX, é o que garante melhores resultados em todos os parâmetros

Tabela 1 – Diferenças entre as coordenadas obtidas entre o programa TBC e os diversos serviços de processamento online, e as coordenadas oficiais das CORS da rede SERVIR, expressas pela norma das diferenças (RMS) das 3 componentes de posição (X, Y, Z)

| | RTX | TBC | AUSPOS | JPL | NRCAN | OPUS |
|-------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Média (m) | 0.007 | 0.015 | 0.017 | 0.016 | 0.022 | 0.025 |
| Desvio Padrão (m) | 0.001 | 0.002 | 0.007 | 0.008 | 0.012 | 0.009 |
| Mínimo (m) | 0.006 | 0.013 | 0.008 | 0.006 | 0.007 | 0.017 |
| Máximo (m) | 0.009 | 0.017 | 0.024 | 0.026 | 0.037 | 0.037 |

comparados e em todos os três períodos de observação, não havendo diferenças significativas para o tipo de estudo aqui apresentado. No entanto para aplicações topográficas e visto que todos os outros serviços têm resultados satisfatórios, pode-se concluir que todos poderiam ser utilizados para obtenção do valor de referência.

A quarta fase consistiu na determinação das coordenadas de cada um dos VG, que por uma questão de coerência será feita com recurso ao serviço RTX, por ter sido aquele que apresentou melhores resultados na análise anterior, tendo estes resultados sido usados como referência na última fase.

Finalmente, na quinta fase, foram determinadas as diferenças entre os valores de referência de cada um dos VG e os valores obtidos com os métodos CMP, CTP e rápido estático, relativamente a coordenadas cartesianas e geodésicas. Também foram comparados os resultados obtidos com o programa GPSNET e com o PIVOT. Foi possível no final desta fase, analisar os resultados obtidos no que diz respeito à exatidão e precisão conseguidas, assim como apresentar algumas conclusões referentes a outras análises efetuadas.

3. Análise dos Resultados

3.1. Precisão

A precisão caracteriza-se, segundo o manual do Vocabulário Internacional de Metrologia (IPQ, 2012), por ser o grau de concordância entre valores medidos, obtidos por medições repetidas, no mesmo objeto ou em objetos similares. Neste caso esta avaliação será feita relativamente aos dados

referentes ao modo CTP do GPSNET e do PIVOT. Como estamos perante 180 épocas de observação, foram, numa primeira fase, identificados o máximo e mínimo de cada um dos conjuntos de observações pertencentes a cada um dos pontos medidos. A diferença entre estes dois valores, no que diz respeito a cada uma das coordenadas X, Y e Z, dá-nos um intervalo de dispersão das medições que foram efetuadas. Na Tabela 2 são apresentados os resultados estatísticos obtidos, no que diz respeito ao modo CTP referente ao GPSNET e PIVOT. Constatou-se que não existe uma melhoria significativa nas componentes Y e Z, ao passo que na componente X quer a média e o desvio padrão melhoram em 0.012 m e 0.077 m respetivamente. Ainda analisando os valores máximos e mínimos, observamos valores muito altos, que correspondem a outliers, que foram propositadamente deixados para que se possa observar qual a sua dispersão espacial.

No sentido de perceber se os resultados são afetados pela maior ou menor concentração de CORS, por um lado e pelo facto de se efetuar observações fora da rede por outro, apresenta-se uma análise espacial dos resultados obtidos. A coloração das imagens de Portugal continental representa a concentração de estações por 100 km, sendo que o vermelho indica uma concentração de cerca de 5 estações. É perceptível uma melhoria na precisão com a utilização do programa PIVOT; no entanto, ainda existem valores acima dos 0.050 m, embora sejam em menor número do que aqueles obtidos com o GPSNET. A menor concentração de CORS e o facto de estar fora da rede não afetam a precisão, pois existem pontos, em ambos os casos, que apresentam precisões com valores inferiores a 0.005 m.

Tabela 2 – Dados estatísticos, referente às diferenças entre o máximo e mínimo de cada um dos conjuntos de 180 épocas de observação, para os 49 pontos observados

| | GPSNET | | | PIVOT | | |
|-------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| Média (m) | 0.071 | 0.029 | 0.055 | 0.059 | 0.030 | 0.056 |
| Desvio Padrão (m) | 0.103 | 0.014 | 0.040 | 0.036 | 0.018 | 0.045 |
| Mínimo (m) | 0.020 | 0.011 | 0.020 | 0.020 | 0.012 | 0.015 |
| Máximo (m) | 0.837 | 0.111 | 0.324 | 0.278 | 0.128 | 0.329 |

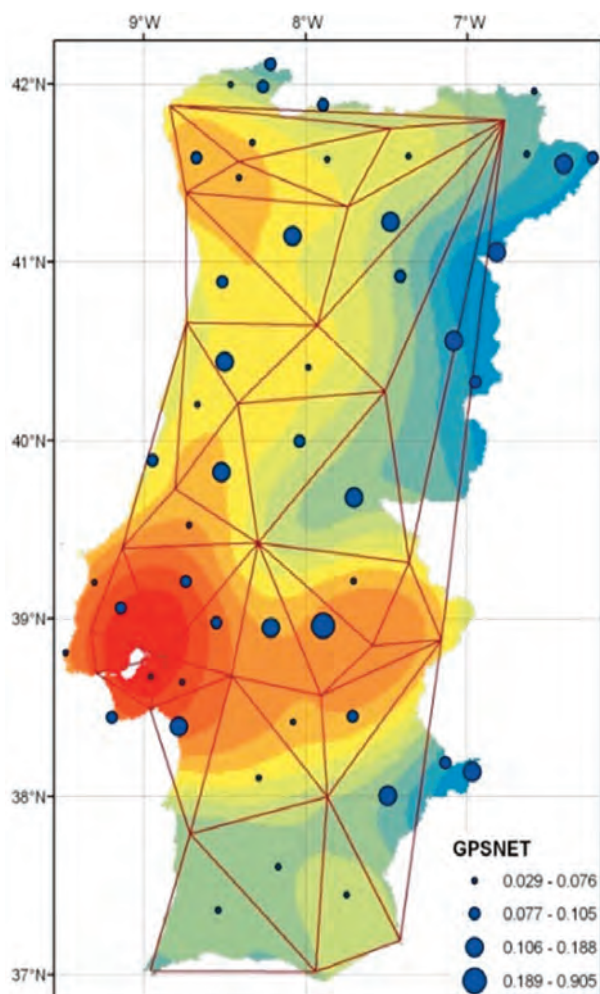


Figura 2 – Análise espacial do RMS relativo aos dados apresentados na Tabela 2, relativamente ao modo CTP-GPSNET

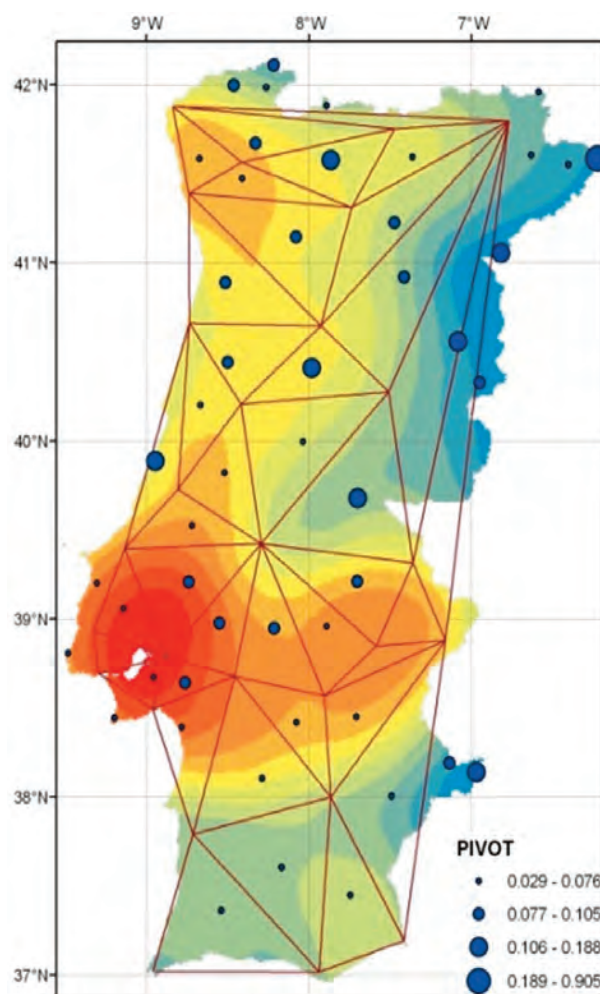


Figura 3 – Análise espacial do RMS relativo aos dados apresentados na Tabela 2, relativamente ao modo CTP-PIVOT

Comparando os dois programas de cálculo, GPSNET e PIVOT, foi possível constatar que o RMS melhorou, em média, 0.050 m para 28 dos 49 pontos que foram observados (~57%) com o PIVOT. Ainda relativamente à precisão, foi analisada a diferença entre as variantes CTP e CMP, tendo-se obtido os resultados apresentados na Tabela 3, que são muito semelhantes entre os dois programas, havendo uma ligeira melhoria com a utilização do

PIVOT. O valor utilizado referente ao CTP foi a média das 180 observações. Os resultados apresentados anteriormente tiveram em conta a remoção de valores extremos, assumindo a média e três vezes o desvio padrão como norma para deteção dos mesmos. Os valores que foram identificados como valores extremos encontram-se identificados nas figuras 4 e 5, e estão localizados em zonas de menor concentração de CORS. Isto quer

Tabela 3 – Dados estatísticos relativos à diferença entre os modos CTP e CMP, correspondentes ao GPSNET e PIVOT, para cada uma das 3 componentes de posição (X, Y, Z)

| | GPSNET | | | PIVOT | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| Média (m) | -0.001 | 0.003 | -0.011 | -0.010 | 0.003 | -0.001 |
| Desvio Padrão (m) | 0.044 | 0.021 | 0.048 | 0.031 | 0.016 | 0.038 |
| Mínimo (m) | 0.109 | 0.062 | 0.107 | 0.038 | 0.069 | 0.144 |
| Máximo (m) | -0.112 | -0.053 | -0.144 | -0.117 | -0.047 | -0.091 |

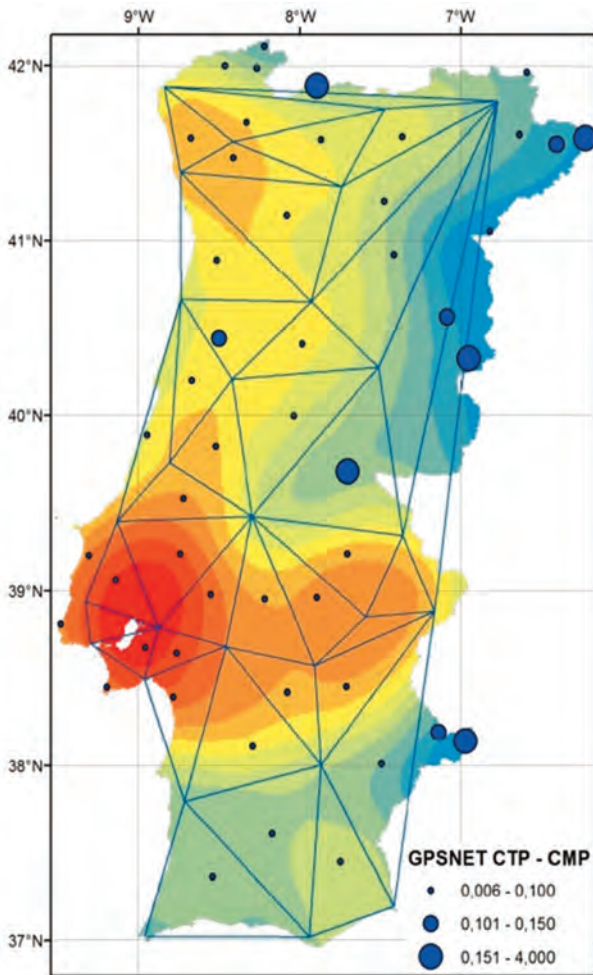


Figura 4 – Diferenças entre CTP e CMP relativamente ao GPSNET

dizer que apesar das duas variantes terem sido observadas em momentos próximos, com condições semelhantes, existe um enviesamento de pelo menos uma das soluções.

Comparando os dois programas de cálculo GPSNET e PIVOT, foi possível constatar que o RMS melhorou, em média, 0,037 m para 31 dos 49 pontos que foram observados com o PIVOT (~63%).

3.2. Exatidão

Relativamente à avaliação da exatidão posicional, para além dos dados referentes ao modo CTP e CMP, também foram avaliados os dados referentes ao modo rápido estático, comparando coordenadas cartesianas e coordenadas geodésicas (latitude (φ), longitude (λ) e altitude elipsoidal (h)). As coordenadas oficiais dos VG, obtidas junto da Direção Geral do Território (DGT) foram utilizadas como coordenadas geodésicas de referência, estando

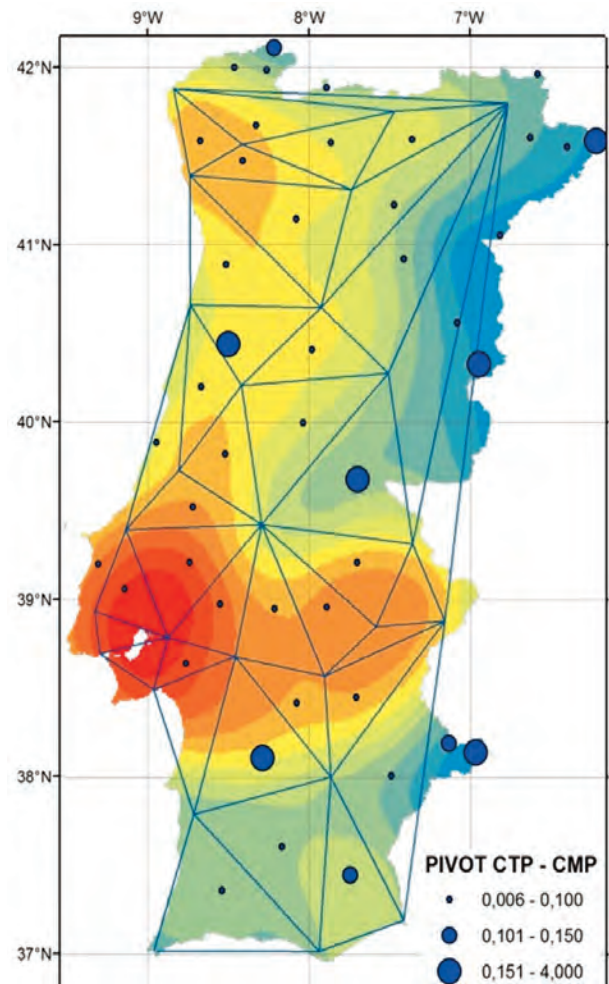


Figura 5 – Diferenças entre CTP e CMP relativamente ao PIVOT

referidas ao ETRS89. Dos 49 pontos utilizados neste estudo apenas foi possível processar observações relativas a 31 pontos, pois o intervalo de tempo decorrido entre a observação dos pontos e a geração das VRS foi superior a seis meses, impossibilitando ao programa de cálculo a obtenção das mesmas pelo facto de estar configurado para guardar dados até 6 meses. Para além deste aspeto apenas 17 pontos foram processados com sucesso, devido sobretudo a lacunas na geração das VRS. Assim os resultados apresentados na Tabela 4 dizem respeito apenas a 17 pontos, o que representa 35% da amostra total. Da observação dos mesmos é possível afirmar que este método de posicionamento é uma alternativa válida quando as condições não são as mais favoráveis para o posicionamento RTK.

Tabela 4 – Dados estatísticos da exatidão do método Rápido Estático

| | GPSNET | | | PIVOT | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|
| | X | Y | Z | ϕ | λ | h |
| Média (m) | -0.001 | 0.003 | -0.011 | -0.010 | 0.003 | -0.001 |
| Desvio Padrão (m) | 0.044 | 0.021 | 0.048 | 0.031 | 0.016 | 0.038 |
| Mínimo (m) | 0.109 | 0.062 | 0.107 | 0.038 | 0.069 | 0.144 |
| Máximo (m) | -0.112 | -0.053 | -0.144 | -0.117 | -0.047 | -0.091 |

Na Tabela 5 constata-se que os valores são bastantes similares para os métodos CTP e CMP com o GPSNET, sobretudo no que diz respeito à média e desvio padrão. Se analisarmos a diferença entre as coordenadas cartesianas e as geodésicas pode-se constatar uma melhoria na exatidão das duas componentes horizontais e uma degradação da exatidão na componente vertical.

Por outro lado, na Tabela 6, constata-se que as soluções obtidas com o PIVOT são globalmente menos enviesadas, sobretudo quando analisamos as coordenadas geodésicas.

Como estamos a avaliar dados obtidos com recurso a dois programas distintos de cálculo e se concluiu que existe uma melhoria significativa com a introdução do PIVOT, foi feita uma análise espacial

Tabela 5 – Dados relativos à exatidão dos métodos CTP e CMP do GPSNET

| | CTP - GPSNET | | | CMP - GPSNET | | | CTP - GPSNET | | | CMP - GPSNET | | |
|-------------------|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z | ϕ | λ | h | ϕ | λ | h |
| Média (m) | 0.018 | 0.017 | 0.041 | 0.014 | 0.018 | 0.038 | -0.003 | -0.006 | 0.044 | -0.008 | -0.008 | 0.035 |
| Desvio Padrão (m) | 0.058 | 0.039 | 0.045 | 0.059 | 0.040 | 0.052 | 0.047 | 0.059 | 0.096 | 0.054 | 0.062 | 0.095 |
| Mínimo (m) | -0.100 | -0.051 | -0.119 | -0.200 | -0.042 | -0.226 | 0.131 | 0.128 | 0.302 | 0.160 | 0.128 | 0.302 |
| Máximo (m) | 0.266 | 0.124 | 0.147 | 0.240 | 0.130 | 0.179 | -0.107 | -0.119 | -0.236 | -0.162 | -0.143 | -0.236 |

Tabela 6 – Dados relativos à exatidão dos métodos CTP e CMP do PIVOT

| | CTP - PIVOT | | | CMP - PIVOT | | | CTP - PIVOT | | | CMP - PIVOT | | |
|-------------------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|-----------|--------|-------------|-----------|--------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z | ϕ | λ | h | ϕ | λ | h |
| Média (m) | -0.027 | 0.000 | -0.019 | -0.037 | 0.003 | -0.031 | 0.004 | -0.006 | 0.028 | 0.001 | -0.007 | 0.004 |
| Desvio Padrão (m) | 0.046 | 0.039 | 0.047 | 0.058 | 0.038 | 0.045 | 0.029 | 0.050 | 0.072 | 0.025 | 0.044 | 0.074 |
| Mínimo (m) | 0.070 | 0.094 | 0.110 | 0.075 | 0.096 | 0.050 | 0.097 | 0.087 | 0.231 | 0.050 | 0.074 | 0.138 |
| Máximo (m) | -0.147 | -0.086 | -0.123 | -0.177 | -0.094 | -0.214 | -0.061 | -0.141 | -0.222 | -0.069 | -0.125 | -0.209 |

do RMS para cada um dos métodos, CMP e CTP, relativamente aos dois programas. As figuras 6 e 7 são a representação gráfica desta análise, ressaltando-se o facto de que os dados utilizados não incluem os 9 outliers detetados, relativos ao PIVOT.

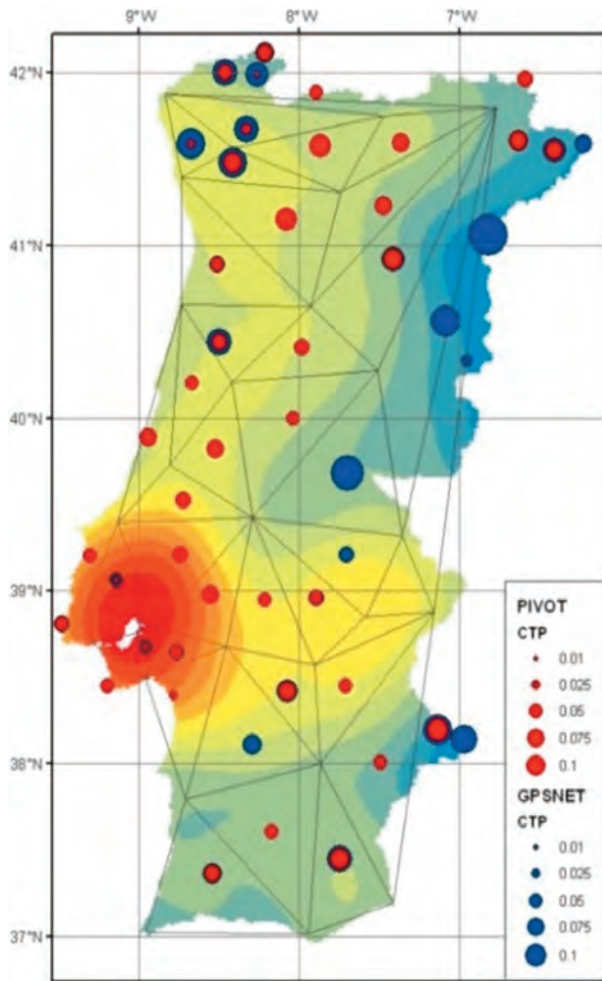


Figura 6 – Análise espacial dos dados referentes à exatidão do modo CTP

possível constatar, mais uma vez, que os pontos dentro e fora da rede apresentam uma exatidão semelhante. Adicionalmente constatou-se que as soluções obtidas com o PIVOT são mais consistentes ao longo do território, ressaltando mais uma vez o facto dos outliers não se encontrarem representados.

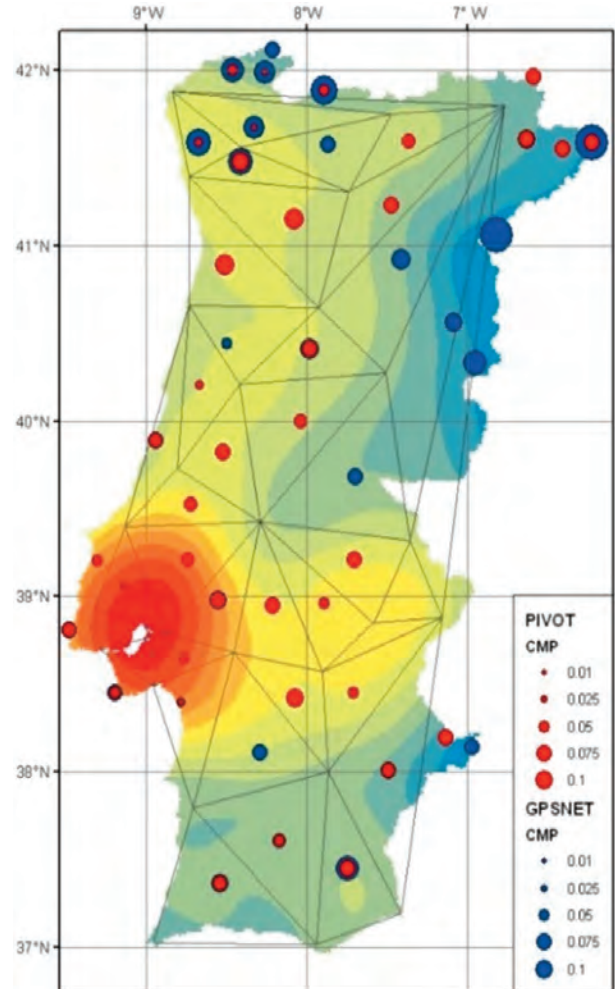


Figura 7 – Análise espacial dos dados referentes à exatidão do modo CMP

Na figura 6, relativa ao método CTP, podemos observar uma menor exatidão no norte de território e também junto às linhas de base mais longas, quando se utiliza o GPSNET, situação que desaparece com a utilização do PIVOT. Quando existe uma melhoria na exatidão a sua representação na figura é feita com círculos grandes azuis sem qualquer círculo vermelho sobreposto. Quando existem apenas círculos vermelhos significa que a exatidão não melhorou nesse ponto. A figura 7, relativa ao método CMP, apresenta valores muito similares aos obtidos com o método CTP.

Em ambos os métodos e programas de cálculo foi

4. Conclusões

Com este trabalho foi possível, com base quer nos resultados do processamento utilizando serviços de pós-processamento, quer de um programa comercial, avaliar a qualidade de posicionamento estático. O serviço RTX foi o que apresentou melhores resultados, tendo sido o utilizado para estabelecimento do valor de referência; no entanto, conclui-se que as restantes soluções também apresentaram resultados bastante satisfatórios para aplicações topográficas, pois as diferenças não são

significativas.

Os utilizadores da rede SERVIR necessitam de saber o quanto a rede que utilizam é precisa e exata na determinação das coordenadas tridimensionais pretendidas. Com a avaliação feita é possível afirmar, no que diz respeito à precisão e utilizando o GPSNET, que a rede SERVIR tem intervalos de dispersão melhores que 0.081 m, 0.040 m e 0.074m para as componentes X, Y e Z, respetivamente. Os valores obtidos com recurso ao PIVOT são bastante análogos, sendo melhores que 0.076 m, 0.034 m e 0.071 m nas componentes X,Y e Z, respetivamente. Relativamente à exatidão, no que diz respeito ao método rápido estático, obtiveram-se resultados melhores que 0.045 m, 0.030 m e 0.037 m, para as coordenadas X, Y e Z respetivamente. Os resultados relativamente às coordenadas geodésicas foram melhores que 0.024 m, 0.038 m e 0.080 m para a latitude, longitude e altitude, respetivamente. Relativamente ao programa GPSNET, e no que diz respeito às variantes CTP e CMP, obtiveram-se resultados de exatidão melhores que 0.059 m, 0.050 m e 0.064 m para as coordenadas X, Y e Z respetivamente. Comparando as coordenadas geodésicas, obtiveram-se valores melhores que 0.055 m, 0.063 m e 0.106 m para a latitude, longitude e altitude, respetivamente. Por fim, analisando o programa PIVOT, relativamente às duas variantes do modo de posicionamento RTK, obtiveram-se resultados de exatidão melhores que 0.069 m, 0.062 m e 0.097 m para as coordenadas X, Y e Z, respetivamente, ao passo que para as coordenadas geodésicas obtiveram-se valores de exatidão melhores que 0.029 m, 0.050 m e 0.077 m para a latitude, longitude e altitude, respetivamente. Assim concluiu-se que, por um lado, que o método rápido estático é uma alternativa válida aos métodos RTK e, por outro, que o facto de se ter procedido à atualização do programa de cálculo conduziu a melhores resultados, que se refletirão no trabalho de campo realizado pelos utilizadores, no que diz respeito à exatidão e precisão obtidas.

