



Soluções em geo-informação



EXECUÇÃO DE CARTOGRAFIA NUMÉRICA TOPOGRÁFICA À ESCALA 1:2000 PARA O MUNICÍPIO DE SINES

Memória Descritiva

(programa de trabalhos e metodologia)

Proposta_ GG54_v1§2016

Novembro de 2016





Índice

1	A Geoglobal	5
1.1	Apresentação	5
1.2	Missão	5
1.3	Organização	7
1.4	Projetos de Referência	9
1.4.1	Cartografia Oficial	9
1.4.2	Ortorectificação Oficial	10
1.4.3	Cadastro Predial	10
1.4.4	Cadastro de Ativos	12
1.4.5	Cartografia Vetorial 2D e 3D	12
1.4.6	Georreferenciação de Números de Porta através de Geofoto.....	13
1.4.7	Outros Projetos.....	13
2	Contexto da Proposta.....	15
2.1	Documentação Relevante.....	15
2.2	Sistema de Referência.....	16
3	Metodologia de Execução	17
3.1	Equipa Técnica	17
3.1.1	Equipa afeta à Cobertura Aerofotográfica	18
3.1.2	Equipa afeta à Produção Cartográfica	18



3.2	Cobertura Aerofotográfica.....	20
3.2.1	Meios Aéreos.....	21
3.2.2	Planeamento e Programação do Voo	27
3.2.3	Execução do Voo.....	29
3.2.4	Processamento.....	30
3.2.5	Controlo de Qualidade	31
3.2.6	Conclusão da Fase.....	32
3.3	Apoio Fotogramétrico.....	33
3.3.1	Metodologia	34
3.3.2	Conclusão da Fase.....	38
3.4	Triangulação Aérea	40
3.4.1	Metodologia	41
3.4.2	Conclusão da Fase.....	43
3.5	Modelo Numérico Altimétrico	44
3.5.1	Metodologia	45
3.5.2	Conclusão da Fase.....	52
3.6	Ortofotocartografia.....	54
3.6.1	Metodologia	55
3.7	Modelo Numérico Topográfico	56
3.7.1	Metodologia	57
3.7.2	Conclusão da Fase.....	77



3.7.3	Produtos Finais.....	77
4	Acompanhamento da Homologação.....	78



1 A Geoglobal

1.1 Apresentação

A Geoglobal é uma empresa de referência no mercado nacional de informação geográfica, com uma vasta experiência na produção de cartografia, no desenvolvimento de aplicações SIG e na implementação e integração de soluções em geo-informação.

A Geoglobal é uma empresa registada na DGT – Direção-Geral do Território - para a Produção Cartográfica, designadamente: Topografia e Nivelamento, Triangulação Aérea, Restituição Fotogramétrica, Numerização de Informação Cartográfica, Edição de Dados Cartográficos e Ortorrectificação; e possui ainda alvará para a Produção Cadastral, conferido pela mesma entidade.

A Geoglobal é associada da ANEC – Associação Nacional da Empresas de Cartografia - e da AFOCARTO – Associação Portuguesa das Indústrias de Fotogrametria, Cartografia e Topografia.

Contando atualmente com dezasseis anos de existência, a Geoglobal, é uma empresa orientada para o mercado interno e externo. A internacionalização da Geoglobal consubstancia-se no desenvolvimento de projetos em Espanha, Itália, Cabo Verde, Moçambique, Brasil, entre outros países.

Em 2015, a componente de exportação de serviços representou mais de 45% do volume total de faturação.

A Geoglobal aposta continuamente na qualidade dos seus produtos e serviços, razão pela qual trabalha empenhadamente para a manutenção de uma estrutura organizacional que satisfaz as exigências das normas NP EN ISO 9001.

1.2 Missão

A Geoglobal pretende ser uma empresa de referência no mercado de informação geográfica, na implementação de soluções geo-espaciais e na gestão, tratamento e análise de informação georreferenciada.



A estratégia da Geoglobal assenta na rentabilização da informação produzida através da abordagem de mercados diversificados, tais como: Telecomunicações, *Utilities*, Projeto e Engenharia, Retalho, Farmacêuticas, Banca e Seguros, Administração Central e Local, Turismo, Transportes e Logística, entre outros.

Para alcançar este objetivo a Geoglobal baseia o seu trabalho na criação, desenvolvimento e atualização de uma base de dados geográficos, a partir da qual cria produtos e serviços específicos para as várias áreas de negócios, perfeitamente adaptados às necessidades de cada cliente. Esta abordagem permite uma maior rentabilização dos seus produtos e, simultaneamente, oferecer aos clientes uma excelente relação custo/benefício.

A Geoglobal entende que a relação com o seu cliente é fundamental na cadeia de valor do negócio, pois não só promove o conhecimento das suas realidades, como também permite a definição de novos desafios.

Diferencia-se, também, pela detenção de informação base para sistemas geo-espaciais com elevado rigor, detalhe e atualização, excelente capacidade de resposta, elevado dinamismo comercial e capacidade criativa.

A equipa técnica da Geoglobal detém um elevado sentido profissional e faz uso das mais inovadoras tecnologias e equipamentos. A Geoglobal orienta-se para a valorização e motivação dos seus recursos humanos, reduzindo tanto quanto possível as tarefas repetitivas de menor valor, através do desenvolvimento de aplicações de automatização ou semi-automatização de processos.

A qualidade da informação produzida e dos serviços prestados é um pilar essencial na projeção da empresa no futuro. A competitividade da empresa é alcançada através de um processo de renovação permanente dos métodos de produção, sustentada por elevados investimentos em equipamento, *software* e equipa técnica.

É com este espírito de confiança que mantemos o nosso compromisso para com o mercado nacional e desenvolvemos a nossa estratégia de internacionalização.



1.3 Organização

A estrutura orgânica da Geoglobal é composta por 3 direções que reportam diretamente à Administração:

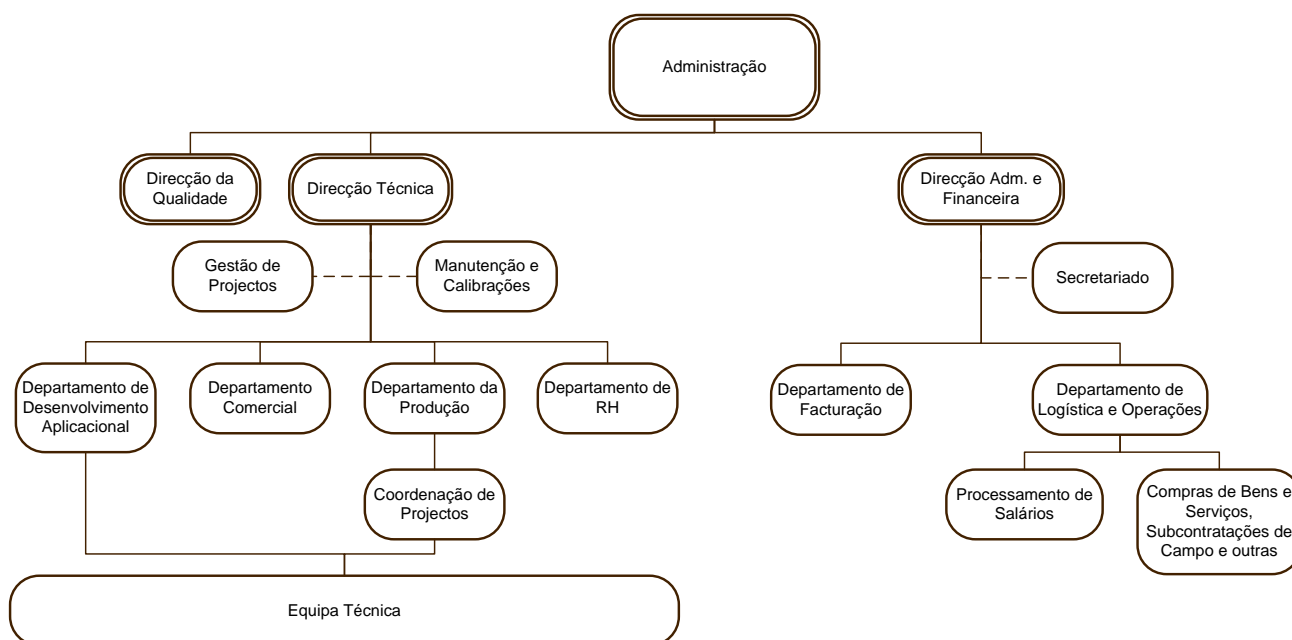


Figura 1. Organograma da Geoglobal

A Direção Técnica é a responsável por praticamente todos os processos de negócio da Geoglobal, estando apoiada pela Direção Administrativa e Financeira.

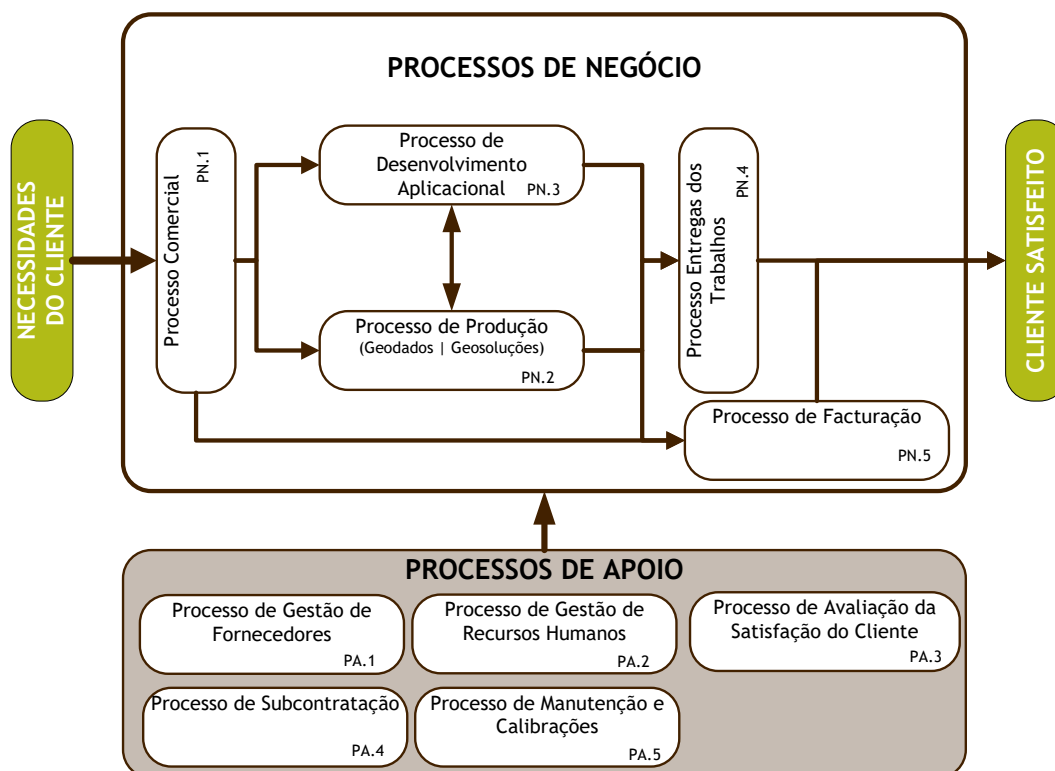


Figura 2. Organização processual da Geoglobal

Os departamentos de Desenvolvimento Aplicacional e de Produção funcionam de forma complementar e interdependente, o que representa uma enorme mais-valia para a empresa, tanto no que se refere ao seu funcionamento interno, como no que se refere à capacidade de resposta no desenvolvimento de soluções específicas.

As *GeoSoluções* baseiam-se nos *GeoDados*. Estes, por sua vez, crescem em volume, rigor, pormenor e aplicabilidade através do desenvolvimento das soluções aplicacionais.

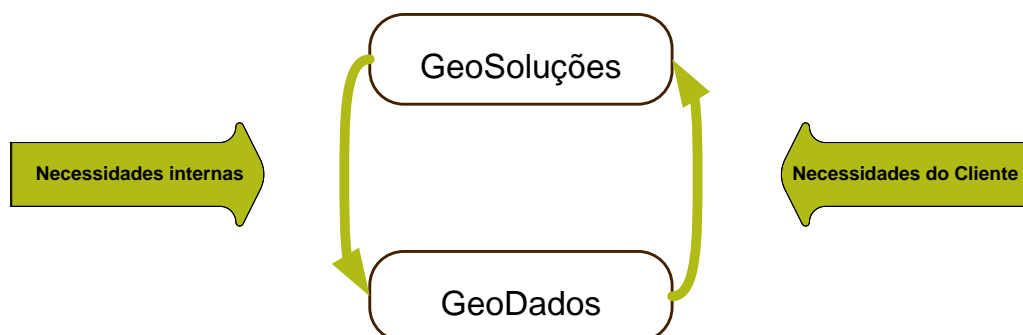


Figura 3. Interação GeoSoluções | GeoDados



1.4 Projetos de Referência

São apresentados, de seguida, alguns projetos de referência da Geoglobal.

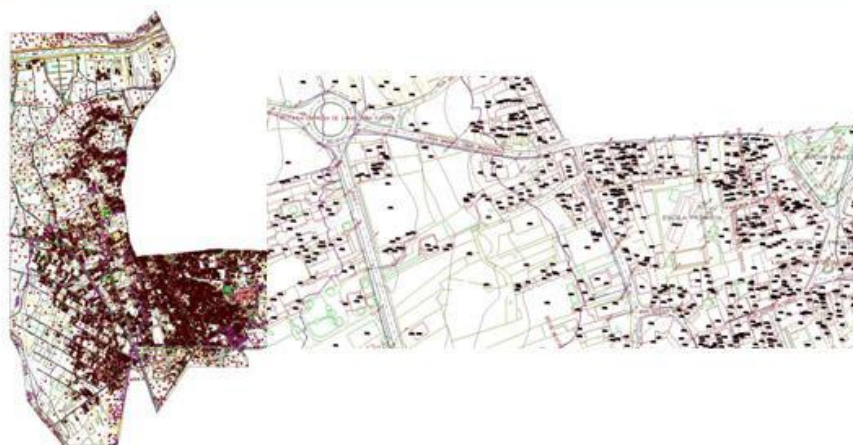
1.4.1 Cartografia Oficial

A Geoglobal detém uma vasta experiência em projetos de cartografia oficial, multicodificada para homologação.

Execução de Cartografia Numérica Vetorial e Ortofotocartografia às escalas 2000 e 10000:

AMCAL	escalas 2000 e 10000	2004
AMAVE*	escalas 1000 e 2000	2004
Chaves	escala 2000	2006
Baião	escalas 2000 e 10000	2006
CUMT	escala 2000	2006
AMO	escala 2000	2007
Valimar	escala 10000	2007
Figueira da Foz	escalas 2000 e 10000	2008 e 2009
Nazaré	escala 2000	2009
Marinha Grande	escala 2000	2009
AMLEI	escala 2000	2013
AMCAL - atualização	escala 10000	2014
IPVC	escala 2000	2014

* Projeto executado em regime de subcontratação por uma empresa espanhola





1.4.2 Ortocartografia Oficial

Cobertura aerofotogramétrica, modelo digital do terreno e ortofotos para as zonas costeiras de Portugal Continental

Cliente: Direção-Geral do Território

2015



1.4.3 Cadastro Predial

Execução de cadastro predial para os concelhos de Loulé, Tavira e São Brás de Alportel

Valor do projeto - aproximadamente 7,1 milhões de Euros

Cliente – Direção-Geral do Território

2012 | 2014





- Vetorização de cadastro predial para os concelhos Albufeira | Santiago do Cacém
- Clientes - Câmara Municipal de Albufeira | Câmara Municipal de Santiago do Cacém

2008 | 2010



Aquisição vetorial da informação cartográfica/cadastral das secções cadastrais a partir de ficheiros raster georreferenciados, de acordo com as especificações técnicas definidas pelo IGP para a Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica.

- Execução de cartografia de suporte à atualização do cadastro predial para os Municípios de Uberaba e Jundiá - Brasil

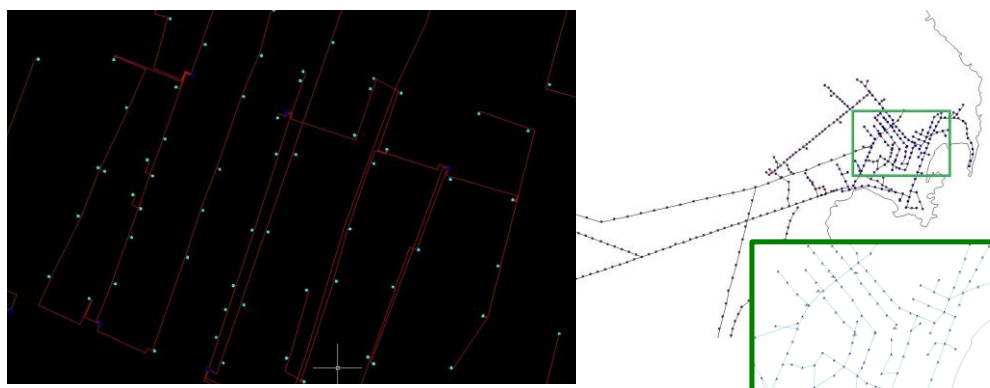
2011 - 2013



1.4.4 Cadastro de Ativos

- Cadastro de ativos: georreferenciação de contadores de água e eletricidade, armários, portinholas, pontos de iluminação e apoios de linha, ...; criação de rede elétrica; e levantamento topográfico da rede elétrica subterrânea para as Ilhas de Santiago, São Vicente e Sal.

