



**Neste número:**

- ★ Planeamento de Pontos Fotogramétricos no *Google Earth*
- ★ Implementação de um sistema de restituição em ambiente SIG na Secção de Fotogrametria
- ★ Levantamento topográfico e produção cartográfica das instalações do IGeoE
- ★ Curso de Cartografia Digital 2010
- ★ Conversão para formato SIG da folha 27-4 da série M7B3, escala 1:50.000
- ★ Curso de Fotogrametria 2010



ISSN

0872 - 7600

Propriedade

Instituto Geográfico do Exército

Av. Dr. Alfredo Bensaúde, 1843-014 LISBOA

Tel. – 21 850 53 00

Fax – 21 853 21 13

E-mail – [igee@igee.pt](mailto:igee@igee.pt)

Sítio – [www.igee.pt](http://www.igee.pt)

Director

Álvaro Estrela Soares

Coronel de Artilharia

Coordenação das Notícias

Manuel Alves dos Santos

Maior de Infantaria

Grafismo e Paginação

Good Dog Design

Impressão

SecurityPrint

Tiragem

1 000 Exemplares

## Índice

Editorial.....	3
Planeamento de Pontos Fotogramétricos no Google Earth.....	4
Maj. Art. Rui Alberto Ferreira Coelho Dias	
Maj. Art. Rui Francisco da Silva Teodoro	
Alf. PC Ana Teresa Nunes Marques	
SOU SGE José Manuel Borges Teixeira Dias	
Implementação de um sistema de restituição em ambiente SIG na Secção de Fotogrametria.....	9
Maj. Art. Rui Alberto Ferreira Coelho Dias	
SOU SGE José Manuel Borges Teixeira Dias	
Levantamento topográfico e produção cartográfica das instalações do IGeoE.....	14
Capitão Art. Jic. Eng. Geográfica Ricardo José Santos Moreira	
Curso de Cartografia Digital 2010.....	27
Major VF Manuel Dias	
Major VF Manuel Santos	
1º Sarg. PESSOC Gabriel	
Conversão para formato SIG da folha 27-4 da série M7B3 escala 1:50.000.....	32
Tibce José Paulo	
Aferes PC Eng. Topógrafo	
Curso de Fotogrametria 2010.....	38
Capitão Inf. Pedro Manuel Cardoso da Costa	
Notícias do IGeoE.....	46



Instituto  
**geográfico**  
do Exército

# Desenhamos os caminhos do futuro

...com qualidade, rigor e inovação

- mdt
- vector
- raster



- igeoe-sig
- servir



- cartas topográficas
- mapas de estradas



- fotografia
- ortofotocartas
- imagem de satélite

cartografia clássica  
informação geográfica  
serviços web  
imagem



## Editorial

O Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), ao longo dos 78 anos da sua existência, tem vindo a afirmar-se como uma organização moderna e inovadora, constituindo-se como referência no âmbito da produção de informação geográfica, no panorama nacional como internacional.

A procura, desenvolvimento e implementação de novas plataformas tecnológicas, induziu o Instituto na adopção de diferentes metodologias de produção, daí resultando produtos com maior qualidade e precisão. O facto do IGeoE possuir um Sistema Integrado em Qualidade, em Ambiente e em Segurança e Saúde no Trabalho, certificado de acordo com as normas internacionais ISO 9001, ISO 14001 e OSHAS18001, respectivamente, constitui uma importante ferramenta de gestão que permite acompanhar e melhorar os vários processos que decorrem no Instituto, bem como garantir a concepção, o desenvolvimento e a produção de informação geográfica que satisfaça as necessidades e requisitos dos seus utilizadores.

Perante a actual conjuntura económica que o País atravessa, as dificuldades e condicionaisismos que se deparam ao Instituto são acrescidas devido à redução dos seus recursos humanos, verificada nos últimos anos, particularmente sentida no que respeita aos funcionários civis que desempenhavam funções nas áreas técnicas. Dada a especificidade da actividade desenvolvida pelo IGeoE, no campo técnico e científico, é fundamental garantir as capacidades e competências dos seus recursos humanos, através da passagem a novos colaboradores da experiência do saber fazer e do conhecimento implícito, com o objectivo de assegurar o desenvolvimento de importantes valências que têm conotado o Instituto como um organismo militar de excelência e de referência para o Exército e para o País.

Neste contexto, foi necessário proceder a oportunas mudanças internas, aplicando uma gestão criteriosa dos recursos disponíveis, de modo a encontrar e implementar soluções que promovam a optimização e racionalização dos meios, procurando não afectar o moral e bem estar por forma a melhorar os níveis de motivação e empenho dos efectivos do IGeoE no cumprimento da sua missão primordial, nomeadamente, a produção da carta militar à escala 1:25.000, por definição considerada a carta base de Portugal.

Também se reveste de grande importância o esforço e empenho dispendido, quer no apoio a exercícios militares através da nossa Unidade de Apoio Geospacial, quer na prossecução dos vários projectos em curso no Instituto, designadamente, o "CARTMIL" e o "SERVIR", no âmbito do PIDDAC, os quais através do seu financiamento permitem investir em hardware e software necessários para modernizar a cadeia de produção cartográfica e melhorar a eficiência e eficácia da informação geográfica produzida. De salientar ainda a importância dos projectos "CARTGEN" e "APGEO", no âmbito da Investigação e Desenvolvimento, por permitirem o estudo de aplicações, tendo por base a inovação científica e tecnológica, bem como a disponibilização de novas capacidades e valências.

Em suma, o Instituto Geográfico do Exército tem conseguido ultrapassar e responder às actuais solicitações, concretizando as suas actividades que anualmente planeia, devido a uma prática corrente de gestão por objectivos, o que permite tornar mais funcional e dinâmica a organização, contribuindo para o melhor cumprimento das suas missões e afirmando-se como um modelo de Excelência e de Boas Práticas.

*O Director*

# Planeamento de Pontos Fotogramétricos no Google Earth

Rui Alberto Ferreira Coelho Dias  
Maj. Art  
ruidias@igeoe.pt

Rui Francisco da Silva Teodoro  
Maj. Art  
rteodoro@igeoe.pt

Ana Teresa Nunes Marques  
Alf. RC  
atmarques@igeoe.pt

José Manuel Borges Teixeira Dias  
SAJ SGE  
jmdias@igeoe.pt

*A Aerotriangulação é um processo fundamental para a produção da Carta Militar 1/25000, série M888, sendo o planeamento de Pontos Fotogramétricos (PFs) uma das fases deste processo. Tentando tirar o melhor partido das novas tecnologias disponíveis, efectuou-se o planeamento de PFs utilizando o Google Earth. Este método revelou-se vantajoso pois permite o planeamento dos PFs antes da recepção do voo fotogramétrico (reduzindo o intervalo temporal entre o voo e o início da restituição), ter uma perspectiva geral da distribuição dos PFs no bloco a aerotriangular e elimina a necessidade de se trabalhar com imagens digitais sem comprometer as tarefas subsequentes.*

## Introdução

Na primeira década do novo milénio assistiu-se a uma evolução tecnológica que permitiu massificar o uso de informação geográfica. A utilização generalizada das câmaras aéreas digitais, com dados de orientação externa de cada fotografia (coordenadas do centro de projecção e ângulos  $\omega$ ,  $\phi$  e  $\kappa$ ), obtidos através de *Global Navigation Satellites Systems* (GNSS) e *Inertial Measurement Unit* (INS) e um aumento substancial da capacidade de armazenamento e processamento das fotografias aéreas digitais permitiu automatizar e sistematizar todo o processo de processamento das imagens para disponibilização ao público. Apesar de tudo isso, o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) considera que a aerotriangulação convencional e a utilização de pontos fotogramétricos (PFs) nas aerotriangulações continua a ser o processo mais fiável para ser utilizado na produção da Carta Militar 1/25 000, Série M888.

O planeamento de PFs é uma das fases fundamentais do processo. Na sua escolha, para além de se terem em consideração as características de um bom PF (bons acessos, objectos angulares, contraste entre materiais, junto ao solo, etc) este deve também ser visível no maior número de fotografias possível. Para além disso, é também necessário efectuar uma distribuição uniforme por todo o bloco e de forma a garantir a cobertura total da sua área. Sempre que possível, devem ser marcados nas proximidades de um Vértice Geodésico (VG) pois, como durante o apoio fotogramétrico também são coordenados alguns VG's (2 por folha 1/25 000), é importante reduzir o tempo

de deslocamento durante essa fase.

Este processo toma-se, assim, bastante complexo e moroso quando se trabalham blocos de 44 folhas 1/25 000, Série M888 e 7600 imagens de 300 MB, cada.

Desta forma, tomou-se necessário utilizar uma ferramenta para otimizar este processo. A ferramenta escolhida foi o *Google Earth*, também ela fruto da evolução tecnológica na última década.

### Planeamento de Pontos Fotogramétricos

Esta tarefa foi iniciada com a preparação de toda a informação a disponibilizar aos colaboradores da Secção de Fotogrametria (SFotog) do IGeoE que iriam efectuar o planeamento. Assim, começou-se por preparar um ficheiro para o *Google Earth* (*kml*) com a informação considerada necessária para a tarefa designadamente: enquadramento da folha 1/25 000, Série M888, informação raster da cartografia 1/25 000, centros de projecção das fotografias aéreas, área de cada fotografia e vértices geodésicos (Fig. 1).

O Enquadramento da Carta 1/25 000 permitiu definir a área de trabalho para cada elemento da SFotog. Os centros de projecção e a área de cada fotografia foram utilizados para identificar as zonas preferenciais para a escolha de PFs (Fig. 2 – a verde áreas de planeamento e a vermelho áreas restritivas). O raster da folha 1/25 000 foi utilizado para confirmar pormenores pouco perceptíveis na imagem de satélite do *Google Earth*. Os Vértices Geodésicos foram utilizados como informação adicional como explicado anteriormente.

Foi, também, disponibilizado um esquema com a distribuição geral de PFs por folha 1/25 000 (Fig. 3).

Na posse de todos estes elementos, cada operador da SFotog planeou os pontos fotogramétricos à sua responsabilidade e assinalou cada um deles com um placemark colocando, no campo *Name*, a designação do PF e, no campo *Description*, uma breve descrição do PF (Fig. 4). O resultado final de cada operador foi um *kml* com todos os PFs planeados, separados por folha 1/25 000.

Depois de concluído este planeamento pelos elementos da SFotog, foi necessário proceder à inte-

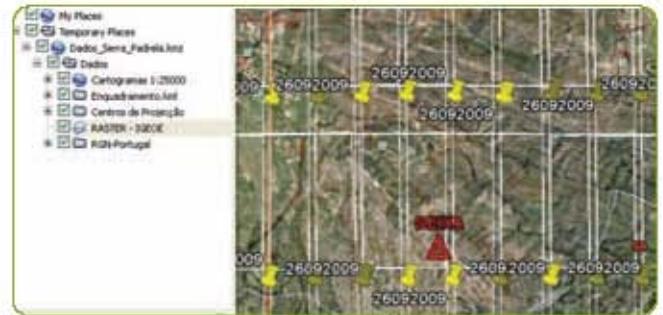


Figura 2 – Dados Planeamento Bloco Serra da Padrela

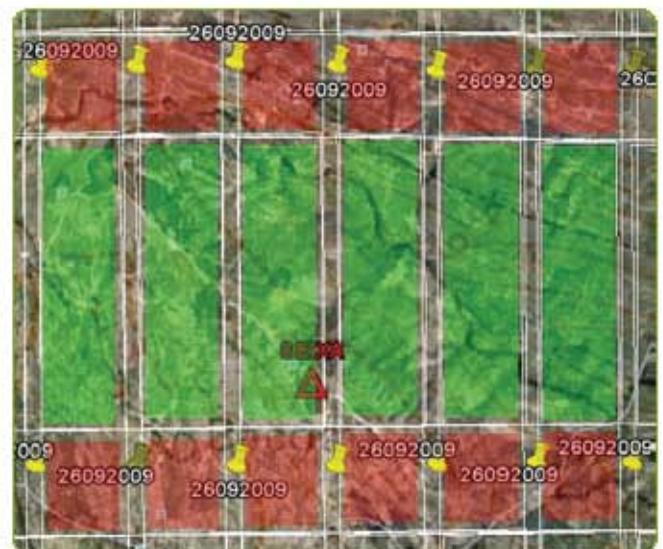


Figura 2 – Áreas de planeamento

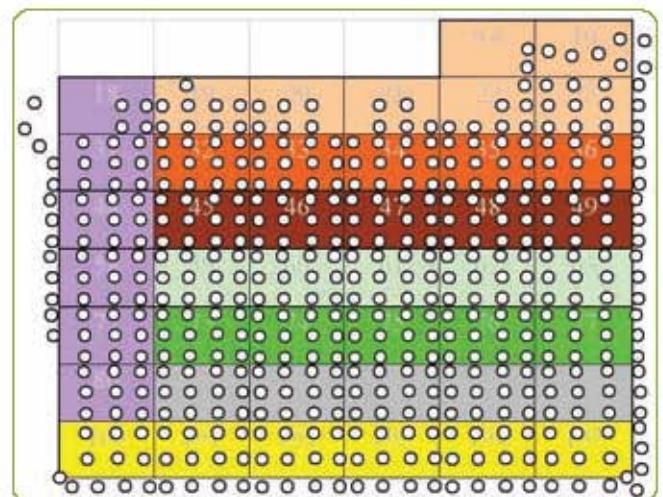


Figura 3 – Distribuição Geral PFs



Figura 4 – PFs planeados da Folha 77



Figura 5 – Integração de Pfs

gração de todos os PFs (Fig. 5). Nesta fase, a preocupação foi garantir que não existem PFs demasiado próximos nas zonas de fronteira entre as áreas adjacentes atribuídas a cada operador e, por outro lado, que não existam áreas com lacunas.

Simultaneamente, cada PF foi carregado numa base de dados com os campos: designação, descrição, extracto da imagem do *Google Earth* (imagem de satélite e *placemark*), extracto da Carta Militar (também com *placemark*) (Fig. 6), afim de gerar os impressos de campo para o apoio fotogramétrico. Foram também marcadas na Carta Militar (em papel) as localizações planeadas para todos os PFs.

**Apoio Fotogramétrico-Bloco Serra Padrela - 2010**

Nº PF	Altura	Objecto	Folha
024A			1/25000
Nº Foto			10
Descrição			
Verde N do muro do cemitério			
Extracto Orto			
Extracto M888			

Figura 6 – Impresso de Campo

### Impacto da metodologia adoptada

Não sendo a escolha de PFs um processo terminal, ou seja, sendo um processo cujo resultado serve de *input* a outros processos, foi também analisado o impacto da metodologia adoptada no processo de aquisição de dados para a Carta Militar 1/25000, Série M888. Face a toda a experiência do IGeoE, considerou-se que o planeamento de PFs é um processo cujo resultado se faz sentir no apoio fotogramétrico e na aerotriangulação.

### Apoio de campo

O apoio de campo cujo objectivo é a aquisição de coordenadas tridimensionais dos PFs decorreu no

período entre 6 e 13 de Abril de 2010. Envolveu cinco equipas, cada uma delas constituída por um graduado (Oficial ou Sargento), um condutor, a respectiva viatura e material de topografia, tendo-se adquirido coordenadas de 552 pontos. As coordenadas foram obtidas utilizando equipamentos receptores *Trimble 5700* e *RB*, operando em modo *Real Time Kinematic (RTK)*, em modo rede, recorrendo à constelação de satélites quer do sistema *GPS* (para os equipamentos *Trimble 5700*), quer do sistema *GPS* e *Glonass* (para os receptores *Trimble RB*). As correções diferenciais foram calculadas pelos servidores de cálculo da rede *SERVIR* tendo sido transmitidas aos receptores via telemóvel através da rede *GPRS*. Para os pontos em que não foi possível utilizar a técnica *RTK*, utilizou-se a técnica Rápido-Estático, com tempos de ocupação no ponto a medir de 10 minutos, obrigando esta a um pós-processamento em gabinete. Neste caso foi criada uma *Virtual Reference Station (VRS)* nas vizinhanças do ponto medido. De seguida, foi pedido ao *SERVIR* que gerasse ficheiros *RINEX* para aquela localização. Estes ficheiros foram depois utilizados no pós-processamento. As precisões dos pontos medidos quer na componente planimétrica quer na componente altimétrica situaram-se abaixo do centímetro o que é bastante aceitável e levará a que os resultados nas fases posteriores da cadeia de produção sejam também melhores.

No que respeita à transformação para cotas ortométricas das altitudes elipsoidais medidas, numa primeira fase, a opção foi por considerar uma ondulação do geóide média para a região em trabalho, resultado da comparação entre a altitude elipsoidal medida e a cota ortométrica conhecida para um conjunto de vértices geodésicos pertencentes à rede geodésica nacional. Posteriormente, a opção foi considerar o modelo de geóide existente para Portugal (disponível para *download* no sítio do Instituto Geográfico Português) uma vez que as diferenças entre os valores da ondulação do geóide fornecidos por este modelo e os valores calculados não eram significativas.

As principais dificuldades encontradas foram a desadequação entre as imagens provenientes do *Google Earth* e a realidade. No campo verificou-se



Figura 7 – Levantamento de PF com equipamento *Trimble RB*

que, em alguns casos, as imagens sobre as quais foi efectuado o planeamento da Secção de Fotogrametria já não reflectiam a realidade presente. Neste caso foi necessário escolher outro ponto na vizinhança ou efectuar uma actualização àquele que tinha sido originalmente escolhido. Outra dificuldade está relacionada com a acessibilidade aos pontos. Esta situação foi mais premente na zona do Parque Natural da Peneda-Gerês onde foi necessário efectuar alguns quilómetros a pé ou de viatura mas por itinerários alternativos para chegar aos pontos seleccionados. Em alguns casos, poucos, os pontos encontravam-se efectivamente inacessíveis.

### Aerotriangulação

O processo de triangulação aérea (TA) foi em todo semelhante aos métodos tradicionalmente adoptados pela SFotog. A identificação dos pontos fotogramétricos nos modelos estereoscópicos não levantou qualquer dúvida ou problema.

Contudo, foram detectadas algumas situações que influenciam a precisão de leitura de alguns pon- ➤

tos escolhidos no *Google Earth*, com imagens mais antigas do que aquelas que foram aerotrianguladas. São exemplo disso, situações em que os pontos escolhidos cumpriam todos os requisitos de um PF, com a informação disponível para planeamento, mas que, nas imagens a aerotriangular, deixavam de cumprir esses requisitos. Isto deve-se ao facto de existir um grande intervalo temporal entre as datas de obtenção das imagens (as imagens satélite do *Google Earth* e as fotografias aéreas aerotrianguladas, para restituição), assim como entre estas e a data em que foi executado o apoio fotogramétrico.

Apresentam-se dois exemplos para uma melhor compreensão do parágrafo anterior.

#### Exemplo1: (PF\_298)



Figura 8

Figura 9

Figura 10

Na fotografia aérea (*Fig. 9*) uma árvore tapa o vértice do edifício e, quando o PF foi coordenado, a árvore encontrava-se com pouca folhagem e tinha sido podada (*Fig. 10*).

#### Exemplo2: (PF\_321)



Figura 11

Figura 12

Figura 13

Na fotografia aérea (*Fig. 12*) uma latada de vinha tapa o muro e, quando o PF foi coordenado, já as plantas não tinham folhagem (*Fig. 13*)

De um universo de 425 PF's, situações semelhantes às descritas anteriormente ocorreram não mais do que uma dezena de vezes, não comprometendo o resultado final da TA.

Uma outra situação que ocorreu foi aquando do planeamento. Na informação disponível não existia

qualquer elemento que pudesse projectar a sua sombra sobre o PF mas, entretanto, surgiu uma árvore ou outro elemento cuja projecção da sombra fica sobre o PF, o que dificulta a sua leitura, como se pode ver no exemplo abaixo.

#### Exemplo 3:(PF\_o68)



Figura 14



Figura 15

#### Conclusões

A metodologia adoptada permitiu agilizar o processo de planeamento de pontos fotogramétricos, eliminando a necessidade de trabalhar com as imagens digitais provenientes do voo fotogramétrico sem prejuízo das tarefas que se seguiram e apesar do maior grau de desactualização e menor resolução das imagens de satélite do *Google Earth*, em relação às do voo fotogramétrico. Para além disso, tem a vantagem de se poder obter uma perspectiva global de todos os pontos planeados.

No futuro, caso se opte novamente por esta metodologia, as situações que criaram algumas dificuldades durante a aerotriangulação poderão ser corrigidas na execução dos trabalhos de campo. Para isso, durante a execução do Apoio Fotogramétrico, caso se constate que um determinado PF deixou de reunir todos os requisitos, ou caso possa ter havido algum período do ano em que não os cumpria, deverá então ser coordenado outro PF diferente do planeado, na mesma área, que garanta que os requisitos são cumpridos, durante todas as épocas do ano.

Este método possibilita também efectuar o apoio fotogramétrico apenas com as coordenadas dos centros de projecção e a dimensão da foto no terreno, dados estes que, geralmente, estão disponíveis antes das fotografias permitindo, deste modo, reduzir o tempo entre o voo e o início dos trabalhos de restituição.

# Implementação de um sistema de restituição em ambiente SIG na Secção de Fotogrametria

## Introdução

De acordo com a Associação Cartográfica Internacional, Cartografia é o “conjunto dos estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que intervêm na elaboração das cartas a partir dos resultados das observações directas ou da exploração de documentação, bem como na sua utilização”, podendo a cartografia digital considerar-se como o ramo da cartografia que trata das cartas digitais. Assim, a cartografia digital é o conjunto de processos relativos ao tratamento de dados para a elaboração de cartas recorrendo ao uso intensivo de sistemas informáticos.

Foi no decurso do ano de 1978, que o IGeoE instalou o primeiro sistema integrado de cartografia automática, o primeiro da Península Ibérica e o terceiro da Europa, desde a fase de aquisição, passando pelo processamento, até à saída dos dados.

Actualmente, a cadeia de produção do IGeoE assenta essencialmente em ambiente CAD (*Computer Assisted Design*), sendo depois complementada com ferramentas de SIG (Sistemas de Informação Geográfica).

A produção de cartografia constitui, no século XXI, acima de tudo, um passo intermédio cujo objectivo final é a integração da cartografia numa base de dados geográfica, num formato (raster ou vector), que seja passível de ser explorado por ferramentas SIG, pelo que, a possibilidade de restituir em ambiente SIG é, desde logo, uma enorme vantagem. Assim, duran-

●●●●● Rui Alberto Ferreira Coelho Dias  
Maj. Art  
ruidias@igeoe.pt

●●●●● José Manuel Borges Teixeira Dias  
SAJSGE  
dias.jmbt@mail.exercito.pt

*Na busca de soluções de inovação e evolução na cadeia de produção do IGeoE, a Secção de Fotogrametria testa um novo sistema de restituição em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), na produção da Carta Militar, Série M888, escala 1/25000, em consonância com uma crescente solicitação de informação digital integrada em sistemas de informação geográfica.*

te o ano de 2009, o IGeoE decidiu encetar uma experiência na Secção de Fotogrametria (SFotog), a restituição em ambiente SIG, utilizando para o efeito o *software* da Datem "Summit Evolution".

### Pressupostos iniciais

Na fase inicial deste estudo pretende-se que não haja nenhuma "quebra" no actual processo produtivo, pelo que os dados adquiridos em ambiente SIG teriam de ser os mesmos e visualmente idênticos aos adquiridos em ambiente CAD. Foi, por isso, necessário criar simbologia para *ArcGIS*, para todos os objectos constantes do catálogo de objectos do IGeoE idêntica à existente em CAD. Foi também assumido que o catálogo de objectos a utilizar seria semelhante ao utilizado em CAD, não tirando por isso proveito de todas as potencialidades de um SIG. Por isso a *Geodatabase* (GDB), utilizada para a aquisição de dados tridimensional na SFotog, é uma compilação dos objectos existentes no Catálogo de Objectos do IGeoE. Pela razão exposta, sendo que, no futuro, se for este o caminho a seguir pelo IGeoE esta estrutura terá naturalmente que ser reformulada de forma a potenciar as capacidades de um SIG.

### Metodologia adoptada

O teste iniciou-se com a definição da GDB (Base de Dados Geográfica) de acordo com os pressupostos iniciais, ou seja, cada elemento do Catálogo de Objectos corresponde a uma *feature class* e o sistema de referência definido é o utilizado na aquisição de dados pelo IGeoE (WGS84 Mil itares)

Seguiu-se a criação da simbologia idêntica à utilizada na aquisição de dados, para todos os elementos do catálogo de objectos. Para isso, foram colocados os referidos elementos do catálogo de objectos do IGeoE num ficheiro dgn (em *MicroStation*), com a simbologia em uso, tendo sido posteriormente convertido em tif à escala 1:12500. Esse tif serviu como "base" de tra-

balho no *ArcMap* que, juntamente com o ficheiro de configuração do *plot* (25\_pg8.pen), permitiram afinar toda a simbologia, para que o resultado final correspondesse à utilizada em ambiente CAD.



Figura 2 – Geodatabase utilizada

A simbologia criada será aplicada em todas as folhas da Série M888, adquiridas em ambiente SIG, e irá permitir que a informação adquirida neste formato seja, durante os trabalhos de completagem, pela Secção de Topografia, interpretada sem necessidade de qualquer adaptação.