5. Referências Bibliográficas

Altamimi, Z., Collilieux, X., Legrand, J., Garayt, B., Boucher, C., 2007. ITRF2005: A new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of station positions and Earth Orientation Parameters. *J. Geophys. Res.*, 112, B09401, doi:10.1029/2007JB004949.

Altamimi, Z., Collilieux, X., Métivier, L., 2011. ITRF2008: an improved solution of the International Terrestrial Reference Frame, *J. Geodesy*, 85(8), 457-473, doi:10.1007/s00190-011-0444-4.

IPQ, 2012. Vocabulário Internacional de Metrologia. 1ª ed. Caparica: Instituto Português da qualidade

Teodoro, R., Mira, N., Paulo, F., 2015. Controlo de Qualidade da Rede SERVIR. *Boletim do Instituto Geográfico do Exército*, pp. 22-29.



(Sistema de Estações de Referência GNSS VIRTuais)

O que é a rede SERVIR?

A Rede SERVIR, implementada em 2006 pelo atual Centro de Informação Geoespacial Exército (CIGeoE), consiste num conjunto de estações de referência permanentes de observação GNSS, instaladas no território continental, que permite fornecer correções em tempo real, para posicionamento em modo RTK, DGPS e/ou dados para pós-processamento.

Foi implementado com vista à otimização da atividade de produção cartográfica do CIGeoE, aumentando assim a produtividade na aquisição de informação georreferenciada visando atualizar a cartografia militar de forma mais rápida, precisa e exata.



Evolução do processo de Controlo de Qualidade das Séries M888, M889, P821, M782 e M783 no CIGeoE

▀ Fernando Martinho

TCor Art
Centro de Informação Geoespacial do Exército
fmartinho@igeoe.pt

▀ Fernando Dias

TCor SGE
Centro de Informação Geoespacial do Exército
rebeldias@igeoe.pt

Resumo

Um sistema de Controlo de Qualidade (CQ), utiliza os procedimentos e técnicas necessárias para o controlo e melhoria de um produto, tendo como referência as políticas e estratégias definidas pela organização.

Na cadeia de produção do CIGeoE o controlo de qualidade é realizado em diversas áreas: na restituição da informação, no controlo de qualidade posicional dos objetos cartográficos, na validação digital dos objetos e por último na validação da impressão analógica. O objetivo principal deste artigo é incidir somente no CQ na impressão analógica sob uma perspetiva histórica; o que se fazia e como se fazia em comparação com os procedimentos atuais.

1. Introdução

A qualidade dos Dados produzidos no Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) tem sido reconhecida pelos seus utilizadores, e isso deve-se, em parte, às modernas tecnologias em uso na cadeia de produção e ao Controlo de Qualidade (CQ) efetuado.

Este CQ tem vindo a melhorar consecutivamente ao longo dos anos, revendo-se os métodos utilizados e otimizando procedimentos de forma a obter cada vez melhores resultados. Os saltos tecnológicos verificados nos processos utilizados, especificamente na capacidade de análise e validação da informação, têm sido responsáveis por alterações significativas no processo de CQ, diminuindo a interação com o operador/revisor, minimizando os custos de produção, o tempo de execução das tarefas e simultaneamente aumentando a qualidade dos dados geoespaciais produzidos.

No início, o CQ era um processo puramente analógico. A revisão era feita diretamente sobre a folha de papel impressa, sendo os elementos analisados individualmente e tendo por referência as Normas de Revisão, a edição anterior da folha, os trabalhos de campo oriundos da Secção de Topografia (onde se incluía o cadastro militar) e as fotografias aéreas de apoio. O operador/revisor, apoiado nos elementos de consulta atrás descritos era a essência do CQ, pelo que os standards ou referências eram mais difíceis de manter. O rigor, a beleza e a arte cartográfica dependiam da sensibilidade e experiência de cada operador/revisor, sendo o nivelamento feito pelo operador chefe ou em última instância pelo chefe da Secção Controlo de Qualidade (SCQ).

A partir de 2004, com a introdução de meios informáticos, surge um novo conceito de CQ. As tarefas de revisão e correção (emendas) passam a ser realizadas em formato digital, otimizando os recursos alocados a este tipo de tarefas, minimizando desta forma os custos de produção e o tempo de execução, continuando a promover e assegurar a qualidade dos dados, procurando-se assim a melhoria contínua dos produtos do CIGeoE.

2. A Secção de Controlo de Qualidade (SCQ)

A Secção de Controlo de Qualidade tem por missão efetuar o controlo de qualidade de toda a produção cartográfica em formato analógico e fazer a entrega dos ficheiros finais na Secção de Gestão da Informação (SGI).

Para cumprir este desiderato, a SCQ desenvolve as seguintes atividades:

- Pré-validação da informação após trabalhos de campo (em QGIS);
- Revisão das Séries M888, M889, P821 e M783 em MicroStation, que engloba:
 - 1ª Revisão;
 - Revisão Final;
 - Revisão do Chefe;
 - Emendas para a Série M586 e Carta Oficial de Estradas de Portugal Continental à escala 1:500 000;
 - Verificação da cartografia impressa, efetuando o controlo de qualidade para outras secções, nomeadamente SPDig (Encomendas) e SEPE (IMT e NAV).

2.1. A evolução do processo de Controlo de Qualidade nos últimos anos

Até meados da década passada, cada folha, independentemente da série, era sujeita a três revisões:

- 1ª Revisão
- 2ª Revisão (Mesmo Revisor da anterior)
- 3ª Revisão (Revisor coordenador)

As situações a serem objeto de correção eram referenciadas numa folha de papel vegetal, colocada

As emendas das 3 revisões eram sempre feitas pelo editor da folha.

sobre a “prova a cores”, através de um círculo numerado. Posteriormente, numa folha A4 normal, eram descritas as correções (corrigir, deslocar, inserir, etc.), e finalmente, antes de se requisitarem os “fotolitos” à Secção de Fotografia, o chefe de Secção fazia ainda uma verificação final.

As imagens seguintes ilustram as três revisões:

1ª Revisão



Figura 1 - Prova a cores e folha de vegetal sobreposta com os círculos numerados;



Figura 2 - Descrição das emendas da 1ª revisão.

2ª revisão



Figura 3 - Prova a cores e folha de vegetal sobreposta com os círculos numerados



Figura 4 - Descrição das emendas

3ª revisão



Figura 5 - Prova a cores e folha de vegetal sobreposta com os círculos numerados

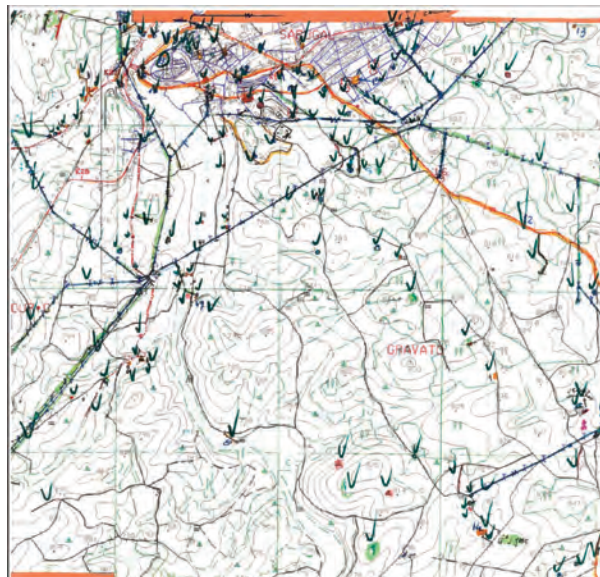


Figura 8 - Plot com a completagem efetuada

FOLHA 38
3ª REVISÃO

1) Dar o ponto necessário na abscissa
2) Leitura do valor da cota e a
seta de orientação

2) Solos para cada se indica o top.
5ª Colúmbica

3) Numerar pontos 800, 850
* Na 5ª revisão as cotas foram
dadas como pontos mas não estavam
na 1ª-2ª-3ª-4ª-5ª-6ª-7ª-8ª-9ª-10ª
quase todo o topo.

4) Unir linha de água com
6) falta mata

7) Solos a cota 763 faz. Noit

8) Numerar pontos 800

1) Insere cota média 550
2) Elimina cota 550
3) + cota 550
4) Insere cota média 700 e não 600
5) Entre as cotas os valores calculados
com a direção dos minutos.

Joana Simão
12/1/1996

Figura 6 - Descrição das emendas.

Elementos de consulta:

Fotografia reconhecida, cadastro, censos, caderneta de reconhecimento de vértices, legislação s/ rede viária, etc.

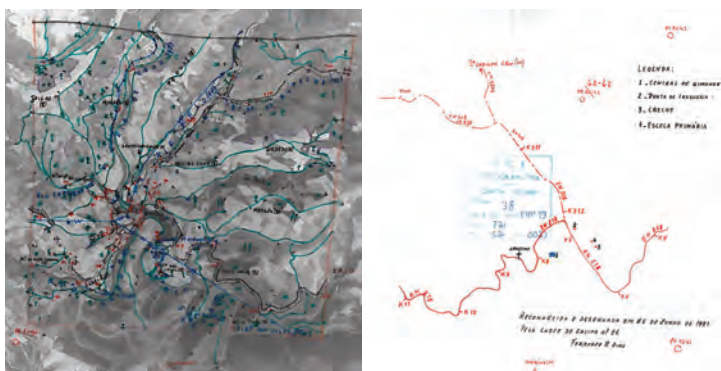


Figura 7 - Rosto e verso da fotografia reconhecida

A partir de 1996, com o início do processo de “Completagem”, passou-se a utilizar uma impressão da informação adquirida pela Fotogrametria à escala de 1:12 500 com o respetivo registo de alterações, em substituição da fotografia aérea reconhecida.

Página ___ de ___ páginas

REGISTO DAS ALTERAÇÕES REFERENTES À FOLHA Nº 226

FOTOGRAFIA Nº 9692

COMPLETAGEM
 RECONHECIMENTO

| Nº | MOTIVO DA ALTERAÇÃO | Omiss | Corrigir | Eliminar |
|----|---|-------|----------|----------|
| 1 | Casa | | X | |
| 2 | Capela | | X | |
| 3 | C. A. A. | | X | |
| 4 | Pico | | X | |
| 5 | Armazém | | X | |
| 6 | Bombas de Gasolina | | X | |
| 7 | Estação Elevatória | | X | |
| 8 | C. P.º Ponto | | X | |
| 9 | D. G. - 1.º V. G. | | X | |
| ✓ | Pólo nº 12 - campo de jogos | | | |
| ✓ | " " 13 - C. R. | | | |
| ✓ | " " 14 - casa polifunções | | | |
| ✓ | " " 15 - ar. R. onde não está em construção | | | |
| ✓ | " " 16 - depósito de água - elevatória | | | |
| ✓ | 10 Armazém | | X | |
| ✓ | 11 C. Cameteiro | | X | |
| ✓ | 12 Est. / m. de 5,5 | | X | |
| ✓ | 13 Ruína (destruída em 1970) | | X | |
| ✓ | 14 Silo destruído (já não funciona) | | X | |
| ✓ | 15 Busto de madeira s/ o armazém | | X | |
| ✓ | 16 Estada de madeira s/ 5 m | | X | |
| ✓ | 17 T. g. de madeira | | X | |
| ✓ | 18 " " 15 m. de madeira | | X | |

Egipcio
Joana Simão
Cap.

Figura 9 - Registo de alterações da completagem

Com a técnica da “Completagem”, a foto passou a conter apenas a rede viária (rosto) e outras informações complementares (no verso). A toponímia passou a ser corrigida na folha da edição anterior (folha iluminada) em que se utilizavam três cores consoante o tipo de alteração/correção:

- Verde – para inserir um topónimo novo;
- Laranja – para corrigir;
- Rosa ou Encarnado – para eliminar.

Em 2006 todo o processo de controlo de qualidade passa a ser feito em computador, utilizando-se as ferramentas Microstation, Image Analyst ou IRASC e Excel (formato único para todos os revisores), conforme se ilustra na figura 13:



Figura 10 - Folha com a toponímia iluminada

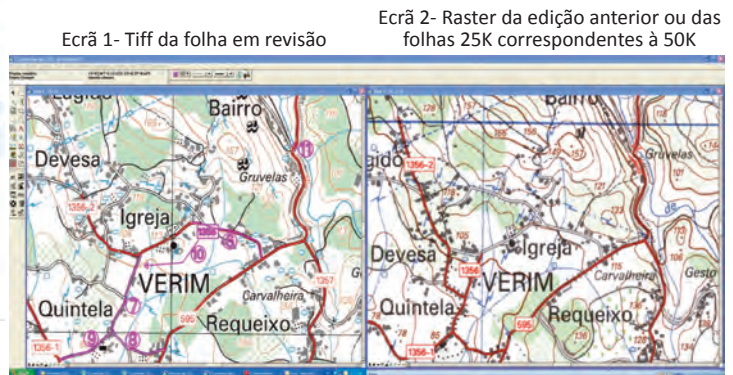


Figura 12 - Processo de controlo de qualidade usando software CAD

2.2. Início da era digital na SCQ

É a partir de 2005 que começa a era digital na SCQ:

- O registo das emendas passa a ser feito num ficheiro em formato Excel;
- Começa-se também a utilizar o computador para visualizar a imagem da folha em formato digital com a vantagem de se poderem fazer zooms, sendo utilizado um software básico de visualização de imagens, o “MapViewer”;
- Mantêm-se ainda a prova a cores e o vegetal para sinalizar as emendas.

Ecrã 1 – Ficheiro “Emendas.dgn” onde são sinalizadas as emendas

Ecrã 2 – Ficheiro excel onde se discriminam as emendas

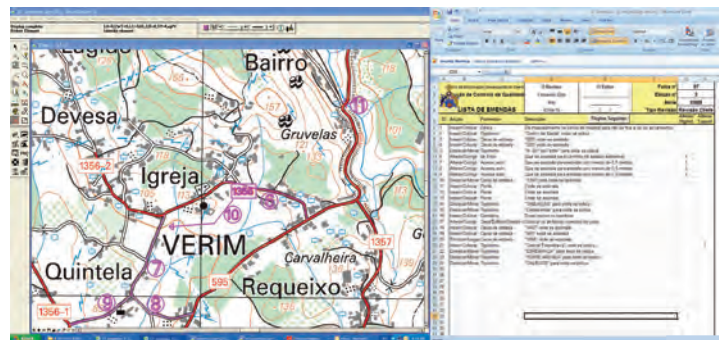


Figura 13 - Processo de controlo de qualidade usando software CAD e lista de emendas

| ID | Ação | Planimetria | Descrição | Plano Seguinte | Alterar Digital | Alterar Topográfico |
|----|-----------------|----------------------|--|----------------|-----------------|---------------------|
| 1 | Inserir/Colocar | Célula | De mascaramento na célula de hospital para não se ficar a ver os arredores | | | |
| 2 | Inserir/Colocar | Topónimo | "Centro de Saúde" onde se indica | | | |
| 3 | Inserir/Colocar | Caixa de estrada | "528" onde se assinala | | | |
| 4 | Inserir/Colocar | Caixa de estrada | "528" onde se assinala | | | |
| 5 | Deslocar/Mover | Topónimo | "Tr. Sr.ª do Fátima" para onde se indica | | | |
| 6 | Alterar/Comgr | de 5.5m | Que se assinala para o caminho de acesso automóvel | | X | |
| 7 | Alterar/Comgr | Acesso auto | Que se assinala para estrada com menos de 5.5 metros | | X | |
| 8 | Alterar/Comgr | Acesso auto | Que se assinala para estrada com menos de 5.5 metros | | X | |
| 9 | Deslocar/Mover | Caixa de estrada | "1365" para onde se assinala | | | X |
| 10 | Inserir/Colocar | Plante | Onde se assinala | | | |
| 11 | Inserir/Colocar | Plante | Onde se assinala | | | |
| 12 | Inserir/Colocar | Plante | Onde se assinala | | | |
| 13 | Deslocar/Mover | Topónimo | "TABUAÇAS" para onde se indica | | | |
| 14 | Deslocar/Mover | Topónimo | "Debravilhas" para onde se indica | | | |
| 15 | Inserir/Colocar | Questiões | Quais critérios se consideram | | | |
| 16 | Alterar/Comgr | Casa/Edifício/Grande | Colocar os atributos correctos de casa | | | |
| 17 | Inserir/Colocar | Caixa de estrada | "1407" onde se assinala | | | |
| 18 | Inserir/Colocar | Caixa de estrada | "599" onde se assinala | | | |
| 19 | Eliminar/Apagar | Caixa de estrada | "1405" onde se assinala | | | |
| 20 | Inserir/Colocar | Topónimo | "Central Fotovoltaica" onde se indica | | | X |
| 21 | Deslocar/Mover | Topónimo | "ESPÍRITAÇA" para onde se indica | | | |
| 22 | Deslocar/Mover | Topónimo | "FONTE ARCADEA" para onde se indica | | | |
| 23 | Deslocar/Mover | Topónimo | "GALLEGOS" para onde se indica | | | |
| 24 | Deslocar/Mover | Topónimo | | | | |
| 25 | | | | | | |
| 26 | | | | | | |
| 27 | | | | | | |
| 28 | | | | | | |
| 29 | | | | | | |
| 30 | | | | | | |
| 31 | | | | | | |
| 32 | | | | | | |
| 33 | | | | | | |
| 34 | | | | | | |
| 35 | | | | | | |
| 36 | | | | | | |
| 37 | | | | | | |
| 38 | | | | | | |
| 39 | | | | | | |
| 40 | | | | | | |
| 41 | | | | | | |
| 42 | | | | | | |

Figura 11 - Registo de emendas em Excel

As 1ª, 2ª e 3ª revisões passam a designar-se de Revisão Inicial, Revisão Final e Revisão do Chefe:

- As emendas da Revisão Inicial continuam a ser feitas na Secção de Edição;
- A Revisão Final passa a ser feita por um outro revisor;
- As emendas da Revisão Final e do Chefe passam a ser feitas pelos próprios revisores da SCQ.

Em 2006 são ainda ultimadas as primeiras normas de edição/revisão em formato digital, tanto para a escala 1:25 000 como para a escala 1:50 000, sendo também a primeira vez que as normas de edição e revisão constituíram um único documento (um para cada escala), tendo sido aprovadas em 2008.

Em 2007 é implementada na SCQ a pré-validação da informação após os trabalhos de campo:

– Num ecrã abria-se um ficheiro (xxx_emendas.dgn) para assinalar as emendas, colocando em referência o ficheiro v2d.dgn da folha em pré-validação;

– No outro ecrã colocava-se o raster da edição anterior para comparação.

Ecrã 1- Ficheiros “Emendas.dgn” e “v2d.dgn”

Ecrã 2- Raster da edição anterior

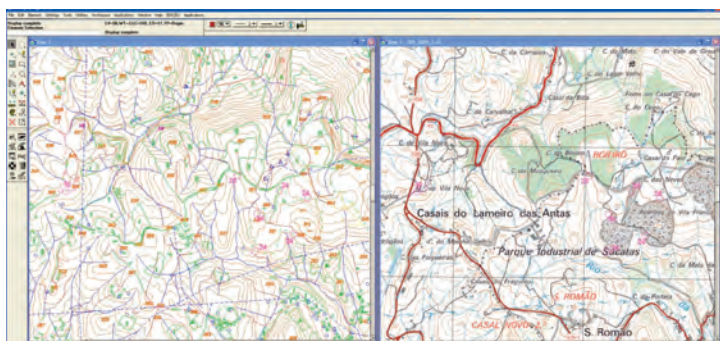


Figura 14 - Pré-validação utilizando o Microstation e o Image Analyst

– A partir de Setembro de 2015 passou a ser feita em ambiente QGIS:

Ecrã 1- Ficheiros “shapefiles” da folha em trabalhos

Ecrã 2- Raster da edição anterior

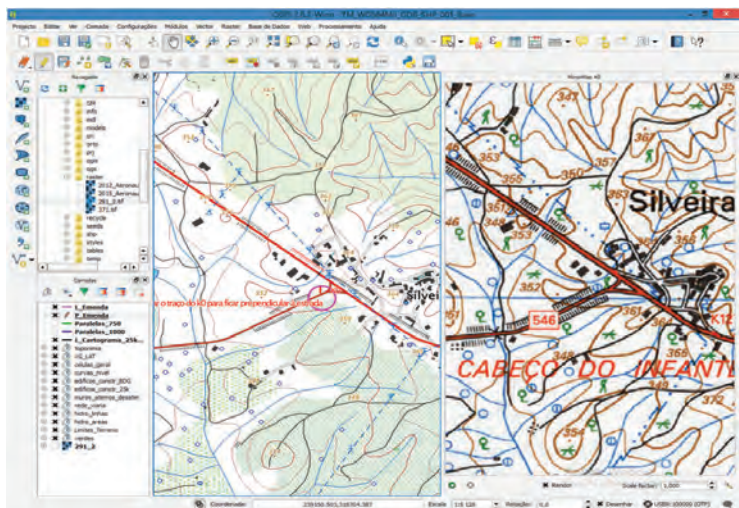


Figura 15 - Pré-validação utilizando o QGIS

2.3. Produção da Série M782/M783

Até 2005 a informação para a produção das folhas da Série M782 era selecionada à mão pelos revisores diretamente nas respetivas folhas da Série M888, através de marcações a lápis ou canetas de cor;

Na coleção nº1 (4 folhas 25k que constituem a 50k) selecionavam-se a rede geodésica e auxiliar, as estradas, os pontos cotados e a vegetação;



Figura 16 - Folha 25K com os elementos da coleção nº2

Na coleção nº2 (4 folhas 25k que constituem a 50k) selecionavam-se as linhas de água, os poços, os tanques, as nascentes, as fontes, as mães de água, os depósitos de água, as estações elevatórias, as barragens e as azenhas;

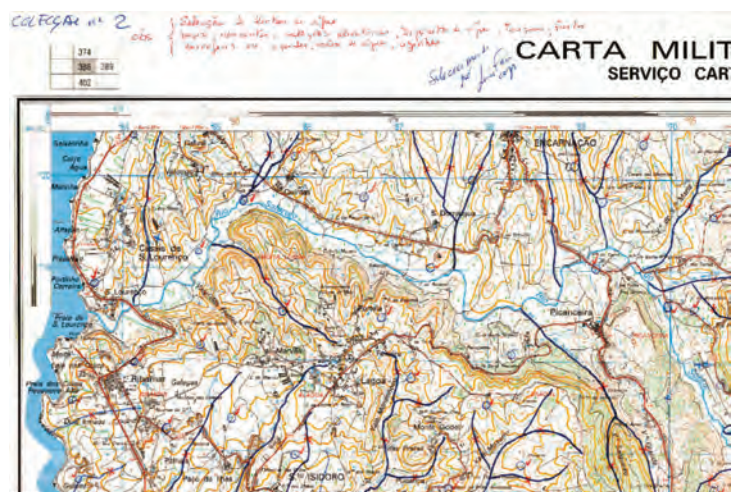


Figura 23 - Folha 25K com os elementos da coleção nº2

Na coleção nº3 (4 folhas 25k que constituem a 50k) selecionavam-se as manchas urbanas, as vias de comunicação, as pontes, as linhas de alta tensão, a toponímia, os fortes, os castelos, as grandes construções, os hospitais, os moinhos, as igrejas, as capelas e cruzeiros;

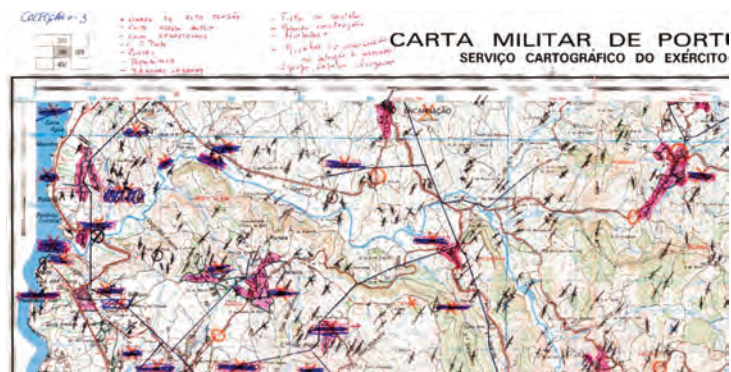


Fig 24 - Folha 25K com os elementos da coleção nº3

A partir deste mesmo ano de 2005, a produção da nova Série M783, herdeira da Série M782, passa a ser produzida, quase na íntegra, por processos semiautomáticos, continuando a seleção da hidrografia a ser feita manualmente. Apesar de todos os esforços, ainda não se conseguiu automatizar este processo, não se prevendo mesmo que se venha a consegui-lo no curto prazo.

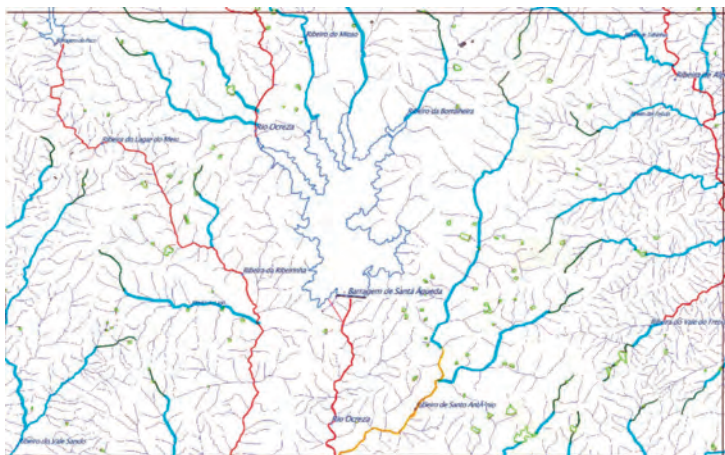


Figura 25 - Plot com a seleção da hidrografia para a Série M783

CONCLUSÃO

Até 2005 o Controlo de Qualidade (revisão) era totalmente analógico, passando a ser um misto de analógico e digital entre 2005 a 2006.