- Cliente – ELECTRA - Empresa Pública de Electricidade e Água de Cabo Verde 2014 - 2015



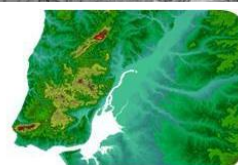
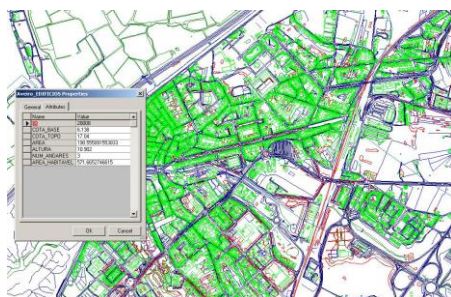
1.4.5 Cartografia Vetorial 2D e 3D

- Cartografia 2D, 3D e ortofotomapas com 25 cm de resolução para vários concelhos.

- Cliente - Vodafone

- Objetivo - apoio aos estudos de planeamento rádio nas mais diversas tecnologias (GSM, FWA, UMTS, WIMAX, DVBT, DAB) e projetos de infraestruturas no solo (fibra óptica, acesso ao cliente)...

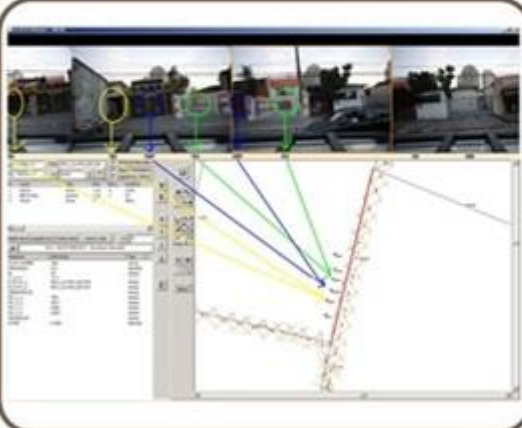
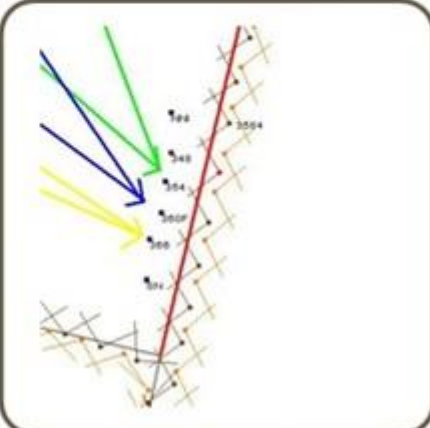
2006 - 2015



1.4.6 Georreferenciação de Números de Porta através de Geofoto

- Levantamento, através da ferramenta GeoFoto, dos Números de Porta dos Municípios de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília, num total de 1.9 milhões de portas
- Cliente – Empresa Multinacional

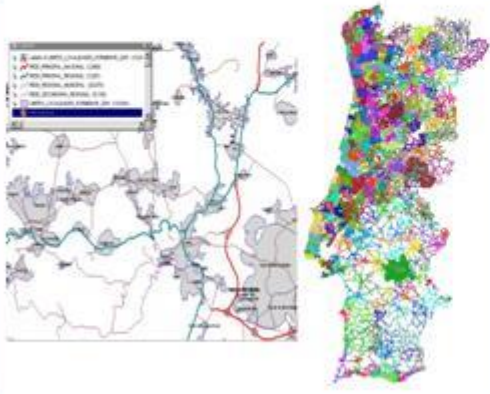

2013 | 2014

1.4.7 Outros Projetos

- Levantamento cartográfico detalhado da Rede Viária de todos os Municípios de Portugal Continental e Ilhas, com caracterização de mais de 1.750.000 eixos (nome da rua, número de porta de segmento, sentido de transito, ...).
- Cliente - NAVTEQ

2004 - 2005



- Actualização da Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI):

Fornecimento de cartografia base ao nível dos arruamentos e endereços postais para a actualização da BGRI - Portugal Continental e Ilhas.

- Cliente - INE

2008



- GEOMOB - Solução de Gestão de Recursos Móveis:

- Controlo do transporte, entrega e recolha de encomendas em tempo real;
- Cálculo dinâmico de rotas segundo Algoritmos de TSP (Travelling Salesman Problem);
- Comunicação bi-direccional (ligações ERP da empresa);
- Gestão de pessoal e de viaturas/GPS;
- Gestão do histórico de todo o processo de transporte e recolha de encomendas.

- Clientes - Udifar | OCP Portugal | FCC Logistics

geo | Farma

geo | Log





2 Contexto da Proposta

Neste documento a Geoglobal apresenta a sua proposta para execução de cartografia numérica vetorial à escala 1:2 000 no âmbito do projeto “EXECUÇÃO DE CARTOGRAFIA NUMÉRICA TOPOGRÁFICA À ESCALA 1:2000 PARA O MUNICÍPIO DE SINES”.

Em concreto, esta proposta visa a produção de cartografia numérica topográfica com uma área de 1.631,00 hectares (mil seiscientos e trinta um hectares), homologada pela DGT.

Para além da informação tipificada no Anexo E – catálogo de objetos – do Anexo I (Normas Técnicas de Produção e Reprodução de Cartografia e Ortofotocartografia à Escala 1:2000), a cartografia objeto deste procedimento inclui ainda a produção e integração da seguinte informação:

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

2.1 Documentação Relevante

Documentação referente ao Procedimento:

- Programa do Procedimento;
- Caderno de Encargos e respetivos anexos;
- Resposta ao pedido de esclarecimentos.



2.2 Sistema de Referência

Sistema de referência ETRS89-TM06:

- Referencial Planimétrico
 - Elipsóide referência: GRS80
 - Projeção cartográfica: Transversa de Mercator
 - Origem das Coordenadas Retangulares:
 - Latitude: 39° 40' 05",73 N
 - Longitude: 8° 07' 59",19 W
 - Falsa origem: M=0 metros; P=0 metros
 - Fator de Escala no Meridiano Central: 1,0
- Referencial Altimétrico: Datum Cascais (1938).



3 Metodologia de Execução

O projeto compreenderá as seguintes fases:

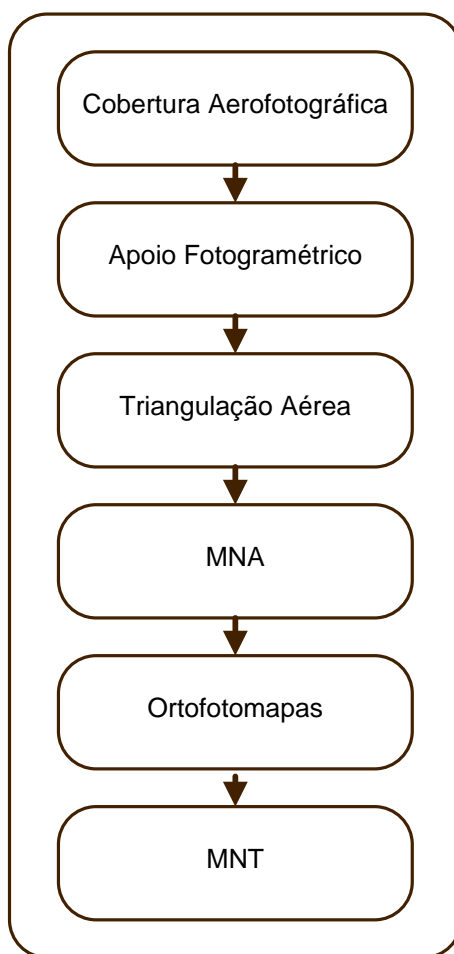


Figura 4. Esquema de Fases do Projeto

3.1 Equipa Técnica

A Geoglobal colocará à disposição do projeto duas equipas técnicas específicas. Uma para a realização da cobertura aerofotográfica e outra para o desenvolvimento das seguintes fases do projeto, ou seja, para a produção cartográfica propriamente dita.



3.1.1 Equipa afeta à Cobertura Aerofotográfica

A cobertura aerofotográfica será subcontratada à empresa Municípa, E.M., S.A.

No decorrer do projeto será afeta uma equipa técnica multidisciplinar composta por elementos das áreas de gestão, geografia, aviação, processamento de imagem, entre outros, com formação específica na execução de coberturas aerofotográficas e processamento de imagens, permitindo obter o máximo rendimento dos meios técnicos à disposição, com os melhores resultados qualitativos.

Funcionário	Função
Alexandra Maia	Responsável pela Direção de Cartografia e Cadastro – Especialista em Coberturas Aerofotográficas, Logística e Controlo de Qualidade.
Sérgio Bispo	Técnico de Cartografia/Navegador Aéreo – Especialista em Coberturas Aerofotográficas, Navegação Aérea e Processamento de Imagem.
Pedro Ramos	Técnico de IMU – Processamento de Dados GPS e IMU.
Luís Sousa	Piloto.

Tabela 1. Descrição da Equipa técnica afeta à Produção da Cobertura aerofotográfica

3.1.2 Equipa afeta à Produção Cartográfica

Para a produção cartográfica a Geoglobal coloca à disposição do projeto uma equipa com vasta experiência na produção de cartografia oficial.

Para além da equipa técnica que adiante designamos, a Geoglobal contará ainda com um grupo de 6 reprodutores e outros 6 colaboradores que apoiarão nas diferentes tarefas de edição cartográfica.

Funcionário	Função
Miguel Mendes	Diretor Técnico da Geoglobal.



Astride Sousa Monteiro	Diretora Operacional e da Qualidade da Geoglobal.
Ana Salvaterra	Coordenadora do projeto - Engenheira Geógrafa, especialista em projetos de cartografia oficial, com domínio integral da cadeia de produção. Responsável pela equipa de produção, incluindo restituição, edição e finalização da cartografia.
Pedro e Francisco Rosado	Topógrafos - responsáveis pela fase de Apoio Fotogramétrico e pelo levantamento topográfico da fase de Completagem de Campo.
Miguel Setas	Chefe do Departamento de Desenvolvimento Aplicacional.
Tiago Antunes da Silva	Responsável técnico do levantamento de campo.
Susana Martins	Técnica especialista em completagem e edição cartográfica.
Alice Gomes	Técnica especialista em finalização cartográfica, com domínio das técnicas de controlo topológico e padronização.
Inês Ventura	Técnica especialista em SIG.

Tabela 2. Descrição da Equipa técnica afeta à Produção da Cobertura aerofotográfica

Se assim se justificar, a Geoglobal tomará as medidas necessárias para o reforço da equipa.



3.2 Cobertura Aerofotográfica

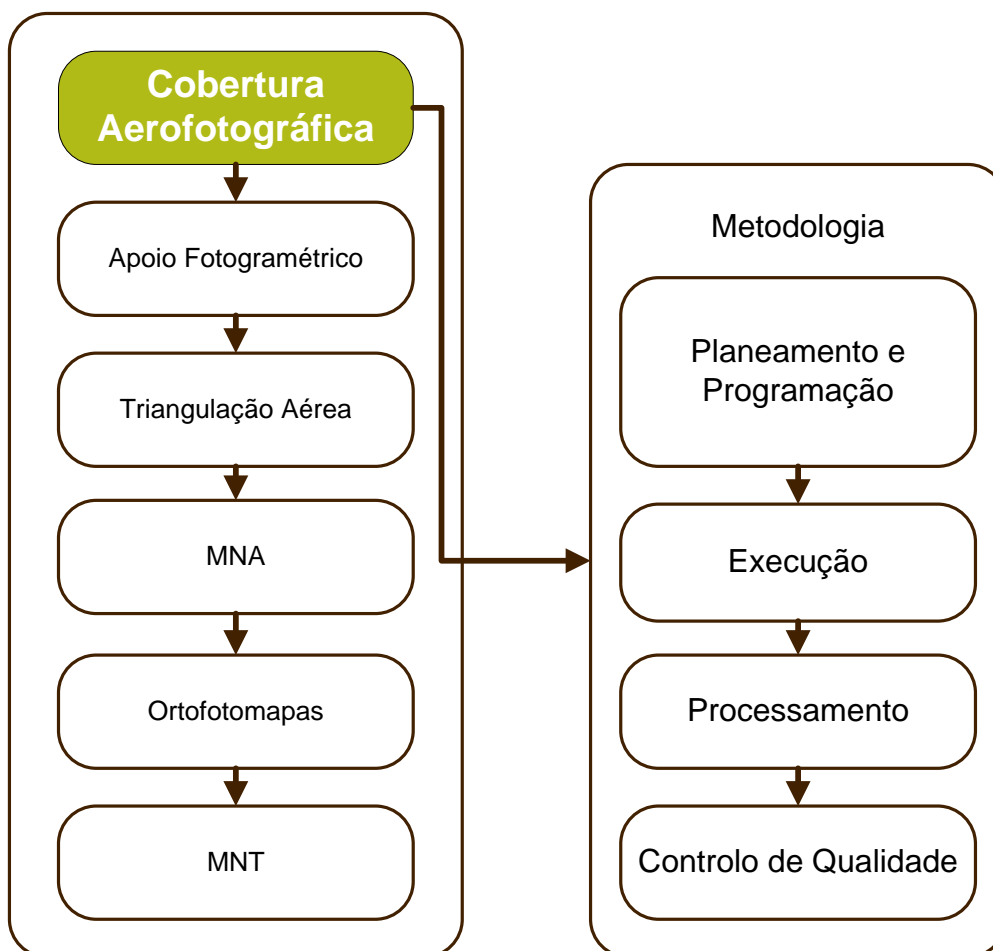


Figura 5. Fases do Projeto – Cobertura Aerofotográfica

Tal como mencionado no ponto anterior, a cobertura aerofotográfica será subcontratada à empresa Municípa, E.M., S.A.

Será realizada uma cobertura aerofotográfica digital.

Para a cobertura aerofotográfica estão definidos os seguintes requisitos técnicos:

- Recurso a fotografia aérea digital, respeitando a especificações do RTCAP2006 (Regulamento Técnico das Coberturas Aerofotográficas para Fins Cívís, emitido pela DGT);
- Resolução mínima no terreno de 12 cm GSD (Ground Sample Distance);

- 3 bandas espectrais, RGB;
- Sobreposição entre fiadas: 30% de sobreposição lateral; 60% de sobreposição longitudinal.

3.2.1 Meios Aéreos

A obtenção de imagem aérea, compatível com as exigências impostas pelo RTCAP, emitido pela DGT, requer a utilização de equipamentos aéreos e aerotransportados de elevada tecnologia e precisão.

Este tipo de voos implica o transporte dos elementos humanos e sistemas técnicos necessários, com a máxima estabilidade, a distâncias relativamente longas.

3.2.1.1 Aeronave

A aeronave a utilizar neste projeto permite a melhor adaptação ao serviço a prestar, preconizando voos rápidos, efetivos e com a melhor adaptação à rede de aeródromos portugueses:



Figura 6. Cessna 402B - Matrícula CS-DPS - Turbo-charged

O Cessna 402 é um avião *turbo-charged* que permite um teto de operação de 27.000 *ft* (8230 m), uma autonomia média de 6h00 e uma velocidade média de cruzeiro na ordem dos 170 *knots* (320 km/h), com certificado de aeronavegabilidade aprovado para fotografia aérea.



Está equipado com duas aberturas para instalação de dois sensores combinados (duas câmaras ou câmara e LIDAR), permitindo otimizar o tempo de voo com a aquisição de distintos produtos.

Em termos de aviónica dispõe de equipamentos redundantes, destacando-se o sistema GNS430 que integra um sistema de navegação e comunicação, assegurando a melhor rentabilização dos tempos de voo.

