



AGÊNCIA
PORTUGUESA
DO AMBIENTE

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

T4 | LEVANTAMENTO INTEGRAL - ARRIBAS



PROGRAMA COSMO

Número total de páginas - 7
Novembro de 2018
Versão 01

CONSÓRCIO



ATLANTICLAND®
CONSULTING



GEOATRIBUTO
PLANEAMENTO E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

geoglobal

Soluções em geo-informação

COFINANCIADO POR:



1 ASPETOS METODOLÓGICOS

No que respeita aos aspetos metodológicos de execução dos trabalhos e de aquisição e processamento de dados, importa ressaltar que todos os levantamentos, independentemente da tarefa a que respeitem, são realizados com a aplicação de equipamentos e metodologias de elevada precisão e qualidade, no objetivo de assegurar a recolha de dados que permitam ser utilizados como indicadores de diagnóstico do estado da zona costeira, para apoio à gestão nestas áreas do território e mitigação do risco costeiro para pessoas e bens, contribuindo para uma maior racionalidade e sustentabilidade das opções tomadas pelos decisores.

A metodologia e especificações técnicas subjacentes aos trabalhos da **Tarefa 4 – Levantamento Integral - Arribas**, realizados no âmbito do **Programa COSMO**, encontra-se devidamente sistematizada e detalhada nos pontos que a seguir se apresentam.

1.1. APOIOTOPOGRÁFICO

1.1.1. SISTEMA DE REFERÊNCIA

Os diferentes levantamentos têm associado o sistema de referência planimétrico oficial de Portugal continental, ETRS89-TM06:

- ▶ Referencial Planimétrico:
 - Elipsóide referência: GRS80
 - Projeção cartográfica: Transversa de Mercator
 - Origem das Coordenadas Retangulares:
 - Latitude: 39° 40' 05",73 N
 - Longitude: 8° 07' 59",19 W
 - Falsa origem: M=0 metros; P=0 metros
 - Fator de Escala no Meridiano Central: 1,0
- ▶ Referencial Altimétrico: Datum Cascais (1938).
- ▶ Zero Hidrográfico (ZH), situado 2 metros abaixo do Nível Médio Adotado (NMA), de acordo com o Instituto Hidrográfico (IH). Com exceção da tarefa 4, em que o plano de referência é o NMA.

1.1.2. PONTOS DE APOIO

Foi realizada a coordenação planimétrica de pontos através da Rede Nacional de Estações Permanentes (ReNEP) para posicionamento em tempo real utilizando a técnica RTK. As coordenadas dos pontos foram

obtidas por observação GNSS, tendo como referência altimétrica o ZH. Os pontos coordenados serviram de apoio e referência à tarefa 1 e 5. A sua correção altimétrica foi validada através das marcas da Rede de Nivelamento Geométrico de Alta Precisão da Direção-Geral do Território (DGT) e marcas de nivelamento do Instituto Hidrográfico Português (IH).

Na Figura 1 é apresentado um exemplo de marca de bronze que assinala a localização de cada ponto coordenado.

Figura 1 | Marca de bronze utilizada para testemunho e validação de coordenadas na tarefa 1 e 5



1.2. TAREFA 4 – LEVANTAMENTO INTEGRAL DE ARRIBAS

O levantamento integral – arribas consiste na aquisição de dados da superfície do terreno nas arribas, com recurso a meios aéreos através de fotogrametria aérea.

1.2.1. METODOLOGIA DOS TRABALHOS REALIZADOS

A metodologia de levantamento integral de arribas integra diferentes fases, passando pela cobertura aerofotográfica, apoio fotogramétrico, triangulação aérea, criação de modelos digitais de terreno e de ortofotomapas.

Por comparação entre levantamentos sucessivos, são identificados locais e calculadas as áreas e volumes nas zonas resultantes de movimentos de massa de vertente, para dimensões iguais ou superiores ao metro cúbico, sendo essas ocorrências posteriormente validadas no terreno juntamente com uma equipa técnica da APA, I.P..

Ainda que ocorra a criação de alguns produtos distintos associados ao levantamento integral de arribas, a metodologia subjacente à execução desta tarefa é idêntica à descrita para o levantamento integral de praias, conforme se apresenta nos pontos seguintes.

