



Resposta ao Concurso Público
“Execução de Cartografia Numérica
Topográfica à Escala 1/2:000 para o
Município de Sines”

Município de Sines

Refª #13958 - 2016 IP 376 – Novembro de 2016

Índice

1	Introdução.....	4
2	Apresentação da InfoPortugal.....	5
3	Âmbito	7
3.1	Cartografia Vetorial	7
4	Produção de cartografia vetorial à escala 1:2 000.....	8
4.1	Cobertura aérea	8
4.1.1	Planeamento do voo	8
4.1.2	Execução do voo	9
4.1.3	Processamento dos dados	11
4.1.4	Controlo de qualidade	13
4.2	Apoio Fotogramétrico	13
4.2.1	Planeamento do apoio fotogramétrico	14
4.2.2	Coordenação do apoio fotogramétrico	15
4.2.2.1	Trabalhos de campo.....	15
4.2.2.2	Processamento dos dados (Cálculo e Ajustamento)	15
4.3	Triangulação Aérea.....	17
4.3.1	Metodologia	18
4.3.1.1	Orientação Interna.....	18
4.3.1.2	Orientação Externa	19
4.4	Restituição fotogramétrica.....	22
4.4.1	Aquisição de informação.....	24
4.4.1.1	Planimetria	25
4.4.1.2	Altimetria	28
4.5	Completagem de Campo	30
4.6	Edição cartográfica	31
4.6.1	Edição topológica.....	31
4.6.2	Edição da altimetria	32
4.6.3	Edição da planimetria e introdução de completagem	32
4.6.4	Geração do MNTC.....	33
4.7	Modelo Numérico Altimétrico (MNA).....	34
5	Qualidade.....	36
5.1	Apoio Fotogramétrico	36
5.2	Aerotriangulação	36
5.3	Controlo de qualidade do MNA	37
5.4	Controlo de qualidade do MNT /MNTC.....	38

6	Entregáveis.....	39
7	Meios Técnicos.....	40
7.1	Cobertura Aérea.....	40
7.1.1	Software utilizado na Planificação dos Voos, Cálculo Gps.....	40
7.1.2	Equipamento Utilizado na Cobertura Aerofotográfica.....	40
7.2	Triangulação aérea e MNA	42
7.3	Restituição fotogramétrica.....	43
7.4	Edição Cartográfica	43
8	Prazo de Validade da proposta.....	44

1 Introdução

A InfoPortugal, Sistemas de Informação e Conteúdos, SA (adiante apenas designada por InfoPortugal), vêm por este meio apresentar ao Município de Sines, a proposta em resposta ao concurso público para a **“Execução de Cartografia Numérica Topográfica à Escala 1/2:000 para o Município de Sines”**, de acordo com as condições estabelecidas no Programa do Concurso, Caderno de Encargos e respetivos anexos. Serão cumpridos todos os requisitos do caderno de encargos mesmo que não sejam explícitos na presente proposta.

A área que será objeto de produção cartográfica tem a dimensão de 1.631 hectares no concelho de Sines conforme solicitado, na presente proposta encontra-se englobada a homologação da referida cartografia á escala 1/2000.

Mais declara que renuncia a foro especial e se submete, em tudo o que respeita à execução do seu contrato, ao que se achar prescrito na legislação portuguesa em vigor.

Reiteramos o nosso interesse e empenho em colaborar com o vosso projeto, apresentando os melhores cumprimentos.

4 de Novembro de 2016

P´Infoportugal

(José Manuel Vieira Afonso Freire)

(José Alexandre Fernandes Gomes)

2 Apresentação da InfoPortugal

A Infoportugal, pertencente ao Grupo Impresa, fundada em 2001 e com sede no Porto, é atualmente uma referência, no desenvolvimento de conteúdos para as mais variadas soluções incluindo as soluções móveis e de navegação como também na produção de fotografia aérea, cartografia e ortofotomapas.

A empresa divide a sua atividade numa área de projetos à medida que se caracteriza, quer na produção de levantamento de dados georreferenciados e dados alfanuméricos, quer no fornecimento da solução global, levantamentos, georreferenciação, desenvolvimentos de portais ou aplicações para distintos mercados de aplicações com necessidades de dados de teor geográfico.

Por outro lado, a InfoPortugal produz e comercializa produtos para diferentes áreas, cujas atividades são a produção digital de dados cartográficos, a produção digital de pontos de interesse, a criação de conteúdos multimédia de visualização turística, mapas e roteiros turísticos, os mapas interativos, modelos 3D de cidades e regiões, fotografia aérea, cartografia e ortofotomapas.

Em Portugal, a empresa é líder na produção e venda de conteúdos digitais georreferenciados, entre os quais se destacam as bases de dados geográficas, cartografia de eixos de via e pontos de interesse dinâmicos e/ou estáticos de conteúdos digitais georreferenciados para a web e para equipamentos móveis.

A intenção da InfoPortugal em tornar os dados cartográficos e a informação georreferenciada útil para a vida quotidiana do público em geral, levou a que a empresa desenvolvesse os conteúdos que são disponibilizados por soluções de navegação pessoal, vulgarmente apelidados de GPS, telemóveis e/ou PDAs e também em portais ou sítios na internet. Ao disporem destes conteúdos, estes dispositivos transformam-se em sofisticados sistemas de navegação, pois possibilitam que os seus utilizadores tenham acesso a mapas detalhados e informação de locais de interesse georreferenciados.

Os dados georreferenciados da InfoPortugal têm sido utilizados, também, para a produção de conteúdos turísticos em papel (mapas atualizados em vários formatos, enriquecidos com conteúdos em texto e imagens; livros de bolso; guias e desdobráveis adequados para divulgação turística de concelhos ou regiões).

Para além dos conteúdos, a InfoPortugal centra a sua atividade em áreas de suporte à construção de soluções de mobilidade e acessibilidade, como a produção e o levantamento de dados de teor geográfico (incluindo dados cartográficos de eixos de via, regras e sentidos de trânsito, números de porta, etc.) e a aquisição de fotografia aérea digital utilizada em diferentes áreas do planeamento.

A InfoPortugal, apostada em cada vez mais surpreender o mercado, disponibiliza já sistemas de informação geográfica (SIG) com base em fotografia aérea digital e na simulação virtual 3D. Com mais esta inovação a empresa disponibiliza aos seus clientes a diferentes resoluções: ortofotomapas, fotografias aerotrianguladas, mapas fotográficos, modelos 3D e modelos digitais do terreno. Por tudo o referido, a InfoPortugal é uma empresa que produz produtos cartográficos com maior rapidez, maior qualidade e economicamente mais competitivos.

3 Âmbito

A InfoPortugal vem por este meio apresentar ao Município de Sines a sua proposta para a proposta em resposta ao concurso público para a aquisição de serviços para a execução de cartografia numérica à escala 1:2 000 para o concelho de Sines, incluindo a homologação da mesma pela a Direção Geral do Território.

3.1 Cartografia Vetorial

Elaboração de cartografia numérica à escala 1:2000 com uma área aproximada de 1 631 hectares correspondente aos aglomerados urbanos do concelho de Sines.



4 Produção de cartografia vetorial à escala 1:2 000

4.1 Cobertura aérea

Esta fase consiste numa análise das especificações técnicas do voo a realizar e no estudo da área a abranger com recurso a cartografia existente.

4.1.1 Planeamento do voo

Deste estudo prévio resultarão os parâmetros a utilizar na execução do Plano de Voo de modo a garantir a obtenção de imagens com a resolução no terreno em conformidade com a escala final do trabalho.

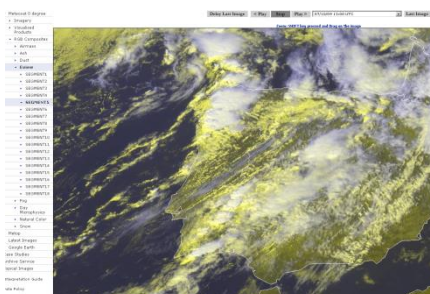
A planificação dos voos atenderá às seguintes situações:

- a. Em cada fiada será utilizada uma altura de voo tendo em conta a cota média do terreno a abranger, a resolução pretendida e os parâmetros de sobreposição, que neste caso são de 60% na longitudinal e 30% na lateral.
- b. As fiadas terão direção variável, em função da área a adquirir, para minimizar o número de fiadas.
- c. Serão analisados os aeródromos a utilizar como bases de abastecimento e estacionamento da aeronave, consultadas as informações aeronáuticas relativas às áreas restritas abrangidas na área de trabalho, confirmadas as alturas solares a cumprir e realizadas simulações para estimar tempos de voo e a melhor forma de abordar a área.
- d. Em termos de altura solar os voos deverão decorrer numa época em que o sol à nossa latitude ultrapassa 35º acima da linha do horizonte e desenvolvidos apenas com condições meteorológicas que assegurem a obtenção de imagens de qualidade.
- e. O pedido de autorização de fotografia aérea à Força Aérea Portuguesa será devidamente preenchido e solicitado mediante os dias previstos para o voo.
- f. Todo o equipamento de armazenamento será no final verificado, para garantir a existência de espaço para arquivo das imagens e dados GPS e INS obtidos.

O planeamento de voo é efetuado no software **WinMP**, da **IGI**, que permite a otimização das fiadas, usar um modelo de elevação de terreno para determinar a altitude de voo e definir qual a sobreposição entre fotografias que se pretende, obtendo a localização das fiadas a realizar e a localização de cada imagem a ser tirada.

4.1.2 Execução do voo

Antes do voo será reunida informação meteorológica, proveniente de diferentes fontes de informação disponíveis, nomeadamente: imagens de satélite, cartas meteorológicas, cartas de previsão significativa, mensagens TAF e METAR, etc., de forma a maximizar o sucesso das missões.



Exemplo de imagem de satélite meteorológico com disponibilização de informação em tempo real.

A execução do voo será efetuada cumprindo integralmente o plano de voo. Para assegurar o cumprimento exato do plano de voo contamos com o sistema de navegação aéreo CCNS4. Este sistema importa o plano de voo elaborado e disponibiliza, em tempo real, toda a informação do plano de voo ao piloto e ao operador fotográfico de modo a garantir que as fiadas são executadas conforme o planeado.

A localização correta dos disparos da câmara fotográfica é controlada pelo sistema CCNS4 através de disparos automáticos no momento em que a aeronave atinge a localização prevista de cada centro de fotografia.

CCNS Computer Controlled Navigation System



Image showing the Central Computer Unit (CCU), the Command & Display Unit (CDU) and the TSOed L1/L2 GPS antenna.

