

**Metodologia para a preparação de Cartografia  
Topográfica Vetorial, com Nível de Detalhe 1 (NdD1),  
com base num levantamento topográfico com recurso a  
*“Unmanned Aircraft Systems” (UAS)***

Nuno Alexandre Alves Correia

**Trabalho de Projeto**

**Mestrado em Gestão do Território com Área de Especialização  
em Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica**

Versão corrigida e melhorada após defesa pública

**Março, 2025**

Trabalho de Projeto apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território com Área de Especialização em Deteção Remota e Sistemas de Informação Geográfica, realizado sob orientação científica do Professor Doutor Rui Pedro Julião.

***“Impossible to map the world—we select and make graphics so that we can understand it”***

(Roger Tomlinson, 1981)



## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste Trabalho de Projeto representa um percurso exigente, mas também enriquecedor, que não teria sido possível sem o apoio e contributo de várias pessoas.

Em primeiro lugar, um especial reconhecimento ao meu amigo Sérgio Prazeres, cuja motivação e incentivo foram essenciais para que eu embarcasse nesta jornada académica. O seu apoio foi determinante para que eu mantivesse a perseverança ao longo do caminho.

Ao meu orientador, Professor Doutor Rui Pedro Julião, pelo acompanhamento, pelos ensinamentos e pela orientação imprescindível ao longo deste processo. O seu conhecimento e disponibilidade foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também à magnífica equipa com quem trabalho diariamente, Ana Larguinho, André Porfírio e Carlos Fonseca, pois sem o vosso empenho e colaboração este trabalho teria sido muito mais difícil de concretizar. A vossa partilha de conhecimento e companheirismo foram elementos-chave neste percurso.

Por fim, um agradecimento muito especial à minha família, pelo apoio incondicional, pela paciência e por estarem sempre ao meu lado. O vosso suporte e compreensão foram a base que me permitiu chegar até aqui.

A todos, o meu sincero obrigado.

**METODOLOGIA PARA A PREPARAÇÃO DE CARTOGRAFIA TOPOGRÁFICA VETORIAL,  
COM NÍVEL DE DETALHE 1 (NdD1), COM BASE NUM LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO  
COM RECURSO A “UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS” (UAS)**

**NUNO CORREIA**

**RESUMO**

O presente trabalho de projeto, elemento constituinte da componente não letiva do Mestrado em Gestão do Território com Área de Especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica, tem como propósito demonstrar a metodologia desenvolvida no âmbito da preparação de Cartografia Topográfica Vetorial, com Nível de Detalhe 1 (NdD1), com base num levantamento topográfico com recurso a “*Unmanned Aircraft Systems*” (UAS).

A cartografia de referência em Portugal desempenha um papel essencial no ordenamento do território, sendo coordenada pela Direção-Geral do Território (DGT). É uma área caracterizada por ser multidisciplinar, adequando-se a áreas como a administração pública, o planeamento territorial, a monitorização ambiental, entre outros, em que a evolução tecnológica, incluindo a transição para os formatos digitais e o uso de tecnologias como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), têm sido fundamentais nesse sentido. Portugal harmoniza a sua cartografia de acordo com a Diretiva INSPIRE, seguindo comprometido com os padrões europeus.

A constante atualização da cartografia é crucial para perceber as mudanças que ocorrem no território, logo, a integração de Sistemas Aéreos Não Tripulados (SANT) para levantamentos topográficos podem oferecer soluções vantajosas. Com isto, os UAS oferecem fontes de dados de alta resolução, sendo uma opção mais acessível que as coberturas aerofotográficas tradicionais.

No contexto deste trabalho, é apresentado um estudo de caso de um levantamento topográfico realizado por um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) em Santa Cruz (Silveira, Torres Vedras) cujo objetivo é preparar o processo de homologação de Cartografia Topográfica Vetorial com Nível de Detalhe 1 (NdD1).

Sucintamente, a utilização de Sistemas Aéreos Não Tripulados (UAS) possibilita a obtenção eficaz de dados topográficos com elevada resolução espacial, destacando-se pela sua rapidez, flexibilidade e precisão. Este projeto tem em vista exemplificar como os UAS podem ser aplicados na cartografia de referência em Portugal, contribuindo para a modernização e melhoria constante deste setor.

**Palavras-chave:** Cartografia, Território, Sistemas Aéreos Não Tripulados (SANT), Homologação, PostgreSQL

# **METHODOLOGY FOR VECTOR TOPOGRAPHIC CARTOGRAPHY PREPARATION, WITH DETAIL LEVEL 1 (Ndd1), BASED ON A TOPOGRAPHIC SURVEY USING "UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS" (UAS)**

**NUNO CORREIA**

## **ABSTRACT**

The purpose of this project work, which is part of the non-teaching component of the Master's Degree in Land Management with a Specialisation in Remote Sensing and Geographic Information Systems, is to demonstrate the methodology developed within the scope of the preparation of Vector Topographic Cartography, with Level of Detail 1 (Ndd1), based on a topographic survey using Unmanned Aircraft Systems (UAS).

Reference cartography in Portugal plays an essential role in spatial planning and is coordinated by the Directorate-General for Territory (DGT). It is an area characterised by being multidisciplinary, suitable for areas such as public administration, territorial planning, environmental monitoring, among others, in which technological developments, including the transition to digital formats and the use of technologies such as Geographic Information Systems (GIS), have been fundamental. Portugal harmonises its cartography in accordance with the INSPIRE Directive and remains committed to European standards.

The constant updating of cartography is crucial in order to understand the changes taking place in the territory, so the integration of Unmanned Aerial Systems (UAS) for topographic surveys can offer advantageous solutions. With this, UAS offer high-resolution data sources and are a more affordable option than traditional aerophotographic coverage.

In the context of this work, a case study is presented of a topographic survey carried out by an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in Santa Cruz (Silveira, Torres Vedras), the aim of which is to prepare the process of homologation of Vector Topographic Cartography with Level of Detail 1 (Ndd1).

In a nutshell, the use of Unmanned Aerial Systems (UAS) makes it possible to effectively obtain topographic data with high spatial resolution, and is characterised by its speed, flexibility and precision. This project aims to exemplify how UAS can be applied to reference cartography in Portugal, contributing to the modernisation and constant improvement of this sector.

**Keywords:** Cartography, Territory, Unmanned Aerial Systems (UAS), Homologation, PostgreSQL

## ÍNDICE

Introdução .....	1
Objetivos.....	5
Metodologia.....	5
I. Estado da arte .....	7
I.1 Cartografia .....	7
I.2 Fotogrametria .....	9
I.3 Instrumentos de Gestão do Território em Portugal .....	10
I.4 Homologação de cartografia .....	11
I.5. Veículos Aéreos Não Tripulados: definição e evolução .....	12
II. Fundamentos teóricos .....	15
II.1 Levantamentos .....	15
II.2 <i>Unmanned Aircraft Systems (UAS)</i> .....	17
II.3 Diretiva INSPIRE e Infraestruturas de Dados Espaciais.....	19
II.4 Normas e especificações técnicas.....	21
II.5 Base de Dados Geográficos e <i>Softwares</i> .....	26
II.6 Plataforma de Homologação .....	34
II.6.1 Registo como produtor na Plataforma de Homologação .....	36
III. Estudo de Caso: Levantamento topográfico do Aeródromo de Santa Cruz .....	38
III.1 Enquadramento territorial.....	38
III.2 Procedimentos metodológicos e aquisição de informação.....	39
III.2.1 Levantamento topográfico .....	39
III.2.2 Modelo Digital de Superfície (MDS).....	40
III.2.3 Modelo Digital de Terreno (MDT).....	41
III.3 Preparação de CAD para o modelo de dados CartTop .....	43
III.3.1 Criação da BD CartTop .....	43
III.3.2 Criação do Projeto QGIS .....	44
III.3.3 Importação do ficheiro CAD para BD CartTop .....	46

III.4 Controlo de qualidade .....	61
III.4.1 Regras gerais .....	61
III.4.2 Regras específicas .....	63
III.4.3 Parâmetros de qualidade dos dados .....	71
III.4.4 Dados vetoriais .....	75
III.4.5 Modelo Digital de Terreno.....	85
III.5 <i>Workflow</i> do estudo de caso (preparação da cartografia) .....	87
III.6 Submissão da cartografia do projeto para homologação.....	88
III.6.1 Formulário do Requerimento de homologação da cartografia .....	88
III.6.2 Submissão de documentos .....	88
III.6.3 Submissão de Cartografia .....	91
III.6.4 <i>Workflow</i> do estudo de caso (processo de homologação).....	92
III.7 Análise SWOT.....	93
IV. Discussão dos resultados.....	95
VI. Considerações finais .....	96
VII. Referências bibliográficas.....	97
ANEXOS.....	103
Anexo 1 .....	104
Anexo 2 .....	105
Anexo 3 .....	107
Anexo 4 .....	108
Anexo 5 .....	111

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Equipamentos de topografia (Hexagon, 2024) .....	15
Figura 2: Instrumentos usados para aquisição de fotografia (Avião (Laminar); Satélite (ESA); UAV (Mputek), 2024) .....	15
Figura 3: Ilustração da detecção com sensor LiDAR (ilustração(opentopography); sensor esquerdo (DJI); sensor direita (IATEC)) .....	16
Figura 4: Veículos Subaquáticos Autônomos (KRAKEN, 2025).....	16
Figura 5: Sintaxe para criar tabela, no pgaAdmin .....	29
Figura 6: Sintaxe para modificar a estrutura da tabela, no pgaAdmin .....	30
Figura 7: Sintaxe para remover a tabela da base de dados, no pgAdmin.....	30
Figura 8: Sintaxe para selecionar dados na tabela, no pgaAdmin .....	30
Figura 9: Sintaxe para acrescentar dados a tabela, no pgaAdmin .....	30
Figura 10: Sintaxe para atualizar dados na tabela, no pgaAdmin.....	30
Figura 11: Sintaxe para apagar dados na tabela, no pgaAdmin.....	30
Figura 12: Sintaxe conceder permissões ao utilizador na tabela, no pgaAdmin .....	31
Figura 13: Sintaxe para revogar permissões ao utilizador na tabela, no pgaAdmin.....	31
Figura 14: Sintaxe para devolver o número de registo da tabela, no pgaAdmin.....	31
Figura 15: Sintaxe para concatenar textos, no pgaAdmin .....	31
Figura 16: Sintaxe de uma seleção com Join entre duas tabelas, no pgaAdmin .....	32
Figura 17: Sintaxe de uma seleção com Left Join entre duas tabelas, no pgaAdmin .....	32
Figura 18: Sintaxe de uma seleção com Right Join de duas tabelas, no pgaAdmin.....	32
Figura 19: Sintaxe de uma seleção com Full Join a duas tabelas, no pgaAdmin.....	32
Figura 20: Sintaxe para criar Index, no pgaAdmin .....	33
Figura 21: Sintaxe para criar View, no pgaAdmin .....	33
Figura 22: Sintaxe para criar Procedure, no pgaAdmin .....	33
Figura 23: Sintaxe para criar Triggers, no pgaAdmin .....	33
Figura 24: Plataforma de Homologação (DGT,2024) .....	34
Figura 25: Plataforma de Homologação, vista da Cartografia Homologada (DGT,2024) .....	35
Figura 26: Plataforma de Homologação, vista dos Produtores Registados (DGT,2024) .....	35
Figura 27: Plataforma de Homologação, vista geral como Produtor “The USE Concept”   (DGT, 2024) .....	37
Figura 28: Mapa de enquadramento da área do estudo de caso .....	39
Figura 29: Planta do levantamento do Aeródromo de Santa Cruz em CAD (The USE Concept, 2024) .....	40
Figura 30: Planta do MDS do Aeródromo de Santa Cruz .....	41
Figura 31: Planta do MDT do Aeródromo de Santa Cruz .....	43
Figura 32: Atribuição de relações, no software QGIS .....	45
Figura 33: Levantamento CAD em ambiente QGIS .....	47
Figura 34: Ferramenta para criar Nós Hidrográficos.....	50
Figura 35: Dados na tabela Via rodoviária .....	53
Figura 36: Configuração de Join no objeto Edifício .....	55
Figura 37: Criação dos Centroids.....	56
Figura 38: Visualização da correspondência entre o Segmento de Via Rodoviária e o Edifício ao Número de polícia .....	57
Figura 39: Visualização do objeto Área de trabalho .....	61
Figura 40: Representação de “Heliporto” (DGT,2024).....	66
Figura 41: Representação “Segmento da via rodoviária” e “Via rodoviária – Limite (DGT, 2024) .....	66
Figura 42: Elementos e subelementos de qualidade dos dados da Cartografia Topográfica (DGT,2024) .....	71

Figura 43: Instalação Plugin recartDGT .....	76
Figura 44: Validação com aplicação recartDGT.....	76
Figura 45: Validação executando Script de verifica os comprimentos mínimos 3D, no software pgAdmin .....	77
Figura 46: Visualização do falso erro executado anteriormente, no software QGIS.....	78
Figura 47: Visualização da comparação das bases de dados, no software WinMerge.....	79
Figura 48: Exemplo de tipos de erros topológicos, (DGT, 2024).....	79
Figura 49: Visualização dos resultados dos dois processos no software QGIS .....	80
Figura 50: Visualização do Model Designer no software QGIS .....	81
Figura 51: Exemplos das omissões identificadas de infraestruturas na completarem .....	83
Figura 52: Visualização das propriedades do MDT, no software QGIS .....	86
Figura 53: Workflow do Estudo de caso.....	87
Figura 54: Formulário do Requerimento de homologação, (DGT, 2024).....	88
Figura 55: Criação de metadados através do formulário, (GeMA, 2024) .....	89
Figura 56: Workflow do Processo de Homologação (adaptado de DGT, 2024).....	93

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Domínios do Modelo Numérico Topográfico (DGT, 2013).....	22
Tabela 2: Domínios do Modelo Numérico Cartográfico (DGT, 2013) .....	22
Tabela 3: Temas e respetivas entidades (DGT, 2024) .....	24
Tabela 4: Resoluções dos produtos geográficos. ....	41
Tabela 5: Catálogo de vias rodoviárias (DGT, 2024).....	52
Tabela 6: Esquemas de mapeamento COS 2018 para CartTop. (adaptado de DGT, 2024) .....	58
Tabela 7: Avaliação da consistência temática.....	82
Tabela 8: Avaliação da completude .....	82
Tabela 9: Visualização do controlo da exatidão posicional planimétrica .....	84
Tabela 10: Visualização do erro médio quadrático planimétrico .....	84
Tabela 11: Visualização do controlo da exatidão posicional altimétrica .....	85
Tabela 12: Visualização do erro médio quadrático altimétrico .....	85
Tabela 13: Visualização do controlo da exatidão posicional altimétrica do MDT .....	85
Tabela 14: Visualização do erro médio quadrático altimétrico do MDT .....	86
Tabela 15: Análise SWOT do processo de homologação .....	94

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
ANAC	Autoridade Nacional de Aviação Civil
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
AUV	<i>Autonomous Underwater Vehicles</i> (Veículos Subaquáticos Autónomos)
BDNC	Base de Dados Nacional de Cartografia
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
CartTop	Cartografia Topográfica
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CE	Comissão Europeia
DCL	<i>Data Control Language</i>
DDL	<i>Data Definition Language</i>
DGT	Direção-Geral do Território
DML	<i>Data Manipulation Language</i>
DTM	<i>Digital Terrain Model</i>
DSM	<i>Digital Surface Model</i>
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency</i> (Agência Europeia para a Segurança da Aviação)
EMQ	Erro Médio Quadrático
EPSG	<i>European Petroleum Survey Group</i>
ESA	<i>European Space Agency</i> (Agência Espacial Europeia)
ET	Especificações Técnicas
GEMA	Gestor de Metadados dos Açores
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i> (Sistema de Navegação por Satélite)
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDS	Modelo Digital de Superfície
MDT	Modelo Digital de Terreno
MNT	Modelo Numérico Topográfico
MST	<i>MicroStation</i>
NdD1	Nível de Detalhe 1
NdD2	Nível de Detalhe 2
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
PDM	Plano Diretor Municipal
PNPOT	Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território

<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>
PQ	Parâmetro de Qualidade
PP	Plano de Pormenor
PU	Plano de Urbanização
RE	Regra Específica
RECART	Espaço de trabalho para o desenvolvimento da base de dados das especificações técnicas de cartografia topográfica
RG	Regra Global
RGPD	Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
RMS	<i>Root Mean Square</i>
ROA	<i>Remotely Operated Aircraft</i>
RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft</i>
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i>
RPV	<i>Remotely Piloted Vehicle</i>
RTK	<i>Real-Time Kinematic</i> (Posicionamento Cinemático em Tempo Real)
SANT	Sistemas Aéreos Não Tripulados
SCN	Série Cartográfica Nacional
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SQL	<i>Structured Query Language</i>
UAS	<i>Unmanned Aircraft Systems</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (Veículo Aéreo Não Tripulado)
UE	União Europeia
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UUID	<i>Universally Unique Identifiers</i> (Identificadores únicos)
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> (Regras de Voo Visual)

## Introdução

A cartografia é uma área muito relevante para diversos domínios, entre eles o ordenamento do território, pois fornece representações precisas do território, permitindo um planeamento sustentável e uma gestão eficiente e equilibrada dos recursos. Esta facilita a elaboração de planos e programas territoriais, a identificação de zonas sensíveis e de risco, o desenvolvimento de infraestruturas e mobilidade, para além da gestão ambiental e dos recursos naturais. Em Portugal, a Direção-Geral do Território (DGT) é a entidade responsável pela cartografia oficial, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 193/95, e o PNPOT reforça a sua importância para o desenvolvimento equilibrado das cidades e regiões.

De acordo com a DGT, a cartografia de referência em Portugal desempenha um papel crucial no ordenamento e representação do território nacional, sendo composta por elementos que possuem informações sobre a posição geográfica e as características dos elementos naturais e artificiais presentes no território nacional, considerando dois níveis de detalhe:

- Nível de Detalhe 1 (NdD1): Indicado para cartografia de pormenor e para áreas reduzidas, por exemplo, Plano de Pormenor (PP) e Planos de Urbanização (PU).
- Nível de Detalhe 2 (NdD2): Apropriado para cartografia a nível do território nacional, como é o caso do Plano Diretor Municipal (DGT, 2019).

É uma ferramenta essencial para diversas áreas, desde o planeamento urbano e gestão do território até à investigação científica e de desenvolvimento de infraestruturas, por exemplo. Há informações bastante pertinentes a reter acerca da cartografia de referência em Portugal, nomeadamente:

- **Instituições Responsáveis:** Em Portugal, a produção e manutenção da cartografia de referência são coordenadas por diversas instituições, sendo a DGT uma das principais entidades responsáveis por essa tarefa. A DGT é um serviço central da administração local que desempenha um papel fundamental na validação, gestão e disponibilização de informação geoespacial no país;
- **Caráter Multidisciplinar:** A cartografia de referência em Portugal é criada com o propósito de suprir as diversas necessidades e setores. Isso inclui o suporte à administração pública ao nível nacional e local, planeamento territorial,

monitorização ambiental, desenvolvimento de infraestruturas, investigação científica, entre outros;

- **Evolução Tecnológica:** Assim como em todo o mundo, a cartografia em Portugal tem evoluído com a inovação tecnológica, como é o caso da transição de mapas em papel para formatos digitais e a utilização de tecnologias de Deteção Remota, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e de Sistemas de Localização por Satélite, como o Sistema Global de Posicionamento, comumente designado por: “*Global Positioning System*” (GPS), fazendo parte integrante do sistema de navegação por satélite global, também designado por: “*Global Navigation Satellite System*” (GNSS). O uso deste termo destaca a interoperabilidade entre diferentes constelações de satélites, permitindo que recetores com sistema “*Real-Time Kinematic*” (RTK) utilizem sinais de múltiplos sistemas para melhorar a precisão e disponibilidade do posicionamento, para aquisição e atualização de informação geográfica de forma mais eficiente;
- **Harmonização de acordo com os Padrões Europeus:** Portugal, como membro da União Europeia (UE), está comprometido em harmonizar a sua cartografia com os padrões e regulamentações europeias (Comissão Europeia [CE], 2007). É um passo particularmente importante no contexto da Diretiva INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*, em português, Infraestrutura de Dados Espaciais), que visa garantir a interoperabilidade e acessibilidade das informações geoespaciais, segundo Julião (2018, pág. 75) “o reconhecimento dos padrões OGC por parte da esmagadora maioria dos fornecedores de tecnologia, criaram as condições mínimas para um ambiente de produção, gestão e disponibilização de dados geográficos interoperáveis”;
- **Atualização contínua:** A cartografia de referência requer uma atualização constante para refletir as mudanças no território, como é o caso do aparecimento de novas construções, alterações na paisagem, desenvolvimentos tecnológicos e afins. É uma etapa crucial para manter a precisão e utilidade da informação geográfica.

O modelo de gestão territorial em Portugal Continental é caracterizado por uma abordagem descentralizada e integrada, baseada na Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo (Lei n.º 31/2014, de 30 maio). Este modelo visa promover o

desenvolvimento sustentável, a coesão territorial e a participação pública, no qual o território é organizado em diferentes níveis, desde freguesias, municípios e afins, com destaque para as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) que desempenham um papel fundamental na implementação de políticas territoriais e, tal como o nome indica, na coordenação entre os vários níveis de administração, promovendo a coesão territorial e a articulação de políticas de âmbitos local, regional e nacional. De acordo com os Artigos 1.º e 2.º do Decreto-Lei n.º 228/2012, de 25 de outubro "as CCDR são serviços periféricos da administração direta do Estado (...) com o objetivo de assegurar a coordenação e a articulação das diversas políticas setoriais de âmbito regional, executar as políticas de ambiente, ordenamento do território e cidades, e prestar apoio técnico às autarquias locais e às suas associações".

O ordenamento do território procura conciliar diversos interesses, promover a eficiência na utilização do solo e salvaguardar recursos naturais. A participação ativa das comunidades locais é incentivada, visando uma gestão territorial mais democrática e adaptada às necessidades específicas de cada região, a qual ainda é um pouco desvalorizada nos dias de hoje (adaptado de DGOTDU, 2009).

Quanto ao uso de Sistemas Aéreos Não Tripulados (SANT), ou comumente designados por "*Unmanned Aircraft Systems*" (UAS), têm vindo cada vez mais a ser utilizados para propósitos profissionais, como é o caso do drone ou Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANT), fruto destas providenciarem fontes de dados geoespaciais tridimensionais de alta resolução (adaptado de Sari et al., 2020, pág. 328 e 329). Esta tendência tem incentivado um número crescente de empresas a incorporar estes sistemas nos seus projetos, fruto de ser um equipamento de baixo custo em comparação com as coberturas aerofotográficas tradicionais realizadas por aeronaves do tipo "Cessna". Esta preferência decorre da capacidade dos UAS de voar a altitudes mais baixas, proporcionar muito alta resolução espacial e oferecer, também, facilidade e flexibilidade aquando da sua utilização.

Para o presente trabalho de projeto, a incorporação de um estudo de caso no âmbito de um levantamento topográfico com recurso a UAS representa uma abordagem inovadora e eficaz para mapear e analisar áreas geográficas de forma detalhada.

O Aeródromo de Santa Cruz tem tráfego aéreo autorizado VFR (*Visual Flight Rules*) para aeronaves de pequena dimensão (<5700KG) e ultraleves. Para efeitos de certificação, atualização ou expansão, os responsáveis pelos aeródromos devem proceder à atualização

da cartografia topográfica e, submeter junto da Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC), por forma a fazer cumprir as especificações de certificação, no caso concreto, topográficas e de localização, conforme regulamentação europeia (Regulamento U.E. nº 139/2014). Face à dimensão do aeródromo justificou-se a utilização de UAS para efetuar o voo de apoio ao levantamento topográfico, cujo recolhe informação fundamental (dados) para a homologação do Plano de Pormenor para a expansão do aeródromo, junto da DGT.

O uso de UAS permite a aquisição de dados topográficos de forma rápida, flexível e com uma resolução espacial significativa. No contexto deste trabalho, o estudo de caso irá ser desenvolvido a partir de um levantamento topográfico realizado com a ajuda de um UAS para uma área em Santa Cruz, na freguesia da Silveira, concelho de Torres Vedras. O objetivo é preparar o levantamento topográfico para o processo de homologação de cartografia topográfica vetorial e de imagem com Nível de Detalhe 1 (NdD1) em software QGIS e PostgreSQL/PostGIS, com o apoio do “Repositório do RECart: espaço de trabalho dedicado ao desenvolvimento da base de dados das especificações técnicas de cartografia topográfica” (DGT, 2024).

A integração de UAS nos levantamentos topográficos revolucionou a forma como os mapas são criados, atualizados e mantidos, podendo ser uma ferramenta fundamental neste âmbito. As capacidades dos UAS oferecem inúmeras vantagens, incluindo a recolha de imagens de alta resolução, a deteção remota com sensores especializados, levantamentos rápidos e eficientes, modelação 3D e monitorização ambiental. A utilização desta tecnologia facilita a otimização de processos, tornando o levantamento em campo mais célere do que os métodos tradicionais, especialmente em terrenos difíceis de aceder, o que configura flexibilidade no processo. Além disso, os UAS contribuem para a inspeção de infraestruturas e permitem a personalização com base nas necessidades específicas do projeto, tornando o levantamento mais eficiente e adaptável.

Resumidamente, a introdução de UAS nos levantamentos traz valor acrescentado, permitindo o desenvolvimento de produtos com informações proveitosas, desempenhando um papel importante em várias aplicações, fornecendo dados úteis que beneficiam diversos setores em Portugal.

## Objetivos

Com a explicação do contexto teórico, é relevante estabelecer os objetivos a cumprir no presente trabalho de projeto. Posto isto, as metas a cumprir prendem-se por:

- Conceptualizar a metodologia de trabalho;
- Salientar as diferenças entre as normas e especificações técnicas;
- Adquirir dados de um levantamento topográfico;
- Desenvolver competências para a criação de uma Base de Dados Geográfica CartTop e de um projeto no *software* QGIS;
- Potenciar meios para a importação dos dados para a BD CartTop;
- Respeitar as diretrizes do controlo de qualidade;
- Descrever o processo de submissão da cartografia topográfica vetorial para homologação junto da Direção-Geral do Território (DGT);

No fundo, o objetivo do trabalho de projeto consiste na elucidação da metodologia adotada para a preparação de cartografia topográfica vetorial, com Ndd1, tendo por base um levantamento topográfico com recurso a “*Unmanned Aircraft Systems*” (UAS). Ou seja, é desenvolver uma metodologia comum que possa facilitar os profissionais desta área a desenvolver os seus projetos, seguindo uma prática comum qualificada a todos que é possível capaz de responder às necessidades dos mesmos.

O cerne do problema de investigação “consiste em formular de maneira explícita, clara, compreensível e operacional, a dificuldade com a qual nos defrontamos e à qual pretendemos dar resposta” (Sousa & Baptista, 2011, pág. 18). Ou seja, esta questão auxilia a nortear a pesquisa, exigindo uma análise profunda e uma abordagem primorosa de forma a alcançar os objetivos propostos e aos quais pretende dar uma resposta.

Tendo isto em conta, de forma a relacionar os objetivos com a metodologia, é formulada a seguinte questão de investigação: **De que forma uma entidade pode beneficiar com os UAS na preparação de cartografia topográfica vetorial e na sua homologação?**

## Metodologia

A metodologia e o método são componentes fundamentais que desempenham um papel essencial na execução e concretização dos princípios, suposições e desafios fundamentais de uma investigação. Ambos são diferenciados, pois cada um possui traços

singulares orientados para âmbitos diferentes. De forma geral, a metodologia é um conjunto mais amplo de princípios, regras e abordagens que orientam o processo de investigação, enquanto o método refere-se à técnica ou procedimento específico utilizado para recolher e analisar dados.

A metodologia é o conjunto de princípios teóricos e orientações gerais que fundamentam a abordagem da pesquisa. Envolve a escolha e a justificação dos métodos utilizados, além de fornecer uma estrutura lógica para a investigação, definindo como a pesquisa será conduzida, incluindo a seleção de métodos, a análise de dados e a interpretação dos resultados (adaptado de Sousa & Baptista, 2011, pág. 52). O método é a estratégia específica ou a ferramenta utilizada para realizar uma tarefa. Por exemplo, na pesquisa científica, o método pode ser a entrevista, o questionário, a análise estatística, entre outros. É a aplicação prática e concreta de uma técnica específica.

Ou seja, o propósito deste capítulo é identificar os procedimentos metodológicos que foram empregues no trabalho de projeto, visto serem congruentes na procura por respostas, garantindo que a escolha de métodos e técnicas esteja alinhada com a questão de investigação estabelecida inicialmente. Assim, foram integradas duas técnicas e um método.

Quanto às técnicas, foram usadas duas: a **análise documental**, bastante utilizada no que diz respeito à leitura e análise de documentos como artigos científicos, dissertações/teses, livros, entre outros; e a **análise SWOT**, cuja pertinência no presente trabalho de projeto é adequada fruto do seu auxílio na assimilação do território e a consequente evolução.