Características Gerais:

AVIÓNICA	
<i>Flight Director-Auto Pilot</i>	<i>Cessna 400B</i>
<i>Audio Panel</i>	<i>Cessna</i>
<i>Communication</i>	<i>Garmin GNS 430</i>
<i>Navigation</i>	<i>Garmin GNS 430</i>
<i>DME</i>	<i>KDM 705 DME</i>
<i>ADF</i>	<i>KDF 805 ADF</i>
<i>Transponder</i>	<i>King KT 76</i>
<i>Weather Radar</i>	<i>Bendix RDR 230 Radar</i>
<i>GPS</i>	<i>Garmin GNS 5430</i>
EQUIPAMENTO	
	<i>Full De-Ice System, Certified into Known Ice</i>
	<i>Cleveland Wheels and Brakes</i>

Tabela 3. Características gerais do Cessna 402B

3.2.1.2 Sistema de Câmara aerofotogramétrica

A Município possui o Sistema de Câmara Aerofotogramétrica *Intergraph DMC* com o número de série DMC0129 que será utilizado na prestação de serviços. Esta câmara está montada sobre uma plataforma giroestabilizada *ZI Mount* que garante a verticalidade dos fotogramas. A calibração do equipamento é realizada na própria fábrica.



A entrega imediata de imagens digitais logo após voo e processamento, permitindo a sua introdução direta no processo de produção de cartografia, ortofotomapas e SIG, é um avanço de real importância no setor.

O ruído proveniente dos processos laboratoriais é inexistente e a utilização da tecnologia TDI (*Time Delay Integration*) vem eliminar qualquer possível arrastamento que pudesse ser produzido nas imagens pela velocidade do avião (FMC).



A *Intergraph* produziu a câmara digital DMC com uma resolução geométrica e radiométrica ímpar, onde a qualidade de construção e a excelência dos materiais, selecionados para assegurar a estabilidade do conjunto, foram determinantes.

O elevado padrão tecnológico do sistema é confirmado pela parceria estabelecida com a *Carl Zeiss* para produção de lentes com mínima distorção e máxima resolução.

A plataforma giroestabilizada ZI onde reside permite a compensação dos movimentos normais da aeronave, enquanto o cálculo da deriva é efetuado automaticamente pelo IMU (Sistema Inercial).

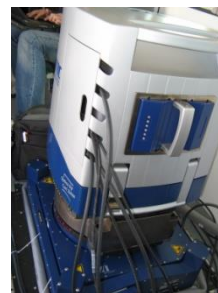
Imagens PAN, RGB e Infravermelho são adquiridas em simultâneo, com resoluções de 12 bit e tamanho 7680x13824.

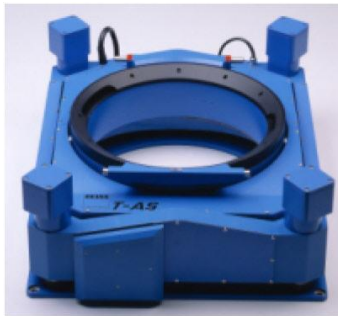


3.2.1.2.1 Intergraph DMC

Especificações Técnicas:

- Alta resolução pancromática e multiespectral 14k x 8k
- Campo de Visão 69.3º lateral e 42º longitudinal
- Resolução pancromática 7.680 x 13.824 píxel
- Resolução PAN de cada cone 7k + 4k
- Lentes 120mm/1:4.0
- 4 canais multiespectrais RGB e NIR
- Resolução multiespectral 3k x 2k píxel
- Resolução da imagem composta final 7.680 x 13.824 píxel
- Lentes 25mm/1:4.0
- Velocidades de disparo de 1/50 a 1/300 seg
- Aberturas de diafragma entre f/4 em f/22
- Controlo de Exposição automático
- Capacidade de cada unidade de armazenamento 1.200 imagens por cada SSD
- Resolução radiométrica de 12 bits
- TDI (*Time Delayed Integration*) para eliminar o fenómeno de arrastamento
- Estação de leitura de SSD com saídas SATA, USB e paralelo
- Equipada com plataforma giroestabilizada ZI
- Sistema GPS de dupla frequência incorporado





3.2.1.2.2 Softwares

Na realização da cobertura aerofotográfica estão envolvidos, essencialmente, 3 tipos de *software*:

- Planeamento de voo: *software ZI Mission*
- Gestão de voo: *software ZI Inflight*
- Processamento de imagem e cálculos GPS/INS: *softwares DMC Postprocessing, GrafNav e AeroOffice*

Com efeito, todo o planeamento de voo é efetuado através do *software ZI Mission*, possibilitando a leitura de ficheiros de formatos distintos, integração de Modelos Digitais de Terreno para cálculo das altitudes das fiadas e exportação de planos para visualização em *softwares* CAD ou no próprio ambiente Google Earth.

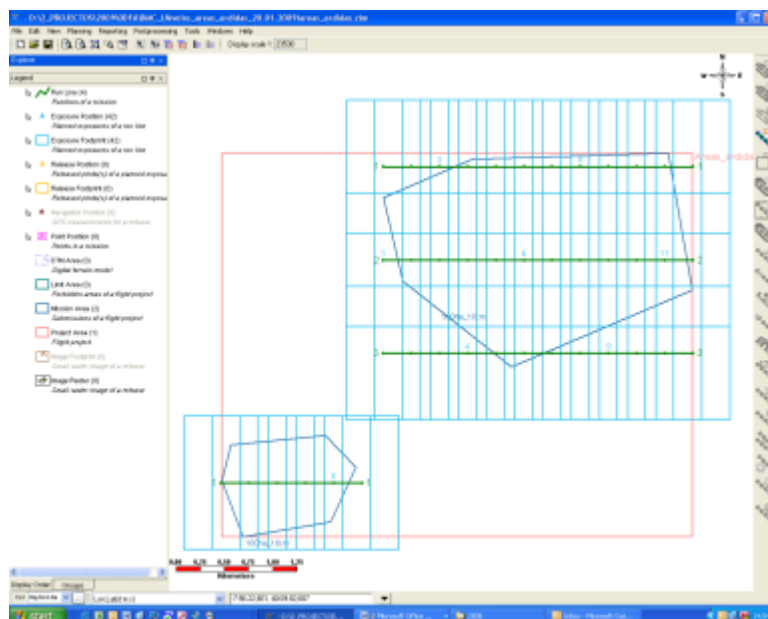


Figura 7. Ambiente Utilizador do Software ZI Mission

Por seu lado, a gestão do voo está apoiada no *software ZI Inflight*, intuitivo e dirigido para a aplicação do planeamento com a máxima eficácia.

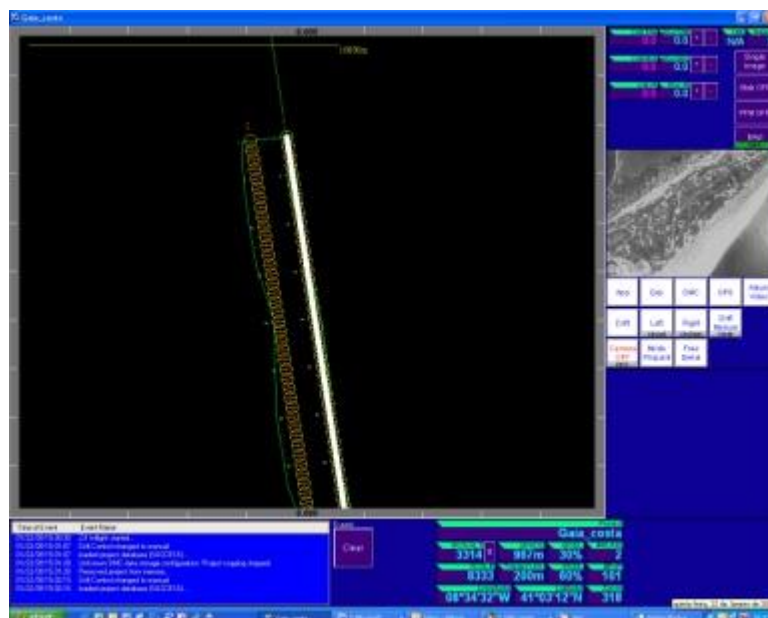


Figura 8. Ambiente Utilizador do Software ZI Inflight



A visualização e acompanhamento do plano estão assegurados por um interface que integra os vetores correspondentes a cada uma das fiadas, a imagem real de uma câmara de vídeo instalada na base da câmara e a informação alfanumérica essencial ao voo.

Finalmente, os *softwares* DMC *Postprocessing*, *GrafNav* e *AeroOffice* constituem o grupo de ferramentas base responsáveis pelo processamento das imagens e pelos cálculos GPS/INS.

3.2.1.2.3 *Sistemas de Posicionamento e Orientação*



O *Aerocontrol* é o Sistema GPS/INS do fabricante IGI para determinação da posição e altitude de sensores aerotransportados. Os giroscópios do IMU em fibra – ótica e o computador com recetor GPS L1/L2 de 12 canais integrado, permitem obter o posicionamento dos centros de projeção e os ângulos *Ómega*, *Phi* e *Kappa* do sensor.

Nas Câmaras Digitais DMC o IMU está instalado exatamente no centro do equipamento para assegurar a melhor precisão na fase de processamento.

3.2.2 Planeamento e Programação do Voo

O planeamento do voo resulta da conjugação de diversos dados – especificações do projeto (e por conseguinte, características do produto final) e condicionantes locais.

A primeira fase do planeamento do voo consiste, precisamente, na análise das especificações técnicas do caderno de encargos para definição dos requisitos do projeto.

Segue-se a análise da área de trabalho com o apoio das cartas militares, tendo por objetivo um estudo prévio do terreno e das assimetrias altimétricas.

Após esta análise efetua-se o cálculo dos parâmetros a utilizar na execução do plano de voo e procede-se à sua construção dando como principal *input* a resolução média no terreno pretendida. No caso deste projeto, 12 cm GSD.

Para garantir os valores de sobreposição exigidos, tendo como referência os condicionalismos existentes, serão utilizados na execução do plano de voo valores para a base de 537m e um espaçamento entre fiadas de 1880m, resultando em sobreposições longitudinais mínimas de 60% e laterais de 30%.



Figura 9. Proposta prévia de Plano de Voo

No caso concreto, e após uma primeira análise das especificações do caderno de encargos, propomos uma configuração de voo conforme a figura acima, com uma cobertura de 10 fiadas, num total de 135 imagens.

Paralelamente é programada a utilização da Rede Nacional de Estações Permanentes da DGT (ReNEP¹).

¹ A ReNEP é um serviço público de geo-posicionamento prestado pela DGT que, no âmbito das suas atribuições de manutenção do Referencial Geodésico Nacional, disponibiliza aos utilizadores de equipamentos GPS dados que facultam a determinação de coordenadas geográficas com precisão melhor que 10 cm.

É constituída por Estações GPS/GNSS, de observação contínua, que difundem observações no Sistema de Referência ETRS89, para posicionamento em tempo-real, utilizando a técnica RTK, ou para pós-processamento com ficheiros RINEX.



Esta operação consiste na seleção de estações no terreno para posterior descarga das respetivas observações GPS para processamento dos dados do GPS e IMU (*Inertial Measurement Unit*) instalados na aeronave para obtenção dos parâmetros da orientação externa.

Também na fase de planeamento e programação são analisados os aeródromos a utilizar como bases de abastecimento e estacionamento das aeronaves, consultadas as informações aeronáuticas relativas às áreas restritas abrangidas pela 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.

Em termos de altura solar, os voos deverão decorrer num período em que o Sol ultrapasse os 35º acima da linha do horizonte.

Durante as missões estará prevista a utilização do Aeródromo de Cascais como base, onde terão lugar operações de abastecimento, manutenção e/ou estacionamento.

O pedido de autorização de fotografia aérea à Força Aérea Portuguesa será devidamente preenchido e solicitado para os dias previstos para o voo.

Finalmente, todo o equipamento de armazenamento é verificado de forma a garantir a existência de espaço para arquivo das imagens obtidas.

3.2.3 Execução do Voo

O primeiro passo para a execução do voo é garantir que o voo só é realizado com condições meteorológicas que garantam a obtenção de exposições de qualidade e a ausência de nuvens.

Antes do voo é reunida informação meteorológica proveniente de cartas de superfície, cartas de tempo significativo, imagens de satélite, metar e taf por forma a garantir a realização de missões de sucesso na área a abranger.

Com meteorologia favorável são então desenvolvidas as missões, cumprindo o plano de voo definido.

Em termos operacionais, na execução da cobertura são introduzidos parâmetros em voo que asseguram desvios em relação à distância cardinal inferiores a 4º. Todos os desvios de verticalidade possíveis de acontecer devido à atitude da aeronave, serão corrigidos pela plataforma giroestabilizada ZI.



A deriva será corrigida automaticamente pelo Sistema Inercial em toda a cobertura. Efeitos de arrastamento provocados pela progressão da aeronave são eliminados pelo sistema TDI.

Os voos são efetuados com o auxílio do GPS/INS que permite, para além da obtenção das coordenadas dos centros das fotografias e atitude do avião (*omega*, *phi*, *kappa*) em regime de processamento, a correção automática da deriva, garantindo-se a eficiência total neste parâmetro.

Após a aterragem da aeronave, os dados são gravados nos discos aerotransportados (Unidades Móveis de Armazenamento – SSD) sendo depois conduzidos ao gabinete para nova cópia de segurança e processamento.

3.2.4 Processamento

A fase de processamento inclui o processamento de imagem e o processamento dos dados GPS/INS.

3.2.4.1 Processamento de Imagem

Nesta fase as bases de dados alimentadas em voo são carregadas. É definido o tipo de processamento a utilizar e os produtos finais a obter com o auxílio do *software* DMC *Postprocessing*.

Paralelamente são realizados estudos de imagens âncora, resultando do seu tratamento a parametrização para o restante projeto em *software* *Digital Image Analyst*.

O processamento de imagem propriamente dito consiste nas seguintes fases:

- 1) Processamento Radiométrico;
- 2) Processamento Geométrico;
- 3) Mosaico – geração de imagens virtuais;
- 4) Produção das imagens cor e compostas, se solicitado.

3.2.4.2 Processamento de GPS/INS

Este tipo de processamento consiste no cálculo dos parâmetros de orientação externa a utilizar na aerotriangulação, nomeadamente no cálculo das coordenadas do centro de projeção de cada fotograma e dos ângulos de posicionamento da câmara no momento do disparo (*omega*, *phi* e *kappa*).



Para efetuar o cálculo são necessários dois processamentos: um relativo aos dados inerciais no *AEROoffice* e outro relativo aos dados GPS no *Grafnav*.

Para a saída final de dados será aplicada uma correção aos ângulos do IMU, sendo, para o efeito, utilizados os parâmetros de desalinhamento, que devem ser previamente calculados a partir de um campo de calibração.

Uma vez finalizado o processamento dos dados GPS/INS, estes são exportados para os sistemas de coordenadas pretendidos, com os parâmetros de calibração devidamente aplicados, bem como as devidas correções (convergência de meridianos) introduzidas nos dados de saída.

3.2.5 Controlo de Qualidade

O controlo de qualidade tem início com uma fase de organização. Nesta fase é preenchido o relatório técnico operacional de missão, onde constam todos os elementos da missão, desde o piloto e navegador, ao equipamento utilizado, data e hora de tomada das imagens, designação e direções de voo, entre muitos outros elementos que permitirão a análise cronológica de todo o voo.

Seguidamente é elaborado o esquema de cobertura com indicação inequívoca do número e direção das fiadas, número de imagens, número de missões, respetivas datas e reconstituição da linha de voo.

Todas as imagens são devidamente identificadas em correspondência direta com o relatório técnico operacional, o respetivo esquema de cobertura e a nomenclatura estabelecida no caderno de encargos.

Com esta fase de organização é assim confirmado o cumprimento das especificações definidas para a cobertura aerofotográfica no que se refere a completude e nomenclatura.

Uma vez concluída esta primeira fase de organização dá-se início ao controlo de qualidade das imagens propriamente dito, atendendo aos seguintes parâmetros:

- Resolução no terreno;
- Radiometria;
- Sobreposição longitudinal;
- Sobreposição lateral;
- Deriva;
- Existência de nuvens;
- Correspondência entre o plano de voo e a execução do voo;
- Designações.



Após confirmação da qualidade da cobertura será emitido o relatório técnico detalhado de cobertura aérea onde constará uma memória descritiva do voo, o relatório técnico operacional de missão, o esquema de cobertura, os resultados do controlo de qualidade, o certificado de calibração da câmara e a indicação dos equipamentos utilizados.

3.2.6 Conclusão da Fase

Esta fase fica concluída com a entrega do relatório de execução da fase e dos seguintes produtos intermédios:

- i. Relatório técnico operacional, por missão;
- ii. Esquema de cobertura, de acordo com artigo 7º das Normas técnicas de produção e reprodução de cartografia e ortofotocartografia à escala 1:2 000 da DGT, em formato .dwg e .shp.
- iii. Ficheiros Imagem RGB, 12bits,Tiff;
- iv. Dados do sistema inercial (x, y, z , ω , ϕ e κ) no sistema de coordenadas solicitado.