A verticalidade e orientação correta da câmara no momento dos disparos são asseguradas pela plataforma estabilizadora GSM3000, que reage em tempo real aos desvios da aeronave por intermédio de uma ligação ao sistema inercial do sistema de controlo aéreo.



Os dados da trajetória do voo, altitude da câmara fotogramétrica e os tempos de disparo da fotografia são armazenados pelo sistema AEROcontrol que permite, em pós processamento, a obtenção das orientações externas das imagens com grande rigor. Este rigor é assegurado por um receptor GPS NovAtel interno com 12 canais de dupla frequência (L1/L2) e uma Unidade de Medição Inercial IMU.



A câmara fotogramétrica é uma câmara aérea digital é uma Ultracam Falcon com sensor RGB NIR de 14,430 x 9,420 Pixels.



UltraCam Falcon

O avião usado para a missão de voo é um Cessna T210L Centurion II Equipado com 1 Motor Turbocharged de 300HP com uma velocidade de operação média de 300Km/h, autonomia de 6 horas e teto de operação de 28.500 pés. Este avião encontra-se certificado para fotografia aérea vertical e bem adaptado à rede de aeroportos existentes em Portugal.



Fotografia do avião

4.1.3 Processamento dos dados

Terminada a missão diária de voo é efetuada de imediato uma cópia de segurança dos dados recolhidos e uma primeira análise dos mesmos para verificar que não existem lacunas de informação.

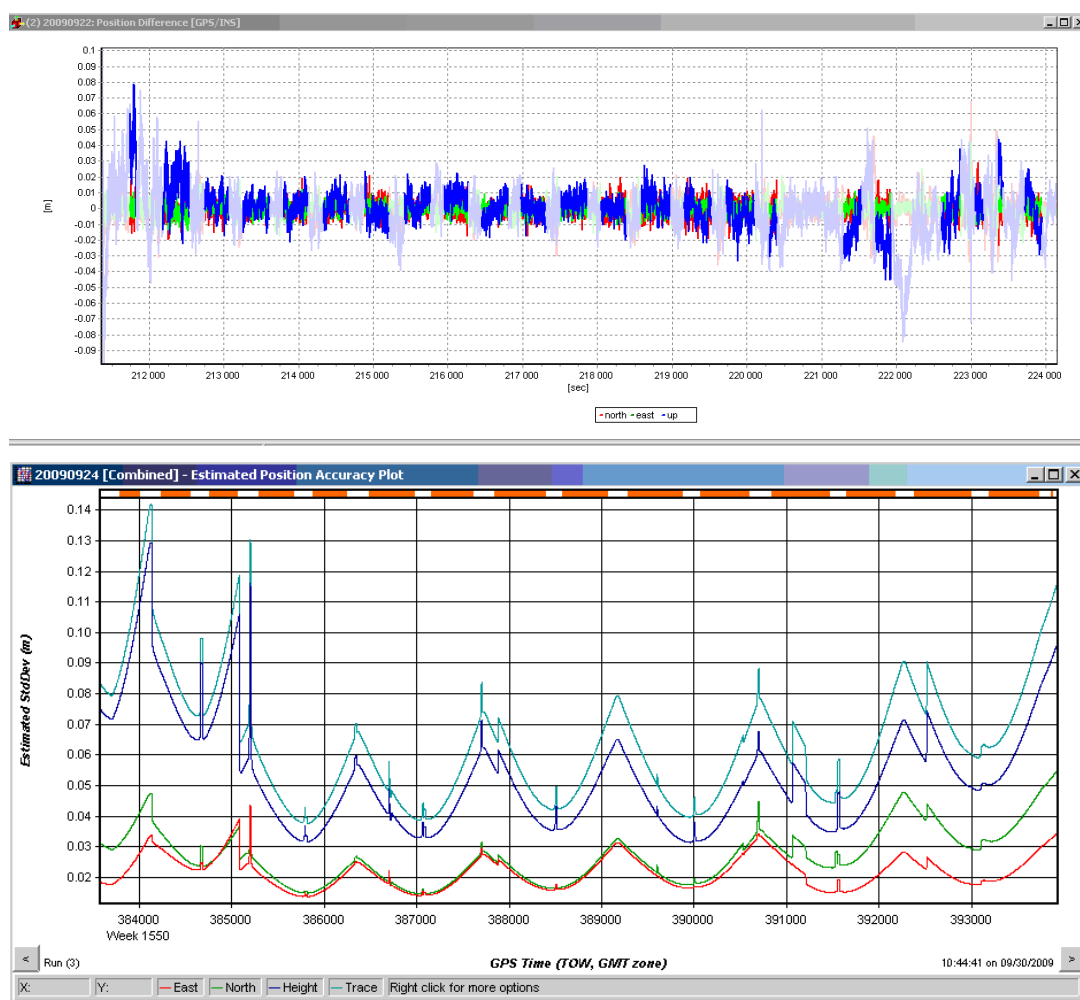
Posteriormente inicia-se o processamento da informação. Este processamento consiste em duas tarefas distintas: o processamento das imagens e o processamento da trajetória de voo.

No processamento das imagens contamos com as ferramentas do software de processamento das imagens (**UltraMap**) para avaliar a qualidade radiométrica das mesmas. É feito um processamento separado para cada fiada do voo e depois uma análise global das imagens para garantir homogeneidade nos parâmetros de contraste e

saturação das imagens. Durante este processo é garantido o uso efetivo do histograma para cada imagem e a não saturação à direita ou à esquerda do histograma.

No processamento dos dados da trajetória do voo contamos com as ferramentas de controlo de qualidade da correção diferencial dos dados GPS existentes no software de processamento **Waypoint GrafNav**, nomeadamente: No controlo de qualidade dos satélites e dos tempos de observação; Controlo de qualidade das bases utilizadas; Processamento duplo dos dados em modo direto e inverso e validação das diferenças.

No processamento dos dados INS, efetuados no software **AeroOffice** contamos com diversas ferramentas de controlo de qualidade da informação obtida, com especial destaque para a possibilidade de comparar a trajetória de voo obtida pelo GPS e a trajetória derivada dos dados INS. Este gráfico permite ter uma ideia bastante precisa da qualidade da solução final obtida.



Exemplo de gráficos de validação da qualidade dos dados da trajetória

As metodologias e ferramentas mencionadas permitem controlar a qualidade do trabalho final em todos os seus aspetos, nomeadamente: Resolução geométrica e radiométrica das imagens; Sobreposição longitudinal e lateral; Deriva; Existência de nuvens ou fumos; completa execução do Plano de Voo; Correta designação das imagens e correspondência com os eventos do ficheiro de orientação externa.

Qualquer incorreção ou lacuna verificada será corrigida com repetição da totalidade da fiada, ou em casos pontuais, repetição de porções de fiada garantindo sempre uma sobreposição de pelo menos um par estereoscópico.

4.1.4 Controlo de qualidade

Todos os processos envolvidos na recolha e tratamento da informação são objeto de controlo de qualidade. Usando as ferramentas disponíveis no software de controlo do voo (**AEROcontrol**) é efetuado um relatório de voo com identificação dos intervenientes, do equipamento e dos tempos de execução do trabalho. É criado um ficheiro gráfico em formato **KML** (GoogleEarth) com a representação exata da trajetória de voo, das fiadas e das imagens obtidas, com representação da área útil de cada imagem no terreno.

4.2 Apoio Fotogramétrico

Tendo como objetivo a orientação das imagens resultantes da cobertura aérea é necessário obter coordenadas terreno de uma série de pontos, denominados **Pontos Fotogramétricos**, no sistema de referência do projeto

A execução do apoio fotogramétrico compreenderá trabalhos de gabinete e de campo, necessários à determinação da posição planimétrica e altimétrica dos pontos de apoio fotogramétrico planeados para a totalidade da área do projeto. Esta fase é muito importante dado que toda a precisão dos trabalhos a jusante irá depender fortemente da precisão obtida, no apoio fotogramétrico.

De acordo com o solicitado no caderno de encargos, o sistema de referência a utilizar na coordenação dos pontos fotogramétricos será o sistema de referência PT-TM06 / ETRS89, com as seguintes características:

Em planimetria: Elipsóide GRS80, Projecção Transversa de Mercator

Em altimetria: Datum Altimétrico de Cascais (1938)

4.2.1 Planeamento do apoio fotogramétrico

Com base na cobertura aérea executada e no limite da área a cartografar, serão definidos quais os pontos fotogramétricos a coordenar. Esta seleção é feita tendo em conta uma série de critérios, nomeadamente:

- Uma distribuição homogénea que abarque a área total do projeto;
- Uma clara identificação dos pontos fotogramétricos, para que não ofereçam quaisquer tipo de dúvidas aquando da sua identificação nos fotogramas;
- Existência de pontos fotogramétricos em zonas onde seja possível á posteriori obter leituras do mesmo ponto em fotogramas distintos.

Serão assim demarcados pequenos círculos em zonas onde deverá haver lugar á coordenação de um ponto, onde posteriormente e já em campo será escolhido o pormenor exato a coordenar pelo topógrafo em campo.

Esta demarcação é efetuada em gabinete sob prints A4 a cores das fotografias aéreas ou diretamente num ficheiro KML.

4.2.2 Coordenação do apoio fotogramétrico

O consórcio efetuará a coordenação do apoio fotogramétrico, através de técnicas GPS, da forma que a seguir se explica:

4.2.2.1 Trabalhos de campo

Tendo como objetivo a obtenção das coordenadas planimétricas e altimétricas dos pontos fotogramétricos, utilizar-se-á o método de observação **Estático Relativo**, onde se estacionará nos pontos cujas coordenadas se pretendam determinar, em sessões com uma duração de cerca de 8 minutos.

Para o efeito será utilizado um recetor GPS marca TRIMBLE modelo R4, propriedade da Infoportugal.

A recolha total dos dados satélite em cada ponto a coordenar conduzirá à medição de bases com a mais elevada precisão.

4.2.2.2 Processamento dos dados (Cálculo e Ajustamento)

O tratamento inicial é feito numa primeira fase, através do software Trimble Geomatics Office V 1,62 da marca Trimble e no que diz respeito ao ajustamento, já numa fase final, através do software V Grafnet 8.1 da Novatel.

Cada uma das linhas de base obtidas, serão definidas pela ambiguidade, rejeitando os tempos de observação de alguns satélites que possam interferir de forma negativa na solução final.