Por fim, a utilização do **estudo de caso** representa uma abordagem metodológica que visa estabelecer uma relação entre a teoria e a prática por meio de exemplos concretos. Este método desempenha um papel crucial na fundamentação da ideia central em torno do tema, utilizando exemplos reais bem consolidados para enriquecer e contextualizar a abordagem teórica.

## I. Estado da arte

No presente capítulo, será abordado, de forma geral, a cartografia, bem como o conceito de fotogrametria, os Instrumentos de Gestão do Território (IGT), a homologação e por fim: “*Unmanned Aerial Systems*” (UAS) e a sua evolução.

### I.1 Cartografia

A cartografia em Portugal tem uma longa e rica história, profundamente ligada à era dos Descobrimentos e ao desenvolvimento da navegação marítima. Nos dias de hoje, a cartografia em Portugal continua a ser uma área importante, mas evoluiu significativamente devido ao avanço das tecnologias digitais e à integração de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Portugal foi pioneiro na cartografia durante os séculos XV e XVI, desenvolvendo mapas e cartas náuticas que eram fundamentais nas explorações marítimas. Os mapas portugueses daquela época, como os portulanos, eram conhecidos pela sua precisão e detalhe, ajudando na expansão marítima europeia. O nome de figuras como Pedro Nunes e Diogo Ribeiro, são emblemáticos desta tradição (adaptado de Alegria et al., 2007, pág. 975 e 976).

Atualmente, a cartografia em Portugal envolve a utilização de tecnologias avançadas, como os Sistemas de Informação Geográfica e a Deteção Remota. Instituições como o Instituto Geográfico Português (IGP), agora integrado na Direção-Geral do Território (DGT), têm um papel crucial na produção e atualização da cartografia oficial do país, dado que fornecem uma vasta gama de serviços, desde a produção de cartas topográficas, incluindo o suporte para a criação de mapas temáticos e a modelação tridimensional do território. A distinção entre cartografia temática e cartografia topográfica está na natureza, propósito e conteúdo dos mapas produzidos em cada uma dessas abordagens.

No caso da **cartografia temática**, concentra-se “no processo de comunicação, utilizando normas e teorias para a representação gráfica de informações” (Rizzatti et al., 2023, pág. 94) sobre um determinado tema ou fenómeno, como o clima, densidade populacional, tipos de vegetação, distribuição de recursos naturais, entre outros, tendo como conteúdo mapas que destacam um ou mais temas, utilizando cores, símbolos e legendas para facilitar a interpretação dos dados. Os elementos geográficos como rios, estradas e montanhas são apresentados apenas para dar contexto ao tema principal, sem grande detalhe. A título de

exemplo, um mapa que mostra a distribuição da temperatura média anual em Portugal é um exemplo de cartografia temática.

Já a **cartografia topográfica**, tem como principal objetivo representar detalhadamente as características físicas e naturais da superfície terrestre, como o relevo, a hidrografia, a vegetação e, também, outros elementos como estradas, edifícios e fronteiras, descrevendo “a localização geográfica e as características dos acidentes naturais e artificiais existentes no território” (DGT, 2019). Os mapas topográficos incluem curvas de nível para representar o relevo (altitude e declive), e utilizam uma escala que permite uma representação detalhada do terreno. Além disso, outros elementos como rios, lagos, montanhas, florestas, e construções são representados com precisão. Por exemplo, um mapa topográfico de uma região montanhosa em Portugal que mostra as altitudes, os cursos de água, e as trilhas ou estradas, seria um exemplo típico de cartografia topográfica.

No fundo, a **cartografia temática** foca-se em representar dados ou fenómenos específicos, enquanto a **cartografia topográfica** concentra-se na representação detalhada e precisa da superfície terrestre. A cartografia, em Portugal, pode ser aplicada em diversas áreas, tais como o Ordenamento do Território, os Transportes, Proteção Civil, Investigação, entre outras.

Um dos principais desafios da cartografia em Portugal é a constante atualização dos dados geográficos, que se torna cada vez mais complexa fruto do ritmo acelerado das mudanças ambientais e urbanas. Além disso, a integração de dados provenientes de diferentes fontes e a sua interoperabilidade é uma questão crítica. O futuro da cartografia em Portugal passa pela contínua adoção de tecnologias emergentes, incorporando a ciência de dados nos SIG, que tem impulsionado a transformação destas ferramentas. Aliás, o recurso a técnicas de aprendizagem automática e a *Big Data*, permitem processar volumes crescentes de dados complexos, superando as limitações dos métodos convencionais (Oliveira et al., 2024, pág. 1).

Em suma, a cartografia em Portugal evoluiu de uma tradição manual e náutica para uma ciência e prática altamente tecnológica, desempenhando um papel essencial no desenvolvimento e ordenamento do território português.

## I.2 Fotogrametria

A fotogrametria, enquanto técnica de levantamento de dados e modelação de objetos a partir de imagens fotográficas, tem registado avanços significativos ao longo das últimas décadas, impulsionada por inovações tecnológicas e pela crescente integração com outras disciplinas, como a geodesia, a cartografia digital e os SIG. A sua aplicação foi alargada, desde o uso inicial em topografia e cartografia, até áreas como arqueologia, arquitetura, engenharia civil e conservação do património cultural. Esta evolução reflete o desenvolvimento progressivo de ferramentas digitais e metodologias de processamento de imagem.

Albrecht Meydenbauer introduziu, pela primeira vez, o termo: “Fotogrametria” em 1867, utilizando a técnica pela primeira vez para documentar edifícios históricos. Este trabalho pioneiro lançou as bases desta ciência aplicada e destacou a importância da fotografia como uma ferramenta para medir e mapear estruturas físicas (adaptado de Albertz, 2001, pág. 21).

Nos últimos cinquenta anos, o campo da fotogrametria evoluiu bastante com a transição digital. Com a chegada dos computadores e a análise digital de imagens, a precisão e a eficiência da fotogrametria foram significativamente melhoradas. “A fotogrametria digital trouxe uma nova era de automação, onde as imagens podem ser processadas rapidamente e com maior precisão” (Wolf et al., 2014).

Esta transformação tornou-se ainda mais notável com a introdução de tecnologias como o LiDAR (*Light Detection and Ranging*) e os SIG, que ampliaram as capacidades de levantamento e análise de dados espaciais, otimizando os processos.

O uso de drones ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) na fotogrametria também representa um avanço significativo. Segundo Colomina e Molina (2014, pág. 79), os drones têm-se revelado uma ferramenta poderosa para a aquisição de imagens com elevada resolução e precisão, permitindo a obtenção de dados em áreas de difícil acesso, onde os métodos tradicionais de levantamento apresentam limitações. A facilidade de obtenção de dados e a redução de custos tornaram os drones essenciais em projetos de grande escala, como no mapeamento urbano e na monitorização ambiental.

A fotogrametria continua a expandir o seu campo de aplicações em diversas áreas. Na engenharia civil, por exemplo, é utilizada para monitorizar defeitos nas infraestruturas,

controlar a qualidade das construções e gerir projetos de grande escala. No caso da arqueologia, a fotogrametria tem desempenhado um papel vital na documentação de sítios históricos, permitindo que os investigadores obtenham modelos tridimensionais de artefactos e monumentos sem a necessidade de alterar as estruturas originais. Para complementar esta série de exemplos, a agricultura de precisão também beneficia da fotogrametria, com o uso de drones para mapear plantações e monitorizar o crescimento das culturas. Os dados obtidos permitem aos agricultores otimizar o uso de recursos como água e fertilizantes, melhorando, assim, a produtividade, reduzindo os custos operacionais.

Apesar dos avanços significativos, a fotogrametria ainda enfrenta alguns desafios. A principal dificuldade reside na interpretação e processamento de grandes volumes de dados, especialmente quando se trata de imagens de alta resolução captadas por drones ou satélites.

No entanto, o futuro da fotogrametria parece promissor, com previsões de melhorias tecnológicas, como a integração de inteligência artificial (IA) para a automatização dos processos de análise.

### **I.3 Instrumentos de Gestão do Território em Portugal**

A gestão do território em Portugal é um processo complexo que envolve múltiplas dimensões e atores, visando assegurar um desenvolvimento sustentável e equilibrado do país. Para orientar este processo, existem diversos instrumentos legais e operacionais que regulam o uso do solo, a conservação do ambiente e o ordenamento das infraestruturas urbanas e rurais. Este tópico apresenta uma visão geral dos principais IGT em Portugal, abordando o seu enquadramento legal, objetivos e exemplos práticos.

A gestão do território em Portugal é regida por legislação que estabelece os princípios e as normas a serem seguidas. Entre os principais diplomas legais, destacam-se:

- **Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e Urbanismo (LBOTU)** - Lei n.º 31/2014, de 30 de maio.
- **Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT)** - Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio.
- **Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE)** - Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro, com as sucessivas alterações.

Estes instrumentos legais estabelecem as bases para a elaboração, aprovação, execução e monitorização dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT). A política nacional de ordenamento do território organiza-se em três níveis: nacional, regional e municipal.

No **âmbito nacional**, o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) define as principais opções para a organização territorial, em colaboração com a União Europeia. Inclui também Programas Setoriais, como o Plano Setorial da Rede Natura 2000 (PSRN2000) e o Plano Nacional da Água (PNA), e Programas Especiais (PEOT), que se destinam a áreas com características ou valores especiais, como os Programas da Orla Costeira (POC) e dos Programas Especiais de Albufeiras e Águas Públicas (PEAAP).

A **nível regional**, os Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) promovem o desenvolvimento equilibrado e o uso sustentável dos recursos, articulando as políticas nacionais e municipais de ordenamento do território e promovendo a coesão territorial e a competitividade das regiões, bem como orientam a localização de infraestruturas de interesse regional.

Por fim, ao **nível municipal**, existem os Planos Intermunicipais de Ordenamento do Território (PIOT) e os Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT), como o Plano Diretor Municipal (PDM), o Plano de Pormenor (PP), o Plano de Urbanização (PU), visam a qualificação territorial e a promoção da qualidade de vida, incentivando o desenvolvimento económico, social e cultural. No caso dos PDM, são revistos periodicamente para se adaptarem às novas necessidades e dinâmicas territoriais.

A gestão do território em Portugal enfrenta diversos desafios, como a necessidade de adaptação à mudança climática, a promoção de um desenvolvimento urbano sustentável, a proteção dos recursos naturais e a coesão territorial. A utilização eficaz dos IGT é crucial para enfrentá-los e assegurar um desenvolvimento harmonioso, com uma visão integrada e holística do país.

#### **I.4 Homologação de cartografia**

A homologação de cartografia em Portugal começou, oficialmente, com a publicação do Decreto-Lei n.º 193/95, de 28 de julho, cuja última versão foi publicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2019, de 30 de agosto. Este Decreto-Lei estabeleceu o quadro legal para a homologação de produtos cartográficos no país, visando garantir a qualidade e a fiabilidade das informações geográficas utilizadas no ordenamento do território, no planeamento e em

outras atividades que dependem de dados cartográficos, à exceção da cartografia militar. A entidade responsável pela homologação dos produtos cartográficos em Portugal é a Direção-Geral do Território, que sucedeu ao Instituto Geográfico Português.

A homologação foi introduzida para assegurar que os produtos cartográficos fossem produzidos de acordo com as normas técnicas e os padrões de qualidade definidos, assegurando a sua precisão, qualidade e fiabilidade. Aplica-se a diferentes tipos de cartografia, como a cartografia topográfica, cartografia temática e cartografia cadastral, entre outras. Esta medida visa padronizar a produção cartográfica e assegurar que os dados geográficos usados em várias áreas (planeamento urbano, engenharia, entre outros) são corretos e comparáveis.

Após a publicação do Decreto-Lei n.º 193/95, a legislação e os procedimentos de homologação foram sendo ajustados e complementados por outros decretos, portarias e normas técnicas, para acompanhar a evolução tecnológica e as necessidades do país em termos de informação geográfica. Este processo de homologação é essencial para garantir que as decisões baseadas em cartografia sejam feitas com base em dados precisos e de alta qualidade.

### **I.5. Veículos Aéreos Não Tripulados: definição e evolução**

Em 2009, a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) adotou a designação de “*Unmanned Aerial Services*” UAS para nomear qualquer veículo voador sem piloto e todos os componentes necessários para a realização de uma determinada missão (Prazeres et al., 2015, p.38).

Por outro lado, há outras designações e na literatura que também se referem a esses mesmos veículos, em particular a designação “*drone*”, “*Veículos Aéreos Não-Tripulados*” (VANT), “*Aeronave Remotamente Pilotada*” (ARP), “*Unmanned Aerial Vehicle*” (UAV), “*Remotely Operated Aircraft*” (ROA), “*Remotely Piloted Aircraft Systems*” (RPAS), “*Remotely Piloted Aircraft*” (RPA) e “*Remotely Piloted Vehicle*” (RPV).

De acordo com o Regulamento Delegado (UE) 2019/945 da Comissão de 12 de março de 2019, compreende-se por UAS “uma aeronave não tripulada, acompanhada do equipamento para a controlar à distância, operada por qualquer pessoa singular ou coletiva que utilize ou tencione utilizar um ou mais UAS”. No geral, os UAS englobam não apenas o próprio veículo aéreo não tripulado (como um drone), mas também todos os componentes e

sistemas associados, incluindo o controlo remoto, as estações de controlo e os sistemas de comunicação necessários para operar o veículo. A designação “UAS” é mais abrangente do que as designações mencionadas anteriormente, promovendo assim uma uniformização do conceito.

De acordo com o autor Eisenbeiss (2004, pág 1), “os UAV são maioritariamente utilizados em aplicações militares para reconhecimento”. Já para Maul (1904, pág. 2), os foguetes eram utilizados como plataformas não tripuladas para aquisição de fotografia aérea.

Após a Segunda Guerra Mundial, diversos países lançaram programas secretos com o objetivo de desenvolver sistemas aéreos não tripulados (UAS). O principal propósito era criar um dispositivo capaz de realizar missões de vigilância, reconhecimento e infiltração em áreas perigosas, evitando assim a exposição de militares a zonas de alto risco. Estes sistemas foram concebidos para recolher informações valiosas, contribuindo para a tomada de decisões tanto a nível tático como estratégico.

Adaptado de Eck (2001, pág. 5 e 6), o objetivo era criar um dispositivo autónomo, operando tanto a baixas como a grandes altitudes, com um alcance que permitisse missões de longa distância e uma capacidade de carga suficiente para transportar desde sensores até objetos pesados.

O avanço tecnológico possibilitou a produção de UAS com sistemas de GNSS/IMU integrados, necessários para a navegação e para garantir maior precisão e a um preço baixo para o consumidor geral (adaptado de Eisenbeiss, 2004). Assim, os UAS têm sido cada vez mais usados para fins fotogramétricos. O sistema GNSS/IMU é composto pelo *Global Navigation Satellite System* (GNSS), isto é, são sistemas de navegação por satélite que fornecem dados de localização em qualquer lugar do mundo. Alguns exemplos incluem o GPS (*Global Positioning System*, em português: Sistema de Posicionamento Global), o GLONASS (Sistema Global de Navegação por Satélite, da Rússia), o Galileo (da União Europeia) e o BeiDou (da China). Os GNSS funcionam por meio de uma rede de satélites que transmitem sinais para recetores como os UAS, permitindo determinar a posição com alta precisão do aparelho e pelo IMU (*Inertial Measurement Unit*, em português: Unidade de Medição Inercial), mede a aceleração e a rotação em diferentes eixos do veículo. Geralmente, inclui acelerómetros e giroscópios. As IMU são usadas para determinar a orientação e a movimentação do UAS, mesmo na ausência de sinais externos, como satélites, sendo

essenciais para o controlo de navegação em ambientes onde o GNSS pode não estar disponível ou não ser confiável.

O uso de um sistema combinado de GNSS/IMU oferece um comportamento robusto em comparação com os sistemas GNSS e IMU usados individualmente (Noureldin et al., 2010, pág. 48). Segundo este autor, o sistema GNSS pode ser usado para atualizar o sistema IMU e melhorar a sua precisão e, por outro lado, o sistema IMU pode fornecer informações acerca da posição quando o sistema GNSS sofre interferências, ajudando na reacquirição do sinal GNSS e reduzindo o tempo de pesquisa necessário para detetar e corrigir as ambiguidades de ciclo. É, também, capaz de fornecer informações acerca da atitude e tem taxas de dados mais altas que o GNSS. Atualmente, são utilizados os modelos de UAS de asa fixa e de rotores.

## II. Fundamentos teóricos

### II.1 Levantamentos

Os levantamentos são métodos de obtenção de dados para criar mapas e representações do terreno. Existem diversos tipos de levantamentos, dependendo das técnicas e dos equipamentos utilizados, sendo estes seis representados os principais métodos:

- Clássico - é indicado para pequenas áreas de estudo, construção civil e planeamento urbano. Este utiliza instrumentos como: Estação total, Nível ótico, GNSS (GPS) e Scanner a laser 3D.

Como resultado deste levantamento, obtém-se informação geográfica como curvas de nível, que representam a altitude, linhas de água, edificado e vias;



Figura 1: Equipamentos de topografia (Hexagon, 2024)

- Aerofotogramétrico - usa fotografias aéreas para criar mapas e modelos tridimensionais do terreno. Os instrumentos usados são: UAS, aviões e satélites com



Figura 2: Instrumentos usados para aquisição de fotografia (Avião (Laminar); Satélite (ESA); UAV (Mputek), 2024)

sensores. Como produto deste levantamento, resultam: informação geográfica vetorial tridimensional, modelos 3D e ortofotomapas;

- LiDAR - Este método é mais adequado para áreas florestais ou de difícil acesso. Este sensor LiDAR pode ser usado em UAS, aviões ou em veículos terrestres e, a partir deste, resultam nuvens de pontos 3D e mapas detalhados;

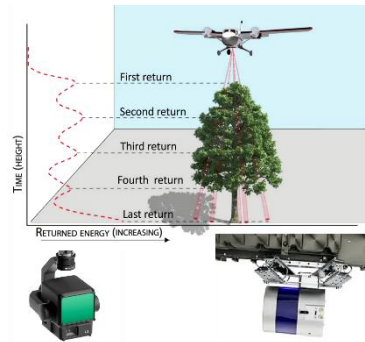


Figura 3: Ilustração da detecção com sensor LiDAR (ilustração(opentopography)); sensor esquerdo (DJI); sensor

- Batimétrico - é focado para medir profundidades e características do fundo de corpos de água. Neste caso as plataformas mais usadas são: embarcações e *Autonomous Underwater Vehicles (AUV)*, em português: Veículos Subaquáticos Autónomos, com tecnologias como o sonar e o GNSS. Deste resultam cartas náuticas e mapas de rios, lagos e oceanos;

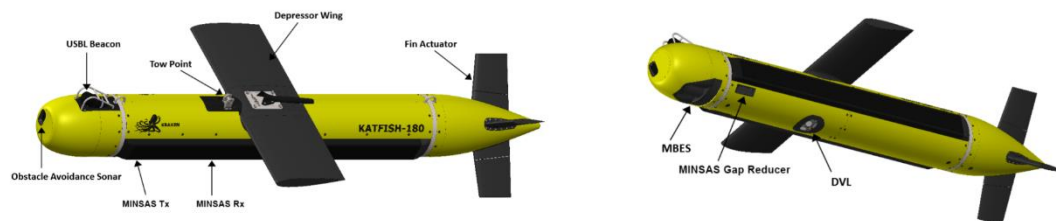


Figura 4: Veículos Subaquáticos Autónomos (KRAKEN, 2025)

- Cadastral - é utilizado para delimitar propriedades. Este pode ter foco jurídico e/ou urbanístico. Para este fim é usado a estação total ou GNSS. Deste levantamento resultam mapas de divisão territorial e de propriedades;
- Temático - é focado em representar informações específicas, como uso do solo, vegetação, clima ou infraestruturas, através de detecção remota ou SIG (Sistemas de Informação Geográfica). Como produto final, resultam mapas temáticos.

Cada tipo de levantamento deve ser escolhido com base no objetivo do projeto, área de interesse e recursos disponíveis.

## **II.2 Unmanned Aircraft Systems (UAS)**

Nos últimos anos, o uso de UAS tem crescido exponencialmente em Portugal, tanto para fins recreativos como profissionais. Este aumento trouxe consigo a necessidade de uma regulamentação adequada para garantir a segurança, a privacidade e a proteção do espaço aéreo e, por isso, neste capítulo, será abordada a legislação atual dos UAS em Portugal, destacando os principais requisitos e restrições aplicáveis (adaptado de ANAC, 2024).

Ao nível do enquadramento legal, a autoridade nacional responsável pela regulamentação dos UAS em Portugal é a Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC). A legislação em vigor está alinhada com o regulamento da Agência Europeia para a Segurança da Aviação (*European Union Aviation Safety Agency - EASA*), garantindo uma harmonização das regras a nível europeu. A legislação divide as operações de UAV em três categorias principais:

### **1. Aberta (*Open*):**

- Subcategoria A1: Operações sobre pessoas, mas não sobre aglomerações. Exige um certificado de formação online;
- Subcategoria A2: Operações próximas de pessoas, mas não sobre elas. Requer um exame adicional e uma formação prática;
- Subcategoria A3: Operações longe de pessoas não envolvidas e áreas urbanas. É necessário apenas o certificado de formação online.

### **2. Específica (*Specific*):**

- Exige uma autorização prévia da ANAC para cada operação, baseada numa avaliação de risco operacional. Esta categoria abrange operações que não se enquadram na categoria aberta devido aos riscos adicionais envolvidos.

### **3. Certificada (*Certified*):**

- Destinada a operações de alto risco, como o transporte de pessoas ou bens perigosos. Estas operações requerem uma certificação completa do UAV, do operador e, em alguns casos, do piloto remoto.

Independentemente da categoria, todos os operadores de UAV devem cumprir certos requisitos básicos, como:

- Registo do Operador - todos os operadores de drones com mais de 250 gramas ou equipados com câmaras devem estar registados na ANAC;
- Identificação Remota - drones de certas categorias devem estar equipados com sistemas que permitam a identificação remota;
- Zonas de Exclusão - existem áreas onde o voo de drones é estritamente proibido ou restrito, como zonas próximas de aeroportos, instalações militares e áreas protegidas;
- Seguro - é obrigatório ter um seguro de responsabilidade civil para cobrir eventuais danos a terceiros.

No que diz respeito à formação, os pilotos de UAV devem completar uma formação adequada à categoria da operação que pretendem realizar. A formação inclui módulos teóricos e, em algumas categorias, formação prática. Os exames são realizados online e, no caso das categorias mais avançadas, podem incluir provas presenciais.

A legislação também aborda questões de privacidade e proteção de dados, isto porque os operadores de UAV, equipados com câmaras ou outros dispositivos de captação de dados, devem respeitar as leis de proteção de dados, nomeadamente o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD). É necessário obter consentimento explícito das pessoas filmadas ou fotografadas e evitar a captação de imagens em zonas onde a privacidade possa ser comprometida. O incumprimento das regras pode resultar em multas significativas, na apreensão do UAV e, em casos graves, ações judiciais. A ANAC realiza inspeções regulares e investiga incidentes para garantir a conformidade com a legislação (adaptado de ANAC, 2024.).

A legislação sobre UAV está em constante evolução para acompanhar os avanços tecnológicos e as novas formas de utilização destes dispositivos. “Com o objetivo de criar um sistema regulamentar único e uniformizado e manter um elevado nível de segurança na aviação civil em toda a Europa, a ANAC e a EASA assinaram um protocolo de cooperação” (ANAC, 2019).

A regulamentação dos UAV em Portugal é muito específica, refletindo a importância de um uso seguro e responsável destes dispositivos. Com uma formação adequada e o cumprimento das normas estabelecidas, os operadores podem explorar as inúmeras possibilidades que os drones oferecem, desde atividades recreativas até aplicações comerciais inovadoras, entre outros.

### **II.3 Diretiva INSPIRE e Infraestruturas de Dados Espaciais**

A sociedade de informação contemporânea é marcada por uma transformação digital crescente, com as tecnologias de informação e comunicação a evoluírem significativamente todos os dias, impulsionadas pela transição digital em curso. Assim, tornou-se cada vez mais premente organizar, disponibilizar e partilhar a informação, de modo a garantir que todos os intervenientes territoriais tenham acesso a ela e possam utilizá-la de forma eficaz.

Neste sentido, a União Europeia (UE), “a partir de 2001, começou a preparar um conjunto de orientações dirigidas aos Estados-Membros, com o objetivo de definir um enquadramento jurídico para a criação, funcionamento e monitorização de uma infraestrutura de informação geográfica na União Europeia” (Prazeres, 2018, p. 170).

A Diretiva INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*) foi criada pela União Europeia a 15 de maio de 2007 com o objetivo de estabelecer uma infraestrutura comum de dados espaciais entre os seus Estados-Membros. Esta infraestrutura visa melhorar a partilha, o acesso e o uso de informações geográficas, facilitando a implementação de políticas públicas, especialmente na gestão ambiental e ordenamento do território.

A diretiva foi criada com base na necessidade de melhorar a coordenação entre os países da UE no que toca à gestão de dados espaciais, uma vez que a falta de padrões comuns tornava o uso eficaz desses dados uma tarefa difícil. A INSPIRE, portanto, estabelece um quadro jurídico para garantir que os dados espaciais sejam compatíveis e acessíveis em todos os níveis de governação, promovendo a utilização de ferramentas digitais na gestão do território.

Assim, as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) são estruturas organizadas que integram políticas, normas, dados e tecnologias que facilitam a partilha e utilização de informação geográfica. Em Portugal, a IDE assume um papel central na implementação da

Diretiva INSPIRE, sendo essencial para a modernização dos sistemas de gestão territorial e ambiental.

Em Portugal, a criação de uma infraestrutura nacional de dados espaciais começou a ganhar força com o envolvimento do Instituto Geográfico Português (IGP), hoje integrado na Direção-Geral do Território (DGT), que tem sido o principal responsável pela coordenação e implementação da IDE nacional.

Julião (2015, pág. 96) sublinha que "as IDE dão, a cada utilizador, a garantia de estar a aceder à informação de melhor qualidade (posicional, topológica e temporal) diretamente a partir do seu produtor. Mais, essa informação, uma vez que é produzida e disponibilizada de acordo com padrões reconhecidos (geralmente de acordo com especificações da *International Organization for Standardization* – ISO e do *Open Geospatial Consortium* – OGC), é passível de ser diretamente integrada com outros dados que já existam localmente ou oriundos de diferentes produtores".

A implementação da Diretiva INSPIRE em Portugal está associada à criação de várias plataformas e à harmonização de dados geoespaciais que seguem os padrões europeus. Uma das principais iniciativas portuguesas é o Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG), que visa garantir que os dados geográficos de Portugal sejam compatíveis com a infraestrutura europeia e estejam disponíveis de forma aberta e acessível, o SNIG foi a primeira plataforma de acesso a dados geográficos na Europa a ser disponibilizada online, tornando-se acessível a todos os utilizadores através da Internet em maio de 1995 (DGT, 2020). Conforme destacado por Patrício et al. (2015, pág. 4), "o SNIG é a infraestrutura nacional de informação geográfica que permite o registo e a pesquisa de dados e de serviços de dados geográficos produzidos por entidades públicas e privadas em Portugal".

Entre os avanços alcançados, destaca-se a criação de repositórios de dados abertos, permitindo que cidadãos, empresas e instituições públicas acessem a uma vasta gama de dados geográficos, promovendo a transparência e a inovação. No entanto, a criação de repositórios de dados abertos em Portugal tenha promovido a transparência e a inovação, alguns estudos apontam desafios e limitações. Por exemplo, o relatório da DGT (2018) observa que "o impacto dos dados abertos, nos campos político, social e económico, é baixo ou muito baixo".

A implementação da Diretiva INSPIRE e o desenvolvimento da IDE em Portugal não estão isentos de dificuldades. Um dos principais obstáculos é a coordenação entre as

diferentes entidades que produzem e utilizam dados geoespaciais, o que requer uma forte articulação entre organismos públicos e privados.

O futuro da INSPIRE em Portugal depende de uma contínua evolução tecnológica e de uma forte aposta na inovação. À medida que as novas tecnologias, como os drones, a inteligência artificial e os sistemas de monitorização remota, se tornam mais acessíveis e avançados, as IDE terão de se adaptar para integrar esses dados de forma eficiente.

Posto isto, a Diretiva INSPIRE e a criação de Infraestruturas de Dados Espaciais em Portugal representam uma transformação significativa na forma como a informação geográfica é gerida e partilhada. A implementação da INSPIRE trouxe desafios, mas também oportunidades, especialmente no que toca à inovação tecnológica e à transparência na gestão dos territórios.

#### **II.4 Normas e especificações técnicas**

Entre 1995 e 1996, o modelo cartográfico da SCN 10K, na altura IGP, define a política cartográfica nacional, instituindo a produção da Série Cartográfica Nacional para as escalas 1:10.000 e 1:2.000, contendo os seguintes produtos:

- a) Modelo Numérico Topográfico (MNT);
- b) Modelo Numérico Altimétrico (MNA);
- c) Saídas gráficas por folha da cartografia vetorial;
- d) Ortofotomapas;
- e) Saída gráfica de qualidade por ortofotomapa;
- f) Modelo Numérico Cartográfico (MNC).