3.3 Apoio Fotogramétrico

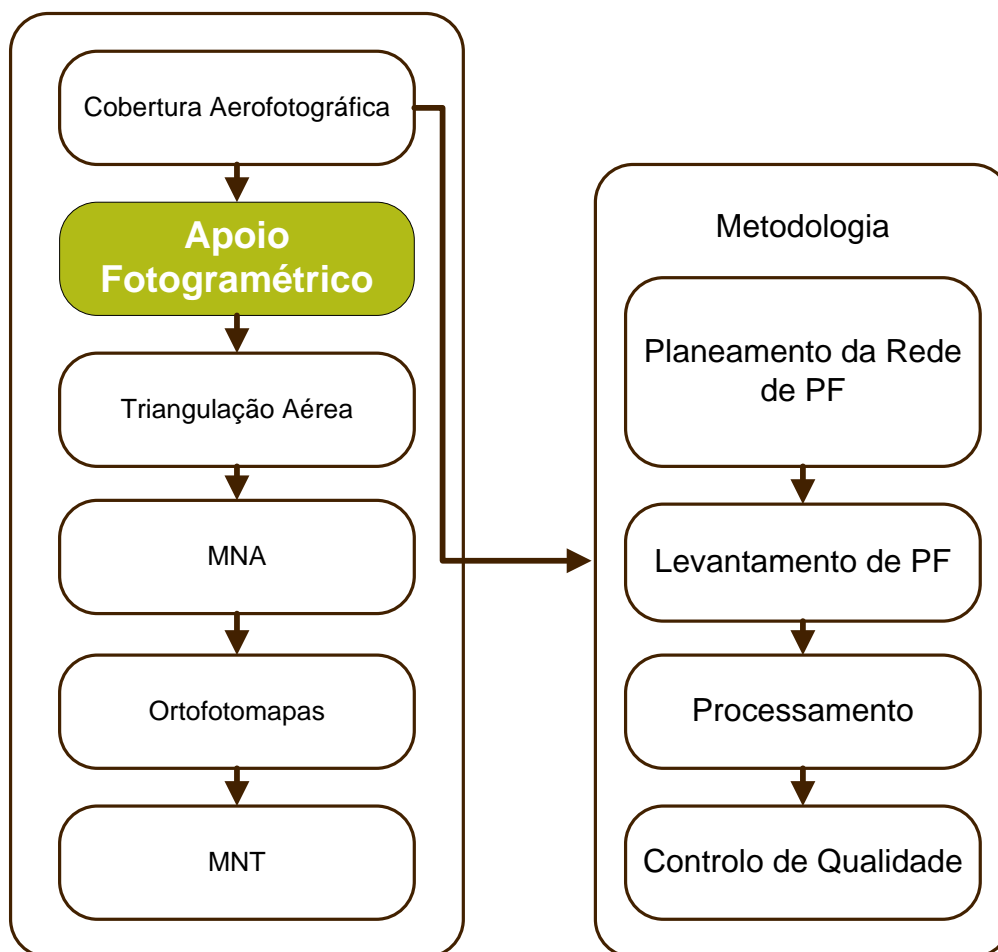


Figura 10. Fases do Projeto – Apoio Fotogramétrico

Para a execução do apoio fotogramétrico estão definidos os seguintes requisitos técnicos:

- Erro Médio Quadrático (EMQ) das coordenadas planimétricas menor ou igual a 0,08 m;
- 99% dos pontos de uma amostra representativa dos PF não podem ter desvios planimétricos, relativamente à posição determinada no processo de verificação, superiores a 0.21 m;
- EMQ das cotas dos PF 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.

3.3.1 Metodologia

O apoio fotogramétrico compreende os trabalhos de campo e gabinete necessários à determinação das coordenadas geográficas, planimétricas e altimétricas dos pontos de apoio fotogramétrico no sistema de referência definido. A coordenação destes pontos é indispensável para a triangulação aérea da cobertura fotográfica.

Atendendo aos requisitos da fase de triangulação aérea, são necessários PF tridimensionais na periferia da área a triangular; PF duplos, independentes, em cada canto da área a triangular; e PF altimétricos na zona de sobreposição das fiadas adjacentes.

Uma vez que a triangulação aérea será feita com utilização das coordenadas dos centros de projeção previamente determinadas por GPS, o número de PF reduzir-se-á sendo apenas obrigatória a coordenação de, pelo menos, pontos duplos em cada canto da área a triangular.

Sugestão:

A fotografia aérea será executada com coordenação precisa dos centros de projeção por GPS pelo que o número de PF a levantar poderia ser substancialmente reduzido. A Geoglobal sugere a execução de um levantamento de PF com densidade idêntica à normalmente utilizada nos processos clássicos de fotogrametria. A utilização de uma rede de pontos superabundante tem as seguintes vantagens:

- Controlo de qualidade cruzado entre PF e coordenadas dos centros de projeção das imagens aéreas;
- Aumento significativo da redundância de observações, permitindo melhores resultados no processo de triangulação aérea;
- Utilização de pontos coordenados através de distintas bases, o que permite um melhor ajustamento à rede geodésica local.



3.3.1.1 Planeamento da Rede de Pontos de Apoio Fotogramétrico

O planeamento do apoio fotogramétrico é estabelecido por identificação de pontos naturais na fotografia.

Assim, numa primeira fase, são escolhidos os pontos fotogramétricos (PF) tendo como critérios a sua fácil identificação nas fotografias e no terreno; e a sua posição nos estereomodelos das fotografias aéreas. É dada particular atenção às zonas de sobreposição longitudinal e lateral entre fiadas contíguas.

O planeamento passa ainda pela preparação de todos dados que permitam otimizar os percursos e a distribuição das equipas. Com base no planeamento efetuado, são identificadas as principais vias de acesso, a localização dos vértices geodésicos da zona e a existência de eventuais obstáculos que bloqueiem os sinais dos satélites. Toma-se especial cuidado no que se refere a montanhas, edifícios, linhas de alta tensão, antenas, arvoredos altos, etc..

3.3.1.2 Levantamento dos Pontos de Apoio Fotogramétrico

O Levantamento de PF é feito com recurso à tecnologia *Global Navigation Satellite System* (GNSS) de dupla frequência em modo diferencial - *GPS TopCon HiPer*.



O equipamento é constituído por 2 antenas e uma caderneta, e pode ser utilizado de diferentes formas:



- Antena – Base | Antena – Rover

Neste caso, uma das antenas é utilizada como base – estacionada num ponto com coordenadas conhecidas; e a outra é utilizada como *rover*, recolhendo informação dos PF a levantar.

- Bases Fixas permanentes

O recurso a bases fixas permanentes da DGT (ReNEP) ou do IGeoE (S E R V I R²) permite, por outro lado, a utilização das duas antenas como *rover*, o que torna o processo de levantamento de PF mais eficiente.

Em ambos os casos é possível a realização de levantamentos em Pós-processamento (PP) ou em RTK (*Real Time Kinematic*):

- No caso do levantamento em RTK, a informação sobre as bases é recebida em tempo real e as coordenadas finais obtêm-se diretamente, ficando armazenadas na caderneta, em formato .txt.
- Já no caso do levantamento em PP há necessidade, como o próprio nome indica, de processamento da informação em gabinete para a obtenção das coordenadas finais. Os dados ficam armazenados na base (ficheiro da base, formato .tps) e no *rover* (ficheiros dos PF, também formato .tps, sendo que há a criação de um ficheiro por PF), respetivamente.

No caso da utilização de Bases Fixas permanentes os ficheiros da base são obtidos acedendo ao RENEP (IGP) ou ao S E R V I R (IGeoE), via Internet, mediante a utilização de um *username* e respetiva *password*.

Para o projeto está previsto o levantamento em RTK utilizando as bases fixas permanentes da DGT.

² Sistema de Estações de Referência GPS **VIR**tuais (SERVIR) é um serviço que disponibiliza dados para posicionamento em modo *Real Time Kinematic* (RTK), *Differential Global Positioning System* (DGPS) e pós-processamento (PP) recorrendo a uma rede de estações de referência *Global Navigation Satellite System* (GNSS).



Sugestão:

A Geoglobal sugere o levantamento de pontos duplos em toda a área do projeto, ou seja, para cada ponto planejado, são coordenados dois pontos independentes, distando entre si não mais de 100m. Esta prática permite, não só um elevado nível de controlo de qualidade da coordenação efetuada em campo, como a possibilidade de posterior escolha do ponto mais fiável e de mais fácil identificação, aumentando assim a precisão de todo o processo de aerotriangulação.

3.3.1.3 Processamento

O processamento é realizado, apenas, quando o levantamento é feito em PP. Neste caso, o processamento é realizado com recurso ao *software TopConTools*, havendo necessidade de introduzir a informação sobre as estações de referencia (bases) utilizadas (ficheiros .tps da base, se levantamento em modo antena – base; ou ficheiros RINEX, se levantamento com recurso às bases fixas permanentes).

Já no que se refere ao levantamento em RTK é apenas necessário acrescentar, à altura obtida no ficheiro de saída (cota do PF no terreno), a altura entre o terreno e o ponto, de forma a obter-se a cota do PF, esta será a cota do elemento que se pretende coordenar como PF: por exemplo uma esquina de construção:

$$\text{Cota}_{PF} = \text{Cota}_{\text{terreno}} + \text{distância terreno ao ponto}$$

3.3.1.4 Controlo de Qualidade

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

- Obtenção de um universo de PF duas vezes maior do que o necessário, com consequências relevantes nos trabalhos subsequentes, na medida em que possibilita:
 - Exclusão dos PF que não permitem a sua leitura objetiva nas imagens aéreas;



- Utilização como *Ground Control Points* (observações ativas na triangulação aérea) dos PF que apresentam os menores resíduos na fase prévia de triangulação aérea;
- Utilização de PF como *Check Points* (observações passivas na triangulação aérea) do processo de ajustamento por Triangulação Aérea.

3.3.2 Conclusão da Fase

Esta fase fica concluída com a entrega do relatório de execução da fase e dos seguintes produtos intermédios:

- i. Gráfico de triangulação da rede de apoio fotogramétrico, e da situação dos pontos irradiados, projetado sobre folhas da carta 1:25 000, em formato .dwg e .shp;
- ii. Registos dos trabalhos de observação executados para o apoio fotogramétrico;
- iii. Croqui com fotografia e descrição com indicação das respetivas coordenadas de cada PF (fichas de PF, ver sugestão em baixo) e Vértice Geodésico (VG), em formato .pdf;
- iv. Ficheiros com o processo de cálculo de todos os pontos;
- v. Ficheiro de texto em modo ASCII com uma listagem dos VG e dos PF e respetivas coordenadas.



Sugestão:

 FICHA DE PONTO FOTOGRAMÉTRICO Versão: 0 Data de Levantamento: 22/05/09 	
PROJECTO: Associação de Municípios do Oeste	
Fotografia do PF 	IDENTIFICAÇÃO Ponto: PF1050 Concelho: Torres Vedras Localidade: Ventosa COORDENADAS Sistema de Coordenadas: Hayford Gauss, Datum 73 Meridiana: -100002.987 Perpendicular: -50703.127 Cota no ponto: 43.579 (em metros) Cota no terreno: 41.579 (em metros) Equipamento: Receptores GPS de dupla frequência – leitura em pós-processamento
Criar o Ponto 	Direção/Observações adicionais Canto da cobertura Informação adicional Altura Antena: 2.10 (em metros) Altura Ponto: 2.10 (em metros)

Figura 11. Modelo de Ficha de PF



3.4 Triangulação Aérea

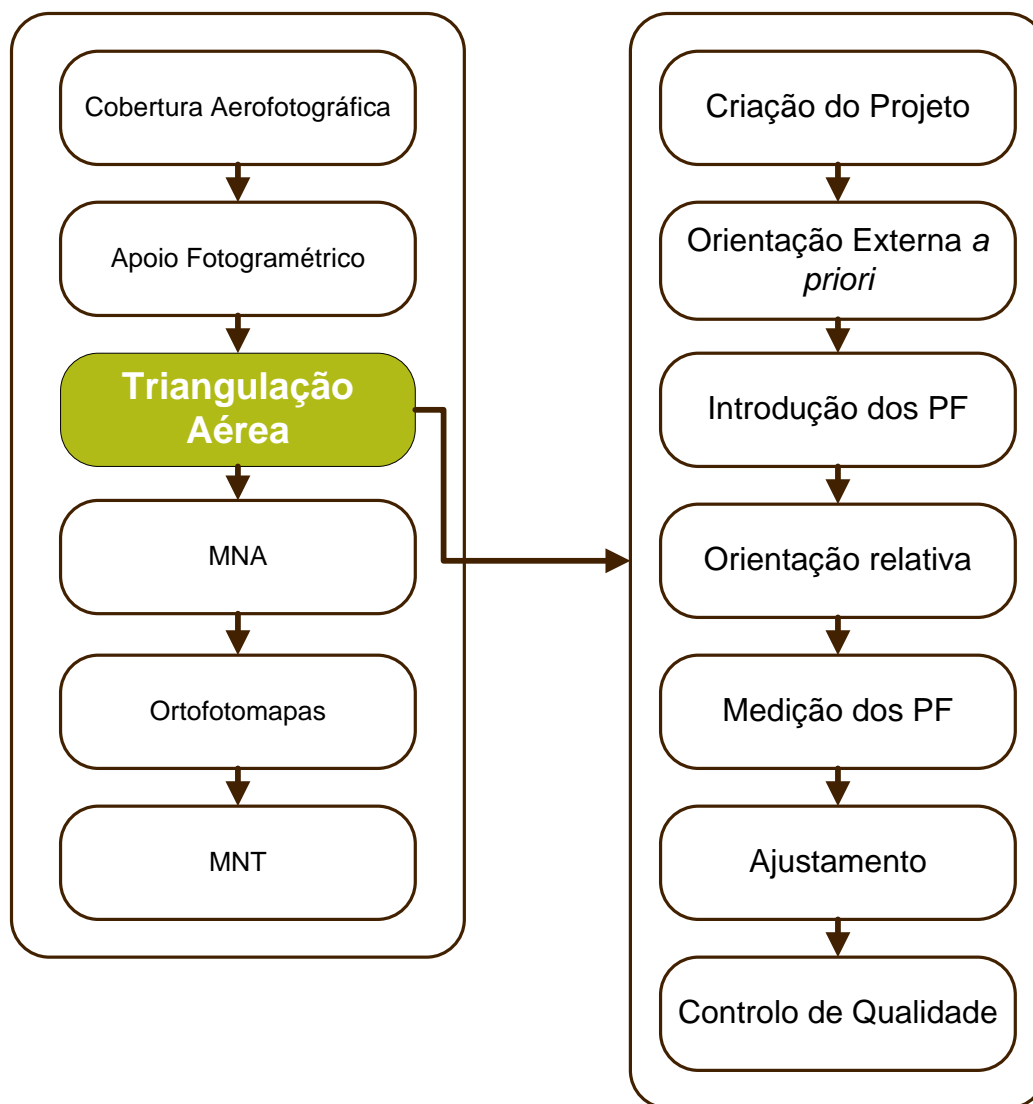


Figura 12. Fases do Projeto – Triangulação Aérea

Para a triangulação aérea estão definidos os seguintes requisitos técnicos:

- EMQ das coordenadas compensadas dos pontos aerotriangulados inferior a 0,10 m em cada uma das coordenadas planimétricas, e 0,17 m em altimetria;
- Desvio padrão em cada ponto não pode ser superior 0,26 m nas coordenadas planimétricas, nem superior a 0,36 m em altimetria;



- Desvio padrão *a posteriori* da unidade de peso deve ser melhor que 0,15 m em cada uma das coordenadas M e P e 0,20 em altimetria, ou 0.015 mm na imagem.
- Utilização de vértices geodésicos existentes na área de trabalho, e que apareçam bem identificados na fotografia aérea, como pontos de verificação. As suas coordenadas, resultantes do processo e cálculo de compensação, são comparadas com as coordenadas oficiais para controlo desse processo;
- Inadmissíveis diferenças superiores a 0,30 em planimetria e 0,35m em altimetria, entre as coordenadas dos pontos de verificação apuradas no respetivo processo de verificação e as correspondentes coordenadas determinadas pela aerotriangulação.

3.4.1 Metodologia

O processo de triangulação aérea destina-se à determinação dos parâmetros de orientação externa e absoluta das imagens aéreas e será realizado por processos de fotogrametria digital.

O processo de triangulação aérea implica uma sucessão de passos, que se descrevem de seguida:

1. Criação do projeto

- Introdução das características relevantes da câmara, nomeadamente:
 - Identificação da câmara e
 - Dados de calibração, distância focal, dimensão da foto e distorção radial média.
- Introdução dos parâmetros de orientação externa *a priori*. Ou seja, são introduzidas as coordenadas dos centros de projeção das imagens, obtidas por GPS durante o voo. A utilização dos centros de projeção obtidos por GPS/INS permite uma boa aproximação inicial na marcação dos PF.