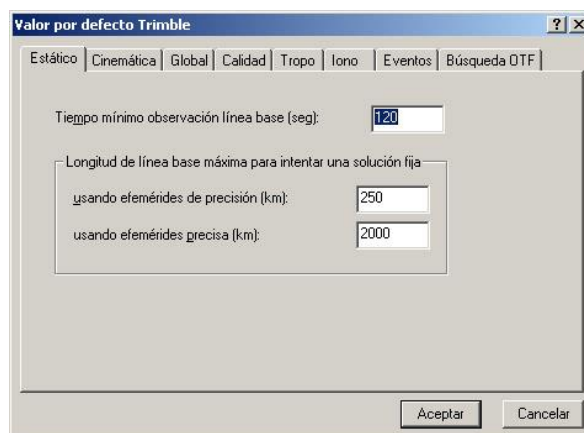


Gráfico de estilos de processamento de TGO

Efetua-se um ajuste livre à Rede, sendo observada a qualidade e a coerência interna das linhas de base GPS. Posteriormente realizar-se-á um ajuste à rede ligado aos vértices da rede geodésica para a identificação de pontos de fotogramétricos no sistema de referência do projeto.

Os erros médios quadráticos na determinação das coordenadas finais, nunca poderão ultrapassar os fixados pelas especificações técnicas do projeto. Estes serão controlados através da análise das elipses de erro, conforme ilustra a figura seguinte:

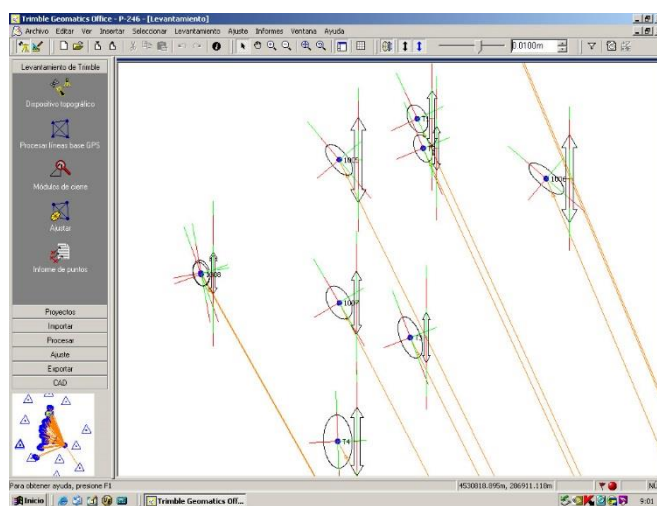


Gráfico de elipses de erro

Após a realização da totalidade dos cálculos com os softwares descritos anteriormente (Trimble e da Novatel), obteremos as coordenadas ajustadas e compensadas (através do método dos mínimos quadrados) da rede de pontos fotogramétricos, do ponto de vista planimétrico e altimétrico.

Efetuar-se-á ainda uma análise exhaustiva dos dados estatísticos obtidos, possibilitando-nos a deteção de improváveis anomalias, as quais serão corrigidas de imediato se aplicável.

A precisão do apoio fotogramétrico cumprirá os requisitos estabelecidos no caderno de encargos.

Será ainda executado um relatório final desta fase descrevendo a metodologia e apresentando todos os resultados obtidos.

4.3 Triangulação Aérea

Esta fase tem como objetivo a execução da triangulação das imagens que constituem a cobertura aérea previamente realizada.

Este processo permite-nos com base nas coordenadas dos pontos fotogramétricos e por meio de medições nas fotografias aéreas, determinar as coordenadas dos pontos de ligação e dos parâmetros de orientação externa.

A triangulação aérea é digital, utilizando os parâmetros inerciais GPS obtidos aquando da execução da cobertura aérea. Para a obtenção dos parâmetros da orientação externa das imagens, são utilizadas técnicas de aerotriangulação por feixes com auto calibração a partir dos pontos de apoio e das observações feitas nas fotografias aéreas, em estações fotogramétricas digitais.

As estações fotogramétricas digitais têm um sistema de visão estereoscópica que permite, com base na visualização das imagens resultantes da cobertura aérea, a leitura (com registo de coordenadas) a três dimensões dos pontos fotogramétricos coordenados em campo.

Para o efeito, o operador de fotogrametria utiliza óculos com lentes polarizadas e um rato 3D.

4.3.1 Metodologia

O primeiro passo para a realização da triangulação aérea é definir o projeto e os parâmetros fundamentais do mesmo:

- Escala
- Altitude média
- Centros de projeção Orientações Inerciais
- Desvio padrão dos pontos de apoio
- Desvio padrão dos pontos de imagem
- Câmara aérea utilizada.

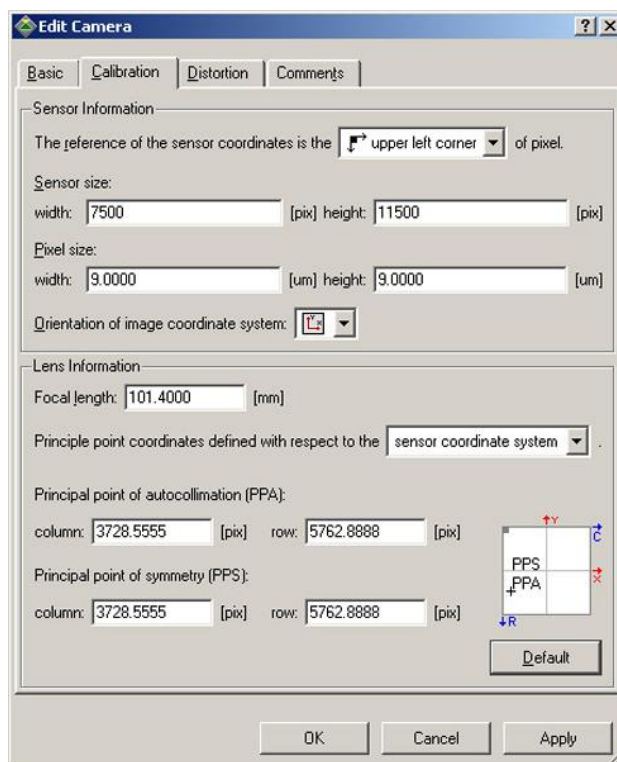
Todo o processo de triangulação aérea é realizado com o software da Inpho -MATCH-AT.

É fundamental na definição do projeto a criação do ficheiro da câmara, tendo como base as informações que constam no certificado de calibração da câmara aérea, e ainda, dependendo do tamanho e da configuração do projeto, analisar a necessidade de dividir o projeto em vários blocos.

Finda a definição do(s) bloco(s) a triangular, serão importadas para o sistema, as imagens, as respetivas pirâmides de níveis e importados a totalidade dos centros de projeção.

4.3.1.1 Orientação Interna

O passo seguinte é a orientação interna das imagens aéreas. Como a cobertura aérea será efetuada com uma câmara digital não é necessário executar a orientação interna, uma vez que esta é definida pela geometria da própria imagem no certificado de calibração.

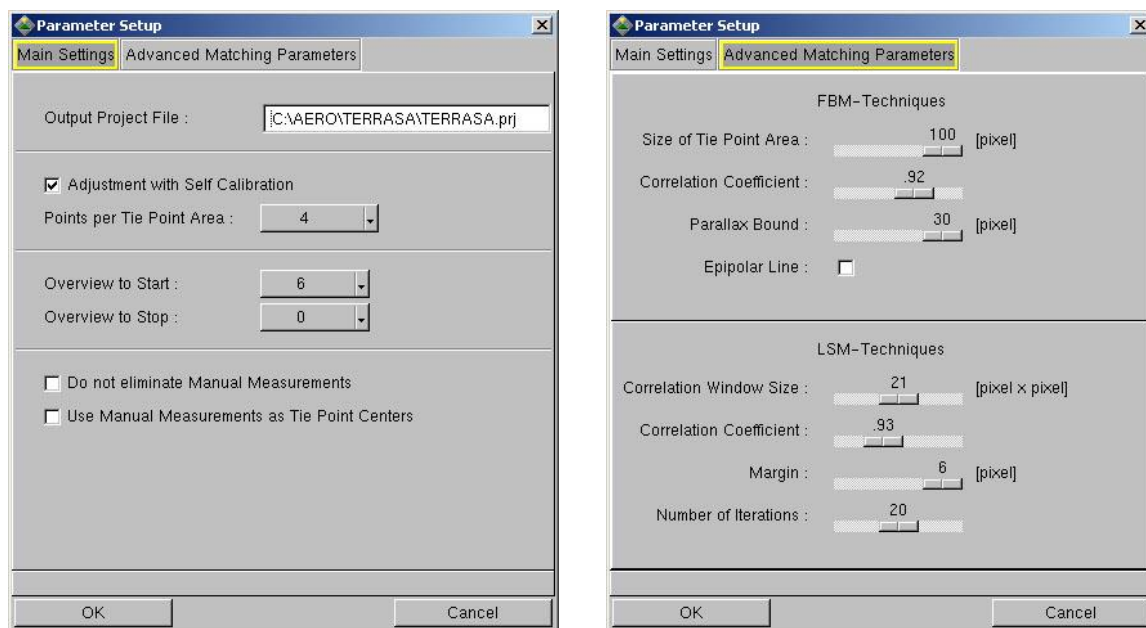


Definição dos parâmetros da orientação interna

4.3.1.2 Orientação Externa

Em cada imagem serão definidas nove áreas, coincidindo com a posição dos pontos de Von Grüber. A selecção dos pontos de passagem, a transferência, assim como a sua medição e ajuste serão efetuados de uma forma completamente automática, estabelecendo um mínimo de 12 pontos de passagem em cada modelo estereoscópico, sendo localizados dois pontos por cada área de Von Grüber e um mínimo de um ponto de ligação nas áreas de sobreposição entre fiadas.

A orientação externa será efetuada recorrendo ao MATCH-AT da Inpho, que utiliza processos automáticos de triangulação aérea. Aqui são combinadas técnicas de correlação de imagem com uma solução de integração robusta, utilizando métodos de cálculo baseados em PATB para ajustar o cálculo da solução final.



Software Match-AT/ST da Inpho

O sistema de triangulação MATCH-AT permite o uso de orientações provenientes de sistemas inerciais e portanto todo o trabalho de aerotriangulação tem em conta este princípio.

