

Metodologia de desenvolvimento dos trabalhos

N.º de Procedimento 2016/300.10.005/451

**Prestação de Serviços para a Execução de Cartografia Numérica
Topográfica à escala 1:2 000 para o Município de Sines**

Dados da Proposta

Data	02 de Novembro de 2016
Código	16-0080-AS
Versão	V1.0
Elaborado por:	Ana Mafalda Silva
Revisto por:	Emanuel Silva
Aprovado por:	Vasco Ferreira
Confidencialidade	Este documento é propriedade da SOCARTO, não podendo ser reproduzido ou distribuído a terceiros sem autorização prévia.

Ex.^{mos} Srs.,

Na sequência do Concurso Público com o número do procedimento 2016/300.10.005/451, vimos por este meio apresentar a nossa proposta de Prestação de Serviços de **“Execução de Cartografia Numérica Topográfica à escala 1:2 000 para o Município de Sines”**, em conformidade com os documentos do procedimento, nomeadamente o Programa do Procedimento, Caderno de Encargos e respetivos Anexos. Aproveitamos para deixar expresso o compromisso de que empenharemos os nossos melhores esforços e recursos para correspondermos às Vossas expectativas.

Esperamos que a nossa proposta acolha a melhor receção por parte da Câmara Municipal de Sines, visto entendermos que a mesma espelha a melhor solução para colmatar as necessidades expostas.

Colocamo-nos desde já à disposição para prestar todos os esclarecimentos que entendam necessários, na convicção de que esta proposta endereçará as vossas expectativas.

Sem outro assunto de momento, apresentamos a V. Exas. os nossos melhores cumprimentos, aguardando com expectativa as V. prezadas notícias.

Atentamente,

Vasco Alberto Varela Pinto Martins Ferreira (Eng.º)

Sócio-Gerente da SOCARTO, Lda.

Índice

1. Sumário Executivo	6
1.1. Objeto	6
1.2. Prazo de execução dos trabalhos	7
1.3. Prazo de validade da proposta	7
1.4. Extensão Geográfica de Produção	7
1.5. Produtos Intermédios e Finais	8
1.6. Sistema de Referência	8
1.7. Qualidade Técnica.....	9
1.8. Suporte Lógico a utilizar	9
1.9. Multicodificação da informação vetorial	9
1.10. Elementos a Entregar.....	10
2. Âmbito dos trabalhos	11
2.1. Introdução	11
2.2. Planeamento e coordenação	11
2.3. Coordenação de Projeto	12
2.4. Estrutura do Projeto	12
2.5. Identificação de potenciais riscos	13
2.6. Acompanhamento da Execução dos Trabalhos	15
2.7. Gestão de Projeto e Comunicação.....	15
3. Organização do Trabalho	16
3.1. Cobertura Aerofotográfica.....	16
3.1.1. Controlo de qualidade	18
3.2. Apoio Fotogramétrico	19
3.3. Planeamento.....	19
3.3.1. Reconhecimento de campo	19
3.3.2. Coordenação dos Pontos Fotogramétricos	20
3.4. Distribuição dos pontos fotogramétricos	20
3.5. Precisão do apoio fotogramétrico	21
3.6. Triangulação Aérea	21
3.6.1. Precisão.....	23
3.7. Geração do Modelo Numérico Altimétrico - MNA	23
3.7.1. Restituição Fotogramétrica Tridimensional	23
3.7.2. Edição de dados tridimensionais.....	25

3.7.3.	Geração do Modelo de Triângulos	27
3.7.4.	Geração do Modelo Matricial	27
3.8.	Restituição Fotogramétrica	29
3.9.	Completagem de Campo	31
3.9.1.	Preparação das cartas	31
3.9.2.	Trabalho de Campo.....	31
3.10.	Geração do Modelo Numérico Topográfico - MNT e Edição Cartográfica	31
3.11.	Homologação da Cartografia	33
4.	Meios técnicos.....	34
4.1.	GPS (Sistema Global de Posicionamento).....	34
4.2.	Estações Totais.....	35
4.3.	Tablet pcs.....	35
4.4.	Estação de Restituição	36
4.5.	Dependência entre Tarefas.....	37
4.6.	Outras Dependências.....	38
5.	Entregáveis.....	39
5.1.	Cobertura Aerofotogramétrica	39
5.2.	Apoio Fotogramétrico	39
5.3.	Triangulação Aérea	39
5.4.	Modelo Numérico Altimétrico (MNA)	40
5.5.	Modelo Numérico Topográfico (MNT)	40
6.	Controlo de Qualidade	41
6.1.	Cobertura Aerofotogramétrica	41
6.2.	Apoio Fotogramétrico	42
6.3.	Triangulação Aérea	43
6.4.	Modelo Numérico Altimétrico (MNA)	44
6.5.	Modelo Numérico Topográfico (MNT)	44
6.6.	Sistema de Gestão da Qualidade	44
7.	Apresentação SOCARTO.....	46

1. Sumário Executivo

A presente proposta elaborada pela SOCARTO visa responder às necessidades e objetivos identificados pela Câmara Municipal de Sines, doravante designado por CMS.

O projeto que a SOCARTO se propõe implementar é um processo abrangente, que exige algum tempo de desenvolvimento, envolvendo meios tecnológicos, dados existentes, questões institucionais e organizativas e recursos humanos de ambas as partes.

As normas técnicas descritas e aplicadas nesta proposta e executadas pela SOCARTO serão aplicadas em todos os trabalhos, dos quais resultarão os seguintes produtos finais:

- Cobertura Aerofotogramétrica;
- Pontos Fotogramétricos (PF's) e Aerotriangulação (AT);
- Modelo Numérico Topo-cartográfico (MNT);
- Modelo Numérico Altimétrico (MNA);
- Homologação da Cartografia.

1.1. Objeto

Prestação de serviços de Execução de Cartografia Numérica Topográfica à escala 1:2 000 para o Município de Sines, segundo as especificações técnicas, de acordo com o Modelo Numérico Topográfico – Direção Geral do Território (DGT) e com as especificações técnicas descritas no Anexo I – NORMAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE CARTOGRAFIA E ORTOFOTOCARTOGRAFIA À ESCALA 1:2 000, e em harmonia com o estabelecido na PARTE II do Caderno de Encargos, e respetivo processo de Homologação pela DGT.

Os trabalhos compreendem as seguintes fases:

- a) Cobertura aerofotogramétrica;
- b) Apoio fotogramétrico;
- c) Triangulação aérea;
- d) Geração do Modelo Numérico e Altimétrico do Terreno (MNA), por folha;
- e) Geração do Modelo Numérico Topográfico (MNT) - Cartografia Vetorial;
- f) Sujeição/ Aceitação da receção definitiva;
- g) Homologação da cartografia pela DGT.

1.2. Prazo de execução dos trabalhos

A SOCARTO obriga-se a concluir a execução desta prestação de serviços no prazo de **7 (sete) meses**, a contar da celebração do contrato, **30 dias antes** do prazo máximo definido pela Entidade Adjudicante.

1.3. Prazo de validade da proposta

A SOCARTO mantém a proposta no período de 66 dias, contados a partir da data limite da entrega.

1.4. Extensão Geográfica de Produção

A área a cartografar numericamente à escala 1:2 000, tem a dimensão de 1 631 ha (mil seiscientos e trinta e um hectares) que se distribuem pela área apresentada na figura seguinte, constante do Anexo II do Caderno de Encargos.

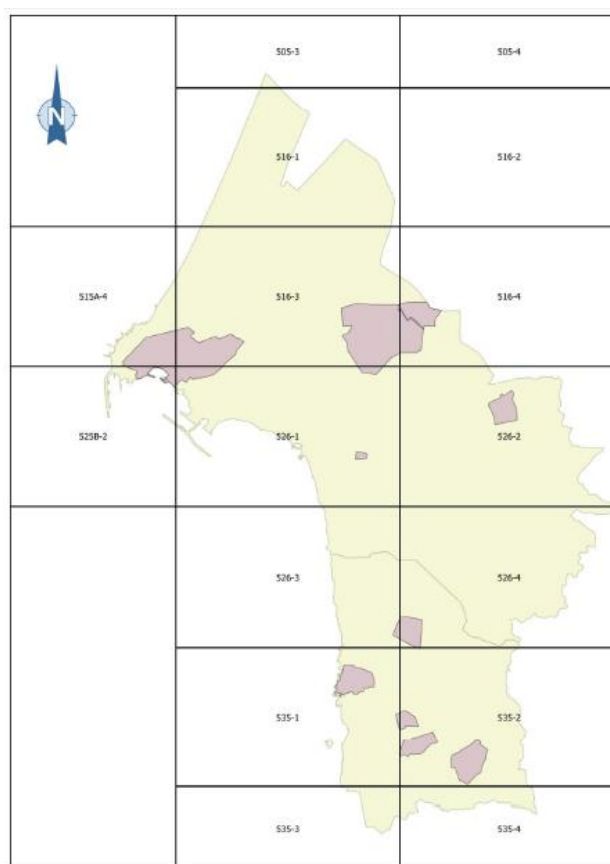


Figura 1- Imagem ilustrativa da área de estudo.

1.5. Produtos Intermédios e Finais

Os produtos intermédios e finais dos trabalhos compreendidos na prestação de serviços objeto do contrato serão os que se encontram enumerados no Anexo I - “NORMAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE CARTOGRAFIA E ORTOFOTOCARTOGRAFIA À ESCALA 1:2000 ”, a considerar de acordo com o objetivo dos trabalhos a realizar, salvo o que for especificado em contrário neste ponto;

Os produtos intermédios e finais, em modo numérico, serão entregues pela SOCARTO à CMS, em CD-ROM ou DVD em que:

- a) Na face do suporte se indique:
 - i. Entidade adjudicante;
 - ii. Prestador de Serviços;
 - iii. Designação do trabalho;
 - iv. Data da entrega;
 - v. Nº do volume/Nº total de volumes da entrega
- b) Na embalagem desse suporte:
 - i. Entidade adjudicante;
 - ii. Prestador de Serviços;
 - iii. Designação do trabalho;
 - iv. Data da entrega;
 - v. Nº do volume/Nº total de volumes da entrega;
 - vi. Conteúdo.

1.6. Sistema de Referência

Para a aquisição e produção da cartografia vetorial, será utilizado o sistema de referência **ETRS89-TM06**, a seguir caracterizado:

- a) Referencial Planimétrico
 - i. Elipsóide referência: GRS80
 - ii. Projeção cartográfica: Transversa de Mercator
 - iii. Origem das Coordenadas Retangulares:
 - 1. Latitude: 39º 40' 05",73 N
 - 2. Longitude: 8º 07' 59",19 W
 - iv. Falsa origem: M=0 metros; P=0 metros

v. Fator de Escala no Meridiano Central: 1,0

b) Referencial Altimétrico: *Datum* Cascais (1938).