Figura 3 – Definição da símbolo de Bomba de Combustível

O controlo dos dados e a forma como se define qual o elemento a adquirir são fundamentais na aquisição dos dados para que não haja lugar a objectos adquiridos com as características erradas. Por isso, adoptou-se para a inserção dos comandos o controlador *Keypad*. O *Keypad* é um collector de comandos que envia para o *ArcMap* o comando definido na célula clicada. O *Keypad* pode conter várias folhas e

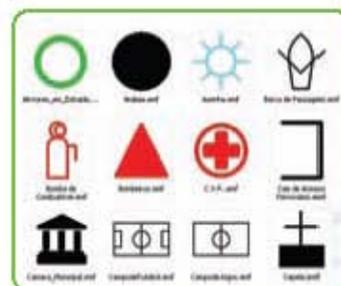


Figura 3 – Exemplos de simbologia criada

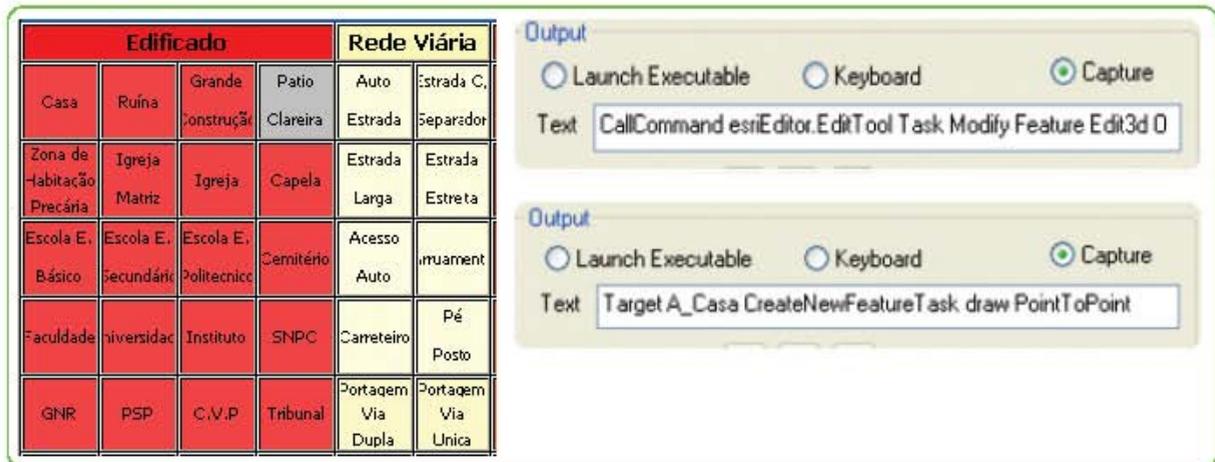


Figura 4 – Extracto do controlador Keypad e exemplos de comandos

cada uma tem 252 células que contêm uma ou mais instruções, sendo bastante simples a inserção e / ou alteração dos comandos.

Foram configurados 201 comandos no Keypad, um por cada elemento do Catálogo de objectos do IGeoE, tendo sido agrupados por temas, atribuindo uma cor diferente a cada tema, para permitir ao operador localizar mais facilmente qual o objecto que pretende adquirir (Fig. 4)

Depois de terminada a construção do Keypad, foram testados todos os comandos para verificar se cada botão executava a acção pretendida, pois só deste modo se teve a garantia de que cada elemento seria adquirido de acordo com as suas características.

A solução adoptada permite também a configuração do rato de restituição (ZI Mouse), adaptando-o assim ao operador de fotogrametria. Foram configurados botões para alterar a velocidade do 3D Mouse, Data Point e Reset, para alternar entre Data Point Line e Streamline, esquadria, entre outros.

Sempre que o snap está activo, o ArcMap tenta constantemente "agarrar" aos objectos que se encontram dentro do perímetro de um anel, o que torna o sistema mais lento. Esta situação foi ultrapassada através do recurso à configuração de um botão do ZI Mouse que desliga (desactiva) o snap e volta a ligá-lo quando se pretende.

Na SFotog está actualmente em restituição o bloco do Porto. Desse bloco foram restituídas, com

esta solução, as Folhas 1:25000 n<sup>o</sup> 082, 096 e 109, Série M888. Após a restituição destas folhas, foram efectuadas as respectivas saídas gráficas, e comparadas com saídas efectuadas a partir do Microstation. Foi também comparado o tempo gasto na restituição por este processo com o tempo gasto na restituição em ferramentas de CAD (ISSD para MicroStation).

As saídas gráficas, geradas a partir do ambiente SIG, distinguem-se das criadas a partir do ambiente CAD, essencialmente no preenchimento das áreas, o que facilita a interpretação dos elementos na fase seguinte do ciclo de produção cartográfica, a completagem. Relativamente a elementos lineares e pontuais não existem diferenças significativas.

No que diz respeito ao tempo de restituição, após algum período de adaptação do fotogrametrista não haverá grande diferença em virtude do ambiente de restituição.

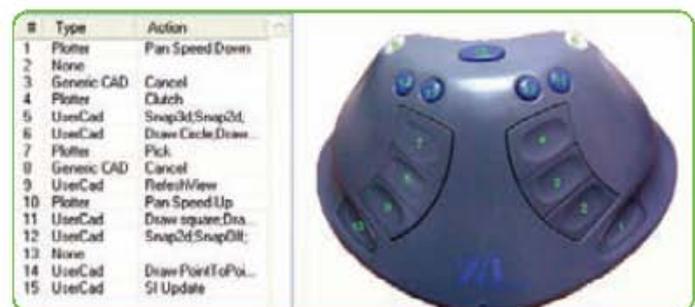
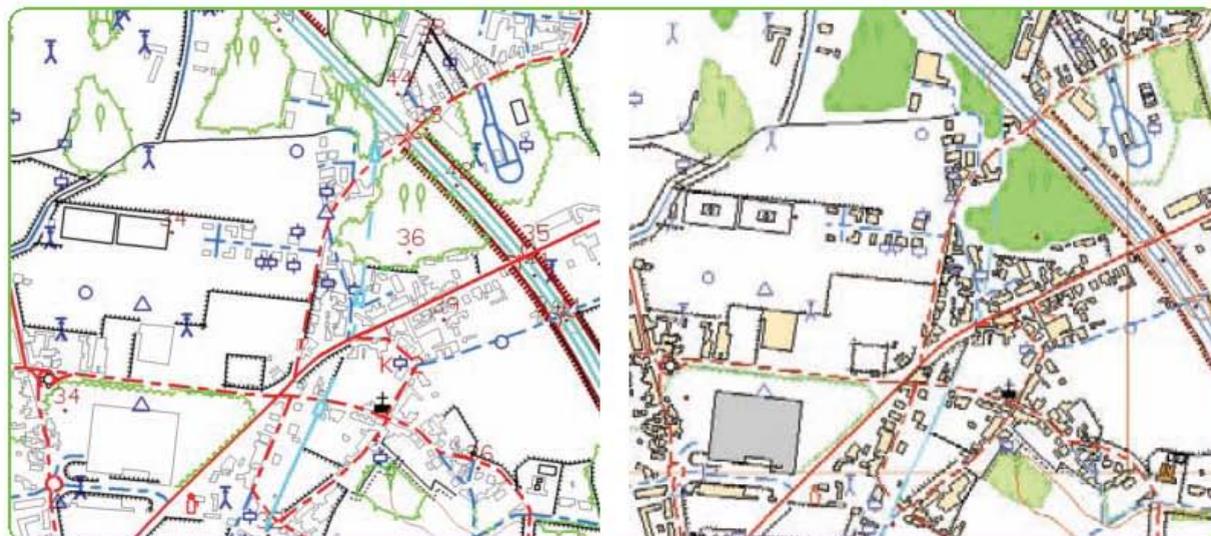


Figura 5 – Configuração do ZI Mouse





■ Figura 6 – Saídas gráficas (CAD à esquerda, SIG à direita)

### Características da solução adoptada

A solução adoptada apresenta várias vantagens relativamente à solução em CAD. No ambiente tridimensional proporcionado pelo *Summit*, a transição entre modelos estereoscópicos é efectuada de forma automática e sem intervenção do operador, enquanto que em CAD o operador tem que interromper a restituição e mudar manualmente de modelo. Esta capacidade permite, para além da fluidez da restituição, que a aquisição de um elemento que se prolongue por vários modelos, seja adquirido de uma forma contínua, ou seja, um elemento único. São exemplos frequentes dessa situação: vias de comunicação (auto-estradas, etc), limites de vegetação e rios de duas margens, entre outros.

É possível também alternar o modo de aquisição (*stream*, arco, círculo e ponto a ponto) dentro do mesmo comando e adquirir apenas alguns vértices de um objecto com esquadria. Permite também a modificação e ou restituição de um novo elemento aproveitando segmentos de um elemento já existente.

Esta solução distingue-se da implementada em CAD também pela capacidade para restituir em modo anáglifo. Esta função pode ser útil para utilizar, pontualmente, em portáteis.

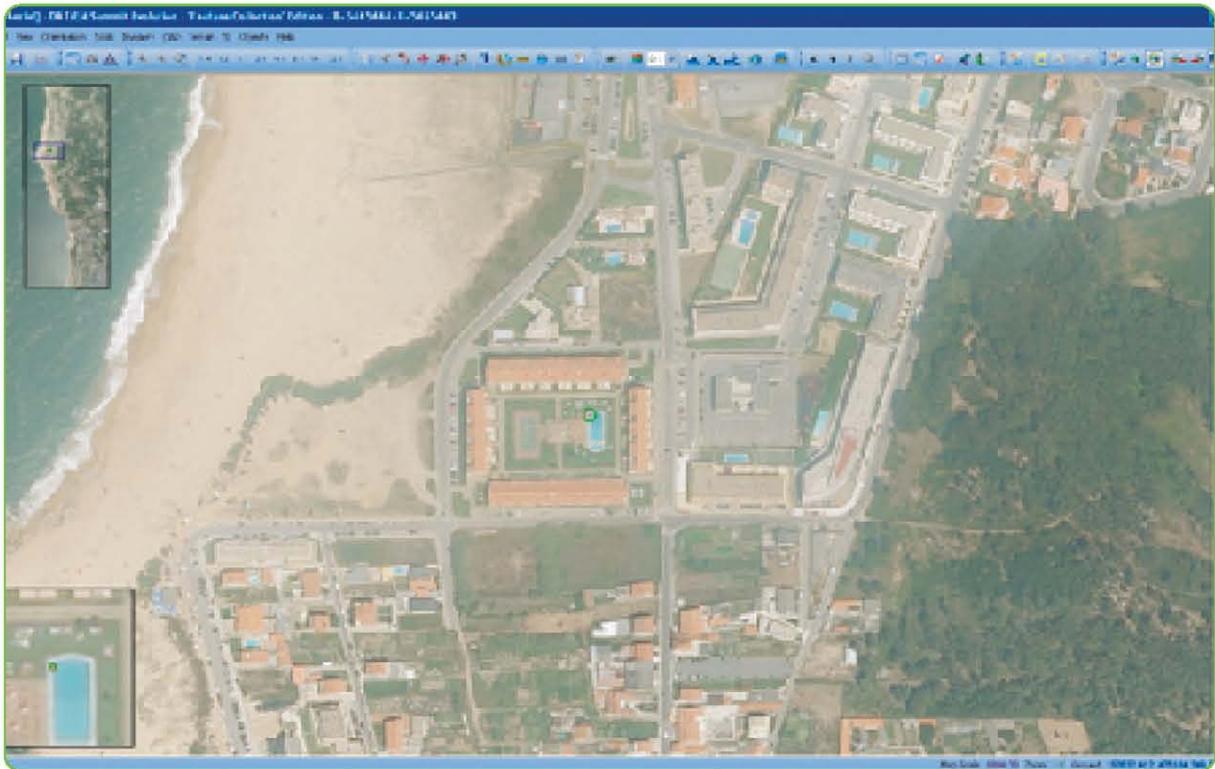
Para manipulação das imagens o *software* utiliza o motor de renderização de imagens *OpenGL* com frames de imagens sequenciais com funcionalidade de subpixel e possui "*Epipolar resampling*" permanente com "*zoom e pan*" em tempo real, quer através de escala constante, quer através de zoom dinâmico com o botão do rato do sistema. O operador tem também ao seu dispor uma vista "*bird's eye*" em stereo e uma janela de "*close-up stereo*" (lupa).

Sendo os *overshots* e *undershots* um dos erros mais frequentes na aquisição de dados, é de todo o interesse desenvolver metodologias que minimizem esses erros. O uso de *snaps* permite diminuir grandemente esse tipo de erros.

### Conclusão

A solução testada (*Summit/ArcGis*) é uma ferramenta poderosa, rápida e intuitiva para restituição fotogramétrica em 3D.

O resultado da restituição em ambiente SIG foi uma GDB para cada folha 1/25 000 em que a estrutura da informação é muito próxima da estrutura final da base de dados geográfica do IGeoE, em especial a geometria dos dados. Por exemplo, todos os



■ Figura 7 – Ambiente de trabalho na aquisição tridimensional em SIG

elementos tipo área (ex: limites de vegetação, áreas delimitadas como areais e pedreiras, entre outros) já foram adquiridos como área, o que não acontece em CAD, sendo necessário efectuar essa transformação após toda a aquisição.

O tempo de restituição das folhas 082, 096 e 109 em ambiente SIG foi semelhante ao tempo dispendido caso as folhas tivessem sido restituídas em CAD, não havendo lugar a qualquer ganho de produtividade

na SFotog. No entanto, quer pelo uso dos *snaps*, quer pelo facto da geometria de cada objecto ser a final, o processo de produção será menos moroso uma vez que a validação da informação terá menos tarefas para executar.

Explorando as capacidades das ferramentas SIG, na aquisição de dados, os dados da série M888, escala 1:25000 poderão ser mais completos, consistentes e coerentes, logo após a aquisição. ■

# Levantamento topográfico e produção cartográfica das instalações do IGeoE

●●●●● Ricardo José Santos Moreira  
Capitão Art. Lic. Eng. Geográfica  
rmoreira@igeoe.pt

*Este artigo pretende divulgar o trabalho inerente ao levantamento topográfico, utilizando várias técnicas de posicionamento, bem como a posterior edição da cartografia da área levantada.*

## 1. Introdução

Pretende-se com a elaboração deste artigo, transmitir de uma forma sintética e simplificada o trabalho de levantamento topográfico e posterior produção cartográfica, desenvolvido no âmbito da disciplina de Projecto de Engenharia Geográfica. Esta cadeira do curso de Engenharia Geográfica, da FCUL (Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa), encerra o primeiro ciclo da formação basilar de um Engenheiro Geógrafo, sendo este um período fundamental de aprendizagem essencialmente prático, vivendo e experienciando, na singularidade da primeira pessoa, todas as dificuldades reais e inesperadas, inerentes ao culminar de um processo de formação.

A elaboração deste projecto, contribuiu em grande medida, para uma consolidação dos conhecimentos de Cartografia, Geodesia e Topografia aprendidos durante a licenciatura de Engenharia Geográfica. Apesar de serem empregues vários conceitos e conhecimentos, que exigiram a necessidade de estabelecer correlações e relembrar algumas noções, não é intenção expor as diversas fundamentações teóricas que já foram aprofundadas, compreendidas e avaliadas durante o curso.

Será transmitido de uma forma abreviada, como foi conduzida a realização prática deste projecto, enumerando as dificuldades sentidas e as soluções encontradas para alguns problemas, preferindo apresentar uma explicação simples e perceptível, geralmente acompanhada por imagens esclarecedoras

do método de trabalho empregue.

Mediante um acordo entre o IGeoE (Instituto Geográfico do Exército) e a FCUL, foi possível a realização da componente prática da disciplina nas instalações do IGeoE.

### 1.1 Enquadramento

O projecto proposto pelo IGeoE, segundo as especificidades da FCUL, foi o levantamento topográfico da área ocupada pelas suas instalações.

A principal preocupação foi a realização de um projecto perfeitamente enquadrado e ajustado aos objectivos da disciplina, seguindo as orientações e o rumo de trabalho definido pelo docente da disciplina.

A realização deste projecto, não resultou de uma necessidade do IGeoE, não acrescentando por isso, mais valias práticas de informação, contributos ao desenvolvimento da produção ou realização de trabalho solicitado. Foi um projecto orientado unicamente para a formação e por esta razão, o apoio prestado e as orientações tiveram necessariamente de se encaixar no rigoroso e exigente ritmo da cadeia de produção do IGeoE.

### 1.2 Objectivos Propostos

O objectivo proposto para este projecto foi o planeamento e materialização de uma rede de apoio para posterior levantamento topográfico de pormenores do IGeoE, culminando na edição de uma carta topográfica segundo as regras de representação topográfica e sua impressão. Em simultâneo, elaborar um modelo digital do terreno da área onde o IGeoE está sediado.

## 2. Poligonal de Apoio

Obtida a concordância de objectivos académicos entre o IGeoE e a FCUL procedeu-se ao reconhecimento físico de toda a área de levantamento, registando as possíveis dificuldades que poderiam surgir. Idealizou-se que os pontos da poligonal de apoio deveriam ser levantados por GNSS (*Global Navigation Satellite System*) e por métodos de topografia clássica.



Figura 2 – Poligonal de apoio para levantamento do IGeoE

Numa primeira análise, houve a preocupação em estudar linhas de vista entre pontos, interferências provocadas pelas edificações e pelas coberturas vegetais.

No terreno, para efectuar a implantação das estações da poligonal foi necessário a confirmação de visibilidade entre estações e que estas permitiam a maior abrangência possível de diversos pontos de levantamento, minimizando ângulos mortos e garantindo sempre que possível uma sobreposição de sectores de observação.

### 2.1 Levantamento em Modo Estático

Os pontos da poligonal foram levantados utilizando o equipamento *GNSS Trimble RB*, registando dados durante uma hora, à taxa de um segundo.

Das dificuldades sentidas, salienta-se que em alguns pontos da poligonal, o edifício do IGeoE e as árvores mais altas, provocaram interferências na recepção do sinal proveniente dos satélites, existindo a necessidade de efectuar uma ocupação do ponto em dias diferentes e em períodos superior a uma hora.

### 2.2 Pós Processamento

Nesta fase surge o primeiro impacto na gestão e tratamento da elevada quantidade de informação necessária para elaborar o processamento dos dados ►►

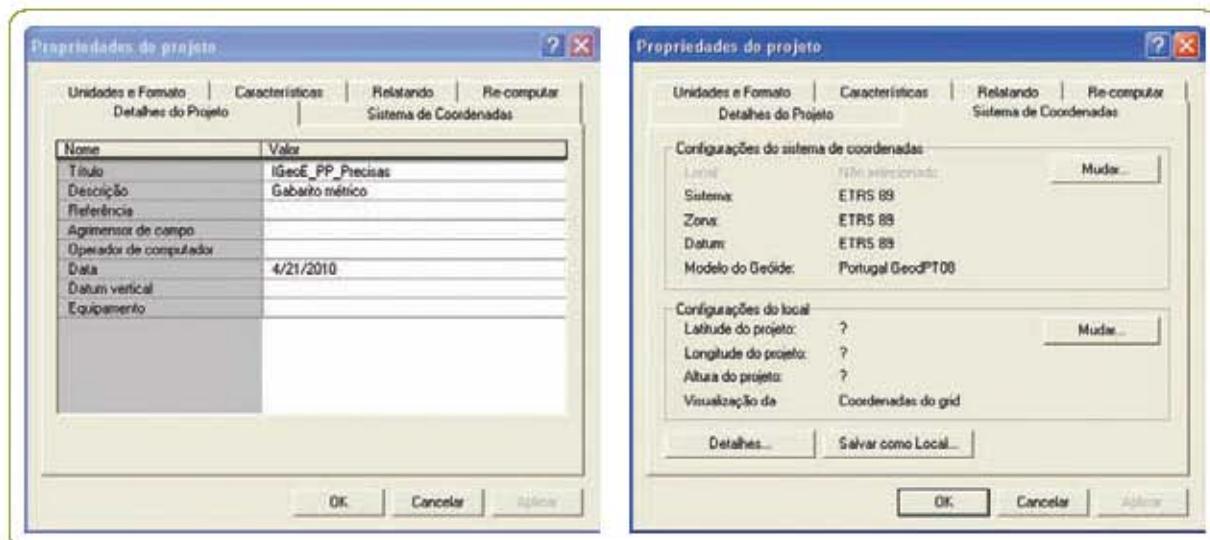


Figura 2 – Utilização da modelação do geóide para Portugal Continental nas propriedades do TGO

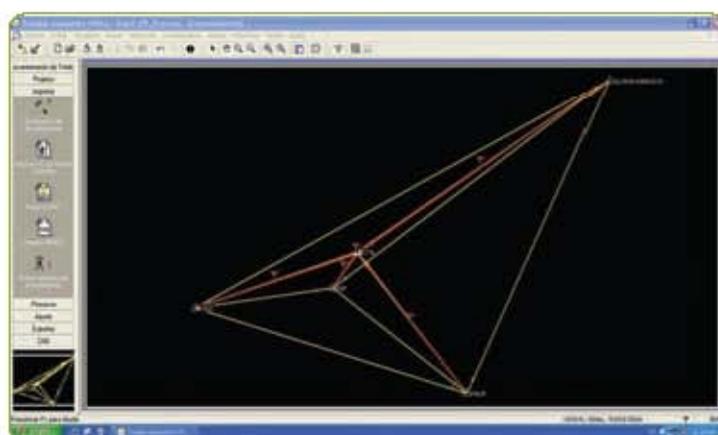


Figura 3 – Área de trabalho do TGO com estações IGP, pontos estação do IGeoE

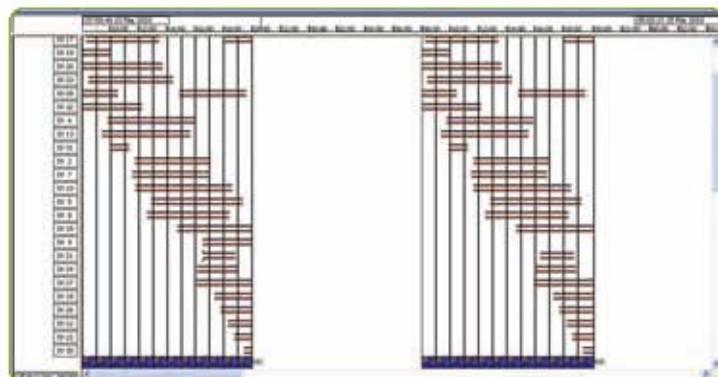


Figura 4 – Refinamento qualitativo da recepção GPS

recolhidos no exterior. Desde início ficou perceptível que era fundamental a organização e sistematização no armazenamento de toda a informação disponível.

Os dados das órbitas utilizados para efectuar o processamento foram as órbitas finais que apenas foram disponibilizadas no site do IGS (*International GPS Service*), cerca de 15 dias após a realização dos trabalhos de exterior. Os dados recolhidos das órbitas compreendiam os dados do dia das observações e dos respectivos dias anteriores e posteriores.

Todo o processamento dos dados utilizou somente as 4 estações do IGP (Instituto Geográfico Português) mais próximas das instalações do IGeoE. Do portal do IGP, descarregou-se os dados de Cascais, IGP, Palmela e Glória do Ribatejo para os respectivos dias de observação e para as horas correspondentes às de observação.

Utilizou-se as estações fixas da ReNEP (Rede Nacional de Estações Permanentes) mais próximas, procurando o envolvimento da área de levantamento, equilibrando a disposição de todos os pontos e simultaneamente, garantindo várias combinações possíveis para o ajustamento da rede.

Admitindo que as estações estão a observar os mesmos satélites, apresentando bases relativamente curtas, foi necessário a recolha de um ficheiro de navegação por cada dia de registos, que não sendo utilizado para o processamento, foi inevitável por imposição do TGO (*Trimble Geomatics Office*) no momento das importações das observações.

No TGO, criou-se um novo projecto, definindo o sistema de coordenadas ETRS-89 e utilizando a modelação do geóide para Portugal Continental, disponível na página da internet do IGP.

A utilização da modelação do geóide, permitiu obter directamente as coordenadas das estações com a altitude ortométrica, facilitando o tratamento de todas as coordenadas obtidas posteriormente.

No final deste processamento foi necessário corrigir todas as linhas de base que ainda estavam a vermelho, desactivando satélites ou tornando inactivo determinados períodos de deficiente recepção de sinal ou ainda alterando o valor do ângulo de máscara.

Por último e após o decurso de todas as correcções, melhorias do processamento e ajustes, procedeu-se à análise do relatório gerado pelo próprio TGO, obtendo-se as coordenadas dos pontos estação da poligonal de apoio, a utilizar no levantamento do IGeoE.

### 2.3 Topografia Clássica

Encarando este estágio como uma excelente oportunidade de aprendizagem teórica, mas fundamentalmente prática, entendeu-se que apesar de ser redundante, seria uma mais valia no aspecto da formação, determinar as coordenadas da poligonal de apoio utilizando o método de topografia clássica. Nesse sentido, após o processamento dos dados GPS, desenvolveu-se novos trabalhos de campo, utilizando a estação total da Leica, medindo somente, ângulos, distâncias e altura da estação.