2. Orientação relativa - medição de pontos de ligação e de passagem – orientação relativa

Passa-se à fase de orientação relativa através da medição automática de pontos de ligação e de passagem, pontos no terreno identificados em duas ou mais fotografia, ou seja, é criada uma rede



de pontos que permite relacionar as imagens entre si. Este processo é feito automaticamente pelo *software*, de forma muito rápida e com elevada taxa de sucesso.

3. Introdução e Marcação dos PF

São então introduzidos os pontos fotogramétricos através da leitura do ficheiro contendo a listagem de pontos e a sua caracterização: número identificativo do ponto e respetivas coordenadas X, Y, Z.

De seguida faz-se a marcação (identificação) do ponto fotogramétrico recolhido no campo nas imagens correspondentes.

No sentido de aumentar, tanto quanto possível, a redundância de observação PF serão marcados em todas as imagens onde seja feita a sua identificação, desde que:

- Estejam afastados dos bordos das imagens, onde as distorções radiais são mais acentuadas;
- Sejam perfeitamente identificáveis e não estejam cobertos por elementos rebatidos.

4. Ajustamento de Observações

Uma vez identificados e medidos os pontos fotogramétricos, dá-se início à aerotriangulação. O processo de aerotriangulação é numérico, recorrendo a um ajustamento pelo método dos mínimos quadrados robustecidos e incorporando os parâmetros de orientação externa, introduzidos *a priori*.

O resultado desta triangulação é visualizado e analisado. Em função dos valores obtidos é feito um reajustamento sucessivo até se obterem valores dentro da tolerância pretendida. Este reajustamento pode passar pela remarcação (marcação mais afinada), eliminação ou introdução de novos pontos.

A triangulação aérea só se encontra concluída quando os resultados obtidos permitem a obtenção de valores condizentes com a precisão pretendida.



3.4.1.1 Controlo de Qualidade

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

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

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

3.4.2 Conclusão da Fase

Esta fase fica concluída com a entrega do relatório de execução da fase e dos seguintes produtos intermédios:

- i. O gráfico índice, com as fiadas, posição aproximada de todos os pontos envolvidos na triangulação, em formato .dwg e .shp;
- ii. O ficheiro de texto em modo ASCII com a listagem das coordenadas compensadas;
- iii. O ficheiro de texto em modo ASCII com a listagem com os dados estatísticos da compensação em bloco, incluindo os resíduos em todos os pontos, resultante do programa de triangulação aérea.

3.5 Modelo Numérico Altimétrico

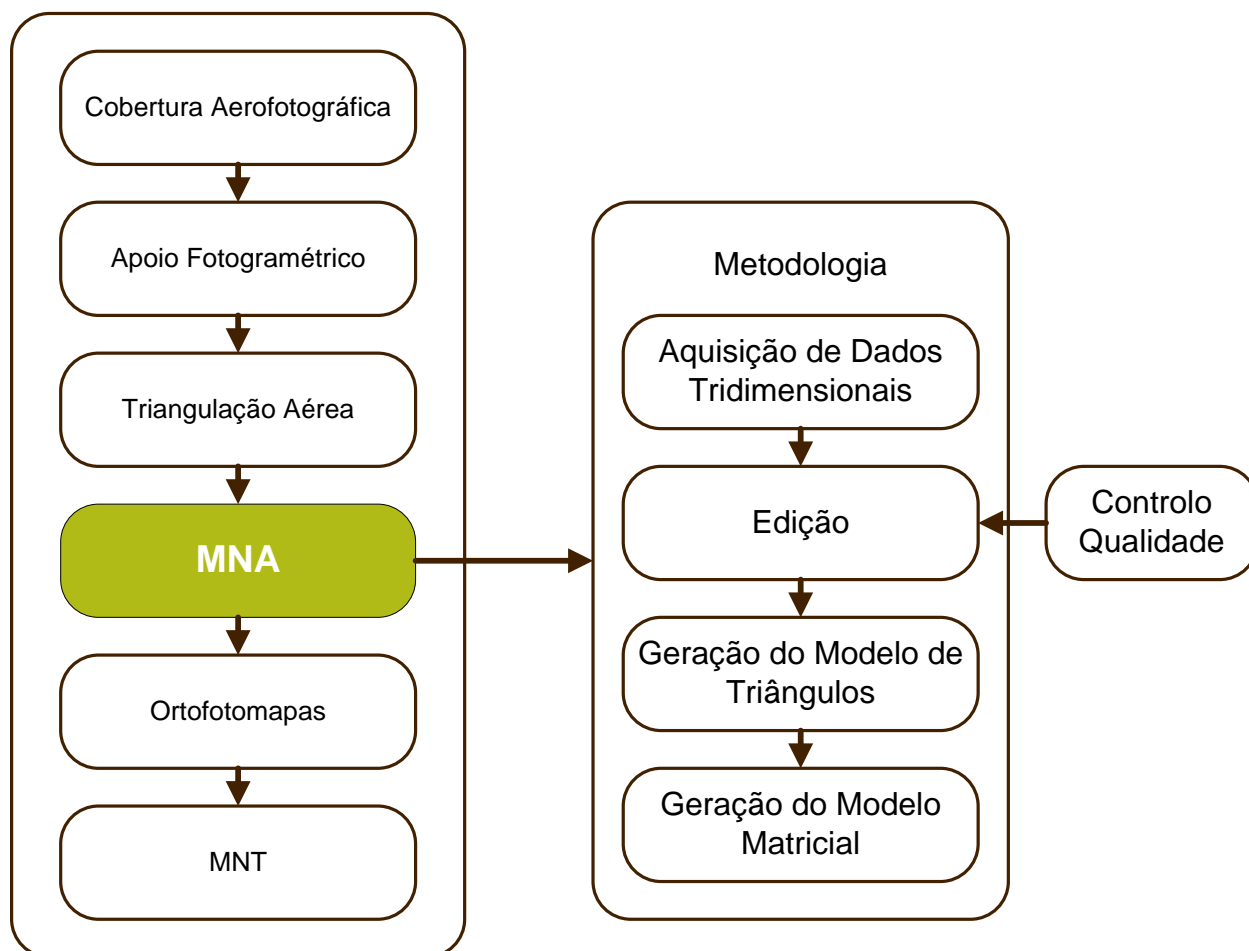


Figura 13. Fases do Projeto – MNA

Para a execução do modelo numérico altimétrico estão definidos os seguintes requisitos técnicos:

- Resíduos em todos os pontos coordenados inferiores a 0,25 m em planimetria e 0,30 m em altimetria;
- Equidistância das curvas de nível de 2 metros;
- EMQ da altimetria das curvas de nível e de outros elementos lineares tridimensionais inferior a 0,4 m;



- A amostra representativa de pontos das curvas de nível de um ficheiro e dos outros elementos lineares, ao ser confrontada com valores obtidos por observações fotogramétricas de grande precisão, não pode diferir em mais de 0,65 m em 90% desses pontos.
- EMQ das cotas dos pontos cotados é inferior a 0,25 m;
- 90% de uma amostra representativa de pontos cotados, ao ser confrontada com valores de grande precisão, não pode apresentar discrepâncias superiores a 0,40 m;
- Os dados altimétricos representados pelos ficheiros matriciais não podem apresentar 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.

3.5.1 Metodologia

O processo de geração do modelo numérico altimétrico (MNA) tem início com a restituição fotogramétrica tridimensional. Esta tem por objetivo constituir ficheiros gráficos tridimensionais com a informação e estrutura definidas no catálogo de objetos.

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

3.5.1.1 Aquisição de Dados Tridimensionais

A aquisição de dados tridimensionais, ou restituição fotogramétrica tridimensional, é a fase de desenho em *software* de fotogrametria dos elementos visíveis nas imagens aéreas que conduz à obtenção de um ficheiro digital, vetorial, tridimensional, composto pelos elementos a cartografar.

Esta faz-se diretamente sobre os modelos estereoscópicos orientados absolutamente, com recurso a estações de restituição fotogramétrica.

Como resultado obtêm-se ficheiros de estereominutas, em formato IGDS (dgn).



Sugestão:

A Geoglobal, com base na sua vasta experiência em projetos de cartografia multicodificada, construiu uma metodologia específica para a execução de projetos desta natureza, tendo desenvolvido métodos e aplicações que otimizam as diversas fases do processo.

O resultado é uma metodologia perfeitamente integrada e inteiramente focada na qualidade do produto final, garantindo tanto a consistência geométrica, semântica e topológica da informação; como a conformidade posicional e de conteúdo da completagem.

A Geoglobal sugere, portanto, a utilização desta metodologia, desde a fase de restituição tridimensional à geração do MNTC.

Por esta razão, todo o processo de aquisição tridimensional é construído tendo por objetivo a sua posterior integração nos *softwares* da Geoglobal.

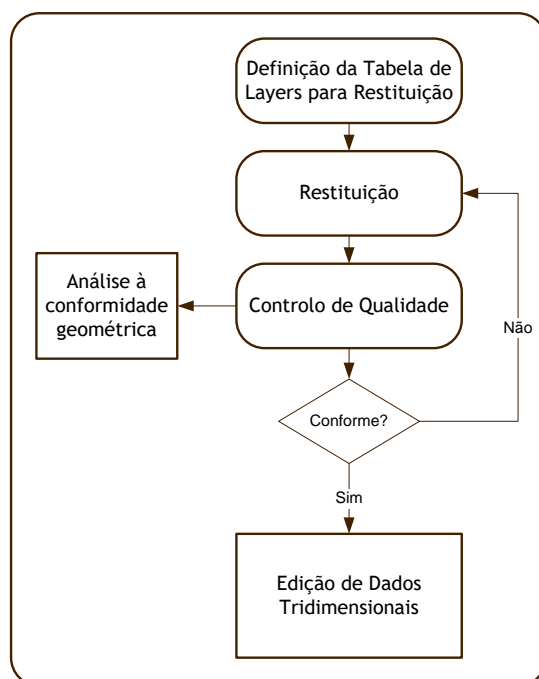


Figura 14. Processo de Aquisição de Dados Tridimensionais



O processo de restituição tem início com a definição de uma tabela de *layers* de restituição que simplifica o processo de aquisição em fase de restituição, sem prejuízo da informação e sua estruturação. Esta tabela é definida pelo seguinte catálogo de objetos a restituir em ambiente de estereofotogrametria:

Layer	Descrição	Objeto	Cor
1	Construções		0
2	Muros de Suporte	Muro Suporte de Alvenaria	4
		Muro Suporte de Pedra Solta	199
3	Muros	Muro de Alvenaria	48
		Muro de Pedra Solta	102
4	Sebes	Sebe ou Valado	95
5	Vedações	Vedação de Arame	116
7	Hidrografia		169
9	LSEN		43
10	Socalco	Aterro/Desaterro	6
		Socalco topo e Socalco base	174
11	Rochas, Dunas e Areias		251
13	Agricultura (limite de cultura)		50
14	Vias		123
16	Lazer		46
19	Ponte_Temp		41
20	Tanques, poços, Lago de		149
22	Água Inf		30
24	Água Temp		179
25	Canais, Valas, Regadeiras e Aquedutos	Canais	5
		Valas	10
		Aqueduto das Vias	24
		Aqueduto Superficial	7
		Aqueduto Subterrâneo	55
		Aqueduto Sobre Arcadas Ou Pilares	23
26	Túnel		135



<i>Layer</i>	<i>Descrição</i>	<i>Objeto</i>	<i>Cor</i>
28	Via Inf		148
29	Eixo Inf		14
31	LIEA		46
33	Via Sup		147
34	Eixo Sup		122
36	Túnel temp		186
46	Fecho de Vias		145
47	Pontes		20
50	LIEN		44
51	LSEA		49
54	Eixos de via		206
1	Chaminé de Fábrica		64
43	Pontos Cotados		237
48	Cabos de Alta Tensão		249
44	<i>Breaklines</i>		235
6	Ponto cotado mais alto do edifício (CUMIEIRA)		4
30	Limite Área de trabalho		88

Tabela 4. Exemplo de uma Tabela de Layers para Restituição

Para além desta simplificação, são definidas as hierarquias de restituição dos diversos elementos da tabela, em função da sua importância no terreno:

- Os primeiros elementos a serem restituídos são os que vão dar origem ao MNA, nomeadamente todos os elementos que definem o terreno:
 - Hidrografia, com garantia da monotonia decrescente;
 - Limite Superior do Escarpado natural e/ou Artificial;
 - Limite inferior do Escarpado natural e/ou Artificial;
 - Aterro/Desaterro;
 - Socalco;
 - Pontos cotados;



- Linhas de quebra (estas são restituídas de forma isolada e independente, não servindo para fechar qualquer tipo de área. A sua função limita-se a garantir a geração de curvas de nível coerentes com o terreno).
- Seguidamente são restituídos os restantes elementos, de acordo com a seguinte hierarquia:
 - Construções
 - Tanques e poços (se mais de 20 m²)
 - Muros de Suporte
 - Muros
 - Sebes
 - Vedações
 - Túneis
 - Pontes
 - Rochas, Dunas e Areias
 - Lazer
 - Vias
 - Agricultura
- Os restantes elementos da tabela de *layers* não estão sujeitos a uma hierarquia específica, pois servem para fecho de áreas ou ligação de elementos.

A recolha dos elementos é feita sem duplicação de linhas, na medida em que a mesma linha pode desempenhar funções diferentes no terreno. Daí a importância da hierarquia definida, pois é essencial à manutenção da congruência dos dados.

Os dados tridimensionais assim obtidos são, então, sujeitos a controlo de qualidade.

Nesta fase, e atendendo à particularidade de este projeto requerer informação referente à cota máxima do edificado, serão ainda recolhidas as cotas dos edifícios, respeitando assim este requisito.

3.5.1.2 Controlo de Qualidade

Nesta fase são efetuados controlos de qualidade, tanto ao nível do posicionamento dos elementos restituídos, como ao nível da sua hierarquia e organização (elementos colocados nos níveis corretos), omissão e comissão (sem prejuízo da posterior completagem de campo).



São ainda produzidas curvas de nível automáticas, provisórias, tendo por objetivo a análise da omissão e comissão de elementos definidores do terreno. Sempre que necessário são corrigidas as situações, com restituição de novos elementos, ou exclusão de elementos perturbadores da correta representação do terreno.

Pretende-se assim garantir, por um lado, as precisões estipuladas no caderno de encargos; e por outro, a correta descrição do terreno, tendo em conta a escala e o catálogo de objetos correspondente. Obtém-se assim, já na fase de restituição, um produto conforme do ponto de vista geométrico e de conteúdo.

3.5.1.3 Edição dos Dados Tridimensionais – controlo de qualidade contínuo

Para além das edições efetuadas ainda em fase de restituição são realizadas, nesta fase, um conjunto de ações que visam garantir a continuidade e consistência topológica dos dados.

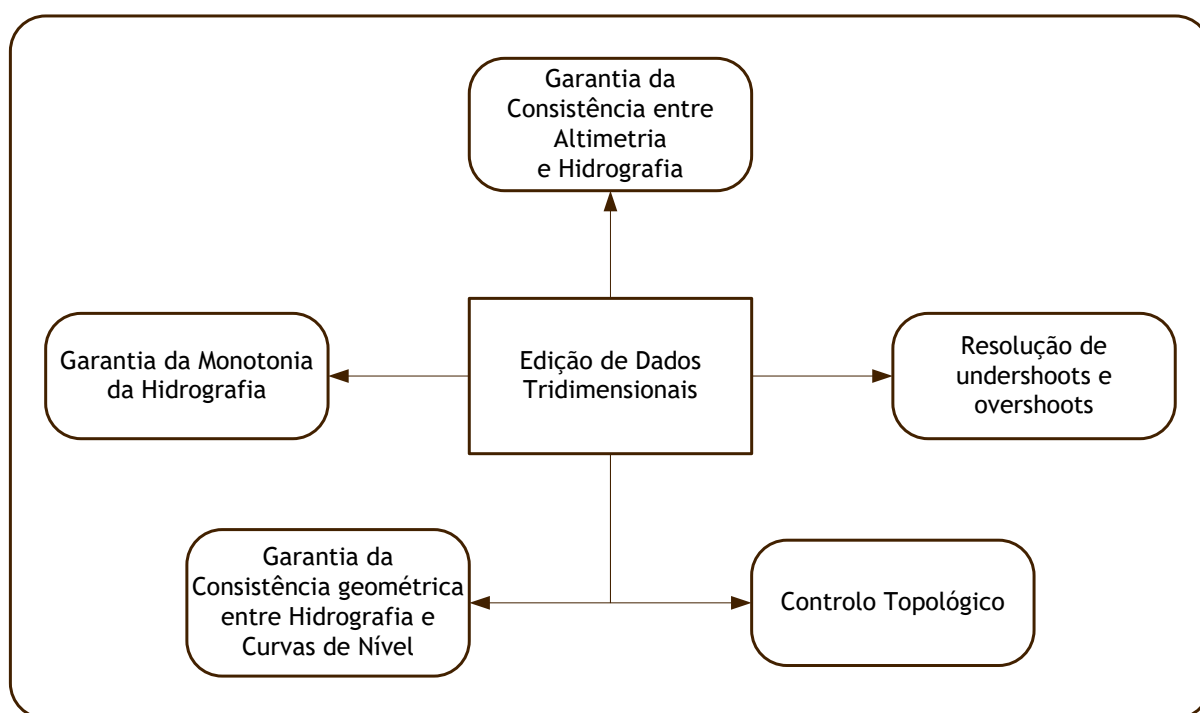


Figura 15. Edição de Dados Tridimensionais

Os dados, ainda em formato .dgn, são sujeitos às seguintes rotinas, que correm em ambiente *MicroStation*:

- *Mrfclean*



- *Mrfflag*

Estas rotinas permitem a identificação e correção semi-automática (em função da tolerância definida pelo operador) de descontinuidades - *undershoots* e *overshoots*; e a integridade topológica dos dados.