Em 2005 a Série M783 substituiu a Série M782 (escala 1:50 000), passando o processo de seleção da informação para a Série M783 a ser feito por processos semiautomáticos, exceto a referente à hidrografia;

Em 2006 todas as fases do Controlo de Qualidade passaram a ser efetuados por processos digitais e em 2015 iniciou-se o processo de Pré-validação em ambiente SIG, estando previsto para breve a migração de todos os processos de Controlo de Qualidade para este ambiente;

Está a ser feita a atualização e implementação de uma única legenda para as Séries M888 (Portugal Continental), M889 (Açores) e P821 (Madeira), assim como a atualização da legenda da Série M783; Encontra-se também a decorrer a revisão/atualização das “Normas de Revisão e Edição”, adaptando-as às alterações que entretanto foram sendo introduzidas nas várias fases da cadeia de produção, nomeadamente, a atualização das Normas de Aquisição, a implementação da nova legenda, entre outras.

Validação de uma estrutura vetorial 3D da Carta Militar de Portugal, com recurso a Sistemas de Gestão de Dados Espaciais de acesso livre

▀ Pedro Costa

Maj Inf, Mestre em Eng. Geográfica
Centro de Informação Geoespacial do Exército
pcosta@igeoe.pt

▀ Cristina Catita

Prof.^a Dr.^a
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Instituto Dom Luiz, Lisboa
cmcatita@fc.ul.pt

Resumo

A Carta Militar de Portugal, série M888, escala 1:25 000 é uma carta topográfica produzida pelo Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE). Para se garantir a coerência semântica e morfológica da informação restituída que dá origem a esta carta e a outros produtos derivados, esta é submetida a um processo de validação antes de integrar a Base de Dados Geográfica (BDG). O CIGeoE tem implementado um complexo, mas eficiente, processo de validação realizado em Computer-Aided Design (CAD) que valida dados apenas em duas dimensões (2D).

Com o intuito de efetuar a validação dos dados em três dimensões (3D), foi realizado um projeto que dá origem a este artigo, onde se desenvolveu uma metodologia semiautomática que permite fazer a validação dos dados da Rede Viária em 3D, com recurso exclusivo a Sistemas de Gestão de Dados Espaciais de acesso livre.

1. Introdução

A qualidade dos serviços e produtos cartográficos disponibilizados pelo CIGeoE requerem um constante e rigoroso controlo de qualidade. A validação é uma das mais importantes fases na cadeia de produção da informação cartográfica, pois é esta que garante a precisão e a coerência dos produtos do CIGeoE.

A validação dos dados é necessária para garantir o seu rigor e qualidade, identificando e corrigindo erros que são devidos a fatores materiais e/ou a fatores humanos (Domingos, 2005).

A validação efetuada no CIGeoE consiste num procedimento parcialmente automatizado em formato design (DGN) que apenas garante a validação dos dados em 2D. Existe também um processo de validação em Sistema de Informação Geográfica (SIG), implementado na Secção de Fotogrametria (SFotog), ainda em desenvolvimento, que garante uma validação em 3D mas de forma manual, realizando correções semiautomáticas em 3D apenas na altimetria.

A implementação de melhorias, principalmente ao nível da validação a 3D, permitirá usufruir de todas as potencialidades da terceira dimensão dos dados, que até este momento se encontram pouco exploradas.

2. Objetivo

Com este projeto pretendeu-se implementar um processo de validação digital da informação tridimensional através de um conjunto de operações de processamento e tratamento da informação vetorial diretamente da Base de Dados Geográfica (BDG) com software gratuito e de código aberto. Pretendeu-se detetar e corrigir os erros geométricos das entidades geográficas da Rede Viária da Carta 1:25 000 e analisar a sua integridade espacial na BDG, garantindo que no final os dados validados garantissem o rigor, qualidade, precisão e coerência desejados, inclusivamente na terceira dimensão.

3. Dados de base

A informação que serviu de base ao trabalho desenvolvido proveio da BDG da folha n.º 307 - Valado dos Frades (Nazaré), numa área de 160 km² como se pode ver na figura 1.



Figura 1 - Enquadramento da Folha nº 307 da Carta 1:25 000

A informação foi restituída por processos fotogramétricos em ambiente SIG com recurso ao software da Summit Evolution Versão 7.0 da DAT/EM Systems International na SFotog para a execução da Carta 1:25 000. Não tendo sido submetida a nenhum processo de validação, encontra-se assim no seu estado “original” e isenta de qualquer tipo de correção.

Atendendo à dimensão da tarefa proposta limitou-se este projeto apenas aos dados de base relativos às entidades do tipo linha pertencentes à Rede Viária da Carta 1:25 000, na expectativa de que os resultados aqui apresentados contribuam para o desenvolvimento de um sistema de validação global a 3D no CIGeoE. Os dados de base são constituídos por 7818 entidades geográficas lineares que perfazem um total de 1475,555 km.

4. Software e meios utilizados

A opção da utilização de software gratuito e de código aberto foi uma questão fundamental na definição do projeto. Foi utilizado o PostgreSQL (PostgreSQL, 2015), um Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD) open source, que possui um plugin dedicado e otimizado ao tratamento de informação geográfica, o PostGIS (PostGIS, 2015). O PostGIS permite o reconhecimento e gestão de dados geográficos atribuindo propriedades geoespaciais às bases de dados e permitindo que todo o

manuseamento e interação com estas se realize por intermédio de queries SQL. O PostGIS possui um vasto catálogo de funções mas nem todas admitem dados em 3D, tornando-se uma limitação à construção deste projeto.

5. Metodologia

O processo de validação implementado verifica a qualidade e geometria dos dados onde são identificados os erros existentes. Seguidamente, caso o erro identificado seja menor que tolerância admissível, procede-se à sua correção automática. Caso contrário, o erro é identificado e a sua correção será efetuada manualmente pelo operador. A Figura 2 apresenta o fluxo das ações deste projeto.

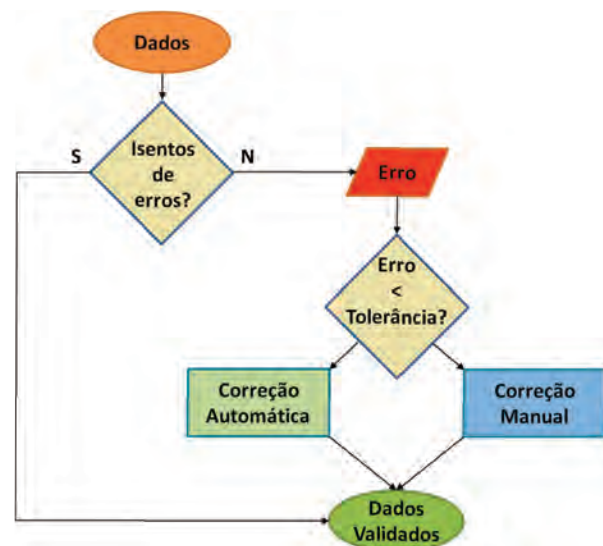


Figura 2 - Fluxo da metodologia do projeto

A implementação deste processo de validação decorre em três fases distintas apresentadas sob a forma de fluxo na Figura 3.

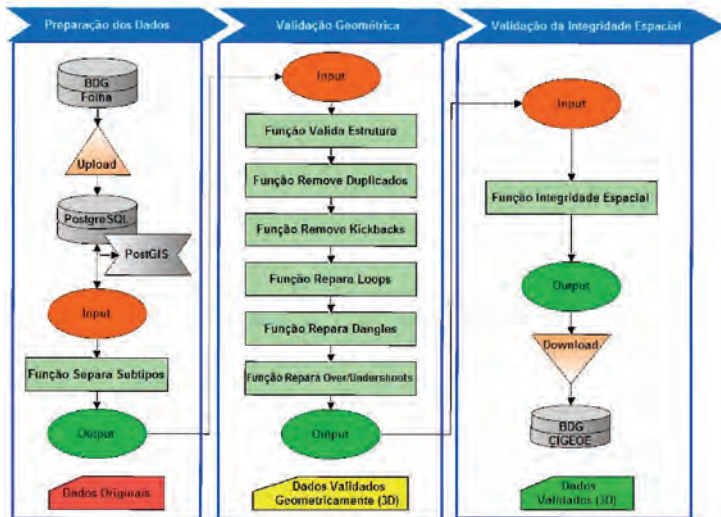


Figura 3 - Fluxo do Processo de Validação

6. Implementação do Projeto

6.1. Preparação dos dados

Nesta fase procedeu-se ao carregamento da base de dados PostgreSQL/PostGIS, executado através da função shapefile importer do PostGIS. Uma vez carregados os dados, a sua adequação passa por separá-los em diferentes tabelas em função do subtipo de via através de uma função criada para o efeito. Com esta separação os dados estão prontos para iniciar a validação geométrica, individualizada para cada subtipo de via.



Figura 4 - Fluxo geral da preparação dos dados

6.2. Validação Geométrica

A validação da geometria dos dados de base assentou na identificação e correção, preferencialmente de forma automática, dos erros geométricos mais frequentes que ocorrem durante a aquisição de dados. Na Tabela 1 são apresentados os

erros geométricos que são validados neste processo de validação.

Tabela 1 - Erros geométricos validados neste processo de validação

| Nº | Erro | Exemplo |
|----|---------------------|---------|
| 1 | Dangle | |
| 2 | Node mismatch | |
| 3 | Undershoot | |
| 4 | Overshoot | |
| 5 | Vértices duplicados | |
| 6 | Kick Back | |
| 7 | Loop | |
| 8 | Geometria nula | |
| 9 | Partes nulas | |

A correção automática dos erros de geometria depende da tolerância admissível que está estabelecida para as diferentes entidades geográficas da Carta 1:25 000 do CIGeoE. Estando os dados de base restringidos ao tema Rede Viária, é aplicada a distância de 3 metros¹ na correção automática dos vários tipos de erro geométricos.

A validação da geometria dos dados de base é efetuada conforme a sequência que é apresentada na Figura 5.



Figura 5 - Fluxo geral da validação geométrica

¹ Conforme tolerâncias admissíveis para correções automáticas das entidades geográficas pertencentes à Rede Viária da Carta 1:25 000 do CIGeoE

• Verificar a qualidade dos dados

Esta verificação materializa o início do processamento dos dados onde é realizada uma inspeção à geometria dos dados, avaliando a sua consistência através de funções do PostGIS. Foi criada a “Função Valida Estrutura” que, nas suas queries, identifica a existência de erros geométricos do tipo 8 - Geometria nula e do tipo 9 - Partes nulas (cf. Tabela 1).



Figura 6 - Funções do PostGIS utilizadas na “Função Valida Estrutura”

Esta função não executa correções. Em cada caso é criada, como resultados da avaliação, uma tabela com os erros encontrados.

• Validar vértices duplicados

Após a verificação dos dados, é iniciada uma validação geométrica em que já existe alteração da geometria das entidades geográficas. É efetuada a remoção dos vértices duplicados, erro do tipo 5 - Vértices duplicados (cf. Tabela 1) que pode afetar as entidades geográficas lineares. Foi criada a “Função Remove Duplicados” (Figura 7) que utiliza três funções do PostGIS.



Figura 7 - Funções do PostGIS utilizadas na “Função Remove Duplicados”

A remoção de erros do tipo 5 é conseguida através do processamento da geometria da entidade geográfica com recurso à função “ST_RemoveRepeatedPoints” do PostGIS. A nova geometria é o resultado da execução desta função, sendo removidos todos os vértices cuja posição X,Y,Z esteja duplicada. Esta validação não requer qualquer correção manual por parte do operador.

• Validar Kick backs

Para esta validação foi criada a “Função Remove Kickbacks” que remove os erros do tipo 6 - Kick back (cf. Tabela1) efetuando sequencialmente a deteção dos erros, a correção desses erros e finaliza com a substituição nos dados originais. Esta função inclui nas suas queries funções do PostGIS (Figura 8) que

permitem aceder e processar a geometria dos dados, não necessitando de correção manual pelo facto de não haver uma tolerância associada a este erro. Todos os erros que sejam identificados são corrigidos automaticamente.

A deteção dos candidatos a erro é efetuada



Figura 8 - Funções do PostGIS utilizadas na “Função Remove Kickbacks”

identificando autointerseções de linestrings recorrendo à função do PostGIS “ST_IsSimple” que analisa a geometria das linestrings procurando vértices anómalos, autointerseções ou autotangências. A correção é efetuada sobre as linestrings identificadas com erro criando um vértice na(s) autointerseção(ões) e efetuando a sua divisão em partes independentes (linestrings distintas). Após esta separação, é reconstruída novamente a linestring por união das partes cuja geometria é distinta. Uma vez reconstruídas, procede-se à substituição das linestrings originais, pelas corrigidas, com comandos simples para eliminar e inserir dados na tabela.

• Validar Loops

Atendendo à semelhança dos erros, o procedimento aplicado para a correção dos erros de tipo 7 - Loop (cf. Tabela 1) é também semelhante ao empregue anteriormente para a remoção dos erros do tipo 6 - Kick back.

O fluxo da “Função Repara Loops”, criada para validar este tipo de erros, efetua a deteção dos erros, a correção desses erros e finaliza com a substituição nos dados originais.



Figura 9 - Funções do PostGIS utilizadas na “Função Repara Loops”

Na deteção dos erros podem ser identificados falsos erros, por exemplo, um operador ao restituir um arruamento que contorne um quarteirão, utilize uma única linestring que fecha sobre ela própria (Figura 10), este validador assinala um erro, que de facto não o é.



Figura 10 - Exemplo de falso erro de Loop (quarteirão)

A correção dos erros é efetuada sobre as linestrings presentes na tabela de erros criada com os candidatos a erro detetados. É igualmente criado um vértice na autointerseção e efetuada a divisão em 3 partes independentes (linestrings distintas) resultantes da quebra no vértice criado. Este vértice, criado a 3D, resulta da verificação da existência de uma autointerseção a 2D.

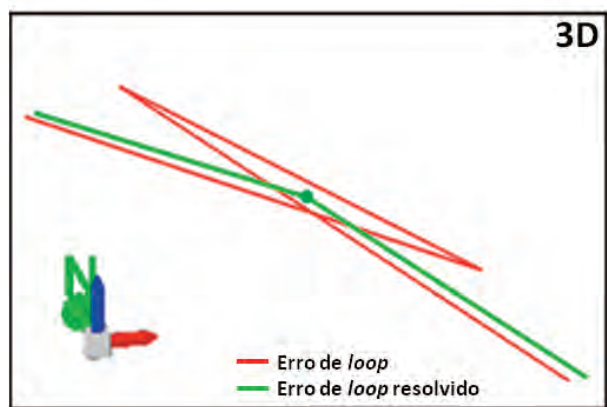


Figura 11 - Remoção do erro do tipo Loop

A resolução deste erro (Figura 11) consiste em eliminar a linestring fechada, sendo esta identificada através da função do PostGIS “ST_IsClosed” e sujeita a um parâmetro de controlo², utilizado pelo facto de existirem os falsos erros já referidos. Após a correção procede-se à substituição das linestrings

² Comprimento da linestring fechada < 9 m

originais, pelas corrigidas, com comandos simples para eliminar e inserir dados na tabela. Todos os erros que sejam identificados por esta função são corrigidos automaticamente, não necessitando por isso de correção manual.

• Validar pontas soltas

Para a validação de “pontas soltas” foi criada a “Função Repara Dangles” que executa uma série de operações sobre os dados de entrada de modo a detetar e corrigir automaticamente em 3D os erros dos dados do tipo 1 e 2. São considerados erros de tipo 1 - Dangle e de tipo 2 - Node mismatch (cf. Tabela 1) as “pontas soltas” resultantes de duas ou mais linestrings não se encontram unidas pelo facto de os seus vértices iniciais ou finais não serem coincidentes. Alerta-se para o facto de que estas distâncias, entre linestrings não unidas, são normalmente muito reduzidas, na ordem dos centímetros.

Estes erros devem-se, normalmente, à operação de iniciar ou terminar a aquisição de uma linestring numa outra já existente. A correção automática deste tipo de erros apenas é efetuada se a distância entre a localização dos vértices a unir for inferior a 3 m (tolerância admitida para a rede viária).

O fluxo da “Função Repara Dangles” materializa-se sob a forma de quatro procedimentos principais: o pré-processamento, a deteção dos erros, a correção desses erros e a sua substituição nos dados originais. Na Figura 12, são apresentadas as funções do PostGIS utilizadas por esta função.



Figura 12 - Funções do PostGIS utilizadas na “Função Repara Dangles”

Os candidatos a este tipo de erro serão todas as “pontas” de cada linestring. A deteção dos candidatos a erros é conseguida recorrendo às funções “ST_StartPoint” e “ST_EndPoint” que devolvem, respetivamente, a geometria do vértice inicial e do vértice final de cada linestring.

O conceito empregue para a correção destes erros consiste em criar um ponto cuja posição seja o centro geométrico (centróide) em 3D do conjunto de vértices que formam estes erros. Este novo ponto criado (Figura 14 - Resultado da correção do erro) será o vértice comum a todas as linestrings que formam o erro e substituirá os vértices terminais de cada linestring, criando desta forma uma ligação entre as linestrings e resolvendo o erro.

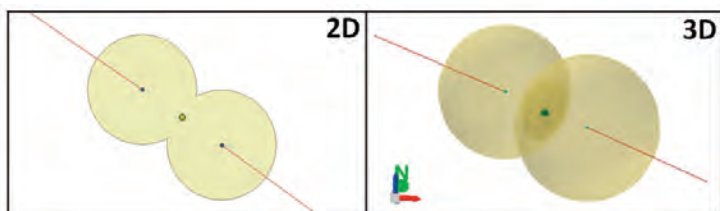


Figura 13 - Centróide criado

Possuindo já as coordenadas XYZ dos novos vértices, são atualizadas as tabelas dos vértices iniciais e finais das linestrings. Este processamento descrito é aplicado em todos os vértices terminais, sendo que aqueles onde não exista erro, ou seja, que estejam unidos ou sejam fim de via, não sofrem alteração de coordenadas.

Após a correção das coordenadas dos vértices iniciais e finais de cada linestring, são substituídas nos dados originais os vértices iniciais e finais das linestrings. A Figura 14 mostra o resultado final, onde o vértice visualizado é simultaneamente vértice final da linestring antecedente e vértice inicial da linestring subsequente. Possuindo os vértices exatamente as mesmas coordenadas, estas duas linestrings outrora não unidas, estão agora isentas de erro.

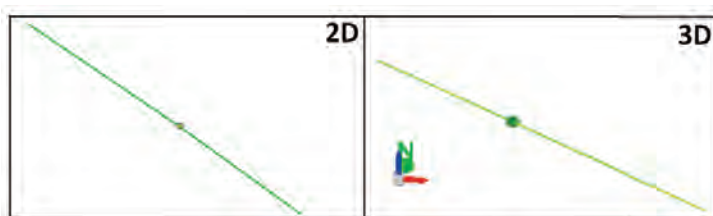


Figura 14 - Resultado da correção do erro

• Validar undershoots/overshoots

Os erros do tipo 3 e 4, respetivamente undershoots e overshoots (cf. Tabela 1) são semelhantes e com a mesma origem dos erros de tipo 1 e 2 (dangles e node mismatch respetivamente), diferenciando-se dos

erros de tipo 1 e 2 por não existir, na proximidade do vértice terminal da linestring não unida, um vértice terminal da linestring à qual deveria ligar. Tal diferença não permitiu a sua correção automática aquando da validação anterior com a “Função Repara Dangles”.

Para efetuar a correção automática deste tipo de erros, dentro da tolerância admissível (3 m), foi construída a “Função Repara Over/Undershoots” que, embora os erros sejam semelhantes, a sua deteção e correção apresentam diferenças significativas na metodologia utilizada anteriormente. A Figura 15 apresenta as funções do PostGIS utilizadas por esta função.



Figura 15 - Funções do PostGIS utilizadas na “Função Repara Over/Undershoots”

Os erros deste tipo são todos os vértices terminais de cada linestring em que na sua proximidade exista uma linestring à qual se deveria unir.

O conceito empregue para a correção destes erros consiste em encontrar um vértice na linestring onde será unido o vértice a corrigir (node2change). Esse vértice será o vértice comum às linestrings que formam o erro (node changed). A substituição do node2change pelo node changed cria uma ligação entre as linestrings e resolve o erro.

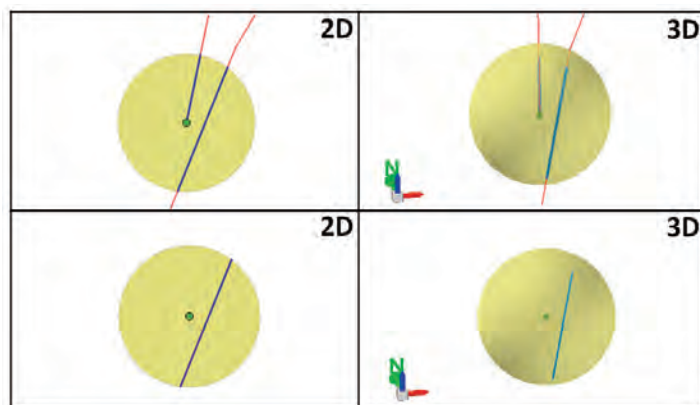


Figura 16 - Linestrings que formam o erro e identificação do node2change e do node_changed onde unir

O resultado da correção destes erros pode ser visualizado na Figura 17. Na Figura 18 são apresentados 4 exemplos de correções efetuadas nas linestrings pertencentes às entidades geográficas da Rede Viária pertencente à folha nº 307 da Carta 1:25 000.



Figura 17 - Resultado da substituição dos node2change pelos node_changed

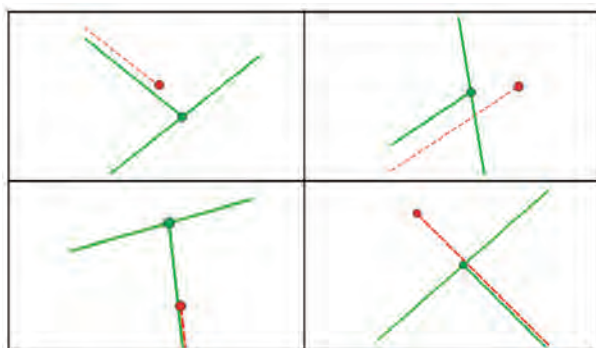


Figura 18 - Exemplos de correções efetuadas a erros do tipo 3 e 4

Há no entanto necessidade de estabelecer controlos a esta correção. O principal controlo visa impedir uniões erradas em cota (na coordenada z) como por exemplo em viadutos, onde se cruzam duas vias mas em cotas distintas que não deverão, em circunstância alguma, ser unidas entre si. O controlo é efetuado através da implementação da tolerância admissível para as correções, excluindo da correção automática as situações onde a distância mínima entre o vértice a corrigir e o vértice corrigido ultrapasse os 3 metros. Estes erros serão alvo de correção manual, sendo identificados numa tabela de erros.

6.3. Validação de Integridade Espacial

A Validação da Integridade Espacial visa analisar a distribuição espacial das várias entidades geográficas. Esta fase da validação, à semelhança dos processos de validação implementados no CIGeoE,

é apenas de verificação, não sendo executadas quaisquer correções automáticas. A sua correção requer uma interpretação cuidada por parte do operador.

A forma mais adequada para efetuar uma análise espacial complexa assenta em modelos topológicos, construídos com os elementos topológicos das entidades geográficas. (Zlatanova & Rahman, 2002). Existem diversos modelos topológicos que são utilizados em entidades geográficas 2D e 2,5D³ no entanto, quando se passa para a terceira dimensão, são muitas as dificuldades encontradas para estabelecer a topologia dos objetos. A utilização de geometrias 3D é cada vez mais utilizada em diversas áreas mas, maioritariamente, é utilizada sem recurso a estruturas topológicas ou informação semântica pela complexidade de implementação (Ghawana & Zlatanova, 2012).

O PostGIS permite implementar uma estrutura topológica, um processo um pouco complexo e trabalhoso e que apenas apresenta dois operadores espaciais, “Equals” e “Intersects” (PostGIS, 2015). Atendendo ao tipo de dados de base deste projeto, só é possível efetuar validações entre entidades lineares e, como são pertencentes ao mesmo tema, refletem unicamente alguns aspetos das Normas de Aquisição. Assim verificou-se ser um pouco redutor implementar uma estrutura topológica, não explorando esta componente do PostGIS.

Foi criada a “Função Integridade Espacial” que, através de queries espaciais aos dados de base, permite identificar entidades cuja espacialidade viole as Normas de Aquisição.

Neste processo são avaliadas as seguintes regras de integridade espacial:

- A uma autoestrada só pode ser conectada por estrada larga ou estrada estreita (nos acessos de entrada e saída e acesso a portagens) e arruamento (escapatórias para áreas de serviço e seu interior);
- Um acesso auto terá que estar ligado a uma estrada de categoria igual (acesso auto ou arruamento) ou superior;
- Uma extremidade do arruamento deve estar ligada a uma estradas de categoria igual (arruamento ou acesso auto) ou superior.

³ Duas dimensões e meia (2,5D), também designada por pseudo-3D. Utilizado para descrever entidades que aparentam ser tridimensionais mas não o são completamente ou seja, não foram constituídos por entidades verdadeiramente tridimensionais. Normalmente são entidades 2D com z atribuído.

7. Análise de resultados

A avaliação da qualidade dos dados validados pelo processo desenvolvido neste projeto foi efetuada através de um processo comparativo entre o estado inicial e final dos dados validados, por contabilização dos erros identificados submetendo os dados a um processo de validação externo.