O método adoptado foi a utilização da caderneta de campo acoplada ao bastão, sendo o mesmo operador a efectuar a verticalização e ocupação do

ponto. No total foram efectuadas três leituras directas e três leituras inversas para cada um dos onze pontos da poligonal. Para os cálculos subsequentes foi considerada a média das seis leituras efectuadas.

De seguida apresenta-se uma tabela com as diferenças obtidas entre as coordenadas da poligonal obtidas por topografia clássica e as coordenadas determinadas por GPS em modo estático.

Recorda-se que todo o posterior trabalho de levantamento da área do Instituto, teve por base a poligonal definida por coordenadas determinadas pelo processamento dos dados GPS, obtidos em modo estático.

Estação	Diferenças Coordenadas			Distância GPS – Topografia Clássica	
	M (m)	P (m)	C (m)	Planimétrica (m)	Total (m)
E1					
E2					
E3	0,1433	0,0746	0,0168	0,1625	0,1624
E4	0,1162	0,0923	0,0068	0,1484	0,1485
E5	0,0793	0,1659	0,0135	0,1839	0,1844
E6	0,0880	0,1339	0,0583	0,1603	0,1705
E7	0,0487	0,1096	0,0724	0,1200	0,1401
E8	0,0590	0,0604	0,0549	0,0844	0,1007
E9	0,0549	0,0336	0,1210	0,0644	0,1370
E10	0,0549	0,0531	0,1126	0,0763	0,1361
E11					

■ Tabela 1 – Diferença entre coordenadas, obtidas por topografia clássica e por processamento GPS

## 3. Levantamento Topográfico

### 3.1 Metodologia Utilizada

Na sua grande maioria, o trabalho de levantamento de pormenor das instalações do IGeoE foram realizadas, utilizando a estação TPS (*Total Station Positioning System*) da Leica. Na prática, o método preferido para agilizar todo o processo, foi estacionar a estação num dos pontos de coordenadas conhecidas da poligonal, percorrendo toda a área circundante visível com o bastão e respectivo prisma óptico 360° da Leica. A gravação dos pontos foi realiza- ►►

da recorrendo ao controlador *RX1200*, que estava montado no bastão de dois metros de altura. Em algumas situações específicas, como locais de acesso limitado, optou-se pela utilização da estação Leica com o distanciômetro no modo laser, não existindo por isso, a necessidade de deslocamento e ocupação do ponto a gravar.

Nas raras situações em que não foi possível a utilização da estação *TPS* da Leica, por dificuldades de obtenção da visada, utilizou-se o *GPS 1200*, montado no bastão, efectuando ligação *RTK (Real Time Kinematic)* à rede *ReNEP*.

### 3.2 Execução de Exterior

Para facilitar o trabalho de exterior, após a criação de um novo trabalho e de estabelecer as configurações de medição adequadas, foi fundamental importar as coordenadas das estações da poligonal de apoio que viriam a ser ocupadas e de criar uma lista de códigos ajustada às características presentes no terreno a levantar.

O procedimento adoptado implica a colocação

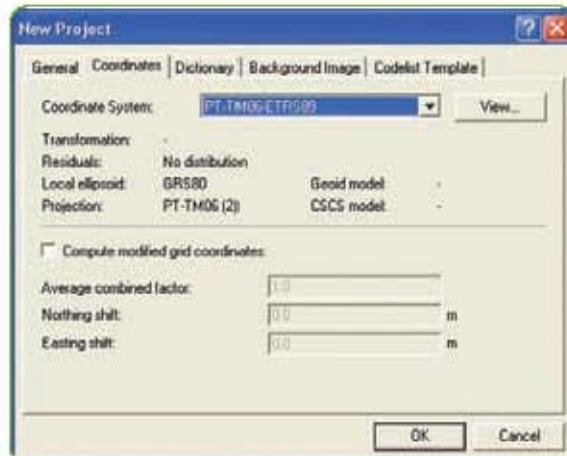


Figura 5 – Definição do sistema de coordenadas do novo projecto LGO

em estação e a orientação do aparelho recomeçando às coordenadas da estação ocupada e às coordenadas de uma estação visível já previamente introduzidas no trabalho.

No menu de "Iniciar a Estação", definiu-se a identificação da estação ocupada, a identificação do

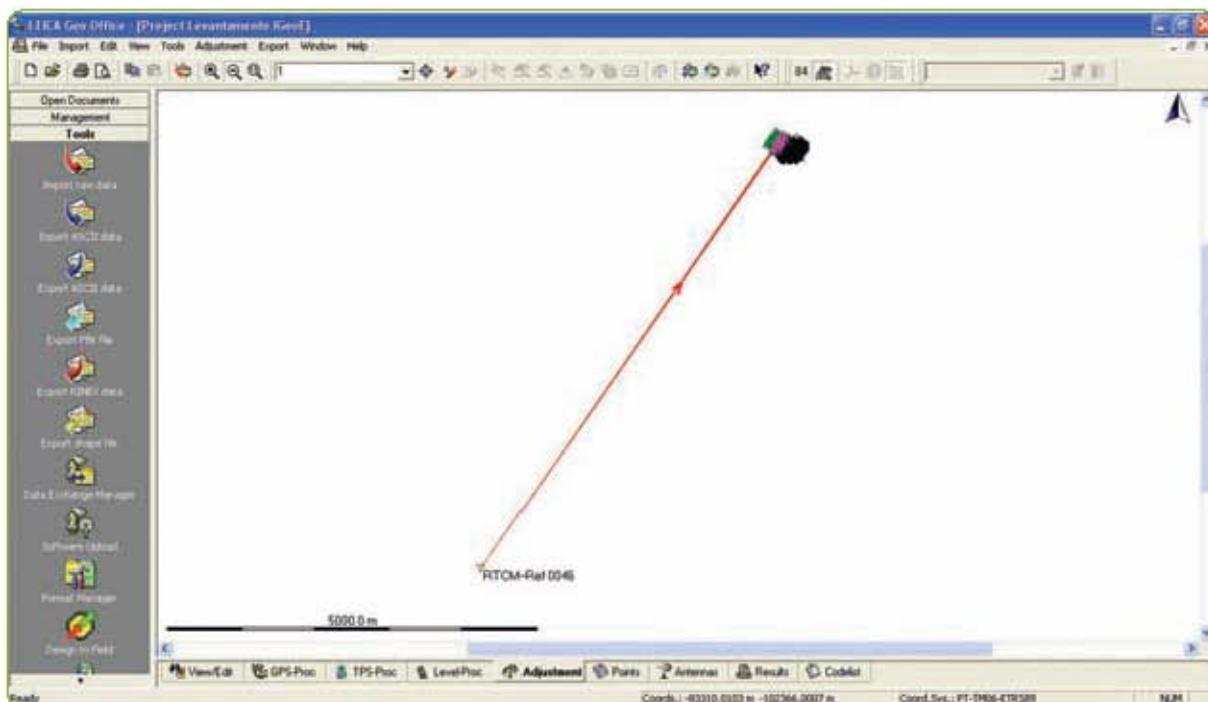


Figura 6 – Ligação à estação da IGP em modo RTK

ponto de orientação ocupado pelo bastão, a altura do aparelho em estação e a altura do prisma óptico.

Após a confirmação de estação bem orientada, percorreu-se os pontos notáveis do terreno, registando todas as medições efectuadas nessa ocupação.

Na totalidade foi levantado uma malha de 2036 pontos, sendo 1061 pontos de elementos materializados no terreno e 975 pontos de cota.

Por impossibilidade de obtenção de visadas, foram efectuadas 16 medições *GPS*, em modo *RTK*.

As correcções em *RTK*, foram efectuadas com ligação à ReNEP através do telemóvel interno do equipamento.

A ocupação *GPS* dos pontos permitiu conhecer as coordenadas, sendo necessário à posteriori transformar a cota elipsoidal fornecida pelo *GPS* em cota ortométrica.

### 3.3 Trabalho de Gabinete

Em Gabinete, foram descarregados todos os ficheiros do trabalho e posteriormente importados para o *LGO* (*Leica Geo Office*).

No *LGO*, após a criação de um novo ficheiro, da definição do seu sistema de coordenadas e do elipsóide a utilizar, procedeu-se através do menu “*Tools*” e “*Import Raw Data*” à importação de todos os dados gravados no trabalho exterior.

Nos vários menus do *LGO*, surgem os dados importados, sendo nesta fase necessário confirmar os valores das estações e dos pontos medidos, analisando a geometria do levantamento e se toda a informação está coerente.

Na *Fig.6*, as linhas a vermelho representam as ligações *RTK* que foram estabelecidas com a ReNEP, com o objectivo de obter as coordenadas de alguns pontos com correcções em tempo real. As correcções em tempo real foram estabelecidas a partir da estação mais próxima da área de levantamento e por isso a estação representada na figura é a estação do IGP.

O trabalho no *LGO* é finalizado com a exportação dos dados para o formato do tipo *.csv*, para tal antes de utilizar o menu “*Export ASCII data*”, foi necessário definir qual o tipo de coordenadas a exportar.

Todo o trabalho de manipulação de coordenadas, listagem de pontos e organização de dados para en-

trar no *Microstation*, foi efectuada nesse novo ficheiro *.csv* convertido em *.xls*.

## 4. Edição dos dados

### 4.1 Metodologia Utilizada

Nesta fase de elaboração do projecto, optou-se por trabalhar individualmente os pontos de códigos diferentes, nesse sentido, para os pontos de um mesmo código, foi gerado sequencialmente uma folha de cálculo em *Excel*, de seguida um ficheiro de texto e por ultimo um ficheiro em *Microstation* do tipo *.dgn*.

A edição feita no *Microstation* foi efectuada individualmente em cada ficheiro *.dgn* e só no final se juntou os vários ficheiros parciais, através da aplicação *merge*, de forma a que a combinação de todos originassem o modelo numérico cartográfico.

O método adoptado facilitou o tratamento e a edição pois possibilitou trabalhar a imensa nuvem de pontos de uma forma ligeira e simplificada e simultaneamente garantir flexibilidade para alterações efectuadas posteriormente.

### 4.2 Edição do Modelo Numérico Topográfico

Como anteriormente referido, para cada código de levantamento, foi gerado um ficheiro *.dgn* com todos os pontos com esse mesmo código atribuído.

Inicialmente o trabalho baseou-se na união simples de linhas que traduziam as formas e os elementos do terreno e em alguns casos na atribuição de símbolos ou células a elementos pontuais do levantamento.

No portal do IGP, existe a possibilidade de efectuar *download* das normas de produção cartográfica e das regras utilizadas na elaboração de cartas com grandes escalas.

Para a edição gráfica do levantamento efectuado, foi necessário utilizar simbologia apropriada para o pormenor da área de levantamento e para a escala do trabalho pretendida, neste sentido, a biblioteca de células, as cores e o catálogo de objectos utilizados neste trabalho foram as que são determinadas pelo IGP para a escala 1:2000.

Toda a informação foi trabalhada em ficheiros *Mi-* ►►

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	85149.7766	-98389.3133	51.1089	LAN															
2	85153.7848	-98386.2825	51.3211	LAN															
3	85198.3092	-98392.2578	51.1896	LAN															
4	85154.3441	-98395.3121	50.9347	LAN															
5	85155.8843	-98397.3265	50.8602	LAN															
6	85199.8113	-98394.2683	51.0679	LAN															
7	85177.7706	-98417.5378	50.5133	LAN															
8	85172.5071	-98421.9103	50.2693	LAN															
9	85165.1070	-98427.4963	49.9112	LAN															
10	85148.5760	-98405.8645	50.5045	LAN															
11	85152.5755	-98402.8458	50.6418	LAN															
12	85146.3767	-98394.6653	50.8620	LAN															
13	85146.3732	-98394.6516	50.8607	DESC															
14	85141.8679	-98404.4804	50.4908	DESC															
15	85140.8562	-98403.9139	50.4693	DESC															
16	85138.4540	-98402.5833	50.4549	DESC															
17	85148.0484	-98389.5275	51.1039	DESC															
18	85152.2938	-98392.6040	51.0103	ESTAN															
19	85161.9823	-98405.3612	50.8468	ESTAN															
20	85173.7989	-98420.5391	50.2706	ESTAN															
21	85169.0068	-98424.5361	50.0472	ESTAN															
22	85160.0549	-98413.7936	50.3519	ESTAN															
23	85168.8381	-98404.0732	50.9830	SIN															
24	85154.5429	-98415.0908	50.4454	SIN															
25	85157.0752	-98388.3874	51.3529	SIN															
26	85159.4584	-98391.2640	51.2805	ESC															
27	85160.8756	-98393.2791	51.2384	ESC															
28	85162.3401	-98391.8427	52.1572	ESC															
29	85161.0032	-98390.1250	52.1617	ESC															
30	85164.5010	-98390.1483	52.1961	ESC															
31	85165.7803	-98389.1361	52.9883	ESC															
32	85160.9916	-98393.3180	51.2365	LAN															
33	85162.0302	-98394.8978	51.2154	LAN															

Figura 7 – Ficheiro Excel com informação das pantas

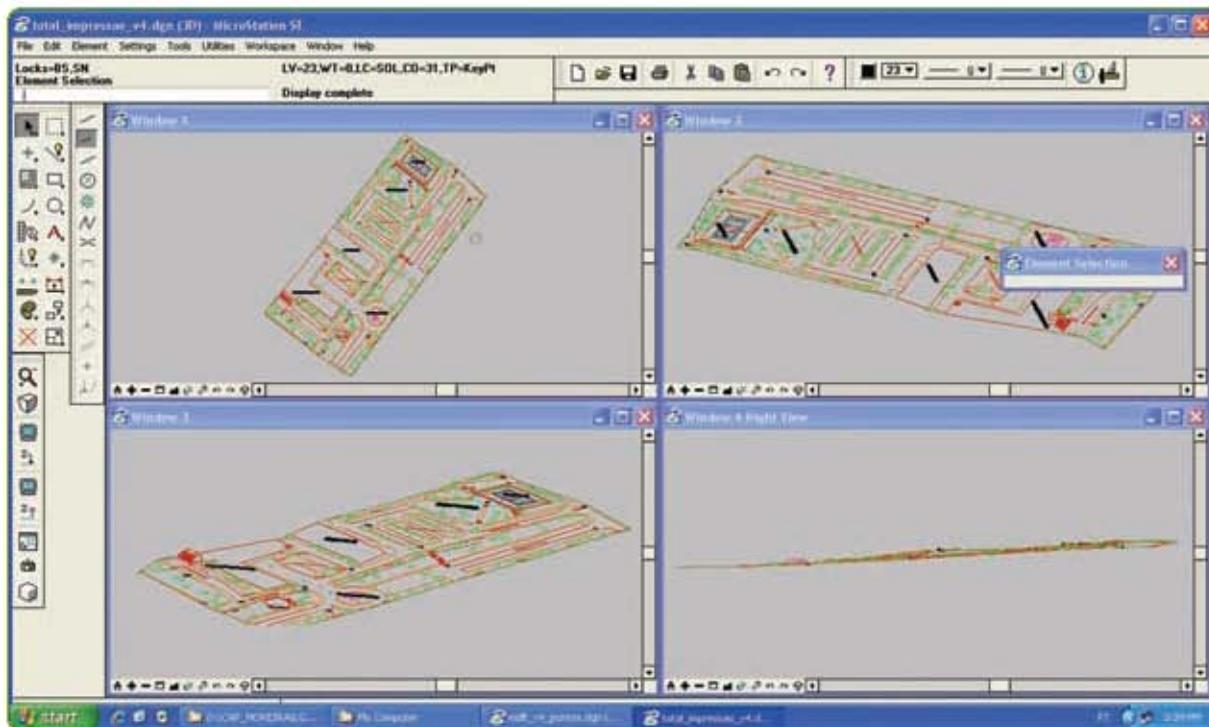


Figura 8 – Modelo Numérico Topográfico em 3D

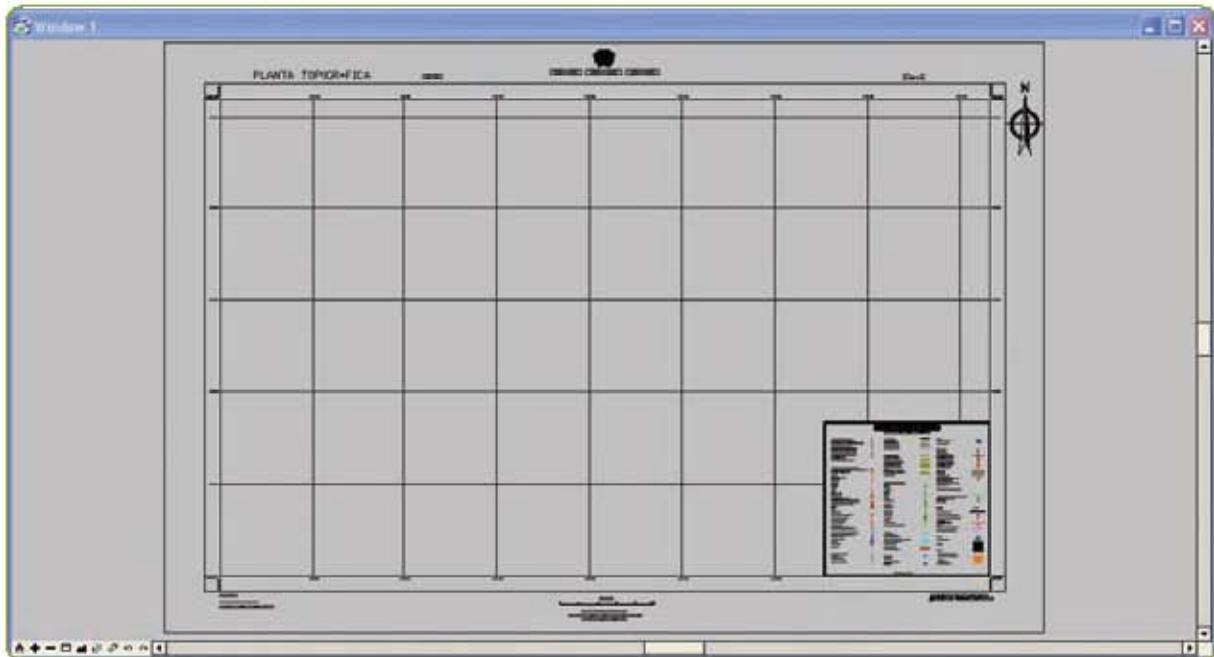


Figura 9 – Cercadura do IGP

*crustation 3D*, considerando sempre as coordenadas planimétricas e altimétricas dos pontos levantados.

#### 4.3 Edição de Modelo Numérico Cartográfico

Nesta fase, procedeu-se à formatação dos dados graficados em *Microstation*, atribuindo novas cores, espessuras, estilos, níveis, células e padronizações de acordo com o catálogo de objectos.

Utilizando o mesmo desenho do levantamento,

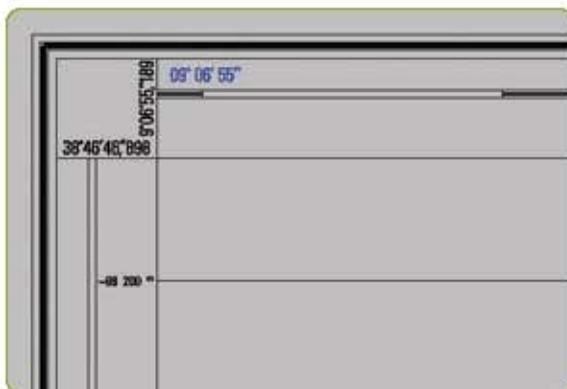


Figura 20 – Coordenadas geográficas da cercadura do IGeoE

optou-se por produzir duas plantas topográficas com cercaduras diferentes, apresentando a planta topográfica de acordo com o padrão do IGP e a planta topográfica de acordo com o padrão do IGeoE.

A escala da impressão é 1:500, a distância entre quadriculas é de 50 metros, numeradas com coordenadas métricas em ETRS89 e a equidistância natural de 0,5 metros. Na planta topográfica do estilo IGeoE, foi acrescentado uma cercadura de coordenadas geográficas em ETRS89.

#### 4.4 Edição do Modelo Digital do Terreno

Para elaborar um MDT (Modelo Digital do Terreno) foi necessário partir de um *.dgn* contendo informações 3D de toda a malha de pontos levantada e dos elementos graficados para impressão cartográfica. O MDT foi gerado recorrendo ao *ArcMap* e *3D Analyst* do *ArcGis* e por isso existiu a necessidade de converter o ficheiro de *Microstation* anteriormente descrito para *Shapefile*.

Utilizando a ferramenta "conversion tools" "to shapefile" do "ArcToolbox" procedeu-se à conversão dos dados do ficheiro *.dgn* para *shapefile*. A trans- ➤

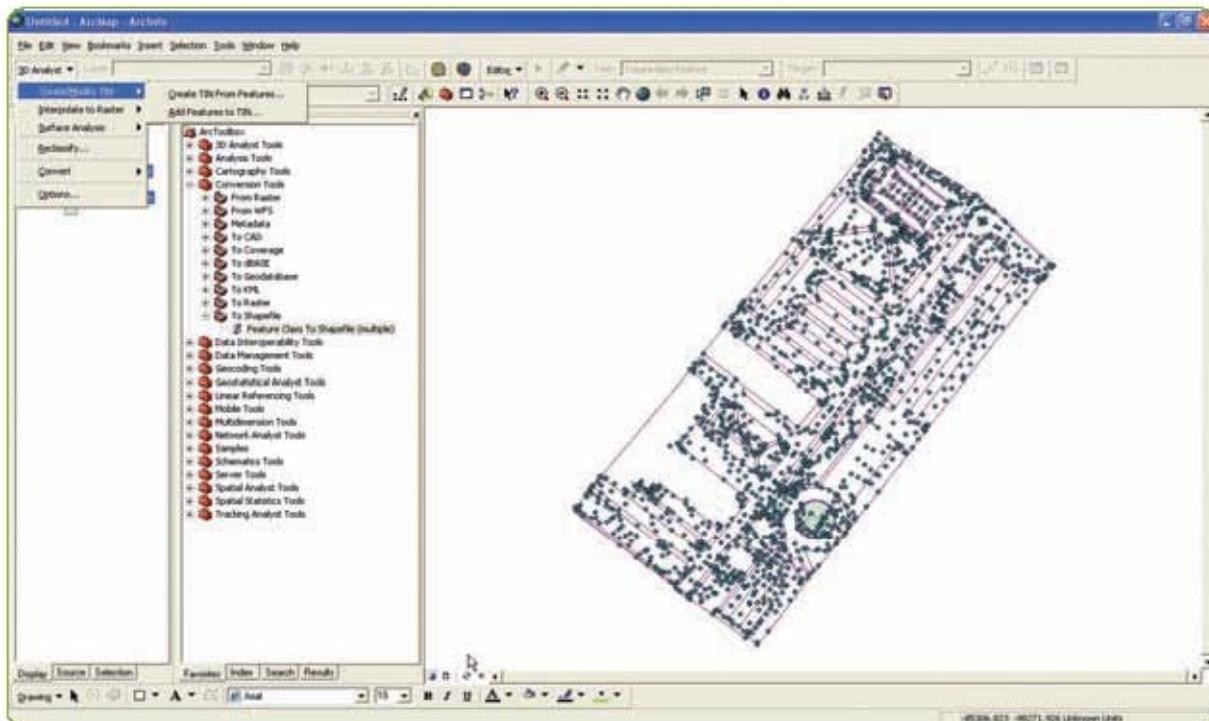


Figura 21 – Criação da TIN

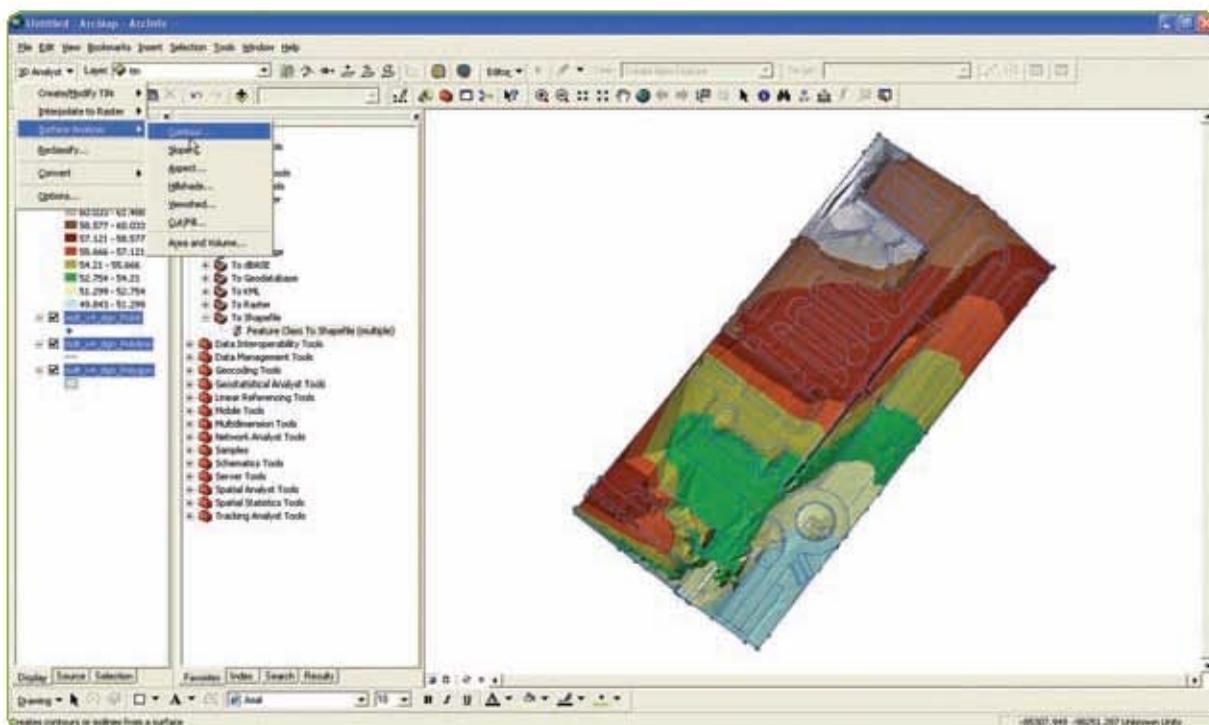


Figura 22 – Geração de curvas de nível

formação foi efectuada parcialmente por pontos, linhas e áreas.