Relativamente ao primeiro produto, no caso, o Modelo Numérico Topográfico (MNT) era composto por 16 domínios que continham um código único composto por domínio, subdomínio, família e objeto onde poderia ser submetido ao IGP de duas formas:

1 - Ficheiro único com informação bidimensional no formato CAD (Computer-Aided Design) em MicroStation (DGN) ou AutoCAD (DWG) teria esta nomenclatura xxx\_xMNT.top onde xxx\_x é o número da folha no cartograma nacional.

2 - Ficheiros CAD em MicroStation (DGN) ou AutoCAD (DWG) por domínio:

Tabela 1: Domínios do Modelo Numérico Topográfico (DGT, 2013)

xxx_xgeo.top - rede geodésica	xxx_xlaz.top - áreas de lazer e recreio
xxx_xfot.top - pontos fotogramétricos	xxx_xvia.top - vias de comunicação
xxx_xlim.top - limites	xxx_xagr.top - áreas agrícolas e florestais
xxx_xrel.top - relevo	xxx_xhi2.top - hidrografia 2D
xxx_xal2.top - altimetria em 2D	xxx_xhi3.top - hidrografia 3D
xxx_xal3.top - altimetria em 3D	xxx_xarl.top - áreas diversas
xxx_xcon.top - construções	xxx_xind.top - áreas industriais
xxx_xest.top - estruturas de transporte e abastecimento	xxx_xtop.top - toponímia

O Modelo Numérico Cartográfico (MNC) era composto por informação topográfica, altimétrica e planimétrica sujeito ao conteúdo da escala, caracterizada graficamente e com a estrutura de acordo com as especificações técnicas (ET) do catálogo de objetos do IGP, incluindo a simbologia cartográfica correspondente.

1- Ficheiro único bidimensional:

xxx\_xMNC.car

2 - Ficheiros por domínio:

Tabela 2: Domínios do Modelo Numérico Cartográfico (DGT, 2013)

xxx_xgeo.car - rede geodésica	xxx_xvia.car - vias de comunicação
xxx_xlim.car - limites	xxx_xagr.car - áreas agrícolas e florestais
xxx_xrel.car - relevo	xxx_xarl.car - áreas diversas
xxx_xal2.car - altimetria em 2D	xxx_xtxt.car - cercadura e informação marginal
xxx_xcon.car - construções	xxx_xind.car - áreas industriais
xxx_xest.car - estruturas de transporte e abastecimento	xxx_xtop.txt - toponímia
xxx_xlaz.car - áreas de lazer e recreio	

Já no que diz respeito ao Modelo Numérico Altimétrico (MNA), era gerado a partir dos elementos tridimensionais dos domínios da Rede Geodésica, Altimetria 3D e Hidrografia 3D.

O modelo de triângulos era gerado com base nos domínios acima referidos, este que não inclui linhas de quebra do terreno, também designadas por *breaklines*. Os dados tridimensionais devem cobrir uma área correspondente da cartografia ou do ortofotomapa mais a área de uma faixa envolvente com a largura de 200 m. Para que não houvesse omissões de informação, este era representado pela rede topológica de triângulos no formato triangular irregular *networks* (TIN), em português: Rede Irregular de Triângulos, cujo podia ser entregue em blocos de trabalho ou por folha.

Já o modelo matricial é derivado do modelo de triângulos referido por interpolação bilinear, com um espaçamento de 4 metros em M e em P e é representado por um ficheiro ASCII.

Os ficheiros ASCII, por folha da cartografia ou por ortofotomapa, e devem ter as ligações corretas com os ficheiros correspondentes às folhas circundantes.

Exemplo da nomenclatura:

“bloco(s)”.tin ou xxx\_xmna.tin;

xxx\_mna.asc.

Foram criadas, também, as normas técnicas de produção e reprodução de cartografia e ortofotocartografia para as escalas 1:10.000 e 1:2.000 (DGT, 2013), cujas eram submetidos no formato CAD. No formato DGN, operado no *software* MicroStation (MST), necessitava de uma aplicação - o ngXis, que consegue carregar o catálogo de objetos, essa função chamada de multicodificação que permite que um único elemento possa adquirir vários códigos em simultâneo, sendo representado graficamente por um só elemento com tantos códigos quantos os correspondentes às suas funções no terreno.

A 1 de Agosto de 2019, entrou em vigor o novo modelo das normas e especificações técnicas para a cartografia topográfica (CartTop-V1.0). O novo modelo requer a utilização de uma base de dados geográfica PostgreSQL/PostGIS | GeoTIFF, esta que será utilizada na produção da cartografia bem como o dicionário de objetos com a descrição dos objetos e respetivos atributos, sendo esta muito enriquecedora a nível da informação disponibilizada.

Esta norma, quando entrou em vigor, saiu como a 1ª Versão oficial CartTop-V1.0 mas, como está em constante atualização, a 30 de março de 2024 saiu a 2ª versão CartTop-V2.0, que sofreu ligeiras correções a 20 de dezembro de 2024, estando atualmente na versão oficial CartTop-V2.0.2, esta última que vai prestar suporte à formação da Base de Dados Nacional de Cartografia (BDNC).

Ao invés de domínios como na norma passada, a CartTop-V2.0.2 conta com 11 temas onde as entidades correspondem a objetos na base de dados.

Tabela 3: Temas e respetivas entidades (DGT, 2024)

ID	TEMA	CÓDIGO	ENTIDADES
01	Unidades administrativas	01.01	Freguesia
		01.02	Município
		01.03	Distrito
		01.04	Fronteira
02	Toponímia	02.01	Designação local
03	Altimetria	03.01	Curva de nível
		03.02	Linha de quebra
		03.03	Ponto cotado
		03.04	Modelo Digital do Terreno
04	Hidrografia	04.01	Água lântica
		04.02	Barreira
		04.03	Curso de água - área
		04.04	Curso de água - eixo
		04.05	Fronteira terra-água
		04.06	Terreno Marginal
		04.07	Nascente
		04.08	Nó hidrográfico
		04.09	Queda de água
		04.10	Zona húmida
		04.11	Construção na margem
05	Transportes	05.01	Área da infraestrutura de transporte aéreo
		05.02	Infraestrutura de transporte aéreo
		05.03	Área da infraestrutura de transporte ferroviário
		05.04	Infraestrutura de transporte ferroviário
		05.05	Linha férrea
		05.06	Nó de transporte ferroviário
		05.07	Segmento da via-férrea
		05.08	Área da infraestrutura de transporte por cabo

ID	TEMA	CÓDIGO	ENTIDADES
		05.09	Segmento da via por cabo
		05.10	Área da infraestrutura de transporte por via navegável
		05.11	Infraestrutura de transporte por via navegável
		05.12	Área da infraestrutura de transporte rodoviário
		05.13	Infraestrutura de transporte rodoviário
		05.14	Nó de transporte rodoviário
		05.15	Segmento da via rodoviária
		05.16	Via rodoviária
		05.17	Via rodoviária - Limite
		05.18	Obra de arte
06	Construções	06.01	Construção linear
		06.02	Construção poligonal
		06.03	Edifício
		06.04	Pontos de interesse
		06.05	Sinal geodésico
		06.06	Número de polícia
07	Ocupação do solo	07.01	Área agrícola, florestal ou mato
		07.02	Área artificializada
08	Infraestruturas e serviços de interesse público	08.01	Administração pública e órgãos de soberania
		08.02	Cabo elétrico
		08.03	Conduta de água
		08.04	Elemento associado de água
		08.05	Elemento associado de eletricidade
		08.06	Elemento associado de petróleo, gás e substâncias químicas
		08.07	Elemento associado de telecomunicações
		08.08	Equipamento de utilização coletiva
		08.09	Instalação de gestão ambiental
		08.10	Instalação de produção
		08.11	Oleoduto, gasoduto ou substâncias químicas
09	Mobiliário urbano e sinalização	09.01	Mobiliário urbano e sinalização
10	Ortofotos	10.01	-
11	Auxiliar	11.01	Área de trabalho

Esta cartografia é composta por objetos que possuem atributos que descrevem tanto a localização geográfica como as características naturais e artificiais presentes no território, contemplando dois níveis de detalhe:

O Nível de Detalhe 1 (NdD1) é mais adequado a representações cartográficas de pormenor e para áreas específicas do território. Já o Nível de Detalhe 2 (NdD2) é mais apropriado à representação cartográfica integral do território nacional. Os objetos com geometria são representados a duas dimensões (2D) ou a três dimensões (3D) por uma das primitivas gráficas: ponto, linha e polígono.

Comparando as duas normas, as principais diferenças passam por uma ser definida por 16 domínios e a outra por 11 temas. Outra das diferenças, neste caso, no tema “Hidrografia”, é a existência de um objeto que representa o eixo de um curso de água “Curso de água – eixo” e, ao mesmo tempo, um objeto que representa os indícios da área que o curso de água ocupa “Curso de água – área” ou “Água lântica”. Ainda neste tema, outra alteração que surge são os pontos ou Nós hidrográficos que permitirão criar a conectividade topológica entre as linhas que constituem o “Curso de água - eixo”. Desta forma, os utilizadores poderão realizar análise de rede hidrográfica caso queiram.

No tema “Transportes”, tanto a entidade “Nó de transporte rodoviário” como “Nó de transporte ferroviário”, são elementos que constituem a rede e podem desempenhar várias funções: “Junção”, “Passagem de nível”, “Pseudo-nó”, “Fim da via ferroviária” ou “Paragem”, “Fim da via rodoviária” e “Infraestrutura”.

Onde se encontram as maiores diferenças são no formato CAD e na utilização de uma base de dados geográfica PostgreSQL/PostGIS. Quanto às atualizações em desenhos CAD, estas são geralmente manuais e podem ser complexas de manter em grandes projetos colaborativos; já a base de dados geográfica permite uma alta interoperabilidade com outras fontes de dados geográficos e com sistemas que utilizam coordenadas espaciais, facilitando a integração de diferentes tipos de dados para análise. A nível de atributos do objeto, conta com inúmeros campos predefinidos no modelo de dados, enquanto que o CAD está limitado às *layers* descritas nos modelos numérico topográfico e cartográfico.

## **II.5 Base de Dados Geográficos e *Softwares***

Uma Base de Dados Geográficos, também conhecida como *Geodatabase*, é uma infraestrutura crucial para o armazenamento, gestão e análise de dados espaciais. Com o crescimento exponencial da tecnologia e a importância crescente da informação espacial na tomada de decisões, as *Geodatabases* tornaram-se ferramentas essenciais em diversas áreas,

desde o planeamento urbano até à gestão de recursos naturais. As *Geodatabases* têm componentes próprias, as quais serão descritas abaixo.

Uma das componentes são os dados espaciais, caracterizadas por serem o núcleo de uma *Geodatabase*, podendo ser categorizados em dois tipos principais:

Segundo a ESRI (2024), “todos os utilizadores de SIG trabalharão com três tipos fundamentais de conjuntos de dados, independentemente do sistema que utilizem. Terão um conjunto de classes de características, um número de tabelas de atributos e, na maioria das vezes, terão também um grande conjunto de imagens e conjuntos de dados *raster* para trabalhar”.

- **Dados Vetoriais:** Estes dados representam entidades geográficas através de pontos, linhas e polígonos. Por exemplo, a localização de uma árvore pode ser representada por um ponto, uma estrada por uma linha, e uma área urbana por um polígono;
- **Dados *Raster*:** Utilizam uma grelha de células (ou *pixels*) para representar fenómenos contínuos. Exemplos incluem imagens de satélite, mapas de elevação e distribuições de temperatura.
- **Dados tabulares:** Estes dados representam linhas e colunas, sem componente geográfica.

Já os dados atributivos, para além da sua componente espacial, os dados geográficos incluem atributos descritivos associados a cada entidade. Estes atributos fornecem informações adicionais, como o nome de uma rua, a população de uma cidade ou o tipo de risco numa área específica.

Quanto aos sistemas de referência, estes são fundamentais para definir como as coordenadas espaciais são projetadas na superfície da Terra, garantindo que os dados de diferentes fontes possam ser combinados e analisados de forma adequada e correta. Em Portugal Continental o sistema de coordenadas é o PT -TM06/ETRS89 e PTRA08 - UTM/ITRF93, nas Regiões Autónomas (DGT, 2024).

Quanto às funções e aplicações das *Geodatabases*, estas permitem o armazenamento eficiente de grandes volumes de dados espaciais e atributivos num formato estruturado. Isto facilita a organização e recuperação da informação, tornando-a acessível para diversas aplicações. Ao nível da análise espacial, fornecem ferramentas avançadas para o efeito, o que permite realizar operações complexas, como sobreposição de camadas

(*overlay*), análise de proximidade, modelação de terrenos, e muito mais. Estas análises são cruciais para a compreensão dos padrões espaciais e a tomada de decisões informadas.

Outra capacidade da base de dados geográficas é a capacidade de criar mapas e representações visuais dos dados espaciais, facilitando a interpretação e a partilha de informações complexas. De acordo com Rosado (2022, pág. 44), "o QGIS, tal como os outros SIG, trabalha com dados vetoriais (nos quais a informação é representada como polígonos, linhas ou pontos) e dados *raster* (nos quais a informação se baseia em células, como é o caso das imagens aéreas)".

Quanto à base de dados relacional, é caracterizada por ser um tipo de base de dados que armazena e fornece acesso a dados organizados em tabelas, que podem ser relacionadas entre si através de chaves, utilizando um modelo de dados baseado em lógica de relações e álgebra relacional. Segundo Elmasri e Navathe (2005, pág. 39), "o modelo relacional organiza os dados em tabelas, e estas têm como objetivo representar as entidades no mundo real".

É importante reter alguns conceitos fundamentais sobre este tipo de base de dados, como as tabelas, as chaves e os relacionamentos:

### 1) Tabelas:

- **Tabela:** Estrutura fundamental de uma base de dados relacional, composta por linhas (registos) e colunas (campos). Cada tabela representa uma entidade ou objeto no sistema;
- **Coluna:** Define um atributo dos dados, como 'Nome', 'Idade' ou 'Endereço';
- **Linha:** Um registo individual na tabela, representando uma instância da entidade.

### 2) Chaves:

- **Chave Primária (*Primary Key*):** Um ou mais campos que identificam unicamente cada registo na tabela. Exemplo: um número de identificação único (ID);
- **Chave Estrangeira (*Foreign Key*):** Um campo ou conjunto de campos numa tabela que estabelecem uma ligação a uma chave primária noutra tabela, criando uma relação entre as tabelas.

### 3) Relacionamentos:

As tabelas podem estar relacionadas de várias maneiras:

- **Um-para-Um (1:1):** Um registo numa tabela está associado a um único registo noutra tabela;
- **Um-para-Muitos (1):** Um registo numa tabela pode estar associado a múltiplos registos noutra tabela;
- **Muitos-para-Muitos (N):** Múltiplos registos numa tabela podem estar associados a múltiplos registos noutra tabela, geralmente gerido através de uma tabela de junção.

No que diz respeito à linguagem SQL, ou *Structured Query Language*, é uma linguagem padrão utilizada para gerir e manipular bases de dados relacionais. A linguagem SQL foi desenvolvida na década de 1970 pela IBM, acabando por ser padronizada pelo ANSI (*American National Standards Institute*) e ISO (*International Organization for Standardization*). De acordo com a IBM (2024), "o SQL foi padronizado pelo American National Standards Institute (ANSI) em 1986 e pela International Organization for Standardization (ISO) em 1987".

De forma resumida, são enumerados alguns dos principais comandos usados com esta linguagem:

#### DDL (Data Definition Language)

- **CREATE:** Cria uma tabela na base de dados

Query	Query History
1	<b>CREATE TABLE</b> area_agricola_florestal_mato (
2	identificador <b>uuid NOT NULL DEFAULT</b> uuid_generate_v1mc(),
3	inicio_objeto <b>timestamp without time zone NOT NULL,</b>
4	fim_objeto <b>timestamp without time zone,</b>
5	valor_areas_agricolas_florestais_matos <b>varchar(10) NOT NULL,</b>
6	nome <b>varchar(255),</b>
7	<b>PRIMARY KEY</b> (identificador)

Figura 5: Sintaxe para criar tabela, no pgaAdmin

- **ALTER:** Modifica a estrutura de tabelas existentes.

Query Query History

```
1 ALTER TABLE area_agricola_florestal_mato ADD COLUMN nome varchar(255);|
```

Figura 6: Sintaxe para modificar a estrutura da tabela, no pgaAdmin

- **DROP:** Remove tabelas na base de dados.

Query Query History

```
1 DROP TABLE area_agricola_florestal_mato;
```

Figura 7: Sintaxe para remover a tabela da base de dados, no pgAdmin

## **DML (Data Manipulation Language)**

- **SELECT:** Consulta dados em tabelas.

Query Query History

```
1 SELECT inicio_objeto, valor_areas_agricolas_florestais_matos, nome, geometria
2 FROM area_agricola_florestal_mato
3 WHERE valor_areas_agricolas_florestais_matos = '1';|
```

Figura 8: Sintaxe para selecionar dados na tabela, no pgaAdmin

- **INSERT:** Insere novos dados em tabelas.

Query Query History

```
1 INSERT INTO area_agricola_florestal_mato
2 (inicio_objeto, valor_areas_agricolas_florestais_matos, nome, geometria)
3 VALUES ('2024-05-22', 1, 'Vinha',
4 ST_GeomFromText('Polygon( 5 5, 5 6, 6 6, 6 5, 5 5)'), 3763));|
```

Figura 9: Sintaxe para acrescentar dados a tabela, no pgaAdmin

- **UPDATE:** Atualiza dados existentes.

Query Query History

```
1 UPDATE area_agricola_florestal_mato SET nome = 'Mato'
2 WHERE valor_areas_agricolas_florestais_matos = '1';
```

Figura 10: Sintaxe para atualizar dados na tabela, no pgaAdmin

- **DELETE:** Remove dados de tabelas.

Query Query History

```
1 DELETE FROM area_agricola_florestal_mato WHERE nome = 'Mato';|
```

Figura 11: Sintaxe para apagar dados na tabela, no pgaAdmin

## DCL (Data Control Language)

- **GRANT:** Concede permissões a utilizadores.

```
Query Query History
1 GRANT SELECT ON area_agricola_florestal_mato TO utilizador;
```

Figura 12: Sintaxe conceder permissões ao utilizador na tabela, no pgaAdmin

- **REVOKE:** Revoga permissões de utilizadores.

```
Query Query History
1 REVOKE SELECT ON area_agricola_florestal_mato FROM utilizador;
```

Figura 13: Sintaxe para revogar permissões ao utilizador na tabela, no pgaAdmin

## Funções SQL Comuns

- **Agregação: SUM, AVG, COUNT, MAX, MIN.**

```
Query Query History
1 SELECT COUNT(*) FROM area_agricola_florestal_mato;
```

Figura 14: Sintaxe para devolver o número de registo da tabela, no pgaAdmin

- **String: CONCAT, SUBSTRING, LENGTH, UPPER, LOWER.**

```
Query Query History
1 SELECT CONCAT(nome, ' - ', valor_areas_agricolas_florestais_matos)
2 FROM area_agricola_florestal_mato;
```

Figura 15: Sintaxe para concatenar textos, no pgaAdmin

## Relações (Joins)

- **JOIN:** Retorna registros que têm correspondências em ambas as tabelas.

```
Query Query History
1 SELECT a.municipio, b.data_alteracao, a.geom
2 FROM municipio a
3 JOIN concelhos_backup b ON (a.gid=b.fk);|
```

Figura 16: Sintaxe de uma seleção com Join entre duas tabelas, no pgaAdmin

- **LEFT JOIN:** Retorna todos os registros da tabela à esquerda e os registros correspondentes da tabela à direita.

```
Query Query History
1 SELECT a.gid AS id_municipio, a.municipio, b.data_alteracao, a.geom
2 FROM municipio a
3 LEFT OUTER JOIN concelhos_backup b ON (a.gid=b.fk)
4 ORDER BY data_alteracao;
```

Figura 17: Sintaxe de uma seleção com Left Join entre duas tabelas, no pgaAdmin

- **RIGHT JOIN:** Retorna todos os registros da tabela à direita e os registros correspondentes da tabela à esquerda.

```
Query Query History
1 SELECT a.gid AS id_municipio, a.municipio, b.data_alteracao, a.geom
2 FROM municipio a
3 RIGHT OUTER JOIN concelhos_backup b ON (a.gid=b.fk)
4 ORDER BY data_alteracao;|
```

Figura 18: Sintaxe de uma seleção com Right Join de duas tabelas, no pgaAdmin

- **FULL JOIN:** Retorna todos os registros quando há uma correspondência em uma das tabelas.

```
Query Query History
1 SELECT a.gid AS id_municipio, a.municipio, b.data_alteracao, a.geom
2 FROM municipio a
3 FULL JOIN concelhos_backup b ON (a.gid=b.fk)
4 ORDER BY data_alteracao;|
```

Figura 19: Sintaxe de uma seleção com Full Join a duas tabelas, no pgaAdmin

## Índices e Otimização

- **Índices:** Melhoram a velocidade das operações de leitura.

```
Query Query History
1 CREATE INDEX on municipio using GIST(geometria);|
```

Figura 20: Sintaxe para criar Index, no pgaAdmin

- **Views:** Tabelas virtuais ou vista da tabela original baseadas em consultas SQL.

```
Query Query History
1 CREATE VIEW vista_municipio AS
2 SELECT a.nome_municipio, c.nome_concelho
3 FROM municipio a
4 INNER JOIN concelhos_backup c ON a.municipio_id = c.id;|
```

Figura 21: Sintaxe para criar View, no pgaAdmin

## Procedimentos Armazenados e Triggers

- **Procedimentos Armazenados:** Conjunto de comandos SQL armazenados no servidor de base de dados, servindo, por exemplo, para reduzir o tráfego na rede, melhorar o desempenho da BD, diminuir riscos, criar tarefas agendadas e, por fim, criar rotinas de processamento.

```
Query Query History
1 CREATE PROCEDURE add_municipio (IN p_nome VARCHAR(100), IN p_inicio_objeto DATE)
2 BEGIN
3     INSERT INTO municipio (nome, inicio_objeto) VALUES (p_nome, p_inicio_objeto);
4 END;|
```

Figura 22: Sintaxe para criar Procedure, no pgaAdmin

- **Triggers:** Executam ações automáticas baseadas em eventos em tabelas.

```
Query Query History
1 CREATE TRIGGER before_municipio_insert
2 BEFORE INSERT ON municipio
3 FOR EACH ROW
4 BEGIN
5     SET NEW.municipio = LOWER(NEW.municipio);
6 END;|
```

Figura 23: Sintaxe para criar Triggers, no pgaAdmin

Alguns exemplos de softwares onde esta linguagem é utilizada são: o MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle Database, ArcGIS, QGIS, PostGIS, entre outros. Quanto à sua aplicação prática, esta é pluridisciplinar, dado que abrange várias áreas desde o planeamento urbano à gestão ambiental, passando pela agricultura de precisão aos transportes e logística, por exemplo.

Em suma, as bases de dados geográficas são ferramentas indispensáveis, atualmente, nestes ambientes, permitindo a gestão e análise de dados espaciais de forma eficiente. A sua utilização abrange uma vasta gama de áreas, contribuindo para a tomada de decisões informadas e a promoção de um desenvolvimento sustentável. Segundo Santos (2013, pág. 8), "os dados georreferenciados podem ser organizados por um SIG, utilizando diferentes critérios, por exemplo, mapas temáticos ou objetos espaciais", o que evidencia a versatilidade destas ferramentas em múltiplos domínios.

Com o avanço contínuo da tecnologia, o papel das bases de dados geográficas continuará a crescer, oferecendo novas possibilidades e soluções para os desafios correntes.

## II.6 Plataforma de Homologação

Esta plataforma disponibiliza ao cidadão comum, uma visão global do estado da homologação em Portugal Continental. A página inicial contém as estatísticas, como o número de processos, tipo de processo submetido para homologação de cartografia topográfica.

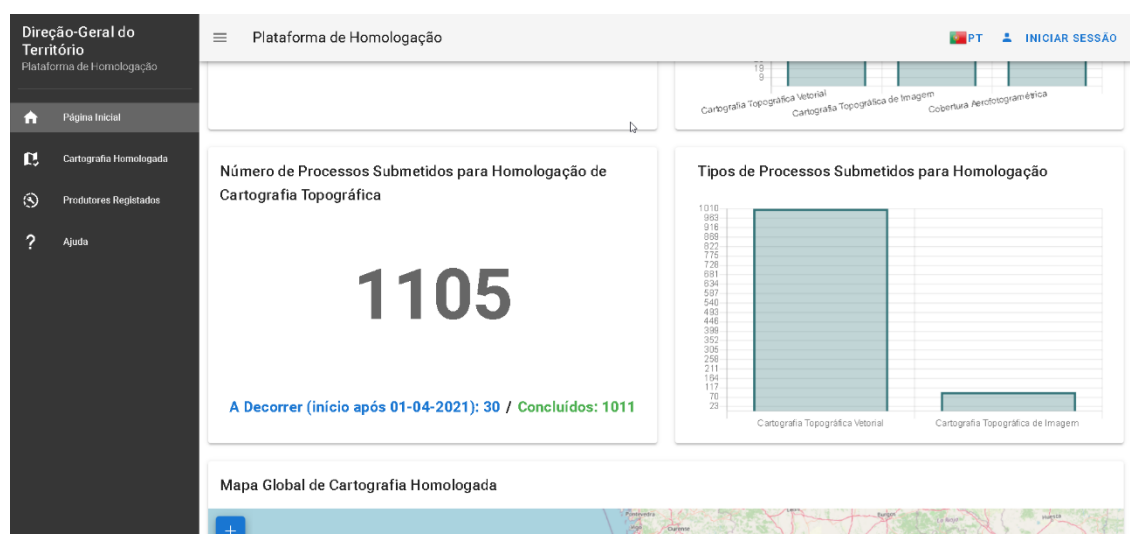


Figura 24: Plataforma de Homologação (DGT,2024)

Conta, ainda, com uma secção dedicada à cartografia homologada e submetida até à data, possibilitando ainda que sejam feitas pesquisas por proprietário ou produtor da cartografia.

ID do Requerimento	Entidade Requerente	Identificação do Processo	Terminado Em	Produtor	Proprietário	Sistema de Georreferência	Especificação dos Dados
5329	SLG - Sociedade Lusa de Geogenharia, Lda	CartTop1_Alverca_ZIL_20240318	2024-09-06	SLG-Sociedade Lusa de Geogenharia, Lda.	MOTA ENGL REAL ESTATE ALVERCA SOCIEDADE UNIPessoal, LDA.,	PT-TM06/ETRS89	CartTop
5284	Município de Alpiarça	Cartografia topográfica vetorial à escala 1: 2000	2024-09-05	Município - Empresa de Cartografia e Sistemas de Informação, E.M, S.A.	Município de Alpiarça	PT-TM06/ETRS89	CartTop
5331	Geolayer - Geogenharia e Serviços Lda.	Cartografia Topográfica Vetorial, Ndd1 para a Revisão do Plano de Pormenor da Ampliação do Parque Industrial Manuel Lourenço Ferreira, Mortágua.	2024-09-04	Geolayer - Geogenharia e Serviços, Lda.	Município de Mortágua	PT-TM06/ETRS89	CartTop

Figura 25: Plataforma de Homologação, vista da Cartografia Homologada (DGT,2024)

A plataforma compreende uma listagem dos produtores de cartografia registados através de mera comunicação prévia prevista no artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 130/2019, de 30 de agosto, possibilitando uma pesquisa por produtores registados.

Nome do Produtor	Cartografia Topográfica Vetorial	Cartografia Topográfica de Imagem	Execução de Coberturas Aerofotogramétricas	Endereço de email	Telefone
4D-MESH - SOLUÇÕES DE CARTOGRAFIA, ENGENHARIA E CADASTRO, LDA	Sim	Não	Não	Goncalobeja@gmail.com	
ACTITOP - Actividades Topográficas Unipessoal, Lda.	Sim	Sim	Não	actitop@gmail.com	917816875
AERO-TOPOGRAFICA, LDA	Sim	Sim	Não	artop.dgt@gmail.com	912562454

Figura 26: Plataforma de Homologação, vista dos Produtores Registados (DGT,2024)

Por fim, a secção da ajuda é também muito útil para dúvidas relativas à plataforma.

## II.6.1 Registo como produtor na Plataforma de Homologação

As entidades que exercem atividades de produção de cartografia topográfica vetorial e cartografia topográfica de imagem ou executam coberturas aerofotogramétricas, devem submeter a Mera Comunicação Prévia para produção de Cartografia e execução de Coberturas Aerofotogramétricas de acordo com o Artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 193/95, de 28 de julho, na redação que lhe foi conferida pelo Decreto-Lei n.º 130/2019, de 30 de agosto (DGT, 2024).