Os dados inerciais e os dados do GPS provenientes do sistema permitem estabelecer à priori uma realidade muito próxima da solução final. Isto permite que sejam usados com garantias de sucesso os métodos de correlação para a localização de forma automática dos Tie Points (pontos de ligação). Com os dados inerciais, o sistema localiza de uma forma mais precisa as áreas comuns dos pontos de passagem, estreitando-se assim a matriz de correlação. Assim, a análise dos resultados é muito mais eficaz, permitindo efectuar uma remoção automática daqueles que apresentam maior EMQ.

Após a recolha dos Tie Points será efectuado um controlo e adensamento manual dos mesmos em áreas onde o sistema não resolveu de forma mais adequada, de modo a assegurar melhores resultados finais.

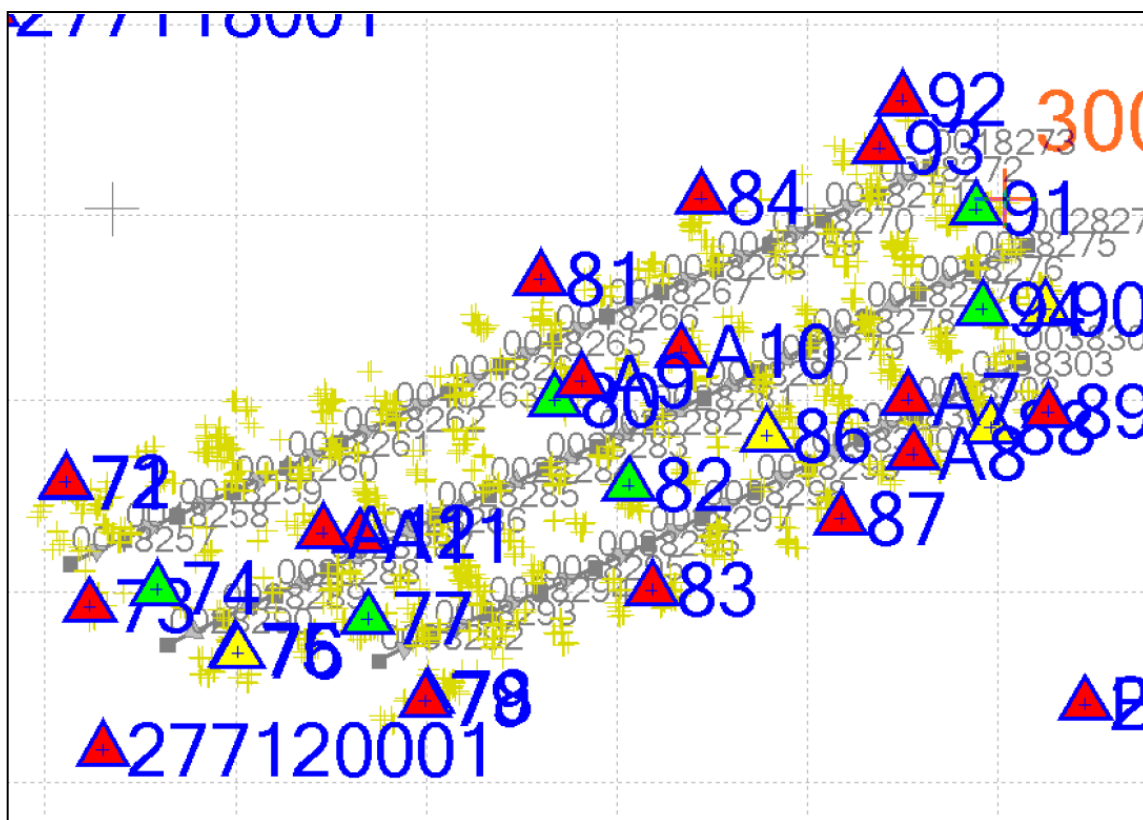


Gráfico de distribuição de Tie Points e pontos de controlo

Terminado o primeiro ajuste efetuado com base nos centros de projeção como únicas referências proceder-se-á à medição manual dos pontos de apoio fotogramétricos, através de leituras efetuadas pelo operador de fotogrametria em todos os modelos em que aparecem. A medição destes pontos é sempre feita em modo estéreo com o módulo –ST, sendo introduzidos diretamente no sistema. Para controle do cálculo da triangulação aérea, serão incluídas medições de pontos de verificação (check points).

Antes do ajustamento e em resultado da análise de todos os pontos serão atribuídos pesos (desvio padrão) de modo a que cada ponto afete o ajustamento conforme o grau de confiança que lhe é atribuído. A compensação em bloco será efetuada utilizando o software *Match-AT* através do qual as observações realizadas sobre o modelo são transformadas para o sistema de coordenadas terreno.

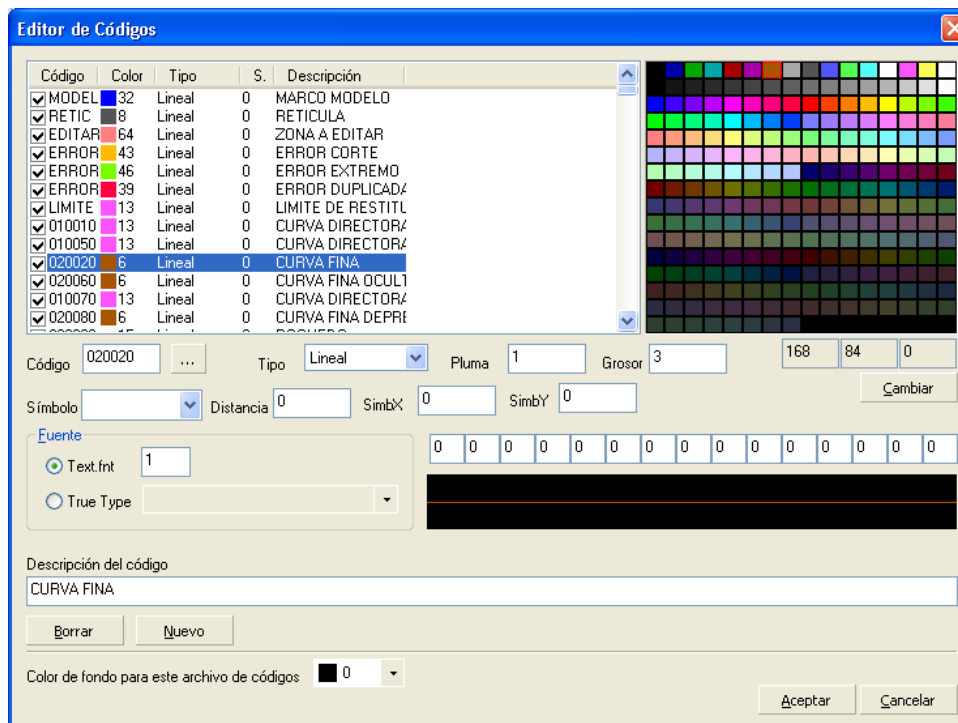
Nesta fase proceder-se-á então ao cálculo final da aerotriangulação de forma a cumprir todos os requisitos do caderno de encargos.

Será ainda executado um relatório final desta fase descrevendo a metodologia e apresentando todos os resultados obtidos.

4.4 Restituição fotogramétrica

O processo de restituição fotogramétrica visa a aquisição da informação topográfica em modo numérico vetorial, estruturada de acordo com o catálogo de objetos definido no Caderno de Encargos.

Com base no catálogo de objetos é definido um ficheiro ASCII contendo a simbologia de visualização das diferentes entidades de trabalho. Para cada projeto definem-se os símbolos mais apropriados, de acordo com a escala do projeto e os elementos constantes no catálogo de objetos. Neste ficheiro também será contemplada a correspondência entre cada objeto a ser adquirido/restituído com umas determinadas características gráficas (Lv, Co, St, Wt) e o respetivo código.

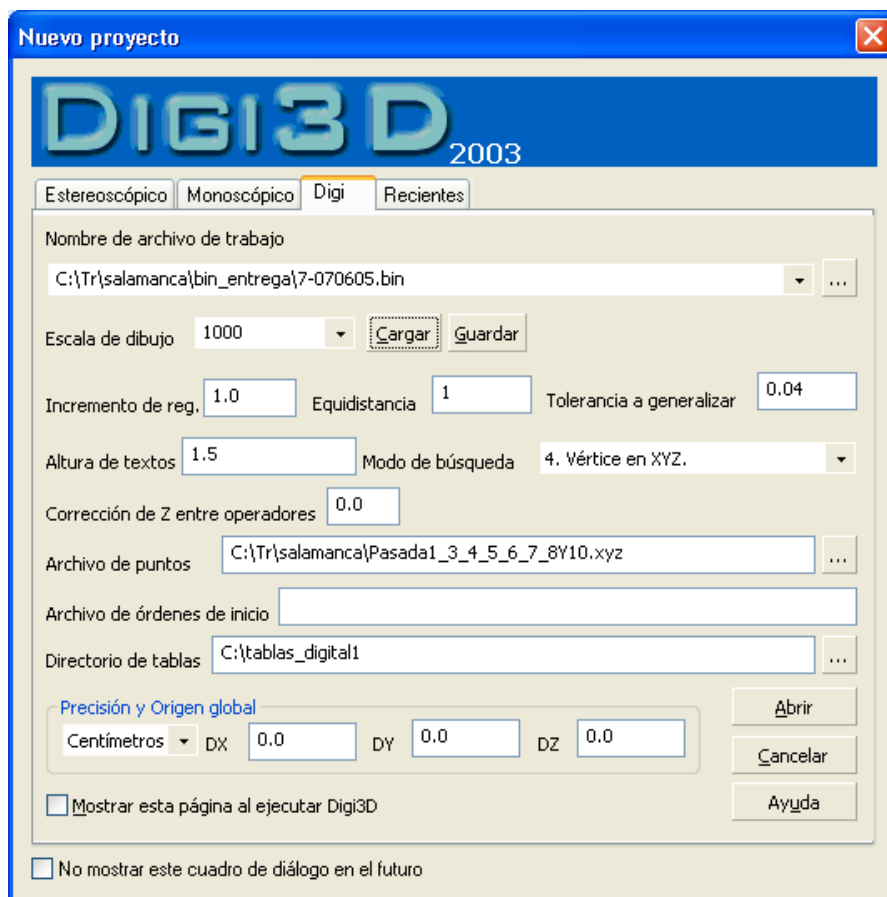


Para dar início à restituição fotogramétrica há que configurar os parâmetros do arranque do programa. Os valores são diferentes para cada escala:

- Nome do Arquivo de Trabalho: A cada ficheiro (arquivo) é dado um nome único e é identificado o caminho onde os ficheiros serão guardados;
- Escala de Desenho: Corresponde à escala de restituição;
- Incremento de Registo: Com este parâmetro indica-se o número de pontos que são registados ao desenhar uma linha em modo contínuo. Este valor pode ser alterado durante a sessão de trabalho com a ordem interna INC;
- Modo de Ligação: A escolha e controle de cada modo de ligação são essenciais para o bom desenvolvimento do trabalho;
- Equidistância: Corresponde à distância sempre igual entre curvas de nível;
- Tolerância de Generalização: Corresponde ao fator de generalização linear e atua como uma filtragem de pontos nas áreas onde se necessita. Pode ser modificado durante uma sessão de trabalho com a ordem TOL. Se não for especificado nenhum dado, o programa atribui a este campo o valor 0,1 por defeito;
- Altura do texto: Valor (em metros) que é introduzido para o tamanho dos textos, inclusive para os que correspondem aos textos de cota. Este valor pode ser alterado em tempo real durante a sessão de trabalho, dentro do programa, durante a restituição;
- Precisão Planimétrica: Serão cumpridas as precisões estipuladas no caderno de encargos;
- Precisão Altimétrica: Serão cumpridas as precisões estipuladas no caderno de encargos.