1.2.1.1. COBERTURA AEROFOTOGRAFICA

PLANEAMENTO E PROGRAMAÇÃO DO VOO

Os planeamentos de voo são realizados no *software* específico de cada plataforma UAV onde podem ser parametrizadas as seguintes variáveis:

- ▶ Resolução – 3 cm;
- ▶ Altura de Voo (variável segundo o regulamento RPA – Autoridade Nacional da Aviação Civil) – 120/75 metros;
- ▶ Área de Voo – Polígono que abrange a totalidade da praia;
- ▶ Sobreposição Lateral – 70%;
- ▶ Sobreposição Longitudinal – 80%;
- ▶ Azimute ou direção das Fiadas – De acordo com planos de voo.

Tal como descrito anteriormente os voos são realizados em datas de baixa-mar de águas vivas a horas em que a inclinação solar permita boas condições de correlação entre imagens.

EXECUÇÃO DO VOO

A execução do voo é antecedida pela passagem por uma *checklist* onde são verificados, ponto por ponto, todas as condições técnicas, atmosféricas e condições de segurança para a realização do voo.

PROCESSAMENTO

Após realização do voo é necessário executar um processamento dos dados registados durante o mesmo. O referido processamento consiste nos seguintes passos:

- ▶ Descarga do registo de dados;
- ▶ Descarga das imagens;
- ▶ Cálculo rigoroso de parâmetros de orientação e de posições do voo;
- ▶ Atribuição de coordenadas precisas e respetivos ângulos de atitude do UAV no momento de recolha de cada uma das fotografias.

CONTROLO DE QUALIDADE

Nesta fase realizamos um controlo de qualidade orientado para os seguintes aspetos:

- ▶ Avaliação da qualidade das imagens;
- ▶ Avaliação da qualidade das coordenadas e ângulos de orientação das imagens;
- ▶ Avaliação da cobertura das áreas de trabalho;
- ▶ Avaliação das sobreposições laterais e longitudinais;

Quando todos os parâmetros anteriores são aprovados, os voos são dados como finalizados e prontos para as fases seguintes.

1.2.1.2. APOIO FOTOGRAMÉTRICO

Para a execução do apoio fotogramétrico foram definidos e respeitados os seguintes requisitos técnicos:

- ▶ Erro Médio Quadrático (EMQ) das coordenadas planimétricas dos PFs menor ou igual a 0,05 m;
- ▶ 99% dos pontos de uma amostra representativa dos PFs não podem ter desvios planimétricos, relativamente à posição determinada no processo de verificação, superiores a 0.05 m;
- ▶ EMQ das cotas dos PFs inferior a 0,05 m;
- ▶ 99% dos pontos de uma amostra representativa das cotas não podem ter discrepâncias com pontos de verificação maiores que 0,05 m.

CONTROLO DE QUALIDADE

Nesta fase, a própria metodologia representa, por si só, um forte controlo de qualidade aos dados obtidos. O duplo levantamento de PFs permite:

- ▶ Obtenção de um universo de PFs duas vezes maior do que o necessário, com consequências relevantes nos trabalhos subsequentes, na medida em que possibilita a exclusão dos PFs que não permitam a sua leitura objetiva nas imagens aéreas;
- ▶ Utilização como *Ground Control Points* (observações ativas na triangulação aérea) dos PFs que apresentem os menores resíduos na fase prévia de triangulação aérea;
- ▶ Utilização de PFs como *Check Points* (observações passivas na triangulação aérea) do processo de ajustamento por Triangulação Aérea.

1.2.1.3. TRIANGULAÇÃO AÉREA

Todo o processamento dos dados decorrentes do levantamento integral de arribas é efetuado com o *software Agisoft*. Obtemos assim uma coerência total dos dados adquiridos nas fases de triangulação aérea, geração dos modelos digitais de terreno e geração de ortofotomapas.

Para a triangulação aérea definiu-se e respeitou-se os seguintes requisitos técnicos:

- ▶ EMQ das coordenadas compensadas dos pontos aerotriangulados inferior a 0,05 m em cada uma das coordenadas planimétricas, e 0,05 m em altimetria;
- ▶ Desvio padrão em cada ponto não pode ser superior 0,05 m nas coordenadas planimétricas, nem superior a 0,05 m em altimetria;
- ▶ Desvio padrão à posteriori da unidade de peso deve ser melhor que 0,15 m em cada uma das coordenadas M e P e 0,20 em altimetria, ou 0,015 mm na imagem.
- ▶ Utilização de vértices geodésicos existentes na área de trabalho, e que constem bem identificados na fotografia aérea, como pontos de verificação. As suas coordenadas, resultantes do processo e cálculo de compensação, são comparadas com as coordenadas oficiais para controlo desse processo;
- ▶ Inadmissíveis diferenças superiores a 0,20 m em planimetria e 0,25m em altimetria, entre as coordenadas dos pontos de verificação apuradas no respetivo processo de verificação e as correspondentes coordenadas determinadas pela aerotriangulação.