A mera comunicação prévia é efetuada junto da DGT, em formulário próprio disponível na Plataforma de Homologação, bem como através do e-Portugal, e pressupõe o enquadramento da atividade no CAE adequado:

71120 - Produção de cartografia topográfica vetorial

71120 - Produção de cartografia topográfica de imagem

71120 e 74200 - Coberturas aerofotogramétricas

Esta é acompanhada de uma declaração na qual o comunicante se obriga a respeitar as normas e especificações técnicas em vigor para o exercício das atividades, e conta com uma caducidade pelo período de cinco anos.

Para efetuar o “Registo por Mera Comunicação Prévia para produção de Cartografia e execução de Coberturas Aerofotogramétricas”, é necessário preencher um formulário<sup>1</sup> existente na Plataforma de Homologação no separador “Ajuda”. Este formulário conta com 8 passos até à sua , nomeadamente:

- Identificação da entidade;
- Declarações:
  - Declaração de exercício de atividade;
  - Declaração de cumprimento das normas e especificações técnicas.
- Contactos da entidade;
- Domínios de produção:
  - Cartografia topográfica vetorial;
  - Cartografia topográfica de imagem;

---

<sup>1</sup> [Registo por Mera Comunicação Prévia para produção de Cartografia e execução de Coberturas Aerofotogramétricas](#)

- Execução de coberturas aerofotogramétricas.
- Equipa da entidade;
- Equipamentos para realização dos trabalhos;
- Criação do utilizador;
- Observações.

Após a submissão, a DGT envia um email de confirmação do registo.

Com o registo finalizado na plataforma, é acrescentada uma secção “homologação” na qual é possível ver, criar e gerir os requerimentos submetidos para homologação.

O requerente ao criar um requerimento deve entregar toda a informação detalhada sobre o produto que pretende ver homologado. Essa informação é constituída pelos dados cartográficos e documentos anexos, nomeadamente o formulário/requerimento, proposta técnica, relatórios de execução do produtor, ficha de metadados e, caso o produto seja alvo de fiscalização, devem ser entregues os relatórios de fiscalização.

Nesta sessão é possível ver o estado da tramitação do requerimento, assim como editar caso haja correções a serem feitas.

ID	Nome da Cartografia	Tipo	Data de Entrada	Data de Homologação
5308	Cartografia Topográfica Veloz (NAD1), escala 1:1 000, área de 71 ha, Alameda de Cima - Alcaburga	Veloz	2023-11-23	2024-06-07
<input checked="" type="checkbox"/>	Cartografia Topográfica Veloz, com Nível de Detalhe 1 (NAD1), para a povoação de Arraioles.	Veloz	2023-07-21	2023-12-11
5246	Cartografia Topográfica Veloz (NAD1), para o Plano de Pormenor de Reconhecimento do AUGE FF-32, Quinta das Flores	Veloz	2023-05-20	2023-11-08
5234	Cartografia Topográfica Veloz (NAD1), escala 1:1 000, para uma área de 270 ha, Alameda de Cima - Alcaburga	Veloz	2023-05-03	2023-11-10
5196	Cartografia Topográfica Veloz, com Nível de Detalhe 1 (NAD1), para o PP de Lagos	Veloz	2022-03-19	2023-02-16
5157	Cartografia Topográfica Veloz, com Nível de Detalhe 1 (NAD1), para o Plano de Registo de Lago	Veloz	2021-10-11	2022-05-24
5051	Cartografia Topográfica Veloz, com Nível de Detalhe 1 (NAD1), para a povoação de Ilhas.	Veloz	2021-09-16	2022-02-07
5043	Cartografia Topográfica Veloz, com Nível de Detalhe 1 (NAD1), para as povoações de Arraioles e Ilhas	Veloz	2021-06-10	Não homologado
785	Atualização de Cartografia 1:10 000 do Conselho de Arraioles, área de 68.200 hectares.	Veloz	2021-03-16	2021-09-03
667	Levantamento topográfico de 34 ha para Plano de Urbanização na povoação de Alcaburga	Veloz	2020-02-05	2021-06-14

Figura 27: Plataforma de Homologação, vista geral como Produtor “The USE Concept” | (DGT, 2024)

### **III. Estudo de Caso: Levantamento topográfico do Aeródromo de Santa Cruz**

#### **III.1 Enquadramento territorial**

O estudo de caso do presente trabalho de projeto incide na freguesia de Silveira, situada no concelho de Torres Vedras, inserida na Região Oeste e integrada no distrito de Lisboa. Localizada na faixa litoral, a Silveira destaca-se pela proximidade à costa atlântica, com uma forte ligação à localidade de Santa Cruz, um importante destino turístico e balnear da região.

A freguesia tem uma área de 24,76 km<sup>2</sup>, contando com 9332 habitantes, sendo que a população residente está na sua maioria entre a faixa etária dos 25 aos 64 anos de idade (INE 2021). Apresenta uma dinâmica habitacional crescente, com várias áreas residenciais em desenvolvimento, especialmente devido à sua localização atrativa entre o mar e o campo. A Silveira também se destaca pelo seu património natural e cultural, com várias tradições locais, festas e eventos que refletem a identidade da região e que fortalecem o sentido de comunidade entre os seus habitantes.

Geograficamente, a Silveira estende-se por uma área predominantemente rural, alternando entre terrenos agrícolas e áreas urbanizadas, o que reflete o carácter misto da freguesia, onde a agricultura, especialmente o cultivo de vinhas e produtos hortícolas, convive com o desenvolvimento urbano e turístico. As praias de Santa Cruz, associadas à freguesia, são um polo de atração não só para residentes, mas também para visitantes, sendo reconhecidas pela sua beleza natural e pelas boas condições para a prática de desportos náuticos (adaptado de CM Torres Vedras, 2024).

Em termos de acessibilidade, a Silveira beneficia de uma rede viária que a liga de forma eficiente com a cidade de Torres Vedras e com outros núcleos urbanos da região, nomeadamente através da Estrada Nacional 247, que facilita a ligação à autoestrada A8, proporcionando uma conexão rápida com Lisboa e outros centros urbanos importantes.

A Figura 28 representa a área de estudo a cartografar com uma área de 48 hectares, a vermelho, no âmbito do projeto.



Figura 28: Mapa de enquadramento da área do estudo de caso

## III.2 Procedimentos metodológicos e aquisição de informação

### III.2.1 Levantamento topográfico

Este levantamento foi efetuado com base num método de cobertura aerofotogramétrica com recurso a UAS, este que é a “base de todos os processos fotogramétricos para a produção cartográfica” (Redweik, 2011) e incluiu três etapas: o voo, que engloba o plano de voo, sinalização e coordenação de pontos fotogramétricos (PF) e a apreciação da cobertura aerofotográfica; a georreferenciação, etapa em que se utiliza os pontos de apoio e se determinam as coordenadas dos PF e se avança para a aerotriangulação; e por fim, a restituição, que compreende a extração de informação das fotografias aéreas através de métodos como a estereorestituição, modelação 3D e ortorretificação.



Tabela 4: Resoluções dos produtos geográficos.

Modelo Digital de Superfície (USE)	0.05 m
Modelo Digital de Terreno (USE)	0.05 m
Modelo Digital de Terreno (NdD1)	2.00 m

Em relação às resoluções do MDS anterior efetuado pela The USE Concept, a resolução espacial das fotografias é de 3.66 cm/pixel, tendo sido realizada uma reamostragem espacial para 5 cm/pixel.

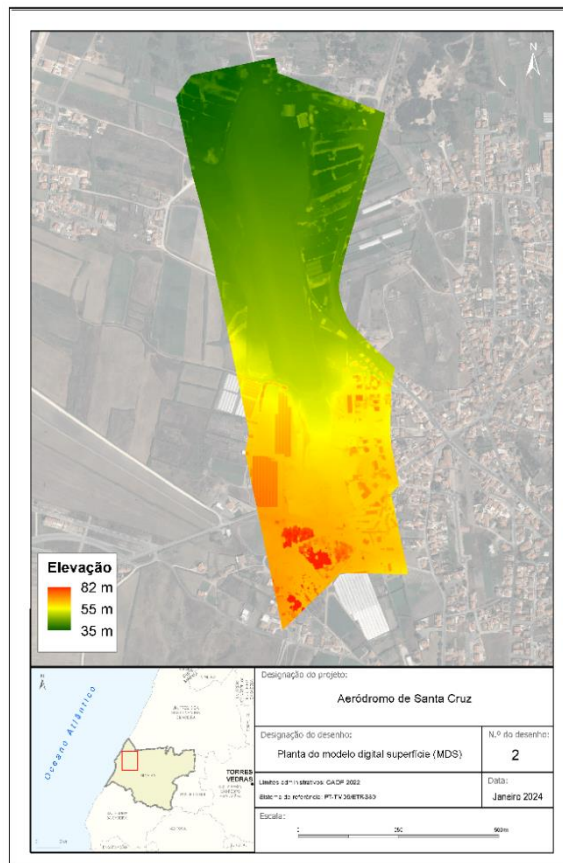


Figura 30: Planta do MDS do Aeródromo de Santa Cruz

### III.2.3 Modelo Digital de Terreno (MDT)

O Modelo Digital do Terreno (MDT) constitui uma representação do relevo terrestre através de uma superfície gerada autonomamente ou baseada em dados vetoriais.

Para a criação do MDT, também designado *Digital Terrain Model (DTM)* em inglês, utilizou-se o formato matricial, uma vez que este permite a representação de uma variável espacial contínua e facilita o processo de produção.

O formato recomendado para o MDT é o GeoTIFF, conforme a especificação TIFF 6.0, tendo os valores de cada “píxel” de “32 bits”. Assim, os pontos da grelha situados fora da área de trabalho devem ser representados com o valor Void de “-999”, sendo este mesmo valor atribuído às cotas inexistentes (adaptado de DGT, 2024).

O MDT é composto por pontos igualmente espaçados com o valor da altitude ortométrica (cota), e tem de abranger a totalidade da área de trabalho. Esta resolução espacial segue os valores mencionados na Tabela 4.

Para o estudo de caso foi criado um MDT de forma a cumprir a tolerância do Ndd1, e para isso recorreu-se às curvas de nível e aos pontos cotados para elaborar o MDT.

Desta forma, foram necessários quatro passos: **primeiro**, utilizou-se a ferramenta *TIN interpolation* no separador *Interpolation*, escolhendo-se o *Vector layer* “Curva de nível” com um *type* de *Structure lines* e ponto cotado com *type* de *Points*. Para ambos, foi selecionada a opção *Z-coordinate for interpolation*, e atribui-se um *Pixel size* de 2 metros, que deu origem a uma camada temporária com o nome de *Interpolated*.

No **segundo** passo, foi utilizada a ferramenta *Warp (reproject)*, na qual a camada de entrada foi *Interpolated*, o método de *resampling* “Bilinear” (por ser mais apropriada para modelos contínuos, como é o caso), e, de modo a garantir que o *raster* comece numa coordenada par e sem casas decimais, definiram-se manualmente os valores na opção *Georeferenced Extents of Output File to be Created*. Deste processo, originou a camada *Project*.

O **terceiro** passo foi realizar um *buffer* de 3 metros à área de trabalho, criando uma zona de influência criada em torno de um objeto espacial (ponto, linha ou polígono) a uma determinada distância. E, assim, desta forma, garantir que todos os *pixels* integram a área de trabalho. Esta ferramenta é muito utilizada em análises espaciais para determinar áreas de impacto, segurança ou influência, originando a camada *buffer*.

No **quarto** ponto, utilizou-se a ferramenta *Clip Raster by Mask Layer*. Como camada de entrada escolheu-se o *Project*, e como *Mask layer*, o *buffer*. Como ficheiro de saída, atribuiu-se o nome MDT2m-AerodromoSantaCruz-20250128.

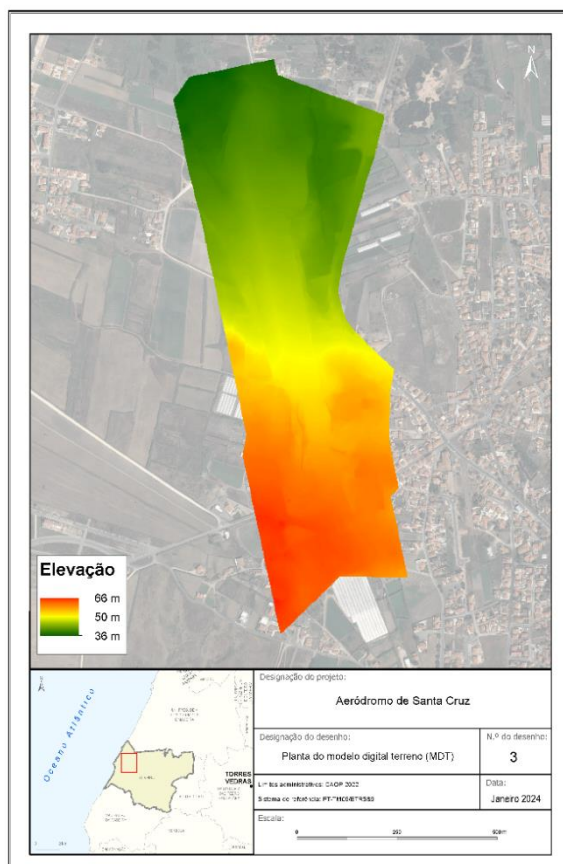


Figura 31: Planta do MDT do Aeródromo de Santa Cruz

### III.3 Preparação de CAD para o modelo de dados CartTop

#### III.3.1 Criação da BD CartTop

Após instalar o software PostgreSQL/PostGIS e o pgAdmin, o passo a seguir prende-se pela criação da base de dados CartTop através do repositório RECART criado pela DGT na plataforma *GitHub*<sup>2</sup>. O *GitHub* é uma plataforma de hospedagem de código-fonte e de controlo de versões muito utilizada por programadores e equipas de desenvolvimento, permitindo que os utilizadores armazenem, compartilhem e colaborem em projetos. O *GitHub* é baseado no “Git”, um sistema de controlo de versões que verifica as mudanças no

<sup>2</sup> [Plataforma GitHub DGT RECART](#)

código ao longo do tempo, facilitando a colaboração entre os utilizadores que se encontram registados na plataforma.

Assim sendo, acedendo ao repositório RECART, estão todas as versões desde a 1ª até à versão em vigor da base de dados geográfica em PostgreSQL/PostGIS, bem como o dicionário de objetos e as normas e especificações técnicas. Existem, ainda, ficheiros de ajuda à criação da BD através do ficheiro “recart.ddl”, cujo conteúdo é um *script* que corre em DOS (*Disk Operating System*), ou em português: linha de comandos do Windows. Para correr o *script*, executa-se o comando: “psql -f recart.ddl -U postgres postgres”, que irá criar uma BD com o nome a designar para o projeto no nosso caso é AerodromoSantaCruz\_2024, e as tabelas de cada tema, de gestão de utilizadores, bem como todas as relações entre tabelas.

A definição do modelo de dados CartTop é representada por meio de um diagrama de classes, elaborado em *Unified Modeling Language* (UML), que ilustram a estrutura formal das diversas classes de objetos. Este diagrama detalha a configuração e a organização de cada classe de objeto, incluindo os respetivos atributos e as relações entre estas (Anexo 1).

O próximo passo prende-se em popular os valores predefinidos nas tabelas de cada tema. Para isso, recorre-se ao ficheiro “recart\_valores.sql” que foi executado no pgAdmin, clicando com a tecla direita do rato sobre a BD CartTop, no qual se seleciona a “*Query Tool*”, abrindo o ficheiro suprarreferido. Por fim, a *query* executada irá carregar os valores permitidos da especificação técnica.

### III.3.2 Criação do Projeto QGIS

Para criar o projeto QGIS, é recomendado instalar a versão 3.28.12 LTR ou superior, cuja esta última designação significa que é uma versão: “*Long Term Release*”, ou seja, uma versão mais estável do que as versões mais recentes. De seguida, e com o apoio do RECART, é possível descarregar um projeto previamente criado pela DGT, que se encontra no repositório das versões das especificações técnicas CartTop, onde está o ficheiro:

“nomedaBD\_BDv1.1.2\_QGISv3.16.11LTR\_192.168.0.0\_5432\_schema\_carttop\_20220318.qgs”, estando otimizado para a versão 3.16.11LTR. Contém, também, alguma simbologia, as relações entre objetos criadas e está no sistema de referência em vigor, de acordo com o definido no Decreto-Lei nº 141/2014, de 19 de setembro de 2014, que regula os princípios a seguir na produção cartográfica em todo o território nacional. Assim sendo, para Portugal continental é definido da seguinte forma:

- Referencial Planimétrico - PT-TM06/ETRS89  
 Elipsóide de referência: GRS80  
 Projeção cartográfica: Transversa de Mercator  
 Origem das Coordenadas Retangulares:  
 Latitude: 39° 40' 05",73 N  
 Longitude: 08° 07' 59",19 W  
 Falsa origem: M=0 metros; P=0 metros  
 Coeficiente de redução de escala no meridiano central: 1  
 EPSG: 3763
- Referencial Altimétrico  
 Datum: Cascais 1938 (EPSG: 5780)

De seguida, é necessário adaptar e ligar o projeto à base de dados através da ferramenta *“Data Source Manager”*. Seleciona-se *“PostgreSQL”* nas ligações e cria-se um novo, colocando os dados de ligação à base de dados. Após a ligação estar concluída com sucesso, procede-se à instalação do plugin *“changeDataSource”*, que permite, de uma só vez, ligar os diferentes objetos à base de dados CartTop previamente criada.

Depois de aberto o *plugin*, é necessário modificar a fonte dos dados e, para isso, recorre-se à ferramenta: *“Find and replace”* e substituem-se todos os caminhos pelos caminhos novos, ou seja, nesta *string*, existem os seguintes parâmetros: o nome da base de dados, o *host* local onde está instalada a base de dados, a porta de comunicação, o utilizador e a palavra-passe, o método de encriptação, a chave primária, o sistema de georreferenciação, tipo de geometria e, por fim, a tabela. Depois dos parâmetros alterados, premir *“Apply”* e o projeto QGIS fica ligado à base de dados CartTop.

Devido à versão do projeto estar na versão v1.1.2, temos de adaptar as relações para a versão v2.0.2 da BD através do menu *Project/Properties/Relations* (Figura 32).

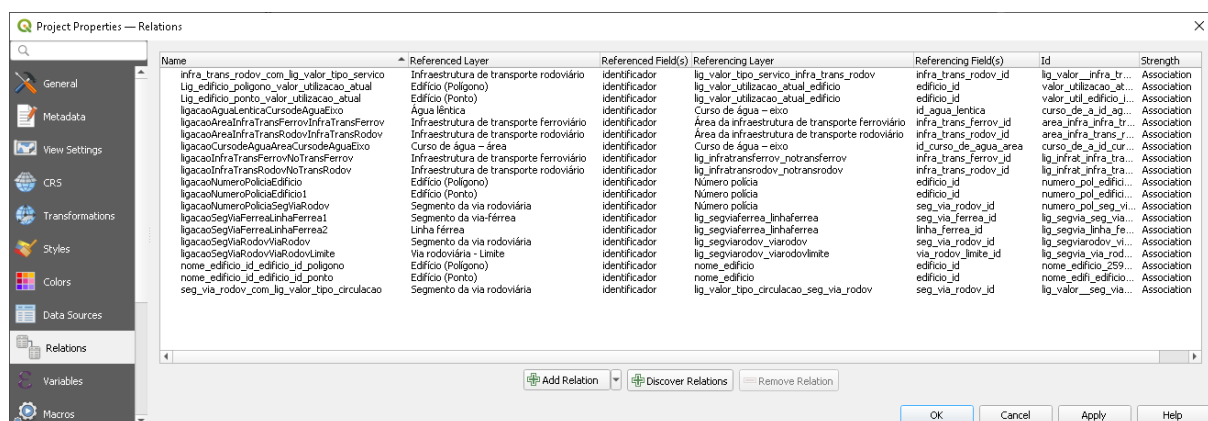


Figura 32: Atribuição de relações, no software QGIS

### III.3.3 Importação do ficheiro CAD para BD CartTop

Neste capítulo foram adotados os seguintes símbolos: as aspas duplas (" "), as aspas simples (' ') e os parênteses retos ([ ]), cada um com a sua função específica.

No universo da programação e gestão de bases de dados, é fundamental compreender o uso e o significado de certos símbolos que ajudam a organizar e a manipular dados de forma eficaz.

As aspas duplas (" ") são frequentemente usadas para denotar atributos ou identificadores em várias linguagens de programação e sistemas de gestão de bases de dados. Um atributo pode ser entendido como uma característica ou uma propriedade que define um objeto ou elemento dentro de uma base de dados. Por exemplo, em SQL, ao referir o nome de uma coluna numa tabela que contém espaços ou caracteres especiais, é comum o uso de aspas duplas: *SELECT "nome" FROM edificio*.

Por outro lado, as aspas simples (' ') são utilizadas para indicar valores em muitos contextos de programação e bases de dados. Estes valores são tipicamente dados que se quer inserir ou comparar numa tabela. Por exemplo, para inserir um nome numa tabela de edifício, usar-se-ia uma instrução SQL como: *INSERT INTO edificio ("nome") VALUES ('Aeroclube de Torres Vedras')*.

Finalmente, os parênteses retos ([ ]) são usados principalmente em sistemas de gestão de bases de dados como o Microsoft SQL Server para incorporar nomes de tabelas ou colunas, especialmente quando contêm espaços ou são palavras reservadas. Por exemplo, para referir uma tabela chamada "edificio", a sintaxe seria: *SELECT \* FROM [edificio]*.

Entender o uso correto desses símbolos não só ajuda a evitar erros de sintaxe, mas também melhora a clareza e a precisão na manipulação de dados.

O ficheiro CAD foi salvo no formato DXF por questões de interoperabilidade tendo, de seguida, importado o ficheiro para o QGIS a partir da ferramenta: *DWG/DXF Import*, cuja permite criar um *GeoPackage*, definindo o sistema de coordenadas bem como a forma como se quer visualizar a informação no projeto, havendo a possibilidade de criar um grupo com a informação por *layer*. Há uma opção importante: o *Expand block reference*, que importa os blocos do ficheiro de desenho como elementos normais, mas, no nosso caso, pretende-se que sejam pontos, logo não se pode selecionar essa opção.

Nesta fase, para se ter acesso aos elementos, faz-se com a ajuda da ferramenta: *Select All Features*, de forma a selecionar todos os elementos na respetiva *layer*. É fundamental fazer estas seleções por *layer* para ter um melhor controlo sobre os dados que se vão importar, como por exemplo o número de elementos que existem no CAD e que foram importados para a BD.

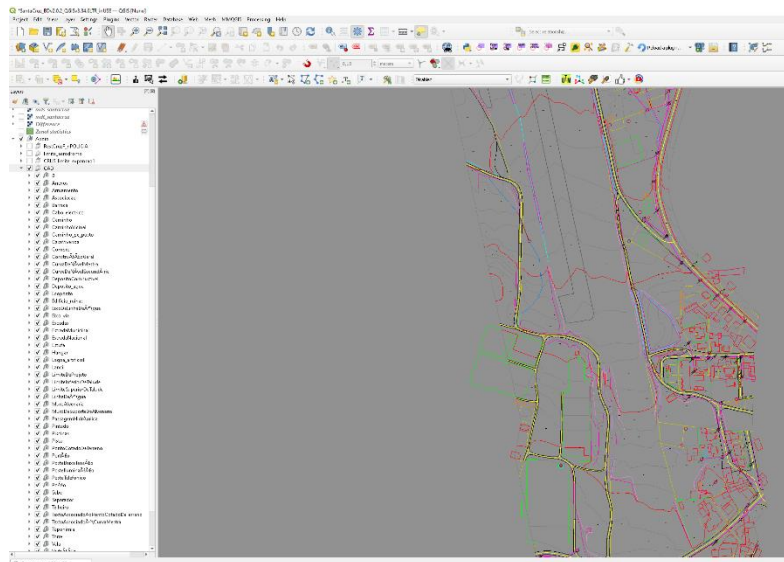


Figura 33: Levantamento CAD em ambiente QGIS

Os temas possuem inúmeros objetos, nos quais três atributos são comuns a todos e obrigatórios: o “identificador”, que é um identificador unívoco gerado automaticamente (UUID); “inicioObjeto”, que é a data e hora da criação ou alteração da versão do objeto na BD pelo utilizador, e a “geometria” que é representada por uma das primitivas gráficas: ponto, linha e polígono, podendo ser representadas em 2D ou 3D. É importante referir que o número de atributos para cada objeto muda consoante o tema.

Assim sendo, no tema **[01] Unidades Administrativas**, existem quatro objetos, porém, neste projeto foram utilizados apenas três:

- **Freguesia** - é a divisão mais baixa dentro dos níveis possíveis no quadro de divisão administrativa portuguesa. Neste objeto existem três atributos a preencher: “nome”, “codigo” com seis dígitos correspondentes ao DICOFRE e a “dataPublicacao” da Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) em vigor;
- **Município** - no qual existem três atributos para preencher: “nome”, “codigo” do município com quatro dígitos e a “dataPublicacao” da CAOP em vigor;

- **Distrito** - no qual existem três atributos para preencher: “nome”, “codigo” do distrito com dois dígitos e a “dataPublicacao” da CAOP em vigor.

Estes dados podem ser retirados da DGT<sup>3</sup> ou através do Sistema Nacional de Informação Geográfica - SNIG<sup>4</sup> (Infraestrutura Nacional de Informação Geográfica).

O tema **[02] Toponímia** - é a designação de uma entidade do mundo real referenciada através de um ou mais nomes próprios (DGT, 2024). Esta contém um objeto com dois atributos a serem preenchidos, no caso: “nome” para identificar o objeto no mundo real e “valorLocalNomeado”, o nome do local, por exemplo: “Sede de Freguesia”.

Já o tema **[03] altimetria**, conta com três objetos:

- **Curvas de nível** - representação altimétrica das variações de relevo, consistindo numa linha imaginária que resulta da interseção de uma superfície de nível com o terreno, permitindo visualizar a sua inclinação e forma, sobre um determinado *Datum Altimétrico*, ponto de referência convencional utilizado para determinar altitudes ou profundidades. A equidistância natural das curvas de nível é de acordo com as ET é de 2 m, no entanto, se for para trabalhar numa escala 1:1000 e utilizar 1 m de equidistância, é necessário alterar os atributos, dando o valor de ‘Mestra’ às curvas (0, 10, 20, 30, etc.) e valor “Secundária” às restantes entre as mestras (2,4,6,8,12,14,16, etc.) e para as restantes, mudar o valor para ‘Auxiliar’ (curvas 1,3,5,7,9,11,13,15, etc.), no atributo “valorTipoCurva”;
- **Linha de quebra** - conta com três atributos onde é possível descrever a forma de uma superfície altimétrica e indica uma falta de continuidade no declive do terreno. Foram utilizados os valores ‘Base e Topo de declive’ no atributo “valorClassifica”, ‘Talude’ e ‘Combro’ para o atributo “valorNaturezaLinha” e ‘verdadeiro’ e ‘falso’ para o atributo “artificial”;
- **Ponto cotado** - este descreve a elevação num ponto geográfico específico. Para tal, foi usado o valor ‘Terreno’, no atributo “valorClassificacaoLAS”.

Passando para o tema **[04] Hidrografia**, essencial na Cartografia Topográfica, abrange a representação dos principais fenómenos hidrográficos, tanto naturais como

---

<sup>3</sup> [Site Direção-Geral do Território](#)

<sup>4</sup> [Sistema Nacional de Informação Geográfica \(SNIG\)](#)

artificiais, presentes no território nacional, assim como a rede de cursos de água e as respetivas infraestruturas associadas.

O modelo de dados deste tema não contempla uma rede topológica completa, mas foi projetado para permitir a sua criação de forma simples. Para isso, dispõe de pontos que asseguram a conectividade entre as linhas do “Curso de água – eixo”, possibilitando a formação de uma futura rede hidrográfica. Este modelo prevê dois objetos principais: o “Curso de água – eixo”, que representa o trajeto do curso de água, e o “Curso de água – área”.

O tema inclui uma classe de objetos denominada "NoHidrografico", destinada a possibilitar a conectividade topológica entre as linhas.

Neste tema existem onze objetos, contudo, neste projeto foram trabalhados apenas dois, nomeadamente:

- **Curso de água – eixo** – que representa o eixo (linha que percorre um fenómeno ao longo do seu eixo de simetria, seguindo uma direção longitudinal) das águas de um rio, ribeira ou outra corrente natural ou artificial. Estes têm de ser interrompidos onde houver interseções entre si ou alterações nas suas características presentes nos atributos.

Este objeto conta com vinte atributos de preenchimento, onde dez são de preenchimento obrigatório, com os seguintes atributos:

“valorCursoDeAgua”, que classifica tipo o curso de água pelas suas dimensões e pela sua denominação;

“valorNatureza”, que caracteriza a natureza do troço do curso de água;

“valorPosicaoVertical”, que define a posição vertical relativa da entidade (Elemento no mundo físico);

“delimitacaoConhecida”, que indica se a delimitação da entidade é conhecida ou não a delimitação pode não ser conhecida exemplo: troço subterrâneo ou encontra-se tapada pela vegetação;

“fictício”, corresponde a representação virtual do eixo, garantindo a conectividade hidrográfica, este aplica-se unicamente quando o eixo se encontra no interior dos objetos “Curso de água – área” ou “Água lântica”;

“navegavelOuFlutuavel”, indica se a entidade é navegável ou fluutuável;

“nome”, topónimo do elemento no mundo físico.

