

# Controlo de Qualidade da Cartografia do Bloco de Lisboa produzida no Instituto Geográfico do Exército

> Nuno Miguel Cirne Serrano Mira  
Capitão Art

## Introdução

As instituições de referência apostam na qualidade dos seus produtos e serviços através do controlo dessa mesma qualidade. O IGeoE como entidade de referência na área da cartografia realizou o controlo de qualidade posicional da cartografia à escala 1:25 000 do bloco de Lisboa, que ainda está em fase de produção. Este bloco corresponde aproximadamente à área geográfica de 5 000 km<sup>2</sup> compreendida entre Torres Vedras e Setúbal, limitada a Oeste pelo Oceano Atlântico e a Este pelo Rio Tejo, sendo constituído por 25 folhas da Carta Militar de Portugal à escala 1:25 000. Este controlo de qualidade posicional foi feito de acordo com as normas estabelecidas no documento OTAN STANAG 2215 6.ª edição, que estabelece os critérios de avaliação e classificação da cartografia (digital e analógica) produzida, no âmbito militar.

## Tarefas realizadas

Para efectuar o Controlo Posicional do Bloco de Lisboa, foram definidas cinco tarefas essenciais:

1. Verificar no catálogo de objectos quais os que são passíveis de ser controlados com exactidão;
2. Verificar junto da Secção de Fotogrametria, o modo de restituição dos objectos para melhor identificar no terreno pontos homólogos.
3. Planear a aquisição de controle de qualidade dos pontos de modo a conseguir 167 pontos, no bloco, com uma distribuição espacial uniforme, que permitam efectuar o tratamento dos dados de modo a garantir um nível de confiança de 90% [STANAG 2215];
4. Efectuar o levantamento topográfico dos referidos pontos, com o equipamento *Global Navigation Satellite System Trimble R8* e *Trimble 5700* em RTK, utilizando a rede de estações de referência SERVIR.

5. Fazer o tratamento, análise dos dados e elaborar as conclusões.

Decorrente das tarefas essenciais do levantamento topográfico com equipamento GNSS e do tratamento de análise dos dados vai ser necessário calcular a ondulação do geóide (N) para se poder calcular as altitudes ortométricas (H) a partir da altitude elipsoidal (h) – pois o levantamento com equipamento GNSS ligado à rede SERVIR, apenas permite a determinação de altitudes elipsoidais. Para efeitos práticos utilizou-se a fórmula reduzida que a seguir se apresenta:

$$H=h+N$$

Também foi feita a validação o modelo de ondulação do geóide, no bloco de Lisboa desenvolvido pelo Professor João Catalão Fernandes.

### Métodos de Avaliação e Classificação [STANAG 2215]

A classificação de uma carta, mapa em suporte de papel ou digital é feita por um código de alfanumérico de 5 grupos: (e.g. EB2R77)

Uma letra que classifica a precisão geométrica absoluta em termos de WGS84, de acordo com a *tabela 1*. Esta precisão, quer de produtos gráficos, quer de produtos digitais é determinada pela combinação das precisões absolutas horizontais e verticais determinadas relativamente ao datum WGS84.

Uma letra classifica a precisão horizontal absoluta (*Circular Map Accuracy Standards – CMAS*), de acordo com a *tabela 2*. A precisão horizontal absoluta é determinada para objectos bem definidos fazendo a comparação da posição da representação na carta com a posição real medida no terreno.

Classificação	Classificação Horizontal e Vertical em termos WGS84	
	Classificação CMAS Tabela 2	Classificação LMAS Tabela 3
A	A	0
B	B	1
C	C	2
D	D	3
E	Produto não referenciado em WGS84	

**Tabela 1 – Critério de atribuição de classificação em termos de Precisão Geométrica Absoluta. [STANAG 2215]**

Classificação	Medida à Escala do Produto	Escala ou Resolução Digital Equivalente				
		1:25000	1:50000	1:100000	1:200000	1:250000
A	0.5mm	12.5 m	25 m	50 m	100 m	125 m
B	1.0mm	25 m	50 m	100 m	200 m	250 m
C	2.0mm	50 m	100 m	200 m	400 m	500 m
D	>2.0mm	Classificação pior que C				
E		Não determinado				

**Tabela 2 – Critério de atribuição de classificação em termos de Precisão Horizontal Absoluta**

Um número que reflecte a precisão vertical absoluta (*Linear Map Accuracy Standards – LMAS*), de acordo com a *tabela 3*. A precisão vertical absoluta é determinada pela comparação das altitudes determinadas nas cartas e/ou modelo digital do terreno com as altitudes reais medidas no terreno relativamente ao datum vertical da carta.