São ainda efetuadas edições à hidrografia, de forma a garantir a sua monotonia decrescente; e analisado o comportamento das curvas de nível – geradas automaticamente - em relação aos elementos caracterizadores do terreno e hidrografia.

Para ambos os elementos garante-se a precisão exigida no caderno de encargos, recorrendo às macros do IGP, também em ambiente *MicroStation*:

- Monotonia
- Int_alt_hid
- Inflexões

Os ficheiros de aquisição dos dados tridimensionais são sucessivamente editados e corrigidos, até serem considerados aceites por estas rotinas.

3.5.1.4 Geração do Modelo de Triângulos

Os elementos que vão dar origem ao MNA (à exceção das *breaklines*), já devidamente editados, são então extraídos dos ficheiros tridimensionais. É gerado o modelo de triângulos, com cobertura de uma área correspondente à área a cartografar mais a área prevista para buffer que neste caso é uma faixa envolvente com a largura de 200 m.

Na geração da malha de triângulos é utilizada a aplicação *DTMWorks*, em ambiente *MicroStation*. Como resultado obtemos os ficheiros vetorial de triângulos irregulares em formato .tin.

3.5.1.5 Geração do Modelo Matricial

O modelo matricial deriva do modelo de triângulos, resultando da interpolação bilinear, com um espaçamento de 4 metros, em M e em P.



SW Geoglobal:

Esta interpolação é efetuada com recurso a uma aplicação desenvolvida pela Geoglobal, o *software* CrialGDS, que permite a criação do modelo matricial, tendo como input ficheiros .dgn ou .asc de malha irregular e, como output, os ficheiros em formato IGDS e ASCII, com malha regular. Este *software* tem a enorme vantagem de produzir ficheiros segundo o seccionamento oficial (ou outro), com garantia da manutenção das ligações entre ficheiros:

Figura 16. Ambiente Utilizador do *software* CrialGDS

3.5.2 Conclusão da Fase

Esta fase fica concluída com a entrega do relatório de execução da fase e dos seguintes produtos intermédios:



- i. Ficheiro correspondente ao modelo de triângulos do bloco em causa, designado de acordo com o estipulado no Anexo A;
- ii. Ficheiro matricial em modo ASCII com a grelha de cotas por cada folha.



3.6 Ortofotocartografia

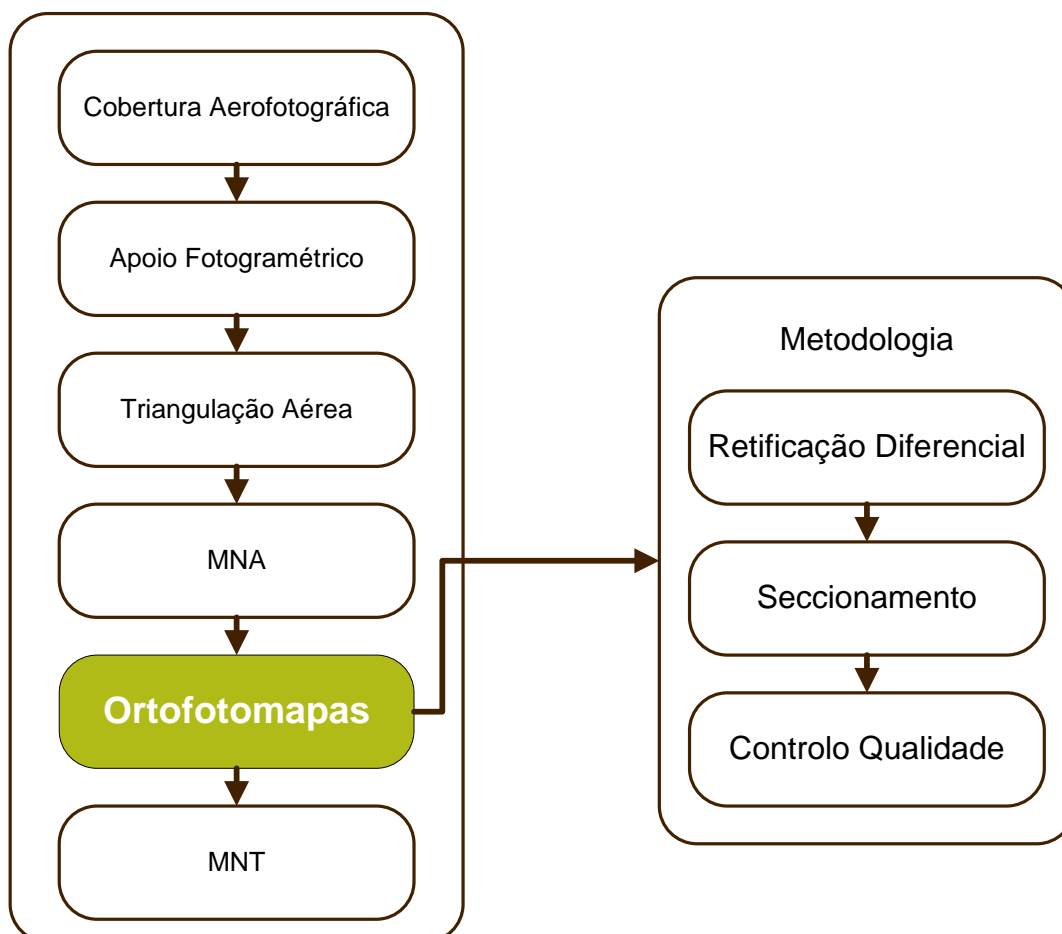


Figura 17. Fases do Projeto – Ortofotocartografia

Esta fase, não obstante, não resultar em produtos intermédios objeto deste projeto, faz parte da cadeia de produção da Geoglobal e irá ser mantida pois os produtos daqui resultantes servem de apoio a todas as fases de trabalho subsequentes.

Para a produção de ortofotocartografia estão definidos os seguintes requisitos técnicos:

- Seccionamento segundo série ortofotocartográfica nacional 1:2 000;
- Resolução espacial definida por um pixel de 0,10 m;
- Resolução radiométrica: 8 bits (256 tons) por cada banda espectral;



- A imagem ortorretificada resultante, se a cores, corresponde a uma composição colorida definida pelas 3 bandas espectrais correspondentes ao azul, verde e vermelho.
- Os ortofotos obtêm-se por extração de um mosaico onde previamente se procedeu às operações de compensação radiométricas, de filtragem e outras consideradas aconselháveis, para garantir a homogeneidade de brilho, contraste e nitidez em todos os ortofotomapas.
- EMQ dos pormenores topográficos inferior a 0,30 m em planimetria;
- 90% dos pontos não pode apresentar desvios planimétricos superiores a 0,45 m quando confrontados com os valores obtidos por observações de grande precisão.

3.6.1 Metodologia

A produção de ortofotomapas digitais decorre da retificação diferencial das imagens aéreas. Como *inputs* são utilizados, para além das imagens digitais, a respetiva aerotriangulação e o modelo digital do terreno da área, adaptado para o efeito no que se refere a pontes, viadutos e outros elementos cuja representação exige atenção especial, em função da sua estrutura elevada.

3.6.1.1 Seccionamento

Os Ortofotomapas finais segundo o seccionamento ortofotocartográfico especificado são igualmente produzidos tendo como *inputs* as imagens ortorretificadas, o enquadramento oficial e as *seamlines*.

As *seamlines* são linhas que atravessam a zona de sobreposição das imagens ortorretificadas e que definem a área de aproveitamento de cada imagem. O seu desenho é feito de forma a garantir a utilização da zona mais ortogonal da imagem, ou seja, a área central de cada imagem onde existe menor distorção radial. Com este processo garante-se que o ortofoto final, em toda a sua área, está ortorretificado, estão minimizados os rebatimentos radiais dos edifícios e não há distorções de imagem.

É ainda de salientar a utilização da opção de *blending* que torna praticamente invisíveis as *seamlines*, não se percebendo a zona de transição entre duas imagens.



3.6.1.2 Controlo de Qualidade

Os ortofotos são sujeitos a um controlo de qualidade visual a fim de se detetarem eventuais incorreções, seja por arrastamento devido à utilização de áreas limítrofes de uma imagem ortorretificada, falta de informação (*seamline* mal definida) ou necessidades eventuais de edição do modelo digital terreno.

Todas as situações detetadas são alvo de correção.

3.7 Modelo Numérico Topográfico

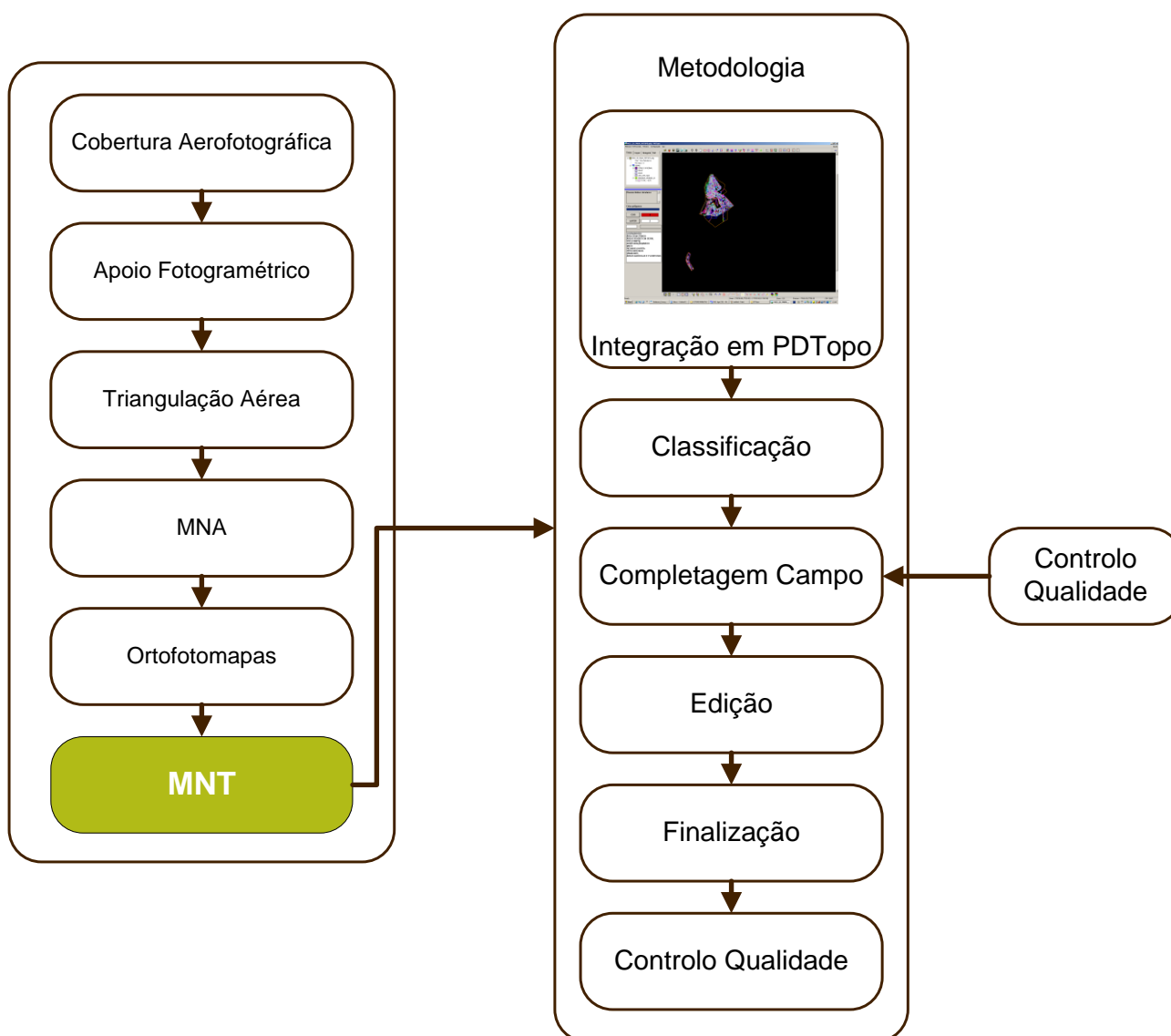




Figura 18. Fases do Projeto – MNT

Para o modelo numérico topográfico estão definidos os seguintes requisitos técnicos:

- EMQ de VG e PF igual a 0 metros;
- EMQ de elementos obtidos por processos fotogramétricos, topográficos e/ou digitalização menor ou igual a 0,30 metros;
- 90% de uma amostra representativa dos elementos restituídos tem de apresentar desvios planimétricos inferiores a 0,45 m quando comparada com os mesmos pontos obtidos por métodos de grande precisão;
- Completude: erros de omissão e de comissão (excesso), quer na globalidade, quer por domínio, inferiores a 5%;
- Classificação: erros, quer na globalidade, quer por domínio, inferiores a 5%;
- Ausência de erros de representação gráfica, designadamente, de caracterização gráfica, descontinuidades, fechos de áreas ou duplicação de elementos gráficos.

3.7.1 Metodologia

O modelo numérico topográfico (MNT) é constituído por informação topográfica, planimétrica e altimétrica, em modo numérico, multicodificada, caracterizada graficamente e estruturada de acordo com as especificações do caderno de encargos, para a escala do projeto.

SW Geoglobal:

A Geoglobal desenvolveu uma metodologia própria para a produção de ficheiros multicodificados. Esta metodologia pressupõe uma sequência de processos, cuja sucessão implica a validação da etapa anterior. Estes processos são realizados e controlados, em grande parte, por uma aplicação desenvolvida pela Geoglobal que controla as etapas de multicodificação – o *software* PDTopo.

3.7.1.1 Integração em PDTopo

O PDTopo é um *software* de multicodificação por excelência, adaptável a qualquer catálogo de objetos, por recurso a uma tabela de conteúdos editáveis, de acordo com as especificações do projeto.

Associada ao PDTopo existe ainda uma tabela de *layers*, conforme a tabela utilizada no processo de aquisição de dados tridimensionais.

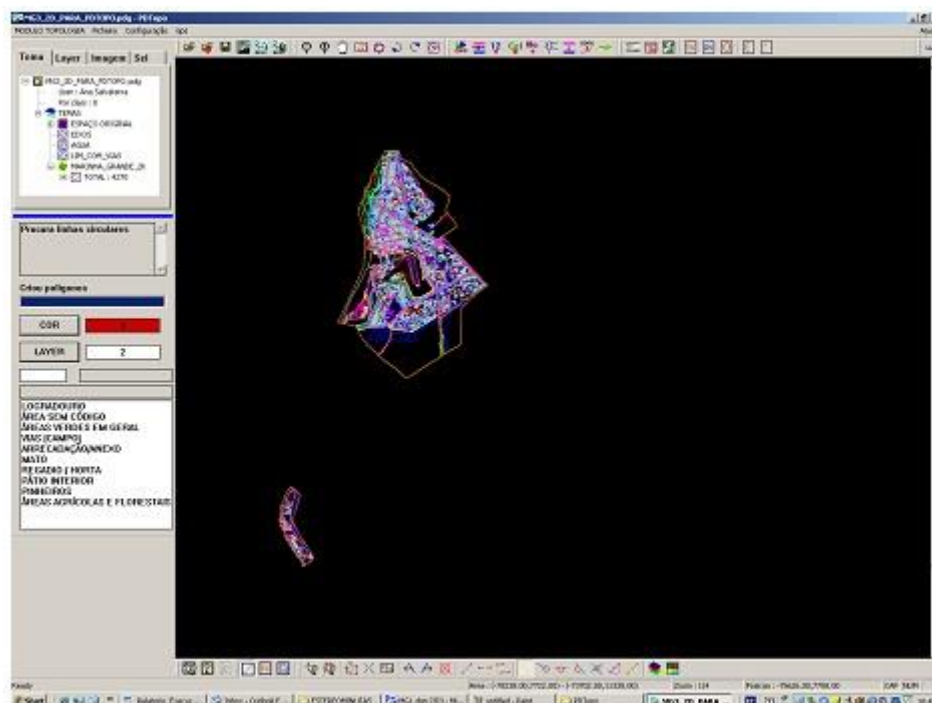


Figura 19. Ambiente Utilizador do software PDTopo

A integração dos ficheiros resultantes da estereorestituição é feita de forma direta, com a criação de ficheiros em formato .pdg. Esta integração, ao estabelecer a ligação entre catálogo de objetos e tabela de restituição, permite a aquisição automática e imediata de alguns códigos, nomeadamente os elementos lineares cuja descrição corresponde a um único objeto.