Nota: Todos os projetos baseados nas normas técnicas têm de estar apoiados na Rede Geodésica do País.

1.7. Qualidade Técnica

Os requisitos de qualidade dos produtos intermédios e finais e regras de qualidade a observar na execução técnica das fases a que se refere o número 2.5. do caderno de Encargos, são indicadas no Anexo I - “NORMAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO”, acompanhadas dos seus anexos A, B, C, D, e E.

1.8. Suporte Lógico a utilizar

Para a entrega dos produtos ao cliente, serão utilizados CD/CDV ou disco externo enquanto suporte lógico. Os produtos finais e intermédios serão entregues à entidade adjudicante no formato DGN.

1.9. Multicodificação da informação vetorial

Será produzida cartografia multicodificada de acordo com o exigido no Caderno de Encargos, para que no produto final, ao identificar/selecionar um elemento gráfico se obtenha de imediato indicação dos elementos que este representa no terreno. Este conceito (multicodificação) permite que um elemento gráfico possa ser classificado de várias formas assumindo tantas funções ou entidades, quanto as que representam (exemplo, vias de comunicação, muros, habitações, etc.).

Para a aquisição dos vetores que representam um ou vários elementos, a SOCARTO utiliza o software NgXis para multicodificação de objetos, que corre sobre o *Microstation*.

Determinado elemento gráfico pode assumir/representar uma ou mais entidades, pelo que cada entidade terá associado um código único representado por um número inteiro. O Catálogo de Objetos funciona com uma chave que descreve a relação que associa códigos a entidades. Desta forma, durante a restituição será associado um ou vários códigos (multicodificação), referentes às entidades que este representa, obtendo assim a correta classificação dos elementos.

As regras que se aplicam nesse processo de multicodificação constam do 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.

Relativamente ao **anexo E**, serão incluídos os seguintes objetos no Catálogo de Objetos na cartografia vetorial a produzir para o Município de Sines:

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

Estes objetos correspondem também a elementos adquiridos por meios aerofotogramétricos.

1.10. Elementos a Entregar

Além dos produtos intermédios e finais considerados na PARTE II-B – “NORMAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO”, acompanhadas dos seus anexos A, B, C, D, E, F e G, a SOCARTO entregará 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) Entidade executante;
- b) Data de início e fim da fase;
- c) Operadores intervenientes;
- d) Informação exógena eventualmente utilizada;
- e) Eventuais dificuldades que possam ocorrer e o modo como foram superadas;
- f) Metodologia de avaliação da qualidade dos resultados dessa fase, com apresentação dos valores obtidos.

2. Âmbito dos trabalhos

2.1. Introdução

A presente proposta visa a aquisição de Cartografia Numérica Topográfica Vetorial, à escala 1:2 000, e respetivo processo de homologação, para o Município de Sines.

A fim de garantir que todos os produtos a entregar possuem as características requeridas, a SOCARTO aplica metodologias de controlo de qualidade próprio, inspiradas no Sistema de Gestão da Qualidade que possui, em todas as áreas, implementado segundo a Norma NP EN ISO 9001:2008.

Assim, o desenvolvimento da solução e respetivo controlo de qualidade serão efetuados tendo em consideração os seguintes elementos de referência:

- Norma NP EN ISO 9001:2008;
- Manual da Qualidade da SOCARTO;
- Procedimento de Gestão de Projetos;
- Metodologias de execução de projeto comprovadas em projetos similares.

Serão utilizados três tipos de controlo:

- Controlo Automático - Procedimento específico correspondente aos requisitos pré-definidos;
- Controlo Sistemático - Procedimento específico correspondente a todas as fases do desenvolvimento do trabalho;
- Controlo por Amostragem - Procedimento por lotes de trabalho onde se verifique se haverá erros superiores às tolerâncias pré-definidas.

2.2. Planeamento e coordenação

O planeamento, coordenação geral e apoio logístico serão efetuados pela SOCARTO, que estabelecerá a ligação com a CMS. Para tal prevê-se a realização de reuniões de acompanhamento, tendo em vista transmitir a informação necessária sobre o desenvolvimento do projeto e promover a resolução de eventuais constrangimentos que possam existir às tarefas de produção e que careçam de apoio e/ou consentimento do cliente.

2.3. Coordenação de Projeto

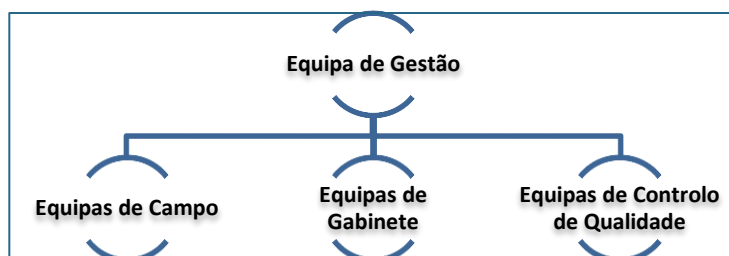
O Gestor de Projeto, Eng.º Civil – Ramo de Topografia, detentor de cédula profissional e membro da Ordem dos Engenheiros Técnicos, assegurará a Gestão do projeto e a coordenação das diversas atividades.

Ao longo do desenvolvimento do projeto serão realizadas ações próprias de verificação da qualidade dos trabalhos, o cumprimento das normas vigentes, e o cumprimento da calendarização.

O Diretor Técnico superintenderá e acompanhará regularmente a execução dos trabalhos, em gabinete e no campo, mantendo-se permanentemente informado sobre o estado da execução e sobre os aspetos técnicos relacionados com a execução dos trabalhos, estando presente durante ações de acompanhamento dos trabalhos de forma a prestar esclarecimentos, se necessário, relativos a execução do contrato.

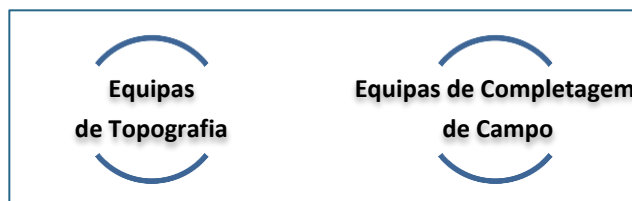
2.4. Estrutura do Projeto

Este projeto será coordenado pelo Gestor de Projeto que tem a seu cargo três equipas: Campo, Gabinete e Controlo de Qualidade. No quadro abaixo podemos ver o organograma das mesmas.

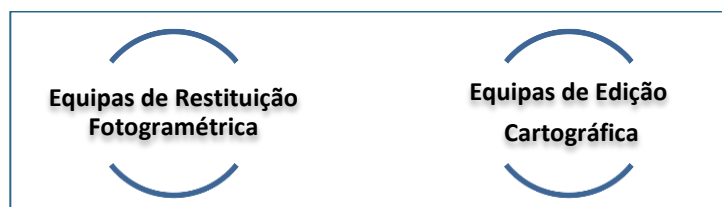


A equipa de gestão é responsável pela coordenação de todas as estruturas operacionais, de modo a garantir o cumprimento dos prazos e a qualidade dos produtos a entregar. Esta equipa é constituída pelo Gestor do Projeto, Engenheiro inscrito na Ordem dos Engenheiros Técnicos, com elevada experiência na Direção, coordenação e gestão deste tipo de projetos.

As equipas de campo estão divididas em equipas de topografia e de completagem de campo. Estas equipas irão realizar todos os trabalhos conforme as Especificações Técnicas que vêm referidas no Caderno de Encargos. Para cada equipa irá existir um responsável, com elevada experiência na área.

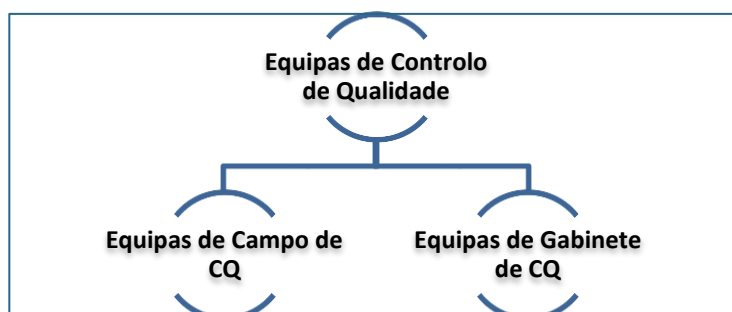


As equipas de gabinete terão por tarefas garantir o fornecimento de todos os elementos necessários aos trabalhos de campo e de realizar todos os trabalhos de produção, como a restituição fotogramétrica e a edição de dados. Estão subdivididas em duas equipas:



Também serão responsáveis pelos relatórios técnicos e de acompanhamento mensal e de alteração a alguma fase do projeto. Executam todas as tarefas de preparação de dados e de apoio às inspeções a realizar pelo cliente. Estas equipas terão um responsável por todos os operadores, que manterá uma ligação estreita com o Município de Sines.

As **equipas de controlo de qualidade própria**. Estas equipas são independentes da produção e visam garantir a monitorização de todo o trabalho executado por todas as equipas do projeto.



2.5. Identificação de potenciais riscos

Os principais riscos de implementação deste projeto estão associados ao fator humano. Isto é, trata-se de um projeto que necessita de forte empenhamento de todas as entidades e recursos humanos envolvidos para a sua concretização efetiva. No sentido de minimizar os potenciais riscos, há que ter em atenção os seguintes aspetos:

- **Acompanhamento do Projeto** - É fundamental que exista um cuidadoso acompanhamento do projeto por parte do Cliente e respetiva equipa de trabalho e que nunca se renuncie à intervenção sempre que as metas não sejam escrupulosamente cumpridas.