4.4.1 Aquisição de informação

O processo de restituição fotogramétrica decorrerá em estações fotogramétricas digitais (DIGI 3D).



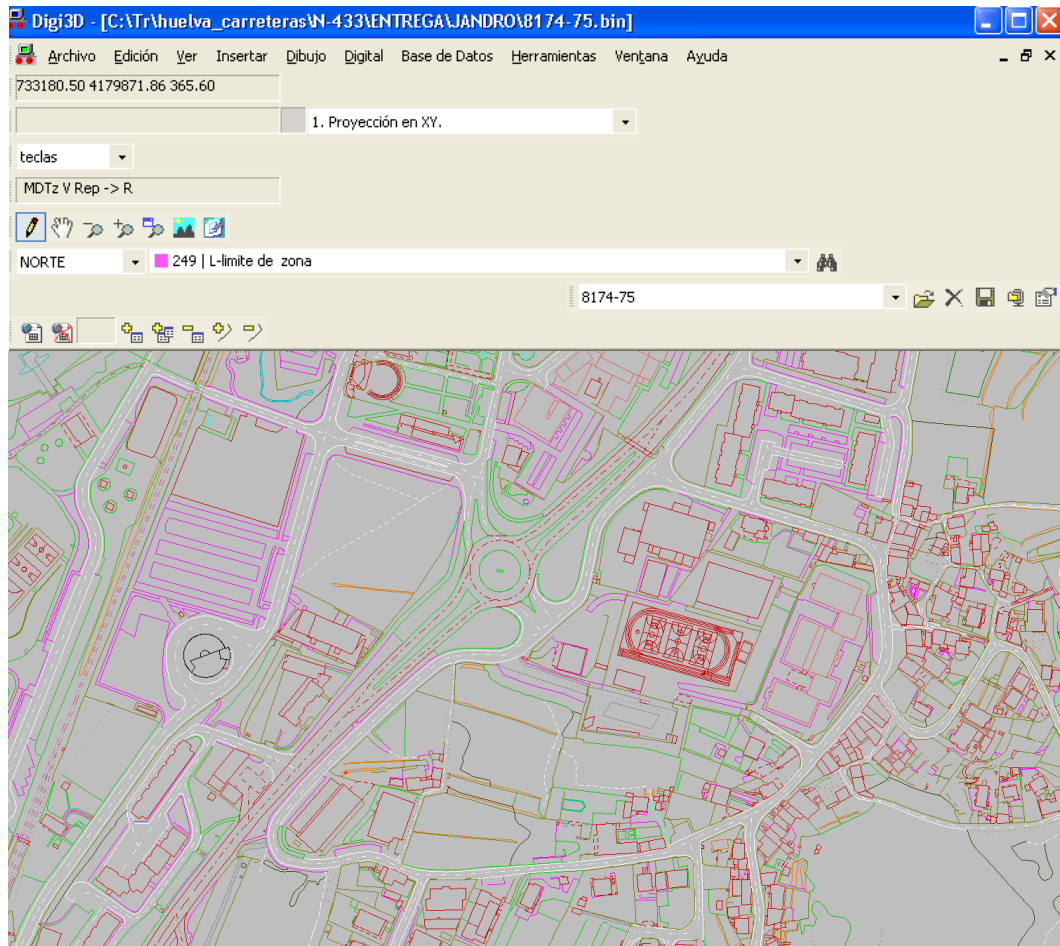
Nesta fase já estaremos em condições de efetuar uma visualização estereoscópica (3D) dos elementos a adquirir por operadores dos operadores de fotogrametria.

A restituição dos elementos realiza-se tendo em conta uma ordem lógica de armazenamento de dados, a critério do operador e de acordo com o regime administrado pelo diretor do projeto.

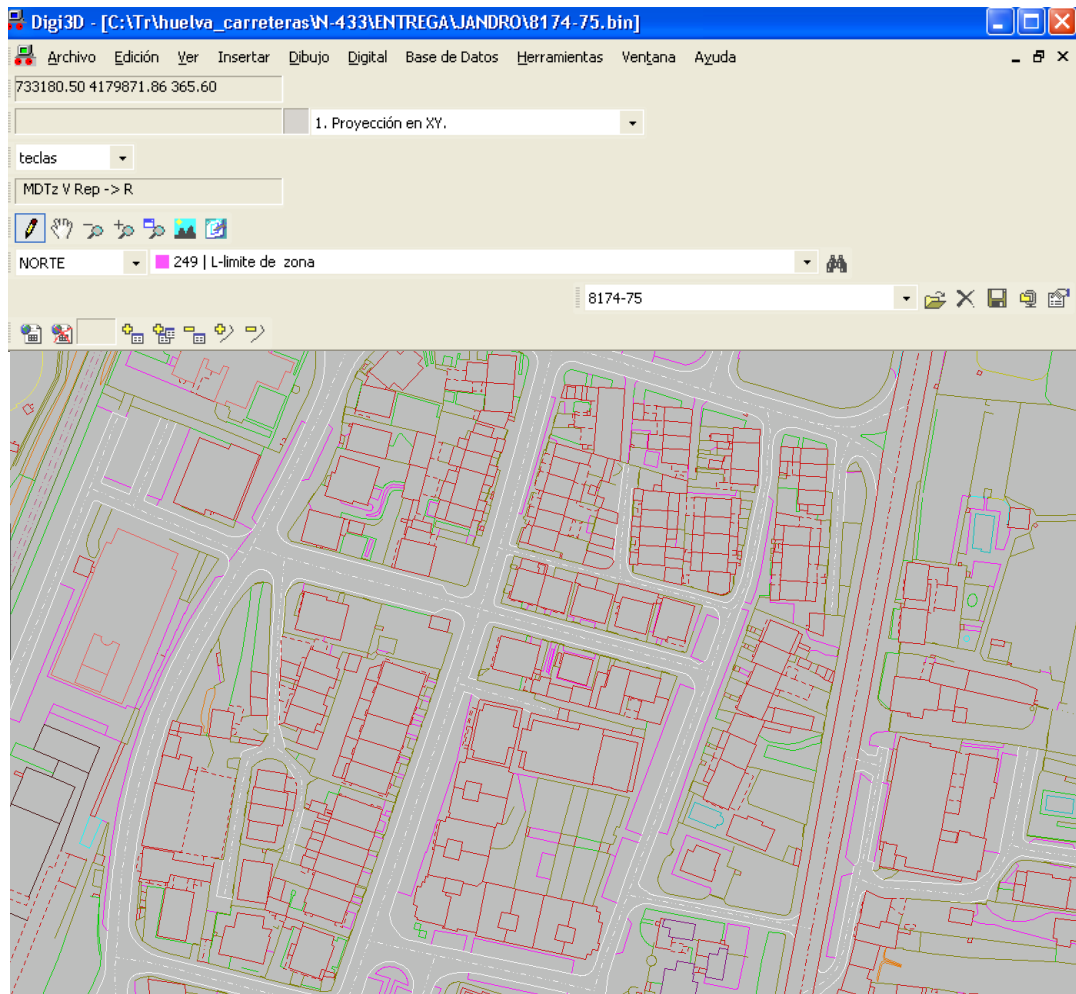
4.4.1.1 Planimetria

Consideramos elementos planimétricos, todos os que se encontram definidos no catálogo de objetos como elementos 2D, nomeadamente:

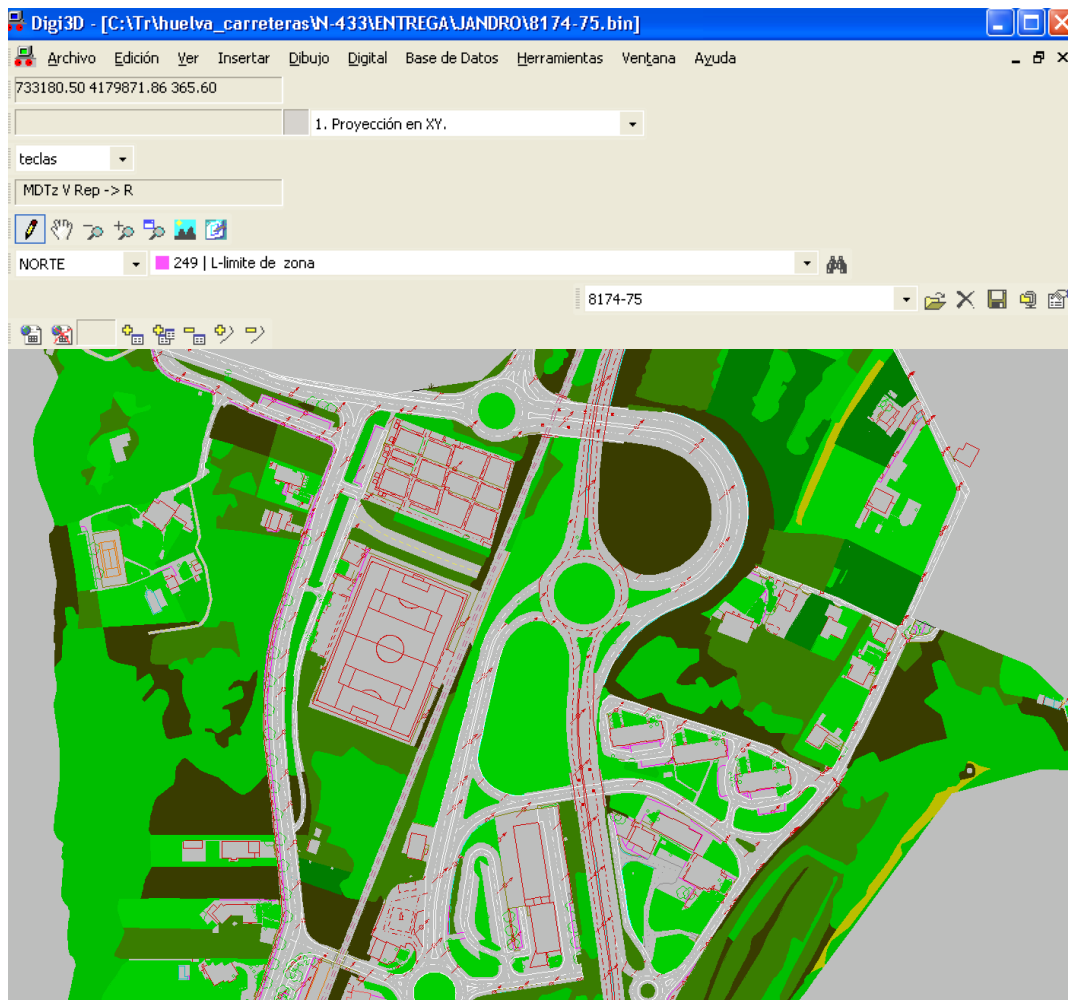
- Aquisição da totalidade da rede viária e limites (muros, vedações, etc.):