Utilizando o *3D Analyst* criou-se uma *TIN* (*Triangulated Irregular Network*) em que a *layer* "Pontos" é triangulada como *mass points* e as *layers* "Linhas" e áreas são trianguladas como *hard lines*. Estas opções revelaram ser as mais ajustadas e as que conferiam uma *TIN* que melhor expressava o terreno da área de levantamento.

O *3D Analyst* através do "*Surface Analysis – Contour*" permitiu gerar curvas de níveis automaticamente a partir da *TIN*, sendo necessário definir somente qual a equidistância natural, que no caso deste trabalho, de acordo com bibliografia técnica, definiu-se como sendo igual 0,5 metros.

Antes de converter a *feature* das curvas de nível, para um formato *.dgn*, é necessário recuperar toda a sua informa-

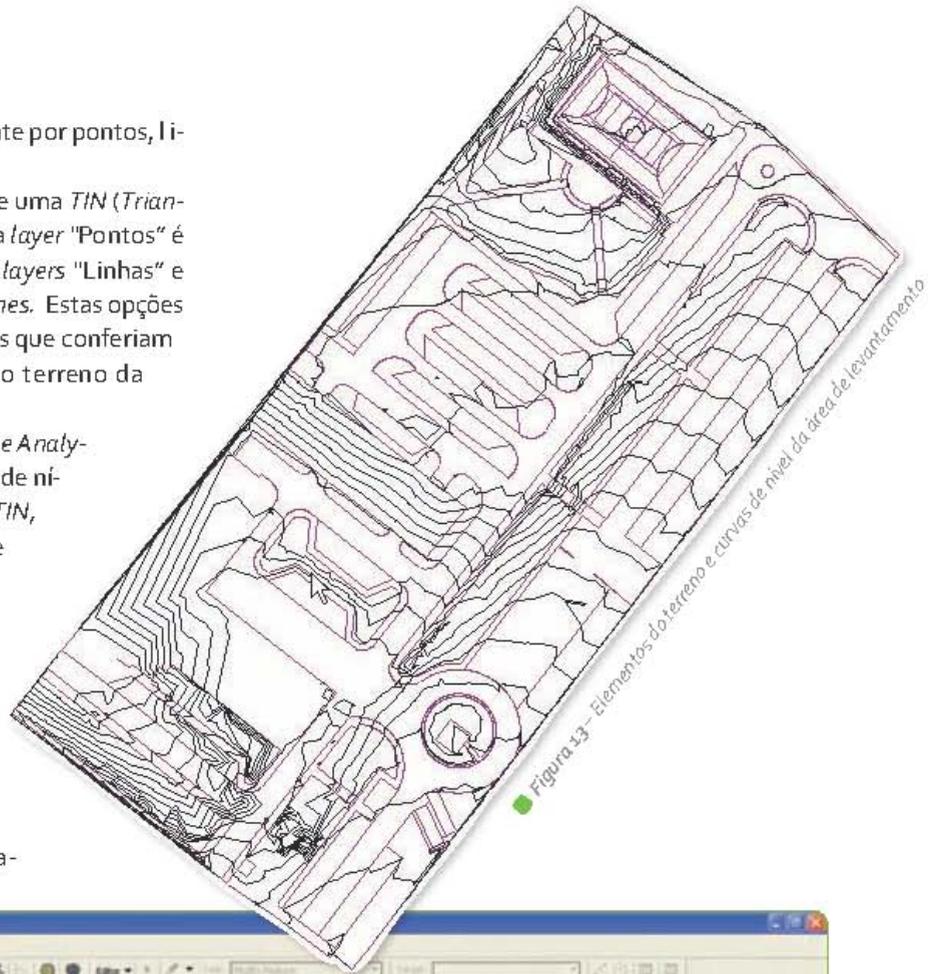


Figura 13 – Elementos do terreno e curvas de nível da área de levantamento

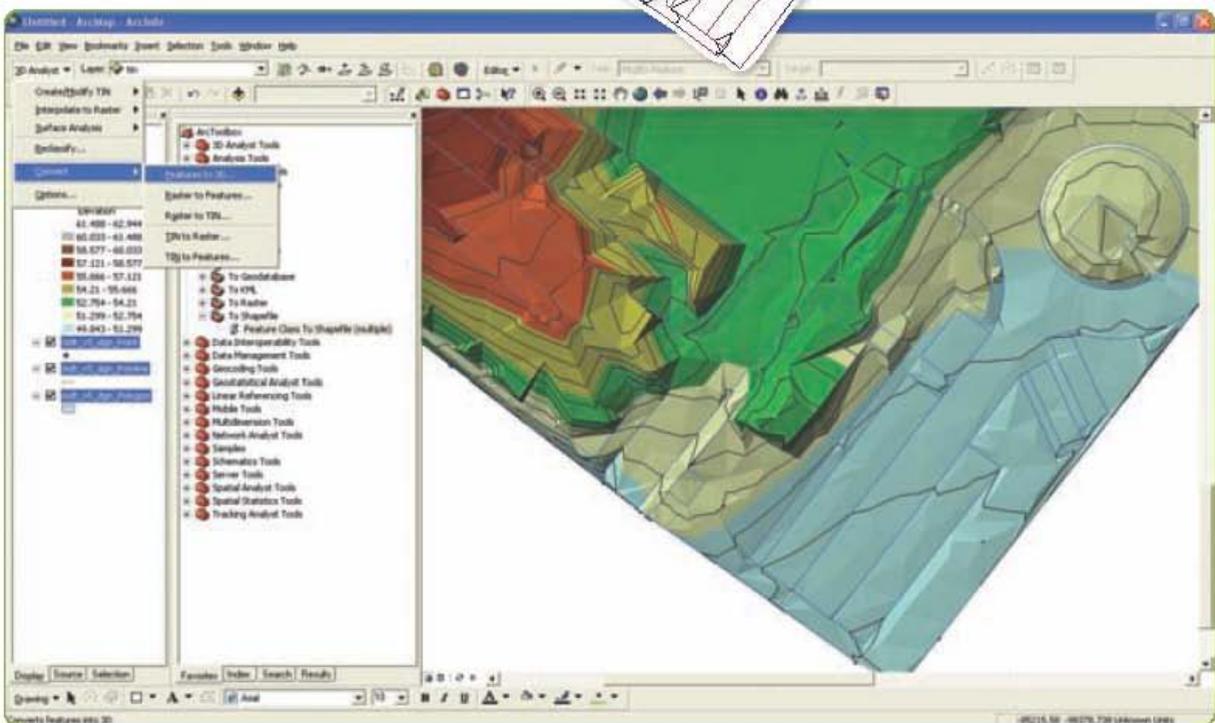


Figura 14 – Conversão da *feature* para 3D

ção que não está disponível visualmente, quer isto dizer que é necessário indicar que a *feature* é 3D. Por defeito a informação que lhe está associada é somente 2D, ou seja apenas as coordenadas planimétricas, por essa razão e apesar de a informação constar nos dados associados ao ficheiro do *ArcMap*, ela precisa de ser activada para estar disponível.

Neste sentido no menu "*convert features to 3D*" do *3D Analyst* optar por converter os dados da *feature* curvas de nível numa *feature 3D*.

Recomendando novamente ao "*Conversion Tools*" do *ArcToolbox* converteu-se a *feature* das curvas de níveis para *CAD (Computer Assisted Design)*, tomando a opção do ficheiro de saída ser em *.dgn* versão *v8* do *Microstation*.

O ficheiro obtido após esta exportação teve de ser aberto no *Microstation VB* e posteriormente guardado como ficheiro da versão *Microstation SE* que foi a versão usada durante todo este trabalho.

Esta fase, devido as incompatibilidades entre versões do *Microstation*, revelou ser mais complicada do que o inicialmente esperado, os ficheiros quando transitaram de versão *VB* para *SE*, alteraram as

*working units*, dificultando a coerência final da informação, impedindo que o *merge* dos ficheiros resultasse no MNT que traduzisse a realidade do terreno. Para solucionar esse problema, alterou-se as *working units* do ficheiro das curvas de nível e efectuou-se posteriormente uma escala do desenho.

#### 4.5 Refinamento e Suavização das Curvas de Nível

As curvas de nível geradas pelo *3D Analyst* apresentaram inúmeros vértices angulares, sendo por isso necessário efectuar uma suavização das mesmas. O método utilizado para efectuar essa suavização recorreu a uma aplicação desenvolvida no *IGeoE* em *ArcMap*, que através de uma interpolação quase automática e após a definição de alguns parâmetros, permitiu de uma forma expedita, obter curvas de nível aproximadas aos parâmetros visuais assumidos como naturais na produção de cartografia.

Esta aplicação, através de um ficheiro *.dgn*, efectuou uma transformação para *shapefile*, após o que realizou a suavização, voltando a converter a *layer* para um novo ficheiro de *Microstation VB*, sendo ne-

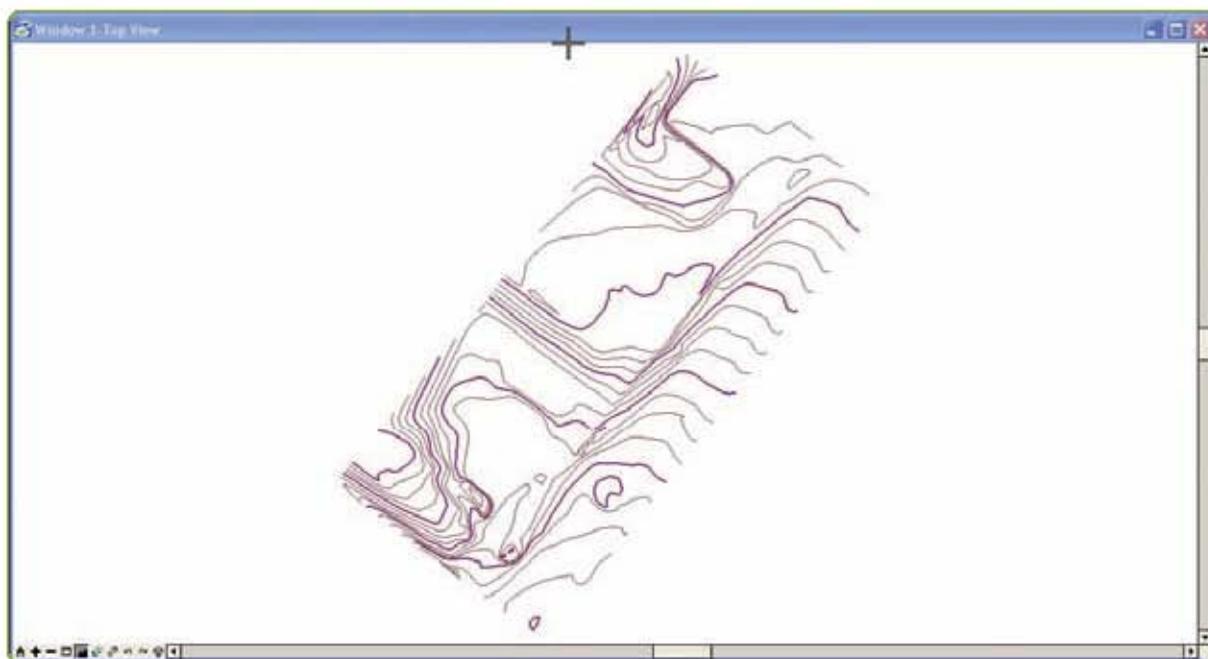


Figura 26 – *mdl civtools*

cessário por último salvar o *.dgn* na versão SE.

Apesar da aplicação em *AutoMap* apresentar uma solução de suavização muito eficaz, existiu ainda a necessidade de recorrer ao *mdl civ tools*, da *Microstation*, e às suas ferramentas de “*modify contour*” e “*set element elevation*” para pontualmente corrigir algumas curvas de nível cuja a interpolação não tivesse sido suficiente, apresentando ainda extremidades exageradamente angulosas e pouco ajustadas à realidade do terreno.



Figura 36 – *mdl civ tools*

A próxima fase do trabalho de edição relacionado com a altimetria, consistiu em assinalar as curvas de nível mestras, de dois em dois metros, atribuindo-lhes as características especificadas do catálogo de objectos.

#### 4.6 Finalização do Modelo Numérico Cartográfico

Após a suavização das curvas de nível e atribuição das características, segundo o catálogo de objectos, foi efectuada um *merge* para o ficheiro 3D do levantamento do IGeoE. De seguida, converteu-se o ficheiro 3D para 2D, procedendo-se a um refinamento mais exigente, suavizando ainda mais as curvas de nível, identificando as curvas mestras com o seu valor de cota e interrompendo todas as curvas que cruzavam áreas de construção, escadas e bancadas.

Para aperfeiçoar o MNC, implantou-se alguns pontos de cota no desenho, dando uma melhor percepção do terreno, sobretudo em áreas mais planas, onde as curvas de nível se encontravam mais espaçadas.

Finalizada a fase de edição em *Microstation*, foi necessária efectuar um novo *merge*, juntando num único ficheiro, todo o desenho do levantamento em 2D com a carcedura da cartografia correspondente de acordo com os padrões do IGP e do IGeoE.

Confirmadas as coordenadas, as atribuições de

características e o refinamento de alguns elementos foi possível imprimir o ficheiro do MNC.

## 5. Impressão da Cartografia Produzida

Para imprimir correctamente a cartografia, de acordo com as especificações e normas de produção cartográfica, do IGP e do IGeoE, foi necessário importar para os atributos da plotter a tabela de cores e as fontes de texto utilizados na edição do trabalho.

Para minimizar os problemas da impressão foi ainda necessário editar e programar os comandos de atribuição de cores, fontes e preenchimento de texto.

De uma forma ou de outra, foram efectuadas várias tentativas de solução, optando no final pela modalidade que minimizava as diferenças com o esperado pela atribuição de características definidas pelo catálogo de objectos.

## 6. Considerações Finais

As inúmeras dificuldades sentidas na elaboração deste trabalho, fundamentaram a ideia que esta fase de formação é crucial na preparação de um Engenheiro Geógrafo.

Na fase inicial de planeamento, a necessidade de estabelecer um rumo e uma metodologia, revelaram uma particular importância, sendo que, um bom planeamento permite agilizar toda a execução, reunir sinergias para a concretização dos objectivos e contribuir como um eficiente atalho para o sucesso. Nesta fase, é fundamental ser ambicioso nos objectivos mas simultaneamente analisar as dificuldades que possam surgir, aceitando e prevenindo possíveis eventualidades e ocorrências que dificultem a sua concretização.

A aquisição, gestão e manipulação de informação, revelaram ser fundamentais na execução de um processamento de dados, sendo a capacidade de organização, simplificação e sistematização, qualidades elementares para a concretização e produção rigorosa de informação.



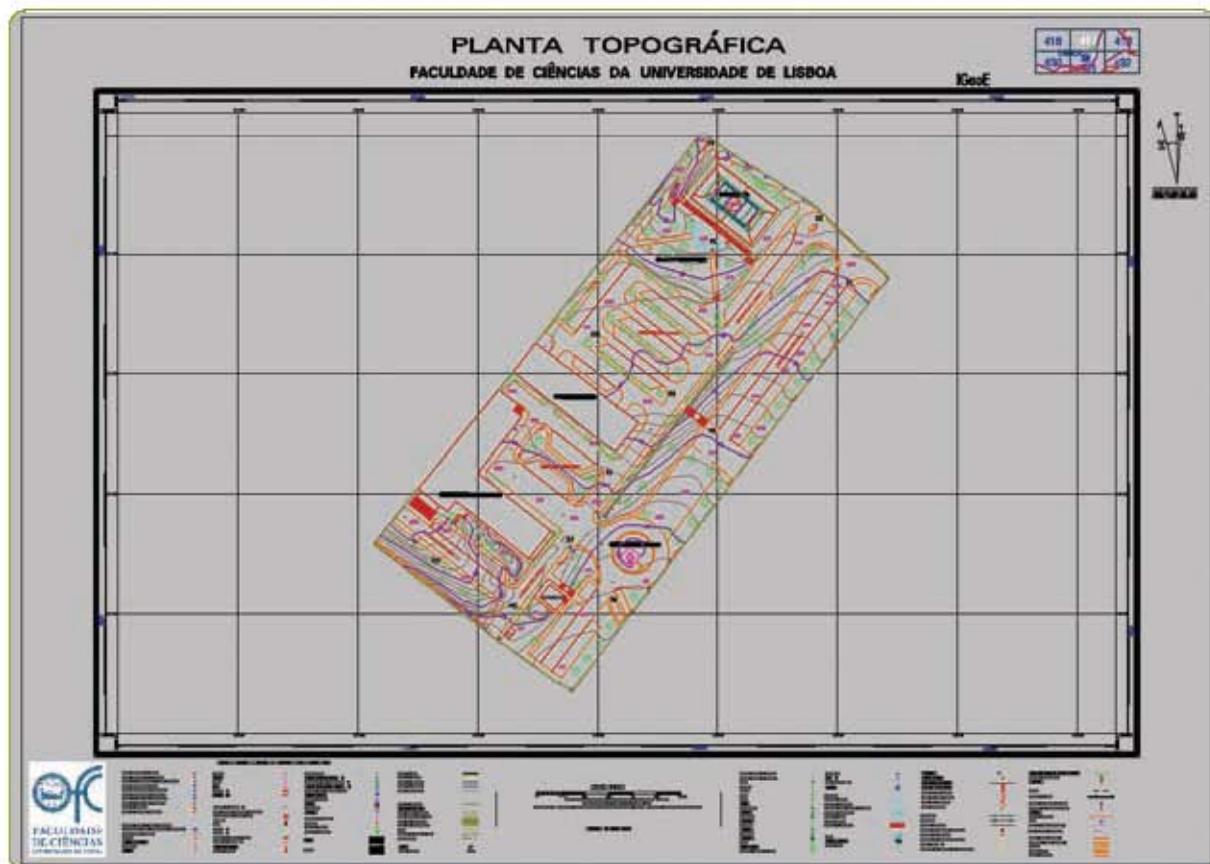


Figura 27 – Planta topográfica do IGeoE

A segurança e protecção de dados editados foi uma preocupação constante, desenvolvendo regularmente um trabalho defensivo, com novas versões resultantes do acréscimo de recentes informações, dando primazia à flexibilidade e nessa ordem de ideias, optando por trabalhar preferencialmente ficheiros independentes.

Este projecto exigiu a execução de um trabalho de campo bastante minucioso, contudo a edição e o trabalho de gabinete implicaram uma maior carga horária e um esforço bastante superior, sendo esta a fase mais exigente na realização de um levantamento topográfico e sua posterior elaboração cartográfica.

Um levantamento topográfico culmina geralmente numa elaboração cartográfica, em que se deverá respeitar as normas e regras estabelecidas no catálogo de objectos previamente aprovado e adoptado para o efeito.

A produção cartográfica, como ciência, especialmente em grandes escalas, deverá ser rigorosa, permitindo apenas uma pequena margem para a edição da harmonia e embelezamento, tornando mais fácil e agradável a leitura e compreensão da carta.

O trabalho de edição cartográfica, só é finalizado com a sua impressão e isso revelou ser uma tarefa mais crítica do que o esperado, sendo necessário editar fontes, usar tabelas de cores e definir comandos que executem especificidades pontuais.

Neste projecto, o trabalho de levantamento topográfico, combinou vários métodos de levantamento, desde a topografia clássica, ao pós-processamento de dados *GPS* obtidos em modo estático e à recepção *GPS* em modo *RTK*. Por esta razão, existiriam várias apreciações a efectuar na determinação da precisão global do trabalho e esta dependeria dos pesos e ponderações atribuídas.

# Curso de Cartografia Digital 2010

## Cartografia Digital

A cartografia é a ciência que trata da concepção, produção, difusão, utilização e estudo das cartas (Gaspar, 2008). Existem inúmeras definições de cartografia, no entanto, a actualmente adoptada pela Associação Cartográfica Internacional é: *"conjunto dos estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que intervêm na elaboração das cartas a partir dos resultados das observações directas ou da exploração de documentação, bem como na sua utilização"*

Relativamente à cartografia digital que se pode considerar como o ramo da cartografia que trata das cartas digitais, é o conjunto de processos relativos ao tratamento de dados para a elaboração de cartas recorrendo ao uso intensivo de sistemas informáticos.

A Cartografia digital tem algumas vantagens relativamente à cartografia analógica pois permite melhor manuseamento da informação, maior facilidade na reprodução de cartas actualizadas, noção de continuidade, maior facilidade em ampliar/reduzir, possibilidade de modificar a simbologia, organização da informação por níveis, etc. O recurso aos



Figura 2 – Formandos do Curso de Cartografia Digital 2010

Manuel Dias  
Major IAF  
mdias@igece.pt

Manuel Santos  
Major IAF  
msantos@igece.pt

F. Leitao  
1.º Sar PESSOE  
fleitao@igece.pt

O Curso de Cartografia Digital 2010, decorreu no Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), no período compreendido entre 22 de Março e 23 de Julho.

Este curso tem como objectivo final habilitar com os conhecimentos, perícias e atitudes adequadas, para o desempenho de funções no âmbito da validação, edição digital e saída de dados, com vista à produção de cartografia e utilização da informação final em sistemas de informação geográfica. Esta metodologia é aplicada aos novos colaboradores militares colocados no IGeoE, de forma a torná-los mais aptos e proficientes nas actividades técnicas que irão realizar.

O Curso foi antecedido do Curso de Informação Cartográfica que decorreu no IGeoE, no período compreendido entre 1 e 19 de Março do corrente ano.

No intuito dos formandos se ambientarem a alguns softwares em uso no IGeoE, os mesmos tiveram formação em Computer Assisted Design (CAD)- Microstation, assim como formação em software Geographic Information System (GIS), no início do curso.

meios informáticos permite igualmente tratar uma maior quantidade de informação de forma mais célere o que proporciona uma economia de tempo. O chefe militar que conseguir beneficiar com estas potencialidades terá decididamente uma ampla vantagem.

Em 1974, iniciou-se no IGeoE, de forma sistemática, a análise e estudo da documentação técnica referente à adopção de processos cartográficos assistidos por computador (CAD). Estas acções culminam, no decurso do ano de 1978, com a instalação do primeiro sistema integrado de cartografia automática, desde a fase de aquisição, passando pelo processamento, até à saída dos dados. Este sistema integrado de cartografia automática foi o primeiro da Península Ibérica e o terceiro da Europa a ser instalado.

Em 1986, numa estratégia de prossecução dos objectivos inicialmente propostos de toda a produção cartográfica e conversão do processo tradicional para o digital, um novo e muito mais potente Sistema de Cartografia Automática é instalado, proporcionando um acréscimo significativo tanto a nível da quantidade como da qualidade da produção cartográfica.

Em 1991, dá-se a evolução tecnológica do Sistema de Cartografia Automática, sofrendo um novo salto qualitativo da enorme importância, com a aquisição de equipamento e aplicações informáticas que permitiram a actualização cartográfica de pequenas escalas, recorrendo ao processamento, análise e interpretação de imagens de satélite.

Em 1998, iniciou-se a estruturação e codificação da informação cartográfica digital produzida pelo IGeoE, tendo em vista a sua utilização pelos Sistemas de Informação Geográfica e criação da Base de Dados Geográfica com toda a informação cartográfica digital.

O IGeoE é uma instituição de referência não só a nível nacional como internacional da cartografia e das ciências Geográficas em geral, tem por missão:

- "Prover com informação geográfica o Exército, os outros ramos das Forças Armadas e a comunidade civil;
- Desenvolver acções de investigação científica e tecnológica, no domínio da Geomática;
- Garantir a prontidão da Unidade de Apoio Geográfico, à ordem."

## Projectos

Inicialmente cada formando recebeu uma tarefa específica delineada pelo respectivo director de curso, no entanto o objectivo geral da formação foi a aplicação do *software ArcGIS®*, da empresa *Environment Systems Research Institute* (ESRI). Este *software*, para além das funcionalidades próprias, tem diversas extensões que facilitam em muito a elaboração de Cartas Topográficas, com vista à produção das diferentes séries (M586 à escala 1:250 000 e M888 à escala 1:25 000), bem como a produção da cartografia digital do Arquipélago de São Tomé e Príncipe (TLM).

Assim foram atribuídos os seguintes projectos:

- Folha n.º 556 da série M888, à escala 1:25 000;
- Folha n.º 7 da série M586, à escala 1:250 000;
- TLM do Arquipélago de São Tomé e Príncipe.