- **Empenhamento a partir do topo** - É crucial para o êxito do projeto que a vontade, esforço e empenho das entidades que lideram o processo se revele de forma clara e incisiva, preparando o terreno para a equipa de projeto. De igual forma, é imperativa a rápida tomada de decisões que assegure a continuidade e os prazos do projeto.
- **Liderança da equipa de projeto** - Atribuição, por parte do Cliente, da liderança da equipa a um recurso com grande abrangência de conhecimentos funcionais e com fácil relacionamento com todos os serviços envolvidos. Este recurso deverá estar em condições de tomar decisões sobre eventuais modificações ao desenvolvimento do projeto, sobre o envolvimento do restante pessoal do projeto e sobre aspetos genéricos da adequabilidade dos processos. Este elemento deverá, não só tomar parte ativa no desenrolar do projeto, como deter real capacidade de decisão, de modo a funcionar como catalisador do próprio projeto.
- **Envolvimento das pessoas chave** - O envolvimento das pessoas chave é fundamental para o sucesso do projeto, baseado no facto de que “as pessoas fazem a diferença”. Este envolvimento é fundamental não só ao nível da criação da própria equipa de projeto mas também ao nível do levantamento de base e acompanhamento do projeto.
- **Equipa de projeto** - É primordial que a equipa de trabalho se articule para que haja um efetivo trabalho em equipa e de modo a que parte da transferência de conhecimento se proporcione de forma intuitiva. A estabilidade desta equipa de projeto é, também, condição prioritária para o cumprimento dos prazos do projeto.
- **Rapidez de Resposta** - É desejável que existam tempos de resposta curtos entre as solicitações da equipa de projeto e a tomada de decisões ou fornecimento de elementos por parte da hierarquia de projeto.
- **Controlo de Qualidade** - É fundamental que seja realizado um Controlo da Qualidade eficiente do projeto. Este tema é desenvolvido isoladamente num ponto da proposta.

- **Atividade a realizar e frequência** - A SOCARTO elaborará relatórios para acompanhamento do projeto, discriminando a informação do projeto, incluindo relatórios de evolução, entre outros.

-

2.6. Acompanhamento da Execução dos Trabalhos

A Câmara Municipal de Sines – CMS, designará nominalmente uma equipa de trabalho e o respetivo Coordenador, dispondo este último de poderes bastantes para dar resposta e resolver todas as questões que lhe sejam colocadas pelo adjudicatário e que fará o acompanhamento dos trabalhos. Quinze dias após assinatura do contrato oficiará a entidade adjudicante o adjudicatário, informando dos nomes e categorias profissionais dos técnicos designados para integrarem a equipa. O mesmo prazo será aplicável à comunicação de eventuais substituições temporárias ou definitivas dos elementos constituintes da equipa.

2.7. Gestão de Projeto e Comunicação

A nossa proposta inclui o acompanhamento da execução do contrato da seguinte forma:

- **Ações de Acompanhamento de Projeto – Reuniões de coordenação com os representantes da CM Sines, das quais deve ser lavrada ata** a assinar por todos os intervenientes.
- **Agenda de Reunião** – convocatória escrita e respetiva agenda de reunião.
- **Correção no decurso do projeto** – A SOCARTO obriga-se a corrigir prontamente os erros e anomalias identificados durante as ações de acompanhamento, e de acordo com as orientações e esclarecimentos desta, dentro dos prazos fixados para tal.

No final da execução do contrato, a SOCARTO elaborará um relatório final, discriminando os principais acontecimentos e atividades ocorridos em cada fase de execução do contrato.

Todos os relatórios, registos, comunicações, atas e demais documentos elaborados pelo prestador de serviços serão integralmente redigidos em português.

3. Organização do Trabalho

3.1. Cobertura Aerofotográfica

A SOCARTO irá subcontratar uma cobertura aerofotográfica digital, a executar de acordo com o RTCAP e com as seguintes características:

- Câmara aerofotogramétrica, com formato 23 cm x 23 cm, com FMC (*Forward Motion Compensation*) e com lente grande angular (distância focal de cerca de 152 mm), calibrada não a mais de três anos;
- Escala mínima: 1/7500;
- Cor: negativo a cores naturais com base transparente (processo de revelação C41 ou equivalente), do tipo HX100 ou equivalente;
- Sobreposição lateral: 30 %;
- Sobreposição longitudinal: 60 %;
- Altura do Sol acima do horizonte: superior a 35 graus;
- Direção do voo: dominante Este-Oeste ou Norte-Sul;
- Resolução no terreno: 0,12 m.

Em tudo o mais, as especificações a usar são as que se encontram descritas nos documentos que compõem o Caderno de Encargos bem como no RTCAP em vigor e as Normas Técnicas de Produção e Reprodução de Cartografia e Ortofotocartografia à escala 1:2000. Nomeadamente o respeitante ao Plano de Voo, Parâmetros de voo e Esquema da Cobertura Aerofotográfica.

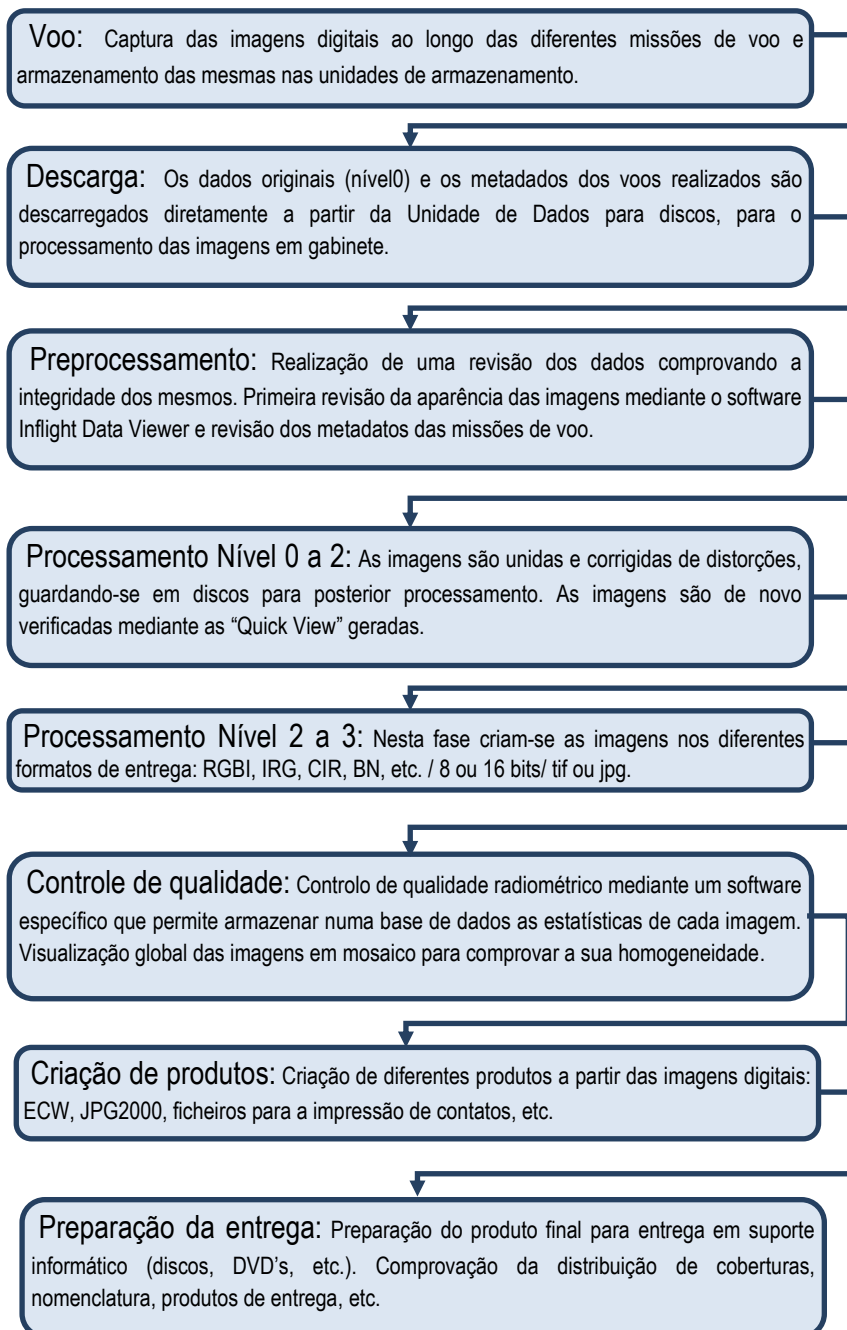
A cobertura aerofotográfica será apoiada por recetores de GPS aerotransportados para determinação rigorosa dos centros de projeção. Os equipamentos GPS são de fase e dupla frequência, com capacidade de captação do código C/A e, eventualmente, do código P (Y) e registo com intervalos de 1 s. A localização do centro de fase da antena, relativamente ao centro de projeção da câmara, tem de ser conhecida com rigor centimétrico e o suporte logico deve integrar a tecnologia “*On The Fly*”, ou equivalente, para otimização da resolução das ambiguidades.

A coordenação por GPS dos centros de projeção fotográficos impõe a utilização de pelo menos um recetor GPS colocado num ponto fixo no terreno, de coordenadas bem conhecidas.

Os recetores fixos são colocados a distâncias adequadas em relação aos aerotransportados, considerando que a degradação da precisão da posição a obter é proporcional à distância entre os recetores fixo e móvel.

Após a receção definitiva da Cobertura Aerofotográfica, será executada uma prova completa de provas de contacto.

Diagrama de fluxo do processamento das imagens digitais:



3.1.1. Controlo de qualidade

Para garantir a qualidade das imagens obtidas na cobertura aerofotográfica, a SOCARTO procederá às verificações dos parâmetros de voo, referidos no RTCAP. Verificará ainda os seguintes aspetos relativos à qualidade radiométrica:

- A existência de nuvens, sombras, fumos, neblina, neve excessiva e poeiras;
- A existência de riscos, manchas de luz, marcas de revelação, marcas de eletricidade estática, manchas químicas, marcas de água ou lacunas de informação;
- A saturação de cada imagem que não deverá exceder 0,5% em cada extremo do histograma;
- O uso efetivo da resolução radiométrica;
- A homogeneidade de cor, brilho e contraste em cada imagem isoladamente, e quando comparada com as imagens que a rodeiam.

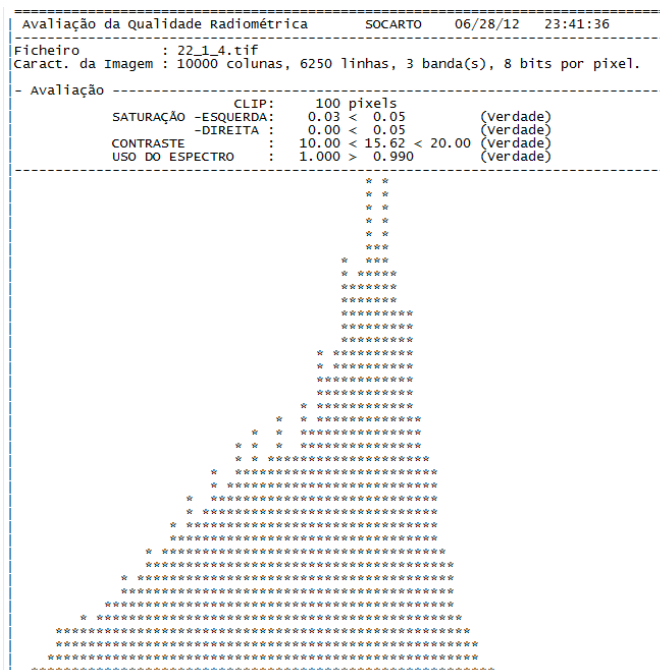


Figura 2- Histograma da avaliação da qualidade radiométrica.

