

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



**Ciências
ULisboa**

**Informação cartográfica para a Carta Militar 1:25000 a partir de
imagens ortorretificadas:
- Análise de adequabilidade**

Carlos Eduardo Delgado Godinho

Mestrado em Engenharia Geoespacial

Trabalho de Projeto orientado por:
Professora Doutora Paula Redweik

AGRADECIMENTOS

Nesta fase do meu percurso académico é fundamental e oportuno que faça referência a quem de alguma forma contribuiu para o êxito desta missão.

A todos os meus colegas, professores e amigos com quem tive o privilégio de me cruzar durante o mestrado. A elevada disponibilidade e vontade de transmitir conhecimento foram os aspetos mais marcantes e demonstrados pela equipa de docentes que soube sempre conduzir todo o processo de aprendizagem.

Com o papel essencial de orientar o desenvolvimento deste projeto, à Professora Doutora Paula Redweik um agradecimento especial pela sua dedicação e orientação para que durante este período de trabalho tudo corresse da melhor forma, sem sobressaltos e com justificada qualidade.

Ao Tenente-Coronel António Franco pelo incentivo na escolha do presente tema e pela pronta atenção e transmissão de conhecimentos sempre que lhe foram solicitados.

Ao CIGeoE pelas condições e todo o apoio assegurado durante a realização do projeto, em especial à Secção de Fotogrametria, nas pessoas do Capitão Fábio Marmelo, Sargento-Ajudante Pedro Inácio, Sargento-Ajudante Luís Matos, Primeiro-Sargento António Farias e Primeiro-Sargento António Silva, pelos preciosos contributos durante toda a investigação.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente me acompanharam durante esta fase, em especial à Daniela pelo apoio e incentivo nos períodos mais exigentes.

...muito obrigado!

RESUMO

O Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), como entidade competente na produção de cartografia topográfica nacional, concretamente da carta militar M888 à escala 1:25000, investe recursos humanos e materiais no sentido de otimizar a cadeia de produção. Neste sentido, surge a necessidade de estudar a possibilidade de aplicar novos métodos na cadeia de produção do CIGeoE, visando uma melhor rentabilização de meios e processos. Assim, com o presente trabalho pretende-se avaliar a exequibilidade de obter informação vetorial a partir de imagens ortorretificadas e segundo as Normas de Aquisição de Dados (NAD) do CIGeoE, assim como a sua qualidade para a produção da carta militar 1:25000.

Com as áreas de estudo definidas, iniciou-se a investigação sobre a qualidade das ortofotos produzidas no CIGeoE e da informação que a partir delas se consegue extrair. Para efeitos de avaliação do processo em estudo, foi considerada como referência a informação adquirida por operadores fotogramétricos experientes durante a fase da estereorrestituição do processo de atualização de algumas folhas da Série M888 do CIGeoE.

Todas as fases têm processos de avaliações associados que assentam nalguns critérios definidos em determinadas normas de referência, no conceito do erro tolerável (ϵ_t) para a carta 1:25000 e na validação de um operador validador do CIGeoE.

Para além disso, investigou-se a possibilidade de obter indiretamente (sem estereomedição) os valores altimétricos da informação adquirida através da metodologia em estudo.

Foi possível constatar que a utilização do método investigado não permite adquirir toda a informação vetorial necessária para a elaboração de cartografia de base topográfica. No entanto, alguns resultados indicam que o método se pode aplicar na aquisição de alguma informação e na complementação da estereorrestituição. Esta possibilidade pode levar à redução de tempo e custos associados ao processo de aquisição de informação geoespacial no CIGeoE.

PALAVRAS CHAVE: Informação Cartográfica, Carta Militar 1:25000, Estereorrestituição, Ortofoto, Modelo Digital de Elevação.

ABSTRACT

The Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE - Portuguese Army Geospatial Center), as a competent entity in the production of national topographic cartography, specifically of the military maps M888 at scale 1:25000, invests human and material resources to optimize the production chain. In this sense, there is a need to study the possibility of applying new methods in the CIGeoE production chain, aiming at a better profitability of means and processes. Thus, the present work intends to evaluate the feasibility of obtaining vector information from orthorectified images and according to the data acquisition norms of CIGeoE, as well as its quality to produce the military map 1:25000.

With the areas of study defined, the investigation began on the quality of the orthophotos produced in CIGeoE and the information that can be extracted from them. For the purpose of evaluating the process under study, the information acquired by experienced photogrammetric operators, during the stereo-restitution phase of the process of updating some sheets of the CIGeoE M888 Series, was considered as a reference.

All phases have associated evaluation processes based on some criteria defined in certain reference standards, on the concept of tolerable error for the 1:25000 map and on the validation of a validating operator of the CIGeoE.

Furthermore, the possibility of indirectly obtaining (without stereo measurement) the altimetric values of the information acquired through the methodology under study was investigated.

It was possible to verify that the use of the investigated method does not allow to acquire all the vector information necessary for the elaboration of topographic-based cartography. However, some results indicate that the method can be applied to acquire some information and to complement the stereo-restitution. This possibility can lead to the reduction of time and costs associated with the process of acquiring geospatial information in CIGeoE.

KEYWORDS: Cartographic Information, Military Map 1:25000, Stereo Restitution, Orthophoto, Digital Elevation Model.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice	vii
Lista de Tabelas.....	xi
Lista de Figuras	xiii
Lista de Gráficos	xv
Acrónimos	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.1.1 Produção Cartográfica no CIGeoE	2
1.2 Delimitação do Tema	4
1.3 Motivação e Objetivos.....	5
1.4 Estrutura do Trabalho	6
2. Produção Cartográfica noutras Instituições	7
2.1 Serviço Geográfico Militar no Brasil	7
2.2 Centro Geográfico del Ejército de Tierra (CEGET).....	9
2.3 Swisstopo.....	10
3. Dados e Métodos	13
3.1 Áreas de Estudo.....	13
3.2 Dados Utilizados	14
3.2.1 Fotografias Aéreas	14
3.2.2 Modelos Digitais de Elevação	14
3.2.3 Ortofotos e Ortomosaicos	15
3.2.4 Dados Vetoriais	16
3.3 Métodos	16
3.3.1 Classificação de Objetos Representáveis em Planimetria	17
3.3.2 Estereorrestituição.....	17
3.3.3 Aquisição de Informação Planimétrica a partir das Ortofotos.....	18
3.3.4 Avaliação das Ortofotos	19
3.3.5 Aquisição de Informação por Entidades Geográficas	20
3.3.6 Atribuição de Informação Altimétrica	22

3.3.7	Avaliação da Qualidade Posicional da Informação	22
3.3.7.1	Deteção de Outliers	23
3.3.7.2	STANAG 2215.....	24
3.3.7.3	Normas e Especificações Técnicas da DGT aplicáveis à Cartografia Topográfica Vetorial e de Imagem.....	25
3.3.7.4	Normas de Exatidão Posicional da ASPRS.....	26
3.3.7.5	Erro Tolerável na Escala 1:25000	27
3.3.7.6	Avaliação da Informação pelos Operadores.....	28
4.	Resultados e Discussão.....	29
4.1	Avaliação da Qualidade das Ortofotos	29
4.1.1	Cálculo de Sobreposições	29
4.1.2	Avaliação da Ortofoto Tipo 1 e da Ortofoto Tipo 2.....	29
4.1.3	Avaliação da Ortofoto Tipo 2 com outros Objetos.....	31
4.1.4	Aplicação dos Critérios de Qualidade Posicional.....	36
4.1.5	Teste para gerar outras Ortofotos.....	37
4.2	Avaliação por Entidades Geográficas.....	38
4.2.1	Construções.....	38
4.2.1.1	Avaliação da Qualidade Posicional Planimétrica e Geométrica da Informação	38
4.2.2	Vias de Comunicação	40
4.2.2.1	Avaliação da Qualidade Posicional Planimétrica e Geométrica da Informação	40
4.2.3	Vegetação.....	40
4.2.3.1	Avaliação da Qualidade Posicional Planimétrica e Geométrica da Informação	41
4.3	Avaliação do MDS e da Informação Altimétrica	42
4.3.1	MDS.....	42
4.3.2	Informação Altimétrica	43
4.3.2.1	Construções	43
4.3.2.2	Vias de Comunicação.....	44
4.3.2.3	Vegetação.....	45
4.4	Avaliação Global.....	46
5.	Conclusões.....	49
	Referências Bibliográficas.....	52
	ANEXO A - Algumas Características das Instituições e dos Processos Cartográficos	54
	ANEXO B - Áreas de Estudo.....	57
	ANEXO C - Classificação de Objetos Representáveis em Planimetria	58

ANEXO D - Imagens de Algumas Tabelas da Norma ASPRS 2014.....	60
ANEXO E - Respostas dos Operadores aos Questionários.....	62
ANEXO F - Resultados Detalhados da Aquisição por Entidades Geográficas.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Fases da produção cartográfica do CEGET.....	10
Tabela 3.1 – Principais características das fotografias e dos respetivos blocos.....	14
Tabela 3.2 – Principais características dos MDT.....	15
Tabela 3.3 – Características das ortofotos tipo 1 e ortofotos tipo 2.....	16
Tabela 3.4 – Características dos dados vetoriais.....	16
Tabela 3.5 – Informação adquirida e técnicas a partir das ortofotos.....	19
Tabela 3.7 – Parâmetros da DGT para a exatidão posicional absoluta das ortofotos.....	26
Tabela 4.1 – Resultados da aplicação das equações para calcular as sobreposições dos dois blocos de fotografias.....	29
Tabela 4.2 – Valores dos parâmetros estatísticos da análise dos vértices de casas nos dois tipos de ortofotos.....	30
Tabela 4.3 – Resultados da aplicação de testes para deteção de possíveis <i>outliers</i>	32
Tabela 4.4 – Valores dos parâmetros estatísticos na análise de pontos.....	32
Tabela 4.5 – Resultados da aplicação dos critérios do STANAG 2215 e das Especificações Técnicas da DGT.....	36
Tabela 4.6 – Resultados da aplicação dos critérios das Normas da ASPRS e do Et.....	36
Tabela 4.7 – Principais características da ortofoto tipo 2 e da ortofoto tipo 3.....	38
Tabela 4.8 – Resumo dos resultados das construções.....	39
Tabela 4.9 – Resumo dos resultados das vias de comunicação.....	40
Tabela 4.10 – Resumo dos resultados da vegetação através do M1.....	41
Tabela 4.11 – Resumo dos resultados da vegetação através do M2.....	42
Tabela 4.12 – Principais características do MDS.....	42
Tabela 4.14 – Analogia entre os resultados obtidos no ortomosaico e na estereorrestituição.....	46
Tabela 4.15 – Estimativa de preços de recursos materiais utilizados.....	47
Tabela A.1 – Departamentos da RPC do CIGeoE e as respetivas tarefas.....	54
Tabela A.2 – Características técnicas dos planos nacionais de ortofotografia aérea de Espanha.....	56
Tabela C.1 – Classificação de objetos representáveis em planimetria.....	58
Tabela F.1 – Resultados dos objetos da EG Construções com tipo de geometria polígono.....	73
Tabela F.2 – Resultados dos objetos da EG Construções com tipo de geometria linha.....	73
Tabela F.3 – Resultados das construções com tipo de geometria ponto.....	74
Tabela F.4 – Resultados das vias de comunicação com tipo de geometria linha.....	74
Tabela F.5 – Resultados da vegetação com tipo de geometria polígono através do M1.....	75
Tabela F.6 – Resultados da vegetação com tipo de geometria polígono através do M2.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Principais fases do processo de produção cartográfica	2
Figura 1.2 – Passos de um projeto fotogramétrico	5
Figura 2.1 – Fluxo de produção da informação geográfica no Exército do Brasil	7
Figura 3.1 – Áreas de estudo	13
Figura 3.2 – Esquema de produção de ortofotos e de ortomosaico	15
Figura 3.3 – Esquema geral da metodologia utilizada	17
Figura 3.4 – Principais constituintes (hardware e software) de uma estação fotogramétrica.....	18
Figura 3.5 – Material (hardware e software) utilizado no método de aquisição de dados a partir das ortofotos	18
Figura 3.6 – Processo de tratamento dos dados vetoriais em cada EG	21
Figura 3.8 – Processo para gerar um MDS.....	22
Figura 4.1 – Ortofoto tipo 1 com delimitação da zona 1 e amostra de 55 pontos (1) e ortofoto tipo 2 com enquadramento na ortofoto tipo 1, delimitação da zona 2 e amostra de 55 pontos (2)	30
Figura 4.2 – Ortomosaico com a distribuição de pontos correspondentes a outros tipos de objetos	32
Figura 4.4 – Diferenças dos dados interpolados com MDT e os dados interpolados com MDS	44
Figura 4.5 – Visualização no ArcScene da informação das vias de comunicação com altimetria extraída do MDT	45
Figura 4.6 – Visualização no ArcScene da informação da vegetação com altimetria extraída do MDT	45
Figura A.1 – Repartições do CIGeoE e Departamentos da RPC.....	54
Figura A.2 – Fluxo de produção da serie M7815 do CEGET	55
Figura A.3 – Organização da Swisstopo	56
Figura B.1 – Área de estudo 2 com as zonas 1 e 2.....	57
Figura B.2 – Área de estudo 2.....	57
Figura D.1 – Classes de exatidão horizontal para dados planimétricos digitais segundo a norma ASPRS 2014.....	60
Figura D.2 – Exemplos de exatidão horizontal e aplicações recomendadas	61
Figura E.1 – Exemplo 1.....	67
Figura E.2 – Exemplo 2.....	67
Figura E.3 – Exemplo 3.....	68
Figura E.4 – Exemplo 4.....	68
Figura E.5 – Exemplo 5.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 – Relação entre a D1 e a D2 no ortofoto tipo 1	31
Gráfico 4.2 – Relação entre a D1 e a D2 na ortofoto tipo 2	31
Gráfico 4.3 – Relação entre D1 e D3 na análise de PF	34
Gráfico 4.4 – Relação entre D1 e D2 na análise de PF	34
Gráfico 4.5 – Relação entre D1 e D2 na análise de silo	34
Gráfico 4.6 – Relação entre D1 e D2 na análise de antena de rádio isolada	34
Gráfico 4.7 – Relação entre a altura e a D2 na análise de antena de rádio isolada	34
Gráfico 4.8 – Relação entre D1 e D2 na análise de depósito de água	34
Gráfico 4.9 – Relação entre D1 e D2 na análise de depósito de água elevado.....	35
Gráfico 4.10 – Relação entre a altura e a D2 na análise de depósito de água elevado.....	35
Gráfico 4.11 – Relação entre D1 e D2 na análise de pombal.....	35
Gráfico 4.12 – Relação entre D1 e D2 na análise de vértices de grandes construções	35
Gráfico 4.13 – Relação entre a altura e a D2 na análise de vértices de grandes construções.....	35
Gráfico 4.14 – Relação entre D1 e D2 na análise de vértices de casas em zona urbana.....	35

ACRÓNIMOS

ASPRS	American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (Sociedade Americana de Fotogrametria e Detecção Remota)
AT	Aerotriangulação
BDG	Base de Dados Geográfica
CEGET	Centro Geográfico del Ejército de Tierra (Centro Geográfico do Exército Terrestre)
CGEO	Centro de Geoinformação
CIGeoE	Centro de Informação Geoespacial do Exército
CMAS	Circular Map Accuracy Standard (Padrão de Exatidão Cartográfica para o Erro Circular)
CN	Curvas de Nível
CF	Centro da Fotografia
DAD	Departamento de Aquisição de Dados
DGT	Direção-Geral do Território
DSG	Direção de Serviço Geográfico
E	Easting (Distância à Meridiana)
ϵ_g	Erro de Graficismo
EG	Entidade Geográfica
ϵ_t	Erro Tolerável
GNSS	Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegação por Satélite)
GPRS	General Packet Radio Service (Serviço de Rádio por Pacotes Gerais)
GSD	Ground Sample Distance (Distância Representativa no Terreno)
Id	Número de Identificação
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IGM	Instituto de Geografia Militar
LIDAR	Light Detection And Ranging (Detecção e Alcance por Feixe de luz)
LMAS	Linear Map Accuracy Standard (Padrão de Exatidão Cartográfica para o Erro Linear)
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDS	Modelo Digital de Superfície
MDT	Modelo Digital de Terreno
ME	Modelo Estereoscópico
N	Northing (Distância à Perpendicular)
NAD	Normas de Aquisição de Dados
NATO	North Atlantic Treaty Organization (Organização do Tratado do Atlântico Norte)
NdD1	Nível de Detalhe 1
NdD2	Nível de Detalhe 2
NSSDA	National Standard for Spatial Data Accuracy (Padrão Nacional para a Exatidão dos Dados Espaciais)
PC	Pontos Cotados
PF	Pontos Fotogramétricos

RMSE	Root Mean Square Error (Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio)
RPC	Repartição de Produção Cartográfica
SFot	Secção de Fotogrametria
SIG	Sistema de Informação Geográfica
STANAG	Standardization Agreement (Acordo de Normalização)
STop	Secção de Topografia
TIN	Triangulated Irregular Network (Rede Irregular de Triângulos)
UnApGeo	Unidade de Apoio Geoespacial
UTM	Universal Transverse Mercator (Universal Transversa de Mercator)
VG	Vértices Geodésicos
WGS	World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial)

1. INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

Para proporcionar uma compreensão mais clara do contexto e dos procedimentos desenvolvidos durante a realização do projeto, é importante ter a noção dos seguintes conceitos:

- Uma **carta** é uma representação plana, generalizada e reduzida à escala, de uma zona da superfície terrestre, contendo símbolos e informação textual para a descrição dos objetos. Para além disso a carta contém sempre uma (ou mais) quadrícula coordenada, a indicação da escala e do *datum* e uma legenda. [Redweik, 2019a, p. 7]
- As **cartas topográficas** são um subdomínio das cartas cujo objetivo é a descrição geométrica rigorosa do local com todo o seu pormenor. Em geral é escolhida uma escala de base que é elaborada de raiz (por exemplo 1:25000). [Redweik, 2019a, p. 7]
- A **estereorrestituição** é a aquisição de informação tridimensional do objeto a partir do modelo estereoscópico (ME) orientado absolutamente. A estereorrestituição fotogramétrica é aplicada na aquisição dos elementos para cartas topográficas de base. [Redweik, 2019a, p. 8]
- O **apoio fotogramétrico** consiste na recolha de coordenadas terreno de pontos bem definidos sobre a superfície terrestre e bem visíveis na fotografia aérea (pontos fotogramétricos – PF), tendo em vista a execução da aerotriangulação (AT).
- A **AT** é o conjunto de operações matemáticas e estatísticas que permite obter a orientação espacial da cobertura fotográfica de um objeto (de uma zona do terreno) usando o mínimo de apoio geodésico (PF) possível. Com este método é possível determinar os conjuntos de parâmetros que relacionam analiticamente as imagens com o objeto e as respetivas coordenadas com grande precisão. [Redweik, 2019b, p. 36]
- Os **modelos digitais de elevação** (MDE), quando aplicados à produção cartográfica, descrevem o relevo da superfície terrestre. Várias designações coexistem tanto na literatura como nos softwares, pelo que se impõe definir desde já os termos que serão utilizados neste projeto: **modelo digital do terreno** (MDT) e **modelo digital da superfície** (MDS). A diferença entre um MDT e um MDS consiste no facto do primeiro descrever o relevo ao nível do terreno, ignorando o que sobre ele está edificado, ou arborizado, e o segundo descrever precisamente a superfície terrestre com todas as suas edificações e arvoredo. [Redweik, 2019a, p. 70]
- A **retificação** de fotografias aéreas tem como objetivo transformar uma fotografia, a qual é uma projeção central, numa imagem que seja uma projeção ortogonal do terreno (objeto), derivando-se opcionalmente uma carta de traço dessa imagem retificada. [Redweik, 2019a, p. 81]
- A **ortoretificação** digital é o método que consiste em transformar as imagens fotográficas de formato digital em ortofotos digitais, de um modo muito preciso e relativamente rápido, aplicando o modelo matemático da retificação analítica sucessivamente aos pixels da imagem digital. [Redweik, 2019a, p. 89]
- Uma **ortofoto** é um produto fotogramétrico obtido por retificação a partir de fotografias aéreas no qual o terreno e os objetos que sobre ele se encontram são representados pela sua radiometria em cores naturais. [Redweik, 2019a, p. 5]
- Um **ortomosaico** é um mosaico contínuo de informação que resulta da combinação de uma coleção de ortofotos. Para minimizar as distorções, a combinação é feita após a definição das linhas de recorte (*seamlines*) da parte central de cada ortofoto. Para além disso, é efetuado um ajuste radiométrico para originar um conjunto de dados visivelmente contínuo.
- A **exatidão** (*accuracy*) é a aproximação entre um valor medido e um valor “verdadeiro” de uma mensurada, não lhe sendo atribuída uma característica quantitativa. [Mendes, 2016, p. 24]

- A **raiz do erro quadrático médio** (*Root Mean Square Error – RMSE*) é a raiz quadrada do valor médio dos quadrados dos desvios e normalmente é usada para expressar a exatidão dos resultados numéricos com a vantagem de apresentar valores do erro nas mesmas dimensões da variável.

1.1.1 Produção Cartográfica no CIGeoE

No DL n.º 130/2019, o CIGeoE está referenciado entre os organismos e serviços públicos que têm competência para assegurar a cobertura do território com cartografia topográfica. O CIGeoE é o órgão responsável pela cartografia do Exército Português e tem como missão fornecer informação geoespacial às Forças Armadas e à comunidade civil, bem como desenvolver ações de investigação científica e tecnológica na área das ciências geográficas. Para tal, é constituído por diferentes repartições com funções específicas (ver a Figura A.1 do Anexo A), estando a maior parte dos recursos humanos afetados ao processo de produção cartográfica. [CIGeoE, 2021, p. 2]

Para compreender o âmbito de investigação no qual se insere este projeto importa ter presente a caracterização do processo de produção cartográfica do CIGeoE. Para além da fase inicial (definição da área a cartografar) e da fase final (controlo de qualidade e impressão) o processo de produção cartográfica no CIGeoE engloba um conjunto de etapas complexas e rigorosas que se podem inserir de forma genérica nas três fases processuais ilustradas na Figura 1.1.



Figura 1.1 – Principais fases do processo de produção cartográfica
 Fonte: Adaptado de <https://www.igeoe.pt>

No CIGeoE, o planeamento e execução das fases é da responsabilidade da Repartição de Produção Cartográfica (RPC). De forma interligada e conexa, a RPC é constituída por três departamentos e a cada um deles estão atribuídas atividades inerentes a cada fase. Os departamentos e as respetivas tarefas estão mencionados na Tabela A.1 do Anexo A.

Depois da aprovação da zona do território nacional a cartografar, a Secção de Fotogrametria (SFot) que pertence ao Departamento de Aquisição de Dados (DAD), efetua o estudo e análise dessa zona e solicita a cobertura aérea fotográfica.

Após a realização da cobertura fotográfica e do fornecimento das fotografias e coordenadas dos pontos de tomada de foto, as fotografias aéreas são estudadas e analisadas cuidadosamente para verificar se dispõem da qualidade técnica exigida. Só quando se tem a garantia da qualidade da cobertura é que as fotografias são preparadas para iniciar o processamento da AT automática em estações fotogramétricas digitais.

Para executar a AT é necessário dispor de apoio fotogramétrico. Este apoio é fornecido pela Secção de Topografia (STop) do CIGeoE de acordo com o enquadramento do voo fotogramétrico e após a escolha de dois Vértices Geodésicos (VG), para efeitos de controlo de qualidade e eventual transformação de coordenadas, e de uma densidade média de doze PF por folha 1:25000 (área de uma folha: 16 km x 10

km). O levantamento dos PF é feito com recurso a técnicas de posicionamento GNSS com correções fornecidas pela Rede SERVIR¹.

No final da AT obtêm-se os elementos de orientação externa das fotografias aéreas que permitem orientar os ME, a partir dos quais se procede à estereorrestituição da informação para a Base de Dados Geográfica (BDG) do CIGeoE.

Posteriormente, pela STop é efetuado o controlo de qualidade da informação restituída através da comparação do ficheiro vetorial com a imagem ortorretificada.

Após a carta estar considerada como pronta pela SFot, a STop vai para o terreno fazer a completagem. De acordo com as normas de completagem, o topógrafo faz o seguinte no terreno:

- Verifica os pormenores restituídos, adquirindo, modificando ou eliminando a informação de acordo com a realidade;
- Esclarece no terreno as dúvidas que tenham sido assinaladas pelo operador de fotogrametria;
- Efetua o reconhecimento de VG, para manter atualizada a Base de Dados de VG do CIGeoE;
- Atualiza a toponímia;
- Elabora o cadastro militar;
- Constitui o processo da folha (da carta).

A atualização da toponímia consiste na recolha da informação dos topónimos da folha em trabalho. A informação base da toponímia é sempre a edição anterior da carta, à qual o topógrafo vai fazer as alterações, caso seja necessário inserir, alterar ou apagar topónimos com base em informação recolhida localmente (habitantes locais, párocos, etc.), informação oficial de censos nacionais (elaborados pelo Instituto Nacional de Estatística), informação obtida em organismos oficiais (Câmaras Municipais, Juntas de Freguesia, organismos culturais, etc.), entre outra.

O cadastro militar visa complementar a informação de interesse tático contida na carta militar, consistindo na recolha de dados alfanuméricos (atributos) no terreno, ou junto de entidades competentes. São recolhidos dados sobre variados elementos, dos quais se salientam:

- Pontes (nome, classificação, comprimento, largura, material, tipo, etc.);
- Estradas (pavimento, classificação, largura, etc.);
- Edifícios públicos (escolas, tribunais, câmaras municipais, juntas de freguesia, etc.);
- Barragens (capacidade, material, etc.);
- Aeródromos e heliportos (uso, material superfície, etc.);
- Túneis (comprimento, largura, altura, etc.);
- Massas de água.

Para garantir a coerência semântica e morfológica da informação vetorial primária proveniente do processo de aquisição de dados e para que esta fique atualizada na BDG, realiza-se o processo de validação que é constituído por duas grandes fases: a pré-validação e a validação. O objetivo fundamental da pré-validação é facilitar o trabalho posterior de validação da informação vetorial. Assim, a Secção de Validação do Departamento de Sistemas de Informação Geográfica da RPC analisa as correções realizadas nalguns tipos de elementos da informação geográfica digital produzida (rede geodésica, toponímia, cadastro e informação vetorial).

¹ Rede de estações de referência GNSS para Real Time Kinematic em Portugal Continental, para fornecer em tempo quase real correções diferenciais, que permitam a qualquer utilizador a obtenção das coordenadas precisas de um ponto no terreno.

Após a validação da informação geográfica vetorial, esta vai ser carregada na BDG atualizando a informação disponível. Independente do conceito de escala ou de produto, a BDG permite armazenar e fazer a gestão da informação geográfica vetorial de origem, da qual deriva uma parte significativa dos produtos produzidos no CIGeoE. É diretamente a partir da BDG que é gerada a cartografia de grande escala do CIGeoE (escalas 1:25000, 1:50000) como produto digital (formato vetorial e raster) ou como produto em papel (séries cartográficas M888, M889, P821, M783), bem como gerados os modelos digitais de terreno. Por generalização cartográfica semiautomática, a cartografia de média escala (1:250000, 1:500000) é produzida também a partir da informação da BDG, nomeadamente cartografia topográfica, aeronáutica e itinerária. Para além disso, é a partir da BDG que se utilizam os dados nas aplicações e nos SIG disponibilizados pelo CIGeoE.

A carta militar série M888 à escala 1:25000 é um dos produtos derivados da BDG e resulta de um rigoroso trabalho de edição para que a sua impressão permita a obtenção de uma carta de fácil leitura, interpretação e compreensão por parte dos seus utilizadores.