3.7.1.2 Classificação

O PDTopo mantém a independência topológica dos elementos. No entanto, o processo de classificação baseia-se no conceito virtual de transformação de todos os elementos em áreas. A classificação incide, precisamente, na atribuição de um ou mais códigos a cada uma dessas áreas. Desta forma obtêm-se elementos lineares com multicodificação.



Figura 20. Exemplo de Classificação - PDTopo

Na figura temos então uma área, constituída por vários elementos lineares, que podem ter, logo à partida, classificação própria, e que adquirem o código de classificação da área que contornam. Cada linha vai adquirindo, assim, tantas classificações quantas funções desempenhar no terreno.

Em concreto, considerando a linha roxa e admitindo que ela foi restituída como vedação, ao atribuímos o código de 'área verde em geral' ao polígono delimitado e 'mata' à área adjacente, esta linha irá receber os códigos de 'vedação', 'área verde em geral' e 'mata', ficando assim multicodificada.



Em termos operacionais, o *software* permite a identificação dos polígonos sem classificação. À medida que os códigos vão sendo introduzidos, o *software* passa automaticamente para o próximo polígono sem código.

O *software* vai, também, registando os códigos de utilização mais frequente, disponibilizando esses códigos de forma direta para mais fácil atribuição pelo operador.

Esta fase de classificação é feita em gabinete, por fotointerpretação. Todos os códigos atribuídos são posteriormente validados e completados na fase de completagem de campo.

3.7.1.3 Completagem de Campo

A fase seguinte é a completagem de campo. Os trabalhos de campo visam assegurar:

- O levantamento e interpretação dos pormenores topográficos não visíveis, ou de duvidosa identificação, na fotografia aérea;
- Determinação dos dados altimétricos e hidrográficos que não foram recolhidos no processo de restituição fotogramétrica;
- A resolução de dúvidas de classificação, levantadas em gabinete;
- O controlo de omissões e comissões resultantes da classificação em gabinete;
- Aquisição de dados só identificáveis *in situ*, tais como toponímia.

Para este projeto está ainda previsto o levantamento de outras camadas adicionais de informação, para além da cota máxima dos edifícios, adquirida na fase de restituição fotogramétrica, nomeadamente:

1. Levantamento de sarjetas, tampas de visita, passadeiras e semáforos;
2. Levantamento dos números de polícia, em texto, representados no local do número;
3. Levantamento da toponímia dos arruamentos associada a eixos de via, que por sinal já faz parte do catálogo de objetos.



3.7.1.4 Aquisição de Informação

3.7.1.4.1 Levantamento Topográfico

O levantamento de sarjetas e tampas de visita será feito por topografia. Será feito o levantamento topográfico dos seguintes pontos de referência:

- Câmaras - xyz ao centro da tampa na superfície exterior;
- Sarjetas - xyz ao centro da tampa na superfície exterior.

O levantamento destes elementos será feito de forma semelhante ao levantamento de pontos fotogramétricos, ou seja, com recurso à tecnologia *Global Navigation Satellite System* (GNSS) de dupla frequência em modo diferencial utilizando o GPS *TopCon HiPer*, com leituras em RTK utilizando as bases fixas permanentes da DGT.

3.7.1.4.2 Levantamento Fotográfico

As visitas ao campo são complementadas com o levantamento fotográfico integral da área de trabalho.

Este levantamento é feito com um outro *software* integralmente desenvolvido pela Geoglobal – o Geofoto:

SW Geoglobal:

O Geofoto é uma aplicação de *Mobile Mapping* desenvolvida pela Geoglobal que permite a realização de fotografias georreferenciadas de alta resolução à medida que a viatura se desloca no terreno. Este levantamento permite, numa fase posterior e já em gabinete, a recolha de atributos georreferenciados com base na sua identificação nas fotografias.

O processo passa pela instalação – no tejadilho da viatura – de uma estrutura onde se fixam câmaras fotográficas e um GPS diferencial que, por sua vez, se encontram ligados a um portátil que controla toda a operação por via do Geofoto.



Podem utilizar-se até 4 câmaras (esquerda, direita, frente e trás), sendo que o seu número e orientação pode ser adaptado em função dos atributos a recolher.



Figura 21. Estrutura do Geofoto onde se fixam as Câmaras e o GPS

O levantamento fotográfico por Geofoto passa, numa primeira fase, pelo planeamento, em gabinete, do traçado a percorrer e respetiva otimização de percursos. Pretende-se que a viatura percorra toda a área de trabalho com o menor número de repetições de percursos possível.

Dependendo do tipo de estrada e dos atributos a levantar, a viatura percorrerá todas as vias onde foi programada a sua passagem, a uma velocidade que andaré próxima dos 30Km/h.

Posteriormente é feito um catálogo fotográfico georreferenciado de todas as vias percorridas. Este catálogo é acedido pela aplicação Geofoto de gabinete que permite a criação de pontos a partir da identificação de determinado objeto nas fotografias. Em simultâneo pode preencher-se, para cada ponto, os campos que caracterizam esse mesmo objeto, de acordo com um modelo de dados previamente definido.

Os pontos gerados passam a ser visíveis no ambiente de trabalho.

Ou seja, o *software* integra funcionalidades de visualização de fotografias e navegação ao longo dos vários percursos levantados em campo; de criação de informação alfa-numérica georreferenciada; e ainda funcionalidades de visualização de várias fontes de informação cartográfica:

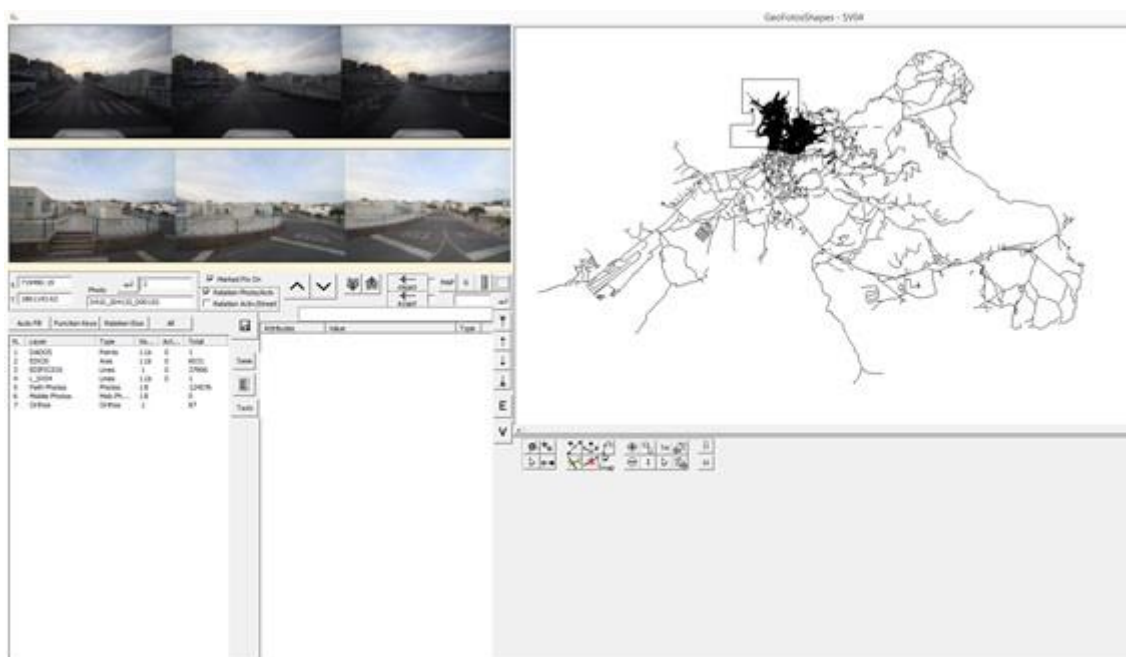


Figura 22. Ambiente Utilizador do Geofoto de Gabinete

Para este efeito, o ambiente de trabalho divide-se em 3 áreas principais:

- Área das Fotografias:

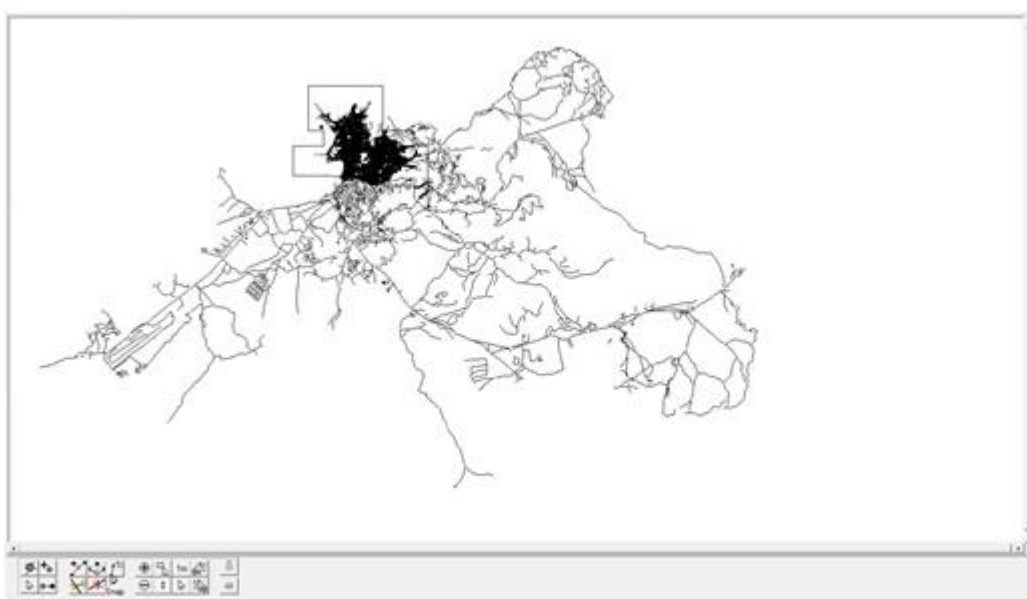




Nesta área podemos navegar de fotografia em fotografia bastando, para o efeito, arrastar as fotografias com a ajuda do rato, clicando no botão do lado esquerdo.

Na linha de cima temos as fotografias da vista frente (que se podem alternar com a vista trás) e, em baixo, as fotografias da vista direita (que se podem alternar com a vista esquerda). A direcção das vistas depende da direcção do andamento da viatura aquando da realização das fotografias.

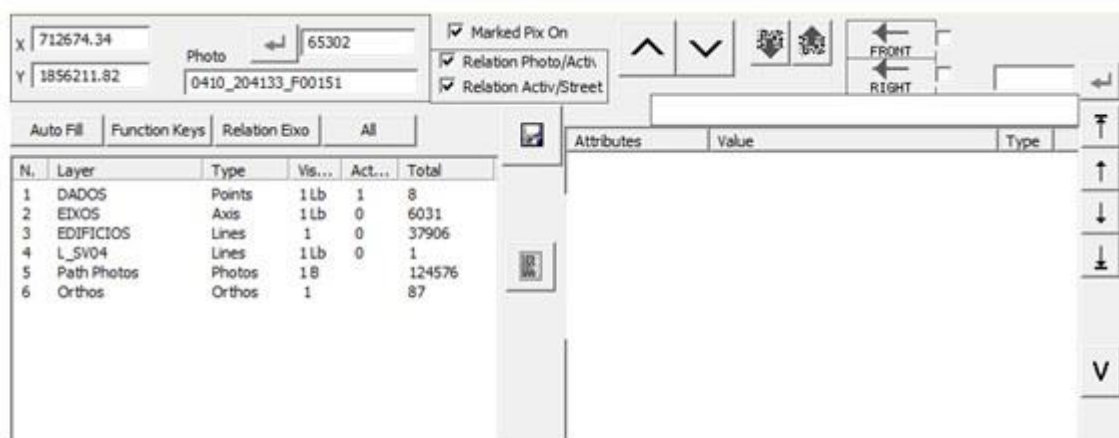
- Área da Cartografia



Esta é a área onde se podem visualizar todas as camadas de informação introduzidas no projeto.

- Área das Funcionalidades e Introdução de Dados

Esta área reúne tanto os vários botões funcionais do *software* como a área de introdução de dados na *shape* ativa.



A identificação de um determinado objeto em duas fotografias permite a criação de um ponto com a localização desse mesmo objeto:

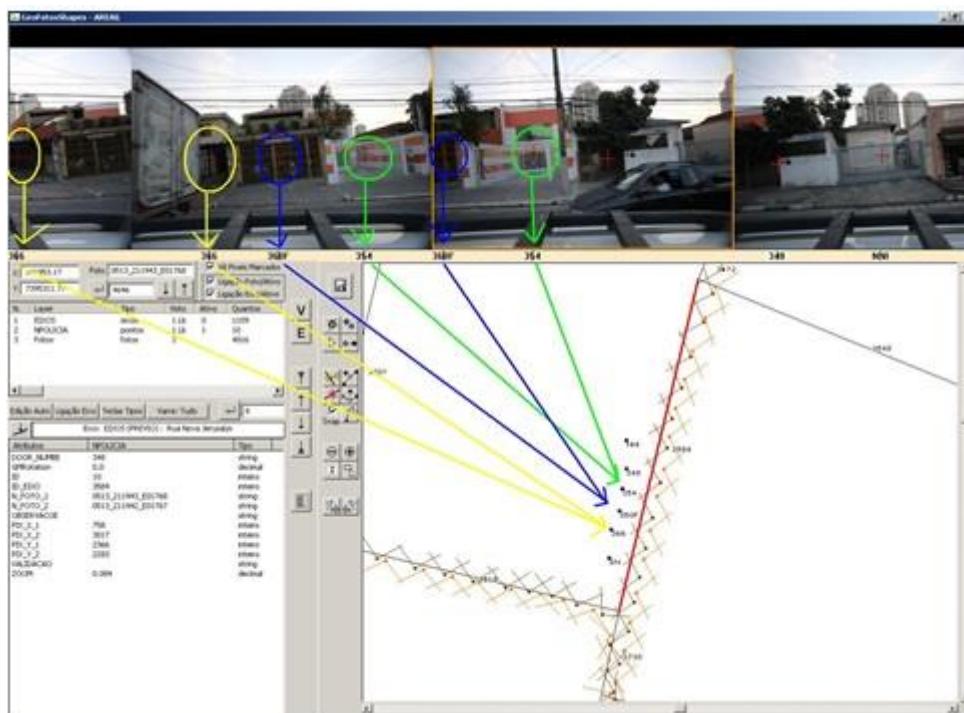


Figura 23. Exemplo de Georreferenciação através do Geofoto

No âmbito do projeto em questão, este levantamento fotográfico permitirá a obtenção de um retrato real do terreno para memória futura, ao qual a equipa de produção poderá recorrer – a qualquer momento –, como complemento das visitas de campo.

Esta metodologia servirá, também, para a recolha dos atributos do tipo passeadeira, semáforos, números de porta e placas toponómicas.

3.7.1.5 Integração de Informação

A completagem de campo propriamente dita (integração de informação) é feita com recurso ao *software* PDTopo. Neste âmbito, o *software* possibilita:



Figura 24. Barra de Funcionalidades – *software* PDTopo

- O refinamento da classificação de polígonos feita por fotointerpretação, seja por alteração de códigos, ou por introdução de mais códigos;
- O refinamento da classificação de elementos lineares, cuja codificação teve origem na restituição (associação direta do código ao *layer*/cor da tabela de restituição);
- A classificação dos eixos de via e atribuição da respetiva toponímia. Para tal é selecionado o elemento linear e atribuído o respetivo código:



Figura 25. Classificação de Eixos – *software* PDTopo

Para cada eixo (ou grupo de eixos) selecionado(s) é então atribuído o respetivo código.

É então atribuída a respetiva toponímia:



Figura 26. Atribuição de Toponímia a Eixos – software PDTopo

Após a atribuição do código e toponímia, o eixo fica automaticamente bloqueado, permitindo ao operador controlar as vias já classificadas.