Foi escolhido, para validador externo, o processo de validação em SIG empregue na SFotog. Este processo recorre ao software ArcGIS para efetuar a identificação dos erros dos dados, através de validação da topologia. A topologia foi criada nos dados especificamente para esta avaliação, tendo-se estabelecido duas regras topológicas que permitem identificar o tipo de erros corrigidos pelo processo de validação desenvolvido:

- Must Not Have Dangles - Identifica erros não corrigidos do tipo 1, 2, 3 e 4 (Dangle, Node mismatch, Undershoot e Overshoot).
- Must Not Self-Intersect - Identifica erros não corrigidos do tipo 6 e 7 (Kick back e Loop).

A Tabela 2 mostra, para cada subtipo de via (nas linhas), a contabilização discriminada dos erros identificados pela validação da regra topológica “Must Not Have Dangles”. A última coluna da tabela apresenta a taxa de correção real, calculada entre os “Dangles Iniciais” e os “Dangles Finais reais” com a seguinte relação:

$$\text{Taxa de correção} = \frac{\text{Dangles Iniciais} - \text{Dangles Finais reais}}{\text{Dangles Iniciais}}$$

Tabela 2 - Resultados da validação da regra topológica “Must Not Have Dangles”

| | Dangles Iniciais | Pontas Soitas | Dangles Finais detetados | Dangles Finais reais | Taxa de correção |
|-----------------------|------------------|---------------|--------------------------|----------------------|------------------|
| Autoestrada | 11 | 4 | 0 | 0 | 100 % |
| Estrada com Separador | 2 | 0 | 0 | 0 | 100 % |
| Estrada Larga | 100 | 52 | 3 | 1 | 99 % |
| Estrada Estreita | 96 | 46 | 15 | 1 | 99 % |
| Caminho Carreteiro | 1055 | 1819 | 170 | 10 | 99 % |
| Caminho a Pé Posto | 19 | 63 | 12 | 0 | 100 % |
| Acesso Auto | 211 | 478 | 95 | 1 | 99,5 % |
| Arruamento | 574 | 663 | 90 | 22 | 96 % |

A Tabela 3 mostra, para cada subtipo de via (nas linhas), a contabilização dos erros identificados pela validação da regra topológica “Must Not Self-Intersect”. A taxa de correção é calculada entre os erros iniciais e finais detetados.

Tabela 3 - Resultados da validação da regra topológica “Must Not Self-Intersect”

| | Autointerseções Iniciais | Autointerseções Finais | Taxa de correção |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|------------------|
| Autoestrada | 0 | 0 | - |
| Estrada com Separador | 0 | 0 | - |
| Estrada Larga | 0 | 0 | - |
| Estrada Estreita | 0 | 0 | - |
| Caminho Carreteiro | 0 | 0 | - |
| Caminho a Pé Posto | 0 | 0 | - |
| Acesso Auto | 1 | 0 | 100 % |
| Arruamento | 4 | 0 | 100 % |

Os resultados alcançados pela correção automática em 3D dos erros geométricos são extremamente positivos, apresentando uma taxa de correção automática muito elevada.

A avaliação realizada decorreu após a execução de um único processamento aos dados. Como verificado anteriormente nos resultados, a correção automática de um erro pode criar outro erro entretanto já corrigido. Atendendo à rapidez da execução destes processamentos, podem perfeitamente ser iteradas a “Função Resolve Dangles” e a “Função Repara Over/Undershoots”, corrigindo a maioria, senão a totalidade dos erros que ainda foram identificados nesta avaliação, otimizando assim os resultados finais.

A elevada taxa de correção automática de erros garante um reduzido volume de trabalho de correção manual em estereoscopia.

8. Conclusões

Com a realização deste projeto pretendeu-se avaliar a capacidade de implementação de um processo de validação digital de informação tridimensional, sustentado em software gratuito e de código aberto. Foi desenvolvido um processo de validação através de um conjunto de operações de processamento e tratamento da informação vetorial, com recurso ao SGBD PostgreSQL com a extensão PostGIS, que permitiu alcançar resultados de elevada qualidade assegurando a validação dos dados inclusivamente na terceira dimensão. A deteção e correção dos erros geométricos das entidades geográficas da Rede Viária da Carta 1:25 000, assim como a análise da sua integridade espacial na BDG, permitiu que no final os dados validados garantissem o rigor, a qualidade, a precisão e a coerência desejados.

O sucesso dos resultados gerados no âmbito deste projeto ao nível da eficiência, simplicidade e automatismo, servem como prova de conceito necessária para que o CIGeoE, a curto ou médio prazo, transite para métodos semelhantes no domínio da edição e validação da cartografia que produz.

Este processo de validação, por estar desenvolvido apenas para as entidades geográficas lineares que constituem o tema Rede Viária, apenas permite validar uma pequena parte dos dados de uma Folha completa da Carta 1:25 000. No entanto, pode este processo ser diretamente aplicado a outros temas com a mesma tipologia de entidades, casos da Altimetria e da Hidrografia. Naturalmente ter-se-á que atender às particularidades de cada tema e à própria parametrização. A implementação do processo de validação a estes temas permite também a execução da validação da integridade espacial multitemática, muito mais significativa do que aquela que se consegue apenas com o tema Rede Viária.

Referências Bibliográficas

Domingos, P. (2005). A Validação da Informação Vectorial no IGeoE. IV Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia. Lisboa.

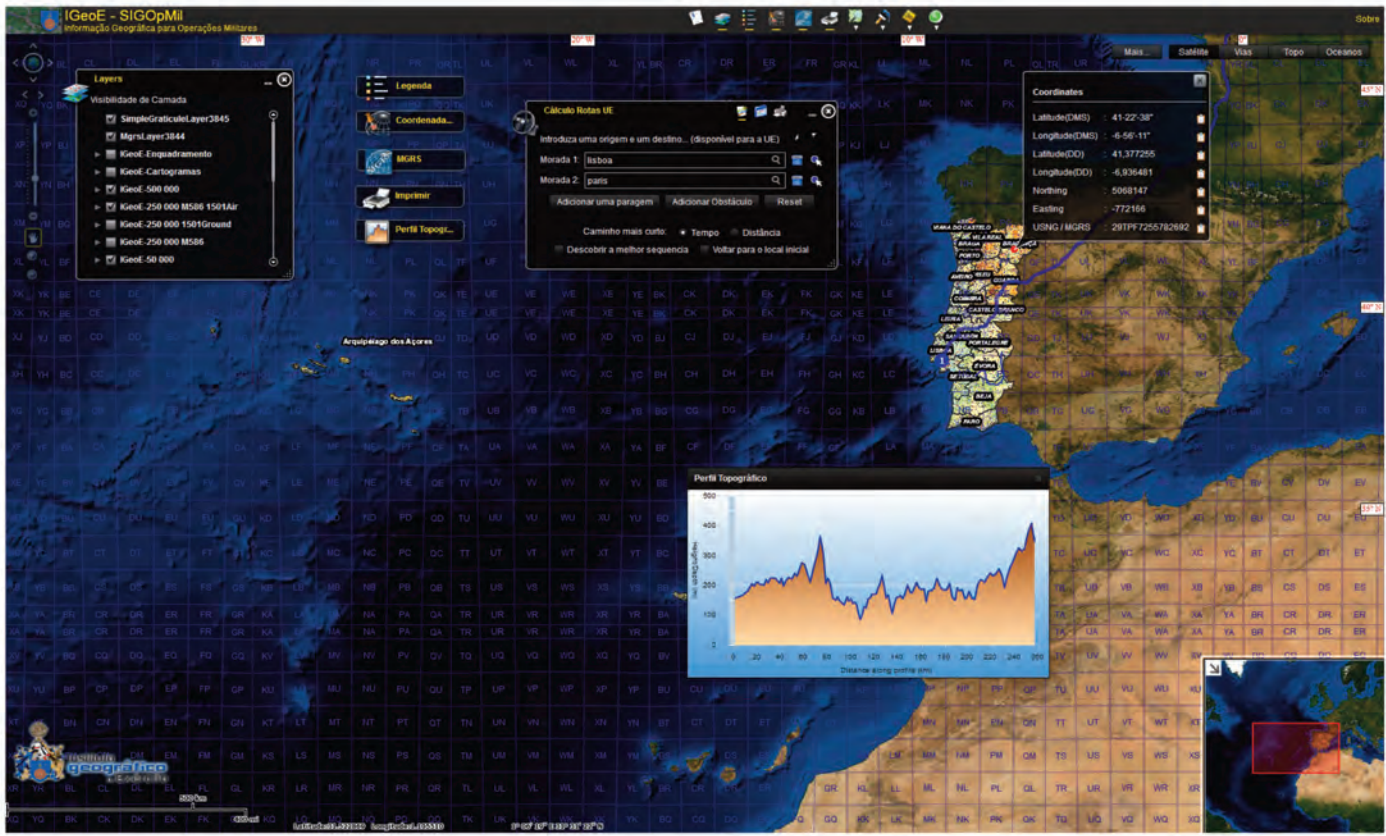
Ghawana, T., & Zlatanova, S. (2012). 3D Topology for modelling of urban structures. Delft, Netherlands: Delft University of Technology.

PostGIS, D. G. (2015). PostGIS 2.1.9 dev Manual. Obtido em 2 de setembro de 2015, de PostGIS: <http://postgis.net/docs/index.html>

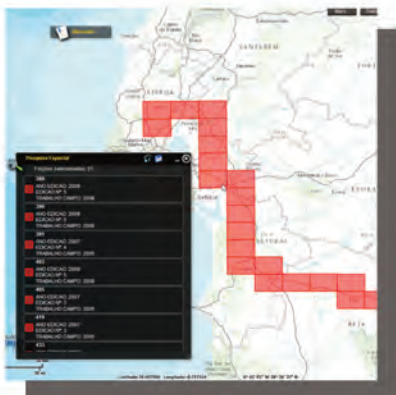
PostgreSQL, G. D. (2015). PostgreSQL. Obtido em 2 de setembro de 2015, de <http://www.postgresql.org>

Zlatanova, S., & Rahman, A. A. (2002). Topology for 3D spatial objects. Proceedings International Symposium and Exhibition on Geoinformation .

SIGOp Mil



Sistema de Visualização de Informação Geográfica orientado para Operações Militares. O seu objetivo é disponibilizar informação e proporcionar apoio geográfico às Forças Armadas ao nível do planeamento, condução e execução de operações.



Secção Pré-Processamento Digital: APPs desenvolvidas

Paulo Pires

Maj Cav, Mestre em Eng. Informática
Centro de Informação Geoespacial do Exército
ppires@igeoe.pt

Patrick Fumega

Alf RC, Mestre em Geografia Física
Disponibilidade
patrick_fumega@msn.pt

André Oliveira

Asp RC, Mestre em Eng. Geográfica
Centro de Informação Geoespacial do Exército
aoliveira@igeoe.pt

Resumo

A Secção de Pré-processamento Digital (SPDig) insere-se no Departamento de Controlo e Saída de Dados (DCSD) do Centro de Produção Cartográfica (CPC) do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE).

Tem a missão de converter toda a informação vetorial (DGN, formato CAD) em informação raster (ficheiro de imagem TIFF); Efetuar a gestão e manutenção dos processos automáticos de pré-impressão e na impressão em plotter de todas as folhas processadas pelo DCSD; Efetuar a pesquisa e análise de novas metodologias de pré-impressão e controle da cor nas folhas impressas; proceder à rasterização, tratamento e georreferenciação da cartografia para a cartoteca e para disponibilizar ao público e a disponibilização “a pedido” de produtos cartográficos raster para satisfação de pedidos específicos, de clientes internos, externos, privados ou de instituições públicas.

Adicionalmente a SPDig executa o tratamento e georreferenciação da Cartografia; a impressão das cartas de apoio às equipas topográficas; a impressão de apoio ao processo cartográfico da Secção de Edição (SEdi) e Secção de Controlo de Qualidade (SCQ); a edição de dados finais (gráfica, geodata, cartoteca); digitalizações; avaliação de cores; orçamentação de pedidos; notas de encomenda; conversão de coordenadas; conversão de formatos; tratamento e impressão de cartografia antiga e ainda todo o controlo do processo de saída das cartas militares.

1. A necessidade

Com o grande fluxo de trabalho recebido diariamente aliado à urgência da sua execução torna-se difícil garantir o cumprimento da missão e dos diversos objetivos da secção; a orçamentação de trabalhos, o atendimento direto com os clientes e a resposta às notas de encomenda (objetivos secundários) ocupam grande parte do tempo que deveria ser investido na manutenção e

desenvolvimento do processo de saída (objetivo principal). A quantidade de notas de encomenda recebidas é muito superior à capacidade de trabalho atual da SPDig e como tal os trabalhos vão ficando progressivamente mais atrasados.

O pouco tempo disponível, os poucos recursos humanos e, acima de tudo, a demanda de pedidos recebidos diariamente, obrigou-nos a adotar uma nova estratégia na resolução de todas as solicitações com a mesma dedicação e profissionalismo com que estamos habituados.

Nesse sentido, após análise e identificação das tarefas e procedimentos onde era gasto a maior parte do tempo, optou-se por investir em automatizar as tarefas e procedimentos mais morosos. Foram desenvolvidas diversas aplicações que vieram otimizar consideravelmente o trabalho da secção.

1.1. “copyGeodata”

Independentemente do trabalho a efetuar é sempre indispensável que o acesso à Base de Dados (Geodata) seja feito de uma forma célere e não se perca tempo a encontrar a “folha a” ou a “folha b” para formar os mosaicos, correr o processo, efetuar impressões, etc. Pode ser necessário copiar imagens raster ou os ficheiros vetoriais em formato dgn. Os dados da nossa Geodata foram armazenados ao longo de vários anos, com ficheiros de várias versões e, como tal, torna-se difícil a uniformização da informação: A informação relativa às cartas pode estar no nome do ficheiro, no nome da pasta ou em ambas; O nome das cartas pode ser representado de várias formas: 22, 022, 4_1, 04_1, 4-1, 04-1, 315A, 315-A, 315^a; Dependendo das versões e datas, os ficheiros podem estar compactados, ou as suas diretorias ou ambas; Há ficheiros antigos armazenados pela metodologia dos quartos de carta, ou seja, cada carta é representada em 4 ficheiros a,b,c,d, etc.

Foi necessário criar uma aplicação, figura 1 e 2, que salvaguardasse todas estas situações e consoante cada uma, agisse em conformidade. O Objetivo final é copiar o ficheiro ou conjunto de ficheiros para a nossa workstation para começarmos o nosso trabalho. Assim a aplicação desenvolvida copia os ficheiros originais e resolve cada um dos problemas mencionados. Devolve todos os ficheiros

uniformizados prontos a ser utilizado na criação de mosaicos ou no processo de saída.

```
# Copia de bdgeo/ bdcarto/ raster da geodata
# Série M888, M782, M783, M586
sys.argv.extend(["405,391,434,420,406,392,378,421,407,393,379,422,408,394,380,423", "raster"])
main()
```

Figura 1 - Excerto de código para a execução da cópia da informação



Figura 2 - Aplicação “copyGeodata”

1.2. “changeM782”

A série M782 do CIGeoE foi inicialmente produzida em colaboração com o Defense Mapping Agency (SMA-USA). A série posterior, M783, foi iniciada apenas em 2006, com uma modificação em todo o seu catálogo de objetos relativamente a simbologia e informação marginal de modo a cumprir a normalização da NATO, de acordo com as normas STANAG. Os mosaicos resultantes da composição de várias cartas das duas séries apresentam simbologias bastante distintas criando um efeito deslegante na informação como um todo. A aplicação desenvolvida, figura 3 e 4, identifica as cartas mais antigas com simbologia da série M782 e converte os seus elementos simbolizando-os de forma semelhante à série M783.

```
# Converte todo o catálogo de objetos da M782 em M783
# Deixa de ser necessário manter 2 processos diferentes
# A simbolização das folhas passa a ser idêntica possibilitando a criação de mosaicos completamente homogéneos
sys.argv.extend(["1_II,1_IV"])
main()
```

Figura 3 - Excerto de código para a execução do catálogo de objetos

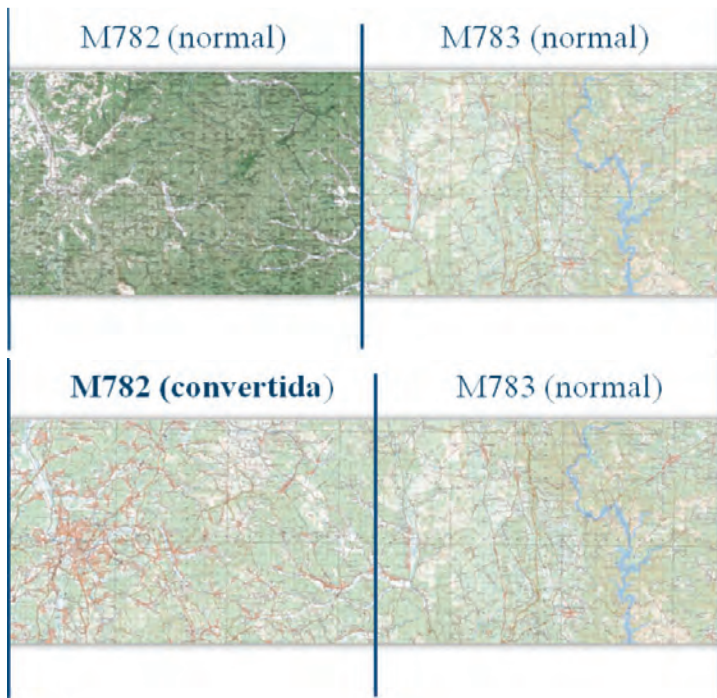


Figura 4 - Aplicação “changeM782”

1.3. “changeAux”

O CIGeoE utilizava até 2001 grelhas das coordenadas retangulares utm ed50 (simbolizadas de cor azul). Em 2001 passou a utilizar grelhas das coordenadas retangulares utm wgs84 (simbolizadas de cor preto). Assim a série M888 é representada com duas grelhas de coordenadas distintas. O processo, figura 5 e 6, identifica as cartas com as grelhas antigas e substitui pela nova grelha. Desta forma sempre que se criarem mosaico, mesmo contendo cartas mais antigas, será apresentada uma única grelha wgs84.

```
# Conversão da antiga quadrícula UTM ED50 na
quadrícula UTM WGS84, atualmente implementada
sys.argv.extend(["1_1,1_2,2_3,2_4,5_1,6_4"])
main()
```

Figura 5 - Excerto de código para a execução da grelha de coordenadas



Figura 6 - Aplicação “changeAux”

1.4. “splitSeries”

Em muitos trabalhos surge a necessidade de filtrar informação criando cartografia mais “leve”. Há também a necessidade de isolar elementos cartográficos para fins específicos, criando produtos personalizados, como se pode ver na figura 9, selecionando por exemplo, apenas as linhas de água ou as autoestradas, ou mesmo a pedido do cliente como é o caso do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). O processo, como se pode ver na figura 7 e 8, lê o ficheiro de mapeamento dos elementos cartográficos (em formato XLXS) e identifica as suas características em termos de atributo DGN, nomeadamente tipo, nível, cor, estilo e espessura. São posteriormente usados esses atributos na seleção e isolamento dos elementos específicos.

```
# Série M888, M783, M586
# Exemplo (retirar muros, gen. verdes, etc)
sys.argv.extend(["1_1,1_2,2_3,2_4,5_1,6_4"])
main()
```

Figura 7 - Excerto de código para a separação de elementos



Figura 8 - Sequência normal dos trabalhos personalizados

| | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|------|-----|-----|--|
| 1 | 9 | 0 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 1 Pátio |
| 1 | 9 | 5 | 0 | 5 | -1** | *** | *** | 1 Albufeira_Lagoa_Piscina_Eclusa_Máscara |
| 1 | 9 | 5 | 0 | 0 | -1** | *** | *** | 1 Máscara_de_Mar_(Ilha)_GG60951 |
| 1 | 10 | 1 | 0 | 4 | -1** | *** | *** | 0 Caminho_Carreteiro |
| 1 | 10 | 1 | 3 | 3 | -1** | *** | *** | 0 Caminho_Pé-Posto |
| 1 | 11 | 1 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 1 Limite_de_ETAR_ETA_Tanque |
| 1 | 11 | 1 | 0 | 4 | -1** | *** | *** | 1 Barragem |
| 1 | 11 | 1 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 1 Cemitério |
| 1 | 11 | 1 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 1 Pista_de_Aterragem |
| 1 | 11 | 1 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 1 Carreira_de_Tiro |
| 1 | 12 | 1 | 0 | 9 | -1** | *** | *** | 0 C.F._PADRO_LU_e_LD. |
| 1 | 12 | 1 | 0 | 8 | -1** | *** | *** | 0 C.F._PADRO_REDUZIDA |
| 1 | 12 | 1 | 2 | 9 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_Larga_Única_EIXO |
| 1 | 12 | 1 | 2 | 9 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_Larga_Única_EIXO_PADRO |
| 1 | 12 | 1 | 0 | 0 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_Larga_Dupla_EIXO |
| 1 | 12 | 1 | 0 | 0 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_Larga_Dupla_EIXO_PADRO |
| 1 | 12 | 1 | 1 | 9 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_Estreta_EIXO |
| 1 | 12 | 1 | 1 | 9 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_Estreta_EIXO_PADRO |
| 1 | 12 | 1 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_PARALELAS |
| 1 | 12 | 1 | 5 | 0 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_Reduzida_EIXO |
| 1 | 12 | 1 | 5 | 0 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Via_Reduzida_EIXO_PADRO |
| 1 | 12 | 1 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 0 C.F._Tunel |
| 1 | 13 | 1 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 1 Molhe_Preto |
| 1 | 13 | 1 | 0 | 4 | -1** | *** | *** | 1 Ponte_Madeira_em_Vias |
| 1 | 13 | 1 | 0 | 0 | -1** | *** | *** | 1 Limite_ETRS |
| 1 | 14 | 1 | 0 | 3 | -1** | *** | *** | 1 Paralelas_Vias |
| 1 | 14 | 1 | 0 | 0 | -1** | *** | *** | 1 Acesso_Auto |



Figura 9 - Aplicação “splitSeries”

1.5. “changeDPI”

Existem trabalhos em que há a necessidade de alterar a resolução de vários lotes de imagens. A aplicação permite, de uma forma simples, alterar a resolução das imagens sem recorrer a softwares proprietários, converte qualquer imagem para o formato .jpeg e reduz a sua qualidade consecutivamente (ciclo) até atingir os 10mb,

dimensão máxima de envio de ficheiros por email. Ideal para criação de rascunhos, com dimensões reduzidas, para troca de informação/visualização com os clientes por email para avaliação/decisão do estado do pedido (figura 10).



Figura 10 - Aplicação "changeDPI"

1.6. "cropTif"

Grande parte dos trabalhos efetuados na SPDig envolve a criação de mosaicos. A aplicação, cujo resultado se pode visualizar nas figuras 11 e 12, efetua os cortes necessários em cada uma das cartas com alteração do tfw (ficheiro de georreferenciação) para a posição correta, minimizando o erro humano e aumentando eficiência e rapidez, pois permite fazer estas operações em ciclo.

Permite o corte de um tif_map pelo miolo da carta, miolo com frame de coordenadas, miolo apenas com a frame superior, miolo com o canto inferior esquerdo, etc.

opções: todas as conjugações possíveis usando as letras N (norte), S (sul), E (este) e O (oeste)

```
sys.argv.extend(["122", "NSEO"])
```

```
main()
```

Figura 11 - Excerto de código para a execução dos "cortes" no TIFF

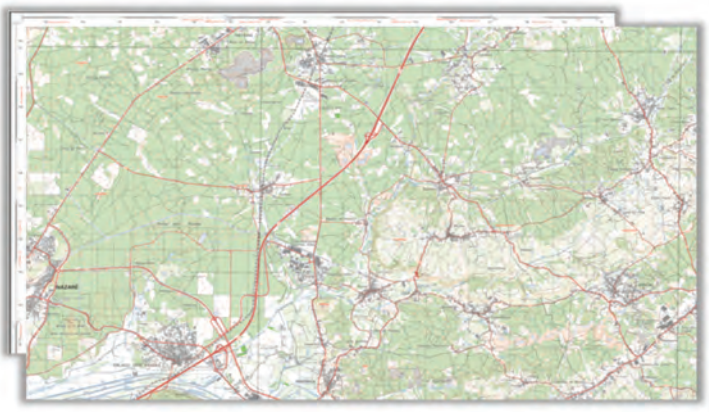


Figura 12 - Aplicação "cropTif"

1.7. "createMosaic"

A criação dos mosaicos era feita com recurso ao Photoshop, um processo bastante moroso e com necessidade de algum pormenor de acerto dos elementos dos rasters assim como da quadrícula. Como a aplicação de corte do raster ("cropTif") altera o TFW, é fácil juntar todas as folhas e criar o mosaico, exatamente pela sua georreferenciação. A aplicação, cria automaticamente os mosaicos utilizando os cortes provenientes efetuados pelo "cropTif" (figura 13).

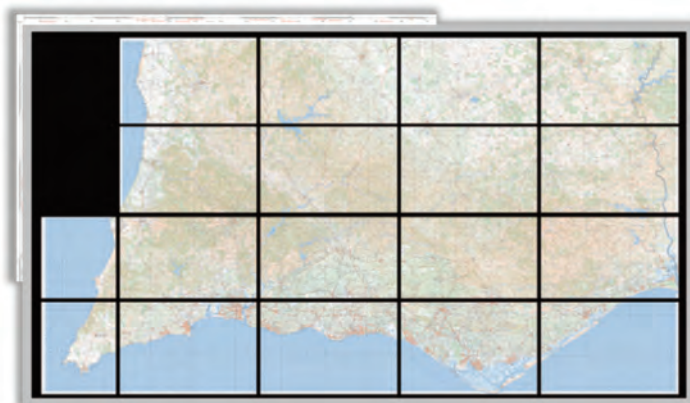


Figura 13 - Aplicação "createMosaic"

1.8. "createGeodataFiles"

A aplicação permite introduzir num ficheiro TIFF, que passará a GEOTIFF, toda a informação relativa à georreferenciação como a projeção cartográfica, o sistema de coordenadas, o elipsoide, etc (figura 14). Do mesmo modo, também introduz nesse mesmo TIFF os metadados associados. Toda a informação num único ficheiro, contrariamente a um TIFF normal que terá que ter ficheiros associados como .TFW para a georreferenciação, .MET para os metadados, entre outros, como se pode visualizar na figura 15.