Na etapa da edição, a informação geográfica vetorial da BDG é editada e convertida em informação cartográfica, para depois se preparar até à obtenção de informação analógica (impressa). Para este propósito concorre o trabalho de três áreas distintas no Departamento de Controlo de Saída de Dados da RPC, a edição, o controlo de qualidade e a pré-impressão digital. Numa primeira fase a informação vetorial é editada, padronizada e alguns elementos, apesar de não ser possível a sua representação à escala de trabalho, são simbolizados devido à sua relevância sobretudo na orientação e navegação do utilizador. O objetivo é que o produto final seja facilmente compreendido e interpretado, sendo a maior preocupação a de manter a posição relativa dos objetos.

Seguidamente, para garantir um elevado padrão de qualidade dos dados, a informação cartográfica é submetida a um criterioso controlo de qualidade com recurso a toda a informação oficial disponível, de modo que seja possível detetar e corrigir alguma incorreção.

Após o controlo anterior, a partir da informação cartográfica e através de um processo automático, são produzidos, os ficheiros raster em quadricromia (ciano, magenta, amarelo e preto) que serão enviados para uma litografia para impressão. O processo cartográfico termina após o controlo por amostragem da informação impressa, quer do conteúdo quer da cor.

Após os passos descritos anteriormente, as cartas topográficas e os produtos derivados, são disponibilizados aos utilizadores.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O campo de investigação do projeto enquadra-se na fase de aquisição de dados para a produção da carta militar 1:25000 no CIGeoE. Especificamente nos projetos fotogramétricos, as operações estudadas encontram-se na fase da restituição e correspondem apenas à restituição ao pormenor (extração de informação da fotografia) por estereorrestituição e por ortorretificação. A Figura 1.2 representa a sequência de passos a efetuar num processo fotogramétrico e do qual se destaca a fase e as operações que foram objeto de estudo.

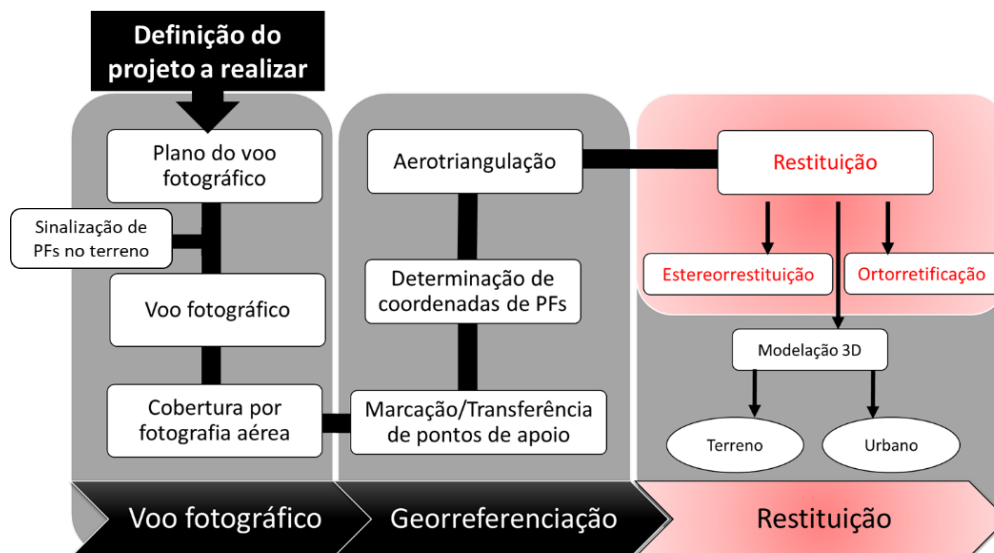


Figura 1.2 – Passos de um projeto fotogramétrico
 Fonte: Adaptado de Redweik [2019a, p. 3]

As NAD da série M888 (escala de 1:25000) do CIGeoE incluem um vasto número de objetos a serem representados cartograficamente. Na avaliação dos objetos aplicou-se uma abordagem por Entidades Geográficas (EG) e uma classificação quanto à sua representação na carta e quanto à sua altura relativamente ao solo. Apesar desta metodologia estar descrita no Capítulo 3, importa aqui referir que neste projeto foi avaliado apenas um conjunto de objetos existentes nas áreas de estudo e que resultou dessa abordagem.

A maior parte do estudo terá como referência a informação proveniente de processos de restituição fotogramétrica do CIGeoE.

Este projeto tem como questão principal a seguinte:

- A informação vetorial obtida a partir de imagens ortorretificadas tem qualidade (posicional e geométrica) suficiente para ser utilizada na produção da Carta Militar série M888 à escala 1:25000 no CIGeoE?

Associadas à questão principal, surgem as seguintes questões derivadas:

- Perante os resultados obtidos, devem ser ponderadas algumas alterações no processo de aquisição de informação vetorial na SFot?
- Numa perspetiva de economizar alguns recursos e o tempo médio de restituição na SFot, será uma mais-valia a aquisição de informação vetorial através de imagens ortorretificadas?

O projeto foi desenvolvido e conduzido de forma a dar respostas às questões referidas.

1.3 MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS

O CIGeoE como centro de investigação científica e tecnológica na área da cartografia, apresenta uma preocupação constante com a possibilidade de inovar e tornar mais eficiente a cadeia de produção. Neste sentido, têm sido desenvolvidos alguns estudos com o objetivo de analisar a aplicação de novas tecnologias que permitam reduzir os custos e o tempo despendidos no processo de produção cartográfica.

O processo de produção cartográfica no CIGeoE implica um elevado consumo de recursos humanos e materiais. No que diz respeito aos recursos humanos deve-se considerar os custos da formação inicial e a experiência do operador, bem como o vencimento de cada interveniente no processo. Quanto aos

recursos materiais, englobam a aquisição e/ou manutenção das estações adequadas para executar as aplicações necessárias, a aquisição de licenças dos sistemas operativos e a aquisição de licenças dos softwares de restituição.

Neste projeto, pretende-se analisar a adequabilidade da utilização de imagens ortorretificadas para adquirir a informação cartográfica a constar na carta à escala 1:25000 série M888 do CIGeoE e estudar o binómio economia *versus* qualidade do produto final. Para tal, este estudo técnico tem incidência na avaliação da qualidade posicional e geométrica da informação vetorial gerada a partir de imagens ortorretificadas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho escrito encontra-se estruturado em cinco capítulos que estão divididos em subcapítulos sequenciados de forma a dar um encadeamento lógico ao projeto.

O primeiro capítulo representa uma introdução ao projeto, descrevendo o seu enquadramento e os objetivos a cumprir. O segundo capítulo descreve de forma sumária alguma informação recolhida sobre os processos de produção cartográfica institucionalizados noutros países. No terceiro capítulo estão caracterizados os dados de entrada, as áreas de estudo e as metodologias adotadas nas diferentes investigações. O quarto capítulo consiste na apresentação de resultados e discussão sobre os produtos obtidos. Por último, o quinto capítulo apresenta resumidamente as principais conclusões retiradas da investigação.

2. PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA NOUTRAS INSTITUIÇÕES

Neste capítulo, pretendeu-se inicialmente recolher informação detalhada sobre a fase de aquisição de dados e os processos fotogramétricos que são realizados noutros países. Para tal, desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica e foram estabelecidos contactos diretos com representantes de instituições em três países (Brasil, Espanha e Suíça). No entanto, a informação disponibilizada não permitiu alcançar o pretendido. Por essa razão, este capítulo apresenta de forma sumária uma caracterização das fases dos processos de produção cartográfica institucionalizados nesses países.

2.1 SERVIÇO GEOGRÁFICO MILITAR NO BRASIL

O Serviço Geográfico militar no Brasil é composto por uma Direção de Serviço Geográfico (DSG) e cinco Centros de Geoinformação (CGEO) distribuídos pelo território. No âmbito do Exército, a DSG é o órgão responsável pela supervisão das atividades relacionadas com imagens, com informações geográficas e meteorológicas, com a elaboração de produtos cartográficos e com o fornecimento e manutenção do material técnico da sua gestão. Cada CGEO executa na sua área de responsabilidade todas as atividades cartográficas no campo e em gabinete e a atividade logística de material cartográfico.

A DSG considera que a produção da informação geográfica é desenvolvida em cinco fases, sendo a aquisição de dados, o processamento de dados, a gestão de dados, a análise de dados e a elaboração de produtos. Devido à gama de produtos e aplicações de informação geográfica, não está estabelecida uma relação linear entre as diferentes etapas, uma vez que algumas desenvolvem-se em simultâneo ou de modo contínuo, dependendo da aplicação desejada. Na Figura 2.1 podemos visualizar o fluxo do processo de produção da informação geográfica no Exército do Brasil e nas secções seguintes estão descritas concisamente as diferentes etapas desse processo.

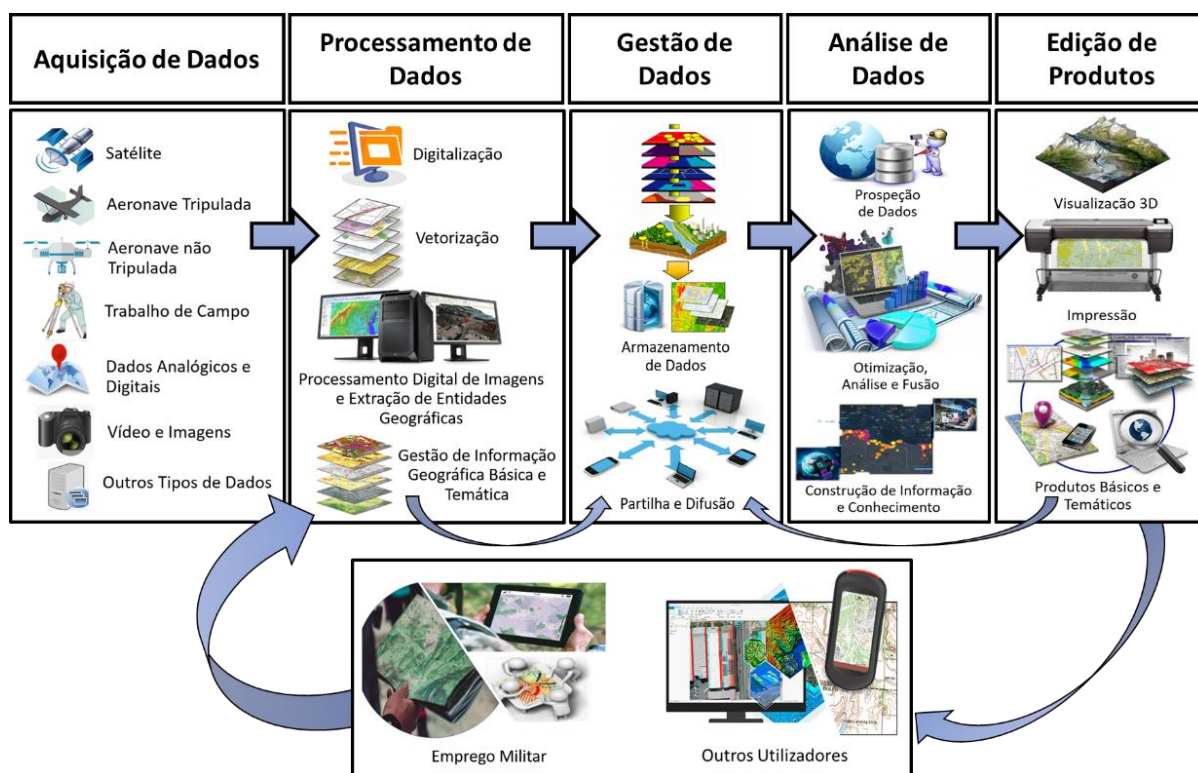


Figura 2.1 – Fluxo de produção da informação geográfica no Exército do Brasil
 Fonte: Adaptado de EB [2014, cap. 4, p. 2]

Tipicamente, a aquisição de dados engloba o levantamento das necessidades de informação geográfica, o qual vai determinar a seleção dos dados que serão necessariamente adquiridos. De modo geral, no início desta fase deve-se procurar os dados geoespaciais básicos necessários através de consultas na BDG, que é o repositório do Exército para o armazenamento desse tipo de informação. Caso se verifique a necessidade de aquisição de novos dados, esta pode ser feita de forma direta, proveniente de equipas no campo através dos diferentes métodos de posicionamento e levantamento topográfico, ou indireta, por intermédio de sensores remotos (instalados em satélites, aeronaves ou drones) e outro tipo de fontes. Para além disso, esta fase inclui a avaliação de fontes de dados convencionais e de pesquisa na Internet, a implementação e a avaliação de estudos, o planeamento e a gestão de pedidos, a procura e a obtenção de informação geoespacial.

O processamento de dados inclui a sua preparação (seleção, tratamento e validação) e posterior armazenamento, com recurso a ferramentas que permitem fazê-lo em grandes quantidades. Esta fase pode envolver procedimentos manuais ou automatizados para integrar e tratar os dados, como por exemplo a conversão de formatos, o tratamento e a avaliação da qualidade dos dados produzidos. Os sistemas de processamento digital de imagens desempenham um papel importante nesta fase, com a criação de dados geoespaciais básicos e temáticos, que são utilizados normalmente na etapa de análise de dados para elaborar produtos básicos e temáticos.

Após o processamento, a informação geográfica encontra-se armazenada na base de dados disponível para ser utilizada por diferentes utilizadores de diversos escalões. Na fase da gestão de dados estão incluídas as ações como a manutenção e o armazenamento de dados e produtos de informação geográfica, a sua distribuição e/ou transmissão em tempo real, bem como a comunicação com os utilizadores e os seus sistemas, segundo regras pré-estabelecidas. Para tal, no serviço geográfico militar do Brasil existe uma rede de dados geoespaciais que permite o fornecimento ininterrupto e contínuo de produtos a utilizadores e analistas. Isso exige que a gestão seja efetuada com apoio técnico e sob medidas de proteção da informação geográfica.

O fornecimento de dados e produtos de informação geográfica é assegurado pelo armazenamento fixo e móvel, em formato analógico (cartas em papel) e digital. A difusão é realizada principalmente com base nos princípios de *push-pull*². A proteção da informação geográfica assenta em medidas preventivas que incluem aspetos relacionados com o controle de acesso, controle do tráfego de redes, gestão de risco, gestão da segurança da informação, desenvolvimento de software seguro, criptografia, arquitetura de sistemas de rede, resiliência, segurança física dos ativos, entre outros. A condução dessas atividades é apoiada por especialistas em segurança da informação e comunicações.

A análise de dados consiste na conversão dos dados em informações que correspondam às necessidades dos utilizadores. Esta etapa abrange a consulta na BDG, a exploração de dados, a simulação de fatores influenciadores, a combinação de dados, a análise semântica, a otimização em rede, entre outras ações. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) e os softwares especializados são as ferramentas computacionais mais utilizadas para a análise de dados geoespaciais. Essas ferramentas possibilitam a seleção e integração de dados (gráficos ou não), permitindo consultas e análises mais completas, com combinações e cruzamentos de uma série de dados (espaciais ou não).

² O princípio de *push* permite que os produtores distribuam a informação geográfica aos utilizadores autorizados de todos os escalões, juntamente com outras informações relevantes. O princípio de *pull* fornece às organizações, em todos os níveis, autorização de acesso eletrónico aos produtos e serviços das bases de dados centrais e de outras instituições, para corresponderem face às suas necessidades.

A fase da elaboração de produtos compreende, entre outras atividades, a edição, a criação de novos produtos ou a atualização dos dados e produtos existentes e a avaliação e certificação de qualidade da informação geográfica segundo as normas e padrões estabelecidos. Para além disso, inclui a visualização e a partilha dos dados e produtos. Este processo pode exigir a verificação de dados, correções, atualizações, complementação com outras categorias de informação, edição cartográfica e a visualização tridimensional. A visualização traduz-se na representação dos dados através de um formato visível, de modo a organizar os dados espaciais e as informações relacionadas. Permite a análise de produtos como mapas, ambientes tridimensionais, quadros-resumo, tabelas, vistas mutáveis com o tempo, esquemas, entre outros. Por fim, os produtos digitais da informação geográfica são partilhados através de tecnologias e formatos com padrões definidos, atendendo às normas estabelecidas no Exército.

2.2 CENTRO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO DE TIERRA (CEGET)

Em Espanha, o CEGET realiza diversos projetos mas a sua missão principal é prover os utilizadores militares de informação geoespacial. Para cumprir essa missão, o CEGET é constituído pela Direção de Informação Geográfica, a qual é responsável pela aquisição, armazenamento e gestão de dados geoespaciais. Outro dos elementos constituintes do CEGET é a Unidade Geográfica do Exército que tem como missão dotar o Exército Terrestre com as capacidades necessárias para proporcionar o apoio geográfico especializado no planeamento e condução de todo o tipo de operações militares.

Os produtos elaborados pelo CEGET podem classificar-se em “series normalizadas” e “produtos a pedido”. O conceito de “series normalizadas” refere-se às series cartográficas de distintas escalas, do território nacional ou de outras zonas de interesse para a Defesa Nacional, que se produzem de forma regular e periódica e que estão estabelecidos no Plano Cartográfico das Forças Armadas. Na cartografia do território nacional destacam-se as cartas militares com escala 1:50000 das series M7815, P714 e P736 (atualizações da tradicional serie L), que cobre a totalidade do território nacional sendo a série de referência da cartografia produzida no CEGET, e a serie especial de campos militares (escalas 1:10000, 1:25000, 1:50000 e maiores).

Quando a cartografia normalizada não é suficiente para fazer face às necessidades por implicar um tipo de produto mais específico, mais atualizado ou num formato distinto da cartografia em papel, a Direção de Informação Geográfica gera o produto digital ou imprime-o *ad hoc*. O número de possíveis produtos é infundável, sendo exemplos disso a informação em formato raster e ortoimagens de diferentes escalas, MDE em diferentes resoluções, dados vetoriais em diferentes formatos e provenientes de distintas fontes, entre outros, representativos do território nacional e internacional.

Na Figura A.2 do Anexo A podemos visualizar o exemplo do fluxo de produção da carta topográfica com escala 1:50000 da serie M7815 do CEGET, o qual é muito semelhante ao desenvolvido no CIGeoE. Na Tabela 2.1 estão descritos de forma resumida os objetivos de cada fase desse fluxo.

Tabela 2.1 – Fases da produção cartográfica do CEGET
 Fonte: JIG [2013]

Fase	Objetivo
1. Abertura de expediente	- Dar a ordem de início dos trabalhos correspondentes a cada folha da serie, prevista no plano anual de atividades.
2. Preparação do voo para a AT	- Preparar o apoio fotogramétrico para o voo proporcionado pelo Centro Cartográfico e Fotográfico do Exército Aéreo; - Obter a informação e documentação necessária para a AT.
3. Restituição fotogramétrica	- De acordo com a nova informação, nos restituidores confirmar e atualizar a planimetria e altimetria dos dados das folhas já existentes na BDG; - Introduzir a toponímia.
4. Trabalhos de campo	- Verificar, no terreno, a informação obtida através da fotointerpretação das fotografias aéreas, de tal forma que a sua simbologia se ajuste à realidade; - Obter, por observação direta ou proveniente de diferentes fontes de produtos, como por exemplo o Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Espanha, os dados descritivos ou complementares necessários para completar a informação; - Identificar todos os objetos que o restituidor não conseguiu identificar (depósitos de água, silos, ermidas, nascentes, poços, etc.).
5. Controlo de qualidade	- No final de cada uma das fases do fluxo de trabalho e quando a base de dados está completa, realizar revisões da qualidade geométrica, topológica e posicional da informação geográfica. Essas revisões devem incluir todos os produtos vetoriais, matriciais e raster, tanto no formato digital como em papel, que dessa informação derivam.
6. Validação geométrica e topológica	- Obter informação depurada e validada mediante a deteção analítica e correção de erros correspondentes tanto à geometria interna dos elementos como à sua situação espacial relativa; - Completar a toponímia que não se digitalizou nas fases prévias.
7. Formação da folha	- Dotar a folha de elementos e aspetos necessários para a publicação em papel.
8. Publicação	- Obter o ficheiro digital definitivo a partir do qual se pode elaborar o produto necessário para a impressão e publicação da folha.

Importa destacar que uma das fontes de produtos que servem como suporte para o CEGET desenvolver algumas fases do processo de produção cartográfica é o IGN. O download gratuito de arquivos digitais de natureza geográfica gerados pelo IGN é possível através de um geoportal³ do Centro Autônomo de Informação Geográfica Nacional.

A serie principal produzida no IGN e que está na origem de todas as outras é a Carta Topográfica Nacional com a escala 1:25000, que constitui por lei, juntamente com a Carta Topográfica Nacional com a escala 1:50000, a cartografia de base oficial de Espanha. Como exemplo de outros produtos do IGN, estão as ortofotos com resolução de 25 cm ou 50 cm e MDE de alta precisão de todo o território espanhol, produzidos de acordo com os planos nacionais de ortofotografia aérea. Na Tabela A.2 do Anexo A encontram-se as características desses planos.

2.3 SWISSTOPO

A Swisstopo é a agência nacional de cartografia e topografia da Suíça e está organizada de acordo com a Figura A.3 do Anexo A. É uma agência que está na dependência do Departamento Federal da Defesa, Proteção Civil e Desporto e é a entidade responsável pela aquisição, gestão e produção de dados

³ <http://centrodedescargas.cnig.es>

geoespaciais de alta qualidade e com referência espacial em todo o país. Para além disso, é responsável por pesquisar e documentar a paisagem e o subsolo. Os produtos mais importantes incluem modelos de superfície e de elevação, imagens aéreas, ortofotos, cartas e dados geológicos, aplicações para dispositivos moveis, dados de referência e sobretudo as series de cartas nacionais. Através de um geoportal⁴ é possível visualizar e transferir a maioria dos produtos.

Para além do desenvolvimento dos produtos, a Swisstopo é responsável pela coordenação da informação geográfica e geológica ao nível nacional, administra o Instituto de Geografia Militar (IGM), supervisiona o levantamento cadastral e o cadastro das restrições à propriedade pública e coordena a harmonização dos dados espaciais suíços em cooperação com órgãos regionais, municípios e do setor privado. A Swisstopo está autorizada a conduzir negociações bilaterais com as organizações parceiras correspondentes e a assinar os acordos subsequentes.

O IGM é o único ponto de contato para questões nacionais e internacionais, isto é, coordena e dirige as atividades da Suíça relativas à geografia militar na Suíça e no exterior.

A missão básica da agência no âmbito da geografia militar inclui a aquisição, produção, preparação e distribuição de informação geoespacial em formato analógico e digital em todos os exercícios ou operações militares, como cartas, imagens aéreas ou de satélite e modelos de superfície. Em particular para as Forças Armadas, os serviços assegurados são os seguintes:

- Produção de várias cartas temáticas militares, como cartas de áreas de treino militar ou cartas de visão geral;
- A compilação de cartas especiais para operações e exercícios;
- A aquisição de geodados do exterior;
- A preparação de dados para vários softwares militares.

Neste momento, a Suíça é um dos primeiros países a dispor de um modelo detalhado de edifícios em 3D que cobre todo o país. O modelo topográfico de superfície assenta numa base de dados com cerca de 70 milhões de objetos em 3D. Os dados vetoriais dos objetos naturais e artificiais que dão forma à superfície podem ser utilizados para representações num formato de grande escala (por exemplo cartas nacionais de escala 1:10000) e servem como base para o desenvolvimento dos outros produtos.

A atualização do modelo topográfico de superfície é desenvolvida através de imagens aéreas atuais obtidas através de voos com sensores digitais de alta resolução geométrica e radiométrica ou com o sistema LIDAR (*Light Detection And Ranging*). As imagens provenientes de aeronaves não tripuladas e satélites são usadas para complementar informações atualizadas nas áreas que não fizeram parte da cobertura dos voos. Algumas informações recolhidas através das autoridades locais também são relevantes neste processo.

Os diversos objetos são gravados digitalmente e armazenados com o auxílio de uma avaliação fotogramétrica em 3D. Para além de inserir os seus próprios dados, a Swisstopo também adquire conjuntos de dados suplementares ou informações de fontes externas, caso a caso. Os dados são integrados depois de terem sido ajustados geometricamente de acordo com os requisitos de qualidade do modelo. Caso haja necessidade de esclarecer qualquer dúvida decorrente da avaliação das imagens aéreas, os topógrafos visitam o local em questão.

Para finalizar este capítulo, importa considerar em termos de comparação que as fases e os métodos que caracterizam os processos de produção cartográfica do Serviço Geográfico Militar do Brasil e sobretudo

⁴ <https://map.geo.admin.ch>

do CEGET são muito semelhantes àqueles que constituem o processo desenvolvido no CIGeoE. As diferenças revelam-se essencialmente no conjunto de meios (hardware e software) utilizados para adquirir, armazenar, processar e disponibilizar a informação geoespacial.

Dos três casos considerados, a Swisstopo destaca-se pelo seu processo de produção cartográfica estar mais evoluído e assentar num modelo topográfico de superfície em 3D que é atualizado através de imagens aéreas obtidas por voos com sensores digitais de alta resolução geométrica e radiométrica ou com o sistema LIDAR.

3. DADOS E MÉTODOS

3.1 ÁREAS DE ESTUDO

No desenvolvimento do projeto, para aplicar e analisar os dois métodos de aquisição de informação vetorial de cada objeto em estudo, houve a necessidade de definir algumas áreas de estudo. Na escolha consideraram-se dois critérios, o seguimento do plano de trabalhos de restituição e atualização de informação definido na SFot e a constituição de uma amostra de objetos representativa, isto é, com dimensão aceitável e diferentes tipos de objetos.

As áreas de estudo pertencem ao distrito de Viseu e as delimitações estão representadas na Figura 3.1.

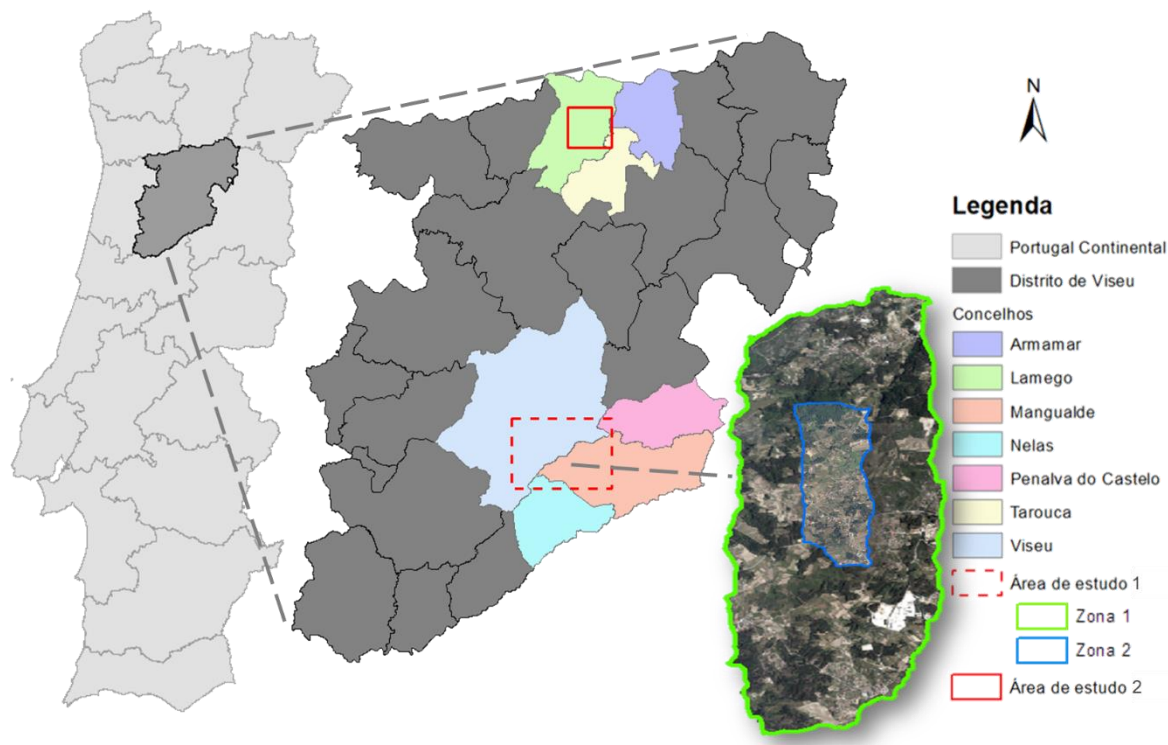


Figura 3.1 – Áreas de estudo
Fonte: Autor

A definição da primeira área de estudo surgiu com a necessidade de investigar se as ortofotos produzidas no CIGeoE a partir de MDT se adequam à aquisição de informação vetorial. A área de estudo corresponde à folha nº 189 (Mangualde) da carta militar de Portugal série M888 e os primeiros estudos incidiram em zonas rurais dessa área (zona 1 com 1,2 km² e zona 2 com 11 km²). Posteriormente foi utilizada a totalidade da área (cerca de 177 km² que incluem a área da folha e as áreas de sobreposição entre folhas) para efetuar um estudo mais abrangente, sobretudo com outros tipos de objetos.