Uma letra que reflecte o estado de actualização, de acordo com a *tabela 4*.

Um grupo de dois dígitos que traduz a data efectiva da informação, (e.g. 88 – informação está correcta até 1988).

### Critérios de escolha dos Pontos de Controlo

Para calcular a exactidão posicional com um nível de confiança de 90%, a amostra tem de ter uma dimensão mínima de 167 pontos [STANAG 2215]. A amostragem tem de ser representativa do produto em análise, pelo que no seu planeamento houve o cuidado de escolher pontos espalhados pela área a avaliar, a diferentes cotas em diferentes tipos de objectos desde que respeitassem os critérios de escolha dos pontos abaixo descritos. Deste modo foram planeados 195 pontos, de

modo a dar uma margem de segurança superior a 10%, para situações em cuja realidade encontrada no terreno não permitisse o levantamento do ponto ou qualquer outra eventualidade que impeça o cumprimento do planeamento.

Os pontos de diagnóstico têm de estar em objectos bem definidos, ou em objectos de grande detalhe. São considerados objectos de grande detalhe, aqueles que resultam da intersecção de elementos lineares, mas são excluídos os que ou dão origem ou resultam de generalização e que são implantados por simbologia convencional (células). Por outro lado, os pontos que são posicionados de forma precisa, como os vértices geodésicos, não podem ser utilizados. Os critérios foram estabelecidos de modo a que cada ponto que fosse levantado no terreno correspondesse inequivocamente ao respectivo ponto planeado.

Assim do catálogo de objectos do IGeoE, e cuja aquisição respeita a forma geométrica do objecto (o que exclui todos os objectos que são adquiridos por células), foi estabelecido que os pontos a serem levantados seriam vértices de muros (limitativos de propriedades, cemitérios),

Classificação	Medida à Escala do Produto	Escala ou Resolução Digital Equivalente				
		1:25000	1:50000	1:100000	1:200000	1:250000
A	0.5mm	12.5 m	25 m	50 m	100 m	125 m
B	1.0mm	25 m	50 m	100 m	200 m	250 m
C	2.0mm	50 m	100 m	200 m	400 m	500 m
D	>2.0mm	Classificação pior que C				
E		Não determinado				

**Tabela 3 – Critério de atribuição de classificação em termos de Precisão Vertical Absoluta**

Letra	Grau de Actualização
M	Produto que corresponde aos critérios de actualização
R	Produto que não corresponde aos critérios de actualização e para o qual é necessário acções de manutenção e actualização
X	Não determinado

**Tabela 4 – Critério de atribuição de classificação em termos de actualização**

vértices de ruínas, vértices de vedações, casas e em ultimo caso grandes construções. Ainda de acordo com o tipo de representação na carta e de forma a se conseguir obter objectos bem definidos, ou objectos de grande detalhe, que são conseguidos à custa da intersecção de objectos lineares sem incluir objectos resultantes de generalização ou convenções (e.g. estradas, ou objectos representados por células). Também não foram utilizados vértices geodésicos que são posicionados através das respectivas coordenadas.