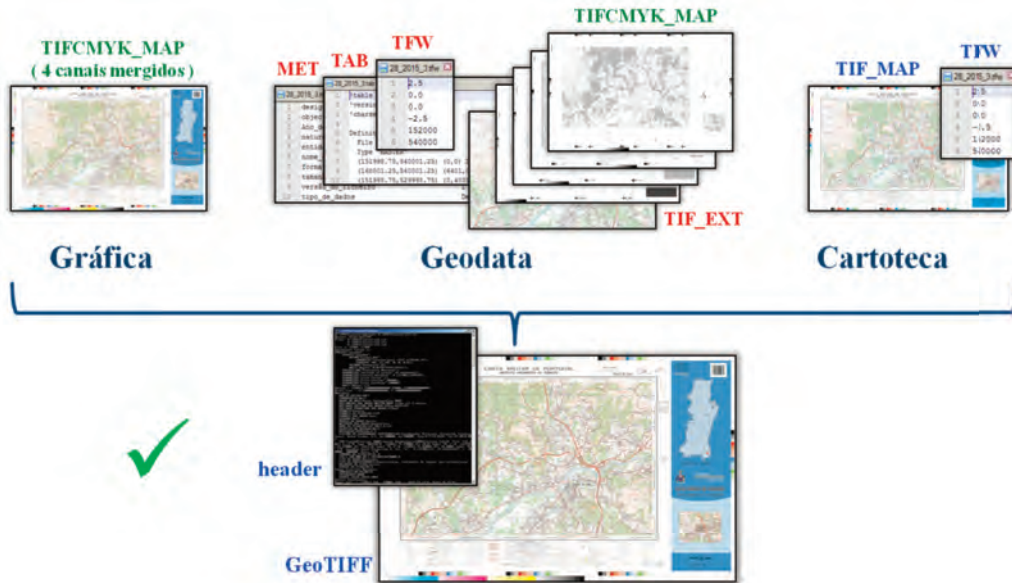


Figura 14 - Aplicação “createGeodataFiles”

Geotiff:

- Projeção Cartográfica
- Sistema de Coordenadas
- Elipsoide

Data:

- ✓ Ficheiro MET
- ✓ Ficheiro TAB
- ✓ Ficheiro TFW

Figura 15 - Header de um ficheiro GEOTIFF

Conclusão

A falta de recursos humanos e a quantidade crescente de trabalhos solicitados diariamente, mantendo a missão da SPDig, obrigou a adotar uma nova estratégia para dar resolução às diferentes solicitações. A estratégia adotada aproveitou, com sucesso, as sinergias de uma equipa interdisciplinar na área informática e geográfica, e provou ser a

melhor opção na criação de automatismos que nos permitisse poupar tempo, reduzir a possibilidade de erro e, acima de tudo, cumprir a missão com brio e profissionalismo.

Aquisição de dados com Veículos Aéreos Não Tripulados

Tiago MENDES

Mestre em Eng. Geográfica
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
tgmendes@gmail.com

Sofia HENRIQUES

Eng. Geógrafa
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
sofia.paulino.henriques@gmail.com

João CATALÃO

Prof. Dr.
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Instituto Dom Luiz, Lisboa
jcfernandes@fc.ul.pt

Paula REDWEIK

Prof.^a Dr.^a
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Instituto Dom Luiz, Lisboa
pmredweik@fc.ul.pt

Gonçalo VIEIRA

Prof. Dr.
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território
da Universidade de Lisboa
vieira@campus.ul.pt

Resumo

Os veículos aéreos não tripulados (VANT) constituem uma tecnologia em grande expansão com diversas aplicações. A utilização destes equipamentos no âmbito da recolha de informação geográfica justifica-se, particularmente, em zonas demasiado extensas para uma recolha com métodos topográficos ou demasiado pequenas para realizar um voo fotogramétrico convencional. A informação geográfica recolhida permite produzir diversos produtos, tais como nuvens de pontos, ortofotos e modelos digitais de elevação.

No presente artigo descreve-se o processo de aquisição e processamento de imagens aéreas obtidas por um VANT, com o objetivo de averiguar a qualidade (posicional e radiométrica) dos produtos derivados. O levantamento aéreo foi realizado pelo Instituto de Geografia e Ordenamento do Território (IGOT) na localidade da Capelã, Arruda dos Vinhos.

A informação adquirida foi processada através de *software open-source* e comercial.

Através dos resultados obtidos concluiu-se que os produtos derivados apresentam precisões aceitáveis, podendo ser utilizados para a produção de documentos cartográficos ou para apoio a topografia. As diferenças encontradas residem na qualidade da ortofoto gerada pelos diferentes *softwares*.

1. Introdução

A imagem digital é uma tecnologia em rápida expansão e de grande valor para os profissionais que trabalham na área geoespacial. A representação do espaço geográfico por meio de imagens obtidas por sensores em plataformas orbitais ou em veículos tripulados ou não tripulados, tem sido amplamente

usada para resolução de inúmeros problemas em vários domínios.

O avanço tecnológico no que respeita aos computadores, às câmaras aéreas, aos sistemas de navegação e aos processos de gravação e de impressão alterou por completo a forma de aquisição de dados, o seu processamento e a sua representação.

Esta evolução tecnológica, aliada à necessidade de redução de tempo e custos nos processos de aquisição de dados, proporcionou o aparecimento de sistemas de aquisição de imagens alternativos aos tradicionalmente usados na fotogrametria.

Os veículos aéreos não tripulados ou, do inglês, *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), são atualmente uma ferramenta revolucionária na aquisição de dados. Estes equipamentos permitem recolher grandes quantidades de dados num curto espaço de tempo e podem ser utilizados para uma grande variedade de aplicações: produção cartográfica, documentação arqueológica, agricultura de precisão, cadastro de propriedades, segurança, entre outras [Eisenbeiss, 2009].

Projetados para ajudar o mapeamento e levantamento de forma mais eficiente e segura, os VANT prometem simplificar um processo complexo e demorado, assim como estabelecer um novo padrão em cartografia e topografia através da combinação de um sistema robusto com uma câmara fotográfica de alta qualidade.

Os VANT têm sido amplamente utilizados em vários domínios, tanto militares como civis, combinando fotogrametria aérea e terrestre e servindo como tecnologia alternativa para o mapeamento em grandes escalas [Eisenbeiss, 2009]. A perspetiva aérea é ideal para documentar e medir grandes estruturas horizontais, enquanto a perspetiva terrestre é ideal para documentar e medir estruturas verticais como prédios e pontes. Como muitos locais têm uma combinação de ambos os objetos horizontais e verticais, esta técnica apresenta-se como sendo ideal, pois os custos operacionais são mais baixos.

Como resultado desta tecnologia obtêm-se produtos como ortofotos, modelos digitais de elevação (MDE), modelos digitais de superfície (MDS) e modelos digitais de terreno (MDT) que são, posteriormente, utilizados no planeamento, na produção de

cartografia temática, na análise em sistemas de informação geográfica (SIG) e na gestão do território.

No entanto, estes sistemas apresentam algumas desvantagens, nomeadamente:

- Sensores de tamanho reduzido, o que implica a aquisição de um maior número de imagens;
- Pouca exatidão nos parâmetros de orientação externa, erros de metros nas coordenadas dos centros de projeção e erros de graus nos ângulos de Euler;
- Fotografias pouco verticais;
- Aconselháveis sobreposições muito elevadas (>60% para a sobreposição transversal e >80% para a longitudinal);
- Cobertura de áreas geográficas pequenas, por cada missão;
- Dependências meteorológicas: ventos apenas moderados e sem chuva;
- Baixa precisão dos sensores GNSS a bordo, o que implica que a georreferenciação deve ser feita recorrendo a pontos de controlo (GCP);
- Pouca autonomia de voo (< 30 minutos em geral).

Este tipo de problemas resultam em levantamentos aéreos constituídos por um elevado número de fotografias com uma geometria bastante irregular, fazendo com que seja praticamente impossível ligar as imagens e restituí-las utilizando técnicas tradicionais. Isto levou ao surgimento de novos algoritmos e técnicas de processamento, sendo maior parte deles baseado no algoritmo *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT) para correspondência de imagens e criação de pontos homólogos.

Hoje em dia, os *softwares open-source* estão a desempenhar um papel cada vez mais crucial em várias instituições académicas, laboratórios de pesquisa e até mesmo em empresas. Isto é válido também para software fotogramétrico, em particular para o software capaz de processar imagens adquiridas por UAV.

A solução mais amplamente utilizada, capaz de produzir resultados profissionais de alta qualidade, é o MicMac, desenvolvido pelo Institute National de L'information Géographique et Forestière (IGN). O MicMac¹ consiste num conjunto de ferramentas

fotogramétricas que, sob certas condições, permite o cálculo de modelos 3D a partir de conjuntos de imagens [Pierrot-Deseilligny,2014]. Este software foi a base principal para o trabalho aqui apresentado.

As imagens para este estudo foram adquiridas numa pequena área na localidade da Capelã, Arruda dos Vinhos, onde foram também coordenados Pontos de Controlo (GCP) e Pontos de Controlo de Qualidade (QCP) recorrendo a um recetor GNSS.

Este estudo teve como principais objetivos o processamento, com *software* de código livre, de dados adquiridos por um VANT e análise da qualidade radiométrica e posicional dos produtos derivados. No entanto, com o intuito de avaliar corretamente a qualidade dos produtos foram utilizados três *softwares* comerciais: Pix4D², Menci APS³ e Agisoft Photoscan⁴. Os dois principais produtos gerados (MDS e ortofotos) foram analisados com base em dois critérios: aparência geral dos produtos (densidade da nuvem de pontos, qualidade radiométrica do ortofoto, etc.) e desvios em relação às coordenadas dos pontos de controlo de qualidade.

O estudo apresentado foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia Geográfica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL).

2. Equipamento e Software

2.1. Equipamento

No processo de aquisição de imagens utilizou-se o VANT SenseFly eBee (Figura 1), pertencente ao IGOT, cujas principais características técnicas, de acordo com o fabricante, são:

- Tempo máximo de voo: 50 minutos (velocidade 40-90 km/h);
- *Ground Sampling Distance* (GSD): 1,5 cm;
- Precisão absoluta vertical/horizontal (com GCP): 3 cm e 5 cm, respetivamente;
- Precisão absoluta vertical/horizontal (sem GCP): 1 – 5 m.

O eBee vem acompanhado do *software* eMotion que

¹ <http://logiciels.ign.fr/?-Micmac,3->

² <https://pix4d.com/>

³ <http://www.menci.com/photogrammetry-software/aps-3d-maps-software>

⁴ <http://www.agisoft.com/>



Figura 1 – UAV eBee em voo.



Figura 2 – Close-up do UAV eBee com detalhe da câmara.

gera automaticamente um plano de voo completo, calcula a altitude exigida, exibe a trajetória e permite visualizar o processo de aquisição de imagens em tempo real.

O equipamento utilizado no levantamento aéreo encontrava-se equipado com a câmara digital Canon IXUS 127 HS (Figura 2), de 16 megapixel, que foi adaptada de modo a poder ser controlada pelo piloto automático.

2.2. Software

Neste estudo, as imagens VANT foram processadas por algoritmos computacionais automáticos que permitem o reconhecimento de padrões entre as imagens e a reconstrução tridimensional do terreno. Para o efeito, utilizaram-se quatro *softwares*: MicMac, Pix4D, Menci APS e Agisoft PhotoScan Professional.

O MicMac é um *software* composto por vários módulos, cada um responsável por um passo diferente na cadeia de processamento. O

⁵ <https://www.sensefly.com/drones/ebee.html>

⁶ http://www.canon.pt/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_Camera/IXUS/IXUS_125_HS/

processamento com o MicMac é realizado através da linha de comandos, onde se especifica a sintaxe para invocar as ferramentas necessárias. Este *software* está preparado para processar imagens aéreas e terrestres. Embora seja um *software* simples é bastante poderoso e tem uma curva de aprendizagem bastante acentuada.

Os restantes *softwares* são bastante semelhantes entre si, diferindo apenas nalgumas funcionalidades e opções. O Pix4D, por exemplo, possui um visualizador de mapas integrado (Nokia Maps) capaz de exibir a localização de pontos relevantes para o estudo (GCP, centros de projeção das imagens, etc.), o que auxilia na georreferenciação dos pontos. Por outro lado, o Mensi APS tem uma ferramenta *Computer Assisted Design* (CAD) integrada.

3. Descrição da área de estudo

O levantamento aéreo decorreu na localidade da Capelã, Arruda dos Vinhos e envolveu as seguintes etapas:

- Definição da área de estudo;
- Introdução de um modelo digital do terreno SRTM para monitorização do voo;
- Elaboração do plano de voo;
- Verificação e preparação do equipamento;
- Execução do levantamento aéreo;
- Monitorização do voo através da estação de controlo no terreno;
- Definição e coordenação de GCP e QCP.

O plano de voo consistiu em dois voos separados: um na direção Oeste-Este (O-E) e outro na direção Norte-Sul (N-S). As imagens foram adquiridas com sobreposição longitudinal de 75%, sobreposição lateral de 60% e com uma altitude média de 170m. A trajetória do voo resultou em 17 fiadas na direção O-E e 14 fiadas na direção N-S (Figura 4). Os voos, realizados separadamente, tiveram como objetivo densificar e melhorar a qualidade global do produto final.

A coordenação de GCP e QCP foi realizada através de um recetor GNSS. Neste caso foi utilizado um recetor Leica GS15 a operar em modo *Real Time Kinematic* (RTK) com correção de fase transmitida via rede telecomunicações móvel. Este aparelho apresenta uma precisão horizontal de 0,8 cm + 0,5 ppm e uma precisão vertical de 1,5 cm + 0,5 ppm,

utilizando RTK.

Os GCP coordenados consistiam em objetos existentes na paisagem e que seriam visíveis na fotografia aérea, enquanto que os QCP consistiam em pratos brancos de plástico que contrastavam com o terreno e que seriam identificáveis nas imagens.

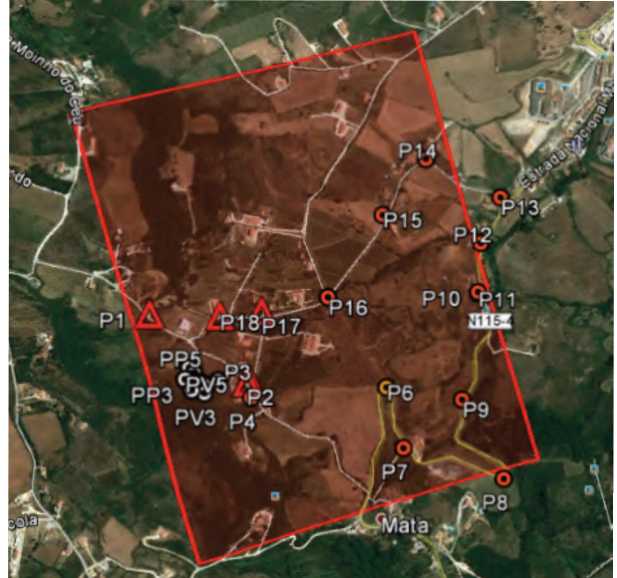


Figura 3 – Área de estudo e localização dos GCP's e QPC's.



Figura 4 – Fiadas realizadas no levantamento.

4. Processamento

O fluxo de trabalho encontrado para todos os *softwares* na fase de processamento de imagens fotogramétricas obtidas por UAV é resumido na Figura 5:

- Localização de *tie points* entre imagens

(tipicamente utiliza uma variação do algoritmo SIFT);

- Cálculo da orientação interna da câmara a partir de um subconjunto de imagens (geralmente utiliza um bloco no centro de toda a área do levantamento);

- Georreferenciação das imagens através da identificação de todos GCP em todas as imagens em que estão presentes;

- Ajustamento (por mínimos quadrados) do processo de georreferenciação. Caso os resultados não sejam aceitáveis, deve repetir-se o processo de georreferenciação;

- Geração de um ortomosaico com o intuito de definir a área de interesse;

- Reconstrução densa das imagens, onde os primeiros pontos gerados são densificados;

- Geração dos ortofotos e da nuvem de pontos.

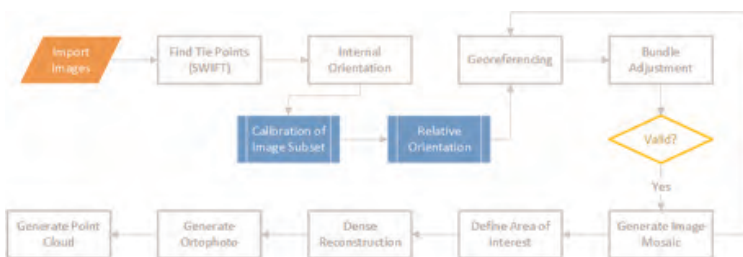


Figura 5 – Workflow de processamento.

Devido à elevada quantidade de imagens e ao grande número de *tie points* para serem determinados, o processamento consome muitos recursos e tempo. Embora os *softwares* comerciais sejam capazes de lidar com esses aspetos, e num computador moderno o processamento seja relativamente rápido, o processamento com o MicMac foi bastante demorado. Além disso, o MicMac foi incapaz de processar toda a informação adquirida, cerca de 700 fotos. Devido a este facto, para este estudo foi utilizado um subconjunto de imagens do levantamento com aproximadamente 150 fotos. Mesmo assim, o MicMac levou cerca de um dia a processar, enquanto o Menci APS (o mais rápido) levou apenas cerca de quatro horas, utilizando o mesmo subconjunto de imagens.

O processamento de imagem com MicMac foi realizado duas vezes, de forma independente e com dois utilizadores e computadores independentes

para fins de confirmação e validação. Em todos os processos foram utilizados os mesmos GCP, bem como a mesma configuração da imagem.

5. Resultados

5.1. Critério de Qualidade

Com o intuito de avaliar a qualidade dos produtos gerados foi necessário definir e analisar vários critérios:

1. Qualidade visual da ortofoto:

- a. Uniformidade do brilho ao longo de toda a ortofoto;

- b. Contiguidade das áreas de transição (por exemplo, edifícios para terrenos) e nitidez das áreas de transição;

- c. Transições imperceptíveis na ortofoto onde são unidas as áreas de mosaicos individuais;

2. Qualidade visual da nuvem de pontos:

- a. Densidade da nuvem;

- b. Nitidez das margens;

3. Qualidade posicional da nuvem de pontos;

4. Qualidade radiométrica do histograma da ortofoto.

5.2. Resultados e Análise

As ortofotos geradas pelos quatro *softwares* são apresentadas nas Figuras 6 a 9. No geral não há diferenças notáveis entre elas, exceto no caso da ortofoto gerada pelo MicMac, onde se pode observar um escurecimento no sentido Norte-Sul.

No entanto, ao analisar pormenorizadamente as

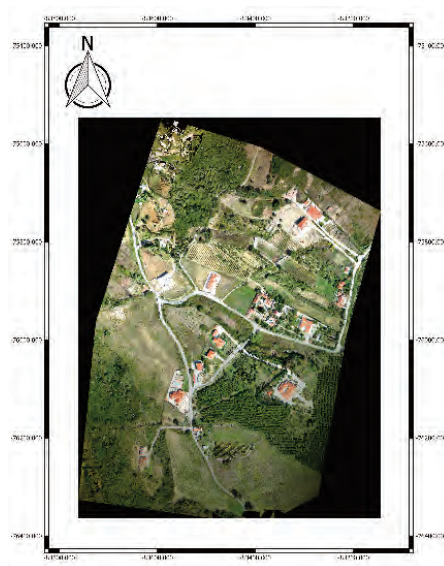


Figura 6 – Ortofoto gerada pelo MicMac



Figura 7 - Ortofoto gerada pelo APS

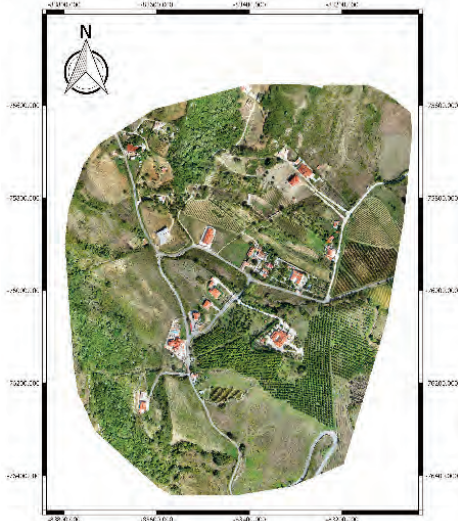


Figura 8 - Ortofoto gerada pelo Pix4D



Figura 9 - Ortofoto gerada pelo Agisoft

ortofotos verifica-se que existem pequenas deformações locais. O produto gerado pelo MicMac é o que apresenta mais problemas, sendo visíveis algumas distorções nas zonas de fronteira e várias deformações em telhados e estradas. No geral, as ortofotos geradas por *software* comercial não apresentam os problemas descritos acima.

As nuvens de pontos podem ser visualizadas nas



Figura 10 – Detalhes da ortofoto (MicMac).



Figura 11 – Detalhes da ortofoto (Pix4D, APS).

Figuras 12 a 15, e um *close-up* dos casos MicMac e Menci APS nas Figuras 16 e 17, respetivamente. É claro que a densidade da nuvem de pontos gerada pelo MicMac, no qual foram feitas pequenas alterações em alguns dos parâmetros por defeito, é significativamente maior do que os outros casos. No entanto, os problemas detetados na ortofoto permanecem na nuvem de pontos, o que é esperado uma vez que são gerados com base na mesma informação.

A fim de avaliar a qualidade de posicionamento dos dados foram identificados QCP na nuvem de pontos (Figura 18) e foram obtidas as coordenadas aproximadas dos seus centros. Estas coordenadas foram então comparadas com as obtidas com o equipamento GNSS e determinou-se o Erro Médio Quadrático (EMQ). O resumo dos resultados é apresentado na Tabela 1.



Figura 12 – Nuvem de pontos gerada pelo MicMac.



Figura 13 – Nuvem de pontos gerada pelo APS.



Figura 14 – Nuvem de pontos gerada pelo Pix4D.

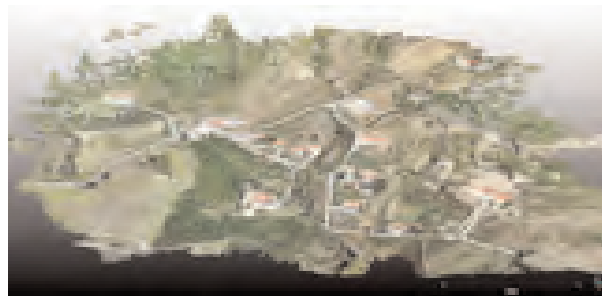


Figura 15 – Nuvem de pontos gerada pelo Agisoft.



Figura 16 - Detalhe da nuvem de pontos (MicMac).

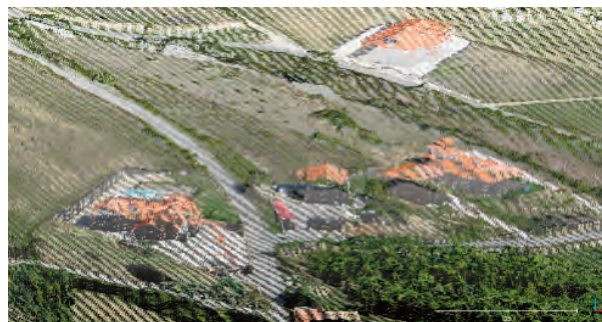


Figura 17 - Detalhe da nuvem de pontos (APS).

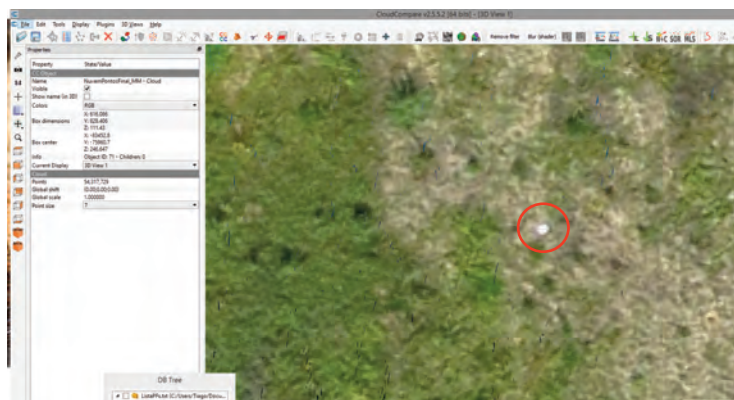


Figura 18 - Identificação de um QCP (prato de plástico) na nuvem de pontos.

A análise da qualidade posicional baseou-se nos valores altimétricos obtidos, uma vez que a nível planimétrico poderiam existir erros devido à incerteza na determinação do centro do prato. Ao analisar a tabela abaixo apresentada conclui-se que o MicMac foi o *software* que apresentou os melhores

resultados, chegando a uma precisão altimétrica de 5 cm numa das iterações.

Por outro lado, o Pix4D foi o *software* que apresentou os piores resultados. Tal facto pode estar relacionado com uma fraca georreferenciação realizada por parte do utilizador, sendo que uma segunda iteração poderia produzir melhores resultados.

Tabela 1 – Erro médio quadrático.

| Software | (cm) | (cm) | (cm) |
|---------------------------|------|------|------|
| MicMac (1º processamento) | 4.7 | 5.5 | 8.1 |
| MicMac (2º processamento) | 5.0 | 9.9 | 5.2 |
| Pix4D | 10.8 | 11.4 | 23.2 |
| Menci APS | 10.1 | 9.6 | 8.4 |
| Agisoft | 4.2 | 4.6 | 9.0 |

Finalmente, a qualidade radiométrica da ortofoto foi analisada através da visualização do histograma, que revelou um bom equilíbrio para todos os *softwares*. Os valores de contraste para MicMac, no entanto, são ligeiramente escurecidos (Figura 19) quando comparados com os resultados para o Menci APS (Figura 20).