Como principal estudo deste projeto, a segunda área foi definida para desenvolver a análise de cada EG em separado. É uma área que tem cerca de 44 km², está abrangida pela folha nº 137 da série M888 e está inserida na sua maioria no concelho de Lamego. À exceção da parte da cidade de Lamego, esta área apresenta na sua maioria características rurais, grande variação de relevo, diversidade de vegetação e uma rede viária constituída por várias estradas nacionais e uma auto estrada.

No Anexo B podemos verificar melhor as características das áreas de estudo através de fragmentos das respetivas folhas 1:25000 em suporte digital.

3.2 DADOS UTILIZADOS

Seguidamente são apresentados os tipos e as características dos dados utilizados durante o desenvolvimento do projeto. Todos os dados foram trabalhados no sistema de coordenadas WGS84 Militares.

3.2.1 Fotografias Aéreas

Dois dos conjuntos de fotografias aéreas utilizados no projeto correspondem à região de Viseu e foram obtidos através da realização de voos fotográficos em épocas diferentes (2015 e 2018). O terceiro conjunto abrange à região de Lamego e foi adquirido num voo fotográfico em 2018. As principais características das fotografias aéreas e dos respetivos blocos constam na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Principais características das fotografias e dos respetivos blocos.
Fonte: Autor

Características	Bloco de Viseu		Bloco de Lamego
	2015	2018	2018
Câmaras aéreas digitais	UltraCamXp WA	Digital Mapping Camera	Digital Mapping Camera
Número de bandas	4	4	4
Altura média absoluta de voo (m)	6138,200	3295	3242,400
Cota média do terreno (m)	571,900	512,800	590,800
Altura média acima do solo (m)	5566,300	2782,200	2651,600
Constante da câmara (m)	0,071	0,120	0,120
Módulo da escala da foto	79973	23291	23185
<i>Ground sampling distance</i> (GSD)* (m)	0,480	0,280	0,274
Tamanho do pixel (µm)	6	12	12
Lado da fotografia na direção do voo (pixel)	11310	7680	7680
Lado da fotografia na direção perpendicular ao voo (pixel)	17310	13824	13824
Comprimento de uma faixa ou do bloco (m)	130233	77749	128098
Largura do bloco (m)	40623	32712	34386

*Dimensão (linear) no terreno coberta pelo lado do pixel da imagem.

3.2.2 Modelos Digitais de Elevação

Existem várias metodologias para gerar um MDE. Os modelos mais utilizados na estruturação dos dados de um MDE são em formato TIN⁵ ou GRID⁶. Os MDE usados neste projeto foram obtidos através de modelos TIN. A construção de um modelo TIN consiste nas seguintes fases:

- Aquisição de uma amostra de informação constituída por pontos cotados (PC), a qual provem diretamente de medições ou indiretamente de curvas de nível (CN) ou de perfis restituídos no ME;
- Geração de uma rede de triângulos de vértices nos PC;
- Criação de superfícies planas limitadas pelos triângulos.

Existem algumas ferramentas no ArcGIS (por exemplo *Topo to Raster* e *TIN to Raster*) que aplicam alguns algoritmos de interpolação para gerar um MDE em formato raster a partir de um modelo TIN.

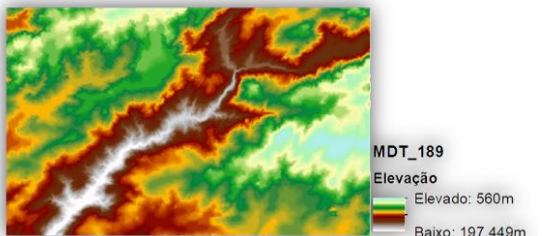
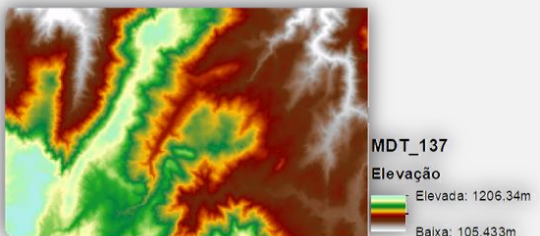
Um MDT é uma representação numérica do terreno que descreve tanto melhor a superfície terrestre quando mais densa for a amostra primária e quanto melhor estiverem descritas as descontinuidades da

⁵ Consiste numa malha irregular de triângulos onde cada vértice tem uma cota conhecida;

⁶ Consiste numa representação matricial do terreno onde cada elemento da matriz tem uma cota conhecida ou cada vértice da malha matricial tem a cota conhecida.

superfície. Os MDT utilizados no processo de retificação das fotografias aéreas e, mais tarde, na interpolação da altimetria de alguns conjuntos de dados, foram produzidos pela Unidade de Apoio Geoespacial (UnApGeo) do CIGeoE. Na UnApGeo, essa amostra primária de pontos é normalmente constituída por dados complementares planimétricos (lagoas, carreiras de tiro e campos de futebol) e dados altimétricos (VG, PC, CN com equidistância de 10 m, linhas de água, entre outros). Na Tabela 3.2 encontram-se as principais características desses modelos.

Tabela 3.2 – Principais características dos MDT
Fonte: Autor

Bloco de fotografias: Região de Viseu	Bloco de fotografias: Região de Lamego
 <p>MDT_189 Elevação Elevado: 560m Baixo: 197,449m</p>	 <p>MDT_137 Elevação Elevado: 1206,34m Baixa: 105,433m</p>
<p><i>Datum</i> planimétrico: WGS84 Militares <i>Datum</i> altimétrico: Marégrafo de Cascais Resolução espacial: 5 m Resolução radiométrica: 32 bits</p>	

3.2.3 Ortofotos e Ortomosaicos

As ortofotos e, por conseguinte, os ortomosaicos usados neste projeto foram produzidos na SFot do CIGeoE através da ortorretificação de fotografias. Na Figura 3.2 está esquematizado o processo de elaboração desses produtos.

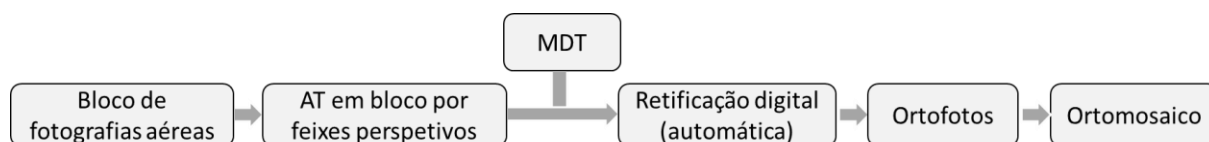


Figura 3.2 – Esquema de produção de ortofotos e de ortomosaico
Fonte: Autor

Após a conclusão da AT em bloco por feixes perspetivos⁷ com o software Match-AT e com a obtenção de resultados aceitáveis segundo os pontos de controlo, o processo é desenvolvido a partir das fotografias do bloco georreferenciadas. Com os MDT produzidos pelo CIGeoE, para efetuar a retificação digital das fotografias e gerar as ortofotos e os ortomosaicos recorre-se aos softwares OrthoMaster e OrthoVista. No final do processo os produtos são cedidos à STop para utilização nos processos de pré-validação e validação no terreno.

Embora não representem ortofotos reais, devido ao inconveniente de apresentarem algumas distorções em objetos elevados acima do solo, estes produtos destinam-se exclusivamente para utilização interna, normalmente para classificação de imagens ou para restituição de elementos em 2D no ArcGIS.

⁷ Parte-se da informação na fotografia para se chegar a informação no objeto. Os dados primários para este método são as coordenadas foto de todos os pontos de apoio e de todos os PF em todas as fotos onde aparecem (no mínimo duas), as coordenadas objeto de todos os PF do bloco e os parâmetros de orientação interna da câmara.

Na Tabela 3.3 estão as principais características das ortofotos resultantes das fotografias de 2015 (tipo 1) e 2018 (tipo 2).

Tabela 3.3 – Características das ortofotos tipo 1 e ortofotos tipo 2
Fonte: Autor

Características	Ortofotos	
	Tipo 1	Tipo 2
Número de bandas	3	4
Sistema de coordenadas	WGS84 Militares	WGS84 Militares
Resolução espacial (m)	0,5	0,3
Método de reamostragem	Vizinho mais próximo	Vizinho mais próximo
Resolução radiométrica (bits)	8	8

3.2.4 Dados Vetoriais

Os dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) foram adquiridos por operadores experientes na SFot. No ME a informação foi restituída segundo o plano de atividades anual da SFot (atualização das folhas 1:25000 da série M888). A partir dos ortomosaicos foram obtidos apenas os dados referentes aos diversos objetos que se encontravam nas áreas de estudo. Na Tabela 3.4 podemos verificar como foram adquiridos os diferentes conjuntos de dados.

Tabela 3.4 – Características dos dados vetoriais
Fonte: Autor

Operador	Área de trabalho	Base de aquisição	EG	Geodatabase	Geometria	
A	Folha 189 (bloco da região de Viseu)	ME	Construções	<i>Multiple Shapefiles</i>	Pontos e polígonos	
			Vegetação		Polígonos	
			Vias de comunicação		Linhas	
B	Folha 137 (bloco da região de Lamego)	ME	Construções		Pontos, linhas e polígonos	
			Vegetação		Polígonos	
			Vias de comunicação		Linhas	
Autor	Área de estudo 1	Ortofotos	Construções		Pontos	
C	Área de estudo 2	Ortomosaico	Construções		<i>Single Shapefile</i>	Pontos e polígonos
			Vegetação			Polígonos
			Vias de comunicação	Linhas		
D	Área de estudo 2	Ortomosaico	Vegetação	<i>Multiple Shapefiles</i>	Polígonos	

3.3 MÉTODOS

A metodologia aplicada ao longo do desenvolvimento do projeto consta de forma resumida na Figura 3.3 e será detalhada nas secções seguintes.

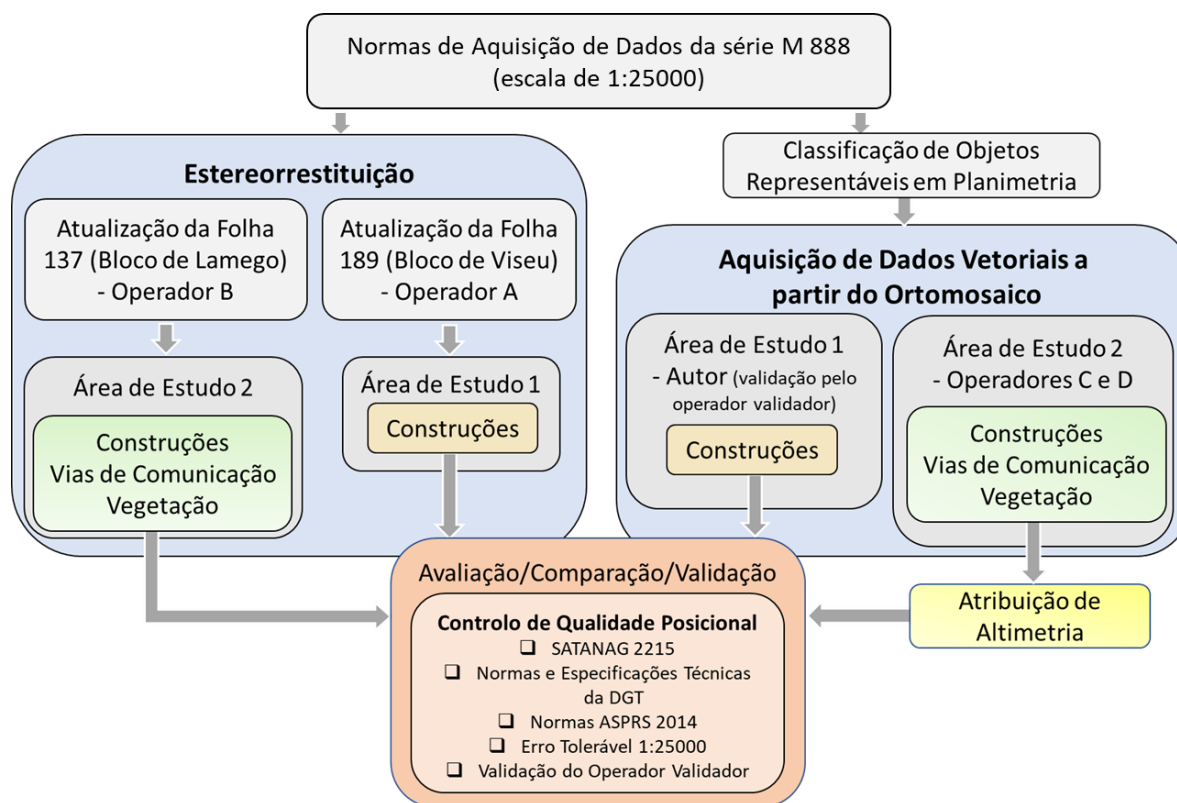


Figura 3.3 – Esquema geral da metodologia utilizada
Fonte: Autor

3.3.1 Classificação de Objetos Representáveis em Planimetria

As regras pelas quais se deve reger a aquisição da informação geoespacial para constituir uma BDG no CIGeoE estão definidas pelas NAD. Estas normas estão descritas num documento com uso restrito e têm como objetivo fornecer uma abordagem lógica e consistente da aquisição da informação geoespacial e posterior produção da carta militar 1:25000. Os objetos a restituir estão organizados de forma categórica, em seis EG (construções, vegetação, vias de comunicação, altimetria, limites e hidrografia), e apresentam diferentes características que implicam determinadas formas de aquisição e registo da informação vetorial na BDG.

Por razões já referidas, importa evidenciar que as ortofotos utilizadas para obter informação em 2D apresentam distorções que podem afetar a exatidão da posição dos objetos adquiridos, isto é, podem causar desvios relativamente à posição real. Por exemplo, objetos “sem altura significativa” relativamente ao solo vão ser adquiridos na ortofoto pouco desviados da sua posição real, enquanto os objetos com “altura significativa” vão aparecer bastante desviados. Para conferir posteriormente alguma facilidade em associar determinados resultados a esses fatores, na preparação do processo de aquisição de informação a partir das ortofotos surgiu primeiramente a necessidade de analisar as NAD e classificar os diversos objetos quanto à sua representação na carta e quanto à sua altura relativamente ao solo. Os resultados da classificação encontram-se no Anexo C.

3.3.2 Estereorrestituição

A estereorrestituição numérica desenvolvida na SFot consiste na interpretação da informação existente no ME, pelo operador de fotogrametria em estações fotogramétricas, seguida da respetiva aquisição de dados vetoriais, de acordo com a geometria com que cada elemento é representado na cartografia. Este processo é efetuado de acordo com as NAD que fornecem orientações para a aquisição de todas as

entidades do catálogo da informação vetorial da BDG, de forma a garantir homogeneidade na informação em todo o território nacional. O conteúdo semântico das fotografias aéreas é adquirido e gravado em ficheiros tridimensionais através dos softwares Summit Evolution e ArcGIS. Na Figura 3.4 estão ilustrados os principais constituintes (hardware e software) de uma estação fotogramétrica.



Figura 3.4 – Principais constituintes (hardware e software) de uma estação fotogramétrica
Fonte: Autor

3.3.3 Aquisição de Informação Planimétrica a partir das Ortofotos

O método de extrair informação planimétrica a partir das ortofotos resume-se à visualização e interpretação da informação em 2D e à aquisição e registo dos dados vetoriais. Neste método, para além do uso de um computador com os periféricos normais, na aquisição de informação sobre objetos da vegetação um dos operadores utilizou como monitor principal um televisor ultra HD com 55". Na Figura 3.5 podemos identificar o material (hardware e software) usado neste método.



Figura 3.5 – Material (hardware e software) utilizado no método de aquisição de dados a partir das ortofotos
Fonte: Autor

A aquisição de dados incidiu em determinados objetos de algumas EG, nomeadamente das vias de comunicação, construções e vegetação das áreas de estudo. Uma das razões que levou à exclusão da EG altimetria, deve-se à impossibilidade de obter diretamente a informação altimétrica dos objetos, o que leva à inadequabilidade para adquirir corretamente os dados vetoriais dos objetos que se evidenciam sobretudo por essa característica. Para além disso, há outro motivo que recai na constituição da amostra primária de pontos que normalmente é utilizada para produzir os MDT. Como já foi referido, essa

amostra inclui na sua maioria dados sobre objetos das EG Altimetria e Hidrografia, pelo que a sua restituição deve ser feita no ME antes da produção das ortofotos.

Desta análise excluíram-se os objetos da EG Limites visto que o processo de aquisição e o tipo de geometria dos dados vetoriais seriam idênticos aos das EG Vias de Comunicação e Vegetação. Na Tabela 3.5 podemos verificar a proveniência dos dados vetoriais adquiridos.

Tabela 3.5 – Informação adquirida e técnicas a partir das ortofotos
Fonte: Autor

Operador	Área de trabalho	EG	Geometria	Ferramentas do ArcMap	Televisor Ultra HD 55”
Autor	Área de estudo 1	Construções	Pontos	<i>Point</i>	Não
C	Área de estudo 2	Construções	Pontos		
			Polígonos	<i>Polygon</i>	
		Vegetação	Polígonos	<i>Freehand</i>	Sim
				<i>Auto Complete Freehand</i>	
Vias de comunicação	Linhas	<i>Stream</i>	Não		
		<i>Line</i>			
D	Área de estudo 2	Vegetação	Polígonos	<i>Polygon</i> <i>Auto Complete Polygon</i>	

3.3.4 Avaliação das Ortofotos

Antes de desenvolver o processo de aquisição de dados vetoriais através da visualização em 2D, houve a necessidade de investigar se as ortofotos produzidas na SFot a partir de MDT, embora não ideais, seriam adequadas para esse fim. Ter ao dispor dois blocos de fotografias aéreas da mesma área com características de voos diferentes permitiu avaliar essas condicionantes na qualidade das ortofotos geradas.

Segundo Redweik [2019b, p. 6], para efeitos de retificação fotográfica e produção de ortofotomapas os voos são geralmente feitos com sobreposições superiores a 70%, embora em teoria não seja necessária qualquer sobreposição longitudinal para além da margem de segurança, pois não se pretende usufruir da estereoscopia. Para verificar se as ortofotos apresentam essa característica, calcularam-se as sobreposições (longitudinal e lateral) em cada bloco de fotografias, com alguns dados das fotografias já apresentados anteriormente e com a aplicação das Equações (1), (2), (3) e (4).

$$S1 = s1 \times mf \quad (1)$$

$$S2 = s2 \times mf \quad (2)$$

$$l = \left(1 - \frac{B}{S1}\right) \times 100 \quad (3)$$

$$q = \left(1 - \frac{A}{S2}\right) \times 100 \quad (4)$$

Em que:

S1 – Lado da foto no terreno ao longo da fiada;

S2 – Lado da foto no terreno perpendicular à fiada;

s1 – Lado da fotografia na direção do voo;

s2 – Lado da fotografia na direção perpendicular à do voo;

l – Sobreposição longitudinal (%);

q – Sobreposição lateral (%);

B – Base real que corresponde à distância média entre pontos de tomada de foto;

A – Distância média entre eixos de fiada.

De acordo com Redweik [2019a, p. 96], quando se produz ortofotos a partir de MDT, nas zonas de elevada concentração de construções humanas há que limitar o efeito (na ortofoto final) da distorção perspectiva devida ao relevo/altura dos objetos⁸. A distorção perspectiva é particularmente notável em voos de baixa altitude e aumenta radialmente do centro para as margens da foto. O efeito do relevo artificial (casas, pontes e outras construções) pode ser atenuado se for ortorretificada apenas a parte central da fotografia onde a distorção é menor. Neste contexto, realizaram-se diferentes experiências para analisar as ortofotos quanto à existência de distorções provocadas pela distorção perspectiva devido ao relevo.

O primeiro estudo serviu para verificar as diferenças na qualidade posicional entre os dois tipos de ortofotos (tipo 1 e tipo 2), através da identificação e aquisição de pontos referentes a vértices de casas existentes numa área rural.

Para avaliar se a altura dos objetos influencia a qualidade posicional que as ortofotos tipo 2 nos proporcionam, efetuou-se o segundo estudo com alguns objetos (geometria: pontos) classificados como “objetos com altura significativa”, como por exemplo antenas de rádio isoladas, depósitos de água, vértices de grandes construções, entre outros. Para além disso, neste estudo foram incluídos alguns PF por serem conhecidas as suas coordenadas terreno e vértices de casas numa área urbana para averiguar a influência do tipo de espaço geográfico.

Nesta avaliação, a aquisição dos dados vetoriais a partir das ortofotos foi realizada pelo autor no ArcGIS, com a supervisão e a validação de um operador validador. No ME, a restituição dos objetos foi concretizada pelo operador A e os vértices das casas foram posteriormente extraídos no ArcGIS com a ferramenta *Feature Vertices To Points (Data Management)*.

Com a ferramenta Excel foram analisados os diferentes conjuntos de dados obtidos, sobretudo para apurar a correlação existente entre a distância da posição teste (posição de cada ponto na ortofoto) ao centro da fotografia (CF) correspondente e os desvios dessa posição relativamente à posição de referência (posição no ME). No caso dos PF consideraram-se os desvios em relação às coordenadas terreno. Para além disso, averiguou-se a existência de uma relação entre a altura dos objetos e os desfasamentos entre a posição teste e a posição referência. A maioria dos valores dos desvios foram obtidos através da ferramenta *Spatial Join (Analysis)* no ArcGIS.

Por fim, efetuaram-se algumas experiências para gerar ortofotos com resoluções (espacial e radiométrica) superiores e menos efeitos da distorção perspectiva, comparativamente às ortofotos disponibilizados pela SFot. Para tal, para além da alteração dos parâmetros de produção, procurou-se redimensionar a parte central das fotografias que normalmente é considerada para gerar as ortofotos. Estas experiências foram desenvolvidas através dos softwares utilizados pela SFot para produzir ortofotos e ortomosaicos (OrthoMaster e o OrthoVista).

3.3.5 Aquisição de Informação por Entidades Geográficas

Depois da avaliação da qualidade das ortofotos e dos ortomosaicos, surgiu a parte fundamental deste projeto, isto é, a aquisição da informação existente na área de estudo 2 a partir do ME e do ortomosaico e a comparação dos resultados. Por razões já referidas, a informação corresponde a objetos que pertencem apenas às três EG em estudo (construções, vegetação, vias de comunicação).

⁸ Objetos que sobressaem do terreno, como é o caso das árvores e da maior parte das construções humanas, aparecem na imagem retificada em posições que não correspondem à sua projeção ortogonal.

Para o estudo não ficar enviesado, a aquisição de dados foi realizada nos dois métodos por diferentes operadores experientes da SFot. Durante cada processo os operadores efetuaram também o registo das ferramentas utilizadas e do tempo de aquisição de cada EG. À semelhança do que aconteceu nos métodos anteriores, a estereorrestituição foi realizada pelo operador B no âmbito do plano de atividades da SFot.

Para analisar a informação obtida, o tratamento e a integração dos conjuntos de dados foram efetuados no ArcGIS de acordo com o que está esquematizado na Figura 3.6.

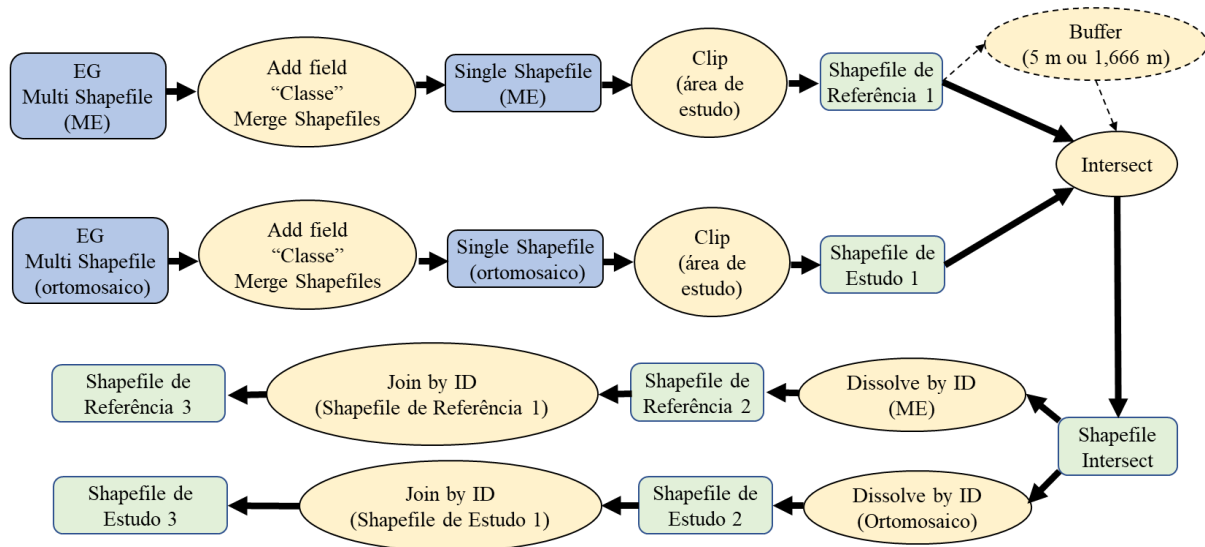


Figura 3.6 – Processo de tratamento dos dados vetoriais em cada EG
Fonte: Autor

À exceção do que aconteceu no processo aplicado na vegetação, os dois conjuntos de dados referentes a cada EG foram adquiridos e armazenados de acordo com a estrutura da BDG utilizada na SFot. Essa estrutura está definida com uma *shapefile* para cada tipo de objeto.

Para simplificar o tratamento e comparação da informação, os dados foram integrados apenas numa *shapefile* com uma coluna designada por “Classe” que indica o tipo de objeto correspondente. No processo aplicado na vegetação, a informação adquirida a partir do ortomosaico ficou logo guardada numa *single shapefile* constituída com a coluna “Classe” para classificar os diferentes tipos de objetos.

Os limites espaciais da informação foram uniformizados com a delimitação pela área de estudo definida (ferramenta *Clip*). Após isso, para comparar os dois conjuntos de dados efetuou-se a intersecção geométrica. Para aplicar esta técnica aos dados vetoriais com geometria ponto e linha a partir dos dados de referência (ME), definiu-se um *buffer* com os valores associados ao ϵ_t na escala de 1:25000.

Desse cruzamento de dados resultou uma *shapefile* apenas com aqueles que se intersectavam espacialmente. Constatou-se que algumas intersecções consistiam apenas em frações dos dados adquiridos e que o número de identificação (Id) associado a um objeto numa *shapefile* podia estar relacionada com mais do que um Id na outra. A Figura 3.7 ilustra um exemplo desse tipo de intersecções.