## Execução do Projecto

### Planeamento

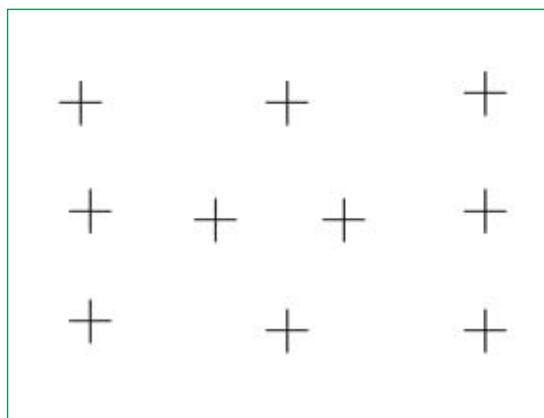
Começou-se por elaborar uma folha de cálculo em Excel conforme o que está estabelecido no STANAG 2215, que iria ser utilizada para calcular a classificação a atribuir à cartografia uma vez concluído o processo de tratamento e análise dos dados. De seguida foi feita uma análise do catálogo de objectos da cartografia 1:25 000 do IGeoE, e junto da Secção de Fotogrametria acompanhou-se como é feita a restituição destes objectos (e.g. as casas são sempre restituídas pelo beiral).

O planeamento foi feito utilizando diversos softwares, nomeadamente o *MicroStation*, o *MicroSoft Office Access* e *Excel* e muitas vezes com recurso à internet, nomeadamente o aplicativo *Google Earth*, o sítio do Instituto Nacional de Estatística ([www.ine.pt](http://www.ine.pt)) e o *Virtual Earth* da *MicroSoft* (<http://maps.live.com>).

Efectuou-se o cálculo do número de pontos por cada folha do bloco de Lisboa (que tem no total 25 folhas), o que foi feito em função da área. Assim para folhas cuja área representada inclui superfícies aquáticas de grandes dimensões (e.g. mar, rio Tejo, rio Sado) têm menos pontos que outras folhas. A distribuição dos pontos por folha é a constante da *tabela 5*.

Em cada folha distribui-se os pontos o mais uniforme possível de modo a cobrir a folha como um todo, tendo também em atenção que a(s) folha(s) ao lado teria(m) uma distribuição seme-

lhante, de modo a evitar um grande aglomerado de pontos em determinadas áreas e consequentemente a existência de grandes áreas sem nenhum ponto.



**Figura 1 – Distribuição tipo de pontos por folha**

Para que as coordenadas dos pontos planeados e implantados fossem fidedignas, com os objectos representados no terreno, usou-se as ferramentas que o *software* disponibiliza de modo a que o ponto planeado estivesse coincidente com o ponto escolhido no objecto. Assim a escolha dos pontos foi feita primeiramente sobre a ortofoto, se essa não estivesse disponível, a escolha era feita no *Google Earth* ou no *Virtual Earth*. Uma vez escolhido o objecto que iria ser medido, verificava-se no ficheiro *dgn* (em modo de referência) correspondente à folha em causa se tal objecto estava representado, caso estivesse e graficamente correspondesse a um objecto do catálogo de objectos que respeitasse os critérios já estabelecidos, o ponto era então implantado, caso contrário recomeçava-se o processo de selecção dentro da zona da folha estabelecida. A implantação dos pontos foi feita através de colocação de um texto com o nome do ponto (e.g. PC123) cujo ponto de aplicação foi o canto inferior esquerdo (*Left Bottom*) coincidente com o vértice do objecto a ser coordenado em campo, o que foi garantido com o *tentative point*. Simultaneamente era obtida uma imagem do objecto escolhido do *Google Earth* ou do *Virtual Earth*, bem como do *Micro-*

Número da Folha	Nº pontos na folha	Superfície aquática presente na folha
374	10	Baixa % de Oceano
375	10	-
376	10	-
388	10	Baixa % de Oceano
389	10	-
390	10	Baixa % do Rio Tejo
401	2	Muito elevada % de Oceano
402	10	-
403	10	-
404	7	Rio Tejo
415	2	Muito elevada % de Oceano
416	10	-
417	10	-
418	3	Elevada % de Rio Tejo
429	2	Muito elevada % de Oceano
430	10	Baixa % de Oceano
431	10	Baixa % de Oceano e Rio Tejo
432	8	Rio Tejo
441-B	2	Muito elevada % de Oceano
442	10	Baixa % de Oceano
443	10	-
453	10	Baixa % de Oceano
454	10	-
464	5	Oceano
465	4	Oceano e Rio Sado
<b>TOTAL</b>	<b>195</b>	

**Tabela 5 – Distribuição dos Pontos de Controlo por folha**

Station com a imagem da carta por baixo, estas imagens eram copiadas para uma base de dados do Microsoft Office Access.