- Aquisição da totalidade das construções:



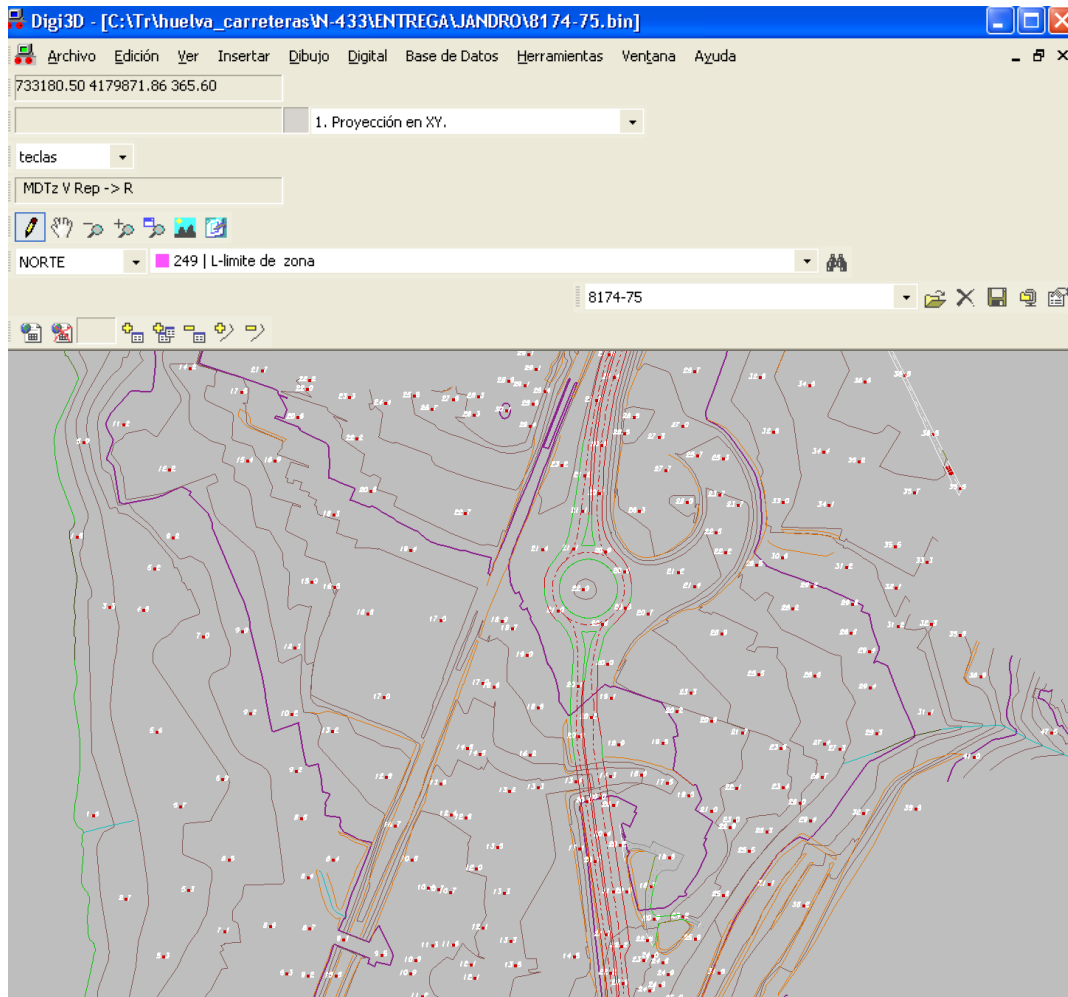
- Classificação das áreas agrícolas:



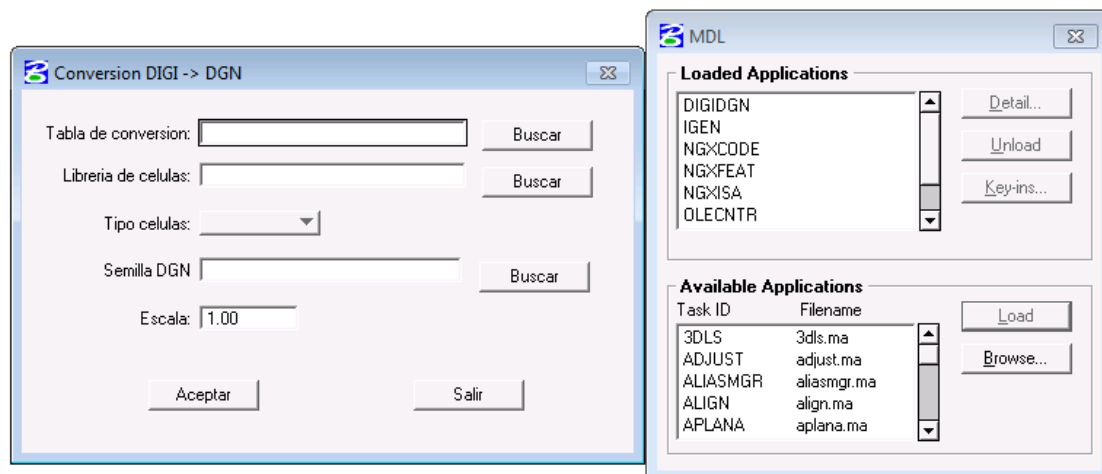
4.4.1.2 Altimetria

Consideramos elementos altimétricos, todos os que se encontram definidos no catálogo de objetos como elementos 3D, nomeadamente:

- Curvas de nível, pontos cotados, relevo e hidrografia:



Finda a aquisição da totalidade da informação topográfico, estaremos perante um ficheiro extensão BIN (formato interno do DIGI). Para obtermos a informação no formato pretendido (DGN-Microstation), é necessário efetuar uma exportação com base num **MDL** dentro da Microstation:



Tendo como base uma tabela, conforme ilustra a figura seguinte, onde a cada entidade de DIGI corresponde um elemento em IGDS com as características gráficas pretendidas (nível, cor, peso, estilo) e código.

//	niv	st	cor	wt	código	ft	gg	célula	tipo	alt	larg	just	colorrelleno	
1400	1	0	5	2	03010101	0	0	""	0	1	1	2	0	"CURVA NÍVEL MESTRA"
1402	2	0	8	0	03010103	0	0	""	0	1	1	2	0	"CURVA NÍVEL SECUNDARIA"
1404	3	0	3	3	03010201	21	0	"B"	4	0.2	0.2	7	0	"PONTO DE COTA "
1406	25	0	0	0	03010202	21	0	""	4	3	3	7	0	"TEXTO DE COTA"
1412	59	0	38	0	03030201	0	0	""	0	1	1	2	0	"TOPO ATERRO /DESATERRO"
1414	4	0	6	0	03020201	0	0	""	0	1	1	2	0	"TOPO TALUDE NATURAL"
1416	5	2	6	0	03020202	0	0	""	0	1	1	2	0	"BASE TALUDE/COMBRO NATURAL"
1418	4	0	8	0	03030101	0	0	""	0	1	1	2	0	"TOPO TALUDE ARTIFICIAL"
1420	5	2	8	0	03030102	0	0	""	0	1	1	2	0	"BASE TAL/SOC/ATERRO ARTIFICIAL"
1422	4	0	38	0	03030202	0	0	""	0	1	1	2	0	"TOPO SOCIALCO"
1426	6	0	38	0	03030203	0	0	""	0	1	1	2	0	"TOPO COMBRO"
1450	30	4	116	1	02030202	0	0	""	0	1	1	2	0	"GRADEAMENTO"
1452	8	0	116	2	02030101	0	0	""	0	1	1	2	0	"MURO ALVENARIA"
1456	9	1	116	2	02030102	0	0	""	0	1	1	2	0	"MURO PEDRA SOLTA"
1458	10	0	116	0	02030104	0	0	""	0	1	1	2	0	"MURO DE SUPORTE ALVENARIA"
1460	10	1	116	0	02030105	0	0	""	0	1	1	2	0	"MURO DE SUPORTE PEDRA SOLTA"
1454	8	6	116	2	02030107	0	0	""	0	1	1	2	0	"MURO COM GRADEAMENTO"

Neste processo de conversão também é identificada um ficheiro "seed", e a biblioteca de células Microstation.

Nesta fase estamos perante as Matrizes de Restituição, resultantes da junção da totalidade da restituição fotogramétrica de cada um dos modelos estereoscópicos.

Estas serão posteriormente cortadas pelo seccionamento definido para o projeto, dando origem a uma primeira versão de cada uma das folhas do MNT.

Estes ficheiros serão tratados por forma a obtermos as saídas gráficas para utilização em campo, na fase de completagem.

4.5 Completagem de Campo

A completagem é uma fase fundamental para conclusão do processo de execução da cartografia numérica, dado que permite levantar em campo o que não foi possível obter por foto – interpretação e validar/esclarecer as classificações atribuídas através do processo de restituição fotogramétrica.

Esta fase decorre tendo como base as saídas gráficas em papel das matrizes de restituição. Estas saídas gráficas são efetuadas com base em convenções simples, e cores muito especiais que permitam ao completador distinguir o tipo de elemento representado no papel (descrito numa legenda), facilitando assim a sua tarefa de classificação dos elementos representados.