CONTROLO DE QUALIDADE

Os resultados da triangulação são analisados revendo os relatórios gerados pelo processo, onde estão incluídas informações como os valores do erro médio quadrático dos pontos de controlo, os resíduos máximos destes pontos, o valor do Sigma, o desvio padrão dos pontos coordenados e os valores compensados da orientação externa.

A qualidade da fase é garantida através de medições sucessivas até que os resultados se encontrem dentro das precisões exigidas no caderno de encargos:

- ▶ Exclusão dos PFs que não permitem a sua leitura objetiva nas imagens aéreas;
- ▶ Utilização, no processo de cálculo e compensação, dos PFs que apresentam os menores resíduos;
- ▶ Utilização de PFs e VGs como pontos de verificação.

1.2.1.4. MODELO DIGITAL DE SUPERFÍCIE (DEM)

Nesta fase são foram produzidos os seguintes produtos:

- ▶ Modelos Digital de Superfície em formato matricial com células de dimensão de 3 cm;
- ▶ Mesh 3D, malha de faces triangulares que descrevem a área sobrevoada, onde cada face é colorida com a respetiva imagem aérea;
- ▶ Nuvem de Pontos processada com uma densidade média não inferior a 500 pontos/m².

1.2.1.5. MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

O Modelo Digital de Terreno é produzido de acordo com os seguintes requisitos técnicos:

- ▶ O EMQ do MDT na forma TIN deverá ser inferior a 0,05 m;

- ▶ 90% dos erros deverão ser inferiores a 0,05 m.

1.2.1.6. ORTOFOTOCARTOGRAFIA

Para a produção de ortofotocartografia foram definidos e respeitados os seguintes requisitos técnicos:

- ▶ Seccionamento ajustado à área de cada levantamento, ou seja, sempre que possível um único ficheiro. Para grandes áreas utilizou-se um enquadramento não oficial e específico para a morfologia de cada praia, sendo este corte previamente acordado em reunião com a APA, I.P.;
- ▶ Resolução espacial definida por um pixel de 0,03 m;
- ▶ Resolução radiométrica: 8 bits por canal RGB;
- ▶ A imagem ortorretificada resultante corresponde a uma composição colorida definida pelas 3 bandas espectrais correspondentes ao azul, verde e vermelho;
- ▶ Os ortofotos são verdadeiros, ou seja, cada pixel corresponde à projeção ortogonal sobre a sua posição no terreno, resultando uma imagem onde estão corrigidas todas as distorções radiais da fotografia, incluindo elementos não naturais como casas, pontes, etc;
- ▶ EMQ dos pormenores topográficos inferior a 0,05 m em planimetria;
- ▶ 90% dos pontos não pode apresentar desvios planimétricos superiores a 0,15 m quando confrontados com os valores obtidos por observações de grande precisão.

A produção de ortofotomapas digitais decorre da retificação diferencial das imagens aéreas. Como *inputs* são utilizados, para além das imagens digitais, a respetiva aerotriangulação e o modelo digital de superfície da mesma área.

CONTROLO DE QUALIDADE

Os ortofotos são sujeitos a um controlo de qualidade visual a fim de se detetarem eventuais incorreções, seja por arrastamento devido à utilização de áreas limítrofes de uma imagem ortorretificada, falta de informação ou necessidades eventuais de edição do modelo digital terreno. Todas as situações detetadas são alvo de correção.

1.2.1.7. AQUISIÇÃO DA LINHA DE CRISTA DA ARRIBA

Os trabalhos enquadrados na presente tarefa incluem o levantamento / traçado do seguinte elemento:

- ▶ Linha de Crista da Arriba, com auxílio dos mapas de declive e ortofotomapas gerados em software GIS (QGIS).

Este elemento é alvo de entrega em formato *Shapefile*.

CONTROLO DE QUALIDADE

Nesta fase é efetuado um controlo de qualidade posicional dos elementos adquiridos, e sempre que necessário recorreremos à visão 3D para confirmação destes elementos.