Para a conversão CAD/SIG, foram seguidos alguns procedimentos ao longo das várias etapas (Fig. 2)

A 1.ª etapa, consistiu na conversão da informação em formato DGN para shapefile através de um processo automático (*Model Builder*), utilizando um interface em *Visual Basic*, que vai fazer a conversão DGN / shapefile. Todos os ficheiros necessários ao processamento da informação, foram disponibiliza-

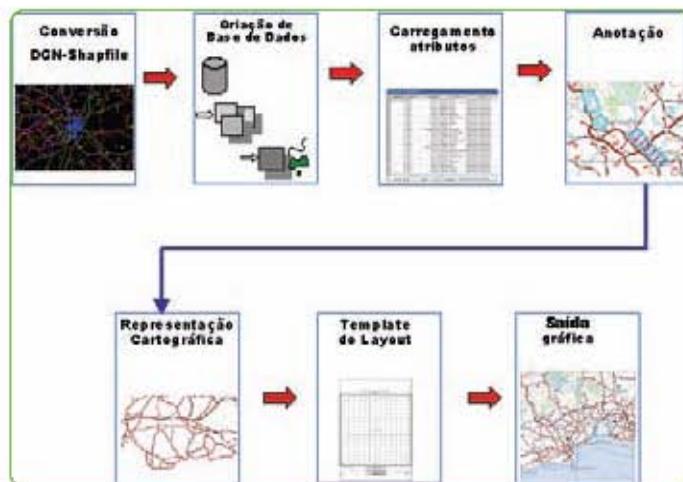


Figura 2 – Quadro resumo das etapas realizadas para Séries M586 e M888

dos pela Secção de Gestão de Informação (SGI) à Secção de Sistemas de Informação Geográfica (SSIG), que a partir dos ficheiros em formato *DGN* efectuou esta conversão.

Esta aplicação em *Visual Basic* cria um *Script*, que vai ser executado, por um aplicativo disponibilizado pelo software *ArcGis – Arc Tool Box*, que por sua vez irá fazer a conversão da informação vectorial original (ficheiros em formato *DGN*) para *Shapefile*. Originando várias pastas pré definidas, onde toda a informação é dividida, em *Shapefile*, de acordo com os temas instituídos e em utilização pelo IGeoE.

Na 2.<sup>a</sup> etapa, convertida a informação em *shapefiles*, criou-se uma *Geodatabase* (Base de dados) estruturada com uma *feature dataset* com as necessárias *feature classes* onde foi guardada a informação.

Este procedimento é essencial, pois vai permitir estruturar a nossa informação/base de dados de modo a facilitar a manipulação dos dados e a tornar a base de dados menos pesada. O processo de criação da base de dados, fica completo quando se converter as *shapefiles* em *feature class*. Esta conversão foi efectuada recorrendo a um aplicativo do *ArcGis, ArcToolBox*, onde foram adicionadas todas as *Shapefiles* que contêm informação geográfica.

Esta ferramenta vai criar uma *feature class* para cada *Shapefile* inserida com o mesmo nome da última, ficando assim com toda a informação numa base de dados geográfica.

Como referido, o intuito desta operação é o de reduzir o tamanho do base de dados, assim sendo, há mais um procedimento necessário, o agrupar as *feature class* noutras criadas futuramente. As novas *feature class* irão representar os respectivos subtipos de modo a criarem-se agrupamentos lógicos de informação.

A Criação de temas, como referido anteriormente, vai servir para re-estruturar a nossa base de dados, englobando assim toda a informação pertencente ao trabalho em questão.

A 3.<sup>a</sup> etapa de carregamento de atributos, consistiu no preenchimento do campo 'Nome' e do campo 'Cota' nas *feature classes*. Foi necessário, em ambiente *ArcMap*, e em modo de edição, carregar o atributo um a um para cada objecto. Este procedi-

mento foi feito directamente na tabela de atributos da respectiva *feature class*.

O objectivo desta etapa foi o de preencher o maior número possível de atributos, com vista à conversão para *Label* e posterior Anotação, o que permite uma maior quantidade e uma maior qualidade da informação na BDG.

Na etapa seguinte **Anotações**, após a criação das labels (respeitante às *feature classes* com texto associado), converteram-se as mesmas para anotações, pois ao contrário da utilização das *Labels*, assim temos possibilidade de alterar individualmente cada texto, bem como modificar as propriedades de uma única anotação. Esta conversão foi necessária, por ao longo do processo a manipulação das localizações ter sido uma constante, assim como as dimensões do texto dos elementos que aparecem na impressão final. De referir igualmente que ao utilizar o modo de anotação, toda a informação que foi alterada na tabela da *feature class* fica guardada na própria, criando uma ligação com a *feature class* original (caso se active a opção *feature link*), o que faz com que ao alterarmos na tabela um dado, essa alteração se reflecta na anotação, o contrário não é verdade.

**Seguem-se as Representações Cartográficas**, estas representações dizem respeito, à localização cartográfica, onde temos a possibilidade de manipular objectos com a finalidade de obtermos uma melhor visualização da folha por parte do utilizador. Ao utilizarmos o modo de representação os objectos ao serem mudados de localização cartográfica, não perdem as suas propriedades geográficas, ficando a localização Geográfica inalterada. Cada representação pode ser removida ou adicionada quando e sempre que necessário, a sua posição também pode ser alterada, incluindo o ângulo a dar à respectiva representação, ou seja, temos uma ampla diversidade de opções de escolha na edição.

Foi usado este processo com a finalidade de dar a localização cartográfica precisa a cada elemento do tipo ponto, de modo a fazer com que a informação fique mais perceptível na folha.

**Aplicação do Template do Layout**, nesta fase foi utilizado o *Template* do *Layout* já criado para as séries M586, M888 e TLM.

Com vista à preparação para saída, foram preenchidas apenas as alterações que variam de folha para folha. Essas alterações dizem respeito a tudo o que contém coordenadas (grelhas de coordenadas geográficas e cartográficas, coordenadas dos quatro cantos da folha, quadriculas e instruções sobre o emprego da quadricula U.T.M. e GAUSS) assim como os elementos únicos da folha (número da folha, região, edição, data de edição, número ISBN).

Como **etapa final** temos a Saída Gráfica, nesta fase o projecto foi exportado para o formato PDF de modo a permitir a impressão no Departamento de Controlo e Saída de Dados (DCSD). Verificada a impressão, foram detectadas algumas inconformidades, o que implicou a alteração de algumas características relativas a símbolos constantes na biblioteca, essencialmente a nível da cor e espessura, até chegar à impressão o mais semelhante possível à folha comercializada pelo IGeoE. Foi também feita uma impressão para cada projecto a partir do *ArcGis*, com o objectivo de se compararem os resultados relativamente ao formato PDF. Sobre este ponto somos de parecer que as impressões a partir de PDF têm melhor qualidade, pois a informação constante na folha em estudo fica mais clara e legível na sua interpretação e consulta, sendo esta uma característica fundamental a ter em conta na elaboração da carta militar. Pelo atrás referido a biblioteca de símbolos encontra-se ajustada para este tipo de impressão.

## Conclusões

Um SIG é um sistema informático associado ao rigor cartográfico e que possibilita o exercício da análise espacial, disponibilizando um conjunto de funcionalidades necessárias à manutenção e administração das BD bem como ao processamento e apresentação da informação.

Os SIG revelam-se, por isso, no actual panorama das sociedades desenvolvidas, como ferramentas indispensáveis, para auxiliarem os planeadores nas mais diversas tarefas (NETO, 1998).

Se para um bom planeamento de negócios, necessitamos de um bom *software* que apoie o decisor, por forma a que este se aperceba das mudanças e consequentes exigências do mercado, também a opção da utilização de novas tecnologias de base geográfica, vem dar resposta aos crescentes desafios que presentemente são colocados aos vários níveis da decisão militar.

Relativamente ao processo tradicional, destacam-se os benefícios de toda a informação estar integrada numa BDG, possibilitando integrar, gerir e analisar diferentes tipos de informação geográfica podendo esta ser facilmente acedida e actualizada sempre que se torne necessário.

Findo este trabalho, podemos inferir que a metodologia aplicada e a biblioteca de símbolos produzida pela Secção de SIG (e melhorada neste trabalho), para a produção de mapas utilizando o *software* Arc-

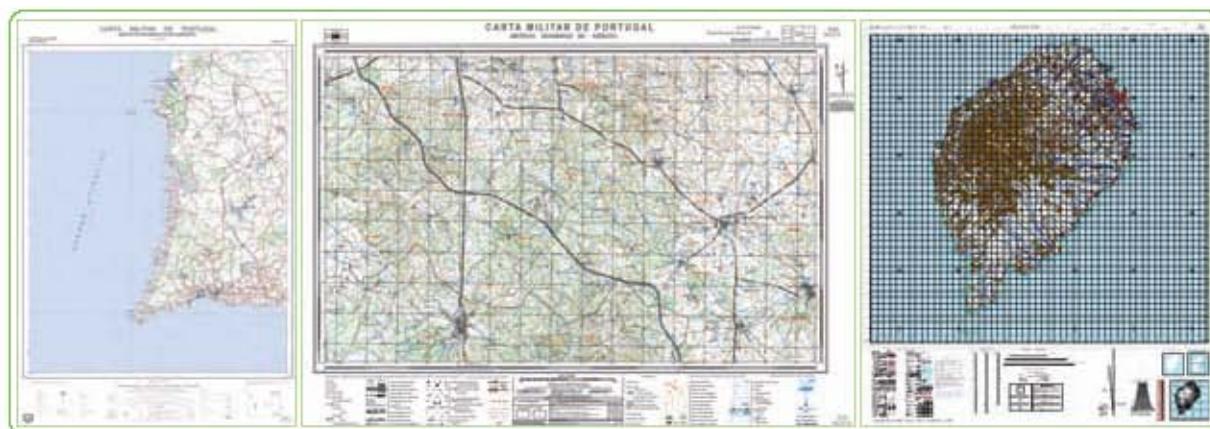


Figura 3 – Saída gráfica Sêrie Mç86, Sêrie M888 e TLM (da esquerda para a direita)

Gis, é não só possível, como apresenta algumas vantagens em relação ao processo tradicional.

Caso superiormente assim se entenda, poder-se-á caminhar para a produção gráfica das Séries M586 e M888 a partir de SIG. O trabalho que está a ser desenvolvido pelo IGeoE poderá visar, um grande passo a nível da produção de informação cartográfica, empregando tecnologias de vanguarda que são os SIG.

Este curso serviu para um enriquecimento de conhecimentos a nível pessoal, revelando-se como um curso eficaz para um primeiro contacto com a cartografia. O curso foi estimulante, dando-nos a oportunidade de adquirir novos conhecimentos ao nível da cadeia de produção.

### Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todos os colaboradores do IGeoE pelo estímulo e motivação que continuamente nos proporcionaram no decorrer da frequência do curso, em particular, por todo o acom-

panhamento e disponibilidade demonstrados pelos Directores e co-directores de curso.

### Referencias Bibliográficas

- BORGES, I. (2010), Modelação da Base de Dados Geográfica e Conversão CAD/SIG, série M586, à escala 1:250 000, Relatório de Estágio do curso Especialização Tecnológica em Sistemas de Informação Geográfica, da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia.
- CASCALHEIRA, T.(2010), Aparentamentos distribuídos pelo docente da unidade curricular de Cartografia Automática. Curso de Informação Cartográfica, no Instituto Geográfico do Exército.
- GASPAR, J.(2008), Dicionário de Ciências Cartográficas. Lisboa, LIDEL.
- NETO, P.(1998), Sistemas de Informação Geográfica, FCA- Editora de Informática.
- RODRIGUES, C. (2010). Sistemas de Informação Geográfica, Factor de Modernização dos Centros de Comando e Controlo Militares, Revista Mais Alto, n.º 385, 13-14.
- Intranet do IGeoE em: <http://igeonet/>, consultado em 20 de Julho de 2010. 



# Conversão para formato SIG da folha 27-4 da série M783, escala 1:50.000

Filipe José Paulo  
Alferes RC, Eng. Topógrafo  
patitu79@hotmail.com

*O processo de produção cartográfica, acompanha o avanço da tecnologia e nesse sentido poderá sofrer algumas melhorias, mais concretamente no aumento de informação e na forma de manusear e manipular as ferramentas da produção cartográfica.*

*Como tal, o presente artigo tem a função de relatar as etapas; processos e resultados obtidos, na conversão de uma folha da Carta Militar da Série M783 à escala 1:50.000, de formato dgn (Microstation) para o formato Geodatabase. Entre os passos mais importantes destaco a organização dos dados numa base de dados geográfica de modo a garantir a integridade e validade dos mesmos; a conversão da simbologia e finalmente aferir a possibilidade de impressão a partir da plataforma SIG.*

## Introdução

Inicialmente, fez-se a exportação dos dados que se encontravam em formato *dgn*, para uma base de dados geográfica (*Geodatabase*), possibilitando manipular os dados de forma coerente e garantir a sua integridade. Esta estrutura permitiu o carregamento de atributos e edição dos mesmos, de modo a obter-se uma réplica da folha da Carta Militar da série M783 à escala 1:50.000, impressa directamente do SIG. Este processo passou pela criação duma biblioteca de símbolos; ajuste gráfico de anotações e representações e por fim pela concepção de um layout, à semelhança do que acontece aquando da impressão da Carta pelo processo actualmente em vigor no IGeoE.

## Estruturação e produção da *File Geodatabase*

Após a importação para o *ArcGIS9.3* e tendo em vista a separação da informação em três grandes tipos (área; linha e ponto), converteram-se esses tipos de informação para *Feature Class* diferentes, tendo para isso, utilizado o catálogo de objectos actualmente em uso.

Em termos de estrutura, foi utilizada uma *File Geodatabase*; um *Feature Dataset* e quinze *Feature Class*. Sendo que as quinze *Feature Class* representam seis temas (Vias de Comunicação; Altimetria; Hidrografia; Sólido Cultural; Vegetação e Aglomerados urbanos) que estão repartidos por três tipos de



Figura 1 – Estrutura da File Geodatabase

elementos (ponto; linha e área). Em termos práticos, usou-se a estrutura ilustrada na seguinte imagem (Figura 1).

No ArcGis, este método traduziu-se em seleccionar a informação que se quer constituir uma *Feature Class*, com inquirições aos atributos através do comando "Select by attributes" e exportar a informação seleccionada para uma *Feature Class* localizada na nossa *Geodatabase* pelo comando "Export Data".

Tendo as várias *Feature Class* referentes a todos os elementos dos tipos ponto, linha e área, mudou-se os símbolos das *Feature Class* para os actualmente em uso, processo esse que será relatado mais à frente.

Por fim, foi necessário converter as *Feature Class* originalmente criadas para *Features Class Representation*, de modo a termos uma melhor dinâmica sobre o objecto representado, ou seja, pudemos alterar a sua posição; tamanho e forma sem alterarmos a informação da base de dados.

Em relação aos textos, a solução encontrada, passou por separar a informação em dois tipos: um tipo para a informação de um elemento bem definido geograficamente como um parque de campismo; um vértice

geodésico; uma lagoa ou uma linha de água e outro tipo para a informação que não tem nenhum elemento associado mas sim uma área/região, tal como aldeias; vilas; cidades; Semas; Parques Naturais; etc.

No primeiro caso, criou-se um campo com o nome "Descrição", que tem os nomes de cada objecto e preencheu-se com o respectivo texto, de seguida, activou-se a "Label Feature".

Já no segundo caso, criou-se uma *Feature Class*, com o nome de "Toponímia", tendo de seguida criado elementos do tipo ponto, nos locais onde os textos deveriam aparecer, mas com a diferença de o ponto não ter nenhuma simbologia, visto que, o que interessava neste caso era a localização da toponímia e não da informação geográfica. No seguimento do efectuado em relação à simbologia, converteram-se os textos, entenda-se Labels, para anotações, de modo a facilitar a sua configuração. As anotações constituem toda a informação escrita que existe na carta, tal como podemos ver na Figura 2.

Em termos de edição cartográfica, usou-se a carta editada em formato *Tiff*, da respectiva folha, como fundo, com o intuito de ajudar na colocação da toponímia, sem sobrepor com a informação cartográfica existente.

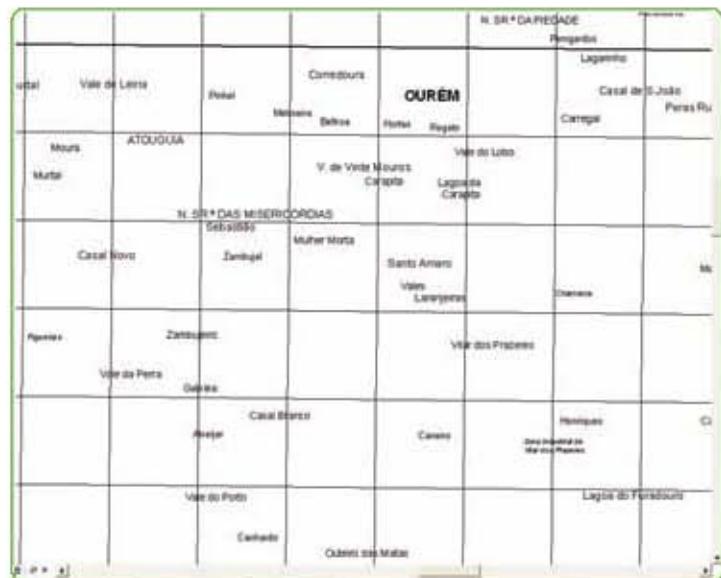


Figura 2 – Exemplo da Toponímia da folha 27-4



## Normalização da Base de dados

A normalização tem como objectivo organizar a informação que está nas tabelas, de forma a ser interpretada e manipulada por outro operador SIG. Inicialmente, houve a necessidade de apagar alguns campos que tinham sido obtidos da exportação do dgn e que não tinham relevância em termos de SIG, para seguidamente, criar os campos Nome; Tema; Folha e Cota, sendo este último somente para a *Feature Class* "Pontos\_Altimetria", ficando, a base de dados, apenas com os campos que mais interessam quer ao utilizador comum quer ao operador que ficará com toda a informação organizada (Figura 3).

Area	Level	Folha	Cota	Nome
1	5	274	5	Agglomerado Urbano
2	5	274	5	Agglomerado Urbano
3	5	274	5	Agglomerado Urbano
4	5	274	5	Agglomerado Urbano
5	5	274	5	Agglomerado Urbano
6	5	274	5	Agglomerado Urbano
7	5	274	5	Agglomerado Urbano
8	5	274	5	Agglomerado Urbano
9	5	274	5	Agglomerado Urbano
10	5	274	5	Agglomerado Urbano
11	5	274	5	Agglomerado Urbano
12	5	274	5	Agglomerado Urbano
13	5	274	5	Agglomerado Urbano
14	5	274	5	Agglomerado Urbano
15	5	274	5	Agglomerado Urbano
16	5	274	5	Agglomerado Urbano
17	5	274	5	Agglomerado Urbano
18	5	274	5	Agglomerado Urbano
19	5	274	5	Agglomerado Urbano
20	5	274	5	Agglomerado Urbano
21	5	274	5	Agglomerado Urbano
22	5	274	5	Agglomerado Urbano
23	5	274	5	Agglomerado Urbano
24	5	274	5	Agglomerado Urbano
25	5	274	5	Agglomerado Urbano
26	5	274	5	Agglomerado Urbano
27	5	274	5	Agglomerado Urbano
28	5	274	5	Agglomerado Urbano
29	5	274	5	Agglomerado Urbano
30	5	274	5	Agglomerado Urbano
31	5	274	5	Agglomerado Urbano
32	5	274	5	Agglomerado Urbano
33	5	274	5	Agglomerado Urbano
34	5	274	5	Agglomerado Urbano
35	5	274	5	Agglomerado Urbano
36	5	274	5	Agglomerado Urbano
37	5	274	5	Agglomerado Urbano
38	5	274	5	Agglomerado Urbano
39	5	274	5	Agglomerado Urbano
40	5	274	5	Agglomerado Urbano

Figura 3 – Excerto da tabela com as novas campos, da *Feature Class* "Áreas\_Urbanas\_Aglomeradas"

Já com a base de dados normalizada, dividiu-se toda a informação pertencente a cada *Feature Class*, em domínios e subtipos, sendo que os domínios serão os campos exportados anteriormente do cad e os subtipos, os diferentes elementos existentes na *Feature Class*.

No caso desta folha, mais propriamente na *Feature Class* "Linhas\_Vias\_Comunicação", o domínio será o campo level, já que é o que nos permite diferenciar os diferentes tipos de vias de comunicação, enquanto que os subtipos serão a conversão desses mesmos

códigos numéricos em informação alfanumérica. Os domínios e subtipos, serão os a baixo indicados:

Level	Informação
0	Auto - Estrada
1	Estrada com Separador
2	Estrada Larga
3	Estrada Estreita
4	Acesso Automóvel
5	Caminho Carreteiro
6	Caminho pé - posto

## Simbologia

A criação da simbologia foi dividida em três grandes fases: para os pontos; para as linhas e para as áreas. Ou seja, a primeira fase em que se exportou os símbolos do tipo ponto recorrendo à biblioteca de células e as segunda e terceira fases em que se desenhou os símbolos dos tipos linhas e áreas, tendo em conta apenas a informação contida no catálogo de objectos (espessura; padrão; cor; etc.).

Tendo inicialmente, a biblioteca de células, a *bib50\_20.cel*, procedeu-se à conversão dos símbolos para o formato *style* (correspondente ao programa *ArcGis*), como tal, dividiram-se as células e a informação contida no catálogo de objectos em pontos, linhas e áreas e gravou-se cada símbolo tipo célula/ponto em formato *dgn* (Figura 4). Já no *ArcGis*, ex-

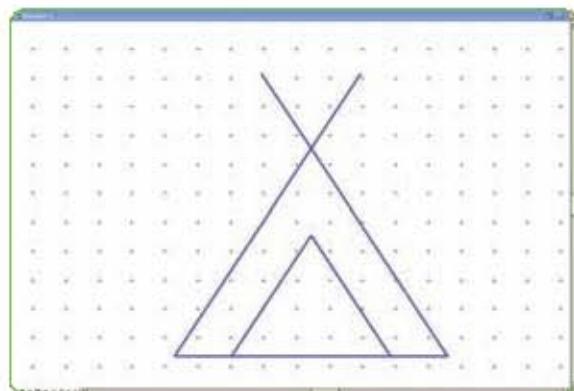


Figura 4 – Exemplo do símbolo do Parque de campismo no formato *dgn*

portou-se para imagem em formato *emf* e por fim, guardou-se cada símbolo na biblioteca de símbolos (*Style Manager*) do projecto criado anteriormente.

Em relação aos símbolos tipo linha, adoptou-se uma estratégia diferente do que a utilizada para as *Feature Class* do tipo ponto, ou seja, abriu-se o catálogo de objectos e desenhou-se no *marker symbol* cada símbolo conforme a sua descrição. Por fim, e já nos símbolos área, não tendo qualquer célula nem descrição do símbolo, tentou-se encontrar os respectivos padrões que mais se aproximam às normas em vigor, ficando deste modo com a simbologia convertida em formato *style*. Os símbolos ficaram guardados desta forma, de modo a permitir a sua utilização futura (*Figura 5*).

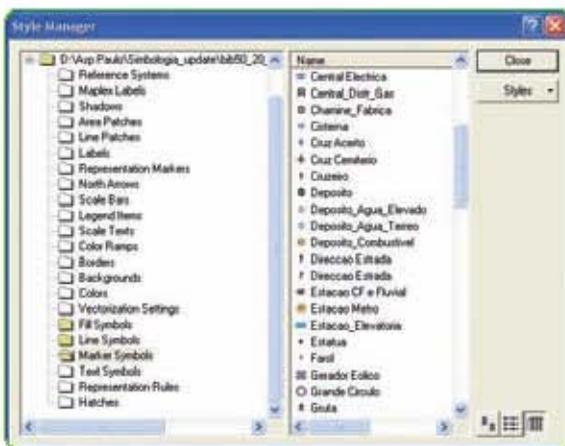


Figura 5 – Biblioteca de símbolos na ArcGIS

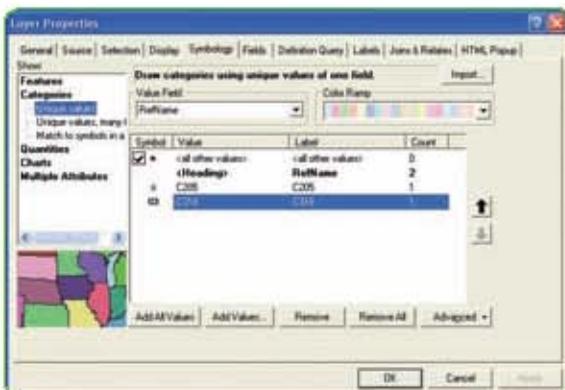


Figura 6 – Exemplo da simbologia de uma *Feature Class*

Por fim, foram atribuídos os símbolos às respectivas *Feature Class*, recorrendo ao comando *Symbolology – Categories – Unique Values*, sendo que escolhemos os domínios/campos e os respectivos subtipos que queríamos simbolizar, diferenciando assim os símbolos de cada elemento. No exemplo referido na figura seguinte, o domínio é o campo "RefName", enquanto que os subtipos são "C205" e "C318", respeitantes à barca de passagem e ao campo de futebol (*Figura 6*).