**Figura 2 – Folha de planeamento**

### Levantamento de campo

Para a execução dos trabalhos de campo foram previstos 11 dias úteis para coordenar 195 pontos e 8 vértices Geodésicos. As coordenadas terreno dos pontos foram obtidas com os equipamentos Trimble 5700 e R8, com recurso à rede SERVIR.

Os pontos foram medidos com a maior precisão possível, utilizando o equipamento conectado à rede SERVIR no modo de Ponto de Controlo Observado (cuja posição resulta de um ajustamento de mínimos quadrados a 180 épocas – mínimo de 3 minutos de observação – garante precisão melhor que 5 cm), em caso de problemas de rede ou de cobertura de satélite podia ser utilizado o modo ponto topográfico (cuja posição

resulta de um ajustamento de mínimos quadrados a 10 épocas – mínimo de 10 segundos de observação – garante precisão melhor que 10 cm) e em último caso poderia ser utilizado o modo ponto rápido. Caso não houvesse ligação possível à rede SERVIR, por não haver rede de telemóvel, o ponto seria medido no modo rápido estático, o que implica um tempo de observação em função do número e qualidade dos satélites observados, mas que nunca é inferior a 8 minutos. Na *tabela 6* encontra-se resumida a forma como decorreram os trabalhos de campo.

No total foram coordenados um total de 203 pontos, 14VG's e percorridos 2011km, num total de 9 dias - *tabela 6*, *figura 4*

As principais dificuldades verificadas estavam relacionadas com a falta de rede de telemóvel ou a pouca cobertura de satélites em determinadas alturas do dia ou a inacessibilidade de determinados pontos planeados. A razão de não terem sido medidos todos os pontos planeados são: estavam inacessíveis; tinham sido destruídos; foi feita uma construção que impossibilitava a sua identificação; o GNSS não iniciava a base.

Dia	Pontos Levantados	Km's percorridos	VG's extra	Cartas completas	Pontos inacessíveis
15-Abr	22	211	3	2	
16-Abr	20	205	3	2	2
17-Abr	20	205	0	3	2
<b>Parcial Semanal</b>	<b>62</b>	<b>621</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
22-Abr	23	223		4	2
23-Abr	25	239	1	2	3
24-Abr	26	257	2	1	1
<b>Parcial Semanal</b>	<b>74</b>	<b>719</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
29-Abr	20	222	2	5	
30-Abr	25	223	1	3	
<b>Parcial Semanal</b>	<b>45</b>	<b>445</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
06-Mai	22	226	2	3	2
<b>Parcial Semanal</b>	<b>22</b>	<b>226</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>203</b>	<b>2011</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>12</b>

**Tabela 6 – Resumo do levantamento de campo**

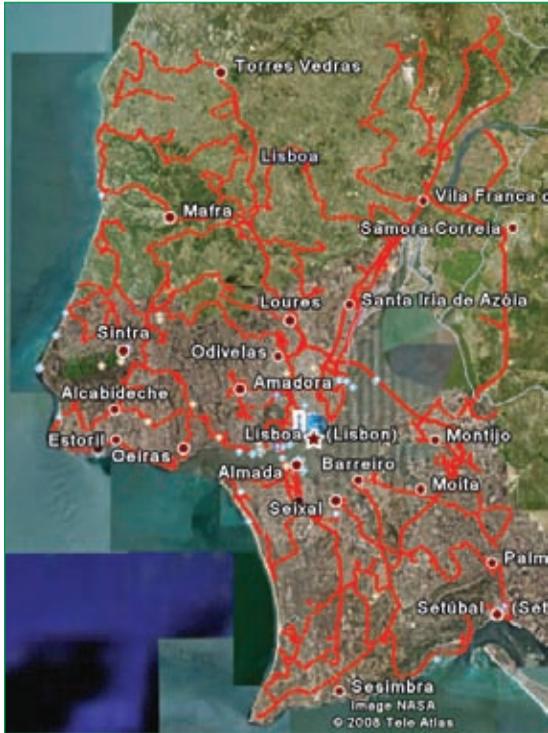


Figura 3 – Imagem das rotas feitas (implantação no Google Earth)