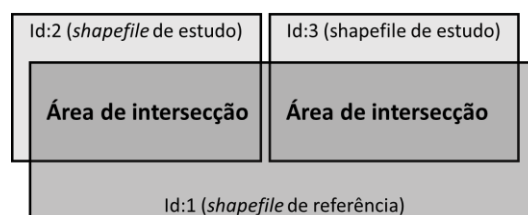


Figura 3.7 – Exemplo de duas áreas de intersecção associadas ao mesmo Id na *shapefile* de referência
Fonte: Autor

Para quantificar a intersecção total associado a cada Id, agregou-se a informação pelo Id na *shapefile* de referência e depois fez-se o mesmo na *shapefile* de estudo.

Para além da informação sobre os dados em intersecção, houve a necessidade de saber a identificação dos dados sem intersecção. Para tal, realizou-se uma associação espacial (*join spatial*) entre as *shapefiles* obtidas e as *shapefiles* iniciais, o que permitiu identificar os dados sem intersecção (*null*).

3.3.6 Atribuição de Informação Altimétrica

Como já foi referido, ao invés do que se passa no ME, a observação de uma ortofoto simples não proporciona informação altimétrica sobre o terreno fotografado. Uma possibilidade para determinar este tipo de informação consiste na interpolação dos valores da altitude recorrendo a um MDE.

Nesta metodologia, a utilização de um MDT proporciona a influência do relevo do terreno na altimetria da informação. No entanto, todos os objetos que sobressaem do terreno, como é o caso das árvores e da maior parte das construções humanas, vão ficar em posições que não correspondem à realidade, dando origem ao efeito muito comum dos prédios “deitados” e dos deslocamentos nas pontes, etc. Nestes casos esse problema pode ser contornado se, em vez de um MDT, for utilizado um MDS contendo toda a altimetria da superfície construída, incluindo prédios, pontes, etc. Os MDS para este efeito podem ser adquiridos por estereofotogrametria ou por altimetria de laser.

Os MDT utilizados neste processo foram elaborados pela UnApGeo do CIGeoE. O MDS foi gerado na SFot por processos fotogramétricos automáticos de correlação de imagem segundo os passos ilustrados na Figura 3.8.

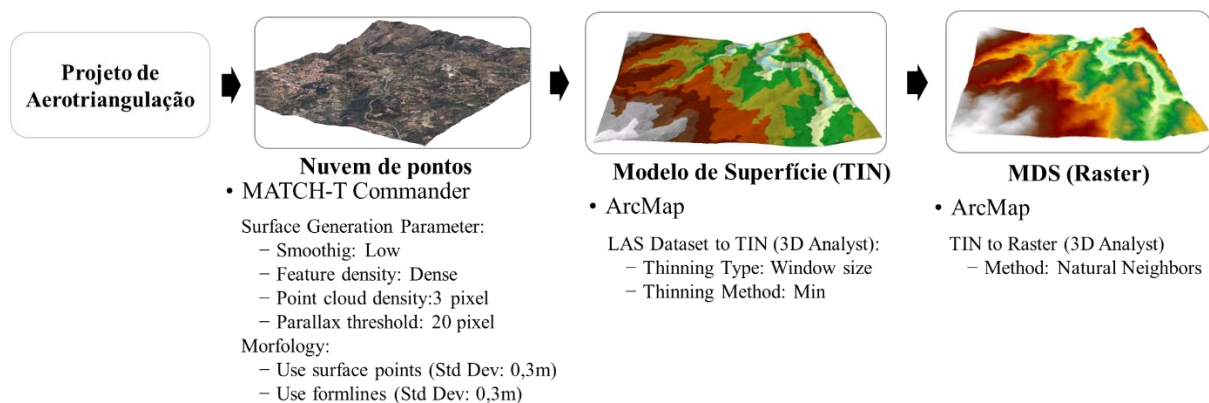


Figura 3.8 – Processo para gerar um MDS
Fonte: Autor

A interpolação da altimetria no ArcGIS realizou-se com a ferramenta *interpolate shape* a partir dos MDE. Para cada tipo de dados vetoriais foram utilizados os seguintes modelos:

- MDS, nos dados vetoriais dos “objetos com altura significativa” da EG Construções;
- MDT, nos dados vetoriais dos “objetos sem altura significativa” da EG Construções e de todos os objetos das EG Vias de Comunicação e Vegetação.

3.3.7 Avaliação da Qualidade Posicional da Informação

Com o objetivo de avaliar a informação obtida através das ortofotos foram consultadas algumas normas de qualidade posicional estabelecidas no âmbito da produção cartográfica. Os indicadores estatísticos e critérios de avaliação considerados mais adequados para avaliar a exatidão posicional e geométrica da informação produzida estão estipulados no *Standardization Agreement 2215 (STANAG 2215)*, nas normas para a cartografia da Direção-Geral do Território (DGT) e nas normas de exatidão posicional

para dados geoespaciais digitais estabelecidas pela *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (ASPRS). Esta avaliação resulta de uma adaptação desses critérios ao tipo de informação que está a ser tratada, sendo diferente da que está preconizada para a aplicação das normas. Um exemplo disso foi estabelecer como referência os dados adquiridos via estereorrestituição em vez dos dados que deveriam ter sido adquiridos com GNSS no terreno.

Como complemento à aplicação das normas, a informação foi avaliada segundo o conceito do erro tolerável (ϵ_t) para a carta 1:25000 e submetida à validação de um operador validador da SFot.

Na avaliação da informação altimétrica obtida através dos MDE também foi ponderada a aplicação dos critérios de exatidão vertical presentes nas normas. No entanto, isso não foi efetuado porque os valores dos *GSD* dos modelos (5 m no MDT e 7,5 m no MDS) evidenciam-se muito propícios à existência de grandes desvios entre a informação interpolada e a “verdadeira”.

3.3.7.1 Detecção de *Outliers*

Antes de aplicar os critérios de avaliação estabelecidos nas normas referidas é necessário detetar e remover possíveis erros grosseiros através de testes estatísticos aos resíduos obtidos.

De acordo com o STANAG 2215, um resíduo é considerado um potencial *outlier* se o valor absoluto do resíduo é maior do que um valor definido. Neste caso, esse valor é igual ao desvio padrão das observações multiplicado por um fator estatístico (M). Antes da remoção do potencial *outlier* deve-se investigar a causa do erro e se possível corrigir. O processo de detecção de *outliers* é repetido até que não existam mais *outliers*. Os cálculos dos resíduos (R) e dos fatores de teste (M) podem ser efetuados pelas seguintes formas:

– Teste Linear

$$R = (\delta x_i - \bar{\delta x}) \quad (5)$$

$$|R| > M_1 \times \sigma_x \quad (6)$$

R é um potencial *outlier* se a Equação (6) for verdadeira. O x pode representar a distância à Meridiana (*Easting* - E), a distância à Perpendicular (*Northing* - N) ou a Altitude. Para grandes amostras considera-se $M_1=3$ que corresponde à probabilidade de erro de 99.73%, mas para amostras mais pequenas o mais prático é considerar a Equação (7), em que v é igual ao número de graus de liberdade ($n-1$, sendo n o número de elementos da amostra).

$$M_1 = 1,9423 + 0,5604 \times \log_{10} v \quad (7)$$

– Teste Circular

$$R = \sqrt{(\delta E_i - \bar{\delta E})^2 + (\delta N_i - \bar{\delta N})^2} \quad (8)$$

$$|R| > M_2 \times \sigma_x \quad (9)$$

R é um potencial *outlier* se a Equação (9) for verdadeira. Para grandes amostras considera-se $M_2=3,5$ que corresponde à probabilidade de erro de 99.78%, mas para amostras mais pequenas o mais prático é considerar a Equação (10), em que v é igual ao número de graus de liberdade.

$$M_2 = \sqrt{2,5055 + 4,6052 \times \log_{10} v} \quad (10)$$

3.3.7.2 STANAG 2215

O STANAG 2215 (*Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital Topographic Data*) tem como objetivo a uniformização do controlo de qualidade posicional da cartografia (digital e analógica) produzida e utilizada pelas Forças Armadas pertencentes ao conjunto de países membros da NATO, do qual Portugal faz parte.

Segundo a 7ª edição do STANAG 2215 de 13 de julho de 2010, a avaliação da adequação de um produto cartográfico com uma determinada escala compreende a análise individual de cinco aspetos que resulta numa classificação por um código alfanumérico de cinco grupos. Neste estudo apenas importa utilizar os critérios de classificação da exatidão horizontal ou planimétrica. No STANAG, a exatidão horizontal absoluta é definida pelo *Circular Map Accuracy Standard (CMA)*.

Neste contexto, para calcular a exatidão posicional com um nível de confiança de 90% é necessário que a amostra tenha uma dimensão mínima de 167 pontos, o que permite ter 166 graus de liberdade. Para além disso, a amostra tem que ser representativa do produto em análise, isto é, deve ter uma distribuição espacial uniforme.

A classificação pelo *CMAS* corresponde a uma letra e faz-se com base na Tabela 3.6. A determinação da exatidão horizontal absoluta é feita através do erro circular fazendo a comparação da posição da representação na carta com a posição real medida no terreno. Neste estudo, esta classificação foi determinada para objetos bem definidos, fazendo a comparação da posição obtida a partir das ortofotos com a posição restituída no ME.

Tabela 3.6 – Critério de atribuição de classificação em termos de exatidão horizontal absoluta
Fonte: Adaptado de NATO [2010, p. A-4]

Classificação	Medida à escala do produto	1:25000
A	0.5 mm	12.5 m
B	1.0 mm	25 m
C	2.0 mm	50 m
D	>2.0 mm	Classificação pior que C
E	Não determinado	

A teoria do Erro Circular aplicada nesta classificação, considera que quando uma carta é produzida e os objetos são implantados, existe uma determinada percentagem de erros que se pode materializar num círculo com determinado raio. O raio é calculado com base na probabilidade dada pelo grau de confiança da posição de referência estar dentro do círculo. Assim o desvio padrão circular das diferenças medidas (σ_{CM}) pode ser calculado a partir do desvio padrão linear das diferenças em *E* e *N* segundo as Equações (11) e (12).

$$\sigma_{CM} = \sqrt{\frac{\sigma_E^2 + \sigma_N^2}{2}} \quad (11)$$

$$\sigma_{CM} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[\frac{\sum(\delta E_i - \overline{\delta E})^2 + \sum(\delta N_i - \overline{\delta N})^2}{n - 1} \right]} \quad (12)$$

Onde:

δE_i e δN_i – diferenças singulares entre as coordenadas medidas e coordenadas de referência, em *E* e *N* respetivamente. A convenção de sinal é medido-referência;

$\overline{\delta E}$ e $\overline{\delta N}$ – médias de todos os valores de δE_i e δN_i , respetivamente;

n – número de pontos de controlo.

Quando não são conhecidos erros significativos de σ_{CM} , este pode ser tomado como igual ao desvio padrão circular (σ_c).

De modo a determinar a classificação em termos de exatidão horizontal absoluta (que consta na Tabela 3.6) é necessário aplicar o cálculo do CMAS. Se não existirem erros sistemáticos, ou seja, $\overline{\delta E}$ e $\overline{\delta N}$ não diferem muito de zero, poder-se-á usar a Equação (13).

$$CMAS = 2,146 \times \sigma_c \quad (13)$$

Na equação anterior e nas seguintes surgem alguns fatores numéricos que foram determinados estatisticamente em estudos referenciados no STANAG. Para além disso, o STANAG apresenta um teste para determinar se existem erros sistemáticos significativos no nível de confiança de 90%. Caso existam erros sistemáticos, dever-se-á usar a Equação (14).

$$CMAS = \sigma_c \times \left[1,2943 + \sqrt{\left(\frac{d}{\sigma_c}\right)^2 + 0,7254} \right] \quad (14)$$

Onde d é o vetor médio de erro segundo a Equação (15).

$$d = \sqrt{(\overline{\delta E})^2 + (\overline{\delta N})^2} \quad (15)$$

3.3.7.3 Normas e Especificações Técnicas da DGT aplicáveis à Cartografia Topográfica Vetorial e de Imagem

Para verificar a exatidão posicional planimétrica, aplicaram-se também os critérios das Normas e Especificações Técnicas da DGT estabelecidas para a Cartografia Topográfica Vetorial e de Imagem.

As novas especificações técnicas de cartografia topográfica constituem normas oficiais e revogam as especificações anteriores da DGT. Visam adaptar a cartografia topográfica aos desenvolvimentos tecnológicos e às atuais necessidades dos utilizadores de informação geoespacial e criar uma relação direta entre a cartografia produzida em Portugal e as regras definidas pela Diretiva INSPIRE, facilitando a harmonização da informação geográfica nacional. Consistem em especificações técnicas para cartografia de grande escala produzida com informação geográfica em formato vetorial e imagem e de acordo com dois níveis de detalhe distintos, definidos em função da área a cartografar:

- Nível de Detalhe 1 (NdD1), adequado a representações cartográficas pormenorizadas e para áreas circunscritas do território (representação do território nos aglomerados urbanos).
- Nível de Detalhe 2 (NdD2), adequado à representação cartográfica integral do território nacional.

Segundo estas normas, a exatidão posicional absoluta traduz a proximidade das coordenadas dos dados às coordenadas das entidades determinadas no mundo real através de metodologias de posicionamento rigorosas e é avaliada por determinados parâmetros estabelecidos nalgumas tabelas, das quais se destaca a Tabela 3.7 que contém os parâmetros que foram aplicados nalguns resultados.

Tabela 3.7 – Parâmetros da DGT para a exatidão posicional absoluta das ortofotos
 Fonte: Adaptado de DGT [2021, p. 161]

O <i>RMSE</i> dos pormenores topográficos ao nível do terreno ou em estruturas elevadas ortorretificadas deve assumir valores iguais ou melhores a:		
	NdD1	NdD2
Resolução espacial	0,10 m	0,50 m
Exatidão posicional planimétrica	0,30 m	1,50 m
90% dos desvios entre os pontos avaliados devem assumir valores iguais ou melhores a:		
	NdD1	NdD2
Planimetria	0,45 m	2,30 m

Os critérios aplicam-se através do cálculo do *RMSE* das diferenças. Neste caso, as normas foram adaptadas novamente para a utilização das coordenadas obtidas por estereorrestituição como parâmetros de referência.

A Equação (16) é usada no cálculo do *RMSE* para a planimetria.

$$RMSE_{MP} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((M_{iE} - M_{iO})^2 + (P_{iE} - P_{iO})^2)}{n}} \quad (16)$$

Em que:

M_{iE} , P_{iE} – coordenadas planimétricas obtidas por estereorrestituição, para o ponto i ;

M_{iO} , P_{iO} – coordenadas planimétricas do mesmo ponto obtidas a partir do ortomosaico;

n – número de pontos da amostra.

3.3.7.4 Normas de Exatidão Posicional da ASPRS

As normas de exatidão da ASPRS para dados geoespaciais digitais foram estabelecidas em 2014 para substituir alguns padrões e diretrizes existentes, no sentido de acompanhar o desenvolvimento de novas tecnologias, por exemplo drones e tecnologias óticas de deteção remota como o LIDAR. Estas normas incluem critérios de exatidão posicional para ortoimagens, dados planimétricos digitais e dados digitais de elevação. Para além disso, apresentam critérios adicionais, dos quais se destaca a quantidade necessária de pontos de verificação com base na área do projeto.

Estas normas não mencionam nenhum teste para deteção de tendências e possíveis *outliers* nos dados. Essa análise é fundamental quando se pretende fazer um controle de qualidade dos dados espaciais sem a influência de dados tendenciosos que podem levar a resultados inconsistentes.

A avaliação da exatidão posicional está diretamente relacionada com o valor do *RMSE*. Com as discrepâncias posicionais entre os pontos de teste e os pontos de referência calcula-se o $RMSE_x$ e o $RMSE_y$ com as Equações (17) e (18). No final calcula-se o $RMSE_r$ de acordo com a Equação (19).

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{\sum (X_{teste} - X_{ref})^2}{n}} \quad (17)$$

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{\sum (Y_{teste} - Y_{ref})^2}{n}} \quad (18)$$

$$RMSE_r = \sqrt{RMS_x^2 + RMS_y^2} \quad (19)$$

Sendo:

X_{teste} – Valor da abcissa no produto teste;

X_{ref} – Valor da abcissa no produto de referência;

Y_{teste} – Valor da ordenada no produto teste;

Y_{ref} – Valor da ordenada no produto de referência.

Dependendo do projeto, a norma também deixa claro que definindo um valor de tolerância expresso por uma variável (X) se pode utilizar outras tabelas para estabelecer os critérios de exatidão horizontal. Para além disso, indica-nos que se pode estimar a exatidão horizontal com um nível de confiança de 95% recorrendo à aplicação da Equação (20) estabelecida noutra norma implementada nos EUA em 1998 pelo Comité Federal de Dados Geográficos, a *National Standard for Spatial Data Accuracy* (NSSDA).

$$\text{Exatidão horizontal com o nível de confiança de 95\%} = 1,7308 \times RMSE_r \quad (20)$$

A Figura D.1 do Anexo D contém as classes comuns de exatidão horizontal para ortofotos digitais e os respetivos padrões horizontais de acordo com estas normas. Neste caso, com os resultados do cálculo do $RMSE$, será verificada em que classe de exatidão horizontal as ortofotos se enquadram.

Nestas normas também está reconhecido que os dados podem conter erros sistemáticos e que podem ser estimados através do cálculo de erros médios. É suposto que tais erros sejam removidos durante a fase de processamento e, portanto, não tenham um efeito significativo na análise final. Entretanto, a ASPRS recomenda que os erros médios não excedam 25% do $RMSE$ máximo permitido para uma classe de determinada exatidão.

Na avaliação da qualidade das ortofotos, as normas ASPRS estabelecem recomendações de uso a partir dos valores encontrados do $RMSE_x$ e $RMSE_y$ e apresentam também uma regra geral para determinar o tipo de aplicação apropriada da ortofoto, a partir de três níveis diferentes de exatidão posicional. Essa regra está estabelecida pela Figura D.2 do Anexo D.

3.3.7.5 Erro Tolerável na Escala 1:25000

Em teoria, para a análise da exatidão de informação geográfica deve-se também ter em conta conceitos como o ϵ_g , o ϵ_t , a escala da carta, entre outros. Assim chama-se ϵ_g ao raio do menor círculo no interior do qual se pode marcar distintamente um ponto. Um dos fatores que influencia este erro é a acuidade visual que a uma distância mínima permite uma visão distinta. Considerando uma distância de 25 cm, corresponde a um intervalo de cerca de 0,1 mm. A este valor é necessário adicionar as contribuições devidas a outros fatores de erro, como por exemplo, os instrumentos usados no desenho gráfico e a habilidade dos técnicos. Após várias experiências efetuadas com diferentes operadores numa variedade de situações, convencionou-se que se adote o valor prático de 0,2 mm para o ϵ_g .

Associado ao ϵ_g está o ϵ_t , que é a menor distância no terreno que pode ser medida num mapa ou carta. Para uma determinada escala, as metodologias aplicadas até ao produto final não devem originar erros superiores ao ϵ_t . As Equações (21) e (22) relacionam ambos os erros.

$$E = \frac{1}{N} \quad (21)$$

$$\epsilon_t = \epsilon_g \times N \quad (22)$$

Onde E representa a escala e N representa o denominador da escala;

Admitindo uma tolerância para o erro geométrico no produto final (carta ou ortofoto) igual ao valor da incerteza devida ao graficismo (0,2 mm) e uma propagação igual do erro pelas três fases principais da cadeia de produção cartográfica (determinação de PF no campo, determinação de pontos de apoio por aerotriangulação e restituição), na restituição exige-se que o erro cometido em planimetria seja calculado segundo a Equação (23). [Redweik, 2019b, p. 30]

$$S_p = \frac{1}{3} \times 0,2 \times m_c \quad (23)$$

Onde m_c é o módulo da escala da carta a restituir e $0,2$ [mm] o ϵ_g .

Assim para a escala pretendida, 1:25000, teremos que garantir que as metodologias da produção cartográfica não geram erros superiores a 5 m em planimetria, exigindo-se na fase da restituição que os erros não sejam superiores a 1,666 m. Na avaliação dos resultados considerou-se o erro máximo possível (5 m) e o erro teórico exigido na fase da restituição (1,666 m).

3.3.7.6 Avaliação da Informação pelos Operadores

Para além da aplicação dos critérios de avaliação anteriormente referidos, a informação foi submetida à validação de um operador fotogramétrico com essa função na SFot. Após os dados estarem completos com a informação altimétrica, o procedimento do operador consistiu inicialmente na visualização da informação no ME por EG e na identificação, segundo a sua experiência, do tipo/zona de dados com qualidade aceitável e inaceitável. No caso das “construções com altura significativa”, devido à deteção de várias disparidades na visualização global, optou-se por uma análise mais detalhada para quantificar os dados considerados “aceitáveis” e “não aceitáveis”.

Adicionalmente, os operadores que desenvolveram atividades no âmbito do desenvolvimento deste projeto, preencheram um questionário qualitativo sobre determinados aspetos relacionados com os métodos em estudo. As dificuldades encontradas na aquisição e identificação de alguns objetos, as vantagens e desvantagens entre os dois métodos e outras considerações, constituíram o conjunto de respostas aos questionários que estão no Anexo E.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ORTOFOTOS

4.1.1 Cálculo de Sobreposições

Do cálculo das sobreposições existentes em cada tipo de bloco de fotografias através da aplicação das equações expressas na Secção 3.3.4, obtiveram-se os resultados que constam na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Resultados da aplicação das equações para calcular as sobreposições dos dois blocos de fotografias
Fonte: Autor

Característica	Bloco de Viseu		Bloco de Lamego
	2015	2018	2018
S1 (m)	5426,538	2146,560	2105,856
S2 (m)	8305,338	3863,808	3790,541
Base real: distância média entre pontos de tomada de foto (m)	1870,425	632,680	575,879
Sobreposição longitudinal (%)	66	71	73
Distância média entre eixos de fiada (m)	4830,418	1990,533	1824,972
Sobreposição lateral (%)	41	48	52

Os resultados evidenciam que as sobreposições são maiores nos blocos de fotografias dos voos de 2018 e que nesses casos apenas as sobreposições longitudinais estão acima do valor mínimo que geralmente é considerado adequado na produção de ortofotomapas (70%). Sendo assim, embora não ideal devido aos valores das sobreposições laterais, considera-se que os blocos de fotografias com sobreposições mais adequadas para desenvolver o presente estudo advêm dos voos de 2018.

4.1.2 Avaliação da Ortofoto Tipo 1 e da Ortofoto Tipo 2

Para avaliar a qualidade dos dois tipos de ortofotos, neste estudo foram adquiridos 55 pontos aleatórios em cada ortofoto, correspondentes a vértices de casas numa zona rural. Como podemos verificar na Figura 4.1, para definir amostras representativas houve a preocupação de escolher casas distribuídas espacialmente pelas áreas utilizadas na constituição dos ortomosaicos.

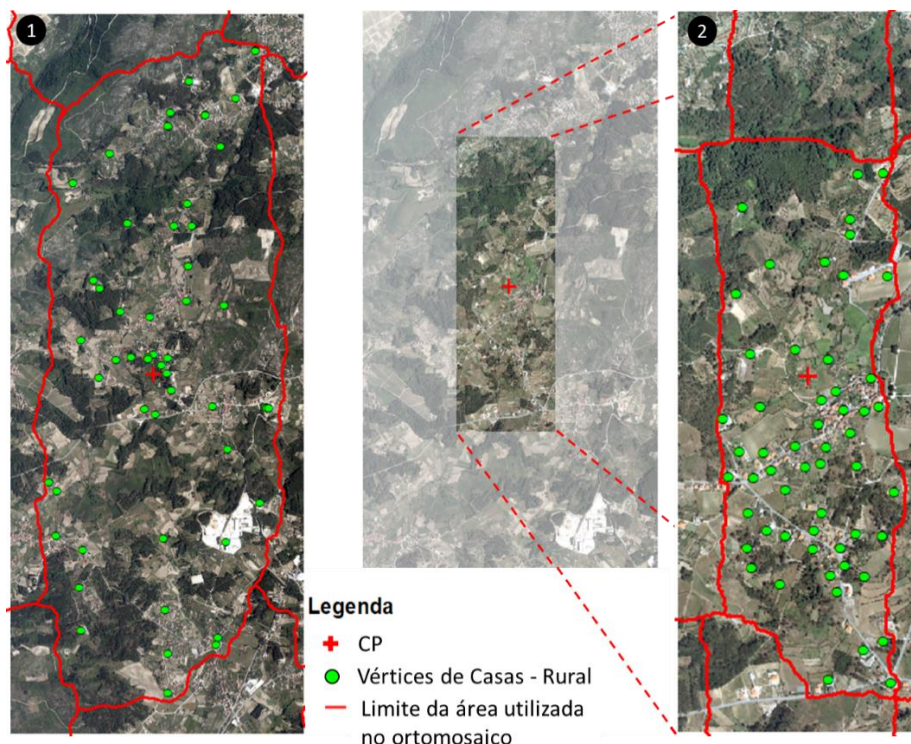


Figura 4.1 – Ortofoto tipo 1 com delimitação da zona 1 e amostra de 55 pontos (1) e ortofoto tipo 2 com enquadramento na ortofoto tipo 1, delimitação da zona 2 e amostra de 55 pontos (2)
Fonte: Autor

Neste caso, a análise estatística não foi efetuada idealmente com as coordenadas dos vértices na fotografia. Pela falta de conhecimento desses valores, os cálculos foram efetuados com as coordenadas terreno obtidas através dos dois métodos. Os resultados da análise estatística estão na Tabela 4.2 e nos Gráficos Gráfico 4.1 e Gráfico 4.2.

Tabela 4.2 – Valores dos parâmetros estatísticos da análise dos vértices de casas nos dois tipos de ortofotos
Fonte: Autor

Ortofoto	N.º de pontos (vértices de casas)	Variável	Max	Min	Med	Dm	Dp	Var	RMSE	C1
Tipo 1	55	D1 (m)	3023,116	112,86	1372,101					0,656
		D2 (m)	7,844	0	1,812	1,222	1,612	2,645	3,671	
Tipo 2	55	D1 (m)	1151,425	94,614	456,168					0,771
		D2 (m)	3,473	0,07	1,068	0,639	0,801	0,653	1,335	

Sendo:

Max – Máximo; Min – Mínimo; Med – Média; Dm – Desvio médio; Dp – Desvio padrão;

Var – Variância; *RMSE* – *Root Mean Square Error*;

D1 – Distância entre a posição referência (ME) e o CF;

D2 – Distância entre a posição referência (ME) e a posição teste (ortofoto);

C1 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre D1 e D2;

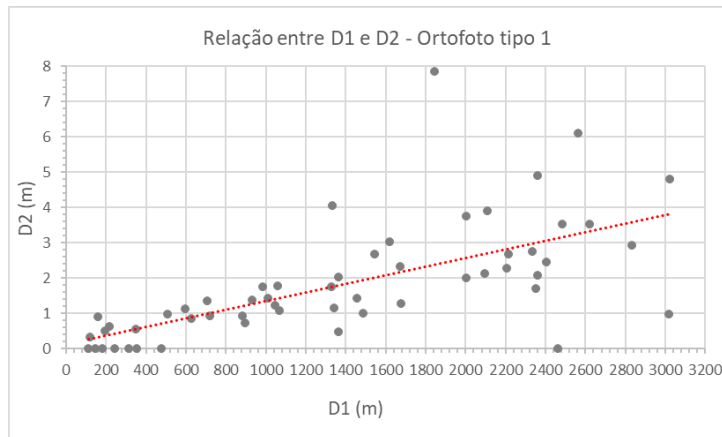


Gráfico 4.1 – Relação entre a D1 e a D2 no ortofoto tipo 1
Fonte: Autor

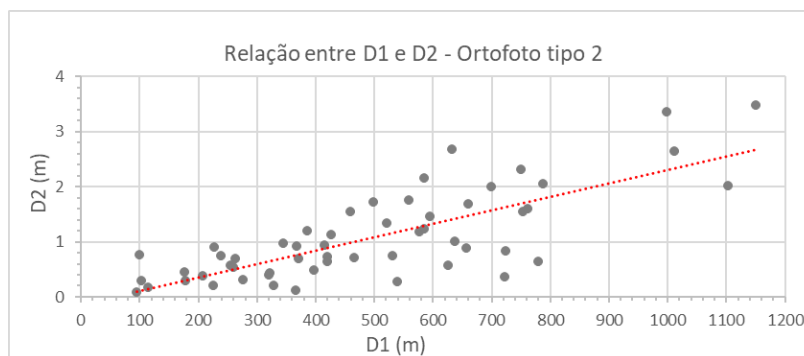


Gráfico 4.2 – Relação entre a D1 e a D2 na ortofoto tipo 2
Fonte: Autor

Na Tabela 4.2 verifica-se que os parâmetros estatísticos são mais baixos no caso da ortofoto tipo 2, à exceção do valor do coeficiente de correlação que nos dois casos indica a existência de uma correlação moderada entre as distâncias analisadas. Essa correlação é visível nos gráficos e nota-se que quanto mais distante o ponto medido está em relação ao centro da fotografia aérea, maior é o desvio em relação ao ponto de referência. Isto indica que a exatidão dos pontos medidos diminui com o aumento da distância ao centro, estando isso associado à distorção perspectiva que aumenta radialmente do centro para as margens da fotografia aérea.