### Layout

Nesta fase, o objectivo passava por tentar igualar ao máximo toda a informação que a cartografia actual tivesse. Como tal, foi necessário fazer de raiz a legenda; os símbolos respeitantes à informação geográfica; quadrícula de coordenadas rectangulares e escalas. Sendo que, no layout usou-se duas janelas de dados: uma principal (*Figura 7*), onde figuram todos os elementos topográficos da folha, o denominado "interior da folha" e outra para os limites administrativos, onde estão os limites de distrito e de concelho (*Figura 8*).

Para ajudar a enquadrar todos os elementos à escala, usei como base o ficheiro em formato *dgn* proveniente da cartografia actualmente em uso. Com o mapa já completo e pronto para impressão, foi criado um ficheiro de imagem do referido mapa através da exportação do projecto para formato *Tiff*, denominado "1\_50000.tif" com resolução de 400 dpi (*dot per inch*).

### Revisões

Nesta fase do projecto, os objectivos concentravam-se em encontrar as diferenças entre a folha impressa através do processamento em formato *Geodatabase* (*Figura 9*) e a impressa pelo IGeoE em formato *dgn*. A principal diferença ocorreu com as cores da simbologia das áreas, em que havia alguma diferença entre a cor visualizada no ArcGIS e a impressa atra-

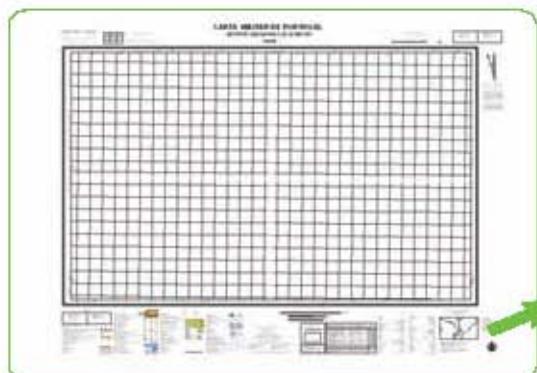


Figura 7 – Layout da Folha 27-4



Figura 8 – Janela de dados das Limites Administrativas

vés da exportação do projecto para formato *Tiff*. Neste caso a solução encontrada, foi a de ler o valor RGB do *pixel* no *Tiff* original e configurar a simbologia, para a cor correspondente. Tendo assim a certeza que a cor de saída era a que mais se assemelhava ao original, como se veio a comprovar mais tarde, contudo,

poder-se-á igualar ainda mais a cor se imprimirmos a folha directamente do projecto do *ArcGIS*, mas tendo o cuidado de não sobrecarregar a rede com a muita informação que um projecto desta envergadura tem e consequentemente prolongar o tempo de impressão ou até mesmo bloquear a mesma.

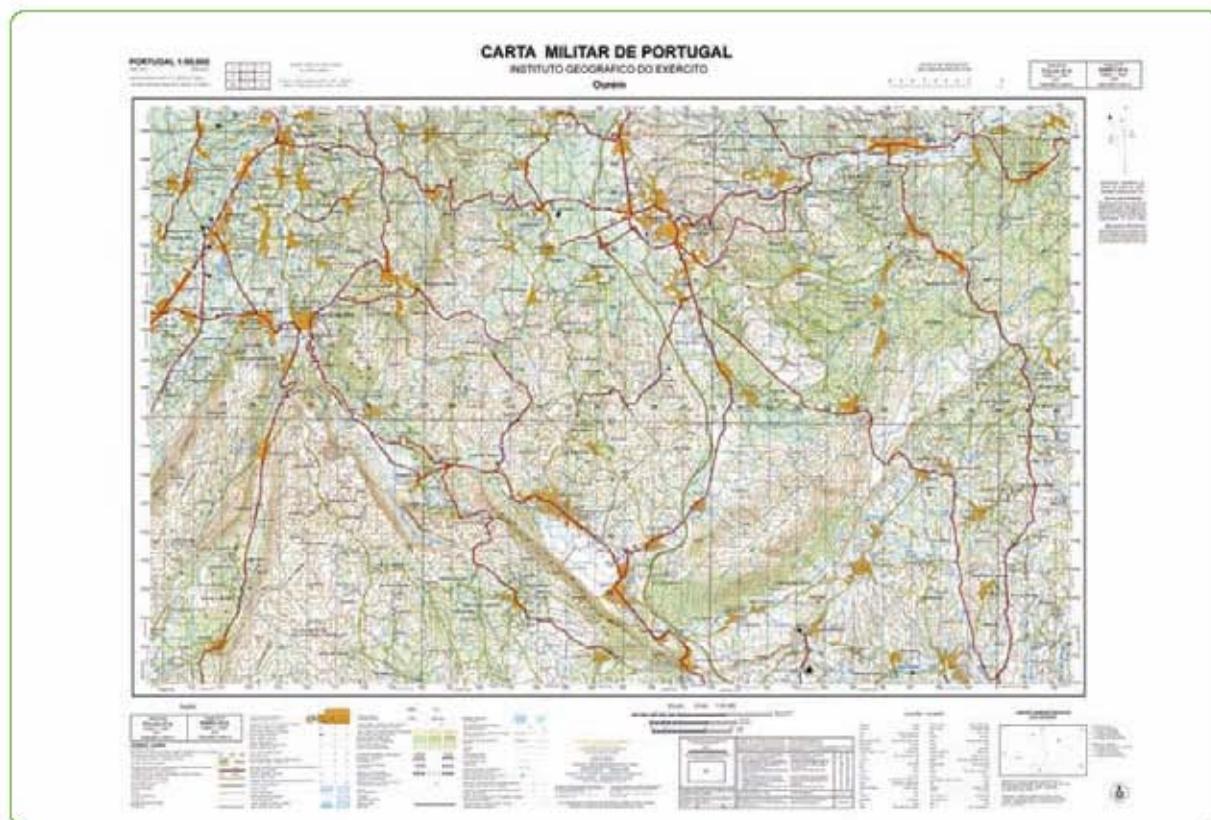


Figura 9 – Impressão final da Folha 27-4 da escala 1:50.000

Com as definições acima referidas, foi possível aferir a qualidade de impressão de dados provenientes de uma *Geodatabase*.

## Conclusões

De facto, o SIG agora constituído, permite maior rigor e facilidade na actualização e disponibilidade dos dados. As capacidades únicas de um SIG na gestão, armazenamento e visualização de dados geográficos estão já vastamente implementadas e assumem cada vez maior importância para o produtor de Informação Geográfica, como é o caso do IGeoE. Se a isto juntarmos a capacidade de representação gráfica, com técnicas de representação cartográfica avançadas, então um SIG poder-se-á colocar ao nível do conjunto de processos que levam actualmente à impressão da "Carta Militar 1:50.000" e assim ser uma alternativa fiável ao método tradicional com recurso ao *cad*.

Apesar de tudo, foram encontradas algumas dificuldades, sendo que as principais foram ao nível da finalização cartográfica, onde foi necessário encontrar a resolução máxima com que se conseguia imprimir sem perda de informação (entre 300 e 400 dpi) e ao nível da simbologia onde foi necessário encontrar o método que mais se assemelhava à conversão exacta de cada símbolo.

Claro que estas dificuldades podem necessitar de algum tempo de integração e habituação a novos métodos de manipulação de dados, integração essa que poderá ser algo exigente e difícil, mas, e depois de ver o resultado final, creio que se justifica a aposta neste tipo de produção, visto que as conclusões apontam para factos mais positivos do que os inicialmente esperados, nomeadamente ao nível da manipulação da base dados e da conversão da simbologia.

Em termos futuros, este processo terá mais facilidades, se for apostado numa ligação *Software vs Hardware*, mais rigorosa e com gestão de memória eficaz. Outras das soluções encontradas, prende-se com o facto de diminuir ao máximo a nossa base de dados geográfica, de modo a não subcarregar demasiado o ficheiro e assim não demorar ou por vezes bloquear no processamento da informação.

## Referências Bibliográficas

- IGeoE. (2007) "Norma\_DCSD\_02", Norma de Edição e Revisão da Série M783 (antiga série M782) Escala 1: 50 000, Lisboa.
- Dourado, R. (2007) Constituição de um SIG tendo por base a "Carta Itinerária de Portugal 1:500.000, Lisboa.
- ESRI. (2008) ArcGis Desktop III – Trabalho e Análise SIG, ESRI Portugal.

# Curso de Fotogrametria 2010

Pedro Manuel Cardoso da Costa

Capitão Inf

costa.pmc@mail.exercito.pt

*O Curso de Fotogrametria para oficiais, sob a orientação do Centro de Formação Geográfica do IGeoE, tem por objectivo formar técnicos aptos a planear, parametrizar, supervisionar e controlar os trabalhos inerentes ao Processo Fotogramétrico .*

*Realizando a Secção de Fotogrametria (SFotog) diversas actividades, o ideal seria acompanhar de perto todas actividades do Processo Fotogramétrico. Como o enquadramento temporal do curso não permite acompanhar todo o processo, o Director de Curso estabeleceu quatro objectivos parciais para o curso que abrangem grande parte da actividade da SFotog:*

- *Adquirir os conhecimentos necessários para efectuar e supervisionar a restituição fotogramétrica;*
- *Acompanhar a recepção e verificação das fotografias aéreas digitais de um voo de 2009 do Bloco do Porto e efectuar a sua Triangulação Aérea (TA);*
- *Acompanhar e ficar apto a criar ortofotomapas;*
- *Converter ficheiros FOT do Bloco da Padrela para a estrutura de dados actual, tendo em vista o processo de actualização. O presente artigo visa apresentar estas actividades desenvolvidas ao longo do curso.*

## Restituição Fotogramétrica

A restituição é efectuada através do *software* ISSD® (*ImageStation Stereo Display*®) da empresa americana *Intergraph*®. A versão em uso actualmente é a *ISSD 5.0* que funciona em ambiente *MicroStation V8*.

A bibliografia interna, Instruções de Trabalho (IT) e Normas de Produção, complementada com a preciosa colaboração dos operadores da Secção, permitiram organizar os documentos e preparar a Estação Fotogramétrica Digital para iniciar os trabalhos de restituição. Foi definida a folha 145 NESPEREIRA (CINFÄES) da Série M888 para efectuar a adaptação às técnicas de restituição.

Criado o projecto, houve um acompanhamento durante dois dias da restituição planimétrica e durante um dia da restituição altimétrica. A preocupação dos operadores centrou-se em transmitir, no decorrer da sua actividade, as principais preocupações das técnicas de restituição, as dificuldades, os erros comuns e a forma de os evitar, etc. Em suma, transmitir o máximo dos conhecimentos adquiridos na sua vasta experiência de operador.

Para iniciar a restituição, é inevitável um período de adaptação, quer ao *ZI Mouse*, quer ao ambiente tridimensional proporcionado pela tecnologia. Depois, começar por treinar a restituição de pontos cotados e, após esta etapa, passar para itinerários para alcançar a proficiência técnica.

A restituição é produzida com recurso ao *mdl<sup>1</sup> edicart<sup>2</sup>*. Para além de imprimir maior rapidez na aquisição, também evita a possibilidade de surgirem erros na definição manual dos atributos pelo operador. Programar as *Function Keys* do teclado com os elementos mais utilizados no *edicart* é uma boa ajuda, contri-

<sup>1</sup> *MicroStation Development Language.*

<sup>2</sup> *Aplicação que define os atributos gráficos definidos no catálogo de objectos para cada elemento que se pretende restituir.*

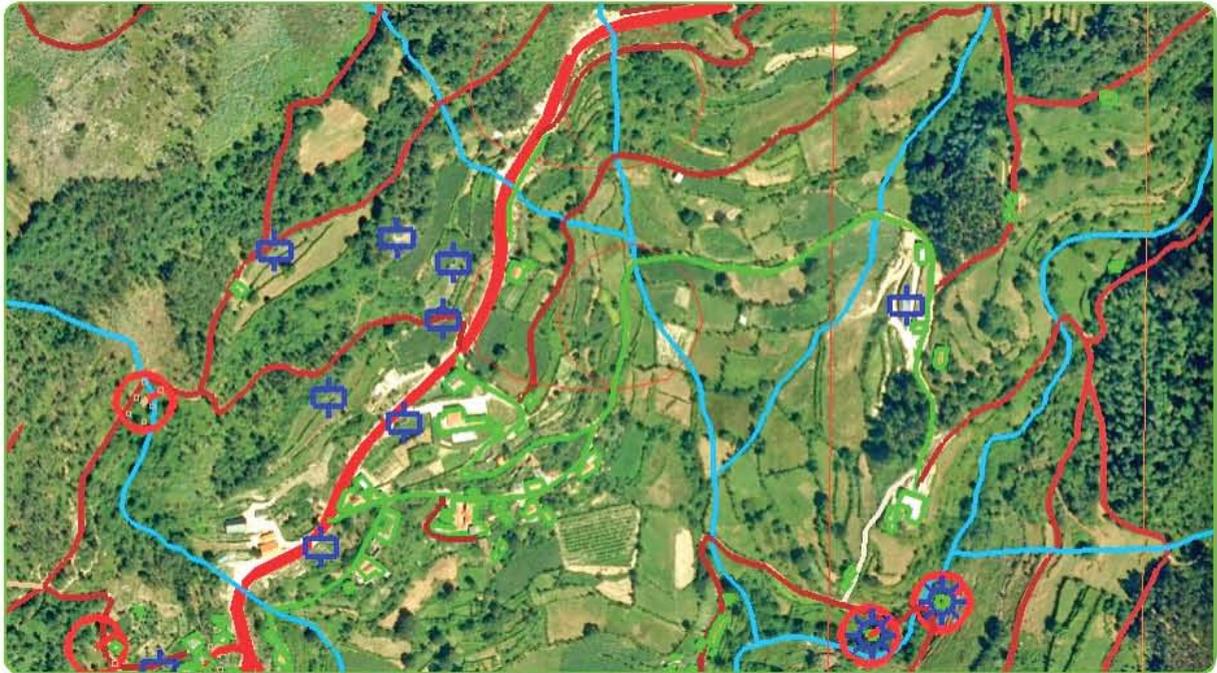


Figura 1 – Imagem de uma área em processo de restituição

buindo também para a fluidez do trabalho.

Não existe nenhum método definido para restituir. As técnicas ou métodos de restituir utilizados são característicos de cada operador. No entanto, é essencial que cada objecto a adquirir não seja analisado de uma forma isolada mas sim enquadrado com os restantes objectos que o rodeiam, permitindo uma melhor identificação e interpretação.

### Triangulação Aérea

A recepção das fotografias aéreas de um novo voo do Bloco do Porto (Setembro de 2009), permite à SFotog efectuar os trabalhos de restituição com imagens mais recentes e produzir ortofotos de todo o Bloco do Porto. Estes serão utilizados nos trabalhos de completagem pela Secção de Topografia (STop), fornecendo assim uma base de trabalho mais actualizada. Estas fotografias aéreas do voo de 2009 necessitam de ser aerotrianguladas para poderem ser utilizadas nas variadas actividades da SFotog. A Triangulação Aérea<sup>3</sup> (TA) consiste num conjunto de operações que permitem orientar a cobertura fo-

tográfica de um objecto ou de uma zona do terreno, de modo que os vários modelos formem um modelo completo, composto por vários modelos parciais, que seja matematicamente semelhante ao objecto, utilizando para o efeito, o mínimo de apoio fotogramétrico possível. Este apoio fotogramétrico será constituído à custa de pontos terreno e dos centros de projecção, no caso de o voo fotogramétrico ter apoio aéreo cinemático (com GPS).

O IGeoE, na Secção de Fotogrametria, efectua a TA através do software ISAT® (*ImageStation Automatic Triangulation*) da empresa americana Intergraph®. A versão em uso actualmente é a ISAT 5.3.1.0 e foi esta a utilizada para efectuar a TA do Bloco Norte do Porto por um operador da SFotog com a supervisão do chefe da SFotog.

Segue-se uma breve descrição dos principais momentos de uma triangulação.

### Preparação do Projecto

Na posse das fotografias aéreas do bloco, a SFotog efectuou a sua verificação e a organização do ►►

<sup>3</sup> Apontamentos do Curso de Informação Cartográfica, IGeoE, 2010



Figura 2 – Exemplo de footprint de bloco de imagens e pontos de controle

bloco, identificando assim as fotografias de início e fim das fiadas. Procedeu-se também à compilação de toda informação sobre as fotografias aéreas (certificado de calibração da câmara, coordenadas dos centros de projecção, altura média de voo, etc) e sobre a área a aerotriangular (cota média da área de trabalho, coordenadas dos pontos Fotogramétricos e respectivos croquis, etc).

### Criar o Projecto

Esta fase consiste em criar um novo projecto, proceder à sua identificação e efectuar a sua caracterização, inserindo os dados anteriormente compilados sobre as fotografias aéreas e sobre a área a aerotriangular. Também são definidos, entre outros, o sistema de coordenadas (WGS Militares), as unidades de medida (métricas) e os valores aceitáveis/estabelecidos das tolerâncias<sup>4</sup>. Terminada esta fase, o pro-

grama gera automaticamente um conjunto de ficheiros (*Camera*, *Control*, *Model*, *Photo* e *Project*) que irão suportar toda a informação do projecto de aerotriangulação do bloco. Nestes ficheiros encontra-se a informação já inserida na definição do projecto e durante as diversas fases do processo serão automaticamente preenchidos com a restante informação gerada pela triangulação.

### Orientação Interna e Externa das fotografias

Utilizando fotografias aéreas digitais, o procedimento de orientação interna é dispensável, aplicando-se este procedimento apenas para trabalhos com imagens analógicas.

Os parâmetros da Orientação Externa (OE) são fornecidos com as fotografias digitais. Estes parâmetros são importados para o projecto através de um menu do *software*.

<sup>4</sup> – Sigma de 20 microns;

– RMS das pontas de controle de 0.60 m em X; 0.60 em Y e 0.60 m em Z;

– Resíduos máximas de 0.80 m em X; 0.80 em Y e 0.80 m em Z.

<sup>5</sup> Os parâmetros de Orientação Externa são 3 coordenadas objecto do centro de projecção ( $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$ ) obtidas por GPS e as 3 ângulas independentes ( $\omega$ ,  $\varphi$  e  $\kappa$ ) que definem a orientação do eixo óptico (fotográfico) no espaço. Conseqüentemente definem a orientação no espaço objecto do sistema de coordenadas foto. O ângulo omega mede a rotação em torno do eixo das  $XX$  do sistema de coordenadas terreno. O ângulo phi mede a rotação no eixo das  $YY$  e o kappa no eixo das  $ZZ$ .

### Importação dos Pontos Fotogramétricos

Os Pontos Fotogramétricos<sup>6</sup> (PF) destinam-se a obter a orientação absoluta de um par estereoscópico ou a orientação externa de uma fotografia.

Estes pontos, que foram escolhidos pela SFotog na fase de planeamento e levantados pela STop nos trabalhos de campo, são importados para o projecto (coordenadas).

### Definição do Bloco

A definição do bloco consiste em seleccionar a área pretendida e atribuir-lhe uma identificação. A área é definida com a selecção das fotografias que constituem o bloco.

Nesta fase, através das potencialidades do *software*, já podemos visualizar e analisar visualmente a disposição do bloco e restantes dados introduzidos (Figura 2).

### Extracção automática dos pontos de passagem e de ligação

Este processo desenrola-se por processamento automático do *software*. Este processamento identifica os pontos homólogos (pontos de correlação) entre as imagens, os pontos de ligação entre fiadas (*tie points*) e os pontos de ligação entre modelos (*pass points*).

### Editar as *Weak Areas*

Através do passo anterior também foram identificadas as “*weak areas*”, designação dada às áreas de sobreposição entre fotografias onde o *software* não conseguiu efectuar a correlação correcta dos pontos homólogos encontrados.

As áreas das imagens onde existem superfícies de água normalmente originam *weak areas* e podem ser eliminadas do processo. As restantes deverão ser editadas através dum menu do *software* que permite fazer correcções / leituras manuais de pontos homólogos.

### Eliminar a Parallaxe através das leituras dos PF's

Esta é a fase onde a experiência do operador é fundamental. Se até aqui o processo se baseou em seguir a sequência correcta e introduzir os dados cer-

tos no menu certo, aqui, um operador inexperiente tem muitas dificuldades em efectuar o procedimento, quer pelo rigor necessário, quer pelo tempo despendido para fazer todas as leituras. Destas leituras depende o resultado da triangulação e consequentemente todos os trabalhos subsequentes da cadeia de produção.

### Ajustamento do Bloco

O *software* efectua todo o processamento dos dados até agora introduzidos e transmite os resultados da triangulação do bloco.

Estes resultados, em forma de relatório, são de imediato analisados tendo como referência os valores das tolerâncias máximas introduzidas na criação do projecto e confirmados através das leituras dos *check points*.

### Densificação e *Bulk Orientation*

A densificação consiste em transformar todos os pontos de ligação e de passagem calculados durante o processo em pontos de controlo. Desta forma, passamos a ter uma quantidade de pontos de controlo muito superior e distribuídos por todos os modelos existentes no bloco.

É através da *Bulk Orientation* que, a partir dos parâmetros da OE obtidos na TA e do ajustamento do bloco, se calcula a Orientação Relativa<sup>7</sup> (OR) e Orientação Absoluta<sup>8</sup> (OA) para cada modelo. Se o passo anterior não fosse efectuado, não seria possível concretizar este por não existirem, em cada modelo, pontos de controlo suficientes para efectuar estas orientações.

Fica assim terminada a triangulação, estando pronta a utilização deste voo nas variadas aplicações da Secção de Fotogrametria, designadamente a substituição fotogramétrica e a produção de ortofotos.

## Ortofotomapas

Um ortofotomapa ou fotomapa ortorectificado, é uma reprodução ortogonal de uma fotografia ou mosaico<sup>9</sup>. Por outras palavras é uma fotografia ou ►►

6 Ponto fotogramétrico é um ponto coordenado a 3D, bem identificado nas fotos e no terreno e necessariamente contido na área de sobreposição de duas fotos consecutivas; pode estar contido em três fotos consecutivas de 2 fiada ou em 4, 5 ou 6 fotos de duas fiadas contíguas.

7 Orientação Relativa consiste em orientar analiticamente os feixes perspectivos de duas imagens em relação ao outro. Requer a determinação de cinco de seis parâmetros (três rotações  $d\omega$ ,  $d\phi$ ,  $d\kappa$  e três correcções de translação  $b_x$ ,  $b_y$  e  $b_z$ ).

8 Orientação Absoluta consiste em estabelecer uma relação matemática entre as coordenadas do modelo estereoscópico e as coordenadas objecto (terreno).

9 Apontamentos do Curso de Informação Cartográfica, IGeoE, 2010

conjunto de fotografias aéreas desprovidas das distorções provocadas pela câmara e relevo, em virtude de uma fotografia ser obtida através de uma projecção central e não de uma projecção ortogonal.

Os ortofotomapas podem ser complementados com alguns elementos adicionais com informação útil semelhante à utilizada nas cartas topográficas como por exemplo a quadrícula, a toponímia ou de outra informação temática.

No IGeoE, os ortofotomapas são criados através do *software ImageStation OrtoPro*® da empresa *Intergraph*®, versão 05.02.20.59, que corre em ambiente *Geomedia*. Este *software* permite transformar de forma quase automática uma projecção central (a da fotografia aérea), numa projecção ortogonal, que dá origem ao ortofotomapa.

A produção de ortofotos consiste em criar o projecto onde se definem as fotografias aéreas e a sua localização, os Modelos Digitais do Terreno (MDT's) a utilizar, o resultado da TA, a área de trabalho e a dimensão do pixel no terreno.

Definido o projecto, o *software* processa esta informação e começa por ortorectificar as fotografias, sobre elas gera as *seamlines*<sup>10</sup> e finalmente cria os ortofotos. Para cada uma destas etapas é necessário a definição dos parâmetros para o *software* efectuar a tarefa.

O *software* permite optar por efectuar um processamento em modo manual ou em modo automático, onde a principal diferença se prende no momento da definição dos parâmetros. No modo manual são definidos antes de cada etapa, no modo automático são efectuadas todas as definições antes de iniciar o processamento.

Com o intuito de tornar mais acessível a produção de ortofotos a qualquer colaborador da SFotog, foi actualizada a Instrução de Trabalho deste processo de uma forma muito pormenorizada.

### Conversão de Ficheiros FOT

O Bloco da Padrela está na fase de preparação para actualização e, à semelhança do estabelecido

para o Bloco do Porto, a restituição fotogramétrica será efectuada através da actualização da informação *dgn* existente nos ficheiros FOT<sup>11</sup>.

A última restituição do Bloco da Padrela decorreu em 1995 e a estrutura da informação utilizada na época não coincide com a utilizada actualmente, fruto de diversas alterações. Há então a necessidade de efectuar uma conversão da informação vectorial existente para ficar de acordo com a estrutura de dados actual.

No entanto, existe muita informação que não deve ser aproveitada, como por exemplo as construções e os limites de vegetação, elementos mais propícios de sofrerem alterações. A evolução do *software* de restituição também permite agora um rigor muito mais apurado, realçando-se mais nos valores da cota, pelo que a altimetria também é restituída de novo.