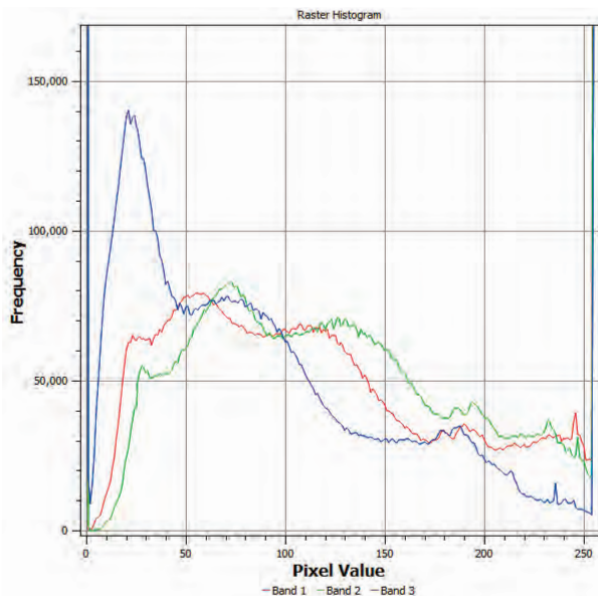


Figura 19 - Histograma da ortofoto gerada pelo MicMac.

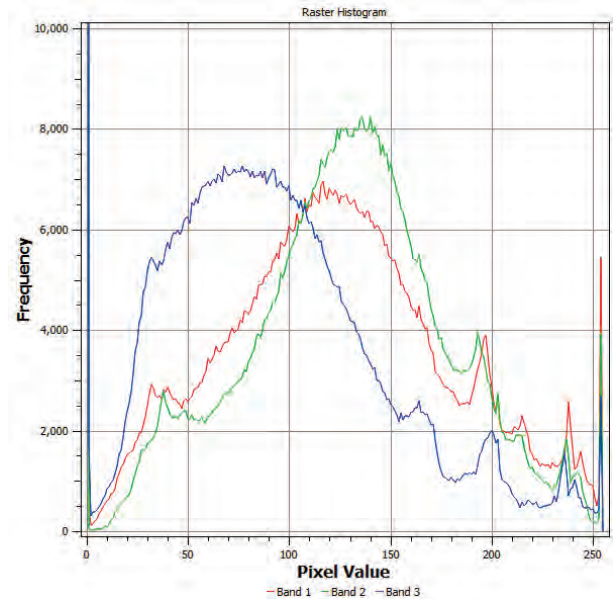


Figura 20 - Histograma da ortofoto gerada pelo APS.

6. Conclusões

Com a atual expansão e propagação do uso dos VANT para fins fotogramétricos, surgiram no mercado diversos *softwares* (*open-source* e comerciais) destinados ao processamento de imagens adquiridas por este tipo de plataforma. Estes *softwares* oferecem e apresentam como características principais alto grau de automatização das operações e grande rapidez de processamento. No presente estudo, para além da análise da qualidade (posicional e radiométrica) dos produtos derivados de imagens adquiridas por um VANT, procedeu-se a uma comparação entre *softwares open-source* e comerciais. Embora as performances dos *softwares* utilizados tenham sido diferentes, pode concluir-se que ambos permitem processar com sucesso as imagens adquiridas por VANT e obter produtos com precisões bastante satisfatórias. Os resultados obtidos para os indicadores de exatidão posicional dos produtos mostram que os VANT, conjugados com *software* de código livre, são uma tecnologia a considerar para a produção produtos fotogramétricos. No entanto, o facto de o MicMac ser um pacote de *software* que pretende abranger um grande leque de tarefas, através de uma grande parametrização (ficheiros *.xml), e de não possuir uma interface gráfica, torna a sua utilização pouco amigável e algo complexa.

A principal diferença encontrada nos processamentos efetuados com os diferentes

softwares reside na qualidade da ortofoto, que é bastante superior quando gerada por um *software* comercial. Tal resultado pode ser explicado pelo facto dos *softwares* comerciais apostarem num processamento radiométrico mais robusto, utilizando a correlação entre imagens contíguas para detetar automaticamente um maior número pontos de ligação entre elas.

Os processamentos efetuados permitiram obter nuvens de pontos e ortofotos, com diferentes níveis de incerteza, através dos quais será possível derivar informação útil para a monitorização do terreno em estudo. Através dos produtos obtidos será possível detetar eventuais alterações, desde que estas sejam superiores às incertezas dos produtos gerados.

O planeamento adequado do voo e a correta escolha e materialização de pontos fotogramétricos e de controlo permitem melhorar a precisão dos produtos gerados. Além disto, a qualidade dos produtos pode ser melhorada através da identificação de mais pontos fotogramétricos durante o processamento.

Os VANT constituem uma forma económica e viável de obter informação geográfica e proporcionam um novo leque de oportunidades na área da fotogrametria digital, através da necessidade de desenvolver e utilizar novos pacotes de *software* fotogramétrico capazes de lidar com a quantidade de informação obtida.

Referências Bibliográficas

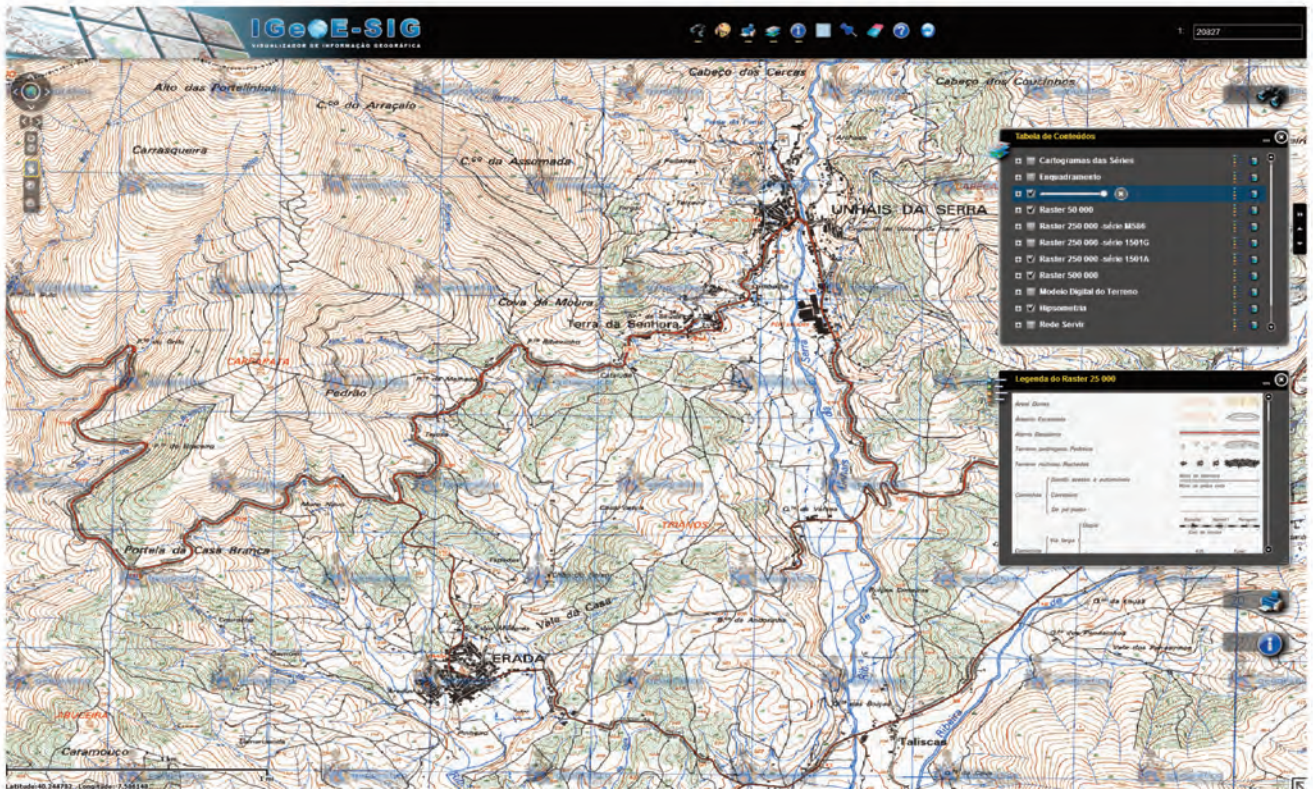
Eisenbeiss, H. and E.T.H. Zürich (2009) UAV Photogrammetry. PHD Thesis.

Lowe, D. (1999) Object recognition from local scale-invariant features. Proceedings of the International Conference on Computer Vision 2, pp. 1150-1157, Corfu, Greece.

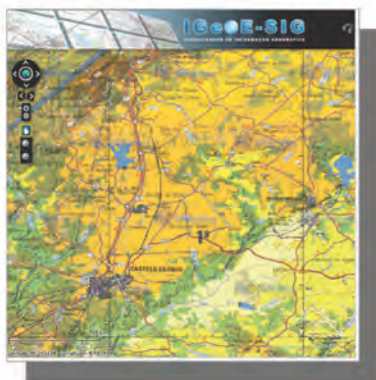
Redweik, P. (2010) Fotogrametria Analítica. Texto não publicado. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Remondino, F., L. Barazzetti, F. Nex, M. Scaioni, and D. Sarazzi (2011) UAV Photogrammetry for Mapping and 3d modeling – current status and future perspectives. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.

IGeoE-SIG



A nova versão do IGeoESIG, baseado na mais recente tecnologia, é um SIG online que permite a visualização de toda a informação geográfica produzida pelo IGeoE.



Tecnologias de Posicionamento Inteligente baseadas na Rede de Dados Móveis

Carlos Mena

1Sar PesSec
CIGeoE
mena.cma@mail.exercito.pt

Manuel Sousa

1Sar Tm
CIGeoE
sousa.mfc@mail.exercito.pt

António Silva

1Sar Eng
CIGeoE
silva.acm2@mail.exercito.pt

Resumo

Vamos falar neste artigo da forma como os Operadores de Telecomunicações processam a localização dos seus utilizadores utilizando apenas a sua própria estrutura de Rede. Serão abordados vários métodos de localização, pois os equipamentos têm vindo a sofrer alterações ao longo do tempo. De seguida iremos explicar o que são e representam os Location Based Services (LBS). No fim vamos referir um caso prático onde a localização dos utilizadores das Redes de Telecomunicações é um serviço muito importante, fazendo parte de um plano nacional de Emergency Response System (ERS), com resultados muito bons ao nível dos sistemas de alerta.

1. Introdução

Nos nossos dias as Tecnologias de Informação caminham para a convergência de serviços, onde a localização é um fator cada vez mais importante, sendo mesmo o “core” da maioria das aplicações disponibilizadas aos consumidores. Prova disso é a pergunta que mais vezes fazemos: Onde ... ? Onde estou? Onde vou? Onde é?

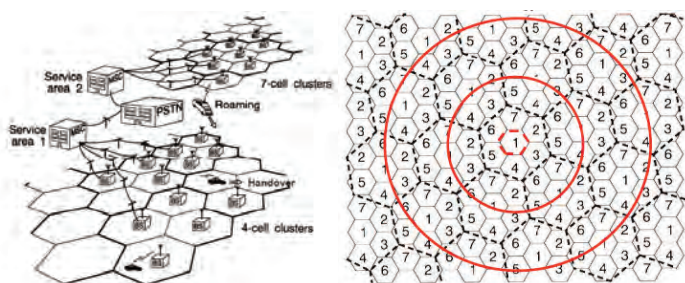
Na procura de responder a essas perguntas e, os operadores de telecomunicações criaram um conjunto de serviços que integram a localização, ou posição de um dispositivo móvel com outras informações de interesse aos utilizadores; sendo este conjunto de serviços denominado de *Location-Based Services* (LBS).

Os Operadores de Telecomunicações conseguem obter a localização dos utilizadores através das Infraestruturas da sua rede. Esse processo, com o evoluir das tecnologias de telecomunicações tem vindo a melhorar, verificando-se um aumento da precisão com que se localizam os equipamentos. Quando andamos com o telemóvel, mesmo não estando a usar ele está sempre a trocar informação com a rede para que esteja disponível, e é a manutenção dessa linha aberta com a rede que permite a localização do equipamento por parte da operadora, usando a própria rede e o seu funcionamento para esse efeito. Devido aos equipamentos serem móveis e o seu funcionamento com a rede ser feito através de frequências, não usando ligações físicas a rede adopta o nome de *Wireless Mobile Telecommunication Networks* (WMTN).

Uma WMTN é constituída por várias estruturas e equipamentos, mas apenas iremos abordar as três mais importantes:

- Mobile Station (MS, equipamento do utilizador);
- Base Station (BS, Antena de Operador)
- Mobile Switching Centre (MSC)

Sobrepondo a grelha da WMTN sobre o terreno, de forma empírica, iremos criar uma grelha de hexágonos com uma Base Station (BS) no centro de cada hexágono. A cada hexágono damos o nome de “célula” e às divisões dentro da célula damos o nome de “clusters”. A localização dos equipamentos é tão mais precisa quanto maior o número de *clusters* por célula. O número de *clusters* de cada célula pode ser de 1, 3, 4, 7, 9, 12, 13, ... tendo sempre presente que o tamanho dos *clusters* dentro das células é sempre igual. O desenho obtido será algo como:

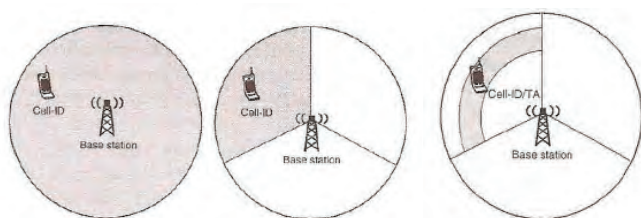


Utilizando esta estrutura e a sua configuração existem várias tecnologias de localização de posicionamento:

- Network Cell Identification (Cell-ID);

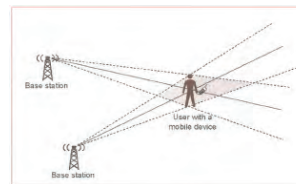
Baseado no centro da célula e verificando a posição do MS relativa à BS, atribuindo-lhe um *cluster* para a sua posição. Conforme o tamanho da célula e dos *clusters* a precisão varia entre os 50m e os 500m (em ambiente urbano).

No caso de se combinar este método com valor de avanço do tempo “timing advance value”(tempo que o sinal demora desde a posição do MS até à BS), obtém-se uma melhoria da precisão que pode chegar a 50% do valor obtido antes.



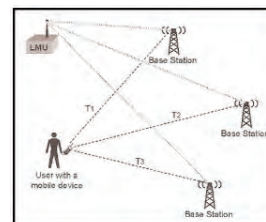
- Angle Of Arrival (AOA);

A localização do dispositivo móvel é determinada pela medição do ângulo do sinal recebido em duas BS. Caso existam mais de duas BS a fazer a medição dos ângulos, a precisão aumenta. Com duas a precisão é de cerca de 300m.



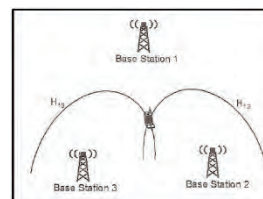
- Time Of Arrival (TOA);

A distância entre a BS e o MS é calculada pelo tempo de viagem do sinal. As BS devem estar sincronizadas e a sua posição precisa de ser conhecida com exactidão. A precisão deste método é de 125m a 200m, que pode ser melhorada em áreas com pequenos efeitos de multi-trajectos. Nas BS de 2G não existe sincronismo, por isso foi instalado um novo elemento nessas torres, o Location Measurement Unit (LMU), que vai permitir efetuar o sincronismo entre as várias BS. A partir das BS de 3G, inclusivamente, já existe sincronismo.



- Time Difference Of Arrival (TDOA);

É calculada a diferença de tempo de receção do sinal transmitido por um MS, para pelo menos três BS. A diferença de tempo de chegada às três BS vai permitir calcular a distância relativa a cada uma das BS. Obrigatório o sincronismo em todas as BS. Em redes 2G (usando os LMU para sincronismo) a precisão é de 125m; nas redes 3G com a diminuição do tamanho das células e a proximidade entre os MS e as BS, a precisão é de cerca de 20m.



- Enhanced-Observed Time Difference (E-OTD);

É semelhante aos 2 métodos anteriores, alterando a entidade que calcula a posição; passando neste caso a ser o cálculo feito pelos MS em vez de pelas BS/MS. Este método requer instalação de software nos MS para que o cálculo seja feito e a posição reportada à rede. A Precisão situa-se entre os 50m e os 150m.

A grande vantagem destes sistemas de posicionamento é que são baseados na própria infraestrutura da rede de comunicação de dados e voz, não necessitando de usar meios de terceiros.

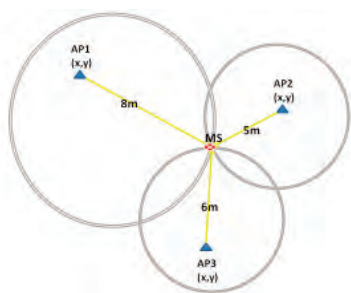
Para aumentar a exatidão da localização podemos complementar estas tecnologias com outras, nomeadamente WiFi, Bluetooth, Radio Frequency Identification (RFID), Ultra Wide Band, Ultra Sonic, Infravermelho, Camera-assisted e sensor-assisted. Vamos apenas desenvolver o método WiFi, visto ser o mais comum.

Hoje em dia a maioria dos dispositivos móveis usam a tecnologia WiFi para aceder a conteúdos e trocar informação, e é através dessa ligação por WiFi que se consegue melhorar e aumentar a precisão da localização fazendo uso dos Access Points (a sua localização por defeito já deve ser de conhecimento da Operadora Móvel).

O MS quando se liga aos APs a força do seu sinal é medida e com base na força do sinal é medida a distância aos APs, e através de uma triangulação, consegue-se saber a posição em que está o MS.

Algumas situações a ter em conta quando se usa o posicionamento com base em tecnologia WiFi:

- Só funciona em áreas com cobertura em rede de APs;
- Pode funcionar em ambientes dentro de portas (“indoor”), como por exemplo: escritórios, casas, aeroportos, hotéis, etc ... ;
- Não é apropriado para implementação em larga escala, pois a cobertura é limitada à quantidade e concentração de APs, podendo contudo ser usado em áreas urbanas densas;
- Fornece uma localização de proximidade, não de coordenada



2. Location-Based Services

Se à localização efetuada pelos Operadores de Telecomunicações, adicionarmos um SIG e uma ligação à Internet vamos obter um conjunto de serviços, aplicações e dados orientados geograficamente para os utilizadores das Redes Móveis. Esse conjunto de serviços de dados constitui os *Location-Based Services* cujo objetivo é o de oferecer serviços de acordo com a localização dos utilizadores.

Foi o potencial dos LBS que obrigou os Operadores de Telecomunicações a investir em infraestruturas que permitissem efetuar a localização dos dispositivos móveis, e cada vez com maior grau de precisão e menor latência (tempo que demora a determinar a posição de um dispositivo móvel). Essa obrigação materializou-se quando os Estados Unidos da América estabeleceram a norma *Enhanced 911* em 1997, que requeria que os Operadores de Telecomunicações trabalhassem com os *Public Safety Answering Points* (PSAP), o equivalente aos nossos Centros de Orientação de Doentes Urgentes (CODU); fornecessem a localização e identificação das chamadas efetuadas para o número de emergência. Em Portugal e na Europa, não será possível, pelo menos para os próximos tempos, existir algo parecido com a Norma *Enhanced 911* dos EUA em virtude da existência de muita legislação de proteção da privacidade.

Os operadores de telecomunicações ao serem obrigados a investir nas infraestruturas para conseguirem a localização dos dispositivos móveis, encontraram um novo mercado por explorar, o dos LBS. Com o número cada vez maior de utilizadores de dispositivos móveis, os serviços que fornecem informação relacionada com a localização dos utilizadores cada vez mais são procurados, e já se estima que o mercado dos LBS vale mais de 5 mil milhões de dólares no mundo inteiro, além de continuar a crescer e exponencialmente.

O espectro de ação dos LBS é enorme e praticamente transversal a todas as áreas da sociedade, como podemos observar pelo quadro apresentado:

| Tipos de Informação de Localização | Serviços de localização | | |
|------------------------------------|---|---|--|
| | Consumidor | Empresa | Entidade Pública |
| Posicionamento | Onde estou ? Onde fica, está ? | Contactar funcionários mais próximos Onde está aquela empresa? | Onde está ? |
| Eventos | Avisos de acidentes; Alertas médicos; Necessidade de ajuda, ... | Alertas de trânsito. Avisos de Formação. | Alertas de Acidentes. Anúncios públicos locais. |
| Bens | Onde está o meu carro? | Onde anda a minha frota? Onde estão os meus investimentos ? | Manutenção de estradas. |
| Anúncios Comerciais | Promoções. | Onde estão os meus clientes ? Anúncios dirigidos. | Propostas de investimento local |
| Mobilidade | Como chegar lá ? Caminha mais rápido ? | Rent-a-car mais perto ? Hotel mais próximo ? | Comércio local. |
| Directórios | Procura de medico mais perto ? Onde encontro aquilo ? | Serviços de reparação mais perto ? Melhor fornecedor para a proxima hora ? | Serviços Públicos. Outsourcing. |

3. Caso Prático da Importância da localização dos Utilizadores

Um exemplo de como um serviço de LBS pode ajudar numa situação de crise, é a resposta/reacção a um potencial sismo ou terramoto, desde que o epicentro do mesmo não seja numa área povoada, mas no mar ou numa zona deserta próxima das populações.

Existem meios de deteção de sismos e terramotos que permitem despoletar e mobilizar vários meios para dar resposta a essa situação, mas todos eles abrangidos por protocolos de comunicações. É sempre difícil avisar as populações em tempo útil e com as indicações do que fazer. As operadoras de Telecomunicações têm como o fazer pois sabem de todos os equipamentos que estão ligados às suas torres nas áreas identificadas. Basta despoletar um alerta com indicações, para todos os equipamentos ligados às Torres das Operadoras de Telecomunicações da área pretendida.

Este serviço já se encontra a funcionar no Japão, e com resultados muito bons ao nível dos *Emergency Response Systems* (ERS), sendo já uma parte importante da resposta dada pelos ERS às situações de catastrofes.

4. Conclusão

Um aspecto a ter em conta quando falamos em Tecnologias de Posicionamento por Redes Móveis e em *Location Based Systems*, é o facto de funcionarem tanto melhor quanto mais perto dos Centros Urbanos, e quanto maior for a densidade de Equipamentos dos Operadores de Telecomunicações. À medida que nos afastamos dos

centros urbanos em direção aos meios rurais este tipo de tecnologias e serviços perdem precisão e qualidade.

Outro aspeto a ter em conta é a necessidade de autorização por parte dos utilizadores que para que os Operadores de Telecomunicações façam uso desta tecnologia e a ela associem os serviços dos LBS, apesar deste assunto ser dos mais discutidos e debatidos em Simpósios e Conferências de Novas Tecnologias em virtude de ser um mercado que se encontra na fase inicial de crescimento, com imensos campos de actividade ainda por explorar, nas mais diversas áreas, como sejam na Saúde, Trânsito, Comércio, Protecção Civil entre outros.

Cooperação bilateral Portugal - Tunísia: Visita ao CNCT

No âmbito da cooperação bilateral Portugal Tunísia, realizou-se entre 19 e 23 de outubro do corrente ano a visita de uma delegação do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) ao Centro Nacional de Cartografia e Detecção Remota (CNCT) da Tunísia.

A visita da delegação do CIGeoE, constituída pelo Exmo. Sr. Diretor Coronel Tirocinado de Artilharia José Silva Rodrigues e pelo Chefe da Secção de Fotogrametria o Major de Artilharia António Sousa Franco, incidiu particularmente no organismo responsável pela produção de cartografia na Tunísia (CNCT) e no Centro de Hidrografia e Oceanografia da Tunísia.

Sendo a cadeia de produção do CIGeoE considerada, pelos militares do CNCT, uma referência na produção cartográfica, as diversas sessões de trabalho focaram-se essencialmente na

apresentação e discussão de metodologias utilizadas por ambas as Instituições nesta área do conhecimento.

Esta missão permitiu o contacto com uma realidade diferente, tendo o CNCT objetivos similares aos do CIGeoE, estando a desenvolver e implementar capacidades assentes nas modernas plataformas tecnológicas disponíveis e recorrendo para o efeito a instituições que considera de referência.

O conhecimento que o CNCT vem adquirindo nas mais diversas áreas técnicas, os recursos humanos especializados disponíveis e uma estratégia de desenvolvimento bem delineada, fazem com que o estreitamento de relações entre os dois Centros, se constitua como uma oportunidade relevante e de mais-valia na troca de experiências na área da Geomática.



Visita técnica do Centro Geográfico del Ejército (CEGET) ao CIGeoE

Enquadrada nas atividades bilaterais entre Portugal e Espanha, deslocou-se a Lisboa, no período de 10 a 13 de novembro de 2015, uma delegação do Centro Geográfico del Ejército de Tierra (CEGET) de Espanha composta pelo Brigada Antonio Javier Dueñas Muñoz e Brigada Manuel Sánchez Checa.

No primeiro dia, a delegação foi recebida pelo Diretor do CIGeoE, após o que se seguiu uma apresentação do trabalho realizado no Centro e posteriormente uma visita às instalações.

A visita feita no âmbito técnico, contribuiu para a divulgação das capacidades do CIGeoE tendo passado pelas várias áreas funcionais do CPC, CDGM e CDGI, para que os visitantes retivessem os

aspectos mais relevantes deste órgão produtor de informação geográfica.

No segundo dia a delegação do CEGET participou na prova desportiva Score100 e no almoço convívio, realizada no âmbito das cerimónias comemorativas do 83º aniversário do CIGeoE, tendo efetuado igualmente uma visita de cariz cultural, de forma a possibilitar um conhecimento mais aprofundado da cultura portuguesa.