Perante a constatação que as ortofotos tipo 2 apresentam melhores características no critério analisado, os estudos seguintes desenvolveram-se a partir de ortomosaicos desse tipo.

Tendo as ortofotos tipo 2 uma escala superior à do tipo 1, seria expectável um comportamento contrário, isto é, serem as mais afetadas pela distorção perspectiva. O facto de isso não acontecer está relacionado com a maior facilidade de identificação e medição em imagens com escala superior, o que permite compensar os erros originados pela distorção perspectiva.

4.1.3 Avaliação da Ortofoto Tipo 2 com outros Objetos

Para averiguar também a influência de outras variáveis na exatidão posicional, este estudo incidiu nalguns objetos com coordenadas terreno conhecidas, “objetos com altura significativa” e objetos numa zona urbana. Na Figura 4.2 visualiza-se a distribuição desses pontos no ortomosaico.

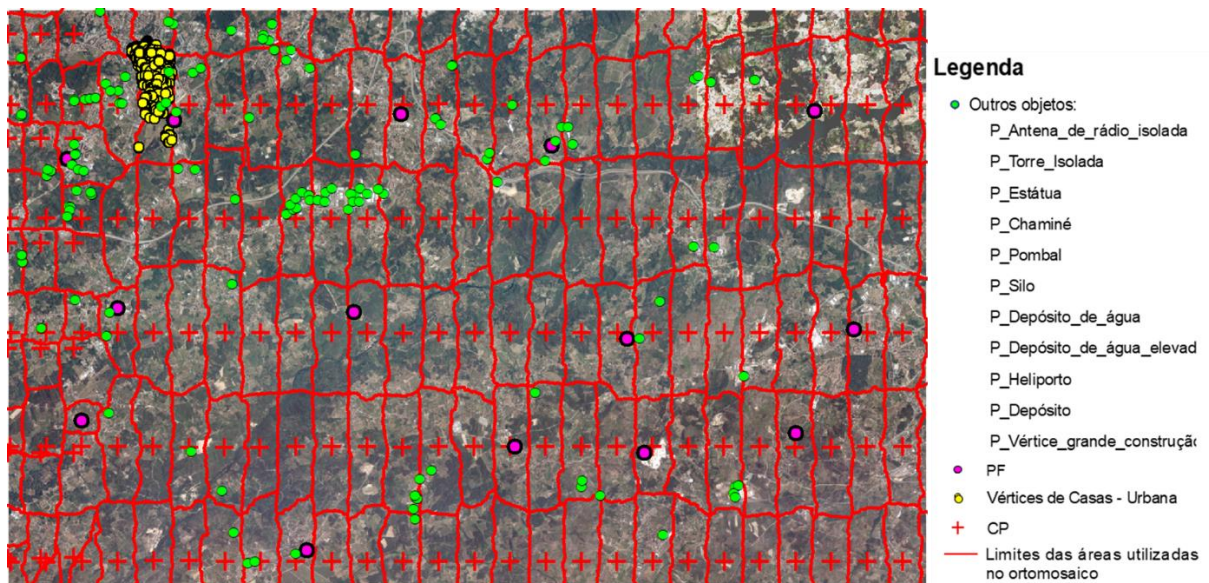


Figura 4.2 – Ortomosaico com a distribuição de pontos correspondentes a outros tipos de objetos
Fonte: Autor

Apesar de terem sido adquiridos dados sobre alguns objetos verificou-se que a quantidade não seria suficiente para retirar ilações estatísticas. Assim, nesta análise foram excluídos os dados referentes a estátua, torre isolada, heliporto, depósito e chaminé.

Com a ferramenta Excel, após a organização dos diferentes conjuntos de dados, prosseguiu-se com a detecção de possíveis *outliers* através da aplicação das equações do teste linear e do teste circular referidas na Secção 3.3.7.1. Na Tabela 4.3 estão os resultados da aplicação desses testes, considerando nos cálculos os fatores para pequenas amostras, à exceção do conjunto de pontos referentes a vértices de casas na zona urbana que foi considerada uma grande amostra.

Tabela 4.3 – Resultados da aplicação de testes para detecção de possíveis *outliers*
Fonte: Autor

Tipo de objeto	N.º de pontos	N <i>Outliers</i>		
		Teste linear		Teste circular
		E	N	
PF	14	0	0	2
Silo	24			3
Antena de rádio isolada	15			3
Depósito de água	13			2
Depósito de água elevado	9		1	1
Pombal	8		0	1
Vértices de grandes construções	54			3
Vértices de casas em zona urbana	208	5		

Após a verificação e análise de cada um dos *outliers*, constatou-se que correspondem todos a erros sistemáticos e que a causa está relacionada com a distorção perspectiva devida ao relevo/altura dos objetos das ortofotos. Uma vez que não se conseguem eliminar totalmente os efeitos das distorções, na análise estatística seguinte incluíram-se todos os *outliers*.

Na Tabela 4.4, associados a cada tipo de objeto estão os valores dos parâmetros estatísticos considerados mais relevantes nesta análise.

Tabela 4.4 – Valores dos parâmetros estatísticos na análise de pontos
Fonte: Autor

Tipo de objeto	N.º de pontos	Variável	Max	Min	Med	Dm	Dp	Var	RMSE	C1, C2 e C3
PF	16	D1 (mm)	27,727	2,701	13,144					C1: 0,524
		D2 (m)	1,320	0,201	0,657	0,277	0,328	0,116	0,735	
		D3 (m)	0,825	0,117	0,497	0,155	0,190	0,039	0,532	C2: 0,706
		D4 (m)	1,670	0,016	0,489	0,339	0,449	0,217	0,663	
Silo	24	D1 (mm)	46,131	0,881	21,074					C1: 0,545
		D2 (m)	3,083	0,246	1,201	0,566	0,720	0,540	1,401	
Antena de rádio isolada	15	D1 (mm)	42,360	4,555	23,596					C1: 0,742
		D2 (m)	13,080	1,657	7,024	3,004	3,436	12,649	7,819	
		Altura medida no ME (m)	58,000	12,000	31,133					C3: 0,614
Depósito de água	13	D1 (mm)	36,991	7,195	25,849					C1: 0,704
		D2 (m)	1,975	0,315	1,596	1,267	1,727	3,232	2,352	
Depósito de água elevado	9	D1 (mm)	39,245	4,078	18,607					C1: 0,898
		D2 (m)	4,858	0,475	1,589	1,399	1,571	2,776	2,235	
		Altura extraída com MDT (m)	15,630	4,233	10,154					C3: 0,597
Pombal	8	D1 (mm)	39,771	4,182	16,728					C1: 0,878
		D2 (m)	2,948	0,124	1,005	0,736	0,911	0,948	1,357	
Vértices de grandes construções	54	D1 (mm)	40,894	3,236	19,280					C1: 0,720
		D2 (m)	3,750	0,105	1,250	0,687	0,897	0,820	1,539	
		Altura extraída com MDT (m)	26,061	3,176	8,656					C3: 0,338
Vértices de casas em zona urbana	202	D1 (mm)	44,497	1,269	25,171					C1: 0,416
		D2 (m)	4,702	0,069	2,322	1,088	1,253	1,579	2,639	

Sendo:

Max – Máximo; Min – Mínimo; Med – Média; Dm – Desvio médio; Dp – Desvio padrão;

Var – Variância; *RMSE* – *Root Mean Square Error*;

D1 – Distância entre a posição no ME e o CF, calculada com coordenadas na fotografia;

D2 – Distância entre a posição no ME e a posição teste (ortomosaico);

D3 – Distância entre a posição referência (terreno) e a posição no ME;

D4 – Distância entre a posição referência (terreno) e a posição teste (ortomosaico);

C1 – Coeficiente de correlação entre D1 e D2;

C2 – Coeficiente de correlação entre a D1 e D4;

C3 – Coeficiente de correlação entre a altura e a D2;

Nesta análise apenas houve possibilidade de calcular a D3 e D4 no caso dos PF por serem os únicos objetos com as coordenadas no terreno conhecidas. Para mitigar de alguma forma os erros inerentes ao uso das coordenadas no ME como referência em vez das coordenadas no terreno, os valores da média e do desvio padrão na D3 foram considerados para aplicar a lei de propagação de incertezas na avaliação da qualidade posicional segundo o STANAG 2215 (Secção 4.1.4).

Na D2, os PF são os objetos cujos dados apresentam melhores resultados estatísticos pela sua pouca dispersão (baixo desvio padrão) e pelos valores da média e do *RMSE* serem os mais baixos. Nalguns casos o valor do desvio padrão é muito próximo (exemplos: depósito de água elevado e pombal) ou superior (exemplo: depósito de água) ao valor da média nessa distância. Isso indica que existe maior dispersão nos dados e nesses casos o valor da média não deve ser considerado como um bom indicador descritivo da amostra. Uma das causas dessa dispersão consiste na técnica de aquisição e registo da informação desse tipo de objetos segundo as normas de aquisição, isto é, podem ter forma retangular ou circular mas são adquiridos e registados com um ponto no centro.

No caso das antenas de rádio isoladas encontram-se os valores mais altos da análise. A aquisição dos dados vetoriais neste caso é feita no topo do objeto e esses resultados estatísticos estão diretamente relacionados com a altura dos objetos, destacando-se o elevado valor do *RMSE* (7,819 m).

Os valores dos coeficientes de correlação indicam a existência de correlações fracas (exemplo: C1 dos vértices de casas em zona urbana), moderadas (exemplo: C3 do depósito de água elevado) e fortes (exemplo: C1 do pombal) entre as variáveis.

Seguidamente apresentam-se alguns gráficos que expressam visualmente as relações existentes entre as variáveis.

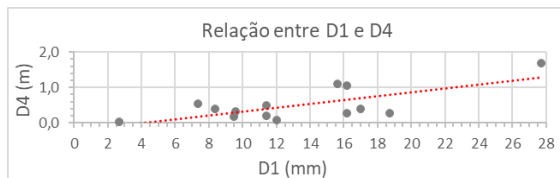


Gráfico 4.3 – Relação entre D1 e D3 na análise de PF
Fonte: Autor

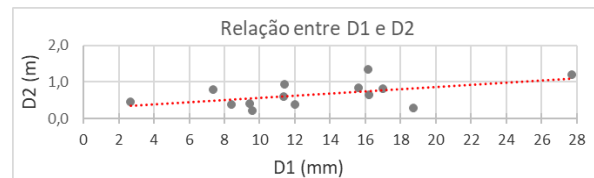


Gráfico 4.4 – Relação entre D1 e D2 na análise de PF
Fonte: Autor

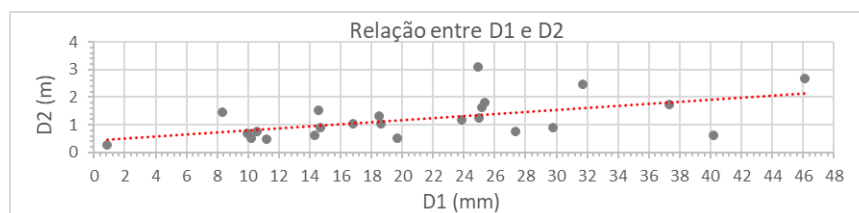


Gráfico 4.5 – Relação entre D1 e D2 na análise de silo
Fonte: Autor

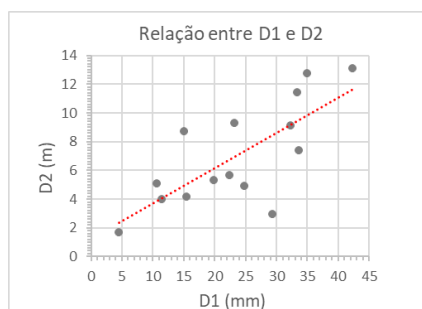


Gráfico 4.6 – Relação entre D1 e D2 na análise de antena de rádio isolada
Fonte: Autor

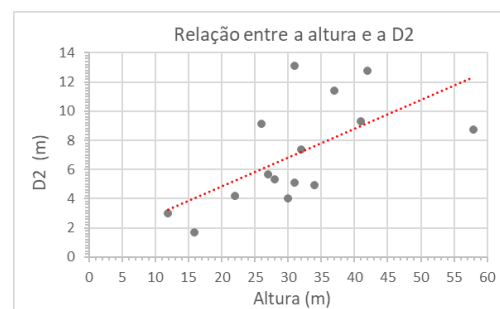


Gráfico 4.7 – Relação entre a altura e a D2 na análise de antena de rádio isolada
Fonte: Autor

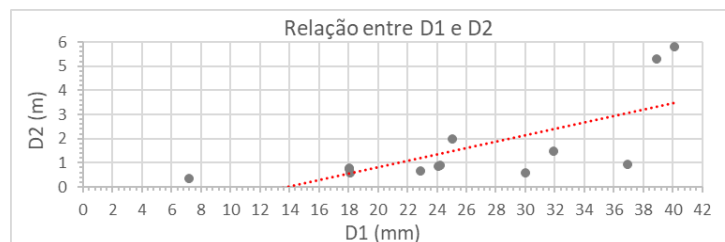


Gráfico 4.8 – Relação entre D1 e D2 na análise de depósito de água
Fonte: Autor

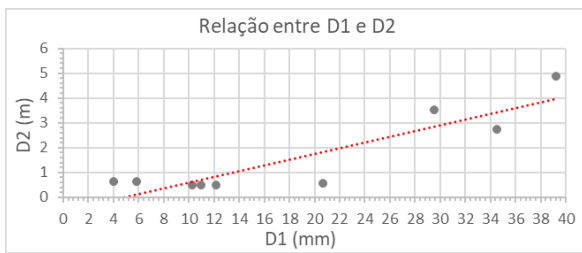


Gráfico 4.9 – Relação entre D1 e D2 na análise de depósito de água elevado
Fonte: Autor

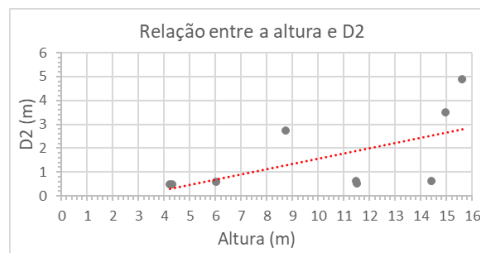


Gráfico 4.10 – Relação entre a altura e a D2 na análise de depósito de água elevado
Fonte: Autor

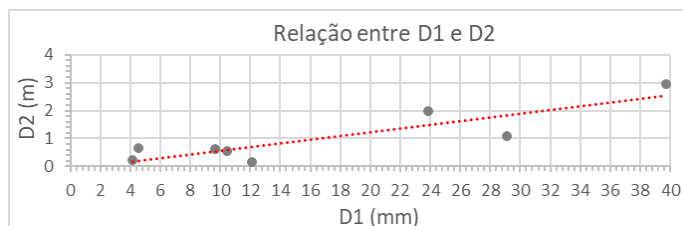


Gráfico 4.11 – Relação entre D1 e D2 na análise de pombal
Fonte: Autor

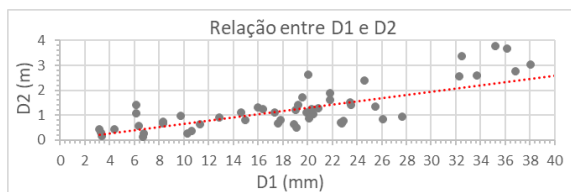


Gráfico 4.12 – Relação entre D1 e D2 na análise de vértices de grandes construções
Fonte: Autor

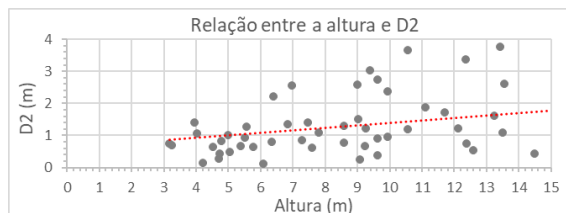


Gráfico 4.13 – Relação entre a altura e a D2 na análise de vértices de grandes construções
Fonte: Autor

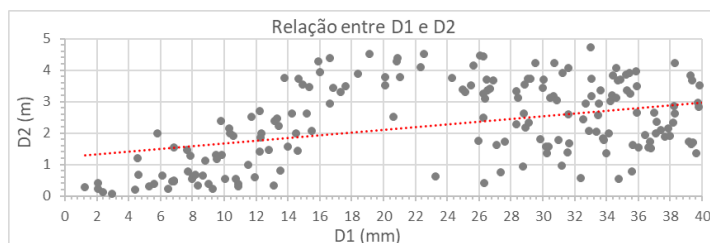


Gráfico 4.14 – Relação entre D1 e D2 na análise de vértices de casas em zona urbana
Fonte: Autor

Todos os gráficos apresentam linhas de tendência ascendentes, o que significa que existe uma relação positiva entre as variáveis. De forma explícita, verifica-se que a exatidão dos pontos diminui quer com o aumento da altura dos objetos, quer com o aumento da distância ao CF.

Especificamente no Gráfico 4.13, verifica-se que a partir dos 8 m de altura a exatidão posicional horizontal apresenta um comportamento aleatório. Isso significa que a partir desse valor os desvios entre as medições de referência e as de teste não são apenas influenciados pela distorção perspectiva devida à altura dos objetos. Um indicador estatístico desse facto é o baixo valor do coeficiente de correlação entre as variáveis (0,338).

No Gráfico 4.14 a relação entre as variáveis é bastante forte até aos 20 mm de distância ao CF. A partir dos 20 mm os valores da exatidão posicional horizontal apresentam um comportamento aleatório e a relação entre as variáveis torna-se mais fraca.

4.1.4 Aplicação dos Critérios de Qualidade Posicional

Nesta fase, com os erros planimétricos calculados e alguns parâmetros estatísticos, aplicaram-se os critérios de análise da qualidade posicional em planimetria referidos na Secção 3.3.7 e as Tabela 4.5 e 4.6 apresentam os resultados.

Tabela 4.5 – Resultados da aplicação dos critérios do STANAG 2215 e das Especificações Técnicas da DGT

Fonte: Autor

Tipo de Objeto	N.º Pontos	STANAG 2215	Especificações Técnicas da DGT (Exatidão posicional absoluta das ortofotos)			
			RMSE < NdD1 (0,30 m)	RMSE < NdD2 (1,50 m)	90% Pontos < NdD1 (0,45 m)	90% Pontos < NdD2 (2,30 m)
			PF	14	Não	Sim 0,735 m
Silo	24	Sim 1,401 m	Não 8%	Não 88%		
Antena de rádio isolada	15	Não 7,819 m	Não 0%	Não 7%		
Depósito de água	13	Não 2,352 m	Não 8%	Não 85%		
Depósito de água elevado	9	Não 2,235 m	Não 0%	Não 67%		
Pombal	8	Sim 1,357 m	Não 25%	Não 88%		
Vértices de grandes construções	54	Não 1,539 m	Não 15%	Não 83%		
Vértices de casas em zona urbana	202	A	Não 2,639 m	Não 8%		Não 49%
Totalidade	339		Não 2,789 m	Não 11%	Não 60%	

Tabela 4.6 – Resultados da aplicação dos critérios das Normas da ASPRS e do ϵ_t

Fonte: Autor

Tipo de Objeto	N.º Pontos	Normas da ASPRS				ϵ_t (1:25000)	
		RMSE _x (cm)	RMSE _y (cm)	RMSE _r (cm)	Nível de confiança de 95% (NSSDA) (cm)	Pontos < 1,666 m (1) (%)	Pontos < 5 m (2) (%)
PF	14	47,361	56,156	101,743	176,097	100%	100%
Silo	24	54,323	129,087	135,429	234,400	79%	100%
Antena de rádio isolada	15	257,782	738,179	315,588	546,221	7%	33%
Depósito de água	13	59,957	227,413	169,520	293,405	77%	85%
Depósito de água elevado	9	50,144	217,765	163,679	283,296	67%	100%
Pombal	8	36,495	130,681	129,297	223,786	75%	100%
Vértices de grandes construções	54	58,060	142,479	141,612	245,102	78%	100%
Vértices de casas em zona urbana	202	82,584	250,600	182,533	315,929	34%	100%
Totalidade	339	89,882	264,047	188,130	325,615	49%	96%

(1) Valor que corresponde a 1/3 do ϵ_t para a escala de 1:25000.

(2) Valor total do ϵ_t para a escala de 1:25000.

Os critérios do STANAG 2215 não foram aplicados à maioria dos objetos devido a dimensão de cada amostra ser inferior a 167 pontos. Para conferir mais confiabilidade aos resultados, aplicou-se a lei de propagação de incertezas no cálculo do desvio padrão. Essa aplicação foi feita através da Equação (24),

onde são consideradas as incertezas associadas à diferença entre as coordenadas terreno e as coordenadas ME dos PF.

$$\sigma_{TerraOrt} = \sqrt{(\sigma_{TerraME})^2 + (\sigma_{MEOrt})^2} \quad (24)$$

Em que:

$\sigma_{TerraOrt}$ – desvio padrão das diferenças entre as coordenadas do objeto medidas no terreno e as coordenadas do objeto medidas no ortomosaico;

$\sigma_{TerraME}$ – desvio padrão das diferenças entre as coordenadas dos PF medidas no terreno e as coordenadas dos PF medidas no ME. Considera-se o valor 0,2 m que consta na Tabela 4.4;

σ_{MEOrt} – desvio padrão das diferenças entre as coordenadas do objeto medidas no ME e as coordenadas do objeto medidas no ortomosaico.

De acordo com o STANAG 2215, a classificação A dos resultados indica que a qualidade em termos planimétricos está dentro dos elevados padrões estabelecidos para a produção de cartografia à escala 1:25000. Essa classificação corresponde a uma incerteza inferior a 0,5 mm no produto e inferior a 12,5 m no terreno.

Na aplicação dos critérios das especificações técnicas da DGT, verifica-se que o *RMSE* do conjunto total de dados analisados está acima dos valores estabelecidos para os dois níveis de detalhe estabelecidos para a exatidão posicional absoluta das ortofotos. O conjunto de dados associados aos PF é o único que apresenta o *RMSE* dentro da tolerância adequada à representação cartográfica integral do território nacional (NdD2)

Relativamente à norma da ASPRS, à exceção do caso das antenas de rádio isoladas, os valores do $RMSE_X$ e do $RMSE_Y$ associados aos objetos estudados colocam a exatidão horizontal dos pontos superior à que está estabelecida na classe de 500,0 cm da Figura D.1 no Anexo D, que equivale à escala 1:20000 das cartas classe 1 da norma de 1990 e à escala 1:21122 definida na NMAS. Se considerarmos os valores totais, a exatidão horizontal dos pontos enquadra-se na classe de 300 cm. Como a resolução da ortofoto é de 0,5 m e o valor máximo do $RMSE_X$ e $RMSE_Y$ do conjunto de pontos é 2,640 m, segundo a Tabela D.2 do Anexo D apenas pode ser utilizada para “visualização e trabalho menos preciso”, já que esse valor é maior do que 3 pixels. Ao nível de confiança de 95%, para o total de objetos analisados o produto apresenta uma exatidão posicional absoluta de 3,256 m.



Por fim, verifica-se que apenas os dados associados aos PF apresentam erros inferiores ao valor teórico do ϵ_t considerado para a fase de restituição na produção de cartografia com escala 1:25000 e que, se considerarmos o erro total possível (5m), são poucos os tipos de objetos cujos dados vetoriais estão abaixo dos 100% (depósito de água e antena de rádio isolada).

4.1.5 Teste para gerar outras Ortofotos

Ortofotos com maior resolução radiométrica e espacial facilitam não só a identificação e a aquisição de objetos com pequenas dimensões, mas também a distinção entre objetos com características semelhantes.

Da experiência para gerar ortofotos com resoluções superiores (radiométrica e espacial), resultaram as ortofotos tipo 3 cujas principais características estão na Tabela 4.7. Na tabela estão também as principais características das ortofotos tipo 2 para possibilitar a comparação.

Tabela 4.7 – Principais características da ortofoto tipo 2 e da ortofoto tipo 3
 Fonte: Autor

Características	Ortofoto tipo 2	Ortofoto tipo 3
Número de Bandas	4	3
GSD (m)	0,5 m	0,4 m
Método de Reamostragem	Convolução Cúbica	Convolução Cúbica
Resolução Radiométrica (bits)	8	16 (máximo no processamento)
Tamanho do ficheiro (MB)	22,82	60,48
Diferença na visualização		

Para além de ser evidente a diferença na visualização dos objetos, verifica-se que o aumento das resoluções das ortofotos origina ficheiros com tamanho superior e que isso é pertinente na definição da capacidade necessária para armazenar os produtos.

Para reduzir os efeitos da distorção perspectiva devida ao relevo/altura do objeto é necessário reduzir a parte central da fotografia que é utilizada para gerar as ortofotos. Nesse sentido, através dos softwares de produção de ortofotos, verificou-se que quando se reduz ou se aumenta a área utilizada de uma fotografia, indissociavelmente aumenta-se ou reduz-se a área das fotografias adjacentes. Assim, a forma de reduzir os efeitos supracitados consiste sobretudo em ter coberturas fotográficas com mais fotografias e maiores sobreposições.

4.2 AVALIAÇÃO POR ENTIDADES GEOGRÁFICAS

Nesta avaliação foram adquiridos vários dados vetoriais relativamente a diversos objetos das três EG em estudo. No Anexo F estão detalhados os resultados obtidos para cada tipo de objeto. Nas secções seguintes estão apresentados esses resultados de forma resumida. De referir que devido à inexistência de outros métodos com valores de exatidão posicional planimétrica definidos, para comparar os dois tipos de informação recorreremos aos parâmetros do ϵ_t associado ao ϵ_g para a escala 1:25000. Esses parâmetros foram utilizados para definir buffers nos pontos e linhas de referência e apurar os dados com a posição horizontal dentro desses limites. No caso dos objetos com geometria polígono, os resultados advieram da quantificação da intersecção espacial entre os dois tipos de dados.

4.2.1 Construções

4.2.1.1 Avaliação da Qualidade Posicional Planimétrica e Geométrica da Informação

De forma sumária, a Tabela 4.8 contém os resultados dos dados planimétricos referentes aos objetos que pertencem à EG Construções. Os dados das construções com geometria tipo linha não foram adquiridos a partir do ortomosaico porque na aquisição da informação sobre as vias de comunicação esse tipo de geometria já ia ser considerado e analisado.