A Infoportugal assegurará os seguintes trabalhos na completagem de campo:

- a) O levantamento dos pormenores topográficos não visíveis, por parte dos operadores de fotogrametria;
- b) A classificação desses pormenores, como dos que, possam ter sido incorretamente identificados no processo de restituição fotogramétrica;
- c) O desconto dos beirais, acompanhado do complemento de pormenores cobertos com relativa importância;

d) Recolha de toponímia efetuada com recurso à cartografia oficial existente, por informações colhidas localmente e eventualmente, recorrendo a outras entidades regionais.

Estas tarefas são efetuadas com base em medições à fita e/ou com recurso a GPS, sempre que sejam detetados lacunas ou falhas de informação nas matrizes de restituição.

Os dados recolhidos nas operações de completagem de campo, terão sempre em conta, as normas estipuladas pela DGT.

4.6 Edição cartográfica

Esta fase é determinante para a qualidade do projeto, pois é constituído por várias tarefas que darão origem a produtos finais.

Este processo inicia-se tendo como base o ficheiro proveniente da restituição fotogramétrica, o qual constitui uma primeira versão de cada uma das folhas do MNT.

A informação de cada uma das folhas será editada diretamente sobre a estrutura da Base de Dados Gráfica do Sistema Intergraph (MicroStation), tendo como suporte adicional o programa **NgXis**, que permite, manipular a codificação/multicodificação das entidades gráficas, de acordo com as especificações do caderno de encargos.

4.6.1 Edição topológica

Esta fase contempla uma pré edição á primeira versão do ficheiro de MNT, para correção das entidades adquiridas pelos operadores de fotogrametria, que consiste em:

- Correção da topologia no que diz respeito á relação espacial entre objetos (do tipo linha e/ou área), com base no processamento de ‘redes’ para deteção/correção de ‘gaps’ ou ‘overlaps’;
- Verificação/correção de elementos duplicados;
- Criação de quebras nas intersecções de elementos;

Nesta fase obtemos uma primeira aproximação de cada um dos ficheiros de MNT topologicamente 'limpo', o qual servirá de base á totalidade da edição cartográfica do MNT.

4.6.2 Edição da altimetria

Pretende-se com esta fase efetuar uma análise/correção da totalidade dos elementos 3D, definidos no catálogo de objetos, os quais se listam de seguida:

- Curvas de nível;
- Pontos cotados;
- Hidrografia (Rios, Ribeiras, Linhas de água, etc.);
- Relevo (Taludes, aterros, etc.);

Com base nas **Macros** e **Mdls** disponibilizados pela DGT, serão efetuadas as seguintes validações/correções:

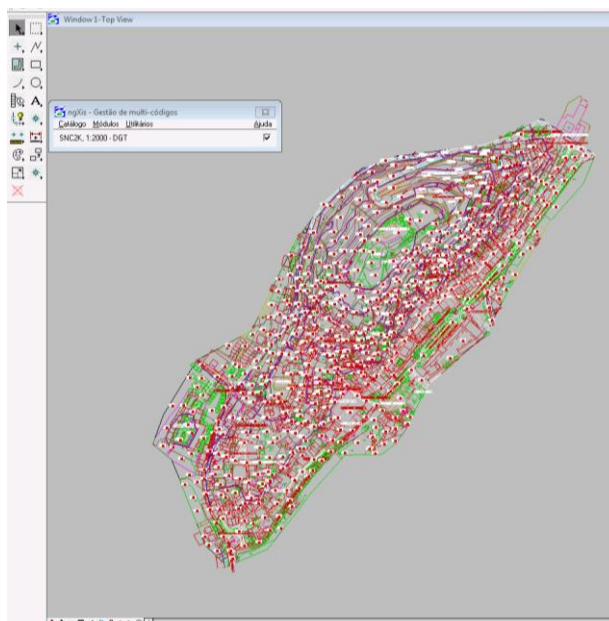
- Monotonia decrescente no que diz respeito á hidrografia;
- Coerência 3D do relevo e hidrografia versus curvas de nível e pontos cotados.

Todos os erros assinalados serão posteriormente analisados, e, se aplicável, corrigidos manualmente.

4.6.3 Edição da planimetria e introdução de completagem

Numa primeira fase é efetuada a introdução da totalidade da informação recolhida na fase de completagem de campo sob as saídas gráficas das matrizes de restituição.

A introdução desta informação será efetuada em ambiente MicroStation/NgXis.



Posteriormente á introdução de completagem, serão executados os processos que se listam de seguida, por adição ou por correção no caso de entidades já existentes:

- Fecho de áreas;
- Desenho de eixos;
- Introdução de vértices geodésicos e pontos fotogramétricos;
- Introdução de limites de concelho e freguesia;
- Ligações entre folhas adjacentes;
- Tratamento gráfico, com vista á boa legibilidade cartográfica;
- Etc.

Terminada esta fase estamos perante o ficheiro final de MNT para cada uma das folhas que constituem a totalidade do projeto.

4.6.4 Geração do MNTC

Tendo como base a versão final dos ficheiros de MNT obtidos na fase anterior, serão executadas sobre estes operações de adição no que diz respeito a:

- Simbologia;

- Padronização.

É também nesta fase que procederemos à execução de uma moldura para cada um dos ficheiros que constituem o projeto.

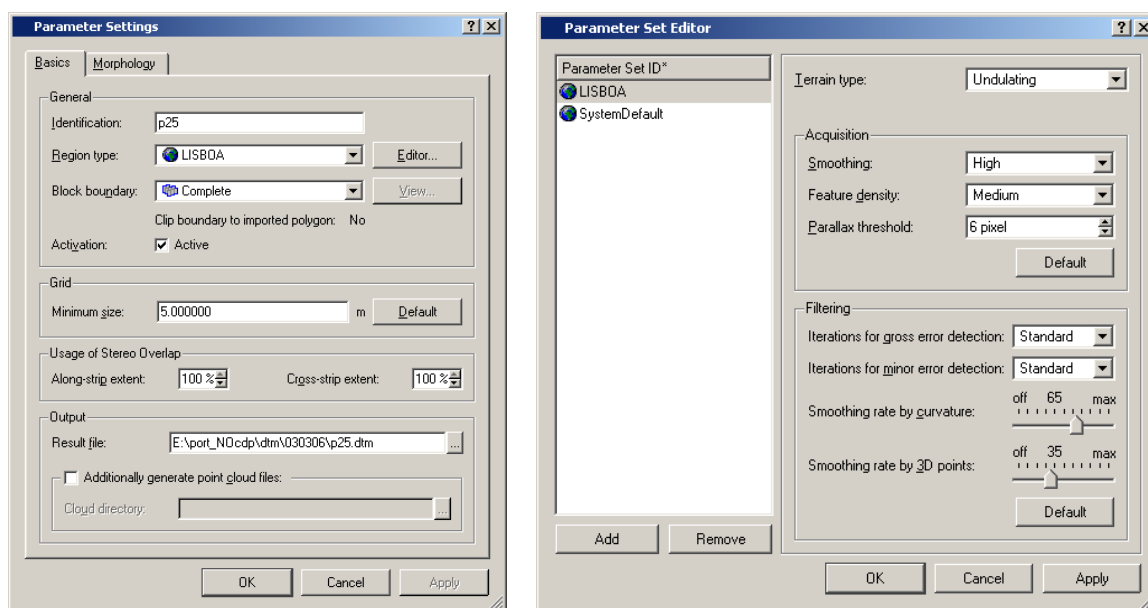
Obteremos assim os ficheiros de MNTC para cada uma das folhas que constituem a totalidade do projeto.

4.7 Modelo Numérico Altimétrico (MNA)

Esta fase do projeto visa à obtenção de um modelo digital do terreno a nível do solo. A geração e edição do MNA é efetuada com base nos elementos 3D adquiridos na fase de restituição fotogramétrica. Estes servirão de base à construção de uma malha retangular “GRID”, utilizando o software da Inpho MATCH-T.

Com base nos elementos 3D referidos anteriormente, será gerado um ficheiro TIN. É a partir deste ficheiro TIN, por interpolação que se vai obter o MNA em forma de malha retangular.

Todos os pontos dessa malha estarão garantidamente localizados no terreno.



Imagens do software MATCH_T

O modelo digital do terreno será realizado em blocos ou por folhas de acordo com o descrito no caderno de encargos. É necessário garantir a existência de linhas de quebra nos lugares onde o relevo não é bem definido

O modelo obtido será verificado/corrigido, usando o software de edição estereoscópica DTMASTER Inpho, até garantir os detalhes em X, Y, Z, .

Caso existam zonas onde nos suscite a dúvida de que o MNA possa não ser um reflexo verdadeiro da topografia, dever-se-á efetuar uma revisão/correção á totalidade dos elementos que influenciam a determinação deste, tais como estradas, pontes, ferrovias, taludes, rede hidrográfica, barragens, reservatórios, pontos de elevação e todos os elementos que podem ser considerados linhas de quebra. Esta revisão/correção far-se-á através de um processo simples e iterativo.

Para determinar a qualidade do modelo digital de elevação são utilizados pontos da aerotriangulação e pontos de controlo e usam-se filtros para suavizar a interpolação de pontos medidos em estéreoscopia, para garantir a correta adaptação do MNA ao terreno.

Obteremos assim os ficheiros de MNA para a totalidade do projeto, de acordo com o solicitado no caderno de encargos.

5 Qualidade

5.1 Apoio Fotogramétrico

O Processamento dos dados GPS realiza-se com dois softwares distintos, o software TRIMBLE GEOMATICS OFFICE v.1.62. da Trimble e o GRAFNET v.8.1. da Novatel, para posterior comprovação dos ajustes de redes e cálculos das baselines independentes, verificando que os desvios obtidos, usando dois programas diferentes, estejam dentro das tolerâncias, para assim garantir a qualidade e fiabilidade dos resultados.

Para cada uma das linhas base se fixarão as ambiguidades, descartando os satélites e tempos de observação que possam interferir de forma negativa na solução final.

Realiza-se um ajuste da rede, onde se observará a qualidade e coerência interna dentro das linhas base GPS. Posteriormente realiza-se um ajuste de rede ligando os vértices da rede geodésica para a determinação dos pontos de apoio no sistema específico.

Os Erros Médios Quadráticos na determinação das coordenadas finais nunca ultrapassarão os erros definidos nas especificações técnicas do concurso.