### Pós-processamento, cálculo, tratamento e análise dos dados

Esta fase caracteriza-se por ser a última do processo de avaliação da qualidade da informação geográfica e para que esta avaliação seja idónea e imparcial é necessário especificar todos os passos dados e todos os procedimentos realizados. Assim as principais etapas foram:

1. Importação do ficheiro de pontos da caderneta para o software Trimble Geomatics Office (TGO);
2. Verificação dos pontos que tinham sido medidos em modo rápido estático e qual a hora GPS em foi feita a observação. A obtenção dos ficheiros RINEX (à taxa de 1 segundo) de uma VRS (Virtual Reference Station), nas coordenadas do ponto a processar, arredondadas ao segundo, para o mesmo período de observação, por *download* na página de rede SERVIR na internet, e processamento das

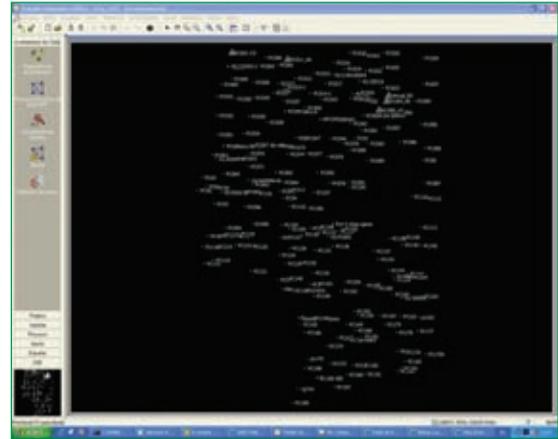


Figura 4 – Disposição dos pontos no TGO

observações fixando a VRS e corrigindo deste modo as coordenadas do ponto de controlo posicional pretendido. O facto de a VRS se encontrar até um máximo de 15m do ponto a processar todos os processamentos foram efectuados com as órbitas radiodifundidas.

### Validação do Modelo de Geóide

1. As observações feitas por métodos GNSS medem a altitude elipsoidal enquanto a cartografia representa altitudes ortométricas. Posto isto, é necessário converter as altitudes elipsoidais em ortométricas, através da utilização da fórmula 1. Para o efeito foi usado o modelo de geóide ICAGM08 (Catalão, 2006). O ICAGM08 é um modelo de geóide gravimétrico abrangendo a vasta área compreendida entre a Península Ibérica, Canárias e os Açores no qual foi incorporado o mais recente modelo geopotencial GGM02C (determinado com dados da missão espacial GRACE).
2. Uma vez tendo todos os pontos corrigidos no TGO, as coordenadas destes podem ser exportadas para um ficheiro de texto no formato que se pretender. Assim exportou-se no formato de coordenadas geográficas ao qual foi acrescentada uma coluna com a ondulação do geóide. Exportou-se no formato de coordenadas rectangulares no sistema