Tabela 4.8 – Resumo dos resultados das construções
Fonte: Autor

Construções			
Geometria dos objetos	Variável	Totalidade	
		ME	Ortomosaico
Polígono	N.º de objetos	5631	5234
	N.º de objetos em intersecção	5067	5043
	N.º de objetos em intersecção (%)	90	96
	N.º de vértices	46679	33420
	Área (km ²)	1416	1187
	Área em intersecção (km ²)	1057	1059
	Área em intersecção (%)	75	89
Ponto	N.º de objetos	1649	726
	N.º de objetos em intersecção com buffer 5m		449
	N.º de objetos em intersecção com buffer 5m (%)		62
	N.º de objetos em intersecção com buffer 1,666 m		277
Linha	N.º de objetos em intersecção com buffer 1,666 m (%)		38
	N.º de objetos	888	
	N.º de vértices	11922	
	N.º de objetos	8168	5960
	N.º de vértices/pontos	60250	34146
	Tempo medido	29 h e 18 min	14 h e 30 min
	Tempo (min)	1758	870
Tempo por vértice/ponto (s)	2	2	

A quantidade de dados vetoriais adquiridos no ortomosaico está aquém da quantidade de informação obtida no ME. Esta discrepância deve-se sobretudo às dificuldades que o operador teve na identificação de alguns objetos através do ortomosaico (ruínas, azenhas, poços, tanques, nascentes, etc.). Para minimizar essas dificuldades, é importante existir já informação sobre esses objetos para que seja utilizada como referência e facilitar a respetiva localização durante a aquisição a partir do ortomosaico.

Segundo os critérios de avaliação utilizados, a qualidade posicional da informação planimétrica dos objetos da EG Construções, adquirida a partir do ortomosaico, não é totalmente aceitável. Dos dados obtidos com geometria tipo polígono, 89% da área total está em intersecção com área total dos dados provenientes da estereorrestituição. Este resultado é consideravelmente bom, no entanto exige que a restante percentagem (11%) seja corrigida, adquirida de forma mais criteriosa ou através do ME.

Relativamente aos dados com geometria tipo ponto, 68% dos desvios em relação à referência são inferiores ao ϵ_t de 5 m e 38% são inferiores ao ϵ_t de 1,666m. Estes resultados são insuficientes devido aos efeitos da distorção existentes no ortomosaico, que provocam desvios consideráveis do topo dos “objetos com altura significativa” em relação à sua posição real. Uma forma de minimizar estes erros é adquirir os objetos pela base e não pelo topo como está definido nas NAD.

Segundo a avaliação realizada pelo operador validador da SFot, a informação com geometria tipo polígono apresenta uma qualidade geométrica muito boa. Relativamente ao tempo registado, não existem diferenças significativas entre os dois métodos.

4.2.2 Vias de Comunicação

4.2.2.1 Avaliação da Qualidade Posicional Planimétrica e Geométrica da Informação

Resumidamente, na Tabela 4.9 estão os resultados sobre os objetos pertencentes à EG Construções.

Tabela 4.9 – Resumo dos resultados das vias de comunicação
Fonte: Autor

Vias de comunicação						
Geometria dos objetos	Variável		Totalidade			
			ME	Ortomosaico		
Linha	N.º de objetos		1649	902		
	Comprimento (km)		430	419		
	Buffer 5 m	N.º de objetos em Intersecção			894	
		N.º de objetos em Intersecção (%)			99	
		Comprimento em Intersecção (km)			374	
		Comprimento em Intersecção (%)			89	
		N.º de objetos em Intersecção			894	
	Buffer 1,666 m	N.º de objetos em Intersecção (%)			99	
		Comprimento em Intersecção (km)			336	
		Comprimento em Intersecção (%)			80	
		Tempo medido			24 h e 52 min	11 h e 30 min
		Tempo por km			3 min e 28 s	1 min e 39 s

A quantidade de quilómetros adquiridos no ortomosaico é muito próxima da que provem da estereorrestituição. Por outro lado, existe uma grande diferença entre a quantidade de objetos e isso está associado à forma característica que cada operador tem na aquisição e registo dos dados.

Neste caso, o operador que adquiriu a informação através do ortomosaico sentiu dificuldades na distinção entre alguns tipos de vias por apresentarem cor e dimensão muito semelhante no ortomosaico (por exemplo entre os acessos auto e os caminhos carreteiros). Para além disso, por não haver a percepção dos desníveis, houve dificuldades na identificação de pontes e vias com aterros e desaterros adjacentes.

Outro problema que foi identificado no método a partir do ortomosaico consiste na existência de alguns objetos que se sobrepõem a determinadas vias, por exemplo o topo de uma casa intersectar um acesso auto. Este problema é provocado pelos efeitos das distorções que existem no ortomosaico. A forma de contornar este problema é adquirir a informação das construções só depois das vias de comunicação.

Segundo os critérios de avaliação utilizados, a qualidade posicional da informação planimétrica dos objetos da EG Vias de Comunicação adquirida a partir do ortomosaico é bastante boa e exige poucas correções. A maioria dos dados obtidos através do ortomosaico estão dentro da tolerância considerada nesta análise. Especificamente, 89% da extensão das vias admitem um erro posicional planimétrico (medido em relação à referência) inferior a 5 m e 80% um erro inferior a 1,666 m.

Segundo a avaliação realizada pelo operador validador da SFot, de forma geral a informação apresenta boa qualidade posicional e geométrica. Relativamente ao tempo registado em cada método, destaca-se o facto da aquisição destes tipos de objetos ser mais rápida através do ortomosaico (cerca de metade do tempo despendido na estereorrestituição).

4.2.3 Vegetação

A informação da vegetação foi adquirida três vezes e cada uma correspondeu à utilização de um método diferente de recolha de informação.

Um dos métodos, designado por M1, consistiu na delimitação das áreas com a ferramenta *polygon* do ArcGIS visualizando o ortomosaico num monitor usual do computador. Neste método o operador

circunscribe a área com vegetação através da marcação de vértices à medida que clica no botão do rato. O resultado não proporciona contornos muito suaves, isto é, os vértices ficam mais afastados e o contorno que os liga é retilíneo. Este efeito pode ser suavizado com a ferramenta *smooth polygon*.

Nos dois métodos seguintes (M2 e M3), a visualização do ortomosaico e a recolha de informação foi feita através de um televisor ultra HD de 55". Para além de possibilitar maior acuidade visual sobre os objetos, este recurso permite uma recolha mais eficaz dos objetos com maiores dimensões, reduzindo a necessidade de estar constantemente a deslizar o ortomosaico para a faixa visível do ecrã.

O M2 desenvolveu-se com as ferramentas *freehand* e *auto complete freehand*. Neste método os contornos são criados mais facilmente (não exige o constante clicar no rato). À medida que se contorna os objetos com o cursor do rato, os vértices são criados com pouco espaçamento e isso permite alcançar uma geometria mais suavizada, mas por outro lado torna os dados vetoriais mais compactos e pesados. A ferramenta *auto complete freehand* permite criar polígonos adjacentes e juntar aos que já existem.

No M3 foi utilizada a ferramenta *stream* que difere do método anterior apenas no tipo de vértices que cria e na possibilidade de definir o espaçamento entre os vértices. No entanto, optou-se por não analisar e apresentar os resultados deste método uma vez que são muito idênticos aos resultados do método anterior (qualidade da informação e tempo de aquisição muito semelhantes).

Para evitar conflitos entre os diferentes conjuntos de dados, a aquisição deste tipo de informação deverá realizar-se só depois da informação das EG Hidrografia e Vias de Comunicação já estar adquirida. Isso permite que o operador tenha facilidade em contornar essa informação.

4.2.3.1 Avaliação da Qualidade Posicional Planimétrica e Geométrica da Informação

Nas Tabela 4.10 e Tabela 4.11 estão de forma resumida os resultados obtidos pelo M1 e M2 respetivamente.

Tabela 4.10 – Resumo dos resultados da vegetação através do M1
Fonte: Autor

Vegetação M1			
Geometria dos objetos	Variável	Totalidade	
		ME	Ortomosaico
Polígono	N.º de objetos	590	130
	N.º de objetos em Intersecção	458	128
	N.º de objetos em Intersecção (%)	78	98
	Área (km ²)	25	23
	Área em Intersecção (km ²)	20	20
	Área em Intersecção (%)	78	85
	Perímetro (km)	628	332
	Tempo medido	12 h	4 h
	Tempo por km	1 min e 9 s	43 s

Tabela 4.11 – Resumo dos resultados da vegetação através do M2
Fonte: Autor

Vegetação M2			
Geometria dos objetos	Variável	Totalidade	
		ME	Ortomosaico
Polígono	N.º de objetos	590	248
	N.º de objetos em intersecção	474	229
	N.º de objetos em intersecção (%)	80	92
	Área (km ²)	25	25
	Área em intersecção (km ²)	21	21
	Área em intersecção (%)	83	83
	Perímetro (km)	628	432
	Tempo medido	12 h	6 h e 40 min
Tempo por km	1 min e 9 s	56 s	

Os resultados indicam que o M1 proporciona maior rapidez do que o M2. Isto acontece porque no M1 o deslocamento do cursor é menos cuidadoso, ou seja, não existe tanta preocupação com o contorno das áreas.

Para além disso, verifica-se que em qualquer um dos métodos utilizados com base no ortomosaico a quantidade de informação recolhida é inferior à quantidade obtida através do ME. Esta diferença pode estar associada ao critério de aquisição empregue por cada operador e não propriamente ao método.

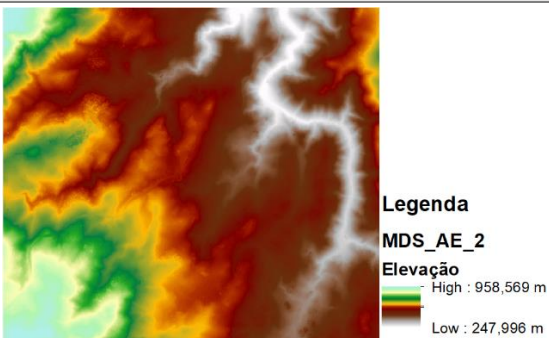
Quanto à qualidade posicional planimétrica e à geometria, segundo a avaliação do operador validador, a informação recolhida através do ortomosaico é bastante válida uma vez que as suas características são muito semelhantes às da informação obtida no ME. Como acontece com alguns tipos de objetos das outras EG, existem dificuldades na distinção e identificação de determinados tipos de objetos (confusão entre pomar e vinha por exemplo). A resolução deste tipo de problemas requer uma revisão no final da recolha de informação para confirmar a identificação dos objetos e se necessário proceder a correções.

4.3 AVALIAÇÃO DO MDS E DA INFORMAÇÃO ALTIMÉTRICA

4.3.1 MDS

Após o desenvolvimento de algumas tentativas para gerar um MDS por processos automáticos, obteve-se o modelo com as características apresentadas na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Principais características do MDS
Fonte: Autor

MDS	Principais características
	<p>Bloco de fotografias: Área de Estudo nº 2 Datum planimétrico: WGS84 Militares Datum altimétrico: Marégrafo de Cascais Resolução espacial: 7,5 m Resolução Radiométrica: 32 bits</p>

Das características referidas destaca-se o valor da resolução espacial que é considerável, ou seja, o tamanho de um pixel do modelo é 7,5 m. Esta característica constitui-se num condicionador da qualidade da informação altimétrica que se pode extrair a partir deste modelo.

Devido à falta de uma densidade suficiente de PF com as coordenadas terreno conhecidas, para avaliar a qualidade do MDS utilizaram-se as coordenadas ME de alguns polígonos e pontos. Embora não seja o ideal, este método permite verificar se a exatidão vertical do MDS é equivalente à que resulta do ME. Os dados selecionados com as coordenadas ME correspondem a poços (“objeto sem altura significativa”), grandes construções e antenas de rádio isolada (“objetos com altura significativa”). Com a informação da altitude (Z) dos dados, aplicou-se a Equação (25).

$$\Delta_Z = |Z_{ME} - Z_{MDS}| \quad (25)$$

Onde Δ_Z é o valor absoluto da diferença entre altitude medida no ME (Z_{ME}) e a altitude medida no MDS (Z_{MDS}). No caso dos polígonos a altitude é referente ao centróide.

A Tabela 4.13 apresenta os valores da média e do desvio padrão das diferenças na altitude dos objetos ($\overline{\Delta_Z}$ e σ_{Δ_Z} respetivamente).

Tabela 4.13 – Média e desvio padrão das diferenças de altitude
Fonte: Autor

	Poço	Grande construção	Antena de rádio isolada
N.º de objetos	50	10	10
$\overline{\Delta_Z}$ (m)	1,912	3,974	22,773
σ_{Δ_Z} (m)	1,809	2,596	5,358

Apesar de ser evidente que o MDS não é ideal para proporcionar um nível de exatidão altimétrica idêntico ao do ME, numa perspetiva exploratória de metodologias, optou-se pela sua utilização no desenvolvimento de alguns métodos descritos nas secções seguintes. Por não ser um modelo ideal, estatisticamente não foi desenvolvida uma análise à exatidão vertical da informação altimétrica, obtida a partir do mesmo, segundo os critérios das normas anteriormente referidas.

4.3.2 Informação Altimétrica

4.3.2.1 Construções

Importa relembrar que a altimetria atribuída à informação dos “objetos sem altura significativa” (tanques, poços, nascentes, etc.) resultou da interpolação feita com o MDT e no caso dos “objetos com altura significativa” (casas, igrejas, grandes construções, depósitos de água, etc.) com o MDS.

Nos resultados obtidos com recurso ao MDS verificou-se que as discrepâncias em relação à referência eram bem visíveis no ArcScene, sobretudo nos dados com geometria do tipo polígono. Na Figura 4.3 encontra-se um exemplo de visualização em 3D da informação de alguns edifícios, obtida através do ME e do ortomosaico.

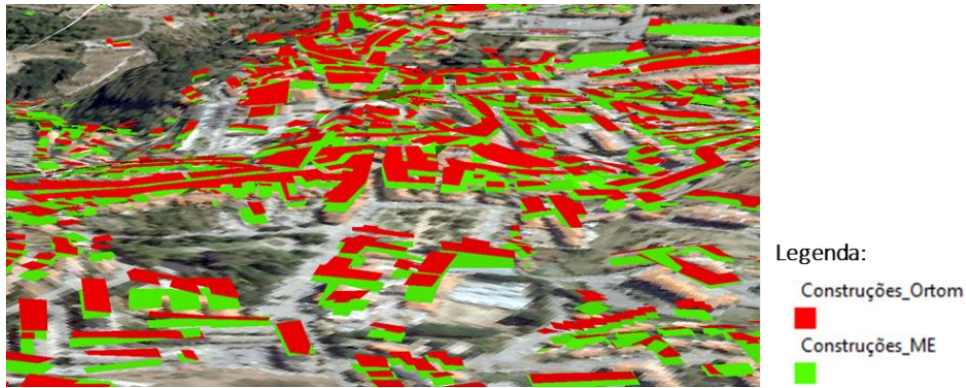


Figura 4.3 – Visualização no ArcScene da informação das construções obtida no ME e no ortomosaico
Fonte: Autor

Na tentativa de reduzir os erros, realizaram-se alguns testes que consistiram na homogeneização dos valores do Z (altitude) dos vértices de cada polígono. Os valores utilizados nos testes foram o valor máximo, mínimo e a média. No final, constatou-se que a informação altimétrica que mais se aproximava da referência continuava a ser a informação inicial, sem correções.

A qualidade posicional altimétrica está diretamente dependente da qualidade e exatidão proporcionada pelo MDS. O valor do Z interpolado para determinados objetos através do MDS, sobretudo objetos com geometria tipo ponto, pode estar influenciado pelos valores do Z de outros objetos que se encontrem nas imediações. Exemplo dessas influências são objetos com altura inferior ou superior que se encontram junto daqueles que estão a ser avaliados, como por exemplo chaminés no centro dos telhados e árvores que possam existir nas imediações das construções.

Numa avaliação geral da informação através da visualização e comparação com a referência no ME, detetaram-se algumas discrepâncias. Após uma análise mais detalhada feita pelo operador validador, verificou-se que em 5234 “objetos com altura significativa” (construções do tipo polígono), apenas 1144 não têm qualidade posicional altimétrica aceitável. Assim, considerando a experiência do operador validador, 78% dessa informação tem qualidade suficiente para ser utilizada no processo de produção da carta militar de 1:25000.

4.3.2.2 Vias de Comunicação

Para saber qual seria o modelo mais adequado para interpolar a altimetria das vias de comunicação, realizou-se o processo duas vezes, uma com o MDT e outra com o MDS. No ArcScene, a diferença nos resultados é bem visível e a Figura 4.4 exemplifica isso.

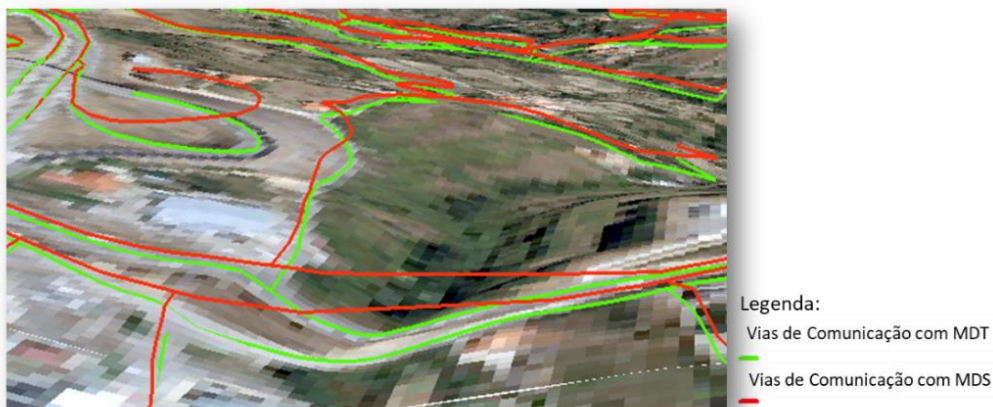


Figura 4.4 – Diferenças dos dados interpolados com MDT e os dados interpolados com MDS
Fonte: Autor

Com MDS constata-se que a maior parte dos dados ficaram com os valores de Z acima do pretendido devido à influência dos valores associados a outros objetos que se encontra nas proximidades das vias, como por exemplo árvores e construções.

Verifica-se que grande parte dos dados resultantes da utilização do MDT estão mais próximos da altimetria de referência, no entanto existe alguma informação desajustada que exige correções. Essa informação incide sobretudo nas pontes e em vias junto de aterros e desaterros.

A Figura 4.5 ilustra um exemplo de visualização em 3D da informação das vias de comunicação com a altimetria interpolada pelo MDT.



Figura 4.5 – Visualização no ArcScene da informação das vias de comunicação com altimetria extraída do MDT
Fonte: Autor

4.3.2.3 Vegetação

Por apresentar melhores resultados na avaliação planimétrica e geométrica, optou-se por atribuir altimetria apenas à informação obtida a partir do M2.

A informação resultante da utilização do MDT apresenta bastante proximidade da altimetria de referência. A Figura 4.6 corresponde a um exemplo de visualização em 3D da informação da vegetação (resultante do M2) com altimetria extraída do MDT.

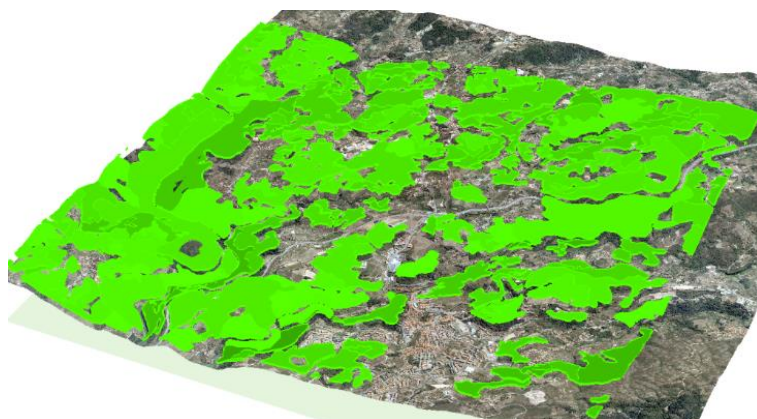


Figura 4.6 – Visualização no ArcScene da informação da vegetação com altimetria extraída do MDT
Fonte: Autor

Embora os resultados da informação altimétrica sejam muito semelhantes aos resultados alcançados no ME, deve-se ter em conta que a análise da exatidão posicional altimétrica deste tipo de objetos não é tão pertinente devido à constante mudança da sua altura ao longo do tempo.

4.4 AVALIAÇÃO GLOBAL

A Tabela 4.14 apresenta de forma resumida e integrada uma analogia qualitativa dos resultados obtidos através do ortomosaico relativamente aos resultados da estereorrestituição. Essa analogia é feita quanto à qualidade geométrica, dificuldade de aquisição, rapidez de aquisição e outros parâmetros relevantes.

Tabela 4.14 – Analogia entre os resultados obtidos no ortomosaico e na estereorrestituição
Fonte: Autor

	Informação adquirida a partir do Ortomosaico		
	Construções	Vias de comunicação	Vegetação (M2)
Dificuldade de identificação e/ou aquisição de objetos	Superior Tanques; Depósitos; Nascentes; Mãe de água isolada; Ruínas; Chafariz ou fonte; Cruzeiro;	Superior Pontes; Muros; Vias junto de aterros e desaterros; Acesso auto/caminho carreteiro;	Superior Pomar/vinha/pomar vinha;
Ferramentas na aquisição de objetos	Semelhantes		
Tempo de aquisição	Igual	Inferior Cerca de 1/2 do tempo no ME;	Pouco inferior Cerca de 4/5 do tempo no ME;
Geometria	Igual		
Exatidão Planimétrica	Inferior “Objetos com altura significativa” – ver Anexo C;	Pouco inferior Pontes; Vias junto de aterros e desaterros;	Igual
Exatidão Altimétrica	Inferior “Objetos com altura significativa” – ver Anexo C;	Pouco inferior Pontes; Vias junto de aterros e desaterros;	
Analogia (%)	89% da área em intersecção; 62% dos pontos com desvios inferiores ao ϵ_t de 5 m; 38% dos pontos com desvios inferiores ao ϵ_t de 1,666 m	89% da extensão das vias com desvios inferiores ao ϵ_t de 5 m; 80% da extensão das vias com desvios inferiores ao ϵ_t de 1,666 m	83% da área em intersecção;

De modo geral, a informação recolhida através do ortomosaico apresenta boa qualidade e poderá ser utilizada para a elaboração de determinados produtos que exijam exatidões posicionais de acordo com a que os dados oferecem. No entanto, existem algumas limitações que devem ser consideradas e contornadas ou suprimidas, como por exemplo:

- “Objetos com altura significativa” apresentam pouca exatidão posicional devido aos efeitos das distorções do ortomosaico. Uma das formas de contornar este problema consiste em adquirir a informação deste tipo de objetos pela base e não pelo topo como está definido nas NAD, podendo levar, no entanto, ao aparecimento de outras dificuldades como a identificação correta da base. Outra forma é inevitavelmente continuar a aquisição através da estereorrestituição.
- As dificuldades associadas à identificação de alguns objetos no ortomosaico (tanques, nascentes, mãe de água isolada, ruínas, etc.) devem-se reduzir através da visualização da informação já existente, servindo de referência e como orientação para o operador.
- A qualidade da informação altimétrica está diretamente dependente da qualidade dos MDE utilizados. Quanto maior for a qualidade dos MDE maior será a exatidão posicional vertical dos dados vetoriais.

- Na aplicação do método a partir do ortomosaico, para evitar a intersecção de dados e alcançar coerência e conformidade, a aquisição da informação vetorial de algumas EG só deve ser feita com a visualização da informação de outras. Perante os resultados e considerando a aplicação do método estudado, a Figura 4.7 representa a sequência que deve ser considerada durante todo o processo.



Figura 4.7 – Sequencia de aquisição da informação vetorial das EG
Fonte: Autor

Para alargar a análise e a comparação dos dois métodos, tornou-se relevante incluir nesta avaliação global uma estimativa de alguns recursos envolvidos nos processos.

A Tabela 4.15 apresenta valores médios dos materiais (softwares e hardware) que são utilizados atualmente no processo de estereorrestituição da SFot (constituição segundo o plano de atividades de 2021 do CIGeoE). Para além disso, a tabela apresenta uma simulação dos valores que corresponde a uma adaptação da organização da SFot, conseqüente da aplicação do método estudado.

Tabela 4.15 – Estimativa de preços de recursos materiais utilizados
Fonte: Autor

Material de restituição	Aquisição (preço unit.)	SFot - Atual 9 operadores no ME		SFot - Adaptada 7 operadores no ME 2 no ortomosaico	
		Aquisição	Atualização Manutenção (anual)	Aquisição	Atualização Manutenção (anual)
Software Dat/EM Summit Evolution Feature Collection Network	9100,00 €	81.900,00 € (9x)	10.948,15 € (9x)	63.700,00 € (7x)	8 515,23 € (7x)
Software ArcGIS	7.464,15 €	67.177,35 € (9x)	13.160,25 € (9x)	67.177,35 € (9x)	13.160,25 € (9x)
Óculos 3D	200,00 €	1.800,00 € (9x)	400,00 € (2x)	1.400,00 € (7x)	400,00 € (2x)
Rato de restituição em 3D	2.000,00 €	18.000,00 € (9x)		14.000,00 € (7x)	
Monitor 3D	500,00 €	4.500,00 € (9x)		3.500,00 € (7x)	
Placa Gráfica	600,00 €	5.400,00 € (9x)		4.200 € (7x)	
Televisor Ultra HD 55"	500,00 €			500,00 € (1x)	
Total	19.864,15 €	178.777,35 €	24 508,40 €	154.477,35 €	22.075,48 €

Os valores da componente hardware foram estimados com base na informação de alguns sites de venda de material informático. Os valores da componente software foram estimados através da visualização de alguns contratos públicos que constam no portal <https://www.base.gov.pt/base4>.

Os custos estimados de aquisição devem ser considerados apenas no caso de adjudicação de novos contratos de aquisição e essa necessidade não se verifica atualmente no CIGeoE. Deste modo, a comparação deve centrar-se sobretudo nos valores de renovação, atualização e manutenção do material. Assim, supondo que o trabalho de dois operadores da SFot passa a ser exclusivamente a aquisição de

informação a partir do ortomosaico (um na vegetação e outro nas vias de comunicação), existe a possibilidade de redução dos custos de material, como consta na Tabela 4.15.

Apesar do ArcGIS ser um software utilizado nas duas metodologias, os respectivos valores também estão incluídos na tabela para proporcionar a noção da redução de custos caso exista uma substituição por softwares *open source*, como por exemplo o QGIS.

Na Tabela 4.15 não foram incluídos os valores dos softwares Inpho da Trimble (Match-AT, DTMaster Stereo, Match-T-DSM, OrthoMaster e OrthoVista) e dos computadores com periféricos normais (visualização em 2D) porque a sua utilização é imprescindível nas duas metodologias.

Os custos associados à formação dos operadores não foram considerados nesta análise por falta de informação concreta. No entanto, depreende-se que nesse âmbito também existiria uma redução de custos decorrente da necessidade de menos operadores com formação para restituir no ME.

Assim, percebe-se que a implementação do processo de aquisição de alguma informação através do ortomosaico pode levar à redução da quantidade de licenças de softwares e materiais necessários na SFot e, por conseguinte, à redução de alguns custos.

5. CONCLUSÕES

Na investigação dos processos de produção cartográfica institucionalizados noutros países, a Suíça é o país que apresenta mais evolução neste momento por ser um dos primeiros a possuir um modelo detalhado de edifícios em 3D que cobre todo o território nacional. O modelo topográfico de superfície assenta numa BDG com milhões de objetos em 3D que podem ser utilizados para representações num formato de grande escala e servem como base para o desenvolvimento dos outros produtos. A atualização periódica da BDG e a realização de campanhas de atualização frequentes permitem registar as mudanças em tempo útil e, assim, manter o modelo topográfico de superfície constantemente atualizado. Este conceito de ter um conjunto de dados 3D único e completo que abranja todo o território do país com alto grau de qualidade e de forma homogênea constitui atualmente uma das principais tendências evolutivas da produção cartográfica.