Podem excecionalmente ser admitidas fotografias que apresentam superfícies de água, sombras profundas ou campos de neve, caso sejam cumpridos os procedimentos devidos para assegurar os requisitos de densidade e contraste.

3.2. Apoio Fotogramétrico

O apoio fotogramétrico tem como objetivo o desenho, a sinalização e o cálculo dos pontos fotogramétricos (PF) para mais tarde calcular a aerotriangulação digital do voo.

O apoio topográfico divide-se entre o trabalho de campo e de gabinete, com o objetivo de calcular a posição planimétrica e altimétrica dos pontos desenhados para a aerotriangulação do voo fotogramétrico dentro da zona do projeto. Para a obtenção de uma orientação correta dos modelos estereoscópicos gerados pelo voo fotogramétrico é necessário identificar sobre os fotogramas, um conjunto de pontos de apoio a assinalar as coordenadas (x, y e z) no sistema de coordenadas predefinido.

3.3. Planeamento

Após a obtenção e análise da cobertura aerofotográfica digital, inicia-se no gabinete, o estudo da zona onde será feita a seleção dos vértices geodésicos (1ª, 2ª e 3ª ordem) que cobrem as variadas zonas de intervenção (maior proximidade), de modo, a perceber os possíveis desvios que existem na rede geodésica local.

O apoio fotogramétrico será realizado em tempo real (RTK), com bases nunca superiores a 10km, onde tal não for possível, serão estacionados GPS de dupla frequência nos vértices geodésicos durante aproximadamente 15 minutos com taxa de recolha de 5 segundos. Estas observações serão realizadas nas melhores horas de observação, previamente estudada em gabinete, com um determinado número de satélites (igual ou superior a 5) e com DOP (*Dilution Of Precision*) inferior a 5.

Depois de terem sido observados todos os vértices geodésicos será realizado o cálculo das respetivas coordenadas. Através de programas próprios de cálculo, será feita uma análise e interpretação de todos os dados estatísticos obtidos. Também será analisada a rede de nivelamento de precisão ou alta precisão de modo a coordenar altimetricamente os pontos fotogramétricos.

3.3.1. Reconhecimento de campo

Os pontos fotogramétricos serão reconhecidos no campo para que sejam facilmente localizáveis nos fotogramas. Será utilizada uma numeração sequencial e lógica a todos estes pontos.

O reconhecimento de campo é uma parte indispensável da preparação do trabalho. Permite-nos:

- Verificar a presença de obstruções radioelétricas ou físicas que possam impossibilitar ou afetar a observação com GPS. Estes impedimentos podem ditar a deslocação do ponto;
- Obter a permissão dos donos em locais privados e ter a certeza que é possível entrar no local.

3.3.2. Coordenação dos Pontos Fotogramétricos

O número de pontos fotogramétricos a estimar terá em consideração a utilização dos parâmetros de orientação externa de cada fotograma obtido pelo sistema de apoio por GPS aerotransportado e Sistema INS. Assim serão coordenados pelo menos 2 pontos fotogramétricos, de forma independente, no início e no fim de cada fiada e 2 pontos fotogramétricos em cada 4 modelos e em zona de sobreposição lateral. Para o levantamento de pontos fotogramétricos e pontos altimétricos, serão estabelecidas bases de apoio, cujas coordenadas serão obtidas por GPS.

Uma vez que se trata de pontos destinados a recolha com GPS, há que respeitar as seguintes normas:

- Ter visibilidade no horizonte, livre de obstruções. Como regra, o ângulo vertical máximo de obstrução nunca deve ultrapassar os 15 graus;
- Devem ser completamente acessíveis e satisfazer as condições ideais para o estacionamento do recetor de GPS;
- Não devem estar próximos de estruturas metálicas, porque estas podem interferir com a receção do sinal GPS;
- Não devem estar próximos de edifícios altos e construções que podem causar erros na medição do sinal de GPS;
- O recetor GPS deve ser fixado longe de potenciais fontes de interferência eletromagnética.

Em todos os casos, há sempre que ter também em conta:

- As características do terreno;
- A abundância de pontos identificáveis nas fotografias e no terreno.

Para efetuar a coordenação serão utilizados GPS's, **Trimble R6** de dupla frequência que oferecem precisões após o processamento inferiores a 1 cm. A metodologia a utilizar será baseada no método RTK.

3.4. Distribuição dos pontos fotogramétricos

Os pontos de apoio para a triangulação (dado que se trata de um voo digital com GPS de posicionamento absoluto e sistema inercial), são estabelecidos da seguinte forma:

- Dois pontos no modelo de ligação no caso de fiadas quebradas;

- Estes pontos serão utilizados como apoio ou como pontos de controlo durante a triangulação.

3.5. Precisão do apoio fotogramétrico

O valor de cada uma das coordenadas planimétricas, M e P, dos PF é determinado com um Erro Médio Quadrático (EMQ) menor ou igual a 0,08 m.

- 99% dos pontos de uma amostra representativa, não podem ter desvios planimétricos, relativamente à posição determinada no processo de verificação, superiores a 0,21 m;
- As cotas dos PF são determinadas com um EMQ inferior a 0,14 m;
- 99% dos pontos de uma amostra representativa das cotas não podem ter discrepâncias com pontos de verificação maiores que 0,36 m.

3.6. Triangulação Aérea

A triangulação aérea destina-se a estabelecer a rede de pontos fotogramétricos necessária à execução dos trabalhos subsequentes e à determinação dos parâmetros de orientação dos despectivos fotografias. Este processo envolve a preparação e medição das coordenadas imagem de todos os pontos naturais e posteriormente ao cálculo e compensação, em bloco, pelo método dos mínimos quadrados, das coordenadas de todos os pontos medidos.

A aerotriangulação será feita utilizando o método de **Triangulação Aérea Automática, MATCH-AT**, com determinação automática dos pontos de ligação por processos de fotogrametria digital.

De seguida procedemos à descrição da metodologia a utilizar para a triangulação aérea do projeto:

1. O primeiro passo para a realização da aerotriangulação é definir o projeto e os parâmetros fundamentais com que vamos trabalhar:
 - Escala;
 - Altitude média;
 - Centros de projeção;
 - Orientações Inerciais;
 - Determinação das fiadas;
 - Desvio padrão dos pontos de apoio;
 - Desvio padrão dos pontos de imagem;

- Câmaras utilizadas.
2. Orientação Interna: dado que o projeto do voo fotogramétrico é feito com uma câmara digital, não é necessário executar a orientação interna, porque esta é definida pela geometria da própria imagem no certificado de calibração.
 3. Orientação Externa: a seleção dos pontos de ligação, a transferência, assim como a sua medida e ajuste é feito de uma forma completamente automática, estabelecendo um mínimo de 12 pontos em cada modelo, 2 pontos por área de Von Gruber e um mínimo de 1 ponto de ligação nas áreas de sobreposição entre fiadas. Este sistema fará uso de MATCH-AT da Inpho, que utiliza processos automáticos de aerotriangulação aérea, que combinam 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.

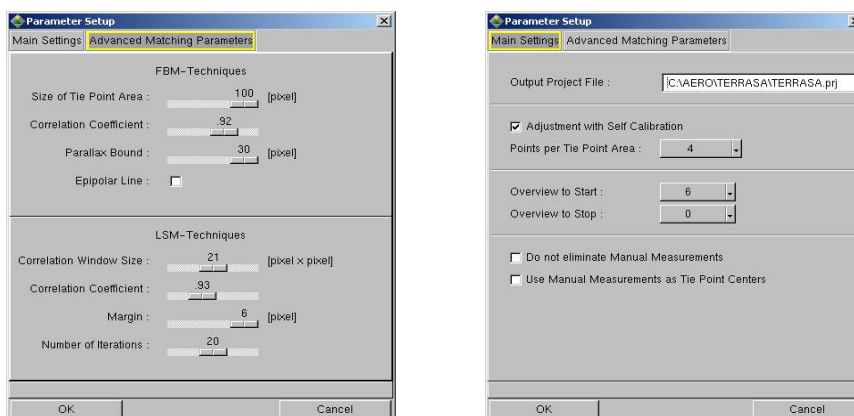


Figura 3- Software Match-AT da Inpho.

Este sistema de triangulação MATCH-AT/ST permite o uso de orientações provenientes de sistemas inerciais, desta forma todo o trabalho de aerotriangulação integra essas premissas.

Os dados inerciais e os dados do GPS provenientes do sistema, permitem estabelecer à priori, uma realidade muito próxima da solução final, para que possa ser usado com garantias de sucesso os métodos de correlação para a localização dos *Tie Points* de forma automática. 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, sendo muito mais eficaz na análise dos resultados do mesmo, procedendo assim a uma remoção automática daqueles que apresentam maior EMQ.

Após a recolha de *Tie Points*, haverá um controlo manual dos mesmos assim como um adensamento manual em áreas onde o sistema não resolveu de forma mais adequada, a fim de assegurar os resultados finais.

Uma vez terminado o primeiro ajuste livre com os centros de projeção como as únicas referências, procede-se à medição manual de pontos de apoio em todos os modelos em que aparecem. A medição destes é sempre feita em estéreo com o módulo – ST, introduzidos diretamente no sistema.

Para verificar o cálculo da aerotriangulação, são incluídos os pontos de verificação (*check points*).

Posteriormente procede-se ao cálculo final da aerotriangulação, depurando os resultados até obter precisões de acordo com as especificações técnicas.

3.6.1. Precisão

1. O EMQ das coordenadas compensadas dos pontos aerotriangulados é inferior a 0,10 m em cada uma das coordenadas planimétricas M e P, e 0,17 m em altimetria.
2. O valor do desvio padrão em cada ponto não pode ser superior a 0,26 m nas coordenadas planimétricas M e P, nem superior a 0,36 m em altimetria.
3. O valor à posteriori do desvio padrão da unidade de peso, deve ser melhor que 0,15 m em cada uma das coordenadas M e P e 0,20 m em altimetria, ou 0,015 m na imagem;
4. Os vértices geodésicos existentes na área de trabalho que apareçam bem identificados na fotografia aérea são usados como pontos de verificação. As suas coordenadas, resultantes do processo de cálculo e compensação, são comparadas com as coordenadas oficiais para controlo desse processo.
5. São inadmissíveis diferenças superiores a 0,30 m em planimetria e 0,35 m em altimetria, entre as coordenadas dos pontos de verificação apuradas no respetivo processo de verificação e as correspondentes coordenadas determinadas pela aerotriangulação.