Durante toda a visita promoveu-se uma convivência saudável e genuína, refletindo-se no reforço dos laços de amizade e de cooperação entre o CIGeoE e o CEGET.



83.º aniversário do Centro de Informação Geoespacial do Exército

No dia 24 de novembro de 2015, comemorou-se o 83.º aniversário do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE).

Neste dia especial o CIGeoE foi obsequiado com a presença de diversas e distintas personalidades, civis e militares, encimadas pelo Excelentíssimo Tenente-General Quartel-Mestre-General e Comandante da Logística, Fernando Celso Vicente de Campos Serafino que presidiu às comemorações.

Foi, igualmente, possível contar com as ilustres presenças de diversas altas entidades militares, de antigos Chefes e Diretores desta Casa Mãe da Cartografia Militar Portuguesa, de Comandantes, Diretores e Chefes de Unidades, Estabelecimentos e Órgãos contíguos ou com afinidades no campo técnico-científico, de diversos Oficiais Adidos Militares, entre as variadas e distintas entidades civis, nomeadamente Presidentes, Professores e mandatários de Organismos Públicos e de Investigação, bem como representantes do Poder Autárquico Local.

Neste dia festivo pretendeu-se, uma vez mais, homenagear todos aqueles que, pela sua determinação, sentido de missão e exemplo, conduziram e colaboraram com o CIGeoE. Aqueles

que, acima de tudo, "fizeram acontecer", fazendo o que se propuseram a fazer, transformando as dificuldades em desafios, patenteando o contributo do CIGeoE à Cartografia Nacional e ao País.

No contexto das comemorações, para além das tradicionais cerimónias militares, da alocução relativa à efeméride pelo Diretor do Centro de Informação Geoespacial do Exército, o Coronel Tirocinado de Artilharia José da Silva Rodrigues, da apresentação de uma palestra subordinada ao tema "Apoio Geoespacial às operações militares", pelo Comandante da Unidade de Apoio Geoespacial, da inauguração de uma exposição sobre o tema "Cartografando com o mar no horizonte... - Conhecimento e soberania em antigas missões do Exército Português", organizada e apresentada pela Professora Doutora Maria Helena Dias, foi ainda efetuada uma homenagem ao Patrono do CIGeoE, o Brigadeiro José Maria das Neves Costa, com o descerrar de uma placa de toponímia junto ao "Monumento ao Cartógrafo".

As atividades terminaram com o almoço de confraternização, que decorreu no salão multiusos do Centro de Informação Geoespacial do Exército.



Relações bilaterais Portugal-Marrocos – Visita à Divisão de Cartografia e SIG de Marrocos

No âmbito das relações bilaterais Portugal-Marrocos, realizou-se entre 01 e 05 de dezembro do ano corrente a visita de uma delegação do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) à Divisão de Cartografia e SIG e à Divisão de Documentação da 3ª Repartição do Estado Maior General (EMG) das Forças Armadas de Marrocos (FAR).

A visita da delegação do CIGeoE, constituída pelo chefe do Centro de Documentação Geográfica Militar, Tenente-Coronel de Artilharia Vasco António e pelo adjunto do Departamento de Conceção e Desenvolvimento Major de Artilharia Paulo Póvoa, incidiu sobre as capacidades implementadas até ao momento na Divisão de Cartografia e SIG e nos órgãos de obtenção de informação geoespacial de Marrocos.

Da visita, ressalva-se o interesse na colaboração efetiva tendo em vista a consolidação e desenvolvimento da capacidade geoespacial, nas vertentes de produção e apoio operacional, bem como o prestígio de que goza o Centro de Informação Geoespacial do Exército Português junto das FAR.



Cerimónia promoção a SMor do SCh Virgílio Antunes

Em 12Jan16, realizou-se no Salão Nobre do Centro de Informação Geoespacial do Exército, na presença de uma representação de Oficiais, Sargentos, Praças e Civis, a cerimónia de promoção a Sargento-Mor,

do Sargento-Chefe SGE NIM 18756984 Virgílio José Figueira Galhardo Antunes, conforme Ordem de Serviço n.º 03 de 12Jan16, do CIGeoE.



Projeto VIGEO3D/CIGeoE com o CINAMIL

Em 27 de janeiro realizou-se no Auditório General Abel Hipólito, Academia Militar - Lisboa, a cerimónia de assinatura do Contrato-Programa do Projeto VIGEO3D com o CINAMIL no âmbito da Investigação, Desenvolvimento e Inovação.



O Projeto VIGEO3D visa a implementação de uma metodologia de validação de dados tridimensionais por processos automáticos “Open Source” (Software livre) e proprietário (ArcGIS/outros) em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), de modo a disponibilizar ao Exército, às Forças Armadas e ao País, informação geográfica mais completa, consistente e coerente, simplificando e aperfeiçoando procedimentos. O projeto tem o objetivo de inovar a cadeia de produção no CIGeoE da Carta Militar de Portugal à escala 1:25 000, com uma metodologia que permita a validação de dados tridimensionais (3D), com recurso às novas ferramentas disponíveis na área da informação geográfica.

Curso de Informação Cartográfica - CIGeoE-2016

Decorreu no período de 15 de fevereiro a 04 de março de 2016 o Curso de Informação Cartográfica 2016. Este curso tem por objetivo ministrar aos alunos conhecimentos gerais na área das ciências geográficas preparando-os assim para os cursos subsequentes de Fotogrametria, Topografia e Cartografia Digital, tendo sido ministradas, de entre

outras, matérias de Geodesia, Topografia, Fotogrametria e Cartografia Automática. O curso incluiu duas visitas técnicas, uma ao Instituto Hidrográfico e outra à Direção Geral do Território. Frequentaram o curso três Primeiro Sargentos oriundos de diversas unidades do Exército.



Reunião do Geospatial Requirements Working Group - IZMIR - TURQUIA

Decorreu no HQ LANDCOM em IZMIR - TURQUIA, no período de 22 a 25 de fevereiro, a 14ª reunião do Geospatial Requirements Working Group (GRWG), grupo de trabalho da NATO onde são discutidos os diversos aspetos do apoio geoespacial aos vários níveis hierárquicos, da estrutura política e militar da NATO e que posteriormente são vertidos em documentos normalizados, os STANAG. Estes documentos serão apresentados na NATO Geospatial Board (NGB) para serem aprovados pelas nações, constituindo-se a partir desse momento como política oficial a adotar no seio desta organização.

Nesta reunião foram discutidos diversos assuntos, onde se destacam a política de apoio geoespacial à estrutura de comando (NCS) e às forças da NATO (NFS), vertido no documento MC 296/3 “NATO geospatial policy”, que deverá ser aprovado na

próxima NGB em Junho de 2016, assim como, a necessidade de se constituir uma política comum no apoio geoespacial de uma forma transversal, para que as forças possam operar sob uma plataforma única “fighting off the same map”.

Pretende-se assim potenciar a interoperabilidade entre as forças, tendo sido ainda apresentadas e discutidas as necessidades em apoio geoespacial para a estrutura de comando da NATO de forma a apoiar as Operações em curso, como é o caso da Kosovo Force (KFOR) e Resolute Support Mission (RSM), bem como o apoio às operações em curso e ao treino operacional em zonas de crise, concretamente nos países da região do Báltico e à região do norte de África.

A delegação Portuguesa foi constituída pelo Tenente-Coronel de Artilharia Fernando Martinho.



GEOSPATIAL REQUIREMENTS WORKING GROUP
IZMIR, FEBRUARY 2016



Palestra ao Curso de Promoção a Capitão 2016 – SIGOpMil

Foi ministrada, em 03 de março de 2016, pelo Centro de Informação Geoespacial do Exército uma palestra ao Curso de Promoção a Capitão, na Escola das Armas, subordinada ao tema “Caracterizar a utilização do SIGOpMil c/ IPB”. Esta palestra, teve como propósito dar a conhecer o GeoPortal SIGOpMil, disponibilizado na Rede de Dados do Exército pelo CIGeoE. Foram, igualmente, apresentadas as ferramentas deste GeoPortal e demonstrada a sua utilização na elaboração do IPB, com a obtenção, em tempo real, de alguns dos produtos e análises, essenciais ao Processo de Decisão Militar.



Reunião das Delegações Técnicas da Comissão Internacional de Limites de Portugal e Espanha-2016



O Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) acolheu no período de 06 a 09 de março, a delegação espanhola do Centro Geográfico del Ejército de Tierra (CEGET), chefiada pelo Ex.mo Diretor o Coronel D. Juan Arrazola Martinez, no âmbito da reunião anual de avaliação da campanha de manutenção da fronteira Luso-Espanhola

ocorrida em 2015, assim como da preparação da próxima campanha de verificação e manutenção dos marcos de fronteira para 2016.

Neste período, em 07 de março, decorreu a Cerimónia de Imposição de Condecorações, presidida por Sua Excelência o Chefe do Estado-Maior do Exército, General Carlos António Corbal Hernandez Jerónimo, aos Oficiais do Exército de Espanha, pela elevada competência, extraordinário desempenho e relevantes qualidades pessoais demonstradas na manutenção da Fronteira Luso-Espanhola, no âmbito Comissão Internacional de Limites (CIL), ao abrigo do Tratado e do Convénio de Limites, de 29 de Setembro de 1864 e de 29 de Junho de 1926 respetivamente, contribuindo significativamente para a eficiência, prestígio e cumprimento da missão dos Exércitos de Portugal e de Espanha.

A cerimónia contou com a presença de várias entidades convidadas onde se destaca o Ex.mo Sr. Embaixador de Espanha, D. Juan Manuel de Barandica, do Exmo. Sr. Presidente da Comissão Internacional de Limites de Portugal, Embaixador Rui Lopes Aleixo e da Exma. Sr.^a Presidente da Comissão de Limites com Portugal e França, Embaixadora Ana Sálomon.

"Open Days" no Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Decorreu em 06 de maio a última sessão de 2016 dos "Open Days", no Instituto Politécnico de Viana do Castelo, dedicado aos Sistemas Avançados e Inteligência Artificial.

O CIGeoE, como Órgão do Exército particularmente orientado para a temática dos Sistemas de Informação Geográfica participou mais uma vez neste evento. Na edição deste ano o Major Paulo Póvoa proferiu uma comunicação sobre os desafios inerentes à atualização do projeto internacional de suporte à manutenção da fronteira Portugal-Espanha, denominado Sistema de Informação Geográfica de Apoio à Fronteira (SIGAF).

A participação neste evento proporcionou a

oportunidade de troca de saberes entre os dois organismos na procura incessante pelo conhecimento, transformando novas ideias em novos projetos.



Visita do CIGeoE ao INCT (Argel)

No âmbito das relações bilaterais Portugal-Argélia, realizou-se, no período de 09 a 12 de maio de 2016, uma visita de uma delegação do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), ao Institut National de Cartographie et Télédétection (INCT), em Argel.

Esta missão, no âmbito das ações promovidas pela Direção geral de Política de Defesa Nacional, teve como objetivo a troca de experiências nas áreas da cartografia e geodesia, através da apresentação das metodologias utilizadas pelo INCT e pelo CIGeoE nos seus processos de produção cartográfica, partilhando soluções e desafios.

Durante esta visita técnica foram analisados processos similares em ambas as cadeias de produção, tendo sido encontrados inúmeros pontos de convergência, tendo sido demonstrado pelo INCT particular interesse no Sistema de Estações Virtuais de Referência (SERVIR) do CIGeoE.

A visita permitiu identificar vários assuntos de interesse em comum, abrindo portas a um eventual aprofundamento futuro da cooperação bilateral entre Portugal e a Argélia, no domínio da cartografia militar.



Participação do CIGeoE nas reuniões plenárias dos grupos DGIWG, TREx e MGCP

Decorreram no período de 16 a 20 de Maio de 2016, organizado pelo Department of National Defence do Canadá, na cidade de Toronto, as reuniões dos Grupos Plenários do DGIWG (Defence Geospatial Information Working Group), nos dias 16 e 17, TREx (TanDEM-X High Resolution Elevation Data Exchange), nos dias 18 e 19, e MGCP (Multinational Geospatial Co-production Program), nos dias 19 e 20.

Na reunião do grupo DGIWG participaram 25 nações num total de 40 participantes, na do grupo TREx participaram 70 participantes de 30 nações e na do grupo MGCP participaram 60 participantes de 27 nações. Portugal fez-se representar nas referidas reuniões por dois Oficiais.

O DGIWG é um grupo de trabalho que integra diversos países, com a responsabilidade de produzir especificações técnicas relativas à normalização da produção de informação geoespacial para aplicações essencialmente militares.

O TREx é um grupo de trabalho que tem como finalidade a produção de um Modelo Digital de Superfície (MDS) global, com base em aquisição de informação por sensores radar, com uma resolução geométrica de 12 metros. Portugal foi a sétima nação a assinar o memorando de entendimento e prevê-se que a produção de dados comece ainda este ano.

O projeto MGCP, onde Portugal participa desde 2006, 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.

A participação nestas reuniões reveste-se de importância fundamental para a afirmação internacional de Portugal como parceiro produtor de informação geoespacial, e simultaneamente, a nível técnico, permite que o CIGeoE acompanhe a evolução que se verifica a nível internacional.



Jobshop Ciências 2016

O Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) participou na 7ª edição da feira anual de emprego da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa - Jobshop Ciências 2016, que decorreu nos dias 17 e 18 de maio.

A Jobshop Ciências 2016 pretende ser um fórum privilegiado para promover o contacto entre o mundo empresarial, o setor público e os estudantes

finalistas e recém-graduados dos vários cursos de Ciências.

O evento foi organizado com o objetivo de cobrir diversas áreas profissionais, tendo o CIGeoE participado no dia 18 de Maio com o stand de divulgação e um workshop vocacionado para as diversas atividades, cadeia de produção e forma de prestação de serviço no CIGeoE.



Campanha Marcos Fronteira 2016

Decorreu no período de 2 de maio a 17 de junho a 1ª fase da campanha de 2016 de manutenção dos marcos de fronteira entre Portugal e Espanha no âmbito da Comissão Internacional de Limites. Esta foi a 59ª campanha em que foram verificados 1617 marcos desde a região de Almeida até à região de Campo Maior, numa extensão total de cerca de 350 km.

O CIGeoE participou na campanha com uma Equipa constituída por um Oficial Subalterno e um Praça condutor em conjunto com uma Equipa do Exército Espanhol. A missão destas Equipas é verificar o estado em que se encontram os marcos, efetuar alguns trabalhos de manutenção ligeira e fiscalizar o seu correto posicionamento com diligência, eficiência e qualidade.

Esta fase da campanha recebeu, no passado dia 8 de

junho, na região de Portagem, a visita das delegações oficiais de Portugal e Espanha. Participaram nesta visita por parte de Portugal o Exmo. Sr. Embaixador Rui Lopes Aleixo e o Ex.mo TGen QMG Fernando Serafino e, da parte de Espanha, a Ex.ma Sra. Embaixadora Ana Pérez e o Ex.mo Sr. General de Brigada Joaquín Alcalde, para além das respetivas cadeias de comando de cada uma das Equipas de Campo.

Esta visita englobou um briefing efetuado pelo Chefe da Equipa de Espanha e o acompanhamento dos trabalhos de manutenção de alguns marcos naquela região. No final da visita, releva-se o elevado espírito de colaboração e solidariedade demonstrado na campanha, contribuindo desta forma para o estreitamento das relações entre os dois Exércitos, e naturalmente entre os dois Países.



Auditoria Externa da APCER ao CIGeoE

Decorreu nos dias 20 e 21 de junho a Auditoria Externa da APCER ao Sistema Integrado de Qualidade, Ambiente e Segurança do Trabalho (SIQAS), ao Centro de Informação Geoespacial do Exército, destinada a efetuar o 1º acompanhamento para da certificação em Qualidade, renovação da certificação em Ambiente e o 2º acompanhamento da certificação para a Segurança e Saúde do Trabalho, integradas no âmbito da “Conceção, desenvolvimento e produção de informação geográfica.

Como conclusão da auditoria realizada, a equipa auditora chefiada pela Ex.ma Sr.ª Eng.ª Fernanda Fernandes, considerou que o Sistema de Gestão Integrado da Qualidade, Ambiente e Saúde e

Segurança do Trabalho está em conformidade com os critérios preconizados nas normas em vigor, resultando desta avaliação a proposta da manutenção da certificação nas vertentes Qualidade e Segurança e Saúde do Trabalho e a renovação da certificação em Ambiente.



O CIGeoE na 6th International Conference on Cartography & GIS

A VI edição da Conferência Internacional de Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica (6th ICC & GIS) teve lugar em Albena na Bulgária, no período de 13 a 17 de junho, sendo o objetivo desta conferência a reunião de conhecimentos e partilha de experiências no âmbito da Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

O evento reuniu cartógrafos, geógrafos, investigadores e académicos dos vários quadrantes do conhecimento, promovendo em debate alargado sobre questões de interesse no âmbito das ciências geográficas: dados, tecnologias e metodologias. No total foram submetidos 140 trabalhos de 372 autores de 43 países.

A delegação do CIGeoE foi constituída pelo Major de Infantaria Nuno Vicente e pela Capitão de Artilharia

Sónia Baldaia, que apresentaram o trabalho intitulado “A GIS-Based Infrastructure for the Production of the Official Aeronautical Chart”, desenvolvido no CIGeoE e enquadrado no tema “Design e Produção de Mapas”, e que suscitou comentários de apreço e de reconhecimento pela qualidade do trabalho desenvolvido por parte de diversos participantes da conferência.

Este evento técnico-científico constituiu uma excelente oportunidade de conhecer outros profissionais da área, trocar ideias e experiências, conhecer diversos produtos cartográficos, metodologias e tecnologias em desenvolvimento, e simultaneamente uma oportunidade de projetar a imagem do CIGeoE, do Exército e de Portugal.



NATO Geospatial Board 2016

Decorreu no período de 27 a 29 de junho de 2016, no Quartel-General da NATO em Bruxelas, a NATO Geospatial Board 2016 (NGB2016). Esta conferência, que envolve todos os países membros da NATO, teve como convidados 7 (sete) países fora da estrutura da Aliança, os designados Non NATO Partnership for Peace (NNPfp). Além destes, fizeram-se representar todos os comandos da estrutura superior da NATO (Strategic Commands), das forças atualmente empenhadas em operações e representante da União Europeia.

Durante a conferência foram abordados vários assuntos no âmbito do apoio geoespacial, com particular destaque para a aprovação da Política Geoespacial da NATO e Doutrina de Apoio

Geoespacial às Operações, vertidas nos MC - 296/3 e AJP 3.17 respetivamente. Foi discutido ainda o apoio geoespacial às operações militares que estão a decorrer, bem como a coordenação desse mesmo apoio às NATO Response Force 17 e NATO Response Force 18.

A delegação nacional era composta pelo Delegado do Exército ao Joint Geospatial Standards Working Group (JGSWG), Tenente-Coronel de Artilharia Ferreira Martinho, do Centro de Informação Geoespacial do Exército, pelo Tenente-Coronel de Artilharia Maurício Raleiras, do Estado Maior General das Forças Armadas e ainda o Capitão-de-Fragata Cordeiro de Almeida do Instituto Hidrográfico.



O CIGeoE no XXIII Congresso da ISPRS

A XXIII edição do Congresso da International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) teve lugar em Praga na República Checa, no período de 12 a 19 de julho de 2016. A ISPRS é uma organização líder mundial em Fotogrametria e Detecção Remota, realizando-se os congressos quadrienalmente, alternando entre diversos continentes, tendo as últimas edições sido realizadas em Istambul, na Turquia, em 2004, em Pequim, na China, em 2008 e em Melbourne, na Austrália, em 2012.

Este congresso visa promover a cooperação internacional entre investigadores, profissionais e representantes de organizações governamentais e não-governamentais, apresentando os desenvolvimentos metodológicos e científicos nas áreas da fotogrametria, deteção remota e ciências da informação geoespacial. Esta edição, composta por 1000 sessões com apresentações orais, 600 posters expostos e 77 expositores de empresas, contou com a presença de 2294 participantes de 88 países dos 5 continentes.

O programa científico do XXIII Congresso ofereceu uma ampla gama de tópicos, incorporados nas

diferentes Comissões Técnicas da ISPRS (Sistemas de Sensores, Fotogrametria, Detecção Remota, Informação Geoespacial) e que demonstraram o desenvolvimento científico desde o último congresso em Melbourne em 2012.

A delegação do Centro de Informação Geoespacial do Exército foi composta pelo Ex.mo Diretor, Coronel Tirocinado de Artilharia José Rodrigues e pelo Major de Infantaria Pedro Costa. Durante o Congresso, a delegação contou com a visita de S.Ex.^a a Embaixadora de Portugal na República Checa, Dr.^a Manuela Franco, tendo-lhe sido transmitido o conceito do Congresso e apresentado o CIGeoE, a sua missão e os serviços e produtos cartográficos disponibilizados.

Este congresso materializou-se como uma excelente plataforma para atualização de conhecimentos, científicos e técnicos na área da Fotogrametria e da Detecção Remota, visando a introdução de novas metodologias de trabalho nos processos de produção interna, nomeadamente no âmbito dos Projetos Internacionais (MGCP e TREx) onde o CIGeoE está envolvido.



O CIGeoE na conferência FOSS4G 2016, Bonn, Alemanha

Decorreu no período de 24 a 26 de agosto de 2016, na cidade de Bonn, Alemanha, a conferência FOSS4G (Free and Open Source Software for Geospatial) 2016, um evento anual e global da OSGeo (Open Source Geospatial Foundation) centrado em software Livre e Open Source para tratamento de Informação Geoespacial.

Reconhecido como a maior conferência técnica geoespacial em software Open Source, o FOSS4G é um encontro de profissionais, programadores, simples utilizadores e utilizadores avançados de software geoespacial desenvolvido em Open Source. Inclui apresentações e palestras, com “code sprints” em código puro, sessões e workshops sobre toda a tecnologia geoespacial em código aberto.

Fundada em 2006, a OSGeo é uma organização sem fins lucrativos cuja missão é apoiar o desenvolvimento colaborativo de software

geoespacial Open Source, e promover a sua utilização generalizada.

A delegação do CIGeoE foi constituída pelo Major de Cavalaria Paulo Agostinho Rodrigues Pires e pelo Capitão de Infantaria João Miguel Nunes Lobão Dias Afonso.

A participação na conferência FOSS4G em Bonn, Alemanha, fornece ao Exército, em particular ao CIGeoE, uma orientação relativamente a aspetos técnicos do software geoespacial em Open Source, Bibliotecas e Livrarias que podem ser usadas no tratamento/processamento da informação geográfica, implementações aplicacionais e otimizações de processos desde a aquisição da informação, validação, edição, à visualização e impressão da cartografia militar.



Cerimónia de promoção

Em 20 de setembro de 2016, realizou-se no Salão Nobre do Centro de Informação Geoespacial do Exército, a cerimónia de promoção a Sargento-Chefe dos Sargentos-Ajudantes Elias da Silva Rodrigues, José Manuel Lameiras dos Santos e Sérgio Pequito Felício Ribeiro, assim como da promoção a Sargentos-Ajudantes, do 1º Sargento Paulo Jorge Antunes da Cruz, conforme Ordem de Serviço n.º 72 de 20Set16, do CIGeoE.

Estiveram presentes na cerimónia uma representação de Oficiais, Sargentos, Praças e Civis do CIGeoE, terminando com umas breves palavras de felicitação pelo Ex.mo Diretor, seguidas de um Porto de Honra.



Curso de Interpretação de Imagem 2016 - Centro de Informação Geoespacial do Exército

Decorreu no Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) a cerimónia de abertura do Curso de Interpretação de Imagem 2016. O curso é frequentado por 15 formandos, sendo dois militares do Exército Brasileiro, dois militares da Marinha, sete militares do Exército, dois militares da Força Aérea e dois militares da Guarda Nacional Republicana.

O Curso de Interpretação de Imagem irá decorrer no período de 14 de setembro a 07 de dezembro de 2016

e visa capacitar os formandos com os conhecimentos adequados para o processamento, exploração e interpretação de imagens binárias de satélite ou plataformas aéreas de forma a extrair informação de valor que permita esclarecer a situação, interpretar indícios que, eventualmente, se repercutam na reorganização das forças ou alteração de dispositivos orientados primariamente para um conceito estratégico, facilitando a tomada de decisão das chefias dos escalões onde estão inseridos.



Cerimónia de Entrega de Condecorações e Louvores

Decorreu, em 12 de setembro de 2016, no lugar no Salão Nobre do Centro de Informação Geoespacial do Exército, uma cerimónia de imposição de Condecorações e entrega de Diplomas de Louvor a militares e civis que prestam serviço no CIGeoE.

A cerimónia foi presidida pelo Exmo. Diretor do CIGeoE e contou com a presença de representantes das categorias de oficiais, sargentos, praças e civis. Foram agraciados 3 militares com a Medalha de mérito Militar 4ª Classe, 1 militar com a medalha D. Afonso Henriques - 4ª Classe, 1 militar com a Medalha de Comportamento Exemplar - Grau Ouro, 1 militar com a Medalha de Comportamento Exemplar - Grau Prata e 2 militares com a Medalha

de Comportamento Exemplar - Grau Cobre. Nesta cerimónia, receberam os respetivos Diplomas de Louvor: 4 oficiais, 2 sargentos, 1 praça e 3 civis.



Mapa das Frutas de Portugal

No âmbito de uma parceria com o Centro de Frutologia Compal, o Centro de Informação Geoespacial do Exército desenvolveu o Mapa das Frutas de Portugal. O mapa representa as áreas geográficas das frutas de Denominação de Origem Protegida (DOP) e Indicação Geográfica Protegida (IGP) existentes em Portugal. De forma a permitir

um relacionamento visual entre as diferentes zonas de produção de frutas DOP e IGP e as características biofísicas dessas regiões, foram incluídos os principais elementos biofísicos que contribuem para as características das frutas nacionais, como o relevo, a temperatura, a insolação, a precipitação e o tipo de solos.