Tanto as ferramentas normativas atualmente disponíveis como a própria tecnologia permitem a produção cooperativa de informação geográfica em diferentes escalas e com diferentes objetivos. Neste contexto, verifica-se que o aparecimento de novas tecnologias que garantem a aquisição de informação geoespacial com maior precisão e exatidão posicional, possibilita a constituição de BDG com maior qualidade posicional e geométrica.

Grande parte das normas de controlo posicional apresentam critérios “difusos” e não estabelecem concretamente o valor da exatidão posicional que deve ser considerado em cada escala. Existem diferenças entre as normas consideradas e de forma resumida traduzem-se no seguinte:

- Não utilizam uma terminologia padronizada quando se referem à avaliação da qualidade posicional;
- Exceto na norma STANAG, não é detalhado de forma explícita o tratamento para *outliers*.
- Baseiam-se em estatística, mas diferem muito nos métodos de estimativa e apresentam disparidades no tamanho mínimo recomendado para a amostra de pontos;
- Não apresentam indicações sobre a distribuição espacial apropriada da amostra e, à exceção da norma da ASPRS, não estabelecem a quantidade de pontos da amostra de acordo com a dimensão da área de estudo.

O CIGeoE é uma Unidade do Exército Português reconhecida pelo elevado nível de qualidade do seu trabalho e dos produtos elaborados. Pela cadeia de produção estar bem estabelecida e com provas dadas, é capital que todas as alterações do processo sejam escrupulosamente fundamentadas e que tragam mais valias, sobretudo na economia de recursos e tempo.

O presente projeto teve como objetivo principal estudar o processo de aquisição de informação vetorial a partir dos ortomosaicos e efetuar a comparação com o processo de estereorrestituição da SFot. Ao longo da investigação verificou-se que existem muitas variáveis que podem afetar a qualidade da informação vetorial resultante do processo estudado. As principais variáveis que devem ser consideradas e controladas são as seguintes:

- Características do voo fotogramétrico (sobreposições, tipo de câmara, altura de voo, etc.);
- Qualidade das fotografias aéreas;
- Qualidade das ortofotos/ortomosaicos;
- Qualidade dos MDE;
- Características dos objetos a restituir;
- Formação e experiência do operador;
- Ferramentas e técnicas de visualização e de recolha dos dados vetoriais;
- Informação existente na BDG;

Quanto aos voos fotogramétricos para a produção de ortofotomapas importa reter que geralmente são feitos com sobreposições superiores a 70% e que neste estudo os voos não apresentavam essa característica plenamente.

A qualidade (resolução espacial e resolução radiométrica) das fotografias aéreas e, por conseguinte, a qualidade das ortofotos determinam o nível de detalhe da informação que se consegue obter. Da mesma forma que os MDE utilizados quer na produção de ortofotos quer no processo de interpolação da altimetria devem apresentar uma elevada qualidade para permitir a aquisição de dados com maior exatidão. Verificou-se que alguns dos MDE usados não apresentam qualidade suficiente para o efeito e como tal, importa investigar de futuro a melhor forma de obter modelos mais ajustados e adequados.

Na análise dos resultados, foram referenciados objetos cujas características como a altura, a forma e a cor na ortofoto não permitem a identificação e recolha de dados vetoriais corretamente. Nesses casos verifica-se que a recolha de informação vetorial a partir dos ortomosaicos é inapropriada, uma vez que a exatidão posicional e geométrica que se obtém é inferior à que se consegue no ME.

A formação e a experiência do operador é fundamental e influencia diretamente o desenvolvimento e os resultados do processo estudado. Para além disso, para tornar o processo mais eficaz é essencial recorrer a técnicas e ferramentas adequadas de visualização e de recolha dos dados vetoriais, bem como utilizar como apoio a informação já existente.

Relativamente às questões definidas e que serviram como linhas orientadoras do estudo, as devidas respostas baseiam-se nos resultados decorrentes das várias análises desenvolvidas.

Quanto à questão principal:

- A informação vetorial obtida a partir de imagens ortorretificadas tem qualidade (posicional e geométrica) suficiente para ser utilizada na produção da carta militar série M888 à escala 1:25000 no CIGeoE?

Se o objetivo for adquirir por completo todos os objetos constantes nas normas de aquisição e alcançar de forma direta o mesmo nível de qualidade estabelecido pela estereorrestituição, a resposta segundo os resultados obtidos é não. Contudo, se o objetivo for a representação cartográfica na escala 1:25000 a resposta é sim, mas com algumas limitações que estão referidas na secção da avaliação global dos resultados. A maioria da informação dos objetos das vias de comunicação e da vegetação apresenta qualidade posicional e geométrica suficiente para ser aproveitada na elaboração de novos produtos ou na atualização de dados existentes nessa escala. De forma geral, os objetos que apresentam características favoráveis à consecução de bons resultados são os “objetos sem altura significativa” e de fácil identificação no ortomosaico.

Relativamente à primeira questão derivada:

- Perante os resultados obtidos, devem ser ponderadas algumas alterações no processo de aquisição de informação vetorial na SFot?

Concretamente na aquisição de informação vetorial das EG que apresentam melhores resultados, isto é, as vias de comunicação e a vegetação, a resposta é sim. Considerando que os resultados apresentam algumas disparidades relativamente à informação vetorial de referência, as alterações devem contemplar alguns procedimentos, nomeadamente a verificação e correção dos dados que não são válidos e/ou a aquisição dos dados que estão em falta.

Quanto à segunda questão derivada:

- Numa perspetiva de economizar alguns recursos e o tempo médio de restituição na SFot, será uma mais-valia a aquisição de informação vetorial através de imagens ortorretificadas?

Pode haver uma redução dos recursos utilizados atualmente no processo de restituição da SFot se o processo for ajustado para adquirir a informação que apresentou melhores resultados. Como demonstrado neste estudo, essa redução pode acontecer se dois operadores desenvolverem a sua atividade exclusivamente em estações fotogramétricas compostas só com material indispensável à metodologia testada. A grande diferença entre o método estudado e a estereorrestituição é que no primeiro não é necessário material de visualização em 3D e necessita apenas de um software de visualização e aquisição de dados, podendo continuar a ser o ArcGIS ou um software *open source* (por exemplo QGIS), o que permitirá reduzir ainda mais os custos. Em relação ao tempo médio despendido em todo o processo de restituição, se for considerado só o tempo medido durante o estudo, verifica-se que também poderá ser menor com a aplicação do método nas vias de comunicação e na vegetação. No entanto, é necessário contabilizar o tempo necessário para adquirir os dados em falta, corrigir as incorreções e validar toda a informação vetorial.

Por fim, importa referir que neste momento a metodologia já está a ser aplicada na SFot para adquirir a informação vetorial da vegetação existente na área de uma folha da série M888 (escala de 1:25000). Esta atividade vai servir não só para dar continuidade a análise e comparação de resultados, mas também para avaliar se o tempo despendido na aquisição da informação vetorial de uma folha passa a ser menor. Nessa avaliação será importante contabilizar o tempo que não foi aferido neste estudo (tempo para corrigir e validar os dados).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASPRS (2014). Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data. 1ª Edição. Consultado em 23 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.asprs.org>.
- Baldaia, S. (2013). Estudo do potencial das imagens estereoscópicas WorldView 2 na extracção de informação cartográfica para a Carta Militar 1:25 000. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt>.
- CIGeoE (2018). Normas de Aquisição de Dados para a Série M888 Escala 1:25000.
- CIGeoE (2021). Plano de Atividades do CIGeoE para 2021.
- Decreto Lei no 130/2019 de 30 de agosto da Presidência do Conselho de Ministros. Diário da República: n.º 166/2019, Série I de 2019-08-30. Acedido a 14 de maio de 2021. Disponível em: www.dre.pt.
- DGT (2020). Normas e Especificações Técnicas para Cartografia Topográfica Vetorial e de Imagem. Consultado em 25 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.dgterritorio.gov.pt>.
- EB (2014). EB20-MC-10.209 – Manual de Campanha – Geoinformação, 1ª Edição, Exército Brasileiro. Consultado em 20 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br>.
- EME (2017). Quadro Orgânico 07.03.01. Lisboa: Gabinete do Chefe de Estado-Maior do Exército.
- JIG (2013). Normas Generales del Flujo de Actualización de la Serie L. (Documento de apoio não publicado).
- Mendes, V. B., (2016). Apontamentos da Cadeira de Instrumentação e Metrologia. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- NATO (2010). STANAG 2215 – Evaluation of land maps, aeronautical charts and digital topographic data. Edição 7. Military Committee Joint Standardization Board.
- NSSDA (1998). Geospatial Positioning Accuracy Standards. Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy. Consultado em 26 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.fgdc.gov>.
- Raboso, F. Z., (2018). Cartografía del territorio nacional. Revista Mapping. Consultado em 23 de janeiro de 2021. Disponível em: <http://revistamapping.com>.
- Redweik, P., (2019a). Apontamentos da Cadeira de Produção Cartográfica. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Redweik, P., (2019b). Apontamentos da Cadeira Fotogrametria Digital. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

PÁGINAS DA INTERNET CONSULTADAS:

<http://www.ign.es/web/ign/portal> (consultado em 20 de março de 2021)

https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/unidservico/bib/Guia_Citacoes-v2.pdf (consultado em 30 de agosto de 2021)

https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/unidservico/bib/APA_FCULv2.pdf (consultado em 30 de agosto de 2021)

<https://dre.pt/>

<https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Madrid/ceget/> (consultado em 19 de março de 2021)

<https://pnoa.ign.es/caracteristicas-tecnicas> (consultado em 20 de março de 2021)

<https://www.dgterritorio.gov.pt/> (consultado em 15 de maio de 2021)

<https://www.igeoe.pt/> (consultado em 15 de janeiro de 2021)

<https://www.swisstopo.admin.ch/> (consultado em 18 de janeiro de 2021)

ANEXO A - ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DAS INSTITUIÇÕES E DOS PROCESSOS CARTOGRÁFICOS

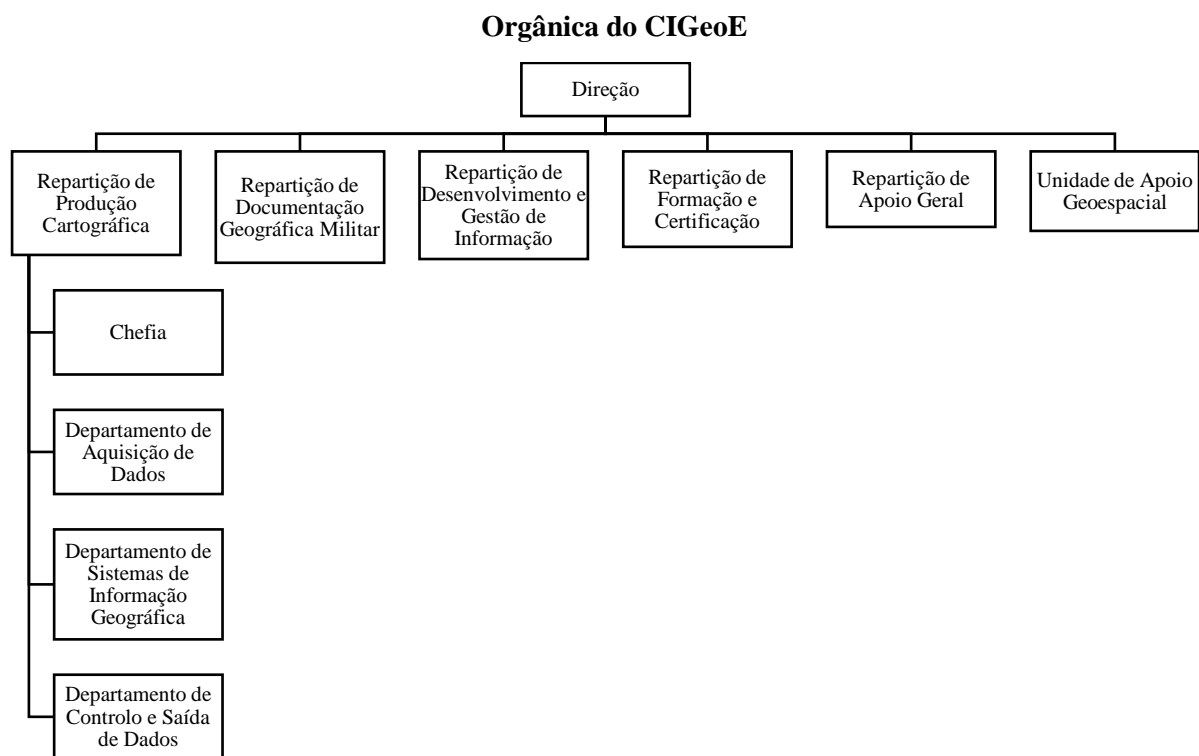


Figura A.1 – Repartições do CIGeoE e Departamentos da RPC
Fonte: EME [2017]

Departamentos da RPC do CIGeoE e as respetivas tarefas

Tabela A.1 – Departamentos da RPC do CIGeoE e as respetivas tarefas
Fonte: <https://www.igeoe.pt/>

Departamentos	Tarefas
Departamento de Aquisição de Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Apoiar, reconhecer e restituir as fotografias aéreas e/ou imagens digitais que servem de suporte à aquisição de informação para a base de dados geográfica, salvaguardando e preservando os processos correspondentes que originaram os dados adquiridos.
Departamento de Sistemas de Informação Geográfica	<ul style="list-style-type: none"> – Processar e validar toda a informação geográfica digital produzida, com vista à produção das diferentes séries cartográficas e à sua integração em Sistema de Informação Geográfica. – Participar em projetos na vertente dos Sistemas de Informação Geográfica ou de elaboração de cartografia de pequena escala nomeadamente 1:250.000 e 1:500.000.
Departamento de Controlo e Saída de Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Processar a informação digital para suporte analógico, bem como executar o controlo de qualidade dos dados geográficos e da produção cartográfica analógica. – Participa em projetos cartográficos de cariz analógico.

Fluxo de produção da serie M7815 do CEGET

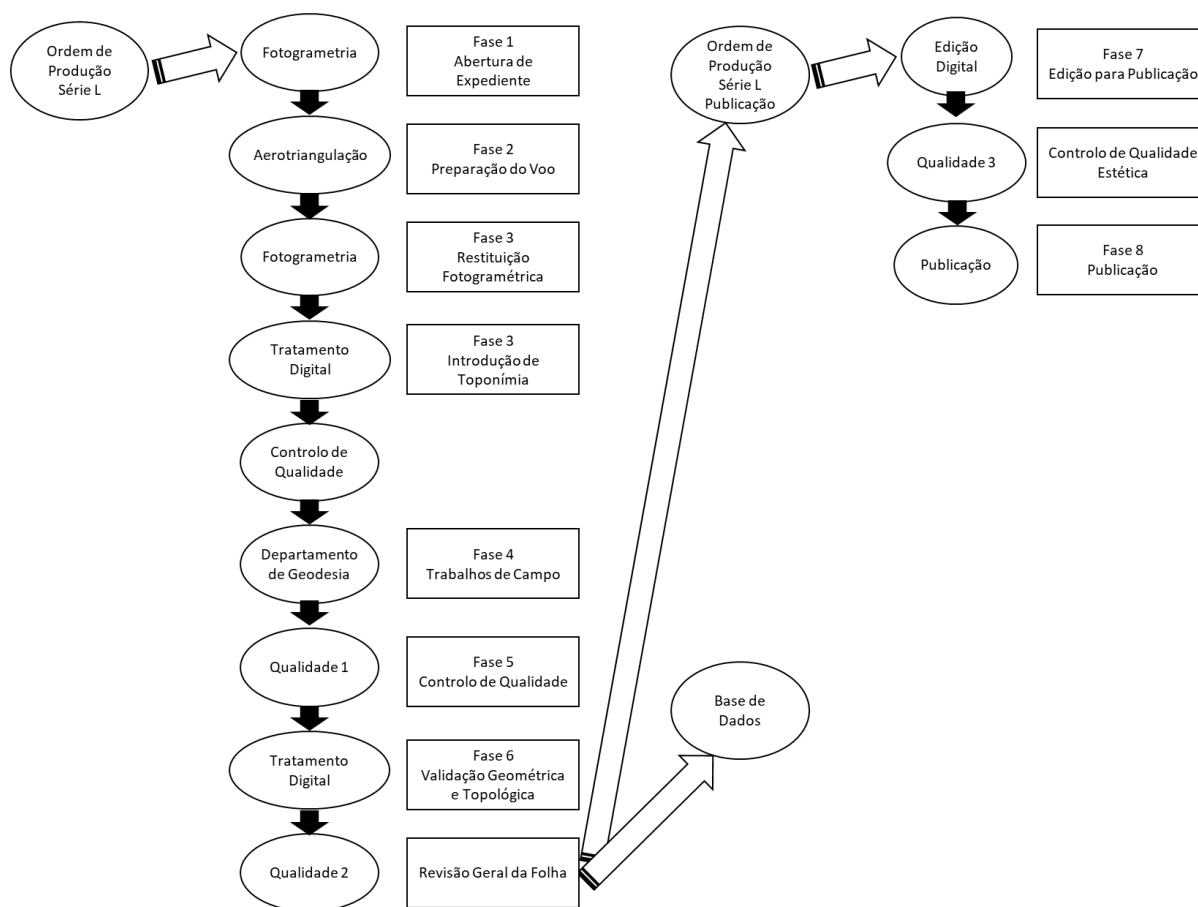


Figura A.2 – Fluxo de produção da serie M7815 do CEGET
Fonte: Adaptado de JIG [2013]

Características dos planos nacionais de ortofotografia aérea de Espanha

Características Gerais:

- Sistema Geodésico de Referência ETRS89 (Península, Ilhas Baleares, Ceuta e Melilha) e REGCAN95 (Canárias);
- Voo fotogramétrico equivalente a uma escala de voo 1:15000 (PNOA25) e 1:30000 (PNOA50), com câmara digital de alta resolução, equipada com sensor pancromático e 4 sensores multiespectrais;
- Recolha de dados GPS e sistema inercial IMU/INS no voo, para processar a trajetória do avião;
- Aerotriangulação digital por métodos automáticos;
- MDE calculado por correlação automática ou a partir de dados obtidos com o sensor LIDAR;
- Ortoprojeção a partir do MDE retificado e editado;
- Metadados gerados de acordo com a norma internacional ISO 19115:2003, para assegurar a interoperabilidade dos dados.

Tabela A.2 – Características técnicas dos planos nacionais de ortofotografia aérea de Espanha
 Fonte: Adaptado de <https://pnoa.ign.es/caracteristicas-tecnicas>

Plano Nacional de Ortofotografia Aérea	GSD Voo (cm)	GSD Ortofoto (cm)	Exatidão planimétrica da ortofoto	Exatidão altimétrica do MDT	Espaçamento da <i>grid</i>
50 cm	45	50	$RMSE_{X,Y} \leq 1,00$ m	$RMSE_Z \leq 2,00$ m	5 m × 5 m
25 cm	22	25	$RMSE_{X,Y} \leq 0,50$ m	$RMSE_{X,Y} \leq 1,00$ m	5 m × 5 m
10 cm	9	10	$RMSE_{X,Y} \leq 0,20$ m	$RMSE_{X,Y} \leq 0,20$ m (com LIDAR)	1 m × 1 m

Organização da Swisstopo

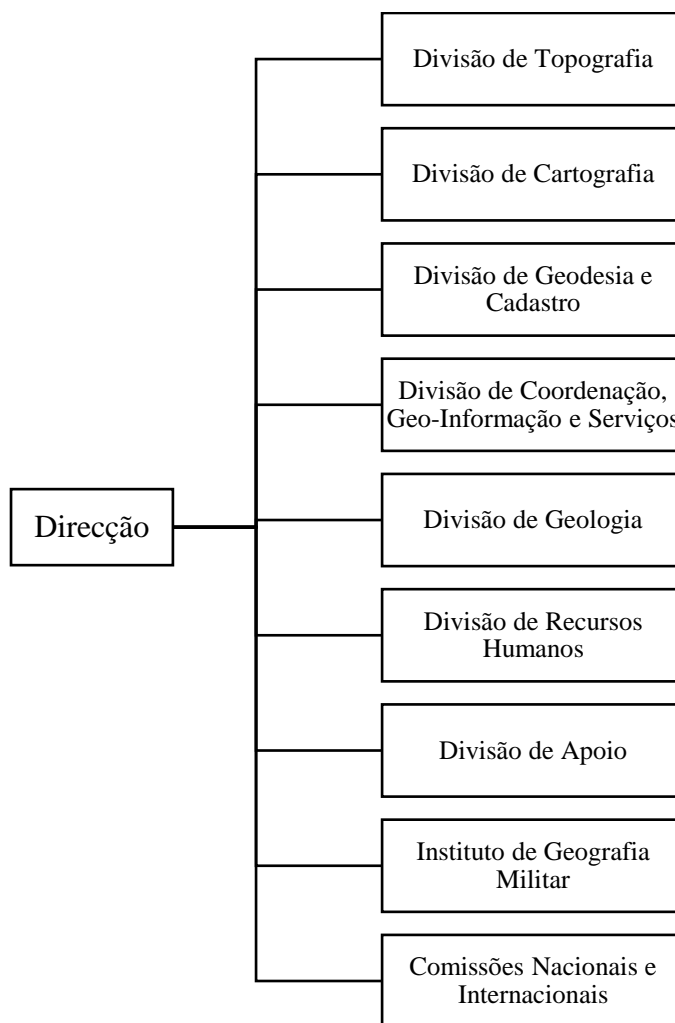


Figura A.3 – Organização da Swisstopo

Fonte: Adaptado de <https://www.swisstopo.admin.ch/en/swisstopo/organisation.html>

ANEXO B - ÁREAS DE ESTUDO

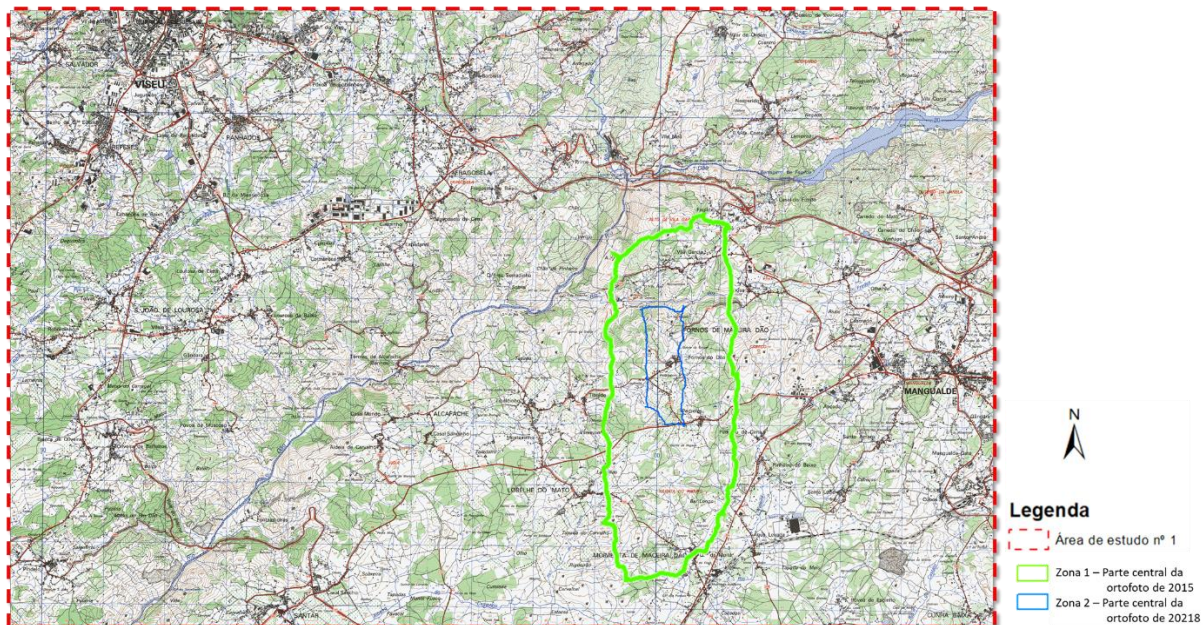


Figura B.1 – Área de estudo 2 com as zonas 1 e 2
Fonte: CIGeoE

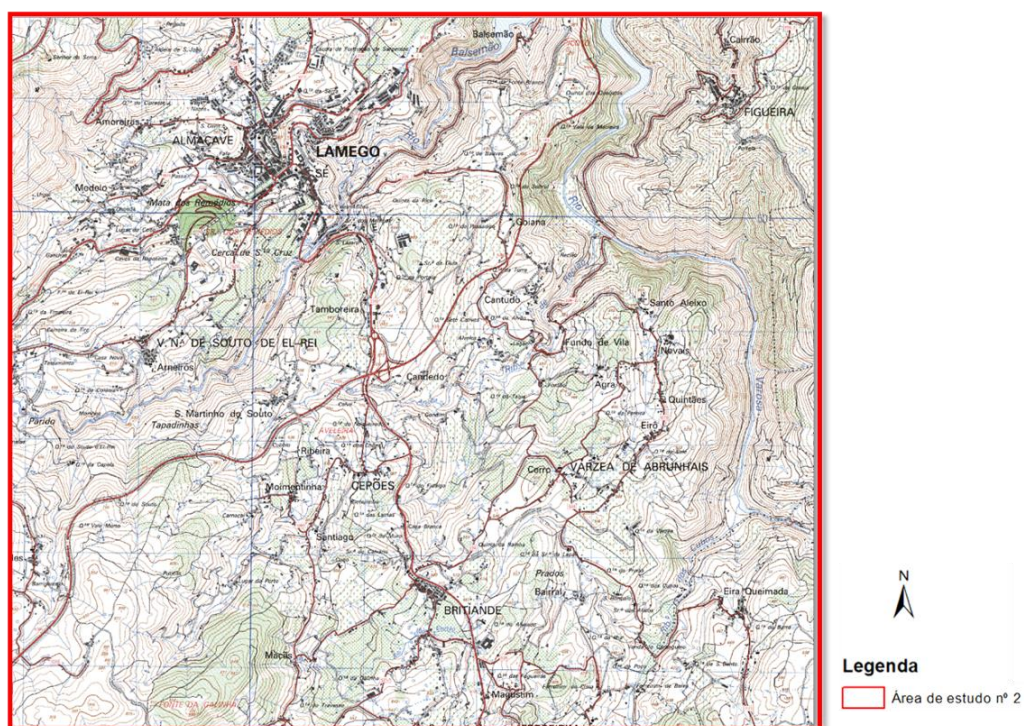


Figura B.2 – Área de estudo 2
Fonte: CIGeoE

ANEXO C - CLASSIFICAÇÃO DE OBJETOS REPRESENTÁVEIS EM PLANIMETRIA

Tabela C.1 – Classificação de objetos representáveis em planimetria
Fonte: Adaptado de <http://www.igeoe.pt>