3.7. Geração do Modelo Numérico Altimétrico - MNA

O MNA é gerado a partir dos elementos tridimensionais dos domínios da Rede Geodésica, Altimetria 3D e Hidrografia 3D, constantes do Catálogo de Objetos, depois de devidamente editados.

3.7.1. Restituição Fotogramétrica Tridimensional

Esta fase corresponde à obtenção da informação geográfica em modo numérico vetorial de toda a área do concurso.

A restituição e a maioria das restantes fases do trabalho serão executadas em plataformas *Microstation*, com menus e programas adequados à geração dos modelos numéricos, conforme especificações do

Catálogo de Objetos das Normas Técnicas de Produção e Reprodução de Cartografia e Ortofotocartografia à escala 1:2 000 (**conforme anexo ao CE**).

Nesta fase os equipamentos utilizados serão estações digitais SSK da Intergraph.

Será iniciada a fase de restituição procedendo-se de acordo com os passos seguintes:

- Identificação dos elementos, codificação e respetivas características gráficas;
- A informação será obtida num só ficheiro representando como unidade de trabalho nesta fase o modelo estereoscópico;
- A ligação de elementos planimétricos pertencentes a modelos diferentes será efetuada interactivamente no processo de restituição.
- A orientação absoluta dos modelos apresenta resíduos em todos os pontos coordenados inferiores a 0,25 m em planimetria e 0,30 m em altimetria.

3.7.1.1. Controlo de Qualidade Próprio

As tarefas de controlo a efetuar visam garantir que os produtos a obter respeitem as seguintes precisões e características gerais:

- Os objetos topográficos serão representados graficamente como: **pontos, linhas e áreas**;
- Todos os **objetos topográficos que não tenham representação à escala** do levantamento (elementos pontuais) serão representados simbolicamente de acordo com as convenções acordadas;
- Os elementos como postes, vértices geodésicos, pontos naturais de apoio fotogramétrico e outros elementos semelhantes serão considerados **elementos pontuais**, excepto se a dimensão da diagonal no solo for superior à definida no caderno de encargos, caso em que será também levantado o seu contorno;
- Os **elementos lineares** serão representados exclusivamente pelo seu eixo quando a sua espessura não tiver representação gráfica à escala de levantamento, caso contrário serão levantados pelos seus limites e eixo. Como exemplos de elementos lineares temos os seguintes:
 - **Curvas de nível** serão contínuas sem interrupção nos edifícios ou noutros pormenores idênticos. Nas zonas de vegetação densa as curvas de nível serão representadas a tracejado,

de modo a indicar que nessas zonas existe alguma dificuldade na fase de captura das mesmas;

- **Limites de muros, vedações, taludes, socalcos, etc.;**
- **Estradas e caminhos;**
- **Limites dos elementos de hidrografia.**
- Os **elementos de área** serão representados pelos seus limites sendo sempre fechados, tipo poligonais fechadas, círculos, etc., de modo a corresponderem a um único objeto.
- Os elementos com área inferior à definida no caderno de encargos serão representados como pontos associados à respetiva simbologia gráfica.

3.7.1.2. Curvas de Nível

Os pontos que constituem as curvas de nível obedecem aos critérios constantes das especificações técnicas.

3.7.1.3. Pontos Cotados

Os pontos cotados, exceto os referentes a terreno encoberto por vegetação ou outro tipo de obstrução, são determinados nas posições indicadas nas especificações técnicas.

3.7.1.4. Hidrografia

Os elementos topográficos que constituem a hidrografia tridimensional obedecem aos requisitos de precisão altimétrica definidos para as curvas de nível. As intersecções das curvas de nível com as linhas de água são materializadas na inflexão das curvas de nível com um ponto comum a ambas, quer na representação tridimensional, quer na representação bidimensional.

3.7.2. Edição de dados tridimensionais

A informação tridimensional do Catálogo de Objetos é editada tendo em vista evitar incongruência de dados e discontinuidades, bem como garantir a sua qualidade e consistência geométrica, semântica e topológica.

3.7.2.1. Qualidade e Consistência

As ligações planimétricas e altimétricas dos dados de um projeto, ou entre esse projeto e dados já existentes da mesma série cartográfica, serão executadas de forma a garantir a consistência geométrica e semântica da informação e tendo em conta a situação de atualização das folhas.

A monotonia constante das cotas dos planos de água e das curvas de nível bem como a monotonia decrescente das cotas dos cursos de água será assegurada.

A consistência geométrica entre os elementos da hidrografia e as curvas de nível será garantida.

A informação altimétrica tridimensional correspondente aos domínios da altimetria e hidrografia será editada de modo a que dela sejam derivados os respetivos ficheiros bidimensionais constantes do Catálogo de Objetos.

Na produção de ficheiros estereorestituídos, serão verificados em todos os pares os padrões de precisão planimétrica e altimétrica a cumprir para as escalas em causa. O responsável técnico pela restituição fotogramétrica procederá à análise das orientações relativas e absolutas dos pares fotogramétricos, bem como dos ficheiros de planimetria e altimetria restituídos. Na fase de completagem das estereominutas, será realizado mais um controlo da qualidade da restituição, verificando a completude do modelo restituído. Após a fase de aquisição da informação geográfica a 3D e a 2D serão analisados os pontos fotogramétricos (extra) que foram coordenados para o controlo de qualidade. Com esta análise dos pontos que não entraram na triangulação aérea será possível validar a qualidade da informação 3D recolhida na fase de restituição fotogramétrica.

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 seu processo de edição manual, 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.

3.7.3. Geração do Modelo de Triângulos

A geração do modelo de triângulos, de que deriva o modelo matricial, baseia-se nos elementos caracterizadores do terreno referido anteriormente. É gerado sem inferência de linhas de quebra do terreno, vulgarmente designadas por *breaklines*.

Os dados tridimensionais que servem para a geração do modelo de triângulos são os referidos anteriormente, organizados segundo o estipulado no Catalogo de Objetos e cobrem uma área correspondente à área a cartografar mais a área de uma faixa envolvente com a largura de **200 m**.

As designações dos ficheiros que contêm o modelo de triângulos previstos são definidas de acordo com o estabelecido nas Normas Técnicas da DGT.

3.7.4. Geração do Modelo Matricial

O modelo matricial é derivado do modelo de triângulos por interpolação bilinear, com um espaçamento de **4 m** em M e em P e é representado por um ficheiro ASCII, conforme o Caderno de Encargos.

Os ficheiros ASCII, por folha da cartografia ou por ortofotomapa, são designados de acordo com o estipulado no anexo A das Normas Técnicas da DGT, e devem ter uma ligação correta com os ficheiros correspondentes às folhas envolventes.

3.7.4.1. Controlo de Qualidade próprio

A verificação a efetuar incide, entre outros parâmetros, no da Conformidade Posicional.

Os dados altimétricos representados pelos ficheiros matriciais não apresentarão um EMQ em altimetria superior a 0,45 m.

90% de uma amostra de elementos representados nos ficheiros matriciais não pode ter desvios, em relação aos valores correspondentes a esses elementos coordenados por métodos de grande precisão, superiores a 0,75 m. Os ficheiros matriciais possuem uma linha e uma coluna que é comum aos ficheiros matriciais adjacentes, pelo que os valores de altitude nesses pontos deverão ser rigorosamente iguais em cada folha.

Caso a área a cartografar e a ortofotocartografar (se aplicável) sejam coincidentes, ou uma cobrir integralmente a outra, deverá ser considerado apenas o ficheiro correspondente ao modelo de triângulos de maior dimensão.

Será gerado a partir dos pontos de correlação e das "linhas de quebra" um ficheiro TIN. É a partir de este ficheiro TIN, por interpolação que se vai obter o MNA em forma de malha retangular (por folha).

Todos os pontos da malha estarão localizados no terreno, ignorando assim as copas das árvores, telhados de edifícios e outros objetos artificiais que se sobreponham ao terreno. Nas zonas com água (mar, rios, lagos, etc.) que a cota do MNA será constante e igual à elevação da margem.

O modelo digital do terreno será realizado em blocos. É necessário criar linhas de quebra nos lugares onde o relevo não é bem definido com a malha de correlação (principalmente em barragens, aterros, etc.).

O modelo obtido será corrigido usando o *software* de edição de estereoscópica DTMASTER Inpho até garantir os detalhes em X, Y, Z, impedindo que o modelo digital se encontre apoiado sobre as árvores, telhados de edifícios e outros elementos salientes em relação ao solo e ser ajustado às linhas de quebra do terreno.

Nos lugares onde o MNA não é um reflexo verdadeiro da topografia deverá proceder aos seguintes critérios:

- Restituição digital de todos os elementos que influenciam a determinação do MNA, tais como estradas, pontes, ferrovias, taludes, rede hidrográfica, barragens, reservatórios, limites de cidades, pontos de elevação, e todos os elementos que podem ser consideradas linhas de corte e zonas de inclusão ou exclusão.

Este MNA é calculado a partir de áreas delimitadas por polígonos, cujos lados correspondem às estradas (ou outros elementos lineares), que irá servir junto dos pontos cotados dos cruzamentos das ruas, com base altimétrica para calcular as cotas por interpolação do interior dos polígonos. O tamanho dos polígonos dependerá das formas do terreno, para que se ajuste o mais possível, em conformidade com a tolerância especificada no projeto.

Serão utilizados filtros para suavizar a interpolação de pontos medidos em estéreo, para se adaptar o MNA ao terreno. Para determinar a qualidade do modelo de elevação são utilizados pontos da aerotriangulação e pontos de controlo espalhados pelo território.

As figuras abaixo mostram como se pode editar o MNA nas áreas com pontes, no caso onde estas (pontes) não estavam definidas.

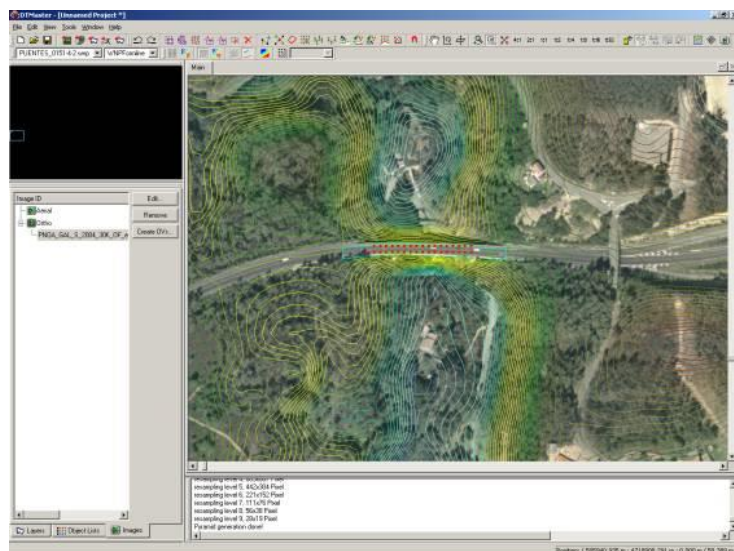


Figura 3- Restituição de uma Ponte.