- **Nó hidrográfico** - Ponto usado para retratar a conectividade entre troços da rede hidrográfica. Este objeto tem seis atributos onde quatro deles são obrigatórios, em que o atributo usado foi “valorTipoNoHidrografico” que categoriza os diferentes tipos de nós das redes hidrográficas.

Quando os cursos de água foram importados, foi utilizado o *Plugin QGIS to CartTop*, este que contém algumas ferramentas de importação e de criação de objetos por tema. No estudo de caso, foi utilizada a ferramenta “Criar nós hidrográficos” do separador *Hidrografia* disponível no *Processing Toolbox*. De modo a criar os nós, esta ferramenta tem em conta a elevação categorizando-os tanto de ‘Início’, como de ‘Junção’ e de ‘Fim’.

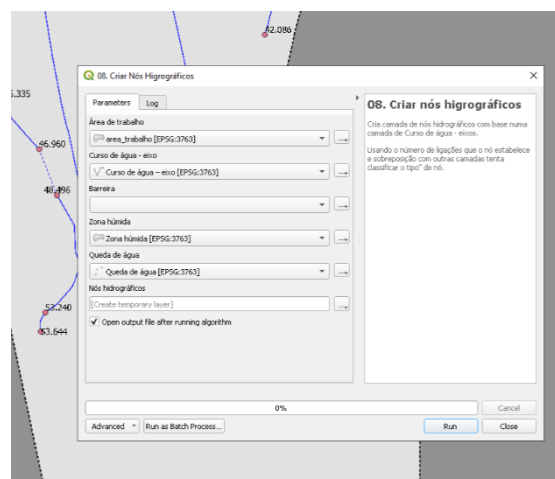


Figura 34: Ferramenta para criar Nós Hidrográficos

Este tema **[05] Transportes** divide-se em cinco subtemas: Transporte aéreo, Transporte ferroviário, Transporte por cabo, Transporte por via navegável e Transporte rodoviário, abrangendo as infraestruturas e áreas relacionadas, como aeródromos, portos, estações ferroviárias e de serviço, bem como as redes associadas. Cada subtema inclui elementos destinados tanto à representação cartográfica quanto ao desenvolvimento de uma futura rede de transportes.

Para o presente trabalho de projeto foram utilizados dois subtemas, sendo eles: o Transporte aéreo e o Transporte rodoviário. Desta forma, os objetos utilizados para o Transporte aéreo foram:

- **Área da infraestrutura de transporte aéreo** - é uma área que tem instalações, equipamentos e serviços destinados ao tráfego aéreo. Esta conta com cinco atributos,

dos quais quatro são obrigatórios. Neste caso, foi utilizado “valorTipoAreaInfraTransAereo” que indica o tipo de área associada ao transporte aéreo. Aquando da importação destas áreas, é necessário importar primeiro as áreas de estacionamento, de circulação, de pista e, por fim, a área de infraestrutura, uma vez que esta faz um *subtract*, (isto é, um polígono A - área total e um polígono B - zona a ser removida, ao aplicar *subtract*, o resultado será o polígono A sem a interseção com o B), às restantes áreas anteriormente importadas, logo cria buracos dentro da área de infraestrutura.

- **Infraestrutura de transporte aéreo** - é o ponto que identifica a infraestrutura de transporte aéreo. Esta conta com dez atributos, dos quais sete são obrigatórios. Os atributos usados foram: “valorCategorialInfraTransAereo”, que identifica a infraestrutura de transporte aéreo; “valorRestricaoInfraTransAereo”, que caracteriza a restrição de utilização aérea; “valorTipoInfraTransAereo”, que identifica o tipo de infraestrutura de transporte aéreo e o “nome”, que indica o nome da infraestrutura de transporte aéreo.

Já os objetos manuseados para o Transporte rodoviário foram:

- **Área da infraestrutura de transporte rodoviário** - área que dispõe de instalações, equipamentos e serviços destinados ao tráfego rodoviário. Esta conta com quatro atributos, onde três são obrigatórios.
- **Infraestrutura de transporte rodoviário** - ponto que identifica a infraestrutura de transporte rodoviário. Esta conta com sete atributos, onde seis são obrigatórios. Os atributos usados foram: “valorTipoInfraTransRodov”, que identifica a infraestrutura de transporte rodoviário; “valorTipoServico”, que caracteriza o tipo de serviços prestados e o “nome” que indica o nome da infraestrutura de transporte rodoviário.
- **Nó de transporte rodoviário** - ponto utilizado para assegurar a ligação entre segmentos de uma via rodoviária, permitindo a integração com outras vias de comunicação e com as infraestruturas relacionadas. Este possui cinco atributos, onde quatro são obrigatórios. Os atributos usados foram “valorTipoNoTransRodov” que caracteriza o tipo de nó rodoviário.

Para a criação deste nó foi utilizado novamente o *Plugin QGIS to CartTop*. No estudo de caso, foi usada a ferramenta “Criar nós rodoviários” do separador

*Transportes (Transporte rodoviário)*. De modo a criar os nós, esta tem em conta a elevação, categorizando-os por ‘Pseudo-nó’, como de ‘Junção’ e ‘Fim da via rodoviária’.

- **Segmento da via rodoviária** - é um eixo imaginário da faixa de rodagem da via rodoviária, que conta com dezoito atributos, onde onze são obrigatórios. Os atributos usados foram: “valorCaractFisicaRodov”, que categoriza a via rodoviária com base nas suas características físicas; “valorEstadoViaRodov”, que identifica o estado da instalação da via rodoviária; “valorPosicaoVerticalTransportes”, que define a posição vertical relativa da entidade; “valorSentido”, que indica o sentido de trânsito no troço da via rodoviária; “valorTipoCirculacao”, que caracteriza do tipo de veículo que pode circular na via rodoviária; “valorTipoTrocoRodoviario”, que especifica o tipo de troço; “numViasTransito”, que assinala o número de vias de trânsito da faixa de rodagem e, por último, o “pavimentado” que determina se a estrada está revestida com asfalto, betão, mistura betuminosa ou pedra.
- **Via rodoviária** - caracteriza as vias rodoviárias para a área de trabalho. Esta possui onze atributos, nos quais nove são obrigatórios. Os atributos foram obtidos através do catálogo das vias rodoviárias (disponível no dicionário de objetos da DGT)<sup>5</sup>, que se encontra dividido em duas partes:

Tabela 5: Catálogo de vias rodoviárias (DGT, 2024)

Catálogo das vias rodoviárias (Abreviaturas)	Catálogo das vias rodoviárias - Parte 1	<b>1) CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS DA REDE RODOVIÁRIA NACIONAL:</b>
		1.1) Rede de Estradas Europeias (GETI’s), classificadas como E
		1.2) Rede Nacional de Autoestradas (RNA), classificadas como A
		1.3) Rede Rodoviária Nacional
		1.3.1) Rede Principal
		1.3.1.1) Itinerários Principais, classificados como IP
		1.3.2) Rede Complementar
		1.3.2.1) Itinerários Complementares, classificados como IC
		1.3.2.2) Estradas Nacionais, classificadas como EN
		1.3.3) Estradas Regionais, classificadas como ER
		<b>2) CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS DA REDE RODOVIÁRIA MUNICIPAL:</b>
		2.1) Rede Rodoviária Municipal
		2.1.1) Estradas Municipais, classificadas como EM (EM < 400). Antigas estradas nacionais (desclassificadas) do PRN 2000

<sup>5</sup> [Dicionário de objetos \(DGT\)](#)

	<p>2.1.2) Estradas Municipais, classificadas como EM (EM &gt; 500), por distrito, do território de Portugal continental</p> <p>2.1.3) Caminhos Municipais, classificadas como CM (CM &gt; 1000), por distrito, do território de Portugal continental</p>
Catálogo das vias rodoviárias - Parte 2	2.1.4) Arruamentos - Via rodoviária normalmente com toponímia associada e por vezes com passeio, por município, do território de Portugal

A primeira diz respeito à classificação das estradas da rede rodoviária nacional e a segunda parte diz respeito à classificação das estradas da rede rodoviária municipal, nomeadamente, o “codigoViaRodov” que é o código para cada via rodoviária, “dataCat” que identifica a data em que a via rodoviária foi oficialmente registada no catálogo de vias rodoviárias. Para estradas não catalogadas, indica a data em que o trabalho foi realizado, através de “fonteAquisicaoDados”, que comprova a fonte de dados registada no catálogo de vias rodoviárias e “nome”, que indica o nome da via rodoviária tal como está registado no catálogo. Para as vias rodoviárias não incluídas no catálogo, devem ser usadas letras maiúsculas, a abreviatura correspondente ao tipo de estrada segundo o catálogo e, em seguida, a designação completa por extenso, “tipoViaRodovAbv”, que define o tipo de via rodoviária como consta no catálogo de vias rodoviárias – Abreviatura. Para as vias não catalogadas inserir a abreviatura que caracteriza a via, “tipoViaRodovC”, que determina o tipo de via rodoviária como consta no catálogo de vias rodoviárias – Código, “tipoViaRodovD”, que determina o tipo de via rodoviária como existe no catálogo de vias rodoviárias – Designação.

identificador	inicio_objeto	fim_objeto	codigo_via_rodov	data_cat	fonte_aquisicao_dados	nome	nome_alternativo	tipo_via_rodov_abv	tipo_via_rodov_c	tipo_via_rodov_d
1 385885ba-cf7d...	09/01/24 12:37...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	AV ANTONIO CARLOS NUNES CARNEIRO	NULL	AV	125	Avenida
2 cbfc448-c6ba...	09/01/24 12:37...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	AV DAS BERLENGAS	NULL	AV	125	Avenida
3 e4168ce0-ceb9...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	EM630	NULL	EM	10	Estrada Municipal
4 631c1552-ceb8...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	EN247	NULL	EN	005	Estrada Nacional
5 4061ee6e-d364...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	EN247-2	NULL	EN	005	Estrada Nacional
6 631bb38c-ceb8...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R ALICE PEDRO PRONTO	NULL	R	221	Rua
7 828fc444-d349...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R ANTONIO FRANCISCO	NULL	R	221	Rua
8 cbfc883e-ceba...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R CASAL NASCIMENTO	NULL	R	221	Rua
9 3858d330-cf7d...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R CASAL PESQUEIRO	NULL	R	221	Rua
10 cf8355ce-ceb9...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R DAS QUINTINHAS	NULL	R	221	Rua
11 3b149b32-ceb9...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R DO ALECRIM	NULL	R	221	Rua
12 cbfc0562-ceba...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R DO CASALINHO	NULL	R	221	Rua
13 cbfc531e-ceba...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R DOS GIGANTES	NULL	R	221	Rua
14 631af050-ceb8...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R DOS PRIMORES	NULL	R	221	Rua
15 21431262-d2c2...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R MOINHO VELHO	NULL	R	221	Rua
16 a06730b6-d2bf...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R PINHAL DO ZIMBRAL	NULL	R	221	Rua
17 3a803706-ceb8...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R PRAIA AZUL	NULL	R	221	Rua
18 09fc51c6-ceb9...	09/01/24 15:19...	NULL	997	09/01/24	CMTVEDRAS	R QUINTA DA TORRE	NULL	R	221	Rua

Figura 35: Dados na tabela Via rodoviária

- **Via rodoviária – Limite** - é a linha que define os limites da via rodoviária, contando com cinco atributos, onde quatro destes são obrigatórios. O atributo utilizado foi o “valorTipoLimite”, que define o tipo de limite. Aquando da importação deste limite, é importante ter em conta se a via rodoviária tem limite exterior com berma ou não. Este valor será colocado no atributo.

O tema **[06] Construções** conta com seis objetos, contudo, neste trabalho foram utilizados apenas cinco, sendo estes:

- **Construção linear** - é um eixo da construção com geometria linear. Esta conta com oito atributos, onde seis são obrigatórios. Os atributos considerados para este trabalho de projeto, foram: “valorConstrucaoLinear”, que indica o tipo de construção linear; “largura”, que determina a largura da construção linear em metros; “nome”, que descreve o nome da construção linear e “suporte” que identifica se a construção serve como suporte de terras ou não.
- **Construção poligonal** - é uma estrutura poligonal que não é considerada um edifício. Esta possui seis atributos, dos quais cinco são obrigatórios. Os atributos utilizados foram: “valorTipoConstrucao”, que define o tipo de construção poligonal e o “nome”, que identifica o nome da construção poligonal.
- **Edifício** - é uma estrutura permanente que serve de habitação ou serve de espaço comercial, industrial, administrativo, religioso, cultural, entre outros. Este objeto conta com treze atributos, onde dez são obrigatórios. Os atributos usados foram: “valorCondicaoConst”, que determina o estado do edifício; “valorElementoEdificioXY”, que identifica a base considerada para definir a geometria horizontal do edifício; “valorElementoEdificioZ”, que indica a base utilizada para a determinação da altura do edifício; “valorFormaEdificio”, indica uma descrição física do edifício importante para a sua representação cartográfica; “valorUtilizacaoAtual”, que identifica valores que indicam a utilização atual do edifício; “alturaEdificio”, que determina altura do edifício acima do solo em metros e o “nome” que identifica o edifício.

No trabalho de projeto, aquando da importação dos *layers*, correspondentes ao objeto [edifício], foi necessário atribuir a “altura ao edifício” e, para isso, recorreu-se ao MDS e MDT de 0.05 m de resolução através do *plugin LF tools* e com a

ferramenta *DEM Difference*, presente no separador *Relief*. Esta ferramenta executa a diferença entre dois Modelos Digitais de Elevação (DEM), e destes, resultou um *raster* temporário denominado de *RastAlturas*. De seguida, com a ferramenta *Zonal Statistics* dentro do separador *Raster Analysis*, calcularam-se as estatísticas de um *raster* (como média, soma, valor máximo, valor mínimo, entre outros) para áreas definidas por uma camada vetorial de zonas. Os resultados são adicionados como novos atributos na tabela de atributos da camada de zonas. Neste caso, o *raster* utilizado foi o *RastAlturas*, anteriormente gerado, e foi utilizado o valor estatístico (máximo), na camada vetorial o objeto [Edifício (Polígono)], criando uma camada temporária com o nome de *Zonal statistics*.

Por fim, no objeto [Edifício (Polígono)], através das propriedades da camada, foi executado um *Join* com a camada *Zonal statistics*, utilizando como *join layer* e *target layer* o campo “identificador”.

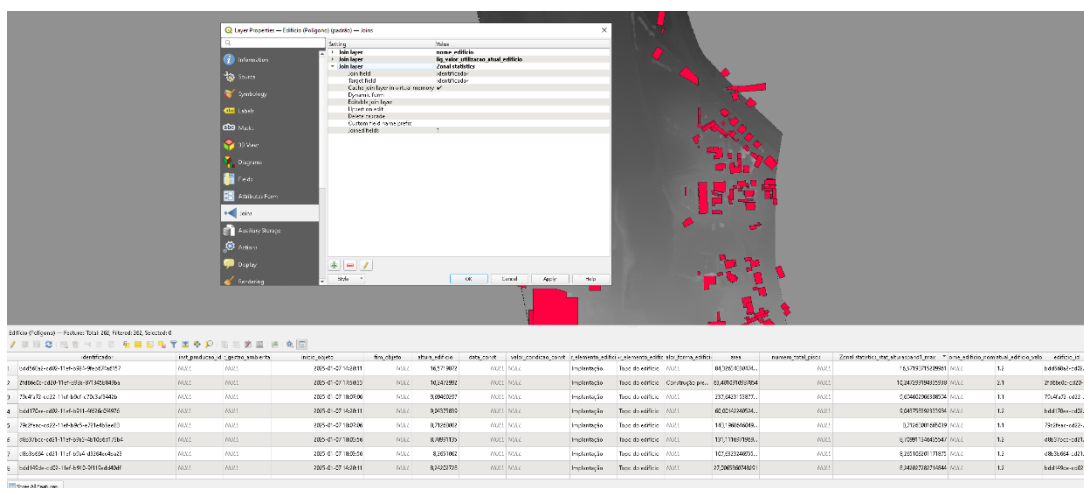


Figura 36: Configuração de Join no objeto Edifício

No *Joined field*, foi selecionado o campo que foi criado no passo anterior com o valor estatístico (máximo) e, através do *Open Field Calculator* e com ajuda de uma expressão ("Zonal statistics\_stat\_alturas\_max") procedeu-se ao preenchimento do campo “alturaEdificio” e à remoção do *Join*.

É importante perceber que este objeto é de dupla geometria, ponto e polígono. Como refere a DGT (2024), no “NdD1: a entidade é representada através de um polígono se a sua área for igual ou superior a 4 m<sup>2</sup> e através de um ponto se a sua área

for inferior a 4 m<sup>2</sup>”, e para este efeito selecionou-se, através do *Select Features by expression*, e com a expressão: (“\$area” < 4), onde resultaram 21 edifícios.

Através da ferramenta *Centroids*, foi gerada uma camada de pontos com base na seleção supramencionada.

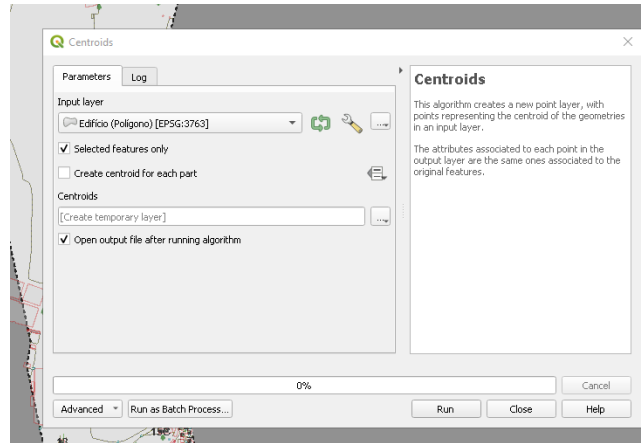


Figura 37: Criação dos Centroids

- **Ponto de interesse** - é um elemento do mundo real associado a uma localização específica e de particular importância. Este objeto conta com seis atributos, onde cinco são obrigatórios. Os atributos usados foram “valorTipoPontoInteresse” que indica o tipo de ponto de interesse e o “nome” que identifica do ponto de interesse. Na importação deste elemento, no atributo “valorTipoPontoInteresse”, existiam apenas árvores para a área de estudo.
- **Número de polícia** - é uma sequência numérica, por vezes complementada por letras, que serve para identificar um edifício, uma residência, uma entrada ou um espaço, sendo habitualmente colocada ou gravada acima ou ao lado de uma porta, portão, parede ou outro ponto específico. Este objeto conta com cinco atributos, onde quatro destes são obrigatórios. O atributo utilizado foi o “numero”, que representa o número de polícia associado ao [Edifício], por vezes acompanhado de letras. Este elemento foi importado por meio da criação do número de polícia. Este deve conter relações entre o objeto [Edifício] e o [Segmento da via rodoviária], foi feito um *Intersect* entre o [número de polícia] e o [Edifício] para obter o identificador do edifício. Deste *Intersect*, resultou a camada temporária *Intersection*. Para obter o Identificador do [Segmento da via rodoviária], foi utilizada a ferramenta *Shortest line between features* no separador *Vector analysis* entre a camada *Intersection* e o

[Segmento da via rodoviária] que resultou na camada temporária *Shortest lines*. Esta metodologia carece sempre uma de validação.

Por fim, foi aplicado um *Join* na camada [número de polícia] com a camada *Shortest lines*, utilizando como *join layer* e *target layer* o campo “identificador” correspondente ao [número de polícia]. No *Joined field*, foi selecionado o campo “edifício\_id” e o “identificador” do [Segmento da via rodoviária], e, através do *Open Field Calculator* foram atualizados os campos “edifício\_id” e “seg\_via\_rodov\_id” com os seus respectivos identificadores.

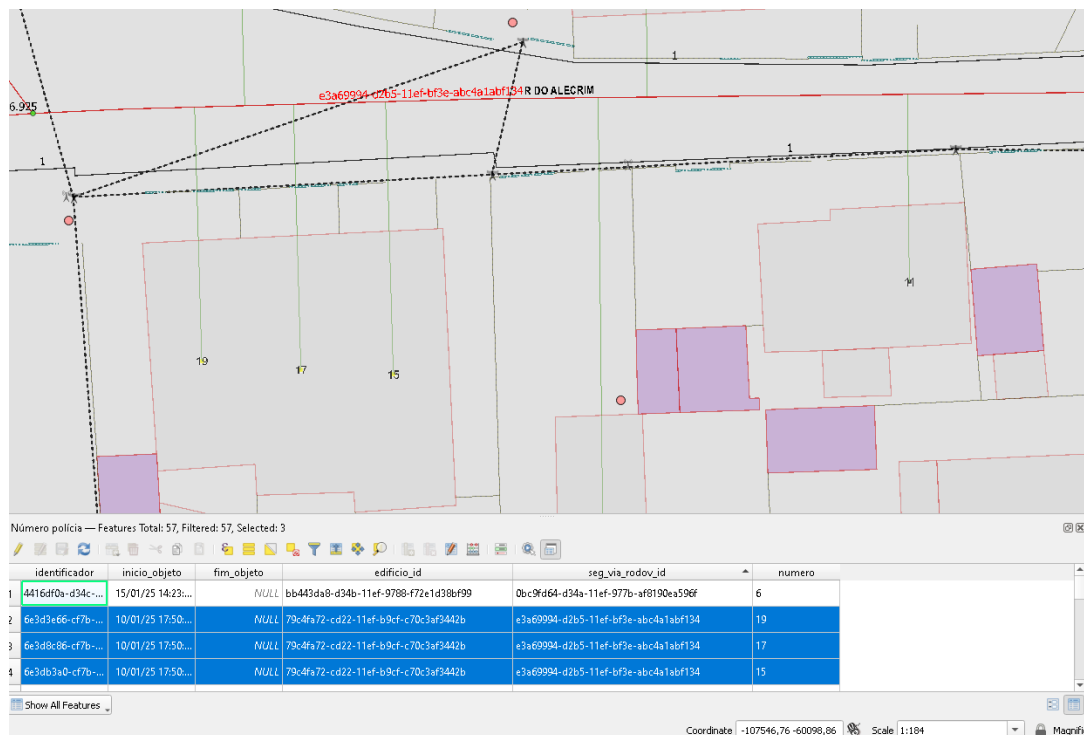


Figura 38: Visualização da correspondência entre o Segmento de Via Rodoviária e o Edifício ao Número de polícia

O tema [07] **Ocupação do solo**, incorpora dois objetos:

- **Área agrícola, florestal ou mato** - são áreas naturais de ocupação do solo. Para este objeto pode ser utilizado os dados da Carta de Ocupação do Solo (COS) como fonte complementar, tendo em conta que as áreas mínimas a serem representadas na cartografia topográfica são de 2.000 m<sup>2</sup> para o Ndd1. Por isso, a informação da COS tem de ser analisada e ajustada com base na Tabela 6, uma vez que a área mínima é de 10.000 m<sup>2</sup>. Esta conta com seis atributos, onde cinco são obrigatórios. Este objeto foi analisado, mas por não haver nenhuma área que atingisse a área mínima, este objeto não foi considerado.

Tabela 6: Esquemas de mapeamento COS 2018 para CartTop. (adaptado de DGT, 2024)

COS 2018	CartTop NdD1						
	1 -Agricultura	2.1 - Pastagem permanente	2.2 - Vegetação herbácea natural	3 - Sistema agroflorestal	4.1 - Floresta de folhosas	4.2 - Floresta de resinosas	5 - Matos
Culturas temporárias de sequeiro e regadio	•						
Arrozais	•						
Vinhas	•						
Pomares	•						
Oliveiras	•						
Culturas temporárias e/ou pastagens melhoradas associadas a vinha	•						
Culturas temporárias e/ou pastagens melhoradas associadas a pomar	•						
Culturas temporárias e/ou pastagens melhoradas associadas a olival	•						
Mosaicos culturais e parcelares complexos	•						
Agricultura com espaços naturais e seminaturais	•						
Agricultura protegidas e viveiros	•						
Pastagens melhoradas		•					
Pastagens espontâneas			•				
SAF de sobreiro				•			
SAF de azinheira				•			
SAF de outros carvalhos				•			
SAF de pinheiro manso				•			
SAF de outras espécies				•			
SAF de sobreiro com azinheira				•			
SAF de outras misturas				•			
Florestas de sobreiro					•		
Florestas de azinheira					•		
Florestas de outros carvalhos					•		
Florestas de castanheiro					•		
Florestas de eucalipto					•		
Florestas de espécies invasoras					•		
Florestas de outras folhosas					•		
Florestas de pinheiro manso						•	
Florestas de pinheiro bravo						•	
Florestas de outras resinosas						•	
Matos							•

- **Área artificializada** - são áreas artificializadas de ocupação do solo. As áreas designadas como 'Áreas artificializadas' devem ser contínuas, sem interrupções ou espaços vazios, quando partilham a mesma classificação e se cruzam com outros elementos pontuais ou lineares. Estas áreas só devem ser separadas se houver sobreposição com uma 'Área agrícola, florestal e mato', um objeto poligonal de Hidrografia ou estradas rodoviárias cujos limites atravessem e dividam a área, exceto quando estas vias sejam de serviço dessa área artificializada. É importante destacar que as áreas artificializadas têm a função de delimitar áreas para equipamentos coletivos, instalações de produção, entre outros. Esta conta com seis atributos, onde cinco são obrigatórios. Os atributos utilizados foram “valorAreasArtificializadas”, que identifica o tipo de área artificializada e o “nome” que indica o nome da área artificializada. Este objeto foi analisado, mas por não haver nenhum “valorAreasArtificializadas” que se enquadre, este objeto não foi considerado.

O tema seguinte é o **[08] Infraestrutura e Serviços de interesse público**, que incorpora onze objetos, mas para este trabalho foram utilizados quatro objetos.

- **Cabo elétrico** - é uma linha elétrica aérea ou subterrânea destinada ao transporte ou distribuição de eletricidade. Para este objeto existem sete atributos, onde cinco deles são obrigatórios, tendo sido utilizados o: “valorDesignacaoTensao” que indica a classe da tensão entre fases; o “valorPosicaoVertical” que identifica a posição vertical relativa da entidade e a “tensaoNominal” que indica o valor da tensão nominal entre fases em kV.

No momento da importação dos dados, a linha elétrica tem de ser contínua, ou seja, só interrompe nas interseções com outras linhas.

- **Elemento associado de eletricidade** - é uma infraestrutura associada à transformação e distribuição de energia elétrica. Este possui seis atributos, porém apenas cinco são obrigatórios. Os atributos utilizados são os seguintes: “valorElementoAssociadoElectricidade” que indica classe de elementos associados de redes de eletricidade e o “nome” que identifica o elemento no mundo real. Este elemento foi colocado nas interseções e nos vértices existentes ao longo do cabo elétrico.

- **Elemento associado de água** - é uma infraestrutura relacionada com o transporte ou distribuição de água para consumo, irrigação ou águas residuais. Este apresenta seis atributos, dos quais cinco são obrigatórios. Foram utilizados os seguintes: “valorElementoAssociadoAgua” que identifica a categoria de elementos associados de redes de água e o “nome” indica o nome da infraestrutura de água.
- **Elemento associado de petróleo, gás e substâncias químicas** - Instalação destinada ao armazenamento ou à distribuição de produtos petrolíferos, gás ou substâncias químicas. Este tem seis atributos, cujos cinco são obrigatórios. Neste objeto foi utilizado o atributo “valorElementoAssociadoPGQ” que identifica o tipo de elemento associado de petróleo, gás e substâncias químicas e o “nome” que identifica o elemento no mundo real.
- **Elemento associado de telecomunicações** - é uma infraestrutura associada ao funcionamento da rede de telecomunicações. Este incorpora cinco atributos, os quais quatro são obrigatórios. Foi utilizado o atributo “valorElementoAssociadoTelecomunicacoes” que identifica o tipo de elemento associado às telecomunicações. No caso, foi utilizado o valor ‘1’ que na tabela “valor\_elemento\_associado\_telecomunicacoes” corresponde ao Apoio de telecomunicações.

O tema **[09] Mobiliário urbano e sinalização**, não é de entrega obrigatória, e o tema **[10] Ortofotos** não era o objetivo deste trabalho de projeto: realizar um ortofotomapa da área de trabalho para homologação.

E por último o tema [11] Auxiliar, que só tem um objeto:

- **Área de trabalho** - corresponde ao limite que define a área geográfica dos dados associados. Esta conta com dez atributos, onde oito são obrigatórios. Foram usados os seguintes atributos: “valorNivelDeDetalhe” que indica o nível de detalhe dos dados neste caso é NdD1; “data” que é a data de conclusão do trabalho; “nome” que identifica trabalho este tem uma nomenclatura, devendo ser idêntico à designação do

ficheiro; “nomeProdutor” que é quem produz a cartografia e, por último, o “nomeproprietario” que identifica o proprietário da cartografia.