Em conjunto com o Chefe da Secção de Fotogrametria e alguns operadores da SFotog, tendo como propósito rentabilizar a informação existente, foram definidos quais os elementos que deveriam ser transformados e quais poderiam ser desprezados.

### Identificação dos atributos dos elementos *dgn* antigos

A execução do comando *msbatch crosstab* em *msdos* (Figura 3) criou um ficheiro TAB para cada ficheiro *dgn* que constituía o Bloco da Padrela. Nele foram listadas as características de todos os elementos existentes nesse ficheiro. Este comando permitiu assim certificar que foram identificados todos os elementos.

Trabalhando essa informação, foi detectado que existiam **10560** tipos de elementos no bloco constituído por 44 folhas, dos quais 1324 eram distintos, pelo que foi necessário fazer a sua análise.

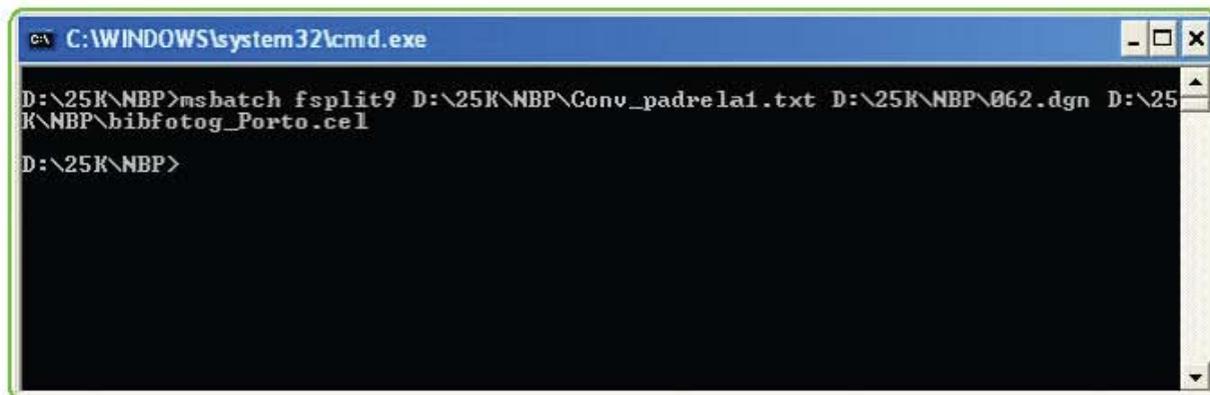
A identificação dos **1324** foi realizada por localização de cada elemento no *dgn* com auxílio do *mdl sipaf* e verificação da sua correspondência no ficheiro TIFF.

Terminada esta árdua e morosa tarefa de identificação individual dos 1324 elementos existentes em todo o bloco, o passo seguinte é a construção da tabela de conversão.

<sup>10</sup> Designação dada à linha de corte entre duas fotografias consecutivas.

<sup>11</sup> Ficheiros resultantes da restituição fotogramétrica que originou as cartas em vigor.





```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
D:\25K\NBP>msbatch fsplit9 D:\25K\NBP\Conv_padrela1.txt D:\25K\NBP\062.dgn D:\25K\NBP\bibfotog_Porto.cel
D:\25K\NBP>
```

■ Figura 6 – Comando *msbatch fsplit9*

## Conclusões

Os conhecimentos adquiridos através das Instruções de Trabalho e das Normas Técnicas, complementados com o constante acompanhamento dos operadores da Secção, permitem ficar apto a organizar a informação necessária para a restituição em função do fluxo de trabalho e da organização da Secção e também a usar o *software* e efectuar a restituição conforme as Normas de Produção. Sendo da opinião que “Restituir é uma Arte” e que só a experiência permite bons resultados, a proficiência da restituição terá um aumento progressivo ao longo do tempo.

A Triangulação Aérea é uma tarefa crítica pois todas as actividades do processo fotogramétrico e restante Cadeia de Produção dependem da sua precisão. Elaborar uma TA exige uma boa organização da informação, uma execução sequencial e metódica de todos os procedimentos e tem um ponto-chave, a leitura dos PF’s. Aqui exige-se que o operador seja um elemento com elevada experiência, pois o rigor da execução desta tarefa é directamente proporcional à precisão do resultado final da TA e consequentemente das restantes actividades do ciclo da produção cartográfica.

Presentemente a produção de ortofotomapas no IGeoE não é uma actividade de execução diária e destina-se apenas ao uso interno. O *software* utilizado na sua produção é simples, intuitivo e sequencial. No entanto, atendendo ao volume de informação pro-

cessada e à qualidade (aspectos técnicos relacionados com o plano de voo) das fotografias aéreas, podem surgir erros/falhas no processamento que requerem a intervenção do operador para efectuar as correcções. A experiência e a rotina do operador são fundamentais para identificar a causa. A actualização da Instrução de Trabalho com os procedimentos detalhados, sugestões e soluções de erros frequentes, não só é um bom auxílio ao operador, como pode colmatar o facto de a produção de ortofotomapas não ser uma actividade rotineira.

A restituição fotogramétrica das folhas 1/25000 da Série M888 por actualização da informação existente é uma realidade e provida de inúmeras vantagens. A constante actualização do catálogo de objectos e dos métodos de aquisição visando um produto final de elevada qualidade, distinta característica do Instituto Geográfico do Exército, submete a informação existente a uma necessidade de ser convertida para a estrutura de dados actual. Esta conversão é conseguida com recurso a uma tabela de conversão que, não só transforma os atributos antigos nos atributos actuais do objecto, mas também efectua uma triagem e separação da informação. Esta análise visa permitir que a informação utilizada se constitua como um auxílio e não como um obstáculo para o operador.

O Curso de Fotogrametria proporciona uma panóplia de conhecimentos e capacidades com vista ao planeamento e supervisão do processo fotogramé-

trico que se constitui como uma experiência enriquecedora, sustentada não só nas tarefas desenvolvidas ao longo do curso, como também na vivência das tarefas desenvolvidas pela Secção de Fotogrametria.

### Bibliografia

- Apontamentos da Formação de software CAD, IGeoE, 2010.
- Apontamentos do Curso de Informação Cartográfica, IGeoE, 2010.
- MARQUES, António (2009). "Recuperação Radio-Geométrica e Catalogação Digital de Coberturas Aéreas Antigas da Zona de Lisboa". Mestrado em Engenharia Geográfica, Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- ROQUE, Dora (2009). "Cobertura Aérea Nacional RAF47 – Recuperação Radiométrica e Triangulação". Mestrado em Engenharia Geográfica, Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- IGeoE, <http://igeonet/>, em 05JUL2010.
- INTERGRAPH®, <http://www.intergraph.com>, em 05JUL2010
- IT\_SFotog\_01 – Fluxo de trabalho na SFotog
- IT\_SFotog\_05 – Triangulação aérea com o ISAT
- IT\_SFotog\_06 – Restituição
- IT\_SFotog\_10 – Preparação da informação necessária para a restituição
- IT\_SFotog\_15 – Configuração de uma Estação Fotogramétrica Digital
- Normas de Produção, Série M888, Escala 1/25000 

## ■ *Visitas e eventos*

### **Apresentação do Projecto SERVIR no 7.º Congresso Nacional da Administração Pública**

O IGeoE participou no 7.º Congresso Nacional da Administração Pública, promovido pelo Instituto Nacional de Administração (INA) que se realizou no Centro de Congressos de Lisboa, nos dias 10 e 11 de Novembro de 2009, por o Projecto SERVIR – Sistema de Estações de Referência GNSS Virtuais, ter sido distinguido com o prémio “Melhoria de Processos – Administração Central Indirecta e Instituições Utilidade Pública. O Congresso Nacional da Administração Pública é um acontecimento anual de informação e debate para grandes audiências sobre temas nucleares da gestão pública e contou este ano com a presença do Sr. Ministro de Estado e das Finanças e do Secretário de Estado da Administração Pública.



Neste evento o IGeoE apresentou uma comunicação sobre o referido projecto e participou ainda na sessão de posters.

### **Exercício Lusíada 2009**

Decorreu na Ilha Terceira do Arquipélago dos Açores, durante o período de 16 a 27 de Novembro de 2009, a 3.ª fase do Exercício Lusíada 09, que envolveu efectivos e meios operacionais do EMGFA, Marinha, Exército e Força Aérea.

O principal objectivo deste exercício consistiu em treinar a projecção do Estado-Maior da Força de Reacção Imediata (EM/FRI), com todo o seu equipamento



bem como o treino das comunicações via satélite.

O objectivo geral dos exercícios da série LUSÍADA é desenvolver a preparação das Forças Armadas para o cumprimento das missões específicas de apoio à política externa, nomeadamente a protecção e evacuação de cidadãos nacionais em áreas de tensão ou crise. Este exercício desenvolveu-se num cenário fictício de evacuação de cidadãos nacionais e, eventualmente, de países amigos ou aliados, com a activação de unidades pertencentes à FRI, operação tipificada, em termos NATO, como Operação de Evacuação de Não-combatentes (NEO).

O Instituto Geográfico do Exército, participou, em dois níveis distintos, designadamente, apoiando a célula geoespacial do EMGFA na execução e disponibilização da cartografia necessária ao apoio do exercício, bem como projectando o Oficial Geográfico que acompanhou o EM/ FRI.

## 77º Aniversário do IGeoE

Celebrou-se no dia 24 de Novembro de 2009, o 77.º aniversário do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE). Neste dia festivo pretendeu-se privilegiar a confraternização entre todos aqueles que, com grande devoção, dedicaram parte significativa da sua vida activa à ciência cartográfica e realizar, simultaneamente, a apresentação da nossa realidade técnico-científica, às entidades militares e civis presentes, bem como evidenciar o contributo que o IGeoE presta à Cartografia Nacional e ao País.

A cerimónia foi presidida pelo Director da Direcção de Finanças, o Excelentíssimo Major-General João António Esteves da Silva, estando presentes outras altas entidades militares representativas da hierarquia do Exército, Comandantes, Directores ou Chefes de Unidades, Estabelecimentos e Órgãos contíguos ou com afinidades no campo técnico-científico, bem como entidades civis representativas do espectro cartográfico nacional, representantes de instituições com quem o IGeoE estabeleceu protocolos e que, por razões institucionais ou outras, têm contactos mais assíduos de cooperação com este Instituto.

Para comemorar esta importante efeméride com a

dignidade que merece, também estiveram presentes os anteriores Chefes/Directores e colaboradores do Serviço Cartográfico do Exército/ Instituto Geográfico do Exército, como forma de deferência e respeito pelo contributo por eles prestado, sob as mais variadas formas, à Cartografia e ao Exército. Dando continuidade a uma longa tradição que está fortemente arraigada no espírito militar português, o IGeoE desenvolveu um conjunto de actividades inseridas no contexto das comemorações, designadamente o hastear da Bandeira Nacional, a recepção das Altas Entidades convidadas, a alocução alusiva à cerimónia pelo Director do Instituto, uma palestra proferida por um oficial do IGeoE, subordinada ao tema técnico "Uma Base de Dados Geográfica para a Carta Militar de Portugal" e a imposição de condecorações a militares do Instituto.

O evento prosseguiu com a visita às instalações, durante a qual foi inaugurada a exposição "Finis Portugalliae – Nos confins de Portugal".

Encerrada a visita às instalações, todos os presentes foram convidados a participar no aperitivo e almoço de confraternização, que decorreu no salão multiusos do Instituto.



## Inauguração da exposição “Finis Portugalliae = nos confins de Portugal”

No dia 24 de Novembro de 2009 decorreu, no âmbito das comemorações do 77º Aniversário do IGeoE, o lançamento do livro “Finis Portugalliae – Nos Confins de Portugal” conjuntamente com a inauguração da exposição referente a esta obra, realizada pelo Instituto Geográfico do Exército, com a coordenação da Prof. Dr.ª Maria Helena Dias, do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa. A exposição esteve patente ao público, nas instalações do Museu da Cartografia Militar do Instituto Geográfico do Exército, até ao dia 18 de Dezembro de 2009, data a partir da qual percorreu diversas autarquias do país.



## Visita do Comandante do Exército da República de Moçambique

O Comandante do Exército da República de Moçambique (CEME RM), Major-General Graça Tomás Chongo, visitou o IGeoE no dia 25 de Novembro de 2009, sendo a delegação moçambicana constituída por mais três Coronéis.

O Exmo. TGen QMG também esteve presente nesta

visita, a qual decorreu no período da tarde. Para além da habitual apresentação de cumprimentos no gabinete do Director, seguiu-se um briefing no Auditório e posterior visita às instalações do Instituto, durante a qual os chefes dos Centros procederam a breves explicações relativas ao tipo de

actividade desenvolvida nas suas áreas funcionais, com destaque especial para a cadeia de produção de informação geográfica do Instituto, salientando-se também o importante contributo que o IGeoE presta à Cartografia Nacional e ao País.

A visita terminou no Salão Nobre do Instituto com a assinatura do Livro de Honra por parte da alta entidade moçambicana, seguida da troca de ofertas institucionais e entrega de algumas lembranças.



---

## Festividades de Natal no IGeoE

---

No cumprimento de uma tradição instituída na sociedade portuguesa o IGeoE realizou, no dia 21 de Dezembro, uma festa de Natal na qual participaram os filhos dos colaboradores do Instituto com idades inferiores a quinze anos, de modo a proporcionar-lhes um dia especial num ambiente festivo, próprio da Quadra Natalícia.

Este evento teve início no exterior do Instituto com um espectáculo de circo na zona do Parque das nações, em Lisboa, durante o período das 11h00 às 13h00. Após o final do espectáculo, as crianças e respectivos pais, encaminharam-se para o IGeoE, designadamente, para a sala multiusos onde foi servido um almoço volante, proporcionando também um agradável convívio entre famílias. No final do almoço realizou-se uma sessão de jogo de bingo, cujos vencedores adulto/criança, tiveram direito a um prémio linha e bingo.

As festividades terminaram com a "Mãe Natal" a distribuir prendas a todas as crianças que participaram nesta festa.



---

## Jantar de despedida de antigos colaboradores

---

IGeoE promoveu, no dia 28 de Janeiro de 2010, mais um jantar convívio que contou com a presença dos antigos colaboradores que permaneceram mais de dois anos no Instituto e que saíram durante o ano de 2009, como forma de homenageá-los.

Este ano, o jantar voltou a realizar-se nas instalações do Instituto, tendo participado aproximadamente 100 pessoas, entre colaboradores e demais convidados. O jantar tomou o seu curso normal e finda a refeição, o Director do Instituto procedeu à entrega de lembranças aos ex-colaboradores, como testemunho do apreço pelo contributo que deram ao Instituto.



---

## Exposição na Assembleia da República

---

No dia 13 de Janeiro de 2010, decorreu na Assembleia da República uma Cerimónia Evocativa da Construção dos Fortes e Redutos das Linhas de Torres, no âmbito das Comemorações do Bicentenário das Invasões Francesas em Portugal. O evento contou com a presença de diversas individualidades, entre as quais SIEXA o Presidente da As-

sembleia da República, Deputados da Assembleia, SIEXA o General CIEME, elementos do Comando Superior do Exército, bem como historiadores e outros civis que pretenderam associar-se a este evento. O Director do Instituto também esteve presente, cabendo ao IGeoE a apresentação de um vídeo produzido sobre o tema "Fortes das Linhas de Torres-Vedras".

## Reportagem sobre o IGeoE, no programa Portugal Directo na RTP1



Em 29 de Janeiro de 2010 a jornalista Filipa Costa,

da RTP, realizou uma reportagem televisiva sobre a produção de cartografia militar no IGeoE.

Esta reportagem integrou o alinhamento do programa Portugal Directo da RTP1 e foi transmitida em duas partes distintas. A primeira parte, com uma duração aproximada de 7 minutos, visou mostrar quais os principais projectos em que o IGeoE está envolvido, assim como a cadeia de produção da cartografia militar. Na segunda parte, com cerca de 6 minutos, a reportagem foi direccionada para o Museu da Cartografia Militar, onde é possível observar o histórico e toda a evolução ao nível dos vários equipamentos utilizados na produção cartográfica do IGeoE. Também nas instalações do Museu foi dado a conhecer a exposição "*Finis Portugalliae = Nos Confins de Portugal*", que se encontrava aí patente ao público.

## Visita de Delegação Líbia ao IGeoE



Uma delegação Líbia constituída pelo Coronel Mohamed Amar (chefe de delegação), o Coronel

Rasem Bem Rashed, o Eng<sup>o</sup> Youssef Attia, o Eng<sup>o</sup> Ali Ghenniwa, o Sr. Fathi Alshabir e o Sr. Rashid A. Rashed (conselheiro da Embaixada Líbia em Lisboa), visitou o IGeoE na tarde do dia 03 de Fevereiro de 2010.

Para além da habitual apresentação de cumprimentos, o Director em Substituição efectuou um briefing no Auditório sobre o IGeoE, seguindo-se uma visita às instalações do Instituto, durante a qual os chefes dos Centros procederam a breves explicações relativas ao tipo de actividade desenvolvida nas suas áreas funcionais, com destaque especial para a cadeia de produção de informação geográfica do Instituto, salientando-se também o importante contributo que o IGeoE presta à Cartografia Nacional e ao País.

A visita terminou no Salão Nobre do Instituto com a assinatura do Livro de Honra por parte do chefe da delegação Líbia, seguida da troca de ofertas institucionais e entrega de algumas lembranças pessoais.

---

## Divulgação televisiva da exposição “*Finis Portugalliae = nos confins de Portugal*”

---

No dia 07 de Fevereiro, durante o programa da RTP1, “As Escolhas de Marcelo”, de grande audiência e cujo comentador é bem conhecido dos portugueses, o Professor Doutor Marcelo Rebelo de Sousa destacou o livro “*Finis Portugalliae – Nos Confins de Portugal*”.

Esta obra sobre a fronteira portuguesa e a participação militar na sua representação cartográfica e demarcação, que foi realizada pelo Instituto Geográfico do Exército, com a coordenação da Prof. Doutora Maria Helena Dias do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, conta ainda com uma exposição de cartografia que percorreu diversas autarquias do país.



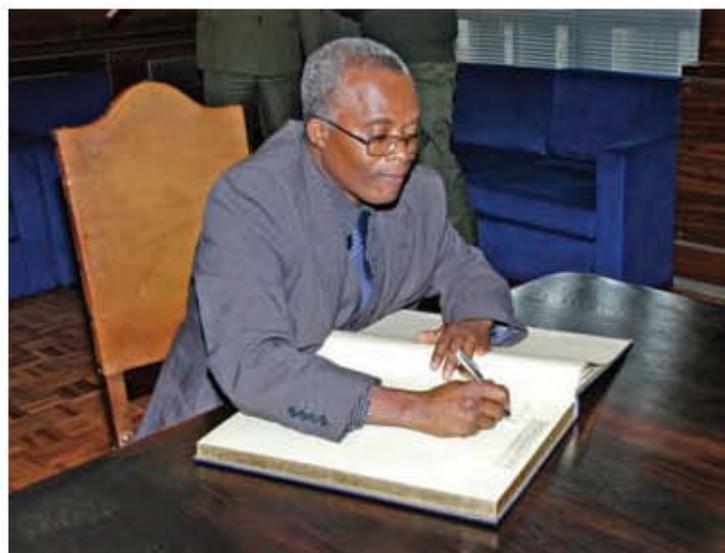
---

## Visita do Director dos Serviços Geográficos e Cadastrais de S. Tomé e Príncipe

---

O Instituto recebeu no dia 24 de Fevereiro de 2010, a visita do Sr. Eng.º Argentino Pires dos Santos, actual Director dos Serviços Geográficos e Cadastrais de S. Tomé e Príncipe.

Durante a visita às instalações do IGeoE, foi dado a conhecer a evolução da cartografia militar portuguesa, bem como a actual realidade técnico-científica da sua cadeia de produção, salientando o importante contributo que presta à Cartografia Nacional e ao País.



---

## Seminário “Integração de Sistemas Operacionais de Segurança e Defesa”

---

O Instituto foi convidado para participar no Seminário que decorreu no dia 2 de Março, nas instalações do Instituto de Estudos Superiores Militares, em parceria com a empresa ESRI Portugal. Este Seminário permitiu que várias entidades nacionais envolvidas no âmbito da Segurança e da Defesa apresentassem os seus projectos e estados

de arte relacionados com o tema geral do evento, designadamente – “Integração de Sistemas Operacionais de Segurança e Defesa”.

O TCor Travanca Lopes, deste IGeoE, efectuou uma apresentação sobre Generalização de Informação Geográfica e a importância dos atributos dos dados associados a essa informação.

## Encontro de Utilizadores da ESRI 2010

O Instituto participou neste evento, organizado pela ESRI Portugal, que este ano decorreu no Centro de Congressos de Lisboa (antiga FIL), nos dias 3 e 4 de Março de 2010.

Este evento promove o encontro da comunidade geocartográfica de utilizadores deste software, onde estão representados os principais produtores de informação geográfica a par dos utilizadores desta informação. O IGeoE esteve presente neste evento com uma exposição fixa num stand do Instituto, onde apresentou as actividades.

## Reunião da Comissão Internacional de Limites

O Instituto acolheu no período de 23 a 24 de Março de 2010, uma delegação espanhola do Centro Geográfico del Ejército de España (CEGET), para realizar a reunião anual de pre-

paração da Campanha de Manutenção dos Marcos de Fronteira para 2010.

Esta reunião ocorre alternadamente em Portugal e em Espanha. A delegação portuguesa da Comissão Internacional de Limites (CIL) entre Portugal e Espanha reúne habitualmente no Ministério dos Negócios Estrangeiros e tem, através da sua Delegação Técnica, a responsabilidade de assegurar a manutenção e conservação da linha de fronteira, no que a Portugal diz respeito.

As delegações técnicas de Portugal e de Espanha desenvolvem a sua actividade, o planeamento e a execução técnica através das instituições geográficas militares, respectivamente o IGeoE e o CEGET, as quais destacam anualmente pessoal para proceder aos trabalhos de desmatagem, conservação, limpeza, pintura e determinação das coordenadas de todos os marcos que materializam a linha de fronteira.

Este tipo de actividade conjunta, com a participação das instituições homólogas dos dois países, tem permitido ainda o aprofundamento da cooperação técnico-científica no âmbito da cartografia, o intercâmbio de produtos cartográficos e, ainda, o estreitamento das relações entre militares de países vizinhos e amigos que integram as organizações internacionais.



---

## 6.ª Edição da UrbaVerde

---

O Instituto esteve presente na 6ª edição da UrbaVerde – Feira do Mercado das Cidades, que decorreu de 25 a 27 de Março de 2010, no Centro de Congressos do Estoril.

A presença do IGeoE nesta Feira deveu-se à possibilidade de divulgar as suas potencialidades em apoio dos Municípios Portugueses, das Empresas e dos Cidadãos em geral, dado que a Cartografia Militar à escala 1/25.000, produzida por este Instituto, constitui a carta base do Território Nacional. A Sr.ª Ministra do Ambiente e do Ordenamento do Território, Eng.ª Dulce dos Prazeres Fidalgo Álvaro Pássaro, visitou o stand do IGeoE durante a inauguração do evento.



---

## Campeonato Desportivo Militar Futsal Fase II Comando da Logística

---

De 12 a 15 de Abril de 2010, o IGeoE participou no torneio de Futsal organizado pelo Comando da Logística tendo obtido um honroso 3.º lugar na prova.



---

## Formação em PCMap a elementos do Comando das Forças Terrestres

---

O IGeoE ministrou nas instalações do Comando das Forças Terrestres, em Oeiras, no período de 26 a 30 de Abril 2010, um curso de PCMap com vista à preparação e planeamento de Operações Militares, no qual participaram 14 formandos.



---

## Reunião de Comando Mensal de Abril do Comando da Logística

---

O IGeoE acolheu nas suas instalações, em 30 de Abril de 2010, a Reunião de Comando Mensal de Abril, presidida pelo Exmo. Tenente-General Joaquim Fomeiro Monteiro, Quartel-Mestre-General. O Comando da Logística promove mensalmente reuniões de Comando, na qual participam todos os Directores/Comandantes/Chefes das várias Direcções Logísticas e U/E/O na dependência do OCAD – Comando da Logística. A 2.ª parte da reunião teve como agenda de trabalho a coordenação do Dia do Comando da Logística e do Depósito Geral de Material do Exército.



## Curso de PCMap



O IGeoE realizou nas suas instalações, no período de 3 a 7 de Maio de 2010, mais um curso de PCMap que integra o Plano de Formação Anual do Exército que contou com a participação de 11 formandos.

O PCMAP é uma aplicação que se encontra em utilização desde há alguns anos no Exército Português, Força Aérea, Fuzileiros e GNR.

As Forças Nacionais Destacadas têm utilizado este programa no planeamento e estudo do terreno nos vários teatros de operações em que têm estado empenhadas, nomeadamente, Iraque, Kosovo, Bósnia e Afeganistão, tendo como vantagem o facto de disporem da cartografia e da modulação do terreno destas regiões, facilitando as referidas tarefas. Com o PCMAP, os utilizadores podem visualizar e editar informação geográfica digital num simples PC, relacionando essa informação com simbologia e outros gráficos (situação militar ou outra).