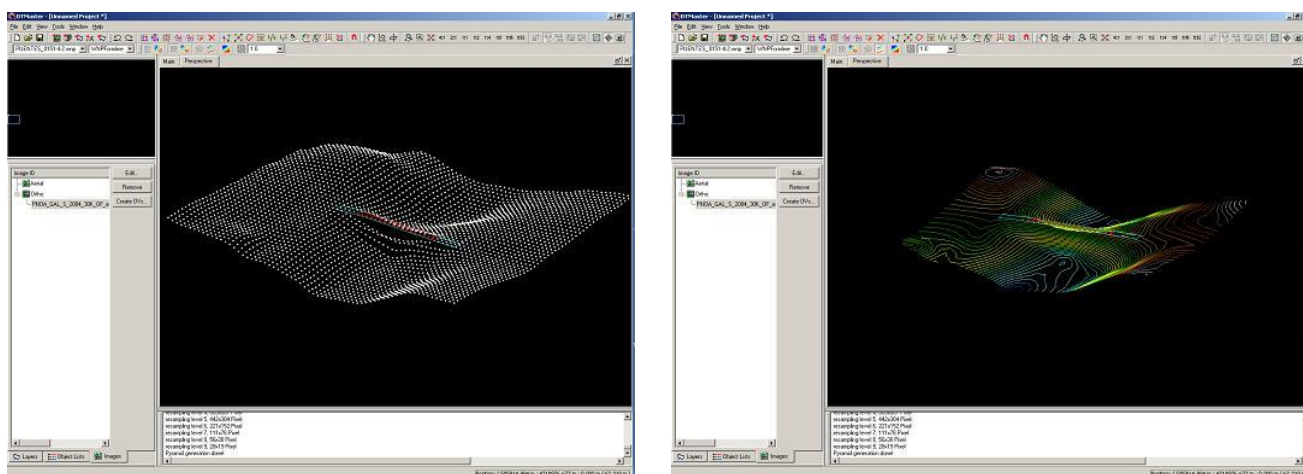


Figura 4- Interpolação dos pontos internos à ponte – Perspetiva 1 e 2.

3.8. Restituição Fotogramétrica

Nesta fase de arranque do trabalho serão tomadas as ações que visem a otimização de procedimentos e desenvolvimento de ferramentas de apoio à produção e controlo.

- Toda a informação altimétrica restituída será geometria tridimensional.
- Criação de catálogos para a edição, a serem usados durante as operações de restituição digital e sob o controle de *Software* especializado para o efeito.

A restituição e a maioria das restantes fases do trabalho serão executadas em plataformas *Microstation*, com menus e programas adequados à geração dos modelos numéricos topográfico (MNT), conforme especificações descritas no documento Condições Técnicas (CT), fornecido pelo cliente, e de acordo com Normas da DGT.

Nesta fase os equipamentos utilizados serão estações digitais SSK da *Intergraph*.

Serão realizadas ações de formação e reuniões técnicas que visem essencialmente os seguintes pontos:

- 1- Esclarecimento sobre os propósitos do trabalho;
- 2- Técnicas a utilizar e rendimentos a atingir;
- 3- Instrução dos operadores de restituição e edição de acordo com as especificações do Catálogo de Objetos definido pelo cliente;
- 4- Utilização de aplicações de validação.

Todos os modelos estereoscópicos serão apoiados em pelo menos por 6 pontos, e as suas coordenadas obtidas por técnicas de aerotriangulação.

A fase de restituição será iniciada com procedendo-se aos passos seguintes:

- Identificação dos elementos, codificação e respetivas características gráficas;
- Identificação duvidosa, classificada com códigos especialmente criados para o efeito, e que serão caracterizadas posteriormente após completamento de campo;
- A informação será obtida num só ficheiro representando como unidade de trabalho nesta fase o modelo estereoscópico;
- A ligação de elementos planimétricos pertencentes a modelos diferentes será efetuada interactivamente no processo de restituição.

Por estereorestituição serão recolhidos todos os elementos visíveis e que constam da consulta.

Os objetos topográficos serão representados graficamente como: pontos, linhas ou áreas.

Todos os objetos topográficos que não tenham representação à escala do levantamento (elementos pontuais) serão representados simbolicamente de acordo com as convenções acordadas.

1. Elementos pontuais

Os elementos pontuais como postes, vértices geodésicos, pontos naturais de apoio fotogramétrico e outros elementos semelhantes serão considerados elementos pontuais.

2. Elementos Lineares

Os elementos lineares serão representados exclusivamente pelo seu eixo quando a sua espessura não tiver representação gráfica à escala de levantamento, caso contrário serão levantados pelos seus limites e eixo.

3. Elementos de Área

Os elementos de área serão representados pelos seus limites sendo sempre fechados, tipo poligonais fechadas, círculos, etc., de modo a corresponderem a um único objeto.

Os elementos com área inferior a 4m^2 (escala 1:2 000) serão representados como pontos associados à respetiva simbologia gráfica.

3.9. Completagem de Campo

3.9.1. Preparação das cartas

Este processo envolve a criação de um catálogo de campo e a simbolização das cartas a editar, segundo um estudo prévio das características e densidade dos fenómenos presentes na área de trabalho, com o objetivo de facilitar ao operador o processo de levantamento. Assim, a representação gráfica (cores, tipo e espessura dos vetores, textos, etc.) dos fenómenos é alterada visando a facilidade de leitura, e da representatividade dos mesmos. Recorremos igualmente a um descodificador para melhor representar os fenómenos, bem como facilitar a posterior edição cartográfica. O território é subdividido em cartas às escalas pretendidas, executando-se impressões para cada uma delas.

3.9.2. Trabalho de Campo

Tendo as cartas impressas e o descodificador da simbologia, procede-se ao levantamento de lacunas e à classificação tipológica dos elementos e toponímias.

No caso de lacunas na restituição devido a arvoredo denso e/ou sombras a aquisição dos objetos escondidos a completagem será feita através de levantamentos topográficos.

3.10. Geração do Modelo Numérico Topográfico - MNT e Edição Cartográfica

A introdução de completagem de campo/edição corresponde à transposição para as cartas de toda a informação levantada em trabalho de campo, assim como a codificação dos elementos planimétricos de acordo com as regras estabelecidas.

Posteriormente à fase de geração do MNT em modo numérico vetorial de cada folha da área a cartografar, procede-se à inclusão dos dados obtidos no campo, incluindo a toponímia, através de menus e comandos adequados, elaborados para este fim. Utiliza-se a classificação dos objetos de acordo com o especificado. Após a inclusão de todos os elementos provenientes da completagem de campo nos ficheiros das cartas, inicia-se a edição propriamente dita. Esta atividade é executada com o *software* de CAD *Microstation* e com o software de gestão de códigos NGXIS.

No processo da edição será garantido o seguinte:

- Derivação dos eixos das linhas de água;
- A continuidade das curvas de nível, vias e de respetivos eixos;
- Fecho dos elementos do tipo área (ex.: construções);
- Correta caracterização dos objetos cartografados;
- Que os ficheiros contêm a informação planimétrica e altimétrica, serão devidamente editados de forma a garantir uma boa ligação entre folhas adjacentes;
- Não existência de pontos duplicados no interior de elementos vetoriais;
- A execução de interseções entre elementos lineares que se cruzam;
- A monotonia horizontal das curvas de nível e das superfícies aquáticas fechadas (lagos e lagoas);
- A monotonia da rede hidrográfica;
- A coerência entre as curvas de nível e a rede hidrográfica e os acidentes orográficos;

As tarefas que compõem esta atividade de verificação final dos ficheiros são:

- Correr processos de controlo em todas as áreas para verificar e garantir o seu fecho;
- Limpar da carta todos os elementos duplicados;
- Verificar a inexistência de elementos com códigos desconhecidos e sem códigos;
- Verificar e corrigir ligações por blocos de cartas;
- Verificar a toponímia;
- Verificar a consistência da monotonia da hidrografia;
- Verificar a topologia a todos os elementos.
- Garantir a perfeita ligação entre folhas adjacentes tanto em 2D como em 3D.

A principal ferramenta a utilizar na execução desta fase de controlo de qualidade final será o NGXIS, permitindo:

- Efetuar a codificação ou multicodificação de todos os elementos dos ficheiros através do respetivo Catálogo de Objetos;
- Verificar a qualidade final do trabalho.

No final da edição será verificado o fecho de todas as áreas, construções e vias de comunicação, de modo a garantir inteiramente a sua consistência geométrica, para tal será utilizado um procedimento comum, que através da deteção de descontinuidades e criação de polígonos, permitirá corrigir falhas em áreas ou códigos.

3.11. Homologação da Cartografia

O processo de homologação da cartografia será realizado de acordo com os requisitos previstos nos “Procedimentos para Homologação de cartografia” disponíveis na página da internet da DGT.

Para a Homologação da cartografia pela DGT, é seguida a seguinte Metodologia, com a preparação e organização da informação abaixo descrita:

- a) Documentação: Caderno de Encargos; Proposta; Relatório Final; Declaração de compromisso do Responsável Técnico;
- b) Ficheiro Vetorial com a localização da Área de Interesse;
- c) Ficheiro vetorial com o seccionamento da cartografia por folha, adotado pela DGT;
- d) Ficheiros Vetoriais objeto de Homologação;
- e) Biblioteca de Símbolos (fornecida pela DGT);
- f) Ficheiro de Metadados em formato XML;
- g) Ficheiro com as Especificações Técnicas Utilizadas;
- h) Ficheiro com o Catálogo de Objetos utilizado, em formato editável.

4. Meios técnicos

Na tabela abaixo, apresentamos a lista discriminativa de máquinas e equipamentos a utilizar na presente prestação de serviços.

Tabela 1- Tabela de máquinas e equipamentos a utilizar.

Equipamento	Quantidade	Designação
GPS RTK	1	GPS Trimble R6 + base
Estação Total	1	Estação Total Robótica de 1" Trimble S8
Tablet Pcs	4	Motion R12 ou Motion LE1700
Computadores	12	Estações de trabalho: (Estações de Restituição, computadores fixos ou portáteis), para desenho e edição CAD e SIG, e elaboração de documentos (peças escritas e desenhadas).