- A introdução de todos os elementos sem representação à escala, não identificados em gabinete, através da inserção da respetiva célula.

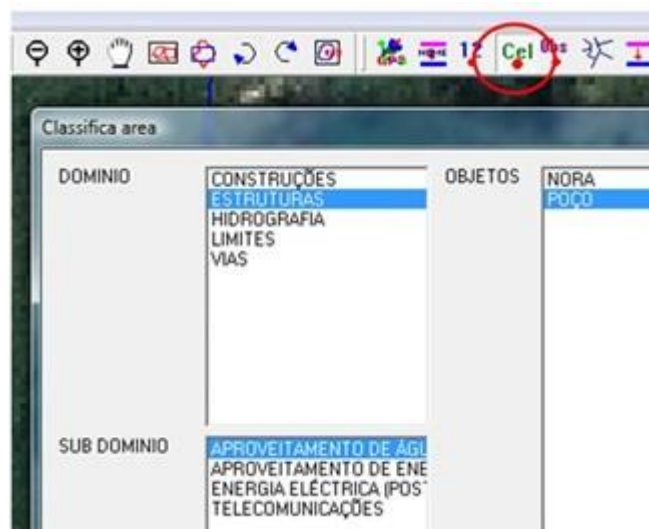


Figura 27. Introdução de Células - software PDTopo

- A introdução de observações, dando todo o tipo de indicações, tais como início e fim de um elemento não restituído em fase de aquisição de dados tridimensionais; indicação do valor a descontar relativo a beirais, informação sobre alterações no terreno não representadas na imagem aérea para posterior indicação em relatório; entre outras.



Figura 28. Introdução de Observações - software PDTopo

- A introdução/validação de toponímia:

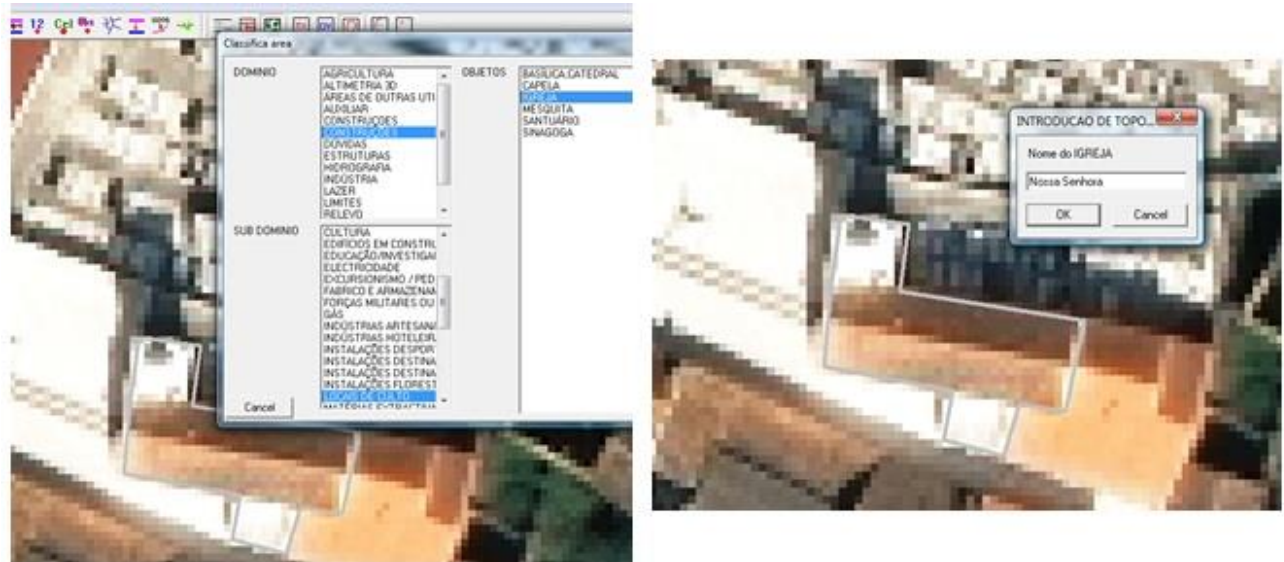


Figura 29. Introdução e/ou Validação de Toponímia - *software* PDTopo

Sempre que, em função do catálogo de objetos associado ao *software*, determinado elemento carece de toponímia, esta é solicitada automaticamente pela aplicação. Facilita-se assim a tarefa do operador que sabe, a todo o momento, que toponímia deve ser levantada.

- A introdução de números de polícia:

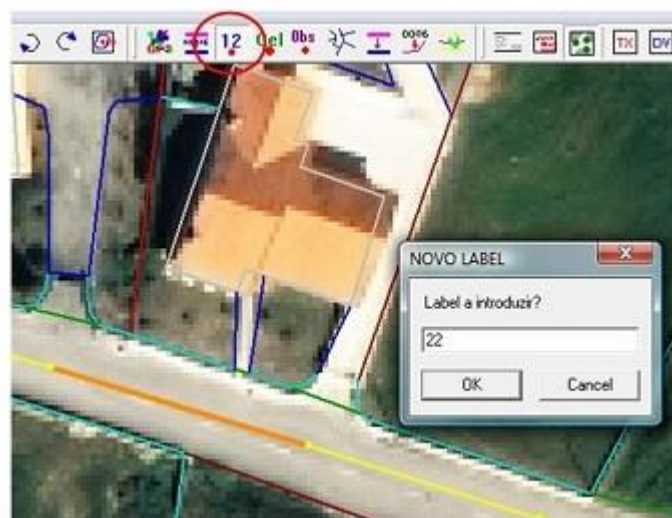


Figura 30. Introdução de Números de Polícia - *software* PDTopo



3.7.1.6 Controlo de Qualidade

A completagem de campo, além de assegurar os trabalhos específicos da fase, representa uma importante etapa de controlo de qualidade, tanto no que se refere à qualidade dos dados resultantes da restituição tridimensional; como à qualidade da classificação.

Aliás, a metodologia adotada (classificação por fotointerpretação seguida de refinamento por completagem de campo, com recurso a uma só aplicação) tem demonstrado ótimos resultados na medida em que:

- Havendo uma classificação prévia, é mais fácil ao operador de campo identificar incorreções ou utilizações em falta de determinado elemento. O processo torna-se mais focado e eficiente, conduzindo a menores taxas de omissão e comissão;
- A integração dos dados de campo é direta, evitando quaisquer erros de interpretação (e introdução) que poderiam existir se a informação de campo fosse escrita em papel pelo operador de campo e posteriormente introduzida em gabinete, por outro operador;
- Permite ganhos de tempo consideráveis.

3.7.1.7 Edição

Após a completagem de campo os ficheiros em formato .pdg, de novo em gabinete, vão sofrer as seguintes edições:

1. Resolução de observações obtidas em campo;
2. Análise aos polígonos com área $\leq 4 \text{ m}^2$, com substituição pela célula correspondente e/ou edição cartográfica;
3. Classificação da hidrografia através da cartografia oficial existente com o rigor necessário, em função da escala do projeto;
4. Classificação da rede ferroviária com base em informação oficial; e
5. Classificação de vias ao nível das bermas: este é um processo automático em PDTopo, com garantia da total congruência entre a classificação do eixo e a respetiva berma. Como exceção temos apenas os cruzamentos em que a atribuição de código às vias não é



unívoca, sendo que o *software* apresenta estas situações, ficando a atribuição do código a cargo do operador.

Após estas edições e obtendo-se, assim, ficheiros multicodificados, com garantia de fecho de áreas; criação de nós nas intersecções de estruturas lineares entre si ou com elementos de área; e eliminação de discontinuidades dos elementos lineares, os ficheiros são convertidos em formato .dgn, para outras edições com recurso a ferramentas *NgXis*³, designadamente:

1. Tratamento dos elementos em situações de interseção de via com via: atribuição dos códigos ponte ou túnel, passagem superior e passagem inferior;
2. Tratamento dos elementos da hidrografia quando intersectam uma via: atribuição do código de aqueduto ou ponte;
3. Atribuição de dupla classificação de vias sempre que estas possuam, simultaneamente, nome de rua e designação da rede de estradas nacionais; e
4. Atribuição de códigos específicos de zonas que abrangem um conjunto de diversos polígonos, como por exemplo, 'Áreas industriais e de serviço em geral', 'Área de utilização pública e oficial' ou 'Parques de campismo';

→ Ficam assim resolvidas todas as especificidades referentes a multicodificação. Segue-se:

5. Novo controlo de fecho de áreas (correção de eventuais discontinuidades resultantes da atribuição dos códigos acima descritos);
6. Correção de cardinalidades (áreas contíguas com classificação igual, e portanto com divisão redundante):

³ A ferramenta *NgXis* permite a visualização e edição de informação multicodificada, tendo por base o catálogo de objetos definido. Um determinado elemento, ao ser selecionado, tem indicação imediata dos objetos do terreno que representa.



SW Geoglobal:

A correção de cardinalidades é feita com outro *software* da Geoglobal, o **Cardinalidades**, que analisa os códigos de áreas contíguas e remove os códigos redundantes.

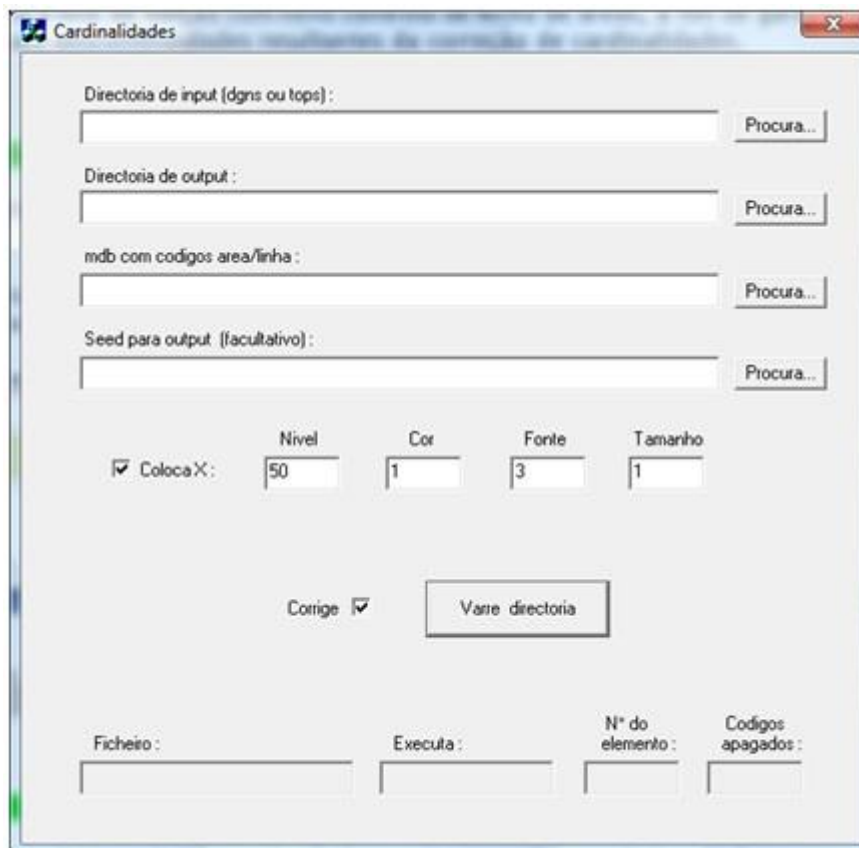


Figura 31. Ambiente Utilizador do *software* Cardinalidades

Conclui-se a fase de edição com novo controlo de fecho de áreas, a fim de garantir a inexistência de eventuais descontinuidades resultantes da correção de cardinalidades.

Os ficheiros, ainda não seccionados por folha, mas já com todas as características gráficas definidas no catálogo de objetos, ficam assim concluídos.



3.7.1.8 Finalização

3.7.1.8.1 Criação do Ficheiro único

O processo de finalização tem início com a criação do ficheiro único através da junção de toda a informação adicional, não multicodificada, aos ficheiros editados:

- Postes e cabos de alta tensão;
- Células (inseridas durante a restituição e/ou já em fase de PDTopo);
- Curvas de nível. Estas são geradas de duas maneiras: curvas de nível com índice para o domínio do AL2 e curvas de nível sem índice para o domínio do AL3 e ficheiro único;
- Pontos cotados (terreno e edifícios);
- Limites administrativos;
- Elementos dos domínios FOT e GEO (PF e VG); e
- Toponímia.

3.7.1.8.2 Seccionamento

Segue-se o corte das áreas, de acordo com o seccionamento definido para o projeto, através de uma linha de comando de corte em ambiente *MicroStation*.

Para garantir a congruência geométrica e semântica nos limites de folha, são atribuídos, às linhas do enquadramento, os códigos das áreas que estas intersectam. Este processo é efetuado, mais uma vez, com recurso ao PDTopo.

No final é feito um último controlo de fecho de áreas garantindo assim que as ligações entre folhas adjacentes estão totalmente asseguradas.

São então atribuídas as características gráficas (cor, nível, tipo de linha, espessura, tamanho de texto, etc.) dos elementos de acordo com o catálogo de objetos e de acordo com as eventuais exceções descritas nas especificações técnicas.



Neste processo são, também, corrigidos elementos duplicados (elementos totalmente iguais, ou seja, duplicados reais) e assinalados elementos duplicados (planimetricamente), mas com diferenças em altimetria, para posterior análise e eventual correção.



Finalmente, é feita a extração por domínios:

<i>Ficheiro</i>	<i>Domínio</i>
<i>geo.top</i>	<i>Rede geodésica</i>
<i>fot.top</i>	<i>Rede fotogramétrica</i>
<i>lim.top</i>	<i>Limites</i>
<i>rel.top</i>	<i>Relevo</i>
<i>al2.top</i>	<i>Altimetria em 2D</i>
<i>al3.top</i>	<i>Altimetria em 3D</i>
<i>con.top</i>	<i>Construções</i>
<i>est.top</i>	<i>Estruturas</i>
<i>laz.top</i>	<i>Áreas de lazer e recreio</i>
<i>via.top</i>	<i>Vias de comunicação</i>
<i>agr.top</i>	<i>Agricultura</i>
<i>hi2.top</i>	<i>Hidrografia em 2D</i>
<i>hi3.top</i>	<i>Hidrografia em 3D</i>
<i>arl.top</i>	<i>Áreas diversas</i>
<i>ind.top</i>	<i>Áreas industriais</i>
<i>top.top</i>	<i>Toponímia</i>
<i>mntc.top</i>	<i>Ficheiro Único</i>

Figura 32. Domínios do MNTC – Nomenclatura de Ficheiros

SW Geoglobal:

Tanto a atribuição das características gráficas, como a identificação de duplicados e a extração de ficheiros são rotinas efetuadas com recurso a mais uma aplicação desenvolvida pela Geoglobal, o CorrigeTop, que trabalha sobre os ficheiros em formato IGDS, tendo como informação de base o catálogo de objetos para o projeto:



Figura 33. Ambiente Utilizador do software CorrigirTop

3.7.1.9 Controlo de Qualidade

Como se pode concluir, toda a metodologia de criação de ficheiros MNT representa uma sucessão de fases cuja integração controla e valida a fase anterior. A sequência de processos pressupõe a garantia de conformidade da etapa anterior de forma a garantir a consistência geométrica, semântica e topológica da informação.

Sempre que possível, o processo de produção é baseado em rotinas ou programas específicos que avaliam a qualidade dos dados corrigindo automaticamente ou assinalando eventuais erros para posterior verificação.

A utilização destas rotinas possibilita um controlo eficaz sobre a qualidade da informação produzida.



3.7.2 Conclusão da Fase

Esta fase fica concluída com a entrega dos seguintes produtos intermédios:

- i. Protocolos das orientações absolutas;
- ii. Fotografias utilizadas;
- iii. Minutas da estereorrestituição;
- iv. Minutas da completagem e recolha da toponímia, em formato IGDS, com todas as observações obtidas na completagem de campo.

3.7.3 Produtos Finais

Esta fase fica concluída com a entrega do relatório de execução da fase e dos seguintes produtos, por folha:

- i. Um ficheiro vetorial único com toda a informação correspondente aos domínios do Catálogo de Objetos.
- ii. Um ficheiro vetorial por cada um dos domínios do Catálogo de Objetos, em que a caracterização gráfica de cada elemento gráfico é a correspondente à do objeto cartograficamente mais relevante.
- iii. Os ficheiros vetoriais enunciados nas alíneas anteriores deverão ser entregues nos formatos .dwg e .shp.



4 Acompanhamento da Homologação

Após a conclusão do projeto a Geoglobal procederá à instrução e acompanhará o processo de homologação junto da Direcção-Geral do Território.

Após a homologação faremos a entrega da cartografia final e respetivo comprovativo de homologação.