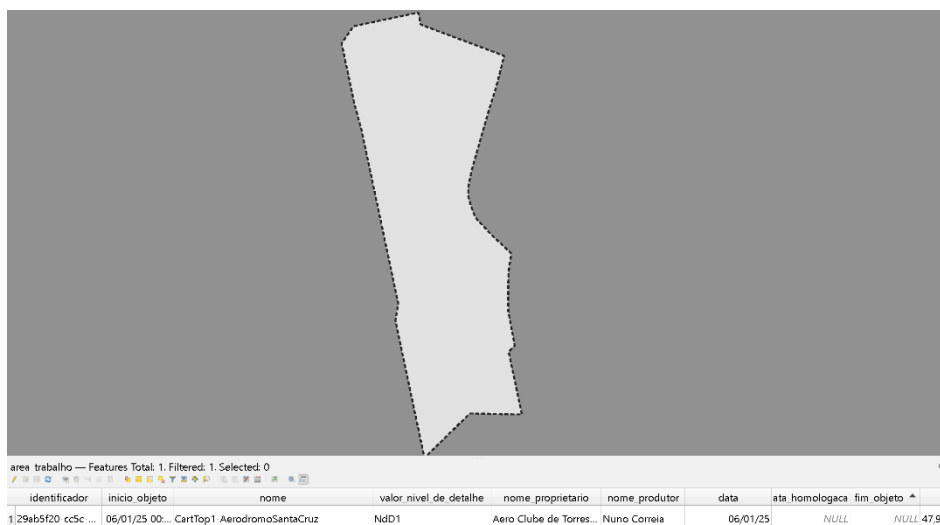


Figura 39: Visualização do objeto Área de trabalho

### III.4 Controlo de qualidade

Neste segmento, serão abordadas as regras gerais (RG), específicas (RE) e parâmetros de qualidade (PQ) utilizados no estudo de caso, que vão servir como pilares fundamentais na modelação de dados geográficos CartTop, garantindo, assim, a integridade e a consistência dos dados. As regras gerais, específicas e os parâmetros de qualidade possuem um código único definido pela ET, como exemplo: RG1, RE3.1 e PQ 1.1, respetivamente. A informação abordada nos pontos 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3 foi adaptada da ET da DGT (2024).

#### III.4.1 Regras gerais

- **RG1: Dimensão mínima dos polígonos**

A modelação precisa dos espaços geográficos requer que todos os polígonos, independentemente da sua aplicação, cumpram com um critério de área mínima de 4 m<sup>2</sup> para NdD1. Esta regra assegura que as entidades representadas sejam suficientemente grandes para serem discriminadas e manipuladas de forma eficaz. A regra específica que a área mínima deve ser considerada relevante para o contexto aplicacional, impedindo a representação de entidades diminutas que poderiam comprometer a qualidade dos dados geográficos.

- **RG2: Dupla geometria ponto e polígono**

Esta norma aplica-se às entidades que necessitam de ser representadas simultaneamente em ponto e polígono para satisfazer diferentes critérios de visualização e análise. Por exemplo, no caso do NdD1 um telheiro com menos de 4 m<sup>2</sup> será representado como ponto, caso a sua área seja igual ou superior a 4 m<sup>2</sup> será poligonal.

- **RG3: Tolerância de conectividade**

A precisão com que os elementos geográficos se conectam uns com os outros é de grande importância para manter a integridade dos dados. A tolerância zero, nesta regra, significa que todos os pontos de conexão entre entidades geográficas devem estar perfeitamente alinhados, sem desvios que possam criar erros de mapeamento ou análises incorretas.

- **RG4: Consistência tridimensional**

Os objetos representados em três dimensões devem manter uma consistência que reflète as suas características reais. Esta regra é crucial para aplicações que dependem de precisão altimétrica e de modelações detalhadas do terreno ou de construções urbanas. A consistência tridimensional garante que as representações não só se alinham horizontalmente, como também verticalmente.

- **RG5: Polígonos fechados artificialmente**

Alguns polígonos são fechados artificialmente devido à necessidade de criar uma representação contínua para fins de visualização ou de análise, mesmo que na realidade essas entidades não estabeleçam um limite fechado. Esta regra orienta a forma como esses limites devem ser tratados, assegurando que não induzam a interpretações erradas dos dados.

- **RG6: Utilização da letra maiúscula inicial**

A utilização da letra maiúscula inicial é obrigatória nos nomes de locais ou regiões, quando designam siglas, símbolos ou abreviaturas internacionais e nos nomes das instituições públicas e privadas (exemplo: Santa Cruz).

- **RG7: Atribuição de nomes**

Nesta regra, o nome dos objetos deve ser escrito por extenso, utilizando abreviaturas apenas quando for estritamente necessário. Este tipo de abordagem visa evitar ambiguidades e garantir que os dados sejam facilmente acessíveis e compreensíveis para utilizadores de diferentes contextos, evitando siglas ou abreviaturas que possam não ser imediatamente reconhecidas (exemplo: Aeródromo de Santa Cruz).

#### **III.4.2 Regras específicas**

As regras específicas são destinadas a certas circunstâncias e a casos particulares, nos quais as regras gerais podem necessitar de ajustes ou especificações adicionais para garantir que os dados geográficos se mantêm precisos.

- **RE3.1: Continuidade das curvas de nível**

Esta regra garante a representação contínua e precisa das curvas de nível, já que todos os vértices de uma “Curva de nível” devem apresentar o mesmo valor altimétrico.

- **RE3.2: Equidistância natural**

Esta regra assegura que as curvas de nível são desenhadas com uma equidistância de 2 m no Ndd1.

- **RE3.3: Pontos cotados**

Devem ser recolhidos pontos cotados de 100 m no Ndd1, sempre que haja desniveis significativos e onde a distância horizontal entre as "Curvas de nível" exceda esse valor.

- **RE3.4: Resolução espacial do MDT**

Define a resolução espacial mínima da grelha para modelos digitais de terreno, não pode ser inferior a três vezes o EMQ altimétrico do “Modelo Digital de Terreno”<sup>6</sup>, garantindo que os detalhes topográficos sejam capturados com precisão suficiente para apoiar análises detalhadas e decisões de planeamento.

---

<sup>6</sup> [D2.8.II.1 INSPIRE Data Specification on Elevation – Technical Guidelines.](#)

- **RE3.5: Valores “Void”**

Aborda como tratar os valores nulos (“void”) nos dados de elevação, que podem ocorrer devido a diferentes fatores, como os pontos da grelha que estão fora da “Área de trabalho”, devendo apresentar o valor de cota “-999”. A gestão adequada destes valores é crucial para manter a integridade dos modelos digitais.

- **RE3.6: Área do MDT**

Especifica a extensão geográfica que o MDT deve cobrir, garantindo que a “Área de trabalho” seja completamente representada.

- **RE3.7: Base e topo das linhas de quebra**

Esta orienta sobre como representar a base e o topo das linhas de quebra, uma vez que devem ser, obrigatoriamente, representados pela sua base e topo. O combro deve ser sempre representado pelo topo e por duas bases, que são essenciais para definir mudanças abruptas no relevo, como escarpados ou taludes.

- **RE4.1: Representação de água lântica**

Define que corpos de água estagnada (lagos e lagoas), devem ser representados como “Água lântica” e é desenhada tendo em conta as evidências da existência de água no momento da representação. Caso esta representação coincida com o nível pleno de armazenamento (NPA) o atributo “cotaPlenaArmazenamento” deve assumir o valor verdadeiro.

- **RE4.5: Representação do eixo do curso de água**

Realça a importância de representar sempre o eixo dos cursos de água, bem como todos os vértices do “Curso de água - eixo”. Estes devem ser coerentes entre si também na componente tridimensional, que é vital para estudos de fluxo do curso de água.

- **RE4.8: Interrupção do curso de água**

Define como e quando se devem representar as interrupções nos cursos de água, caso exista uma interceção com outro curso de água, uma alteração do valor de qualquer um dos atributos que caracteriza o “Curso de água – eixo” e uma variação (“Zona húmida” ou “Queda de água”) ou regulação de fluxo (“Barreira” = ‘Eclusa’).

- **RE4.9: Conexão entre o eixo de curso de água e os nós hidrográficos**

Estabelece regras para uma conexão correta entre o eixo do curso de água e os nós hidrográficos, dado que cada “Curso de água - eixo” liga obrigatoriamente com dois objetos “Nó hidrográfico”. De forma a verificar esta condição, no caso do “Curso de água - eixo” terminar por ter atingido o limite da área de estudo do trabalho, deve ser colocado um nó “Limite do trabalho”. Um “Nó hidrográfico” tem de conectar obrigatoriamente com, pelo menos, um “Curso de água - eixo”, isto é essencial para manter a continuidade e a precisão das redes hidrográficas em modelos hidrológicos.

- **RE4.11: Hierarquia dos nós hidrográficos**

Aborda que a organização e a classificação dos nós hidrográficos, deve refletir a hierarquia natural dos sistemas de drenagem que são vitais para a modelação hidrológica e para a gestão das águas. Quando um “Curso de água - eixo” interseja outro e, simultaneamente, observa-se uma alteração de atributos, desta forma, o “Nó hidrográfico” assume o valor “Junção”. Apenas é inserido um nó que assume o valor “Junção” prevalecendo este sobre o valor “Pseudo-nó”.

- **RE4.14: Comprimento mínimo do curso de água**

Esta regra define que o curso de água é materializado, caso o seu comprimento mínimo desde a sua origem seja igual ou superior a 20 m para o NdD1, desta forma o curso de água é representado em modelos e mapas geográficos. A fixação de um comprimento mínimo garante que apenas os cursos de água com importância significativa para o sistema hidrográfico e para a gestão de recursos hídricos sejam incluídos, evitando a representação desnecessária de pequenos fluxos que poderiam sobrecarregar o mapa.

- **RE5.1.1: Caracterização das áreas da infraestrutura de transporte aéreo**

Cada área ou eventualmente um conjunto de áreas que caracterizam uma “Área da infraestrutura de transporte aéreo” relacionam-se implicitamente com um ponto (representado no interior de uma das áreas, se possível) que corresponde a uma “Infraestrutura de transporte aéreo”.

- **RE5.1.2: Representação de um aeródromo, heliporto, aeródromo com heliporto ou local de aterragem**

Define a representação para um aeródromo, heliporto, aeródromo com heliporto ou local de aterragem é sempre materializado pela “Área da infraestrutura” que limita a respetiva “Área de pista” (Figura 40).

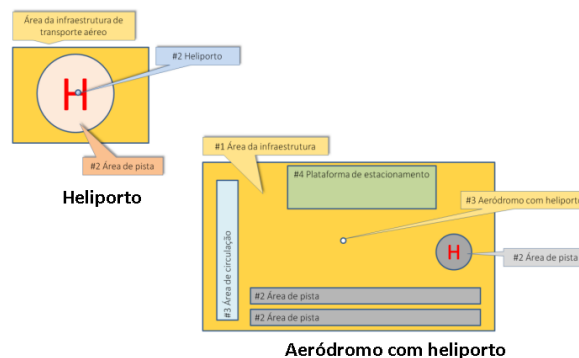


Figura 40: Representação de “Heliporto” (DGT,2024)

- **RE5.5.1: Traçado do eixo da faixa de rodagem e dos limites da via rodoviária**

Especifica como o eixo central e os limites das faixas de rodagem devem ser representados. Esta regra é essencial para a precisão na representação das vias de trânsito. O “Segmento da via rodoviária” (eixo da faixa de rodagem da via rodoviária) é recolhido de acordo com as regras estabelecidas nos requisitos da representação dos eixos constantes de “Eixos e conetividade” (Figura 41).

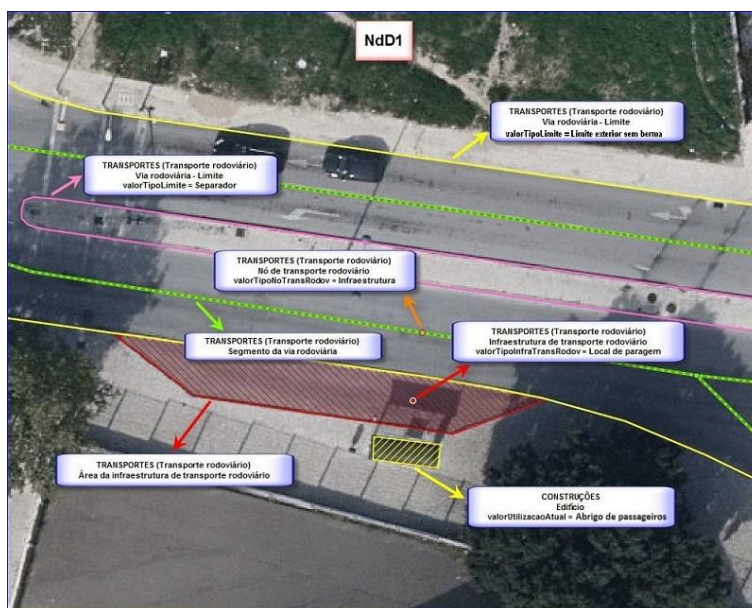


Figura 41: Representação “Segmento da via rodoviária” e “Via rodoviária – Limite” (DGT, 2024)

A representação dos limites de uma via rodoviária resulta da aplicação dos critérios: NdD1: a “Via rodoviária - limite” é representada se a largura da via rodoviária for igual ou superior a 1 m.

- **RE5.5.2: Interrupção da via rodoviária**

Esta regra orienta sobre como as interrupções nas vias rodoviárias devem ser representadas. O “Segmento da via rodoviária” é interrompido quando: existe uma interceção com outro “Segmento da via rodoviária”; há uma alteração do valor de qualquer um dos atributos que caracteriza o “Segmento da via rodoviária”; esta se encontra intercetada com um “Segmento da via-férrea” e que seja efetivamente uma “Passagem de nível” (valorTipoNoTransRodov e valorTipoNoTransFerrov) em estado “Funcional” (valorEstadoLinhaFerreia), ou uma interceção com um “Segmento da via-férrea” (“Passagem de nível”); existe um “Nó de transporte rodoviário” correspondente à existência de uma “Infraestrutura de transporte rodoviário” e no caso de haver uma mudança do(s) nome(s) da(s) via(s) rodoviária(s).

- **RE5.5.3: Conexão entre segmentos e nós da via rodoviária**

Especifica como os segmentos das vias rodoviárias se devem conectar aos nós, assegurando uma representação contínua e funcional das redes de transporte. Esta regra é fundamental para a modelação de tráfego e para a análise de conectividade das redes rodoviárias. Cada “Segmento da via rodoviária” deve obrigatoriamente ligar-se a dois objetos denominados “Nó de transporte rodoviário”. Para assegurar que esta regra seja cumprida, especialmente quando um “Segmento da via rodoviária” termina devido ao limite da “área de trabalho”, deve ser adicionado um “Nó Limite do trabalho”. Por sua vez, cada “Nó de transporte rodoviário” deve, no mínimo, estar conectado a um “Segmento da via rodoviária”.

- **RE5.5.4: Nós terminais da via rodoviária**

Define como representar os nós terminais em vias rodoviárias. Quando um “Segmento da via rodoviária” tem o seu término numa “Infraestrutura de transporte rodoviário”, é inserido um “Nó de transporte rodoviário” que é equivalente ao fim da via e um outro “Nó de transporte rodoviário” correspondente à infraestrutura. Os nós são colocados nas mesmas coordenadas no “Segmento da via rodoviária”.

- **RE5.5.5: Hierarquia dos nós da via rodoviária**

Estabelece a classificação dos nós rodoviários tendo em a sua importância e função no sistema viário. Quando um “Segmento da via rodoviária” interseja outro e, simultaneamente, observa-se uma alteração de atributos, o “Nó de transporte rodoviário” assume o valor “Junção” (valorTipoNoTransRodov). Apenas é colocado um nó que assume o valor “Junção” (valorTipoNoTransRodov) prevalecendo este sobre o valor “Pseudo-nó” (valorTipoNoTransRodov).

- **RE5.5.7: Caracterização das áreas da infraestrutura de transporte rodoviário**

Esta regra especifica a forma como as áreas relacionadas com a infraestrutura rodoviária, como estacionamentos, áreas de serviço e terminais, devem ser representadas e caracterizadas. Qualquer área, ou mesmo um conjunto de áreas, que defina uma “Área da infraestrutura de transporte rodoviário” está associada a um ponto. Este ponto, idealmente localizado dentro de uma dessas áreas, representa uma “Infraestrutura de transporte rodoviário”.

- **RE5.5.8: Representação da infraestrutura de transporte rodoviário**

Define critérios para a representação detalhada da “área da infraestrutura de transporte rodoviário”, se esta não possuir dimensões para ser representada (RG2) a “Infraestrutura de transporte rodoviário” é sempre representada através de um ponto no centro do objeto a que diz respeito.

- **RE5.5.9: Nó da infraestrutura rodoviária**

Segundo a DGT, cada “Infraestrutura de transporte rodoviário” tem obrigatoriamente associada pelo menos um “Nó de transporte rodoviário” do tipo “Infraestrutura” (valorTipoNoTransRodov). Um “Nó de transporte rodoviário” do tipo “Infraestrutura” (valorTipoNoTransRodov) pode ter associada uma ou mais “Infraestrutura de transporte rodoviário” (desde que estas infraestruturas sejam próximas e definam a mesma tipologia). O nó é colocado no “Segmento da via rodoviária” em conformidade com a topologia implícita e no ponto mais próximo da “Infraestrutura de transporte rodoviário”.

- **RE5.5.10: Áreas reservadas para estacionamento**

Estabelece as diretrizes para representar áreas definidas para estacionamento, que são essenciais para o planejamento rodoviário e para a gestão dos espaços públicos. As áreas destinadas a “Parqueamento” e “Parque de estacionamento” não são representadas na “Área de repouso”, “Área de serviço” e “Posto de abastecimento de combustíveis”.

- **RE5.5.11: Atribuição do código da via rodoviária**

Esta regra define de que forma é que as vias rodoviárias devem ser codificadas. O código da via rodoviária do “Segmento da via rodoviária” e da “Via rodoviária – Limite” é o que consta no catálogo das vias rodoviárias.

No caso de uma via rodoviária não constar no catálogo, é-lhe atribuído o código ‘996’ (codigoViaRodov), quando a via corresponde a uma estrada europeia, autoestrada, itinerário principal, itinerário complementar, estrada nacional, estrada regional, estrada municipal, caminho municipal, estrada florestal, caminho florestal ou ciclovia (Catálogo das vias rodoviárias - Parte 1). Por sua vez, o código ‘997’ é preenchido quando a via corresponde a uma via rodoviária num arruamento (Catálogo das vias rodoviárias - Parte 2) e, em outras circunstâncias, se as vias rodoviárias não possuem uma designação, este campo permanecerá nulo.

- **RE5.5.12: Atribuição do nome e dos restantes atributos da via rodoviária**

As vias que não constam nos catálogos existentes e que necessitam de ser designadas com os códigos ‘996’ ou ‘997’ devem ser incluídas na tabela “Via rodoviária”. É essencial que todos os atributos dessa tabela sejam completados seguindo o mesmo formato dos valores apresentados nos catálogos disponíveis. Para além disso, deve-se estabelecer uma conexão adequada com o correspondente “Segmento da via rodoviária”.

- **RE6.1: Construção linear muro, muro de vedação ou vedação**

Aborda como se deve representar uma “Construção linear”, como muros e vedações, que são contíguas a outras estruturas. No caso do NdD1 todos os muros, muros de vedação ou vedações independentemente do seu comprimento ou altura devem ser representados.

- **RE6.2: Coincidência entre muro, muro de vedação e vedação**

Se dois ou mais elementos, como muros ou vedações, forem adjacentes, coincidentes ou muito próximos uns dos outros, deve-se representar apenas o elemento que tiver a maior altura.

- **RE6.3: Largura da construção linear e poligonal**

Detalha a representação no NdD1 de construções lineares. Estas devem ter os seus limites representados, através de um polígono, no objeto “Construção poligonal”, com o valor ‘Limite da construção linear’ caso a sua largura for igual ou superior a 1 m.

- **RE6.4: Vedações delimitadoras**

Esta regra aborda a representação de vedações. As vedações são recolhidas quando: desempenham funções de segurança, delimitam propriedades ou outras funções significativas, devendo apenas ser consideradas as vedações que tenham carácter permanente.

- **RE6.6: Representação do edifício**

Detalha critérios para a representação do “Edifício” segundo os critérios do NdD1, quando o espaço de implantação por um edifício for igual ou superior a 4 m<sup>2</sup>, este é representado como geometria poligonal. Por outro lado, se a área de implantação do edifício for menor que 4 m<sup>2</sup> e este se encontrar isolado, deverá ser representado como um ponto, exceto quando for utilizado para fins residenciais ou relacionados à residência, identificados com os valores ‘1.1 Residencial’ ou ‘1.2 Associado à residência’, respetivamente. Adicionalmente, se um “Edifício” com menos de 4 m<sup>2</sup> estiver adjacente a outros edifícios semelhantes, todos representados por polígonos, será simplificado para a representação do edifício adjacente de maior área. Se nenhuma dessas condições for aplicável, o “Edifício” não é representado.

- **RE6.7: Representação da árvore**

Esta regra orienta sobre a representação de árvores individuais ou grupos de árvores. Caso o ponto de interesse seja identificado como uma “Árvore” (valorTipoPontoInteresse), a sua representação segue o critério específico NdD1: utiliza-se um ponto para representar a árvore se esta tiver um diâmetro de copa de no mínimo 4 m ou uma altura de pelo menos 8 m.

- **RE6.9: Generalização da construção linear junto a edifícios**

Esta regra aborda como generalizar as representações de construções lineares, como muros ou vedações, que estão próximas a edifícios. A construção linear que se encontra próxima a um edifício deve ser representada de forma contínua, mesmo quando o edifício é desenhado apenas como um ponto, para assegurar a continuidade visual e estrutural da construção linear.

- **RE6.10: Representação do Edifício (Construção Precária)**

Define como representar edifícios que são considerados construções precárias ou temporárias. O edifício que se qualifica como uma 'Construção precária' conforme categorizado pelo (valorFormaEdificio), incluindo caravanas fixas ou móveis com rodas e tendas permanentes, não é representado em áreas de parques de campismo.

### III.4.3 Parâmetros de qualidade dos dados

Relativamente aos parâmetros de qualidade da cartografia topográfica, é importante ter em conta os seguintes elementos de qualidade como: a completude, a consistência e a exatidão. Estes elementos são avaliados com base em critérios e indicadores, aos quais estão associadas tolerâncias. Estas tolerâncias definem o número máximo de não conformidades aceitáveis sem comprometer a qualidade geral dos dados. Estes elementos e parâmetros são baseados na ISO 19157:2013 - Geographic information – Data quality e nas especificações INSPIRE (DGT, 2024).

ELEMENTO DE QUALIDADE	DESCRIÇÃO	SUBELEMENTO DE QUALIDADE
Completude (1)	Relação entre os dados (base de dados) e o mundo real.	Comissão (1.1)
		Omissão (1.2)
Consistência (2)	Concordância dos dados com as regras do modelo.	Consistência concetual (2.1)
		Consistência de domínio (2.2)
		Consistência dos formatos (2.3)
		Consistência topológica (2.4)
Exatidão (3)	Rigor posicional e temático dos dados.	Exatidão posicional absoluta (3.1)
		Exatidão posicional relativa (3.2)
		Exatidão temática (3.3)

Figura 42: Elementos e subelementos de qualidade dos dados da Cartografia Topográfica (DGT,2024)

A completude é a relação entre os dados (BD) e o mundo real e está subdividida por comissão e omissão.

- **PQ 1.1: Comissão**

A comissão interpreta o excesso de informação presente na BD em relação às entidades reais existentes e avalia-os com base no parâmetro comissão de objetos sendo permitida uma comissão até 5% que é a unidade de medida.

- **PQ 1.2.1: Omissão**

A omissão representa a falta de dados na BD quando comparada com as entidades presentes no mundo real e é avaliada com base no parâmetro omissão de objetos sendo permitido uma omissão até 5%.

- **PQ 1.2.2: Omissão de pontos no MDT**

Avalia a inexistência de informação no MDT, não sendo permitido qualquer omissão ou seja 0% de omissões.

Já a consistência é avaliada com base na consistência conceptual, consistência de domínio, consistência dos formatos e consistência topológica.

- **PQ 2.1.1: Conformidade dos dados**

A consistência conceptual representa o nível de coerência dos dados em relação às regras estabelecidas no modelo conceptual, e este parâmetro será avaliado através de um conjunto de indicadores que analisam a conformidade dos dados com o modelo conceptual, bem como a quantidade de objetos e atributos que não cumprem as regras estabelecidas na ET.

A avaliação da conformidade dos objetos ao modelo conceptual é medida por número de inconformidades, tendo a tolerância de 0 (zero).

- **PQ 2.2.1: Consistência do domínio dos objetos**

A consistência do domínio reflete o nível de conformidade dos dados com os intervalos de valores estabelecidos nas especificações, sendo avaliada pelo número de objetos não conformes com os respectivos domínios de valores, a tolerância para número de inconformidades é de 0.

- **PQ 2.2.2: Consistência do domínio do MDT**

Avalia os pontos da grelha que estão fora da “Área de trabalho” e não apresentam o valor de cota “-999”, a tolerância para o número de pontos para este parâmetro é 0 (zero).

- **PQ 2.3.1: Consistência do formato dos dados**

A consistência dos formatos reflete o nível de conformidade do método de armazenamento dos dados em relação ao estabelecido nas especificações, sendo avaliado pelo número de dados armazenados em conflito com a estrutura física definida, a tolerância para o número de inconsistências é de 0.

- **PQ 2.4.1: Consistência topológica dos objetos**

A consistência topológica representa o nível de precisão das características topológicas dos objetos descritas no modelo de dados e é avaliada pela existência de erros topológicos nos dados, a tolerância para o número de erros é de 0.

- **PQ 2.4.1: Conectividade entre nós e segmentos**

Avalia a presença de erros topológicos nos dados como: “Nó de transporte rodoviário” e “Segmento da via rodoviária”, “Nó hidrográfico” e “Curso de água”, “Nó de transporte ferroviário” e “Segmento da via-férrea”, sendo a tolerância para o número de erros 0 (zero).

A exatidão para NdD1 é avaliada com base na exatidão posicional absoluta, exatidão posicional relativa e exatidão temática.

Para o parâmetro de qualidade da exatidão posicional absoluta é usado o Erro Médio Quadrático (EMQ) ou em inglês: *Root Mean Square* (RMS), medida estatística que mede a qualidade de observações e que, aplicada às presentes normas e especificações é determinada, para o caso planimétrico, pela fórmula:

$$EMQ_{MP} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((M_{iT} - M_{iC})^2 + (P_{iT} - P_{iC})^2)}{n}}$$

em que:

*n*: número de pontos da amostra;

$M_{iT}, P_{iT}$ : coordenadas planimétricas exatas do ponto  $i$ ;

$M_{iC}, P_{iC}$ : coordenadas planimétricas do ponto  $i$  medidas na representação dos objetos;

e, para o caso altimétrico, pela fórmula:

$$EMQ_Z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_{iT} - Z_{iC})^2}{n}}$$

em que:

$n$ : número de pontos da amostra;

$Z_{iT}$ : coordenada altimétrica exata do ponto  $i$ ;

$Z_{iC}$ : coordenada altimétrica do ponto  $i$  medidas na representação dos objetos.

- **PQ 3.1.1: Exatidão posicional absoluta dos dados**

A exatidão posicional absoluta reflete o grau de proximidade entre as coordenadas dos dados e as coordenadas das entidades reais, conforme determinado por métodos de posicionamento. A sua avaliação é feita com base no Erro Médio Quadrático (EMQ) dos objetos que possuem geometria.

O EMQ deve apresentar valores iguais ou inferiores a:

Exatidão posicional planimétrica = 0,30 m;

Exatidão posicional altimétrica = 0,40 m.

90% dos pontos avaliados devem apresentar valores iguais ou inferiores a:

Planimetria = 0,45 m;

Altimetria = 0,65 m.

- **PQ 3.1.2: Exatidão posicional absoluta do MDT**

Avalia a exatidão absoluta do modelo digital do terreno.

O EMQ das cotas dos pontos da grelha do MDT deve assumir valores iguais ou melhores para a resolução tal como para a tolerância:

Resolução espacial = 2 m;

Exatidão posicional altimétrica = 0,45 m.

90% dos pontos avaliados devem apresentar valores iguais ou inferiores a:

Altimetria = 0,75 m.

- **PQ 3.2.1: Exatidão posicional das interseções tridimensionais**

A exatidão posicional relativa representa o grau de exatidão na posição entre diferentes objetos e é avaliada com base no rigor das interseções entre objetos tridimensionais, neste caso os temas: “Altimetria”, “Hidrografia” e “Transportes”.

A tolerância para o número de interseções inconsistentes é de 0 (zero).