Os subcapítulos seguintes, apresentam a descrição dos meios técnicos a utilizar.

4.1. GPS (Sistema Global de Posicionamento)

Para o desenvolvimento deste trabalho serão utilizados equipamentos GPS-GNSS com precisão milimétrica constituídos por recetores de dupla frequência (L1/L2), capazes de fazer leituras de código assim como da fase portadora. Estes equipamentos GPS podem ser utilizados em tempo real (com rádio ou GSM) ou em pós-processamento. Os equipamentos a utilizar nos trabalhos a realizar na presente proposta são Trimble R6.



Figura 5- GPS Trimble R6.

O sistema é composto por dois equipamentos, uma referência que emite ou não, (dependendo do modo de utilização, tempo real ou pós processamento), correções diferenciais que serão rececionadas pelo equipamento móvel.

4.2. Estações Totais

Para o levantamento de elementos Topográficos, dispomos de estações totais com precisão de 1 segundo. Para a presente prestação de serviços, será utilizada uma Estação Total Robótica, Trimble S8 de 1".



Figura 6- Estação Total Robótica 1" Trimble S8.

Para as tarefas que incluem georreferenciação, será usada a rede de apoio que foi estabelecida no início do trabalho, distribuída por toda a área de intervenção.

Com a utilização destes pontos da rede de apoio será possível coordenar os elementos pretendidos nas zonas onde não seja possível utilizar o GPS, como é o caso das zonas edificadas, áreas de vegetação densa, ou zonas onde está restringida a utilização de equipamento GPS.

Para a realização do trabalho de campo serão utilizados outros equipamentos que nos permitem obter elevado rendimento de trabalho.

4.3. Tablet pcs

Para levantamento de informação e Completagem de Campo, serão utilizados *Tablet pc Motion R12 e Motion LE1700* para o carregamento dos atributos, bem como colocá-los na sua posição geográfica diretamente no formato da ferramenta SIG. A transferência dos dados torna-se mais fácil e rápida, trata-se

de um processo automático garantido pela compatibilidade de software utilizado, que permite a integração imediata dos dados nas **Bases de Dados** existentes em gabinete. Este processo reduz a introdução de erro na caracterização e transmissão de informação levantada pelas equipas de campo.



Figura 7- Tablet Pcs (Motion R12 e Motion LE 1700).

4.4. Estação de Restituição

A restituição fotogramétrica digital, consiste na interpretação e transformação de informação raster para vetorial, de acordo com as normas cartográficas publicadas pela DGT. Esta será realizada através de estações digitais compostas por equipamentos e software específicos, utilizando estações *Intergraph* ou semelhantes para o efeito.

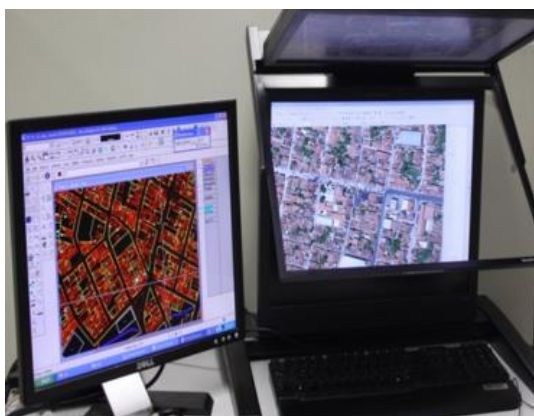


Figura 8- Estação de Restituição.

4.5. Dependência entre Tarefas

Apresentamos as Relações de Dependências entre tarefas e os caminhos críticos do projeto, descrevendo assim as respetivas relações entre tarefas para a realização deste projeto:

- **Fotografia aérea - Coordenação Pontos Fotogramétricos**

Para se dar início à coordenação dos pontos fotogramétricos é necessário ter primeiro as respetivas fotografias aéreas. Antes de se dar início ao trabalho de campo, coordenação dos PFs, é indispensável termos as fotografias aéreas para ser possível realizar o melhor planeamento dos trabalhos de campo. À medida que estiverem disponíveis as fotografias aéreas, passamos para a fase de coordenação dos pontos fotogramétricos.

- **Coordenação dos Pontos Fotogramétricos - Aerotriangulação**

Para dar início à fase seguinte do trabalho, a fase da aerotriangulação, temos de proceder à finalização da coordenação dos pontos fotogramétricos.

- **Aerotriangulação - Restituição de Altimetria e Planimetria**

Depois de obtermos os modelos georreferenciados procedemos à fase de restituição, altimétrica e planimétrica. Estas duas fases estão interligadas pois sem termos os modelos georreferenciados é impossível procedermos à fase de restituição.

- **Restituição de Altimetria e Planimetria**

Depois de obtermos a Altimetria geramos o MNA, com base nos acidentes naturais topográficos e hidrográficos e com todos os pontos de cota picados pelo operador. Estas duas fases estão interligadas pois sem termos a Altimetria é impossível procedermos à fase de aquisição do MNA. O MNA é considerado um produto final.

- **Restituição Fotogramétrica – Completagem de Campo**

Em simultâneo com a finalização da restituição Fotogramétrica por carta SCN 2K, será iniciado o processo de completagem de campo, uma vez que os recursos técnicos envolvidos são distintos, assim temos a Restituição de Planimetria (Edição Cartográfica). Com base nos dados altimétricos adquiridos são geradas

as curvas de nível. Depois de toda a cartografia estar editada e passar por um exaustivo processo de qualidade, considera-se terminado mais um produto final.

- **Completagem de Campo – Verificação Final do MNA**

Após a introdução da informação recolhida na completagem de campo, poderemos ainda editar alguns elementos de input ao MNA, dado que por vezes existem elementos que não é possível adquirir na fase de restituição.

4.6. Outras Dependências

Para o sucesso deste projeto existem outras dependências tais como as seguintes:

- Equipamento para a realização da cobertura aerofotogramétrica digital, tais como a câmara a utilizar, GPS, IMU, etc.
- Equipamentos para a realização do apoio fotogramétrico, como o GPS Trimble, aqui temos a todos os equipamentos e o *software* necessário para a realização desta tarefa.
- Equipamento para a realização da triangulação aérea e da criação do MNA, tais como *workstation* de trabalho, com o respetivo *software* para a realização do trabalho pretendido;

5. Entregáveis

Se acordo com o especificado no caderno de Encargos, e Normas Técnicas para Produção e Atualização de Cartografia à Escala 1: 2000, serão entregues os seguinte produtos:

5.1. Cobertura Aerofotogramétrica

- a) Filme aéreo processado
- b) Relatório técnico operacional, por missão;
- c) Imagens Aéreas em formato digital
- d) Esquema da cobertura executado em folhas da carta 1:25 000, de acordo com o estabelecido no artigo 7º;
- e) Fotografias numeradas;
- f) Ficheiro com os parâmetros utilizados na operação de digitalização automática (“varrimento” ou scanning).

5.2. Apoio Fotogramétrico

- a) Gráfico de triangulação ou poligonação da rede de apoio fotogramétrico, e da situação dos pontos irradiados, projetado sobre folhas da carta 1:25 000;
- b) Cadernetas ou registos dos trabalhos de observação executados para o apoio fotogramétrico;
- c) De cada PF, bem como de cada Vértice Geodésico (VG), um croquis com fotografia e descrição com indicação das respetivas coordenadas;
- d) Ficheiros com o processo de cálculo de todos os pontos;
- e) Ficheiro de texto em modo ASCII com uma listagem dos VG e dos PF e respetivas coordenadas.

5.3. Triangulação Aérea

- a) Diapositivos com os pontos artificiais, se aplicável;
- b) Provas diretas com todos os pontos usados na aerotriangulação, devidamente numerados;
- c) Gráfico índice à escala 1:25 000, com as fiadas, posição aproximada de todos os pontos envolvidos e ligação radial dos pontos aos centros das fotografias em que aparecem;
- d) Ficheiro de texto em modo ASCII com a listagem das coordenadas compensadas.

5.4. Modelo Numérico Altimétrico (MNA)

a) Cartografia vetorial

- Ficheiros correspondentes ao modelo de triângulos do bloco ou blocos gerados, com a designação de acordo com o estipulado no anexo A;
- Ficheiro por folha, com a rede regular de pontos;
- Ficheiro matricial, em formato ASCII, com a grelha de cotas por cada folha.

5.5. Modelo Numérico Topográfico (MNT)

Por cada folha do MNT, serão entregues os seguintes produtos intermédios:

- a) Protocolos das orientações absolutas;
- b) Fotografias e diapositivos utilizados;
- c) Minutas da estereorrestituição;
- d) Minutas da completagem e recolha da toponímia, quer digitais quer analógicas.

Por cada folha do MNT, são os seguintes os produtos finais:

- a) Um ficheiro vetorial único com toda a informação correspondente aos domínios do Catálogo de Objetos (Anexo F) que sejam representados bidimensionalmente, devidamente multicodificada, em que a caracterização gráfica de cada elemento gráfico é a correspondente à do objeto cartograficamente mais relevante, e de acordo com o estipulado no Anexo A, B e E.
- b) Um ficheiro vetorial por cada um dos domínios do Catálogo de Objetos (Anexo F), incluindo os domínios cuja representação seja tridimensional, devidamente multicodificada, em que a caracterização gráfica de cada elemento gráfico é a correspondente à do Objeto cartograficamente mais relevante, e de acordo com o estipulado no Anexo A, B e E

6. Controlo de Qualidade

6.1. Cobertura Aerofotogramétrica

A cobertura aerofotográfica digital será alvo de um **Plano de Testes de Qualidade** tendo em conta os seguintes parâmetros:

- Resolução Terreno;
- Radiometria;
- Sobreposição longitudinal;
- Sobreposição lateral;
- Deriva;
- Existência de nuvens;
- Correspondência entre o Plano de Voo e a execução do voo;
- Designações;
- Parâmetros de orientação externa.

Como forma de tornar mais efetivo este controlo utilizam-se as imagens de baixa resolução, os ficheiros de voo e um Modelo Digital de Terreno para criar um mosaico ortorectificado rápido e de baixa precisão que permite verificar imediatamente a cobertura, as sobreposições e a qualidade e homogeneidade das imagens.

Será também analisada a **radiometria** de todas as imagens através da análise dos histogramas, com especial cuidado relativamente:

- a) Controlo da exposição. A câmara será ajustada de acordo com as condições de luminosidade para evitar exposição em excesso, manchas ou saturação do sensor;
- b) Uso dos filtros. O uso dos filtros apropriados pode reduzir os efeitos do “embaçamento”, “vignetting” ou do “falloff” da lente devido às circunstâncias atmosféricas. Tais filtros são fornecidos geralmente pelo fabricante e são específicos para os sensores.