Conclusão 2ª fase trabalhos Manutenção Fronteira Luso-Espanhola

Decorreu entre 19 de setembro e 7 de outubro na região raiana dos distritos da Guarda, Castelo Branco e Portalegre a 2ª fase dos trabalhos de campo da Campanha de manutenção dos marcos da fronteira Luso-Espanhola 2016 no âmbito da Comissão Internacional de Limites. As equipas técnicas compostas por dois militares do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) e por dois militares do Centro Geográfico del Ejército (CeGET), de Espanha, executaram e concluíram os trabalhos de campo iniciados na 1ª fase, com a verificação, manutenção e colocação de diversos

marcos de fronteira, num total de 36. A campanha desenrolou-se num ambiente de sã camaradagem e cooperação entre as delegações de ambos os países.



Fórum de Informação GEOespacial

Em 13 de outubro de 2016, realizou-se o primeiro Fórum de Informação GEOespacial, no auditório do Instituto Politécnico da Guarda (IPG), subordinado ao tema “juntos para inovar”.

O evento foi constituído por três painéis e duas sessões paralelas. No alargado conjunto de apresentações, foram abordadas soluções relativas ao uso de ferramentas Google Geo, Mobile Mapping e o uso do Drone eBee, para Mapeamento Profissional, quer para fotogrametria clássica, quer para o controlo e monitorização de obras de engenharia. O CIGeoE, participou, apresentando o

tema “A Produção da Carta Aeronáutica em Ambiente SIG”, integrado no Painel II, onde foram apresentadas as soluções implementadas no CIGeoE, decorrentes da produção da 3ª edição da Carta Aeronáutica OCAI, Escala 1/500 000. Este produto integra a informação topográfica do CIGeoE com a informação aeronáutica da NAV. A sua realização resultou na criação de uma infraestrutura de dados espaciais, permitindo desenvolver um novo processo para a produção cartográfica. A delegação do CIGeoE foi constituída pelo TCOR INF Firmino Simão e pelo MAJ INF Nuno Vicente.



Cerimónia de promoção

EM 13Out16, realizou-se no Salão Nobre do Centro de Informação Geoespacial do Exército, na presença de uma representação de Oficiais, Sargentos, Praças e Cívics a cerimónia de promoção a TCor do Maj SGE Fernando Rebelo Dias, assim como a promoção a SAJ, do 1 Sargento PesSecr Fernando dos Santos Rangens Leitão e do 1 Sar Eng Pedro Miguel Matos Inácio, conforme Ordem de Serviço n.º 79 de 13OUT16, do CIGeoE.



Jornadas da Logística 2016

Realizaram-se nos dias 19 e 20 de outubro de 2016, sob a égide do Comando da Logística do Exército, as Jornadas da Logística 2016 (JL2016) subordinadas ao tema “A Informação Geoespacial e os Desafios do Futuro”.

Realizaram-se nos dias 19 e 20 de outubro de 2016, sob a égide do Comando da Logística do Exército, as Jornadas da Logística 2016 (JL2016) subordinadas ao tema “A Informação Geoespacial e os Desafios do Futuro”.

As JL2016 decorreram no Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), na Av Dr. Alfredo Bensaúde em Lisboa, e contaram com 17 apresentações organizadas por 3 subtemas.

O subtema 1 – "A Informação Geoespacial, Cooperação & Ações de Soberania", contou com apresentações dos representantes do Ministério dos Negócios Estrangeiros, da Direção Geral de Política de Defesa Nacional e do próprio CIGeoE.

O subtema 2 – "A Informação Geoespacial como Vetor de Desenvolvimento", englobou cinco comunicações apresentadas pelos representantes do Colégio de Engenharia Geográfica da Ordem dos Engenheiros, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, da Autoridade Nacional de Proteção Civil e por uma apresentação conjunta da Direção de Infraestruturas do Exército e do CIGeoE.

O subtema 3 – "A Informação Geoespacial no Apoio Operacional", decorreu no segundo dia das JL2016, onde foram apresentadas nove comunicações, as

quais foram apresentadas pelos representantes do Estado-Maior General das Forças Armadas, do Instituto Hidrográfico, do Centro Geográfico do Exército Espanhol, do Comando das Forças Terrestres, Brigada de Intervenção, Regimento de Cavalaria 3 e pelo próprio CIGeoE.

Das comunicações realizadas durante as JL2016, constatou-se a constante evolução tecnológica que se tem vindo a verificar nesta área do saber e a sua disponibilização de uma forma global, conduzindo a uma maior exigência dos utilizadores no fornecimento de serviços adequados às suas expectativas e à consequente necessidade de um estreito acompanhamento desses mesmos desenvolvimentos, de forma a se garantir, quer ao nível operacional quer no contexto de desenvolvimento nacional, de uma forma transversal, um apoio efetivo de qualidade e com oportunidade, acrescentando à Informação Geoespacial a 4ª dimensão, "o tempo".

Os resultados obtidos nas JL2016, resultantes de uma participação alargada, constituirão linhas de ação a explorar, integrados oportunamente em documentos de planeamento e orientação estratégica do CIGeoE, pretendendo responder aos desafios do presente e do futuro, enquanto órgão do Exército, e ao serviço do Exército, assumindo-se também nesta área da informação geoespacial como vetor de desenvolvimento nacional ao serviço de Portugal e dos portugueses.



Cerimónia de promoção

Em 27OUT16, realizou-se no Salão Nobre do Centro de Informação Geoespacial do Exército, na presença de uma representação de Oficiais, Sargentos, Praças e Civis, a cerimónia de promoção a Major do Cap Art Pedro Miguel R. C. Dias, Cap Art Sónia Liliana Mancilha V. Baldaia, assim como do Cap Inf João Miguel Nunes L. D. Afonso, conforme Ordem de Serviço n.º 83 de 27OUT16, do CIGeoE.



Participação do CIGeoE nas reuniões plenárias e técnicas dos grupos de trabalho MGCP e TREx

Decorreram no período de 17 a 26 de outubro de 2016, na cidade de Tóquio, no Japão, as reuniões dos Grupos Plenário e Técnico dos projetos MGCP (Multinational Geoespatial Co-production Program) e TREx (Tandem-High Resolution Elevation Data Exchange) com a seguinte distribuição:

- 1) 31ª Reunião Técnica do MGCP: 17 a 19 de outubro;
- 2) 5ª Reunião Técnica do TREx: 20 a 21 de outubro;
- 3) 2ª Reunião Plenária do TREx: 24 e 25 (até à hora de almoço) de outubro;
- 4) 27ª Reunião Plenária do MGCP: 25 (a partir da hora de almoço) a 26 de outubro.

Na reunião do grupo MGCP participaram 48 delegados de 21 Nações e no grupo TREx 62 delegados de 23 Nações. Portugal fez-se representar nas referidas reuniões por dois Oficiais.

O projeto TREx tem como finalidade a produção de um Modelo Digital de Superfície (MDS) global, com base em aquisição de informação por sensores radar,

com uma resolução geométrica de 12 metros. Portugal foi a sétima nação a assinar o memorando de entendimento. Após a formação inicial, que decorre no início de novembro na Alemanha, prevê-se que a produção de dados comece ainda este ano. O projeto MGCP, onde Portugal participa desde 2006, 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.

A participação nestas reuniões, em que a estreita cooperação entre Nações para consecução de um objetivo comum é crucial, reveste-se de importância fundamental para a afirmação internacional de Portugal e para que, a nível técnico, o CIGeoE se mantenha atualizado e acompanhe assim a evolução que se verifica a nível internacional.



Ação de Formação no âmbito do Projeto Internacional "TREx" - Potsdam/Alemanha

Decorreu no período de 7 a 18 de Novembro de 2016, na cidade de Potsdam, na Alemanha, a Ação de Formação para se dar início à produção dos dados relativos ao projeto "TanDEM-X High Resolution Elevation Data Exchange (TREx)".

Este tem por objetivo a produção de um Modelo Digital de Superfície (MDS) global, utilizando Interferometria RADAR (InSAR) com uma resolução geométrica de 12 metros. Portugal integra o projeto TREx em parceria com mais 24 países, estando ainda em aberto o seu alargamento.

A formação incidiu na manipulação dos dados com o software denominado de DEMES, desenvolvido especificamente para este projeto, tendo sido também abordados alguns conceitos relativos à tecnologia InSAR e o Workflow utilizado para a produção do MDS.

Estiveram presentes neste período de formação 10 elementos, em que Portugal se fez representar por um 1 Oficial e 1 Sargento. Os restantes elementos eram oriundos da Letónia, Coreia do Sul, Emirados Árabes Unidos e Holanda.

No final do curso todos os elementos obtiveram a certificação para produção de MDS segundo as especificações definidas neste projeto. Segue-se um período de treino com células especialmente escolhidas para este efeito, com uma duração de 4 meses prevendo-se que até ao final de Abril de 2017 estejam reunidas as condições de começar com a produção efetiva da primeira célula.



Cerimónia de promoção

Em 23 de novembro 2016, realizou-se no Salão Nobre do Centro de Informação Geoespacial do Exército, na presença de uma representação de Oficiais, Sargentos, Praças e Civis, a cerimónia de promoção a SCh, do SAj Cav NIM 07936988 José Joaquim Chaurilha Guerreiro, conforme Ordem de Serviço n.º 89 de 22NOV2016, do CIGeoE.



Cerimónia de promoção



Em 30 de novembro de 2016, realizou-se no Salão Nobre do Centro de Informação Geoespacial do Exército, na presença de uma representação de Oficiais, Sargentos, Praças e Civis, a cerimónia de promoção a Alferes, da Aspirante RC NIM 05919306 Sofia Paulino Henriques, conforme Ordem de Serviço n.º 91 de 29Nov16, do CIGeoE.

Curso de Interpretação de imagem 2016

Decorreu no Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), no período de 14SET16 a 07DEC16, o Curso de Interpretação de Imagem 2016. O curso foi frequentado por 15 formandos, sendo dois Oficiais do Exército Brasileiro, dois militares da Marinha, sete militares do Exército, dois militares da Força Aérea e dois militares da Guarda Nacional Republicana.

O Curso de Interpretação de Imagem teve como objetivo capacitar os formandos com os conhecimentos adequados para o processamento, exploração e interpretação de imagens binárias de satélite ou plataformas aéreas, de forma a extrair informação de valor que permita esclarecer a

situação, interpretar indícios que, eventualmente, se repercutam na reorganização das forças ou alteração de dispositivos orientados primariamente para um conceito estratégico, facilitando a tomada de decisão das chefias dos escalões onde estão inseridos. Este curso culminou na execução um Projeto Final sobre a República Centro Africana (RCA), através da Análise de um conjunto de imagens diversificadas sobre áreas de interesse operacional, cujo produto final foi apresentado na presença de elementos da Força de Comandos a destacar para este TO, e cujos conteúdos vão ser igualmente disponibilizados através da Unidade de Apoio Geoespacial do CIGeoE.



Ação de formação em Sistemas de Informação Geográfica

Decorreu, de 12DEC2016 a 16DEC2016, nas instalações do Centro de Informação Geoespacial (CIGeoE), uma ação de formação para dotar o Comando das Forças Terrestres (CFT) e a Direção de Comunicações e Sistemas (DCSI) da capacidade de manipulação de informação geoespacial em formato digital, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Esta ação teve por objetivo potenciar a utilização da informação geoespacial no CFT, no Estado-Maior das Brigadas e na DCSI ampliando a capacidade dos elementos de operações e informações do respetivo Estado-Maior na análise da área de operações, de forma a potenciar os meios disponíveis, face à missão atribuída. A ação de formação foi

frequentada por elementos do CFT, da Brigada Mecanizada, da Brigada de Reação Rápida, da Brigada de Intervenção e da DCSI, num total de 12 militares.



Lançamento do livro “Centro de Informação Geoespacial do Exército – os caminhos trilhados”

No passado dia 29 de novembro, por ocasião do 84º aniversário do Centro de Informação Geoespacial do Exército foi apresentado, na presença de S. Ex.^a o General CEME, o livro que se intitula Centro de Informação Geoespacial do Exército – os caminhos trilhados, que pretende efetuar uma descrição sumária dos percursos efetuados pelo Centro de Informação Geoespacial do Exército e pelos organismos que o antecederam, e simultaneamente prestar homenagem a todos quantos nesta área de conhecimento serviram e servem a Pátria.

O livro inicia-se com uma homenagem ao Patrono deste Órgão do Exército, Brigadeiro José Maria das Neves Costa (1774-1841), que durante mais de 40 anos, se destacou pelos seus brilhantes e inovadores trabalhos em prol da cartografia militar. É efetuada uma breve descrição do percurso profissional de Neves Costa e a sua contribuição para a evolução da cartografia nacional no início do século XIX.

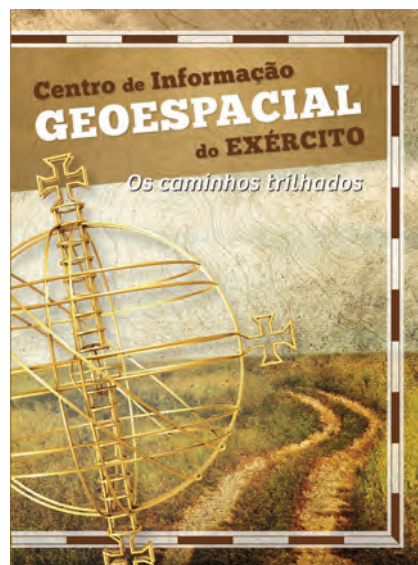
Num outro capítulo aborda-se a evolução da cartografia militar, desde o século XVIII até à criação dos Serviços cartográficos do Exército, em 1932, e o papel dos militares no conhecimento do território e no desenvolvimento das atividades cartográficas, incluindo o estabelecimento de uma rede geodésica nacional, fundamental para os trabalhos de produção cartográfica. Também se efetua uma breve descrição dos trabalhos de demarcação, levantamento cartográfico e manutenção dos marcos de fronteira, cuja sua definição rigorosa e demarcação se iniciou em meados do século XIX, e foi, desde o seu início, uma competência dos militares, sendo atualmente responsabilidade do Exército, especificamente do Centro de Informação Geoespacial do Exército, sob a égide do Ministério dos Negócios Estrangeiros. Referem-se também as tentativas de institucionalização das atividades cartográficas, quer de índole militar quer civil, e o seu papel no desenvolvimento da Cartografia.

É dedicado um capítulo à cartografia das antigas colónias portuguesas em África, em contexto de conflitos, no século XX. A inexistência de uma cobertura cartográfica relativamente detalhada em alguns dos territórios e a sua grande extensão, a necessidade de produtos cartográficos que suportassem o esforço de guerra aliado às limitações temporais, levaram a um grande esforço para a

produção atempada de produtos cartográficos, nomeadamente fotomapas de Angola e de Moçambique, executados com o auxílio das tropas que atuavam no terreno.

É efetuada uma descrição da cadência de produção da cartografia militar à escala 1:25 000 (série M888) ao longo dos anos, nas suas sucessivas edições, efetuando-se alguma contextualização aos diferentes ritmos de produção. A produção contínua desta carta deu origem a várias edições de uma mesma folha, havendo folhas que já estão na 6ª edição, o que permite dispor-se hoje de uma cobertura com características comuns e a intervalos temporais mais ou menos regulares, o que é fundamental para se poderem efetuar análises de elevada fiabilidade, num contexto multitemporal.

Nesta obra é também efetuada uma súmula evolutiva da produção cartográfica, nomeadamente dos processos e metodologias utilizados na produção cartográfica, havendo referência também à cooperação com outros organismos e aos utilizadores da informação geográfica produzida pelo Centro de Informação Geoespacial do Exército. Citando S. Ex.^a o General CEME, que prefaciou este livro, o CIGeoE “é uma instituição que se tem caracterizado pela abertura ao progresso, pela internacionalização dos saberes e, simultaneamente, pela competência nas soluções encontradas para os novos desafios”, sendo “louvável e justa, a todos os títulos, a homenagem que o Centro de Informação Geoespacial do Exército aqui presta aos que nesta Casa, ou antes dela, têm servido Portugal”.



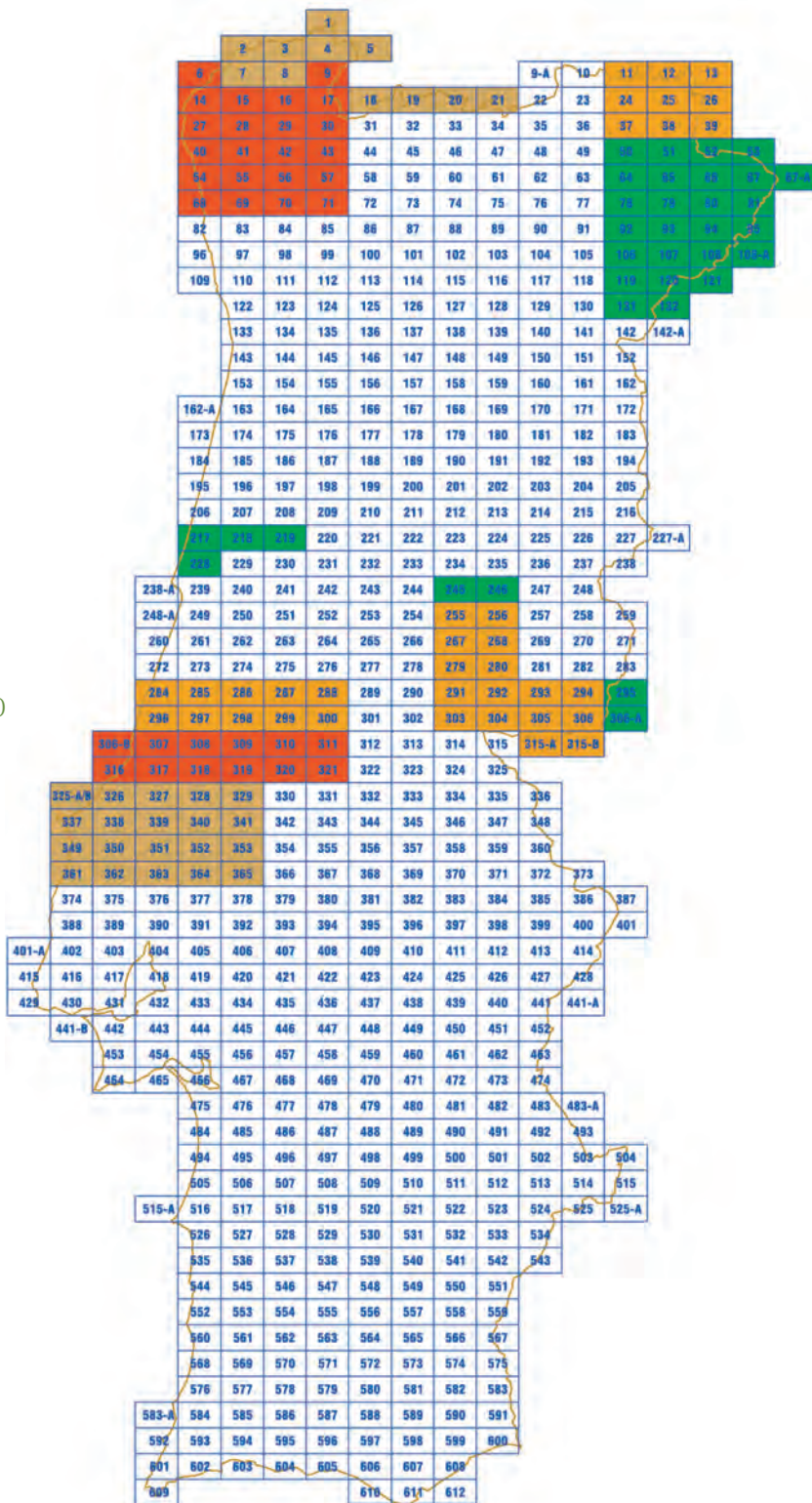
Produção Cartográfica

Carta Militar de Portugal Série M888 1:25 000 Continente

Novas Edições 2014/2017

Novas Edições 01/01/17 a 31/12/17

- 50 Santa Comba de Rossas (Bragança)
- 51 Parada (Bragança)
- 52 Avelanoso (Vimioso)
- 53 S. Martinho de Angueira (Miranda do Douro)
- 64 Vinhas (Macedo de Cavaleiros)
- 65 Izeda (Bragança)
- 66 Vimioso
- 67 Paradela (Miranda do Douro)
- 67A Paradela - Leste (Miranda do Douro)
- 78 Macedo de Cavaleiros
- 79 Morais (Macedo de Cavaleiros)
- 80 Algosó (Vimioso)
- 81 Miranda do Douro
- 92 Peredo (Macedo de Cavaleiros)
- 93 Lagoa (Macedo de Cavaleiros)
- 94 Sendim (Miranda do Douro)
- 95 Vila Chã de Braciosa (Miranda do Douro)
- 106 Alfândega da Fé
- 107 Mogadouro
- 108 Bemposta (Mogadouro)
- 108A Vila Chã da Braciosa - Sul (Miranda do Douro)
- 119 Felgar (Torre de Moncorvo)
- 120 Lagoaça (Freixo de Espada à Cinta)
- 121 Peredo da Bemposta (Mogadouro)
- 131 Carviçais (Torre de Moncorvo)
- 132 Fornos (Freixo de Espada À Cinta)
- 217 Tocha (Cantanhede)
- 218 Cantanhede
- 219 Mealhada
- 228 Quiaios (Figueira da Foz)
- 245 Silvares (Fundão)
- 246 Fundão
- 295 Segura (Idanha-a-Nova)
- 306A Rosmaninhal-Leste (Idanha-a-Nova)



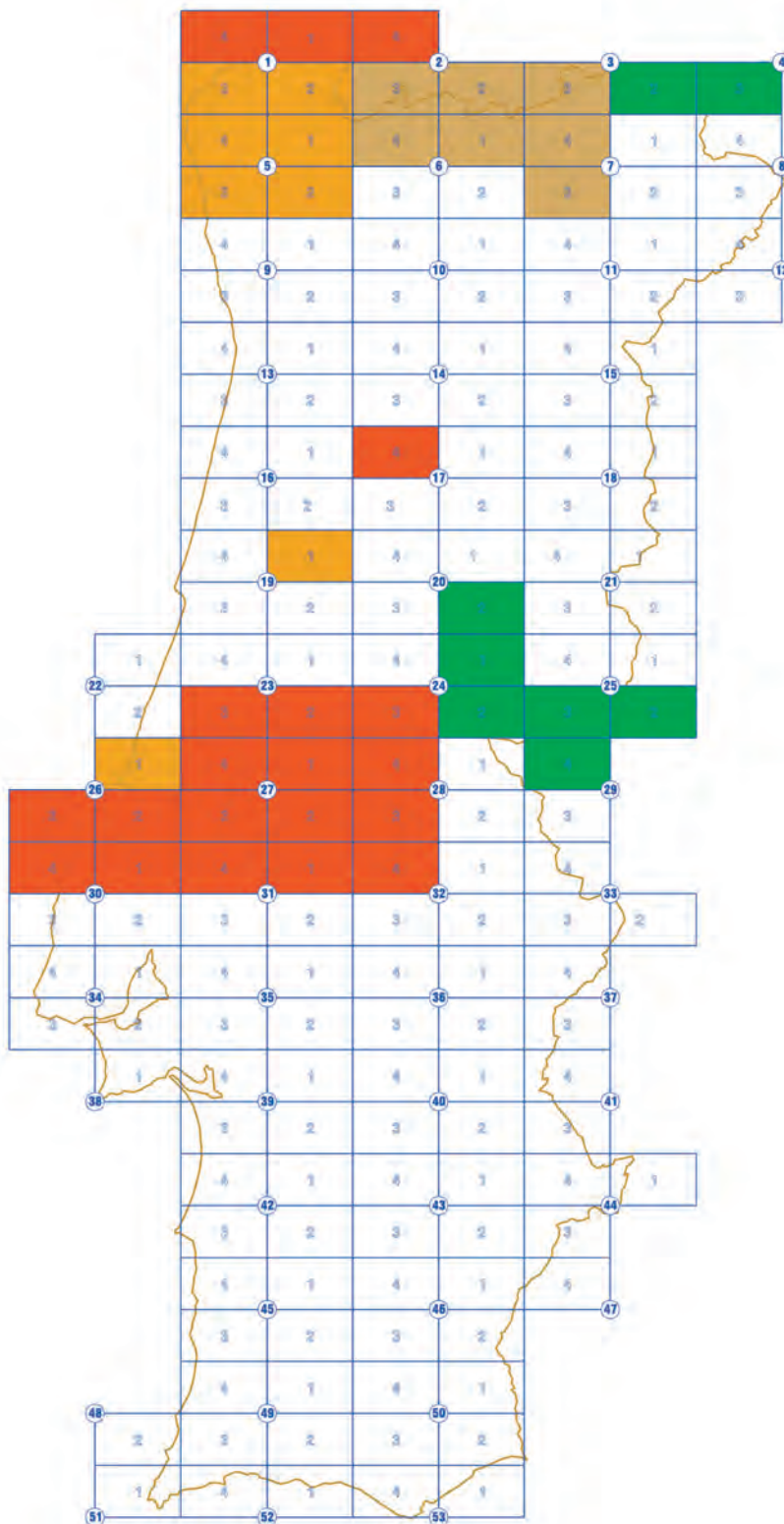
Legenda

- 2014 (32 folhas)
- 2015 (31 folhas)
- 2016 (35 folhas)
- 2017 (34 folhas)

Novas Edições 2014/2017

Novas Edições 01/01/17 a 31/12/17

- 26-1 Alcobaça
- 1-2 Arcos-de-Valdevez
- 1-3 Caminha
- 5-1 Ponte da Barca
- 5-2 Braga
- 5-3 Barcelos
- 5-4 Viana do Castelo
- 19-1 Coimbra (Penacova)



Legenda

- 2014 (7 folhas)
- 2015 (20 folhas)
- 2016 (8 folhas)
- 2017 (8 folhas)





Centro de Informação
geoespacial
do Exército

Av. Dr. Alfredo Bensaúde 1849-014 Lisboa
Tel: 21 850 53 00 | Fax: 21 850 53 90
E-mail: igeoe@igeoe.pt | Web: www.igeoe.pt