- **PQ 3.3.1: Exatidão temática**

A exatidão temática reflete a exatidão na classificação dos dados e é avaliada com base no rigor da classificação dos objetos. A percentagem de valores incorretos admissíveis é de 5%.

#### **III.4.4 Dados vetoriais**

##### **III.4.4.1 Aplicações de validação da informação geográfica**

Para realizar o controlo de qualidade, a DGT disponibiliza um *plugin* intitulado de “recart”, e a sua última *release* é de V1.5 de 16 de fevereiro de 2023, para o *software* QGIS, que se encontra na plataforma Github<sup>7</sup>. Através do menu do QGIS, acedemos a “*Plugins*” e foi selecionado o “*Manager and Install Plugins*”, e de seguida, foi selecionado o “*Install from ZIP*”, tendo escolhido o ficheiro “recartDGT.zip”, que tinha sido descarregado, anteriormente, do Github. Por último, clicar no “*Install Plugin*” e vai aparecer um novo menu com o nome “recartDGT” dentro da aba “*Plugins*”. Este para além de validar os temas da cartografia, também permite exportar a cartografia para outros formatos, bem como importar as cartografias multiconfidenciadas para dentro de uma base de dados CartTop previamente criada.

---

<sup>7</sup> [Plataforma GitHub DGT RECART](#)

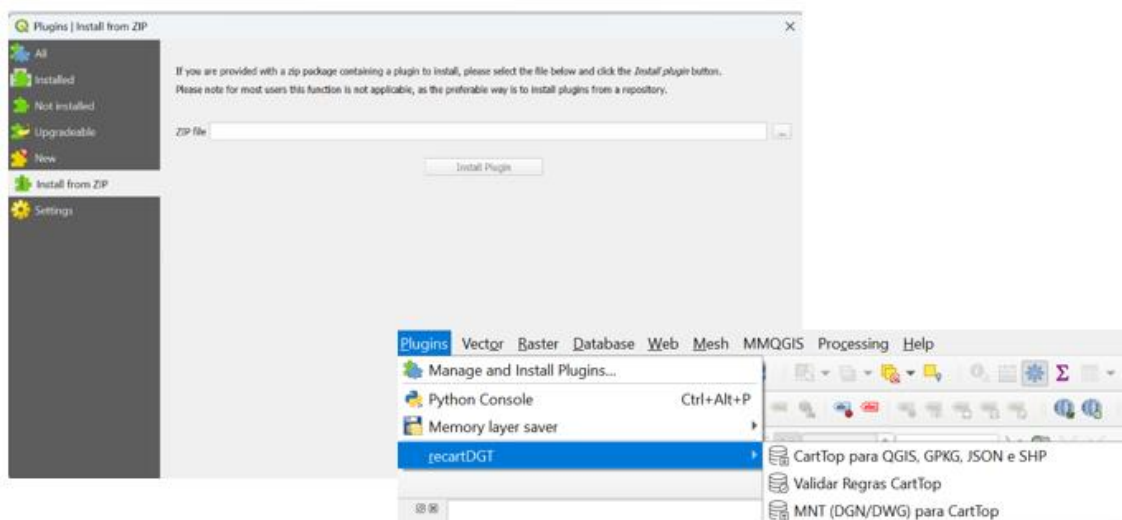


Figura 43: Instalação Plugin recartDGT

Como o objetivo deste trabalho é validar as regras CartTop para ser possível submeter a cartografia para homologação, quando se seleciona essa opção abre-se uma nova janela.

Depois passou-se à configuração de todos os campos para validar a cartografia, foi necessário inserir um nome, neste caso foi “Aerodromo Santa Cruz”.

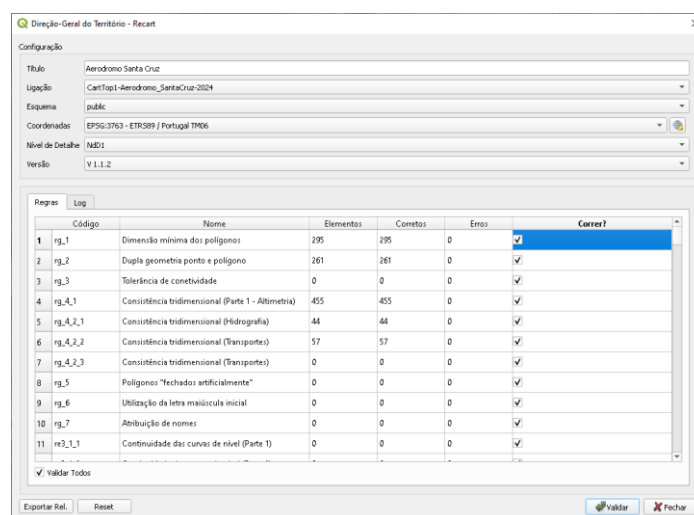


Figura 44: Validação com aplicação recartDGT

De seguida, a ligação é a conexão à BD na qual está armazenada a informação da cartografia; o esquema tem de apontar para “Public”; as coordenadas são ETRS89 / Portugal TM06; o nível de detalhe é o Ndd1 e a última versão é a v1.1.2. Infelizmente, não foi possível validar a cartografia por este meio, uma vez que a versão da BD, em vigor, é v2.0.2. Isto deve-se à falta de atualização do plugin ou à não conformidade com o modelo de dados.



No QGIS, através do “identificador”, é possível fazer uma *query* para seleccionar o objeto que está a acusar o erro, com a ferramenta “*Select by expression*” com a expressão “identificador” = ‘e3ab8f1c-d2b5-11ef-bf54-9fc278f7b129’, de seguida clicar em “*select features*” e “*zoom to features*”, onde foi analisado o erro em questão.

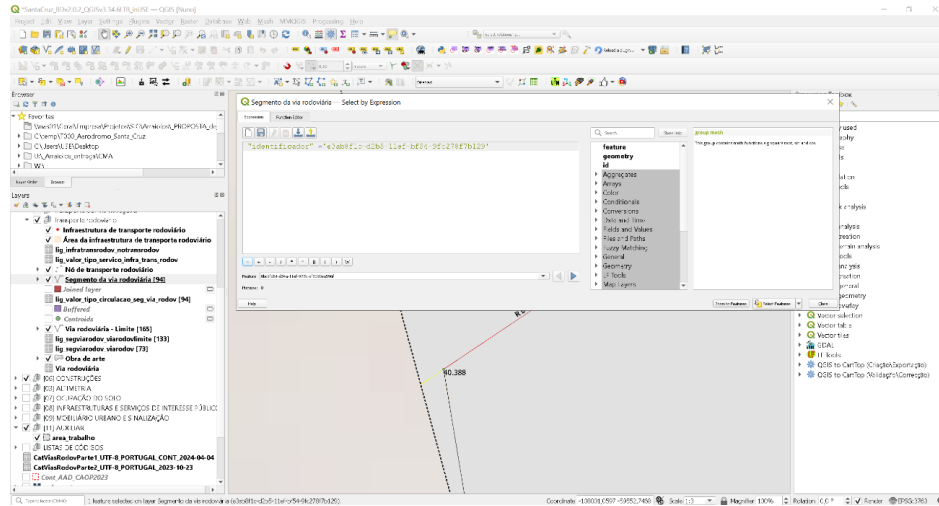


Figura 46: Visualização do falso erro executado anteriormente, no software QGIS

### III.4.4.2 Consistência

A consistência conceptual corresponde ao grau de coerência dos dados com as regras definidas no modelo conceptual.

O método de avaliação utilizado consistiu em criar quatro *backups* (dois com a estrutura do modelo de dados e outros dois com os dados) da BD v2.0.2 (Padrão) e da BD v2.0.2 (Produção), com tabelas que contêm todos os elementos estruturais e as listas de códigos.

Com o *software* WinMerge foram comparados os quatro *backups*, no qual se analisaram as diferenças entre a estrutura do modelo de dados e as listas de códigos. Desta forma, confirmou-se que estes estão conforme a versão 2.0.2.

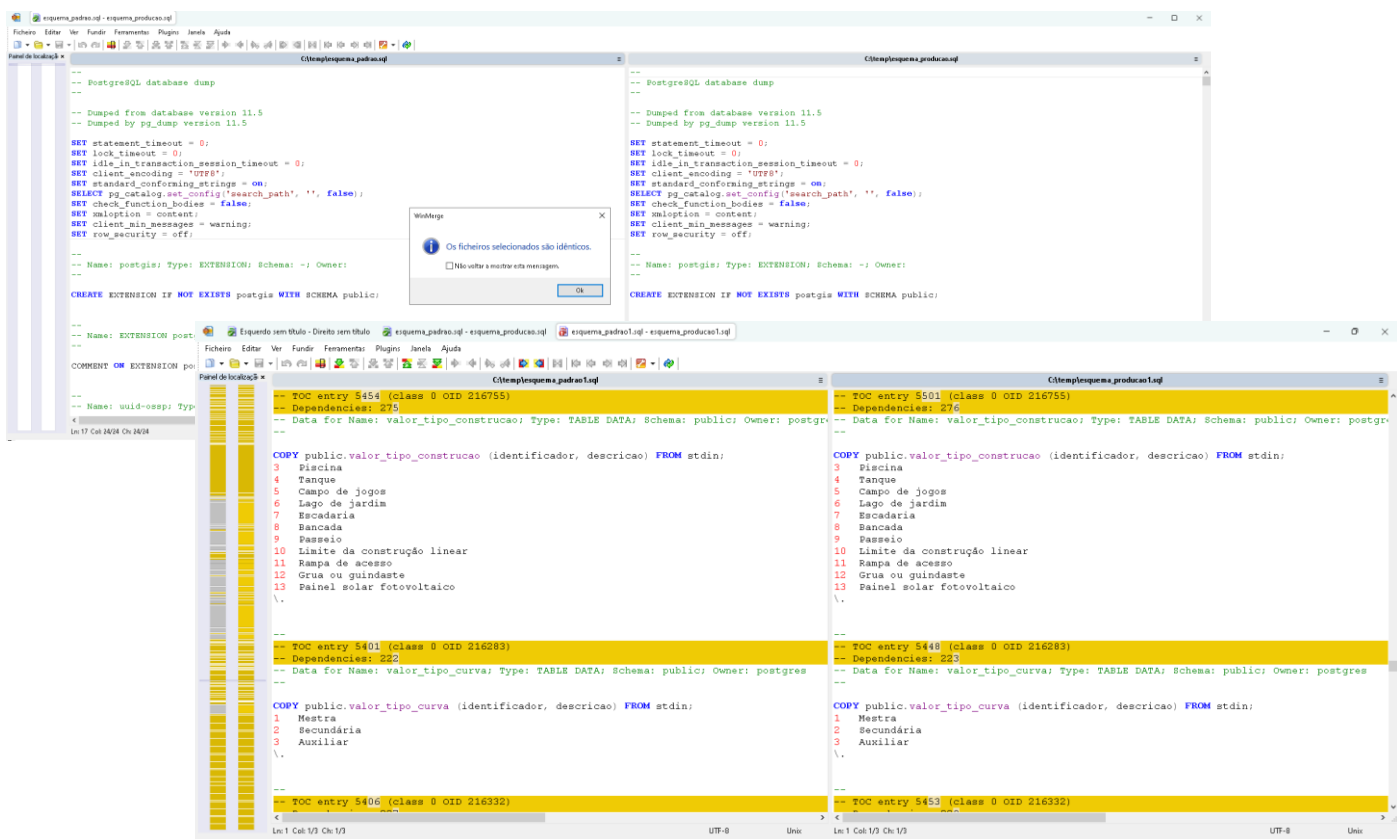


Figura 47: Visualização da comparação das bases de dados, no software WinMerge

A consistência de domínio avalia os códigos dos valores dos atributos, já a consistência dos formatos traduz o grau de coerência do formato de armazenamento dos dados com o definido nas especificações. Após análise de comparação (Figura 47), verificou-se a não existência de valores errados e de formato no modelo de dados.

A consistência topológica consiste no grau de correção das características topológicas dos objetos explicitadas no modelo de dados, sem tolerâncias a erros. Medida à custa dos seguintes indicadores (Figura 48).

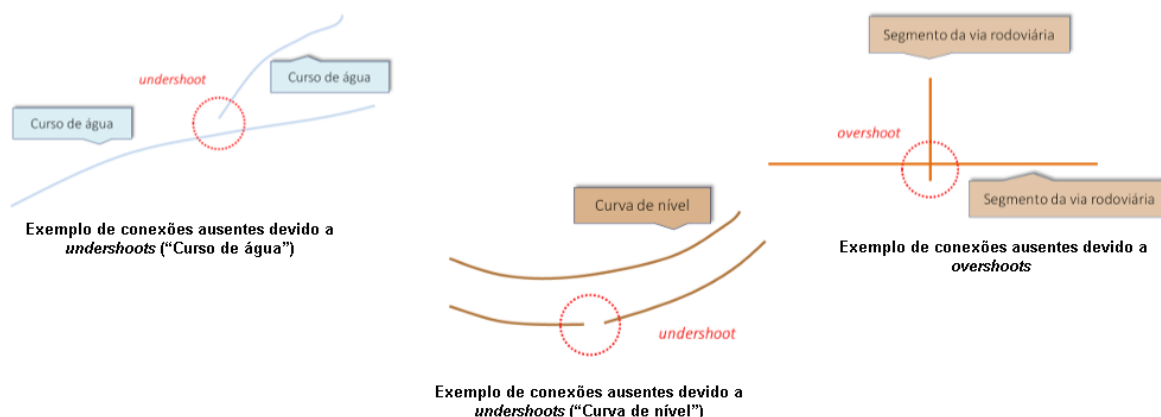


Figura 48: Exemplo de tipos de erros topológicos, (DGT, 2024)

Na validação da informação 3D, a DGT disponibiliza um conjunto de *scripts* “info3D”, cujo objetivo é avaliar a coerência dos objetos tridimensionais tendo como referência as curvas de nível, ou seja, os vértices dos objetos devem ter a cota entre as curvas de nível inferior e superior, na posição geográfica onde se encontram (adaptado de DGT, 2023).

Este processo torna-se muito demorado pela análise dos erros - falsos positivos, ou seja, os triângulos da TIN fazem plataformas, a cota máxima e a cota mínima dos vértices do triângulo pertencem à mesma curva de nível, os triângulos cruzam uma curva de nível dando nesses casos falsos erros.

De forma a melhorar esse processo, foi desenvolvido um *Model Designer* no QGIS (Figura 50) para evitar esses falsos positivos, onde se diferencia por usar polígonos gerados com base nas curvas de nível em vez de usar a TIN. Tendo em conta os dois processos, com a TIN e com o *Model Designer*, constata-se que com o segundo processo existem menos falsos positivos a investigar, como é possível observar na Figura 49.

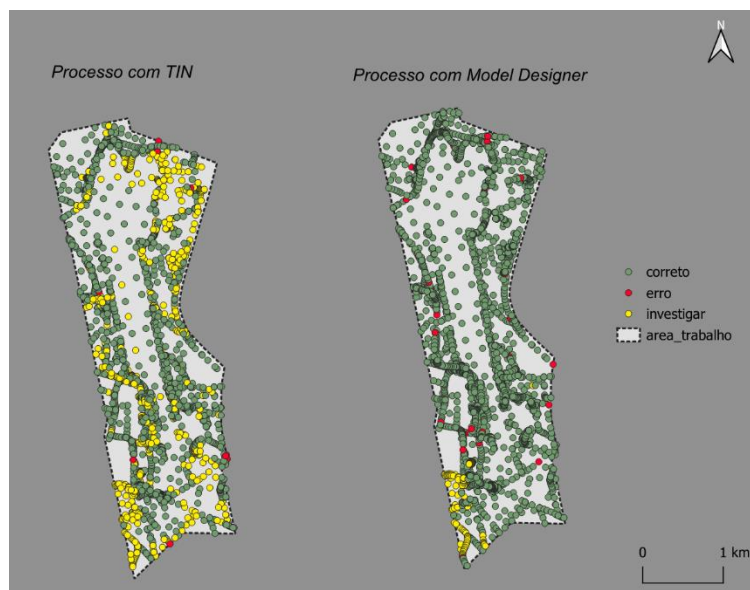


Figura 49: Visualização dos resultados dos dois processos no software QGIS

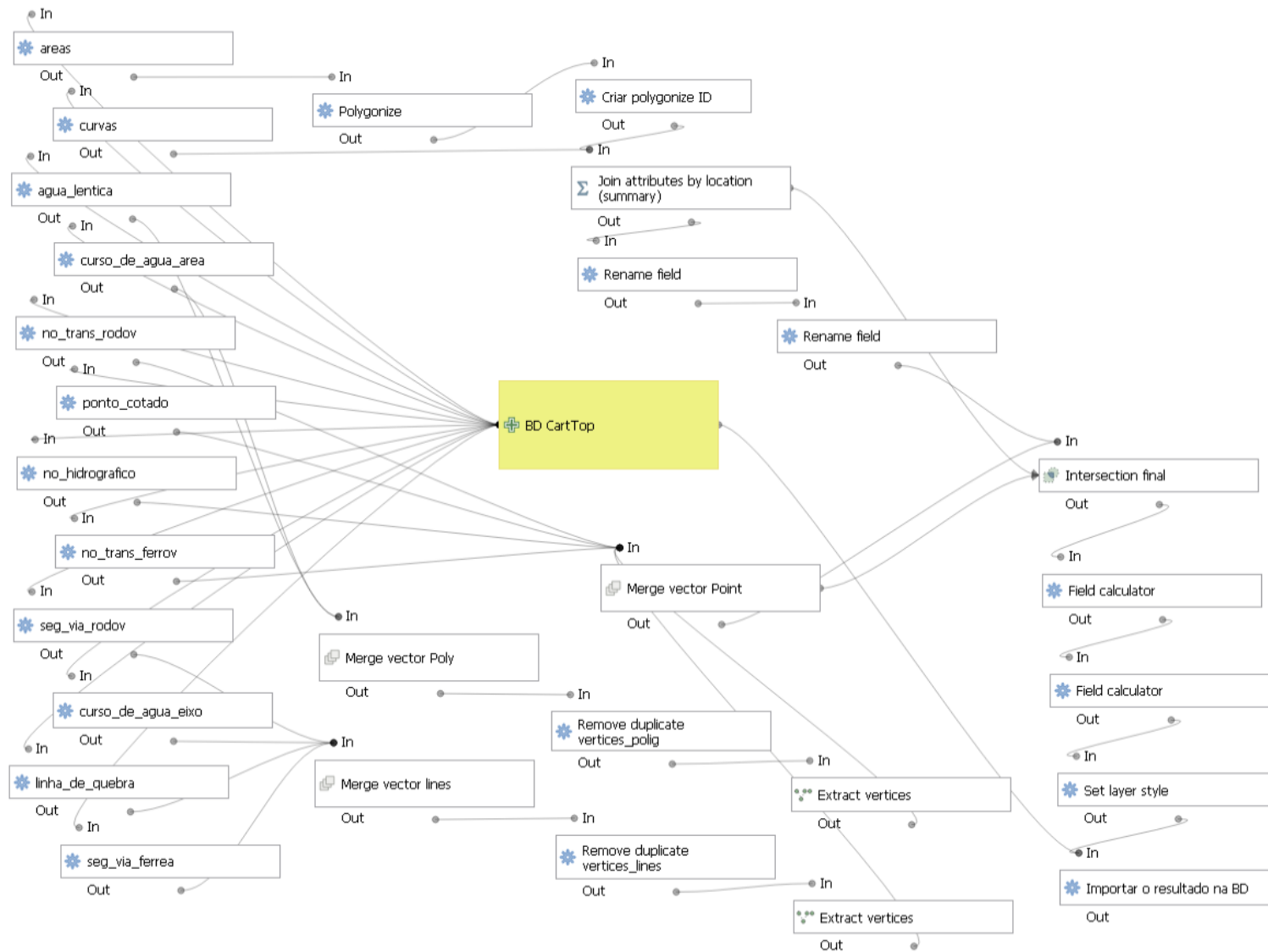


Figura 50: Visualização do Model Designer no software QGIS

A avaliação da consistência temática face aos resultados obtidos considera-se que a cartografia cumpre as especificações em completude e exatidão temática.

Tabela 7: Avaliação da consistência temática.

TEMA	% ERRO Omissão	% ERRO Comissão	% ERRO Classificação	% ERRO Geometria	% ERRO Posição
Altimetria	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Auxiliar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Construções	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hidrografia	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Infraestruturas e serviços de interesse público	0,15%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ocupação do solo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Toponímia	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Transportes	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Unidades administrativas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

#### III.4.4.3 Controlo da completude: omissão e comissão

A avaliação da completude foca-se na avaliação dos subelementos de qualidade: comissão e omissão. Neste estudo de caso, foram controlados todos os temas no terreno para a área de estudo.

Tabela 8: Avaliação da completude

	Toponímia	Altimetria	Hidrografia	Transportes	Construções	Ocupação do solo	Infraestruturas e serviços de interesse público	Mobiliário urbano e sinalização	Ortofotos	Auxiliar
Elementos BD CartTop	4	593	80	341	882	NA	139	NA	NA	1
Completude	Comissão	-	-	-	-	NA	-	NA	NA	-
	Omissão	-	-	-	-	NA	3	NA	NA	-
Total	4	593	80	341	882	NA	142	NA	NA	1

Deste modo, foi possível determinar o erro de omissão dos elementos analisados na cartografia através da seguinte fórmula:

$$\frac{3}{2039} \times 100 \approx 0.15\%$$

Foi obtido um valor que está dentro da tolerância inferior a 5%, logo é aceitável, mas que pode ser explicado por vários fatores. Entre eles, destacam-se a reduzida dimensão de alguns elementos, que em certos casos os torna impercetíveis, podendo ser omissos. Por

exemplo, com os postes de comunicações ou elétricos. Além disso, pode existir um erro do operador por falta de interpretação, o que pode resultar na omissão de elementos durante a restituição/edição. Outro fator relevante é a sobreposição com outros elementos presentes no terreno, como árvores e construções (Figura 51).



Figura 51: Exemplos das omissões identificadas de infraestruturas na completarem

Relativamente ao erro de excesso, não foram detetadas comissões, respeitando assim o ponto PQ 1.1: Comissão.

É importante salientar que, no entanto, foi necessário realizar uma completagem de campo para garantir uma completude rigorosa da correspondência entre os objetos da BD CartTop e a sua presença no mundo real, no caso dos postes, onde se detetaram as omissões estes foram levantados com recurso a GPS.

Para a completude dos atributos, foram executados dois *scripts* para o `perc_edificio_sem_utilizacao_atual.sql`, que tem o valor de referência máximo de 5%, obtendo um valor 1.31%, estando, assim, dentro da tolerância. No caso do `perc_edificio_sem_nome.sql`, este código tem que ser adaptado e considerar o objeto “numero\_policia” que foi introduzido na versão 2.0.2 do modelo CartTop.

#### III.4.4.4 Controlo da exatidão posicional planimétrica

A exatidão posicional é avaliada com base no EMQ, uma medida estatística utilizada para determinar a qualidade das observações (Anexo 3). No caso do processamento

planimétrico, obtiveram-se os seguintes erros nos pontos de controlo (GPS) levantados em campo (Tabela 9):

Tabela 9: Visualização do controlo da exatidão posicional planimétrica

Nº Pontos	X (m) - GPS	Y (m) - GPS	X (m) - Levantamento	Y (m) - Levantamento	Desvio de X (m)	Desvio de Y (m)	EMQ (m)
P1	-107856.4	-59212.05	-107856.385	-59212.039	-0.015	-0.011	0.019
P2	-107801.654	-60237.063	-107801.66	-60237.059	0.006	-0.004	0.007
P3	-107749.252	-59572.636	-107749.266	-59572.67	0.014	0.034	0.037
P4	-107795.186	-60005.715	-107795.183	-60005.728	-0.003	0.013	0.013
P5	-107517.309	-60262.789	-107517.322	-60262.8	0.013	0.011	0.017
P6	-107663.927	-60405.221	-107663.958	-60405.25	0.031	0.029	0.042
P7	-107486.281	-60052.246	-107486.307	-60052.241	0.026	-0.005	0.026
P8	-107404.292	-60330.382	-107404.332	-60330.387	0.04	0.005	0.040
P9	-107377.966	-60649.748	-107377.964	-60649.72	-0.002	-0.028	0.028

Procedeu-se, em ambos os casos, ao cálculo do erro médio quadrático das coordenadas X e Y, bem como o erro exigido no Ndd1 (Tabela 10). Todas as distâncias são expressas em metros.

Tabela 10: Visualização do erro médio quadrático planimétrico

Fórmula para cálculo de erros planimétricos	EMQ X (m)	EMQ Y (m)	EMQ (m)
$EMQ_{MP} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((M_{iT} - M_{iC})^2 + (P_{iT} - P_{iC})^2)}{n}}$	0.023	0.019	0.03

Desta maneira, concluiu-se que o EMQ satisfaz os requisitos, apresentando um erro de 0,03 m, ou seja, 3 cm, bem como 90% dos pontos avaliados assumem um valor inferior ao Ndd1, como referido no ponto 4.4.3 (Parâmetros de Qualidade).

#### III.4.4.5 Controlo da exatidão posicional altimétrica

De seguida, aplicou-se um procedimento semelhante, mas com o objetivo de determinar os erros de cota entre os valores dos pontos de controlo (GPS) em campo e do levantamento (cartografia), obtendo-se os seguintes resultados observáveis na Tabela 11.

Tabela 11: Visualização do controle da exatidão posicional altimétrica

Nº Pontos	Z (m) - GPS	Z (m) - Levantamento	EMQ Z (m)
P1	36.551	36.554	0.003
P2	60.716	60.696	0.02
P3	42.747	42.734	0.013
P4	50.733	50.742	0.009
P5	59.657	59.656	0.001
P6	62.732	62.742	0.01
P7	52.605	52.607	0.002
P8	58.434	58.397	0.037
P9	58.058	58.039	0.019

Desta forma, foi possível calcular o EMQ da cota (Z) para ambos os processamentos, (Tabela 12). Todas as distâncias estão expressas em metros.

Tabela 12: Visualização do erro médio quadrático altimétrico

Erros Altimétricos	EMQ Z (m)
$EMQ_Z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_{iT} - Z_{iC})^2}{n}}$	0.11

O EMQ é bastante reduzido, com um valor de 11 cm. Deste modo, concluiu-se que a cota cumpre com a exatidão posicional altimétrica, com um resultado altimétrico preciso.

#### III.4.5 Modelo Digital de Terreno

A exatidão posicional é avaliada com base no EMQ, uma medida estatística utilizada para determinar a qualidade das observações. No caso do processamento altimétrico, obtiveram-se os seguintes erros (Tabela 13):

Tabela 13: Visualização do controle da exatidão posicional altimétrica do MDT

Nº Pontos	Z (m) - GPS	Z (m) - MDT	EMQ Z (m)
P1	36.551	36.491	0.06
P2	60.716	60.681	0.035
P3	42.747	42.721	0.026
P4	50.733	50,720	0.013
P5	59.657	59.664	0.007
P6	62.732	62,738	0.014
P7	52.605	52.615	0.01
P8	58.434	58.403	0.031
P9	58.058	58.024	0.034

Desta forma, foi possível calcular o EMQ da cota (Z) para ambos os processamentos, (Tabela 14). Todas as distâncias estão expressas em metros.

Tabela 14: Visualização do erro médio quadrático altimétrico do MDT

Erros Altimétricos	EMQ Z (m)
$EMQ_Z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_{iT} - Z_{iC})^2}{n}}$	0.16

O EMQ é bastante reduzido, com um valor de 16 cm. Deste modo, concluiu-se que o MDT cumpre com a exatidão posicional altimétrica, com um resultado altimétrico preciso.

Relativamente à consistência do domínio e da conformidade do formato do MDT, verifica-se na Figura 52 que o “Formato” é GeoTIFF, o “SampleFormat” é Float32 e “origem das coordenadas” em que os *pixels* têm coordenadas com valor par.

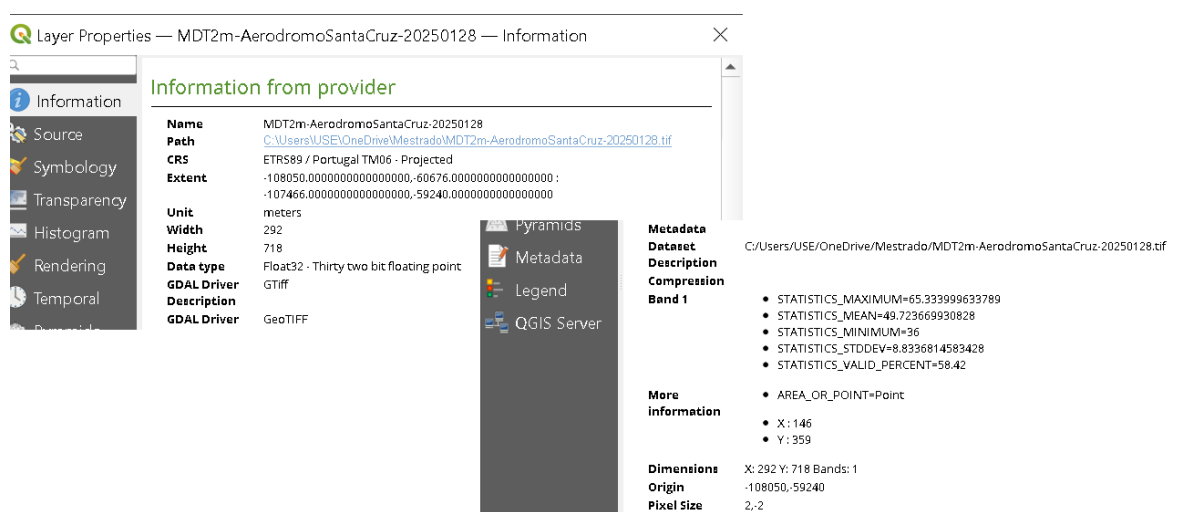


Figura 52: Visualização das propriedades do MDT, no software QGIS

### III.5 Workflow do estudo de caso (preparação da cartografia)

Para tornar o processo mais claro, foi concebido um fluxograma que visa simplificar e organizar todas as fases do processo de importação do levantamento topográfico.