- WGS84 Militares, para proceder à comparação com as coordenadas medidas na informação vectorial.
3. A ondulação do geóide gravimétrico (N) foi comparada com a ondulação do geóide geométrico calculado como a diferença entre as altitudes elipsoidais dos VGs obtidas por leitura GNSS ( $h$ ) e valor de altitude ortométrica ( $H$ ) desses VGs disponível na página de Internet do Instituto Geográfico Português. Assim comparando as duas ondulações do geóide dos 20 VGs medidos estabeleceu-se uma média e um desvio padrão, procedeu-se à eliminação de um outlier e resultou de que a ondulação do geóide do modelo ICAGM08 era válida e garantia um desvio máximo nos VGs de 11,4 cm, um desvio mínimo de 0,16 cm e um erro médio de 2 cm com um desvio padrão de 6 cm.
  4. Procedeu-se ao cálculo da ondulação do geóide para cada ponto por um modelo que pode ser aplicado a áreas com pouca variação na ondulação do geóide. O modelo consiste em atribuir a um determinado ponto a ondulação do geóide do VG que foi medido mais próximo desse ponto. Determina-se a distância do ponto a todos os VGs e selecciona-se o VG cuja função distância é mínima, e atribui-se-lhe a ondulação do geóide do respectivo VG. Comparando as ondulações do geóide do modelo ICAGM08 e a calculada ao VG mais próximo verificou-se que em 182 pontos se obteve um desvio médio de 0,148 m com um desvio padrão de 0,187 m. Por comparação do modelo previamente validado com o modelo agora utilizado, verificou-se que se poderia utilizar os dois modelos para a determinação das coordenadas ortométricas dos pontos de controlo.
  5. As coordenadas (X, Y, Z) dos pontos de controlo estavam agora determinadas e guardadas num ficheiro de *Excel* onde iria ser feita a comparação com as coordenadas dos pontos vindas do ficheiro *dgn*.
  6. Para que as coordenadas exportadas do ficheiro *dgn* correspondessem à dos pontos levantados, foi necessário manipular o ficheiro de modo a corrigir os pontos que não foram levantados na localização exacta do planeamento. A correcção consistiu em colocar o ponto de aplicação do texto coincidente com o vértice do objecto em que ponto realmente foi medido. Na fase de correcção detectaram-se três pontos cujos objectos não estavam representados na informação vectorial pelo que não puderam ser aproveitados.
  7. Concluída a correcção foi feita a exportação das coordenadas do *MicroStation* para *Access* e daí copiadas para *Excel*.
  8. No *Excel* foi feita a comparação das coordenadas verdadeiras (consideram-se coordenadas verdadeiras as medidas no campo com equipamento GNSS) com as coordenadas da informação a controlar. Esta comparação foi feita fazendo para cada ponto a diferença de  $M$ , diferença de  $P$  e a diferença de altitudes ortométricas ( $H$ ) – para as altitudes ortométricas foram feitas duas comparações, uma para cada modelo de ondulação do geóide citadas no ponto 5. e 7.
  9. Para cada bloco de comparações – diferença de  $M$ , diferença de  $P$  e diferença de  $H$  – foi calculada a diferença média e o desvio padrão, estes valores foram introduzidos na folha de cálculo de controlo da qualidade e foram observados os valores de diferença a partir dos quais um ponto deveria ser considerado outlier. No ficheiro *Excel* onde foi feita a comparação de modo a detectar os *outliers*.
  10. Para cada outlier procedeu-se á verificação, por fotografia aérea ou *Google Earth*, do local onde o ponto foi medido, foi feita a confir- ➤

mação no *dgn* se o ponto estava colocado no sítio certo. Se não estivesse era feita a sua correcção no *dgn*. Nesta fase foram detectados cerca de 15 *outliers* em termos de coordenadas altimétricas, pois numa primeira observação os pontos no *dgn* estavam sobre os objectos, mas não estavam agarrados a eles pelo que havia um grande desfasamento em coordenadas verticais. Destes 15 pontos havia ainda alguns que também eram *outliers* em termos de *M* e/ou *P*. Aqueles que a correcção não era possível porque não havia vector onde agarrar o ponto foram apagados, pois o ponto verdadeiro não correspondia ao planeado e ao mantê-lo seria introduzir uma fonte erro na avaliação da qualidade da informação geográfica.

11. Após a correcção dos *outliers* e remoção dos pontos incorrigíveis foram repetidos os processos descritos em 12. e 13., com um total de 176 pontos verificou-se que já não havia *outliers* e que a informação cartográfica do IGeoE tinha o melhor nível de qualidade **A** em termos planimétricos e **0** em termos altimétricos.
12. Repetiu-se o processo descrito em 12., 13. e 14. para o modelo de ondulação do geóide do VG mais próximo tendo obtido a mesma classificação **A** em termos planimétricos e **0** em termos altimétricos.