“Objetos sem altura significativa” (polígono, linha ou ponto)	EG	“Objetos sem altura significativa” (polígono, linha ou ponto)	EG
Aceiro	Vegetação	Quilometro em ferrovia	Construções
Acesso auto	Vias de comunicação	Quilometro em via estrada estreita	Construções
Albufeira	Hidrografia	Quilometro em via estrada larga	Construções
Antena de rádio em cortina	Construções	Lagoa	Hidrografia
Aqueduto subterrâneo	Construções	Limite de central elétrica	Construções
Aqueduto em estrada	Construções	Linha de água 1 ordem	Hidrografia
Arbusto ou mato denso	Vegetação	Linha de água 2 ordem	Hidrografia
Arruamento	Vias de comunicação	Linha de água 3 ordem 25k	Hidrografia
Arvoredo denso	Vegetação	Linha de água 3 ordem 50k	Hidrografia
Arvoredo esparso	Vegetação	Linha de água auxiliar	Hidrografia
Aterro	Construções	Linha de costa	Hidrografia
Autoestrada	Vias de comunicação	Mãe água isolada	Construções
Barca de passagem	Construções	Mar	Hidrografia
Barragem	Construções	Marinha	Hidrografia
Cais de acesso ferroviário	Construções	Mata	Vegetação
Cais fluvial importante	Construções	Metro de superfície	Vias de comunicação
Cais fluvial	Construções	Metro subterrâneo	Vias de comunicação
Caminho carreteiro	Vias de comunicação	Mina entrada em galeria	Construções
Caminho pé posto	Vias de comunicação	Mina poço	Construções
Campo de futebol	Construções	Molhe de betão	Construções
Campo de jogos	Construções	Molhe de ferro	Construções
Carreira de tiro	Construções	Molhe de madeira	Construções
Cemitério	Construções	Monocarril	Vias de comunicação
Chafariz ou fonte	Construções	Nascente	Construções
Cisterna	Construções	Pântano	Hidrografia
Cobre e descobre	Hidrografia	Piscina	Construções
Conduta de combustível	Construções	Pista de aterragem	Construções
Desaterro	Construções	Poço	Construções
Distrito	Limites	Pomar	Vegetação
Dunas	Limites	Pomar e vinha	Vegetação
Eclusa	Construções	Ponte de betão isolada	Construções
Escadas	Construções	Ponte de ferro isolada	Construções
Escarpado	Construções	Ponte estreita de betão	Construções
Estação arqueológica (polígono)	Construções	Ponte estreita de ferro	Construções
Estrada com separador	Vias de comunicação	Ponte estreita de madeira	Construções
Estrada estreita	Vias de comunicação	Ponte larga de betão	Construções
Estrada larga	Vias de comunicação	Ponte larga de ferro	Construções
ETA	Construções	Ponte larga de madeira	Construções
ETAR	Construções	Represa	Construções
ETRS	Construções	Rio	Hidrografia
Ferrovia de alta velocidade	Vias de comunicação	Tanque	Construções
Ferrovia estreita	Vias de comunicação	Túnel	Construções
Ferrovia larga dupla	Vias de comunicação	Vala estreita	Hidrografia
Ferrovia larga única	Vias de comunicação	Vala larga	Hidrografia
Forno de cal	Construções	Vau a pé	Vias de comunicação
Forno de lenha	Construções	Vau para automóvel	Vias de comunicação
Furo artesiano	Construções	Vau para carro	Vias de comunicação
Heliporto	Construções	Vinha	Vegetação
Ilha	Hidrografia	Zona de habitação precária	Construções
Jardim ou horta	Vegetação		

“Objetos com altura significativa” (ponto)	EG
Aeromotor	Construções
Antena de rádio isolada	Construções
Azenha	Construções
Bomba de combustível	Construções
Castelo ou forte	Construções
Chaminé	Construções
Cruzeiro	Construções
Depósito	Construções
Depósito de água de superfície	Construções
Depósito de água elevado	Construções
Depósito de combustível	Construções
Estação arqueológica	Construções
Estação elevatória	Construções
Estação TSF	Construções
Estátua	Construções
Farol	Construções
Gerador eólico	Construções
Pombal	Construções
Portagem	Construções
Poste de alta tensão	Construções
Posto de transformação	Construções
Rádio farol	Construções
Silo	Construções
Torre isolada	Construções

“Objetos com altura significativa” (linha)	EG
Aqueduto elevado	Construções
Linha de alta tensão aérea	Construções
Linha de teleférico	Vias de comunicação
Muralha	Construções
Muro de alvenaria em carreteiro	Construções
Muro de alvenaria em via	Construções
Muro de alvenaria isolado	Construções
Muro de pedra solta em carreteiro	Construções
Muro de pedra solta isolado	Construções
Muro de pedra solta em via	Construções
Muro de suporte em aterro	Construções
Muro de suporte em desaterro	Construções
Passadeira rolante	Construções
Passagem superior	Construções
Sebe ou valado	Vegetação

“Objetos com altura significativa” (polígono)	EG
Apeadeiro Cf	Construções
Bombeiros	Construções
Câmara Municipal	Construções
Capela	Construções
Casa	Construções
Construções desportivas	Construções
Crus Vermelha Portuguesa	Construções
Depósito	Construções
Depósito de água de superfície	Construções
Depósito de água elevado	Construções
Depósito de combustível	Construções
Edifício central de distribuição de gás	Construções
Edifício central elétrica	Construções
Edifício militar	Construções
Estação CF	Construções
Estação metro	Construções
Estufa	Construções
GNR	Construções
Grande construção	Construções
Hospital	Construções
Igreja	Construções
Igreja matriz	Construções
Junta de Freguesia	Construções
Moinho	Construções
Moinho em ruínas	Construções
Praça de touros	Construções
PSP	Construções
Ruínas	Construções
Subestação elétrica	Construções
Tribunal	Construções

ANEXO D - IMAGENS DE ALGUMAS TABELAS DA NORMA ASPRS 2014

ASPRS 2014				Equivalent to map scale in		Equivalent to map scale in NMAS
Horizontal Accuracy Class RMSE _x and RMSE _y (cm)	RMSE _r (cm)	Horizontal Accuracy at the 95% Confidence Level (cm)	Approximate GSD of Source Imagery (cm)	ASPRS 1990 Class 1	ASPRS 1990 Class 2	
0.63	0.9	1.5	0.31 to 0.63	1:25	1:12.5	1:16
1.25	1.8	3.1	0.63 to 1.25	1:50	1:25	1:32
2.5	3.5	6.1	1.25 to 2.5	1:100	1:50	1:63
5.0	7.1	12.2	2.5 to 5.0	1:200	1:100	1:127
7.5	10.6	18.4	3.8 to 7.5	1:300	1:150	1:190
10.0	14.1	24.5	5.0 to 10.0	1:400	1:200	1:253
12.5	17.7	30.6	6.3 to 12.5	1:500	1:250	1:317
15.0	21.2	36.7	7.5 to 15.0	1:600	1:300	1:380
17.5	24.7	42.8	8.8 to 17.5	1:700	1:350	1:444
20.0	28.3	49.0	10.0 to 20.0	1:800	1:400	1:507
22.5	31.8	55.1	11.3 to 22.5	1:900	1:450	1:570
25.0	35.4	61.2	12.5 to 25.0	1:1000	1:500	1:634
27.5	38.9	67.3	13.8 to 27.5	1:1100	1:550	1:697
30.0	42.4	73.4	15.0 to 30.0	1:1200	1:600	1:760
45.0	63.6	110.1	22.5 to 45.0	1:1800	1:900	1:1,141
60.0	84.9	146.9	30.0 to 60.0	1:2400	1:1200	1:1,521
75.0	106.1	183.6	37.5 to 75.0	1:3000	1:1500	1:1,901
100.0	141.4	244.8	50.0 to 100.0	1:4000	1:2000	1:2,535
150.0	212.1	367.2	75.0 to 150.0	1:6000	1:3000	1:3,802
200.0	282.8	489.5	100.0 to 200.0	1:8,000	1:4000	1:5,069
250.0	353.6	611.9	125.0 to 250.0	1:10,000	1:5000	1:6,337
300.0	424.3	734.3	150.0 to 300.0	1:12,000	1:6000	1:7,604
500.0	707.1	1223.9	250.0 to 500.0	1:20,000	1:10000	1:21,122
1000.0	1414.2	2447.7	500.0 to 1000.0	1:40000	1:20000	1:42,244

Figura D.1 – Classes de exatidão horizontal para dados planimétricos digitais segundo a norma ASPRS 2014.
Fonte: ASPRS [2014].

Common Orthoimagery Pixel Sizes	Recommended Horizontal Accuracy Class RMSE _x and RMSE _y (cm)	Orthoimage RMSE _x and RMSE _y in terms of pixels	Recommended use ⁷
1.25 cm	≤1.3	≤1-pixel	Highest accuracy work
	2.5	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥3.8	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
2.5 cm	≤2.5	≤1-pixel	Highest accuracy work
	5.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥7.5	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
5 cm	≤5.0	≤1-pixel	Highest accuracy work
	10.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥15.0	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
7.5 cm	≤7.5	≤1-pixel	Highest accuracy work
	15.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥22.5	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
15 cm	≤15.0	≤1-pixel	Highest accuracy work
	30.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥45.0	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
30 cm	≤30.0	≤1-pixel	Highest accuracy work
	60.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥90.0	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
60 cm	≤60.0	≤1-pixel	Highest accuracy work
	120.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥180.0	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
1 meter	≤100.0	≤1-pixel	Highest accuracy work
	200.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥300.0	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
2 meter	≤200.0	≤1-pixel	Highest accuracy work
	400.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥600.0	≥3-pixels	Visualization and less accurate work
5 meter	≤500.0	≤1-pixel	Highest accuracy work
	1,000.0	2-pixels	Standard Mapping and GIS work
	≥1,500.0	≥3-pixels	Visualization and less accurate work

Figura D.2 – Exemplos de exatidão horizontal e aplicações recomendadas
Fonte: ASPRS [2014]

ANEXO E - RESPOSTAS DOS OPERADORES AOS QUESTIONÁRIOS

Questionário 1 – Operador B

1. Consoante a dificuldade que sentiu durante a utilização do método para identificar e adquirir informação sobre os diversos objetos, preencha as seguintes tabelas com “x”.

NOTA: No campo das observações indique as razões das dificuldades encontradas.

Método: Estereorrestituição

Construções (Ponto)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Dificil	Dificil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Dificil	Dificil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Aqueduto em estrada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Depósito de combustível	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estátua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Silo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Castelo ou forte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Depósito de água elevado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Antena de rádio isolada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bomba de combustível	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chaminé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estação elevatória	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cruzeiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Depósito	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Heliporto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chafariz ou fonte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Depósito de água de superfície	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Posto de transformação	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Azenha	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nascente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mãe água isolada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Poço	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tanque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Furo artesiano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quilometro em via estrada larga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Construções (Polígono)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Edifício militar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estufa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ETAR (limite)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Azenha	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bombeiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Campo de futebol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carreira de tiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hospital	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Piscina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Subestação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Construções desportivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grande construção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Igreja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cemitério	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Igreja matriz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Campo de jogos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capela	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ruínas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Construções (Linha)											
Muro de alvenaria em carreteiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de alvenaria em via	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de alvenaria isolado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de pedra solta em carreteiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de pedra solta em via	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de pedra solta isolado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de suporte em aterro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de suporte em desaterro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponte larga de betão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Túnel (eixo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muralha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aterro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Desaterro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponte estreita de betão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de alvenaria em carreteiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro de alvenaria em via	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Vegetação (Polígono)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Arvoredo denso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Arvoredo esparso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mato denso ou arbustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomar vinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Vias de comunicação (Linhas)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Acesso auto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Arruamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Auto estrada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caminho a pé posto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caminho carreteiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estrada estreita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estrada Larga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vau a pé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2. Classifique os métodos quanto às seguintes características:

NOTA: No campo das observações indique as causas das classificações negativas.

Característica	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	
User friendly (Hardware e software)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ocorrência de problemas com os softwares	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	2 a 3 vezes por semana	2 a 3 vezes por mês	1 vez por mês	1 vez por semestre	Nunca	2 a 3 vezes por semana	2 a 3 vezes por mês	1 vez por mês	1 vez por semestre	Nunca	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Desgaste físico e/ou intelectual causado pelo método	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	Nenhum	Pouco	Normal	Muito	Elevado	Nenhum	Pouco	Normal	Muito	Elevado	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Questionário 2 – Operador C

3. Consoante a dificuldade que sentiu durante a utilização do método para identificar e adquirir informação sobre os diversos objetos, preencha as seguintes tabelas com “x”.

NOTA: No campo das observações indique as razões das dificuldades encontradas, principalmente nos casos em que o objeto não foi identificado (campos acinzentados).

Método: Aquisição de informação a partir do ortomosaico

Construções (Ponto)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Aqueduto em estrada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dificuldade de visualizar o percurso da linha de água. Praticamente impossível adquirir em 2D. (1)
Depósito de combustível	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Estátua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Depende do tamanho do objeto e da zona em que está inserido (jardim ou meio urbano).
Silo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Castelo ou forte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Depósito de água elevado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Antena de rádio isolada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bomba de combustível	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chaminé	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estação elevatória	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cruzeiro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Depósito	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Heliporto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chafariz ou fonte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Depósito de água de superfície	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Posto de transformação	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Azenha	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confusão com ruínas. (1)
Nascente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Mãe água isolada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Poço	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Tanque	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Furo artesiano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1)
Quilometro em via estrada larga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Só com a visualização do raster com a informação anterior.

(1) É necessário recorrer a informação já existente (raster) ou outras fontes de informação para identificar o objeto.

Construções (Polígono)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Edifício militar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Necessário já estarem referenciados
Estufa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Necessário já estarem referenciados
ETAR (limite)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Necessário já estarem referenciados
Azenha	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confusão com ruínas. (1)
Bombeiros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Campo de futebol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carreira de tiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hospital	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Piscina	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Subestação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Construções desportivas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grande construção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Igreja	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cemitério	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Igreja matriz	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Campo de jogos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capela	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ruínas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

(1) É necessário recorrer a informação já existente (raster) ou outras fontes de informação para identificar o objeto.

Vegetação (Polígono)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Arvoredo denso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Arvoredo esparso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mato denso ou arbustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomar vinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Vias de comunicação (Linha)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Acesso auto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Arruamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Auto estrada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caminho a pé posto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caminho carreteiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estrada estreita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estrada larga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vau a pé	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Necessário já estarem referenciados

Observações (continuação)	Adquirir a vegetação em 2D é uma opção válida visto que a interpretação das áreas bem como o tamanho das mesmas difere de operador para operador e as características dos objetos estão em constante mudança. Como operador de fotogrametria deparei-me com algumas dificuldades na aquisição da vegetação destacando-se o seguinte:
	<ul style="list-style-type: none"> - Com as ferramentas <i>freehand</i> e <i>autocomplete freehand</i> é mais difícil controlar o contorno das áreas. Com as ferramentas <i>polygon</i> e <i>autocomplete polygon</i> torna-se mais fácil. - Deve-se ter bastante cuidado no contorno das áreas da vegetação porque existe sempre a possibilidade de cruzar estradas ou rios.

4. De acordo com a experiência que já possuía (estereorrestituição) e aquela que adquiriu durante o novo processo (a partir do ortomosaico), classifique os métodos quanto às seguintes características:

NOTA: No campo das observações indique as causas das classificações negativas.

Característica	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	
User friendly (Hardware e software)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	2 a 3 vezes por semana	2 a 3 vezes por mês	1 vez por mês	1 vez por semestre	Nunca	2 a 3 vezes por semana	2 a 3 vezes por mês	1 vez por mês	1 vez por semestre	Nunca	
Ocorrência de problemas com os softwares	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	Nenhum	Pouco	Normal	Muito	Elevado	Nenhum	Pouco	Normal	Muito	Elevado	
Desgaste físico e/ou intelectual causado pelo método	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

5. Para além das características anteriores, indique outras vantagens e desvantagens que o método de aquisição de informação a partir do ortomosaico apresenta em relação à restituição no ME.

R: Especificamente no arvoredo denso (que é um objeto facilmente identificado e de rápida interpretação) o método estudado é uma opção muito válida, conferindo maior rapidez na aquisição.

6. Indique algumas recomendações e/ou reparos que devem ser considerados na aquisição de informação a partir do ortomosaico.

R: Na aquisição de vias como mostram as Figuras E.1 e E.2 irá acontecer problemas onde as construções vão sobrepor as vias.



Figura E.1 – Exemplo 1
Fonte: CIGeoE



Figura E.2 – Exemplo 2
Fonte: CIGeoE

Interpretação do local correto (x,y) de diversos elementos tipo ponto. No exemplo da Figura E.3, a antena de rádio isolada é difícil de identificar devido as sombras. Não é possível ter a percepção da altura do objeto.



Figura E.3 – Exemplo 3
Fonte: CIGeoE

Dificuldade na distinção entre azenha e ruínas. Muitas das vezes as azenhas estão entre vegetação densa o que torna a identificação mais difícil na ortofoto.



Figura E.4 – Exemplo 4
Fonte: CIGeoE

Por vezes na estereorrestituição surgem dificuldades na identificação de determinados tipos de objetos. No método estudado, verifica-se que essa dificuldade é bastante maior e a Figura E.5 demonstra precisamente isso.



Figura E.5 – Exemplo 5
Fonte: CIGeoE

Questionário 3 – Operador Validador

1. Consoante a dificuldade que sentiu durante a utilização do método para identificar e adquirir informação sobre os diversos objetos, preencha as seguintes tabelas com “x”.

NOTA: No campo das observações indique as razões das dificuldades encontradas.

Método: Aquisição de informação a partir do ortomosaico

Vegetação (Polígono)	Identificação					Aquisição					Obs.
	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	Muito Difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil	
Arvoredo denso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Arvoredo esparso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mato denso ou arbustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomar vinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2. Classifique os dois métodos quanto às seguintes características:

NOTA: No campo das observações indique as causas das classificações negativas.

Característica	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	
User friendly (Hardware e software)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	2 a 3 vezes por semana	2 a 3 vezes por mês	1 vez por mês	1 vez por semestre	Nunca	2 a 3 vezes por semana	2 a 3 vezes por mês	1 vez por mês	1 vez por semestre	Nunca	
Ocorrência de problemas com os softwares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

	Estereorrestituição					Aquisição de informação a partir do ortomosaico					Obs.
	Nenhum	Pouco	Normal	Muito	Elevado	Nenhum	Pouco	Normal	Muito	Elevado	
Desgaste físico e/ou mental causado pelo método	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3. Para além das características anteriores, indique outras vantagens e desvantagens que o método de aquisição de informação a partir do ortomosaico apresenta em relação à restituição no ME.

R: A grande desvantagem é de não haver a mesma qualidade de imagem, o que nos dificulta um pouco na aquisição da vegetação.

4. Indique algumas recomendações e/ou reparos que devem ser considerados na aquisição de informação a partir do ortomosaico.

R: Os ortomosaicos deviam apresentar melhor qualidade para a identificação dos objetos.

A utilização de um rato com fio constituiu uma limitação durante a aquisição de informação. Procedeu-se à troca por um rato sem fio para resolver esse problema.

Questionário V

1. Consoante a verificação da informação adquirida a partir do ortomosaico e em comparação com a informação que normalmente é obtida através do ME, preencha as seguintes tabelas com “x”.

NOTA: No campo das observações indique as razões da classificação negativa.

Construções	Qualidade Posicional										Obs.
	ME					Ortomosaico					
	Muito	Mau	Razoável	Bom	Muito	Muito	Mau	Razoável	Bom	Muito	
Castelo ou forte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Depósito de água elevado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Antena de rádio isolada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bomba de combustível	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chaminé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Estação elevatória	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cruzeiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Depósito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Heliporto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chafariz ou fonte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Depósito de água de superfície	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Posto de Transformação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Azenha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nascente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Mãe água isolada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Poço	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tanque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Construções (Polígono)	Qualidade Posicional										Qualidade Geométrica										Obs.
	ME					Ortomosaico					ME					Ortomosaico					
	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	
Azenha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Bombeiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Campo de futebol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carreira de tiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hospital	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Piscina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Subestação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Construções desportivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Grande construção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Igreja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Cemitério	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Igreja Matriz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Campo de jogos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capela	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ruínas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Vegetação (Polígono)	Qualidade Posicional										Qualidade Geométrica										Obs.
	ME					Ortomosaico					ME					Ortomosaico					
	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	
Arvoredo denso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Arvoredo esparso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mato denso ou arbustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomar vinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Vias de comunicação (Linha)	Qualidade Posicional										Qualidade Geométrica										Obs.
	Ortomosaico					ME					Ortomosaico					ME					
	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	Muito Mau	Mau	Razoável	Bom	Muito Bom	
Acesso auto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Arruamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Auto estrada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Caminho a pé posto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Caminho carreteiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Estrada estreita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Estrada larga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

2. Na sua opinião, indique quais as vantagens e desvantagens que o método de aquisição de informação a partir do ortomosaico apresenta em relação à restituição no ME.

O método de aquisição de informação a partir do ortomosaico apresenta como grande vantagem a velocidade de restituição em relação à restituição no ME, embora essa vantagem seja obtida com o sacrifício da qualidade posicional dos dados, ou seja, dependendo do produto final pretendido este método pode ser ou não uma opção.

Como grandes desvantagens destaca-se a fraca qualidade posicional de alguns dados e o facto de precisar de pós-processamento e revisão/completagem por parte de um operador experiente.

3. Recomendações e/ou reparos na utilização do método de aquisição de informação a partir do ortomosaico.

De modo a obter melhores resultados a partir do ortomosaico, em minha opinião, a restituição deve ser feita por operadores já com experiência de modo a conseguir colmatar algumas das limitações impostas pelo ortomosaico nomeadamente a ausência da terceira dimensão, fundamental para a visualização/reconhecimento de muitos elementos. Outra maneira de diminuir as diferenças na aquisição de informação a partir do ortomosaico em relação á restituição através de modelos estereoscópicos é através da utilização de um ecrã de grandes dimensões. Quanto maior for o ecrã maior será a facilidade do operador em reconhecer as áreas e os objetos. A qualidade da informação vai depender em muito da qualidade do MDS, sendo que grande parte dos erros encontrados nos elementos restituídos resultaram da má qualidade do MDS.

ANEXO F - RESULTADOS DETALHADOS DA AQUISIÇÃO POR ENTIDADES GEOGRÁFICAS

Tabela F.1 – Resultados dos objetos da EG Construções com tipo de geometria polígono
Fonte: Autor

Construções						
Objeto (Polígono)	ME	Ortom	Diferença	Intersecção (Ortom-ME)		
	N.º	N.º	(ME-Ortom)	N.º	N.º (%)	Área (%)
Edifício Militar	1	0	-1	0	0	49
Estufa	39	0	-39	0	0	84
ETAR (Limite)	2	0	-2	0	0	98
Azenha	20	18	-2	13	72	95
Bombeiros	1	1	0	1	100	90
Campo de futebol	2	1	-1	1	100	100
Carreira de tiro	1	1	0	1	100	100
Hospital	2	1	-1	1	100	54
Piscina	1	1	0	1	100	99
Subestação	1	1	0	1	100	91
Construções desportivas	1	2	1	1	50	98
Grande construção	9	5	-4	5	100	92
Igreja	6	6	0	6	100	0
Cemitério	8	7	-1	7	100	85
Igreja Matriz	9	9	0	9	100	49
Campo de jogos	38	0	-38	0	0	90
Capela	50	49	-1	49	100	49
Ruínas	388	212	-176	175	83	84
Casa	5052	4920	-132	4772	97	98
Totalidade	5631	5234	-397	5043	96	89

Tabela F.2 – Resultados dos objetos da EG Construções com tipo de geometria linha
Fonte: Autor

Construções		
Objeto (Linha)	N.º	
	ME	Ortom
Aterro	304	0
Desaterro	371	
Molhe azul ferro	1	
Muralha	1	
Muro de Alvenaria em Carreteiro	1	
Muro de Alvenaria em Via	14	
Muro de Alvenaria Isolado	3	
Muro de Pedra Solta em Carreteiro	10	
Muro de Pedra Solta em Via	24	
Muro de Pedra Solta Isolado	1	
Muro de Suporte em Aterro	41	
Muro de Suporte em Desaterro	91	
Ponte Estreita de Betão	1	
Ponte Larga de Betão	18	
Túnel (eixo)	7	
Totalidade	888	

Tabela F.3 – Resultados das construções com tipo de geometria ponto

Fonte: Autor

Construções							
Objeto (Ponto)	N.º		Diferença (ME-Ortom)	Intersecção (Ortom-ME)			
	ME	Ortom		1,666 m		5 m	
				N	%	N	%
Antena de radio isolada	9	2	-7	1	50	2	100
Aqueduto em via	48	0	-48	0	0	0	0
Bomba de combustível	5	2	-3	1	50	1	50
Castelo ou forte	1	1	0	0	0	1	100
Chafariz ou fonte	65	9	-56	1	11	5	56
Chaminé	0	2	2	0	0	0	0
Cruzeiro	6	3	-3	0	0	2	67
Depósito	14	3	-11	2	67	2	67
Depósito de água	17	11	-6	6	55	11	100
Depósito de água elevado	0	1	1	0	0	0	0
Depósito de combustível	6	0	-6	0	0	0	0
Estação elevatória	1	2	1	1	50	1	50
Estatua	4	0	-4	0	0	0	0
Furo artesiano	2	0	-2	0	0	0	0
Heliporto	5	3	-2	1	33	3	100
Mãe de água isolada	57	49	-8	2	4	16	33
Nascente	27	24	-3	0	0	1	4
Poço	222	166	-56	24	14	44	27
Posto de transformação	92	13	-79	9	69	13	100
Quilometro em estrada larga	1	0	-1	0	0	0	0
Silo	3	0	-3	0	0	0	0
Tanque	1064	435	-629	229	53	347	80
Totalidade	1649	726	-923	277	38	449	62

Tabela F.4 – Resultados das vias de comunicação com tipo de geometria linha

Fonte: Autor

Vias de comunicação									
Objetos (Linha)	ME		Ortom		Diferença (ME-Ortom)	Intersecção (Ortom-ME)			
	N.º	Comprimento (km)	N.º	Comprimento (km)		1,666 m		5 m	
						N.º	Área (%)	N.º	Área (%)
Acesso auto	289	96,483	189	79,258	-100	189	91	189	98
Arruamento	263	47,142	195	45,051	-69	194	82	194	96
Auto estrada	6	17,312	2	17,486	-4	2	87	2	100
Caminho a pé posto	65	18,846	16	4,903	-49	16	51	16	66
Caminho carreteiro	462	173,413	420	187,388	-42	413	72	413	80
Estrada estreita	39	54,130	68	77,638	29	68	86	68	99
Estrada Larga	39	22,964	12	6,846	-27	12	83	12	99
Vau a pé	1	0,014	0	0,000	-1	0	0	0	0
Total	1164	430,304	902	418,570	-263	894	80	894	89
Tempo medido	24 h e 52 min		11 h e 30 min						
Tempo (min)	1492		690						
Tempo por km	3 min e 28 s		1 min e 39 s						

Tabela F.5 – Resultados da vegetação com tipo de geometria polígono através do M1
 Fonte: Autor

Vegetação – M1							
Objetos (Polígono)	ME		Ortom		Diferença (ME-Ortom)	Intersecção (Ortom-ME)	
	N.º	Perímetro (km)	N.º	Perímetro (km)		N.º	Área %
Arvoredo denso	84	98,930	41	96,959	-43	41	90
Arvoredo esparso	24	33,290	4	5,569	-20	4	88
Mato denso ou arbustos	53	98,245	12	37,587	-41	12	90
Pomar	223	211,949	18	36,587	-205	18	83
Pomar vinha	78	60,628	40	124,126	-38	39	80
Vinha	128	125,393	15	31,321	-113	14	89
Total	590	628,435	130	332,150	-460	128	85
Tempo medido	12 h		4 h				
Tempo (min)	720		400				
Tempo por km	1 min e 9 s		43 s				

Tabela F.6 – Resultados da vegetação com tipo de geometria polígono através do M2
 Fonte: Autor

Vegetação – M2							
Objetos (Polígono)	ME		Ortom		Diferença (ME-Ortom)	Intersecção (Ortom-ME)	
	N.º	Perímetro (km)	N.º	Perímetro (km)		N.º	Área %
Arvoredo denso	84	98,930	70	107,676	-14	65	84
Arvoredo esparso	24	33,290	11	23,979	-13	10	48
Mato denso ou arbustos	53	98,245	27	60,157	-26	22	87
Pomar	223	211,949	74	138,491	-149	70	84
Pomar vinha	78	60,628	17	24,318	-61	17	79
Vinha	128	125,393	49	77,637	-79	45	89
Total	590	628,435	248	432,257	-342	229	83
Tempo medido	12 h		6 h e 40				
Tempo (min)	720		400				
Tempo por km	1 min e 9 s		56 s				