## Visita aos Trabalhos de Campo das Equipas Topográficas

O Director do Instituto visitou no dia 10 de Maio de 2010, as Equipas de Topografia que se encontravam a realizar trabalhos de campo para actualização da cartografia na região de Moura. Estes trabalhos decorrem da 2.ª fase da Campanha Topográfica, prevista no Plano de Actividades para 2010, no qual se pretende terminar toda a recolha e validação de dados de campo para fins da cartografia militar à escala 1:25.000, naquela região alentejana.



## Apresentação pública do Programa do Exército para 2010 das Comemorações do Bicentenário das Invasões Francesas

No dia 7 de Maio de 2010 o IGeoE participou na cerimónia da apresentação pública do Programa do Exército para 2010 das Comemorações do Bicentenário das Invasões Francesas, que decorreu nas instalações da Escola Prática de Infantaria (EPI), em Malta.

Este evento contou com a presença de diversas entidades, entre as quais alguns ele-



mentos do Comando Superior do Exército, o senhor Presidente da Câmara Municipal de Malta e outras entidades civis ligados a estas comemorações.

O Director do Instituto também esteve presente, cabendo ao IGeoE a apresentação de mais um vídeo produzido sobre o tema "As Linhas de Torres Vedras".

---

## Simulacro de ocorrência de sismo nas instalações do IGeoE

---

Durante a manhã do dia 20 de Maio de 2010, realizou-se mais um simulacro com o objectivo de testar os procedimentos internos para detectar, alertar e reagir a uma ameaça/risco de sismo e, posteriormente, efectuar a evacuação de todos os colaboradores e visitantes existentes no Edifício Principal e no Depósito Central de Cartas do Instituto para um local de reunião seguro.

Este tipo de actividade pretendeu simular uma possível situação de emergência (ocorrência de actividade sísmica) que promova a implementação do Plano de Emergência Interno (PEI), sendo determinado por parte do Director de Emergência e do Oficial de Segurança, o accionamento do alarme sonoro para evacuação dos edifícios, avaliando e testando tempos de reacção e procedi-



mentos de emergência a adoptar por todos os colaboradores e ocupantes dos edifícios do Instituto. Já no Local de Reunião, na zona exterior, foram efectuadas algumas observações e identificados aspectos de melhoria para garantir maior eficácia ao simulacro.

---

## Cerimónia do Dia do Comando da Logística e do Depósito Geral de Material do Exército

---

O guião do IGeoE participou em mais uma cerimónia do Dia do Comando da Logística (CmdLog) e do Depósito Geral de Material do Exército (DGME), que decorreu no dia 21 de Maio de 2010, nas instalações do DGME, em Benavente.

As comemorações foram presididas por Sua Excelência o Chefe do Estado-Maior do Exército, General José Luís Pinto Ramalho. Das actividades realizadas, destaca-se a cerimónia militar e o desfile das diversas U/E/O do CmdLog representadas pelos seus respectivos guiões, que desfilaram enfileirados num Pelotão.

Após o desfile das forças, realizou-se uma demonstração de capacidades logísticas em Situações de Calamidade/Catástrofe. O IGeoE também participou nessa demonstração, de modo a dar visibilidade à importância da informação geográfica neste tipo de situações. Para esse efeito, a equipa de Topografia do Instituto recolheu dados topográficos das zonas afectadas, os quais após introdução num Sistema de In-

formação Geográfica (SIG) e juntamente com a informação vectorial do IGeoE, permitiram dar respostas fundamentais, em tempo útil, designadamente, indicar as zonas afectadas, as vias de comunicação intransitáveis e as condicionadas, bem como os equipamentos de apoio em condições de serem utilizados nas proximidades da zona afectada. O uso da informação do IGeoE em SIG permite efectuar a análise e predição de cenários, dando às autoridades de protecção civil a possibilidade de evacuar populações, interditar estradas, deslocar meios para a zona afectada, antes da região ser afectada pela situação de catástrofe, reduzindo deste modo os danos humanos e materiais nessa situação de Catástrofe.



## Auditoria externa de Renovação/Transição e Acompanhamento do SIQAS

O Sistema Integrado de Gestão de Qualidade, Ambiente e Segurança e Saúde no Trabalho (SIQAS) implementado no IGeoE foi sujeito, nos dias 24 e 25 de Maio de 2010, a mais uma auditoria externa, efectuada pela entidade certificadora – APCER, no âmbito da concepção, desenvolvimento e produção de Informação geográfica.

Esta auditoria teve como objectivo a renovação no referencial NP EN ISO 14001:2004 (Ambiente), o 2º acompanhamento no referencial NP 4397:2008/ OSHAS 18001:2007 (Segurança e Saúde no trabalho) e o 1º acompanhamento no referencial NP EN ISO 9001:2008 (Qualidade).



De salientar o testemunho da Equipa Auditora (EA), que constatou que o IGeoE possui as competências

necessárias para garantir o desenvolvimento dos sistemas de gestão, os quais se encontram devidamente documentados e implementados, dando resposta globalmente adequada aos requisitos das normas de referência, embora apresente algumas áreas de melhoria. A EA realçou no relatório final da sua auditoria quais os pontos fortes do Instituto no desenvolvimento do SIQAS, designadamente:

- Empenho e motivação do representante da gestão no envolvimento dos seus colaboradores para estes temas;
- Envolvimento dos responsáveis pelos processos e acompanhamento dos mesmos;
- Reutilização interna de papel proveniente de produto obsoleto;
- Sistema informático (intranet) do controlo documental do SIQAS.

A Direcção do Instituto agradeceu a colaboração e salienta o empenho de todos os colaboradores que muito contribuíram para os resultados obtidos.

## Despedida do Sargento-Mor do Instituto



No dia 27 de Maio de 2010, o Instituto realizou a cerimónia de despedida do Sargento-Mor Fernando Rodrigues Ferreira, oriundo da arma de Transmissões. Ao longo dos últimos 25 meses em que prestou serviço no Instituto, como Adjunto da sua Direcção, de-

sempenhou cumulativamente funções na Secção de Gestão de Sistemas do Centro de Desenvolvimento e Gestão de Informação, devido aos seus conhecimentos e experiência na área das tecnologias de Informação e comunicações.

## Conferência sobre a Infra-estrutura de Dados Espaciais Nacional

No dia 31 de Maio de 2010 o Instituto participou na conferência sobre a Infra-estrutura de Dados Espaciais Nacional: Estratégia e Prática, evento que foi organizado e promovido pela ESRI Portugal, que decorreu nas instalações da Reitoria da Universidade Nova de Lisboa.

O IGeoE fez-se representar nesta conferência por dois Oficiais Superiores, os quais efectuaram uma comunicação sobre o tema “Organização e Níveis de acesso à Informação”.



---

## Exposição “Portugal nas Vésperas das Invasões Francesas: Conhecimento Geográfico e Configurações”

---

O IGeoE apoiou a Câmara Municipal de Cascais através da cedência temporária da sua exposição “Portugal nas Vésperas das Invasões Francesas: Conhecimento Geográfico e Configurações”, a qual foi inaugurada no dia 4 de Junho de 2010, nas instalações do Salão Nobre da Casa de Santa Maria, situada nas imediações da marina de Cascais.

Na inauguração da exposição, que contou com uma plateia de cerca de 40 convidados, estiveram presentes o Presidente da Câmara de Cascais, Dr. António Capucho, estando o IGeoE representado por dois Oficiais Superiores e por um Oficial Subalterno que colaborou na apresentação da exposição através de um colóquio sobre a “História da Cartografia Nacional”. A exposição ficou patente ao público até 18 de Julho de 2021. A complementar a exposição também foram disponibilizados para visualização, neste mesmo espaço, os vídeos das Invasões Francesas, ficaram expostos três teodolitos do IGeoE, utilizados em diferentes períodos de trabalhos topográficos e foi dis-

ponibilizada uma folha de sala em português e inglês, prevendo as dezenas de turistas que ali são esperados no decorrer do período da exposição.



---

## Inauguração do Centro de Interpretação das Linhas de Torres

---

No dia 5 de Junho de 2010, a Direcção do Instituto, a convite da Comissão Coordenadora para as Comemorações do Bicentenário da Guerra Peninsular, participou na cerimónia de inauguração do Centro de Interpretação das Linhas de Torres, em Arruda dos Vinhos.

Este evento contou com a presença de diversas individualidades, entre as quais SEXA o Ministro da Defesa, Prof. Dr. Augusto Santos Silva, SEXA o General CEME, diversos elementos do Comando Superior do Exército, bem como historiadores e outros civis que pretenderam associar-se a este evento. Este Centro de Interpretação tem como objectivo o estudo das Linhas de Torres, enquanto sistema defensivo da cidade de Lisboa aquando das Invasões Francesas em Portugal, e enquanto patri-

mónio local do ponto de vista histórico, arqueológico, social e ambiental.



## Comemorações do Dia de Portugal

O IGeoE participou nas comemorações do Dia de Portugal, de Canções e das Comunidades Europeias, que este ano decorreu na cidade de Faro, no período de 5 a 12 de Junho de 2010.

O Instituto esteve presente no evento através da Exposição de Capacidades e Meios do Exército Português, montando para o efeito no jardim Manuel Bivar, da cidade de Faro, um stand com cerca de 25 m<sup>2</sup> de

área, integrado nas Actividades Complementares das Forças Armadas. Durante a inauguração da exposição, que se realizou no período da tarde do dia 9 de Junho de 2010, estiveram presentes no stand do IGeoE diversas individualidades, entre as quais SEXA o Ministro da Defesa, Prof. Dr. Augusto Santos Silva, SEXA o General CEMGFA, SEXA o General CEME, e elementos do Comando Superior do Exército.



## Condecoração da Praça do IGeoE com maior antiguidade

No dia 09 de Junho de 2010 realizou-se no Salão Nobre do IGeoE, uma cerimónia de imposição de condecoração com a medalha de Comportamento Exemplar de Cobre, atribuída a uma Praça que terminou nesta data o seu último contrato e vínculo com a instituição militar.

Pretendeu-se com esta cerimónia simples e sóbria mas revestida de grande dignidade, a qual foi presidida pelo Director do Instituto, agradecer a Praça que possuía maior antiguidade no Instituto, servindo como exemplo a seguir pelos seus camaradas mais modernos no que respeita ao Comportamento Exemplar.



## Artigo na revista 4x4

A revista 4x4, referente aos meses de Maio e Junho de 2010, apresentou um artigo sobre os trabalhos de campo desenvolvidos pelas equipas topográficas do IGeoE no terreno.

Uma equipa de repórteres que realizou a edição de artigos para esta publicação bimensal, acompanhou os militares que compõem as equipas topográficas do IGeoE durante um dia de trabalho de campo na zona do Alentejo, descrevendo a metodologia e os procedimentos de recolha e validação de informação cartográfica, essenciais para a elaboração das cartas militares 1:25.000.

Este levantamento cartográfico para

ser rigoroso e coerente com a sua escala de representação, exige aos topógrafos militares um contacto directo com a área a cartografar, de modo a adquirir a realidade física e o pormenor que interessa representar. Deste modo, a informação geográfica produzida pelo IGeoE é o suporte de inúmeras actividades de planeamento e gestão que satisfazem as necessidades e expectativas de utilizadores militares, em apoio à componente operacional e estratégica, bem como de instituições civis, dadas as suas crescentes solicitações para apoio em projectos específicos abrangendo áreas de protecção civil, lazer e desporto, entre outras.

## Participação nas 1.ªs Jornadas de Engenharia Hidrográfica

Uma representação constituída por dois Oficiais Superiores do IGeoE, participou nas 1.ªs Jornadas de Engenharia Hidrográfica, promovidas pelo Instituto Hidrográfico, em 21 e 22 de Junho de 2010, durante os quais foram apresentados nos dois auditórios, várias sessões que abordavam temas diversos nas áreas da hidrografia e da oceanografia.

Associado a este evento, um dos Oficiais do IGeoE realizou uma apresentação com o título "Projecto CartGen – generalização cartográfica recorrendo a técnicas de inteligência artificial".



## Visita ao IGeoE de SEXA o Ministro da Defesa Nacional

No dia 30 de Junho de 2010, SEXA o Ministro da Defesa Nacional, Professor Doutor Augusto Santos Silva, visitou as instalações do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) sendo acompanhado por, SEXA o GEN CEME e pelo EXMO TGEN QMG. Após a cerimónia de apresentação de cumprimentos, o Director do Instituto efectuou uma apresentação sobre os aspectos relevantes deste Instituto, seguindo-se posteriormente uma visita às instalações dos vários Centros, onde foram expostas as respectivas missões e capacidades. Após o almoço e terminada a visita, o Ministro da Defesa Nacional ao assinar o Livro de Honra referiu-se ao Instituto nos seguintes termos: “Quero exprimir, nesta ocasião, o reconhecimento da excelência do trabalho desenvolvido pelo Instituto Geográfico do Exército – exemplo feliz de como os recursos desenvolvidos pelas Forças Armadas,

como elemento de resposta às suas necessidades específicas, podem e devem ser também utilizadas para os fins civis”

Esta visita foi noticiada no dia 1 de Julho pelo jornal Diário de Notícias da seguinte forma:

“...Augusto Santos Silva falava no final de uma visita ao Instituto Geográfico do Exército e Laboratórios Militares, em Lisboa, durante a qual assistiu a vários exemplos de uso civil de valências desenvolvidas pelo Exército.

“Nós estamos a ver aqui o futuro. O futuro é justamente estarmos preparados para responder às novas ameaças, nunca perdendo de vista que a missão matricial das Forças Armadas é garantir a defesa da integridade, soberania e da liberdade colectiva. Por outro lado, ao desenvolver os recursos necessários estamos a desenvolver recursos que podem ser utilizados para múltiplos fins e usos”, disse.”



---

## Unidade de Apoio Geospacial em Angola no âmbito do Exercício *Felino 2010*

---

No período de 19 a 28 de Julho de 2010, um Oficial e um Sargento da Unidade de Apoio Geoespacial (UnAp-Geo), do IGeoE, deslocaram-se em missão a Angola, para efectuar o levantamento de campo que será a base do apoio geográfico do Exercício *Felino 2010*.

Os militares do Instituto ficaram instalados na Brigada de Forças Especiais, região de Cabo Ledo província do Bengo. Durante este período foram percorridos aproximadamente 400km em viatura e 300km de helicóptero, circundando a área do exercício. Do trabalho desenvolvido foi possível levantar oito vértices geodésicos e reconhecer os principais itinerários a ser usados durante o Exercício.



---

## Cursos de Informação Cartográfica, Fotogrametria e Cartografia Digital

---

Decorreu no período de 01MAR10 a 23JUL10 no IGeoE, mais um curso de Informação Cartográfica, complementado com formação em Fotogrametria e Cartografia Digital, desta vez ministrada a três Oficiais e a um Sargento do Exército.

Este Curso que se realiza anualmente nas áreas técnicas acima indicadas, visa permitir ao IGeoE a manutenção e a garantia de que os seus quadros técnicos se encontram sempre adequadamente preenchidos, reconhecendo assim que a qualificação dos seus recursos humanos constitui a pedra base do sucesso do Instituto.



## Tomada de posse do novo Director do IGeoE



Por despacho de 10MAR10, de Sua Excelência o GEN CEME, tomou posse no passado dia 23 de Julho de 2010, o novo Director do IGeoE, o Coronel de Artilharia, NIM-13199482, ÁLVARO

JOSÉ ESTRELA SOARES (ordem de serviço n.º 54, de 23JUL2010).

O Coronel ESTRELA SOARES ingressou na Academia Militar em 1980 e concluiu a licenciatura em Ciências Militares (Arma de Artilharia) em 1985, tendo sido promovido a Alferes nesse mesmo ano. Como Oficial Subalterno, desempenhou funções no Grupo de Artilharia de Guarnição n.º 1 (GAG 1), como Comandante da Bateria de Instrução, da Bateria de Comando e Serviços, bem como da Bateria Operacional. Após o Curso de Promoção a Capitão desempenhou funções no Regimento de Artilharia de

Costa (RAC), onde comandou a Bateria de Comando e Serviços e a 2.ª Bateria de Artilharia de Costa (na Parede). Como Capitão desempenhou ainda no RAC funções de comandante de Grupo, chefe da Secção de Pessoal, chefe da Secção de Operações e Informações e ainda Director de Instrução.

Colocado no Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) desde 22MAR95, já como Oficial Superior, desempenhou várias funções neste Instituto, designadamente:

- Chefe da Secção de Fotogrametria;
- Chefe do Gabinete de Qualidade e Ambiente (em acumulação de funções);
- Chefe da Secção de Topografia e Geodesia;
- Chefe da Secção de Operações, Informações e Relações Públicas, cumulativamente com as funções de chefe do Centro de Formação Geográfico;
- Chefe da Repartição de Apoio Geral.

Desde Setembro de 2008 até à tomada de posse como Director do IGeoE, desempenhou a função de SubDirector deste Instituto.

## Visita de uma Delegação do Instituto de Geografia Militar da Sérvia

O Instituto Geográfico do Exército recebeu a visita de uma delegação do Instituto de Geografia Militar da Sérvia, no período de 27 a 30 de Setembro de 2010. A delegação era constituída pelo Coronel Mirko Borisov (Director do Instituto de Geografia Militar), Major Dejan Djordjevic (Chefe do Departamento Apoio Geral) e pelo Major Radoje Bankovic (Chefe do Departamento de Reprodução).

A visita decorreu no âmbito das relações bilaterais

entre os dois países e em particular entre estas duas instituições, tendo tido especial incidência na troca de experiências na área da topografia e cartografia.



## Auditoria Financeira ao Instituto Geográfico do Exército

De 20 a 24 de Setembro, decorreu uma Auditoria Financeira ao IGeoE, conforme despacho de 17 de Julho de 2010 do Exmo TGen QMG.

Esta auditoria contou com a presença de elementos da Direcção de Finanças em parceria com um ele-

mento do Centro de Finanças da Logística.

Esta auditoria revelou-se de extrema importância quer pelo carácter do seu objectivo, quer pelo apoio técnico no sentido de corrigir deficiências detectadas.

## Tiro de Manutenção

No período de 21 a 23 de Setembro do presente ano, o IGeoE, realizou o Tiro de Manutenção Anual na Carreira de Tiro no Centro de Tropas Comandos, na Serra da Carregueira.

Nesta actividade participaram um total de 70 militares. O Armamento utilizado nas diferentes sessões de tiro efectuadas foi a Espingarda Automática G3 e a Pistola Walther.

Todo o apoio necessário à execução do Tiro foi prestado pelo Centro de Tropas Comandos, decorrendo as sessões de forma calma e segura, traduzindo-se na concentração e boa disposição dos atiradores. O desafio à excelência no tiro praticado, que não pela sua forma periódica e obrigatória, foi induzido pela criação de um Torneio de Tiro Interno com os resultados obtidos nestas sessões.

## Exercício ORION 2010

O IGeoE participou, no período de 27 de Setembro a 11 de Outubro, no exercício ORION 2010, empenhando para o efeito um oficial e um sargento da Unidade de Apoio Geográfico (UnApGeo), garantindo o apoio geográfico às forças participantes. Este apoio articulou-se entre o IGeoE e o Comando Operacional (Cmd Op).

Os exercícios da SÉRIE ORION são realizados ao nível do Exército e tem por finalidade testar as capacidades da Componente Operacional do Sistema de Forças Nacional.

Para o corrente ano foi determinado que a Força Operacional Permanente do Exército (FOPE) fosse testada na execução de uma Operação de Resposta a Crises (CRO), não art.º 5º do Tratado de Washington, enquadrada no âmbito de uma Organização Internacional, a executar na modalidade LIVEX.

A Unidade de Apoio Geográfico (UApGeo) do IGeoE, apoiando-se na estrutura de comando e controlo e nas arquitecturas de Comunicações e

## Visita aos trabalhos de manutenção da fronteira luso-espanhola.

Realizou-se no dia 14 de Outubro de 2010 a visita aos trabalhos de manutenção da fronteira luso-espanhola.

As delegações do Instituto Geográfico do Exército (Portugal) e do Centro Geográfico del Ejército (Espanha), comandadas pelos seus directores, encontraram-se em Vilar



Fornoso donde partiram ao encontro das suas equipas de campo, que estavam a trabalhar nos marcos de fronteira situados na zona de Batocas (Portugal) e La Alamedilla (Espanha), tendo aí acompanhado o decorrer dos trabalhos e tratado de questões relacionadas com os mesmos.



Sistemas de Informação (CSI), elaborou e disponibilizou, em tempo real, para todas as forças, um conjunto de produtos cartográficos com especial incidência para a actividade desenvolvida pelas Forças de Operações Especiais.

## Visita aos trabalhos da Brigada Topográfica

Realizou-se nos dias 14 e 15 de Outubro de 2010 a visita aos trabalhos de completagem em execução pela brigada topográfica na região do Porto.

Uma delegação chefiada pelo Exm<sup>o</sup> Director do Instituto, o chefe do Centro de Produção Cartográfica, o chefe do Departamento de Aquisição de Dados e o chefe da Secção de Topografia deslocou-se à região do Porto de forma a acompanhar os trabalhos que estão a decorrer e que correspondem à 4<sup>a</sup> fase da campanha de completagem. Nesta fase encontram-se 5 equipas de topografia a executar a completagem das folhas 82, 96, 99, 109, 110, 111 e 112 da série M888 à escala 1 : 25000.



## Participação do IGeoE no Dia do Exército

Decorreram em Castelo Branco, no período de 20 a 24 de Outubro de 2010, as comemorações do Dia do Exército 2010

Inseridas nestas comemorações decorreu uma exposição na Praça do Município, sobre as Capacidades e Meios do Exército, integrando também

Pólos de Excelência do Exército na qual o IGeoE participou.

Nesta exposição o IGeoE proporcionou à população albacastrense uma experiência tridimensional, com uma estação fotogramétrica e divulgou suas actividades no âmbito da disponibilização da informação que produz e que tem ao dispor da população em geral, nomeadamente o seu sítio na internet e os serviços associados (Marcos de fronteira, IGeoE-SIG, informação do IGeoE no GoogleEarth...) bem como os webservices e a rede SERVIR.

O IGeoE Apesar de não haver uma contabilização do número de visitantes, a população de Castelo Branco aderiu massivamente a este evento, demonstrando bastante interesse pelas actividades do IGeoE.



## Outras visitas

A informação geográfica produzida pelo IGeoE é cada vez mais imprescindível a todos quantos necessitam de dados georeferenciados actualizados, consistentes e fiáveis, no apoio a projectos nas áreas do Planeamento, Gestão e Ordenamento do Território, da Investigação e do Ensino, ou ainda em actividades recreativas ou de lazer.

O Instituto como consequência da reputação al-

cançada ao longo dos anos em que se assume como uma referência de excelência ao nível da produção de informação geográfica nacional e internacional, é inúmeras vezes solicitado para acolher visitas e campos de estágio de alunos universitários.

A evidenciar esta situação referem-se algumas visitas efectuadas ao Instituto:

Data	Entidade/Instituição	N.º Participantes
04 e 11 Novembro 2009	<b>Escola de Sargentos do Exército</b> 38º Curso de Formação de Sargentos	144
10 Dezembro 2009	<b>Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa</b> Curso de Mestrado em Engenharia Geográfica	8
07 Janeiro 2010	<b>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa</b> Alunos que frequentam a cadeira de Topografia	10
22 Abril 2010	<b>Instituto Politécnico de Leiria</b> Alunos que frequentam o curso de Especialização Tecnológico de Topografia e cadastro	20
27 Abril 2010	<b>CENFIC</b> Alunos que frequentam o Curso de Técnico de Desenho da Construção Civil	16
20 Maio 2010	<b>Instituto Politécnico de Tomar</b> Alunos que frequentam o Curso de Especialização Tecnológica em SIG	15
21 Maio 2010	<b>Escola Secundária Boa Nova – Leça da Palmeira</b> Alunos que frequentam o Curso Profissional de Técnico de Gestão do Ambiente	18
27 Maio 2010	<b>Centro de Formação Militar e Técnico da Força Aérea</b> Formandos que frequentam a disciplina de Topografia e Cartografia do Curso de Formação de Sargentos da especialidade de Construção e Manutenção de Infra-estruturas	3
8 Junho 2010	<b>Mota – Engil</b> Alunos que frequentam o Curso Técnico de Medições e Orçamentos	11
17 Junho 2010	<b>Instituto Hidrográfico</b>	7
14 Setembro 2010	<b>Curso de Gestão Ambiental da Academia Militar</b>	20

## Produção cartográfica

Carta Militar de Portugal  
Série M888 | 1:25 000  
Continente

68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
108	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142
	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164
165-A	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176
	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187
	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198
	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209
	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231
	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242
243-A	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254
	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265
	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276
	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287
	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298
	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309
310-B	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321
	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332
333-A	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344
	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355
	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366
	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377
	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388
	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399
	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410
411-B	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422
	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433
	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444
	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455
	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466
	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477
	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488
	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499
	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510
511-A	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522
	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533
	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544
	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555
	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566
	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577
	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588
589-A	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611
	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622
	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633





**Instituto**  
**geográfico**  
**do Exército**

Av. Dr. Afonso Bensaude - 1813-014 - LISBOA  
Tel. +351 21 53 20 27 / Fax. +351 21 18 11 18  
E-mail: [igddd@igddd.pt](mailto:igddd@igddd.pt) / Web: [www.igddd.pt](http://www.igddd.pt)