### Conclusões

O controlo de qualidade da informação geográfica na forma cartografia à escala 1:25 000 produzida no IGeoE para o bloco de Lisboa permite concluir que esta tem os mais elevados padrões de qualidade de acordo com o STANAG 2215 tendo sido obtida a classificação A em termos planimétricos que corresponde a uma incerteza inferior a 0,5 mm na carta e inferior a 12,5 m no terreno.

Em termos altimétricos a classificação **0** garante uma precisão até 2,5m.

Nos termos de classificação NATO, conforme a *tabela 1*, a classificação **A** e **0** em termos planimétricos e altimétricos corresponde à classificação **A** em termos de qualidade posicional geométrica absoluta.

No que concerne ao grau de actualização,

Parâmetros em Avaliação	Diferença Média	Desvio Padrão	Classificação
M	0.368 m	1.796	A
P	0.039 m	1.724	
H	-0.358 m	1.220	0

**Tabela 7 – Valores de avaliação e classificação da informação geográfica usando o modelo de ondulação do geóide do Professor Catalão**

Parâmetros em Avaliação	Diferença Média	Desvio Padrão	Classificação
M	0.368 m	1.796 m	A
P	0.039 m	1.724 m	
H	-0.358 m	1.236 m	0

**Tabela 8 – Valores de avaliação e classificação da informação geográfica usando o modelo de ondulação do geóide do vértice mais próximo**

pude detectar que as folhas disponíveis em formato analógico, nas zonas de maior desenvolvimento, estão ligeiramente desactualizadas pelo que, de acordo com os critérios NATO, seriam classificadas com *R* (o produto necessita de manutenção). Mas a informação avaliada foi o vector que ainda se encontra na cadeia de produção, e que tem a informação actualizada por isso é-lhe atribuída a classificação *M* – produto que corresponde aos critérios de actualização.

Relativamente à data efectiva da informação a classificação é **08**, pois apesar de parte das fotografias aéreas serem do final de 2007, as operações de completagem ainda estão a decorrer, pelo que a data efectiva da informação constante da cartografia do bloco de Lisboa vai ser 2008.

Assim da realização do controlo de qualidade da informação geográfica produzida á escala de 1:25 000 da Carta Militar de Portugal produzida pelo IGEOE concluo que a classificação NATO, nos termos do STANAG 2215, a atribuir é:

### AA0M08

## Referências

Afonso, António et al, “O PROJECTO SERVIR DO IGEOE E AS SUAS APLICAÇÕES”.

Afonso, António Jaime Gago, “IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE DE ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA PARA POSICIONAMENTO EM TEMPO REAL”, Tese de Mestrado não publicada, Lisboa 2006.

American Society of Civil Engineers, Unites States Army, Corps of Engineers, “NAVSTAR GLOBAL

POSITIONING SYSTEM SURVEYING”, ASCE Publications, 2000, consultado no googlebooks em 24 de Junho de 2008

Arlinghaus, Sandra Lach et al, “PRACTICAL HANDBOOK OF SPACIAL STATISTICS”, CRC Press 1995, consultado no googlebooks em 24 de Junho de 2008.

Catalão, J., (2006) “Iberia-Azores Gravity Model (IAGRM) using multi-source gravity data”. Earth, Planets, Space, 58, 277–286, 2006.

Mendes, Virgílio B., “OBSERVAÇÕES EM CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS: MÉTODOS DE AJUSTAMENTOS E ANÁLISE”, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2005.

Mendes, Virgílio B., e Silva, Maria Augusta, “NORMAS DE REFERÊNCIAÇÃO BIBLIOGRÁFICA PARA O CURSO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA”, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1996.

STANAG\_2215 Ed06 EVALUATION OF LAND MAPS, AERONAUTICAL CHARTS AND DIGITAL TOPOGRAPHIC DATA.

### Sítios da Internet:

Google Earth

Internacional Terrestrial Reference Frame:

<http://itrf.ensg.ign.fr/>

Página da Microsoft Visual Earth:

<http://maps.live.com/> - .

Página do Instituto Geográfico Português:

<http://www.igeo.pt>

Página do Instituto Geográfico do Exército:

<http://www.igeoe.pt>

Página do Instituto Nacional de Estatística:

<http://www.ine.pt>