Ao realizar-se a totalidade dos cálculos com os dois softwares de fabricantes diferentes, procede-se a um estudo comparativo dos resultados obtidos por ambos, podendo-se detetar as improváveis anomalias que podem surgir nos trabalhos mencionados e elimina-las.

5.2 Aerotriangulação

O Controlo de qualidade da aerotriangulação se baseará em três pontos fundamentais: Na colecção de pontos nos modelos obtidos por métodos de correlação automática, se realizará uma posterior análise visual para evitar que existam pontos que possam influenciar de forma negativa no processo de aerotriangulação, como são os pontos sobre arvoredo denso ou água por exemplo, eliminando estes e fazendo medições manuais sempre que se justifique.

- A aerotriangulação será realizada pelo método **ISO** (integrated sensor orientation), o qual permite um melhor ajuste da solução final, ao considerar os dados inerciais junto com as imagens e os pontos de apoio de campo no ajuste do bloco combinado de aerotriangulação. O Controlo de qualidade consiste num sistema retroalimentado, no qual os pontos de apoio controlam a aerotriangulação mediante os pontos de validação, a aerotriangulação serve de Controlo da solução do sistema inercial, e, por sua vez, os dados inerciais servem como controladores de qualidade da aerotriangulação e dos pontos de apoio fotogramétricos.
- Uso de pontos de apoio como pontos de validação dos blocos de aerotriangulação. Ao não intervirem na mesma servem como estimativas robustas da qualidade do ajuste.

5.3 Controlo de qualidade do MNA

O Controlo de qualidade do MNA será realizado através do confronto dos valores obtidos com um conjunto de pontos com cotas de precisas.

Em particular se utilizarão os pontos de apoio de campo usados na aerotriangulação, assim como os pontos de ligação obtidos durante os cálculos da aerotriangulação.

Posteriormente realizamos um estudo comparativo das alturas originais de todos estes pontos e as suas alturas correspondentes calculadas a partir do MNA e geramos um documento com os resíduos em cada ponto, com observações respeitantes ao motivo dos erros detetados e calcularemos os parâmetros estatísticos de média, mediana, moda, erro médio quadrático e desvio padrão.

A qualidade do MNA será comprovada durante todo o processo de edição manual do mesmo, durante a qual se percorrerá a totalidade do território objeto do trabalho e se comprovará que o MNA assenta corretamente sobre o modelo estereoscópico, e detetar qualquer problema que possa existir durante o processo.

5.4 Controlo de qualidade do MNT /MNTC

Este processo permite comprovar que não houve falhas na execução da totalidade dos processos descritos na fase de edição cartográfica e que os ficheiros de MNT/MNTC resultantes gozam de uma homogeneidade de critérios.

Como fase de finalização, processam-se novamente os ficheiros utilizando a totalidade das ferramentas de Controlo de qualidade cartográfica de que dispomos, nomeadamente as disponibilizadas pela DGT, garantindo a deteção de possíveis erros de:

- Falhas na topologia, com base no processamento de 'redes' para deteção/correção de 'gaps' ou 'overlaps';
- Existência de elementos duplicados;
- Existência de quebras nas intersecções de elementos;
- Fecho de áreas;
- Desenho de eixos;
- Introdução de vértices geodésicos e pontos fotogramétricos;
- Introdução de limites de concelho e freguesia;
- Ligação entre folhas adjacentes;
- Monotonia decrescente no que diz respeito à hidrografia;
- Coerência 3D do relevo e hidrografia versus curvas de nível e pontos cotados;
- Simbologia;
- Padronização.

6 Entregáveis

A cartografia será elaborada de acordo com as especificações técnicas, caderno de encargos tipo e catálogo de objetos para produção de cartografia e ortofotocartografia à escala 1:2 000, elaborada de acordo com o regulamento técnico para coberturas aerofotocartográficas em Portugal (RTCAP), disponibilizados pela DGT.

A Infoportugal irá acrescentar ao Catálogo de Objetos para Cartografia Topográfica à Escala 1:2000, da DGT, os seguintes objetos, identificando-os convenientemente:

- Ponto de Cota no Topo do edifício;
- Ponto de Cota na Base do Edifício;
- Eixos de via adquiridos a 3D.

A Infoportugal entregará os produtos intermédio e finais considerados no Anexo I – “Normas Técnicas de Produção e Reprodução de Cartografia e Ortofotocartografia à Escala 1:2000”, acompanhadas dos seus anexos A,B,C,D e E.

Será ainda entregue um relatório, devidamente datado e assinado pelo Diretor Técnico dos trabalhos, com a descrição pormenorizada da execução de cada fase do trabalho, com destaque para a indicação:

- a) Da entidade executante;
- b) Da data de início e fim da fase;
- c) Dos operadores intervenientes;
- d) Da informação exógena eventualmente utilizada;
- e) De eventuais dificuldades que possam ter ocorrido e o modo como foram superadas;
- f) Da metodologia de avaliação da qualidade dos resultados dessa fase, com apresentação dos valores obtidos.

7 Meios Técnicos

7.1 Cobertura Aérea

7.1.1 Software utilizado na Planificação dos Voos, Cálculo Gps

- Software de planificação: **WinMP de IGI.**
- Software de cálculo:
 - **GRAFNAV/GRAFNET 8.1.**, software para cálculo de cadeias cinemáticas GPS e ajuste de redes geodésicas.
 - AeroOffice 5.1. para o cálculo dos dados inerciais.



7.1.2 Equipamento Utilizado na Cobertura Aerofotográfica

O avião usado para a missão de voo é um Cessna T210L Centurion II Equipado com 1 Motor Turbocharged de 300HP com uma velocidade de operação média de 300Km/h, autonomia de 6 horas e teto de operação de 28.500 pés. Este avião encontra-se certificado para fotografia aérea vertical e bem adaptado à rede de aeroportos existentes em Portugal.



A câmara fotogramétrica é uma câmara aérea digital de grande formato - UltraCam Falcon com sensor RGB + NIR de 14430 * 9420 Pixels e lente 100 mm.



Plataforma giroestabilizadora Somag GSM-3000 tem como objetivo garantir a verticalidade e a orientação correta da câmara no momento do disparo, corrigindo os desvios normais do avião durante a missão. Esta plataforma garante correções em K , Φ y Ω .



Sistema de Navegação GPS CCNS4 tem como objetivo a importação dos planos de voo criados no software WinMp e disponibiliza toda a informação necessária ao piloto e ao operador da câmara para guiar o avião na fiada pré-programada. Este sistema efetua os disparos da câmara de forma automática nas coordenadas definidas no plano de voo, e garante o cumprimento do plano mediante as tolerâncias predefinidas. Sempre que o voo se afaste do traçado programado o sistema dá alertas e fica offline sempre que a tolerância de erro é ultrapassada.



Receptor GPS marca NovAtel, modelo OEM 4-G2 (internal) L1/L2.

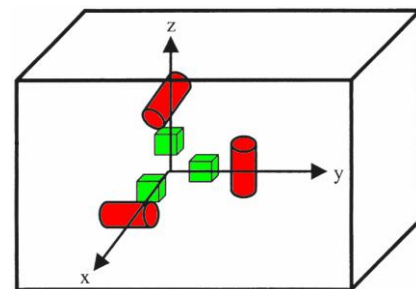


Aerocontrol – Sistema de determinação precisa de posições e atitudes. Este sistema grava toda a informação de voo (GPS, IMU, Plataforma estabilizadora, Momentos de disparo) e

fornece informação em voo para o CCNS e plataforma estabilizadora de modo a que sejam feitas as compensações horizontais e de Drift em tempo real de cada disparo. Este sistema faz a gestão da informação proveniente do IMU.



IMU ou INS é constituído por giroscópios de fibra óptica de alta precisão permite a determinação dos ângulos da câmara nos 3 eixos (roll, pitch e yaw). Esta informação é usada em tempo real para fornecer informação à plataforma estabilizadora das compensações necessárias e em pós processamento, combinada com a informação GPS, para determinar os ângulos de orientação externa das fotografias (Ω , ϕ e κ).



7.2 Triangulação aérea e MNA

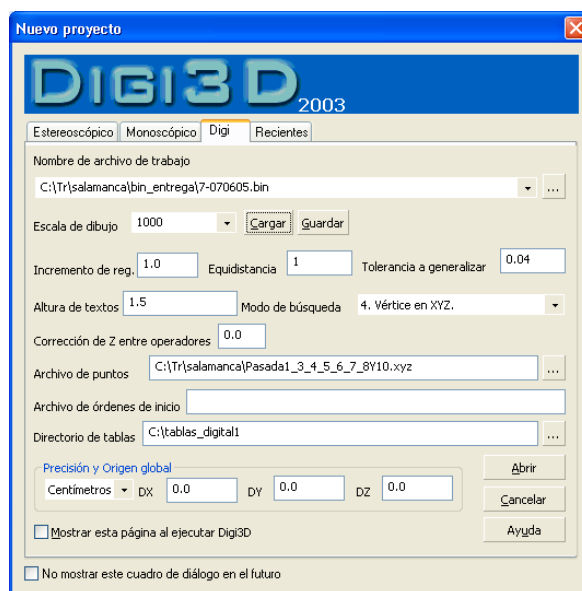
Software de processamento de imagens **Office Processing Center 3.2.2. da Vexcel.**

O software de Triangulação aérea utilizado é o INPHO, composto dos seguintes módulos:

- Match-AT – Aerotriangulação automática;
- DTMaster – Edição e verificação de MNA em ambiente stereo;
- Scoop ++ - Edição e verificação de MNA em ambiente stereo
- Mimo 17" - Sistema de visualização stereo com duplo monitor TFT.

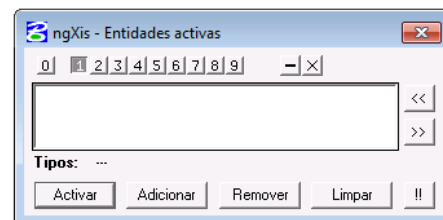
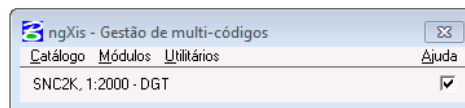
7.3 Restituição fotogramétrica

O software utilizado para execução da restituição fotogramétrica será o Digi 3D.



7.4 Edição Cartográfica

O software utilizado para execução da Edição cartográfica será o Sistema de Dados Gráfico da Intergraph (MicroStation), tendo como suporte adicional o programa **NgXis**.



8 Prazo de Validade da proposta

A Proposta, tal como se encontra configurada, é válida até 66 dias a partir da data da sua entrega.