Será analisado o histograma da imagem de forma a assegurar de que a escala dinâmica disponível é inteiramente usada mas sem saturação. Se um DRA for aplicado à imagem original, uma margem de 5% (nos termos do DN) no lado brilhante e 5-10% no lado escuro serão deixados para processamento adicional. A otimização do histograma será feita ao longo da mesma fiada de aquisição e nunca para imagens individuais.

Em relação à qualidade radiométrica serão analisados os seguintes aspetos das imagens:

- a) A existência de nuvens;
- b) A existência de riscos, manchas ou lacunas de informação;
- c) A saturação de cada imagem não excederá 0,5% em cada extremo do histograma, referentes à área da imagem com informação útil. Para as imagens a cores/multiespectrais, esta avaliação será efetuada sobre o histograma da luminosidade;
- d) O uso efetivo da resolução radiométrica – a percentagem de valores possíveis (domínio de resolução radiométrica) de tons de cinzento ou luminosidade, conforme se trate de fotografia pancromática ou multispectral, respetivamente, com representação na imagem, será igual ou superior a 99,5%;
- e) Contraste, o coeficiente de variação (representado como a percentagem relativamente aos níveis de cor, por banda, do desvio padrão dos valores *Digital Numbers* (DN)) dos DN ficarão entre os 10 a 20%, salvo exceções para zonas de reflexão intensa do sol em massas de água, etc.
- f) A homogeneidade de cor, brilho e contraste em cada imagem isoladamente, e quando comparada com as imagens que a rodeiam.

As imagens que apresentem deficiências nos aspetos acima referidos serão obrigatoriamente substituídas. Em relação à qualidade dos **parâmetros de orientação externa** será avaliada escolhendo aleatoriamente um bloco de fotografias e realizando o processo de triangulação aérea. Posteriormente será constituída uma amostra representativa com alguns pontos, destes pontos serão recolhidas as posições sobre as imagens aerotriangulares e confrontadas com as coordenadas reais. Se desta comparação resultarem discrepâncias superiores a 1,50 m em mais de 10% dos pontos em estudo ou o erro médio quadrático dos pontos avaliados for superior a 90 cm, os parâmetros de orientação externa serão recusados, obrigando a sua substituição.

6.2. Apoio Fotogramétrico

Em primeiro lugar será verificado se os trabalhos de campo foram realizados de acordo com planificação inicial.

Será confirmada a existência de um croqui fiável e de fácil leitura, correspondente ao ponto fotogramétrico e também será feita a confirmação de que todos os pontos estão picados nas correspondentes fotografias.

Realizar-se-á a coordenação de 5% dos pontos fotogramétricos de campo por pelo menos dois processos e/ou sessões distintos, de modo a controlar assim a qualidade dos mesmos. Ter-se-á ainda o cuidado de ligar intimamente a rede de apoio altimétrico ao apoio fotogramétrico, confirmando a coerência dos dois processos. Outro indicador da qualidade desta fase da produção é fornecido durante o processo da aerotriangulação, através da análise dos resíduos obtidos.

Serão analisados todos os resultados obtidos na coordenação dos vértices geodésicos, tais como:

- Resíduos de cada satélite;
- Número de satélites utilizados em cada sessão, igual ou superior a 5;
- Tempo de observação de cada estacionamento;
- Geometria dos satélites observados serem inferior a 6;
- Comprimento das bases de observação;
- Elipses de erro das observações;
- Parâmetros de transformação de WGS84 e *Datum* 73;
- Erros de fecho da rede ajustada;
- Parâmetros de observação.

6.3. Triangulação Aérea

Para esta fase será feito o controlo de qualidade de duas etapas muito importantes, a fase da medição e a fase do cálculo.

Na fase da medição será feita uma análise de todos os resultados obtidos da orientação relativa e absoluta, de modo a garantir que os resultados estão dentro dos limites mencionados no Caderno de Encargos. Para além disso será feita uma cuidada identificação e leitura dos pontos de campo, e a transferência correta dos mesmos de par em par; a escolha criteriosa dos locais correspondentes aos pontos artificiais e a sua correta marcação, são condicionantes essenciais de uma produção de triangulação aérea de qualidade.

Relativamente ao cálculo serão analisados os resultados da aerotriangulação, dos resíduos encontrados para os pontos fotogramétricos e dos pontos de apoio altimétrico. Os parâmetros que serão analisados são:

- Resíduos dos pontos triangulados;
- Orientações internas com EMQ inferior a 10;
- Precisão geral do bloco;
- Distribuição dos pontos de ligação entre fiadas;

Serão usados pontos de apoio como pontos de validação dos blocos de aerotriangulação. Ao não intervirem na mesma servem como estimativas robustas da qualidade do ajuste.

6.4. Modelo Numérico Altimétrico (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 utilizar-se-ão os pontos de apoio de campo usados na aerotriangulação, assim como os pontos de ligação obtidos durante os cálculos da aerotriangulação.

Posteriormente será realizado um estudo comparativo das alturas originais de todos estes pontos e as suas alturas correspondentes calculadas a partir do MNA e gerado 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.

6.5. Modelo Numérico Topográfico (MNT)

O Controlo de qualidade do MNT será realizado através verificação da conformidade posicional planimétrica, da conformidade semântica da informação e da consistência da representação gráfica, conforme se encontra especificado nas normas técnicas da DGT.

6.6. Sistema de Gestão da Qualidade

A SOCARTO têm um Sistema de Gestão da Qualidade, em todas as áreas, implementado segundo a **Norma NP EN ISO 9001:2008**. Possui alvarás que a habilita para o exercício das atividades no domínio da produção cartográfica e cadastral, o que comprova a existência de elevados padrões de Qualidade na prestação dos serviços propostos.

O controlo da Qualidade do projeto será garantido por colaboradores que dispõem de métodos, técnicas e experiência reconhecidos nessa matéria. Para um efetivo controlo de qualidade será afetado a todas as fases do trabalho um Responsável da Qualidade, que terá como missão a implementação e verificação da Qualidade.

Caso a **CM Sines** assim entenda, este controlo será efetuado com a coordenação e supervisão direta da equipa do cliente, nomeados no início do projeto.

Para a garantia da Qualidade, estruturamos o trabalho conforme o Ciclo de Melhoria Contínua a seguir, transcrito da Norma ISO 9001:2008:

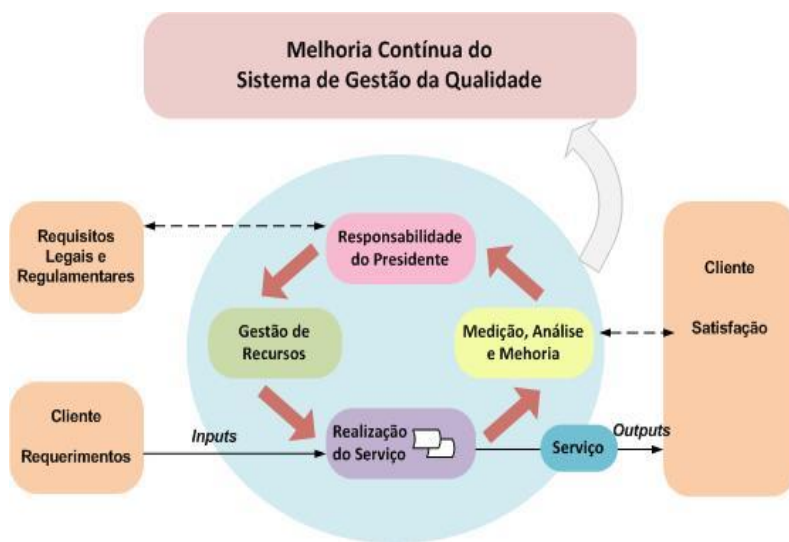


Figura 9- O Ciclo da Melhoria Contínua.

O nosso Sistema de Gestão da Qualidade, assenta num ciclo de melhoria contínua, orientado para a satisfação do Cliente pelos seus Serviços prestados, tendo sempre como base o cumprimento rigoroso de todos os requisitos do Cliente e legais inerentes ao projeto.

Este capítulo apresenta as normas e metodologias que estarão em vigor na execução do projeto para o **Controlo de Qualidade**, que irão permitir avaliar e gerir o cumprimento dos objetivos e do plano de projeto. Sendo esta uma ferramenta de gestão fundamental para alcançar os objetivos do projeto, servirá de guia durante a execução do mesmo por todos os intervenientes.

Em projetos deste nível de complexidade é considerada boa prática a elaboração, no início do projeto, de um **Plano de Qualidade**, que servirá de guia metodológico e referencial para toda a equipa no que respeita aos procedimentos de qualidade a adotar na implementação. O Plano de Qualidade segue a norma NP EN ISO 9001:2008 garantindo ao Cliente a qualidade e capacidade da SOCARTO como integradora de sistemas e prestadora de serviços.

Deste modo, os requisitos da norma de referência, aplicáveis à atividade de projeto estão presentes na metodologia de gestão de qualidade a adotar.

7. Apresentação SOCARTO

A SOCARTO – Sociedade de Levantamentos Topo-Cartográficos teve a sua origem em 5 de Maio de 1977.

A sua atividade assenta em três grandes áreas: topografia, cartografia e cadastro.

Durante os seus mais de 38 anos a SOCARTO já realizou os mais diversos tipos de trabalhos para os mais diversos clientes. A qualidade dos serviços prestados e a satisfação dos clientes são a principal motivação da contínua melhoria dos serviços. Os trabalhos realizados pela SOCARTO possuem as respetivas declarações abonatórias significando uma excelência do serviço prestado.

A SOCARTO tem um quadro de pessoal com elevada experiência e formação profissional, o que lhe proporciona elevados indicadores de qualidade dos trabalhos realizados.

A SOCARTO tem-se dotado de meios técnicos avançados de forma a dar resposta às exigências que os trabalhos necessitam. Recorre às mais recentes e inovadoras tecnologias de modo a otimizar resultados e rendimentos e assim minimizar custos operacionais.

A qualidade dos serviços e a satisfação dos nossos clientes motivam o desenvolvimento do nosso trabalho, razão pela qual a SOCARTO está certificada em todos os seus serviços de acordo com as Normas NP EN9001:2008, ISO 14001:2004 e ISO/IEC 27001:2005.

Certificação em Sistemas de Gestão da Qualidade
NP EN ISO 9001:2008



Certificação em Sistemas de Gestão Ambiental
NP EN ISO 14001:2004



Certificação em Sistemas de Gestão da Segurança de Informação
Norma ISO/IEC 27001:2005