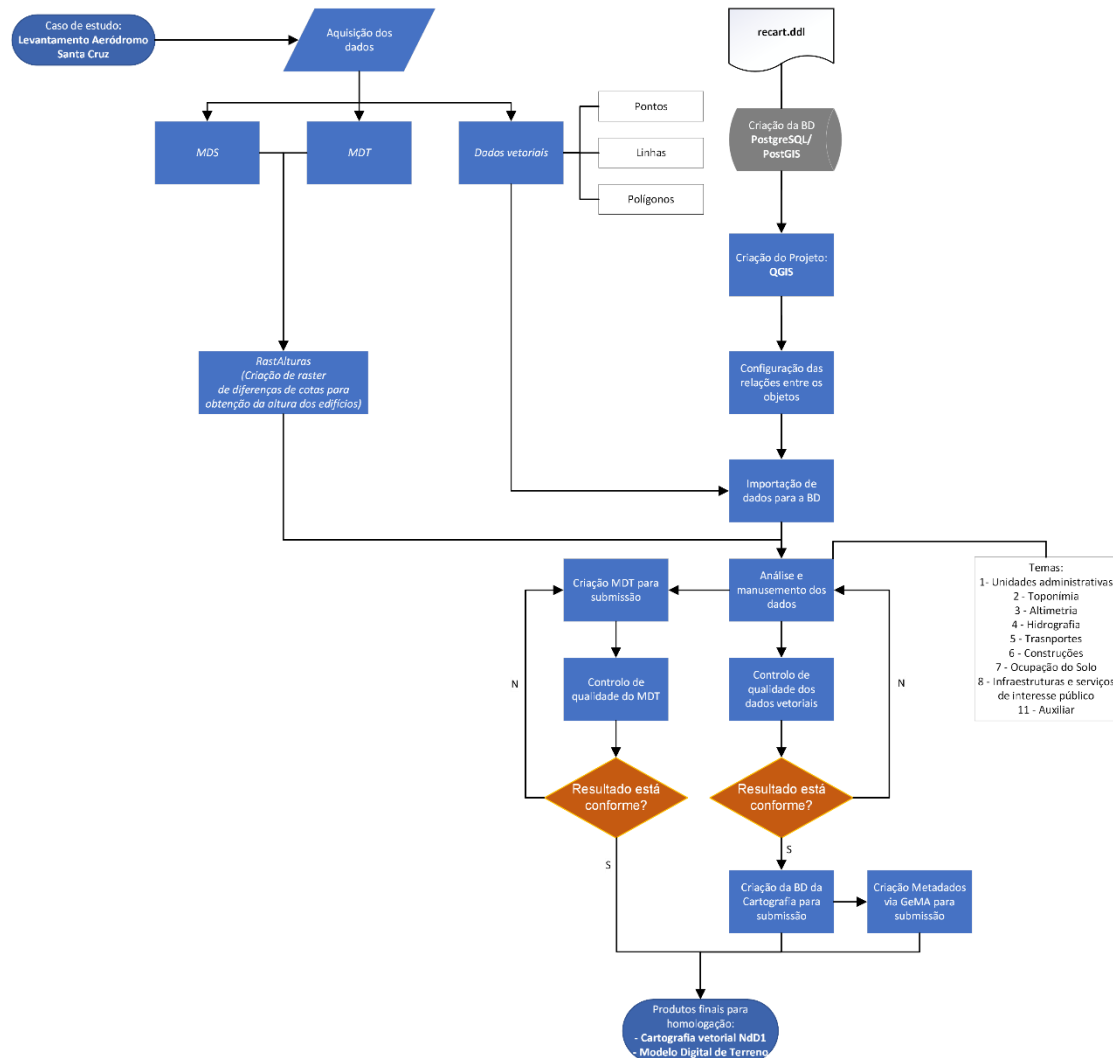


Figura 53: Workflow do Estudo de caso

Neste fluxograma, são apresentados de forma resumida as etapas efetuadas no decorrer do projeto: recolha de dados fornecidos pela empresa The USE Concept, passando pela criação da BD e pelo projeto QGIS em si, à análise e manuseamentos dos dados, ao controlo de qualidade até ao resultado final, que é a cartografia vetorial NdD1 do Aeródromo de Santa Cruz. Um fluxo de trabalho permite agilizar e tornar mais eficiente todo o processo, servindo como uma sequência lógica que facilita a rotina das tarefas e etapas envolvidas.

## III.6 Submissão da cartografia do projeto para homologação

### III.6.1 Formulário do Requerimento de homologação da cartografia

O preenchimento do requerimento é efetuado a partir da Plataforma de Homologação da DGT, no separador “Homologação”, através de “novo requerimento”, de seguida, surge um formulário com sete passos (Anexo 4).

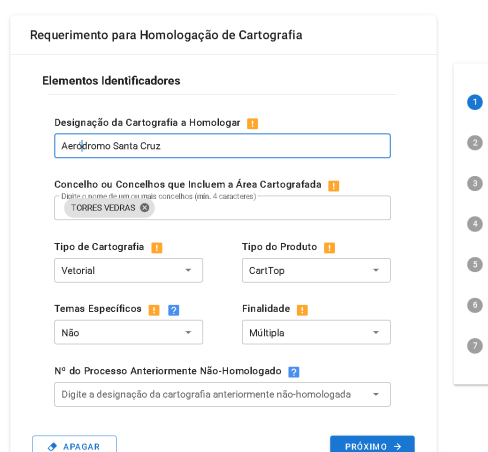


Figura 54: Formulário do Requerimento de homologação, (DGT, 2024)

Após terminar o preenchimento, é feito automaticamente o *download*, para o computador, do requerimento preenchido.

### III.6.2 Submissão de documentos

Todos estes documentos obrigatórios têm de ser assinados pelo produtor da cartografia, com exceção dos metadados, de modo a serem considerados válidos e submetidos na plataforma de homologação na secção documentos.

#### III.6.2.1 Requerimento de homologação

O requerimento suprarreferido é submetido na Plataforma de Homologação, e o caderno de encargos detalha todos os aspetos necessários para a realização do projeto, incluindo materiais a serem utilizados, métodos de trabalho, prazos de entrega, e condições de pagamento, entre outros. Este funciona como um guia que deve ser seguido pelos fornecedores ou prestadores de serviços, garantindo que o trabalho seja realizado conforme o planeado e com os padrões de qualidade exigidos.

### III.6.2.2 Metadados

Os metadados são elaborados através de ferramentas específicas para a edição de metadados. É obrigatório que estes sejam divulgados no Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) e estejam conformes com o Perfil Nacional de Metadados de Informação Geográfica (Perfil MIG), bem como com as diretrizes do documento sobre Alterações e Melhorias a realizar nos metadados dos Conjuntos de Dados Geográficos no contexto do novo GeoPortal do SNIG (v1.1). Este perfil é fundamentado nas normas ISO 19115 e ISO 19119 (uma extensão da ISO 19115 para Serviços de Dados Geográficos), bem como nos requisitos estabelecidos pela Diretiva INSPIRE.

Para criar o ficheiro de metadados, foi utilizada uma aplicação intitulada de Gestor de Metadados dos Açores (GeMA), o desenvolvimento desta aplicação surgiu da exigência de conceber um editor que cumprisse com as normativas estabelecidas pela Diretiva n.º 2007/2/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de março de 2007 (Diretiva Inspire).

Figura 55: Criação de metadados através do formulário, (GeMA, 2024)

O GeMA conta com um manual de utilização que permite compreender desde a instalação da aplicação ao preenchimento dos metadados. O ficheiro para ser submetido tem que seguir os seguintes critérios: formato em XML, e a nomenclatura do ficheiro deve identificar o trabalho e a data da última alteração, ex.: “Metadados\_CartTop1-AerodromoSantaCruz\_28012025.xml”.

### III.6.2.3 Proposta

Uma proposta é um documento ou apresentação que tem como objetivo sugerir uma ideia, plano ou projeto, detalhando a sua execução, benefícios e recursos necessários. Geralmente, é utilizada em contextos profissionais, acadêmicos ou comerciais para apresentar uma solução a um problema, uma oportunidade de negócio ou um novo método de trabalho.

A proposta deve incluir uma introdução ao contexto do trabalho/projeto que se pretende resolver, seguida de uma descrição detalhada da solução sugerida, incluindo etapas, recursos necessários e possíveis resultados. Também é essencial justificar a viabilidade do projeto, através da análise de custos, benefícios esperados e impacto potencial. Em alguns casos, é incluído um cronograma de execução.

É importante que a proposta seja clara, concisa e bem fundamentada, para convencer o destinatário da sua validade e urgência, incentivando-o a adotar a solução proposta.

### III.6.2.4 Relatório técnico

O relatório técnico é um documento formal que tem como objetivo descrever os vários processos na execução da cartografia topográfica vetorial com o Nível de detalhe 1 (NdD1), a homologar junto da DGT, conforme o Anexo 5. Geralmente, é estruturado de forma a apresentar informações sistemáticas para facilitar a compreensão e a avaliação dos dados. Desta forma, as principais características de um relatório técnico incluem:

**Objetividade:** O conteúdo deve ser apresentado de forma objetiva e precisa, evitando interpretações pessoais ou suposições não comprovadas.

**Estrutura:** Normalmente inclui títulos e sub-títulos claros, uma introdução ao tema, metodologia utilizada, resultados obtidos, discussão sobre os resultados, conclusões e, frequentemente, recomendações. Listas de referências e apêndices com dados suplementares também são comuns.

**Precisão:** Deve conter dados e informações precisas, com descrições detalhadas de procedimentos e resultados. Gráficos, tabelas e ilustrações são utilizados para apoiar os dados apresentados e facilitar a interpretação.

**Imparcialidade:** O relatório deve ser imparcial, apresentando todas as informações relevantes, mesmo aquelas que podem contrariar as hipóteses ou expectativas iniciais do projeto.

### **III.6.2.5 Termo de compromisso**

Um termo de compromisso, no contexto legal e administrativo em Portugal, é um documento formal através do qual uma entidade se compromete a cumprir certas obrigações legais. Este documento é frequentemente utilizado em contextos onde é necessário assegurar formalmente a realização de determinada ação da norma e especificação técnica em vigor.

No termo de compromisso, o técnico declara, por sua honra e responsabilidade profissional, que para efeitos de registo, os trabalhos executados para o levantamento topográfico, com o nível de detalhe 1 (NdD1) para uma área de 48 ha relativo à “Execução da cartografia topográfica vetorial para o Plano de Pormenor da expansão do Aeródromo de Santa Cruz”, foram efetuados sob a sua responsabilidade encontram-se de acordo com as Normas e Especificações Técnicas de Cartografia Topográfica Vetorial e de Imagem, publicadas pela DGT, e que resultam do regime jurídico da cartografia, Decreto-Lei n.º 193/95, de 28 de julho, na sua atual redação. A assinatura deste documento implica uma responsabilidade legal para ambas as partes, que podem enfrentar consequências jurídicas caso não cumpram com o estipulado.

### **III.6.3 Submissão de Cartografia**

#### **III.6.3.1 Nomenclatura**

A nomenclatura do ficheiro é um requisito obrigatório onde a designação dos ficheiros que contêm os dados vetoriais deve obedecer às seguintes regras:

- Prefixo CartTop1 que indica o nível de detalhe representado;
- Nome da área geográfica;
- Data da última atualização da informação geográfica.

Exemplo: CartTop1-AerodromoSantaCruz-20250128.

Os limites dos dados vetoriais associados à Cartografia Topográfica são determinados pela classe de objetos "Área de trabalho", pertencente ao tema "Auxiliar". Relativamente ao campo "Nome", este deve corresponder exatamente à designação mencionada

anteriormente. No caso do ficheiro *raster* do Modelo Digital de Terreno (MDT), deve ser utilizado o prefixo "MDT", seguido da resolução geométrica correspondente.

Exemplo: MDT2m-AerodromoSantaCruz-20250128.

### III.6.3.2 Ficheiro da base de dados com a cartografia

O ficheiro com a cartografia topográfica vetorial para submissão é criado através de um *backup* da base de dados do projeto, da seguinte forma: no formato binário (formato *custom* do pgdump que inclui compactação), usando a opção `--format=c` ou `-Fc`), o ficheiro pode ter uma destas extensões (\*.backup, \*.dump ou \*.sql), existem ainda duas opções a ter em conta o `--no-owner` para excluir o proprietário dos objetos (que corresponde a um utilizador específico do PostgreSQL do produtor) e o `--no-privileges` para evitar a inclusão de privilégios específicos concedidos pelo produtor aos diferentes objetos.

Para efetuar o *backup* recorreu-se à linha de comandos do DOS, e no formato binário escreveu-se o seguinte:

```
pg_dump --verbose --host=servidor.do.produtor --port=5432 --username=produtor --format=c --no-privileges --no-owner --file CartTop1-AerodromoSantaCruz-20250128.backup AerodromoSantaCruz_2024
```

Em seguida, foi feito o *upload* do ficheiro CartTop1-AerodromoSantaCruz-20250128.backup para a plataforma de homologação.

### III.6.3.3 Modelo Digital de Terreno

Por último, foi submetido o ficheiro do Modelo Digital de Terreno gerado anteriormente intitulado de MDT2m-AerodromoSantaCruz-20250128.tif na plataforma de homologação.

### III.6.4 Workflow do estudo de caso (processo de homologação)

Para uma melhor compreensão, foi elaborado um fluxograma com o objetivo de facilitar e estruturar todo o processo da homologação. Este resume, de forma clara, todas as etapas envolvidas, desde o registo na plataforma de homologação, passando pelo preenchimento do requerimento, ao pagamento da taxa, as validações, e as correções (quando necessárias) até ao resultado final: a homologação da cartografia vetorial Ndd1 do Aeródromo de Santa Cruz.

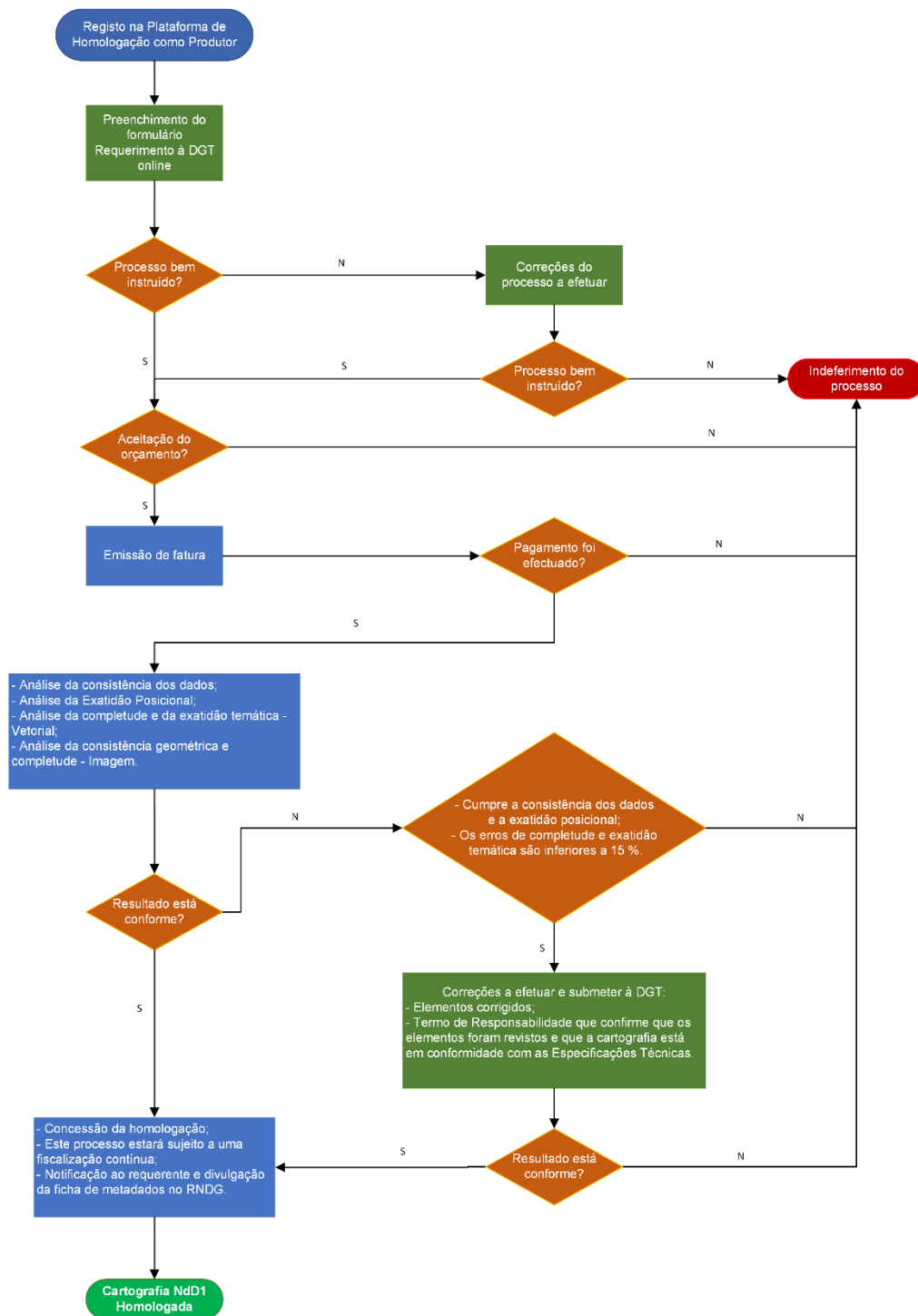


Figura 56: Workflow do Processo de Homologação (adaptado de DGT, 2024)

### III.7 Análise SWOT

Conforme mencionado na metodologia, empregou-se a técnica de análise SWOT, aplicando-a especificamente ao processo de homologação. Esta metodologia permitiu uma

avaliação eficaz dos quatro aspetos cruciais do processo de homologação: pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças. Conforme ilustrado na Tabela 15, foram identificados quatro pontos **fortes**, destacando-se: a possibilidade de uma caracterização mais completa dos objetos do que a norma anterior conforme o Despacho n.º 7186/2003 (2.ª série), de 11 de abril. Além disso, a utilização de um ambiente SIG e BD *Open Source* promove a acessibilidade ao *software*.

Como pontos **fracos**, foram definidos três, desde o *know-how* em informática e programação até à legislação em vigor que poderá vir a sofrer alterações no futuro e, ao mesmo tempo, condicionar a metodologia adotada. Já as **oportunidades**, foram definidas três, sendo elas: possibilidade de contribuições da comunidade utilizadora na atualização das ferramentas disponibilizadas pela DGT, a criação de uma definição para a simbologia a utilizar e possibilita a interoperabilidade entre sistemas.

Por último, as **ameaças**, que incluem: uma forte resistência à mudança por parte da Administração Local e a possibilidade de que a mesma não se adapte à nova norma, optando por não utilizar o modelo CartTop, a vulnerabilidade de segurança do *software*, por ser código aberto e a falta de suporte técnico oficial.

Tabela 15: Análise SWOT do processo de homologação

<b>Pontos fortes (Strengths)</b>	<b>Pontos fracos (Weaknesses)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilização de um modelo de dados relacional;</li> <li>○ Ambiente SIG e BD <i>Open Source</i>;</li> <li>○ Dicionário de objetos compreensivo;</li> <li>○ Possibilidade de uma caracterização mais completa dos objetos da norma técnica face à anterior norma em CAD.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Requer <i>know-how</i> em informática e programação;</li> <li>○ Aplicação recartDGT e os <i>scripts</i> autónomos de controlo de qualidade não acompanham em tempo útil a evolução da BD;</li> <li>○ Alteração da legislação implica reformulação da metodologia.</li> </ul>
<b>Oportunidades (Opportunities)</b>	<b>Ameaças (Threats)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criar uma definição para a simbologia a utilizar;</li> <li>○ Possibilidade de contribuições da comunidade utilizadora, na atualização das ferramentas disponibilizadas pela DGT;</li> <li>○ Interoperabilidade entre sistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Possibilidade da Administração Local não se adaptar à nova norma e não utilizar, de todo, o modelo CartTop;</li> <li>○ Vulnerabilidades de Segurança do software;</li> <li>○ Falta de suporte oficial ao software.</li> </ul>

#### IV. Discussão dos resultados

A criação e estruturação da base de dados CartTop representa um desafio técnico significativo, desde a instalação do *software* de gestão da base de dados PostgreSQL à interpretação da informação para a criação da base de dados, que requer um domínio aprofundado de administração de bases de dados.

A criação das relações no *software* QGIS, de modo que os formulários dos objetos pudessem apresentar a informação relevante para preenchimento, foi outro desafio encontrado neste projeto.

Um dos principais desafios deste projeto prendeu-se com a integração do levantamento em formato CAD no modelo de dados CartTop. A necessidade de garantir a fiabilidade dos dados obtidos por estas tecnologias exige a criação de processos bem definidos.

Existem objetos do modelo de dados mais complexos como é o caso da “infraestrutura de transporte rodoviário” que tem relações com a “área da infraestrutura rodoviária” e o com o “nó da infraestrutura rodoviária”. O objeto “número de polícia”, que se relaciona com os objetos “edifício” e “segmento de via rodoviária”, mostrou-se um desafio para o projeto, pelo facto de ser necessário associar tanto o “edifício” como o “segmento de via rodoviária” (mais próximo da entrada do edifício), ao “número de polícia”.

Outro constrangimento encontrado, foi a relação entre o “segmento de via rodoviária” com a “via rodoviária”, onde foi necessário associar o nome da via rodoviária ao “segmento rodoviário”, bem como na relação entre o “segmento de via rodoviária” e a “via rodoviária – limite”, em que todos os segmentos de via de uma rua têm de ter associados à “via rodoviária – limite”.

Por fim, a submissão da informação para o processo de homologação da cartografia apresenta desafios no que respeita à compilação dos dados e à sua conformidade com os requisitos legais e técnicos.

## VI. Considerações finais

Este trabalho de projeto permitiu articular, de forma clara, a metodologia utilizada na preparação de cartografia topográfica com Nível de Detalhe 1 (NdD1) para homologação, a partir de um levantamento realizado com recurso a UAS.

Ao longo dos anos, a cartografia topográfica em Portugal evoluiu para uma tecnologia avançada, integrando os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e a deteção remota por UAS. Por outro lado, a utilização de UAS traz-nos novos desafios como por exemplo o grande volume de dados (*big data*) resultante de novos sensores instalados nessas plataformas.

Os produtos obtidos pelos UAS variam conforme os sensores acoplados. Estes produtos, desde cartografia, imagens aéreas ou até análises ambientais e de segurança, mostrando, assim, o grande impacto em diversas áreas que os drones têm.

Dependendo do objetivo, é possível obter diversos produtos relacionados com a deteção remota e com o processamento de dados, como é o caso das fotografias aéreas de alta resolução, dos ortofotomapas, modelos digitais de superfície, modelos digitais de terreno, nuvens de pontos LiDAR, mapas NDVI e índices de vegetação, e a monitorização de infraestruturas.

A fotogrametria, enquanto técnica de levantamento de dados e modelação de objetos a partir de imagens fotográficas, tem evoluído significativamente, impulsionada pelos avanços tecnológicos e pela sua integração em ambiente SIG. O uso de UAS revolucionou a aquisição de imagens, permitindo levantamentos mais acessíveis, detalhados e económicos.

Ao longo deste trabalho de projeto, foram realizadas diversas tarefas de criação e importação de dados para o modelo de dados CartTop.

O objetivo principal deste trabalho foi a preparação de cartografia topográfica NdD1 para homologação proveniente de UAS. Para tal, foi conduzida uma avaliação rigorosa da informação adquirida, tanto em formato vetorial como matricial, assim como a necessária transformação para assegurar a sua conformidade com os requisitos da Normas e Especificações Técnicas CartTop.

De forma geral, concluiu-se que os UAS podem ser utilizados no trabalho de aquisição de dados, com garantia da fiabilidade e qualidade indispensáveis para se proceder à homologação da cartografia topográfica NdD1. Fica também demonstrado que é possível elaborar uma metodologia transversal para abranger todo o processo de homologação.

## VII. Referências bibliográficas

- Albertz , J. (18-21 de setembro de 2001). ALBRECHT MEYDENBAUER – PIONEER OF PHOTOGRAMMETRIC DOCUMENTATION OF THE CULTURAL HERITAGE. *Proceedings 18th International Symposium CIPA 2001*, (p. 21). Potsdam (Germany),. Obtido de [http://www.theulegium.de/fileadmin/user\\_upload/Texte/Meydenb.pdf](http://www.theulegium.de/fileadmin/user_upload/Texte/Meydenb.pdf)
- Alegria, M. F., Daveau, S., Garcia, J. C., & Relaño, F. (2007). *Portuguese Cartography in the Renaissance* (Vol. 3). (D. Woodward, Ed.) Obtido de [https://press.uchicago.edu/books/HOC/HOC\\_V3\\_Pt1/HOC\\_VOLUME3\\_Part1\\_chapter38.pdf](https://press.uchicago.edu/books/HOC/HOC_V3_Pt1/HOC_VOLUME3_Part1_chapter38.pdf)
- Autoridade Nacional da Aviação Civil. (2019). *ANAC – Autoridade Nacional da Aviação Civil e EASA – Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação, assinam acordo de parceria para cooperação internacional*. (ANAC) Obtido em 2024, de ANAC – Autoridade Nacional da Aviação Civil: <https://www.anac.pt/vPT/Generico/Noticias/noticias2019/Paginas/ProtocoloANAC-EASA.aspx>
- Autoridade Nacional de Aviação Civil. (2024). *Aeronaves Não Tripuladas (UAS/Drones)*. Obtido de <https://www.anac.pt/VPT/GENERICO/DRONES/Paginas/AeronavesCivisPilotadasRemotamente.aspx>
- CM Torre Vedras. (2024). *Silveira*. Obtido de Câmara Municipal Torres Vedras: <https://www.cm-tvedras.pt/freguesias/silveira/>
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. p. 79. Obtido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614000501>
- Comissão Europeia. (14 de março de 2007). DIRECTIVA 2007/2/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 14 de Março de 2007 que estabelece uma infra-estrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (Inspire). *Jornal Oficial da União Europeia*. Obtido de European Commission: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0002>
- Comissão Europeia. (14 de fevereiro de 2014). Regulamento (UE) n.o 139/2014 — requisitos e procedimentos administrativos relativos aos aeródromos. *Jornal Oficial da União Europeia*. Obtido de EUR-Lex: Acesso ao direito da União Europeia: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0139>

Comissão Europeia. (11 de junho de 2019). REGULAMENTO DELEGADO (UE) 2019/945 DA COMISSÃO de 12 de março de 2019 relativo às aeronaves não tripuladas e aos operadores de países terceiros de sistemas de aeronaves não tripuladas. *Jornal Oficial da União Europeia*, 6. Obtido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0945>

Comissão Europeia. (2024). D2.8.II.1 INSPIRE Data Specification on Elevation – Technical Guidelines. Obtido de [https://inspire-mif.github.io/technical-guidelines/data/el/dataspecification\\_el.pdf](https://inspire-mif.github.io/technical-guidelines/data/el/dataspecification_el.pdf)

DGOTDU. (2009). Governância e participação na gestão territorial. Obtido de [https://www.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/publicacoes/S\\_Politica\\_Cidades\\_5.pdf](https://www.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/publicacoes/S_Politica_Cidades_5.pdf)

Diário da República. (1995). Decreto-Lei n.º 193/95, de 28 de julho. (I série, N.º 173/95), pp. 4841 - 4845. Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/193-1995-484653>

Diário da República. (16 de dezembro de 1999). Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro. Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/555-1999-655682>

Diário da República. (2012). *Decreto-Lei n.º 228/2012, de 25 de outubro*. Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/228-2012-192426>

Diário da República. (2014). Lei n.º 31/2014. (Diário da República n.º 104/2014, Série I de 2014-05-30), pp. 2988 - 3003. Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/31-2014-25345938>

Diário da República. (30 de maio de 2014). Lei n.º 31/2014, de 30 de maio. Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/31-2014-25345938>

Diário da República. (14 de maio de 2015). Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio. Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/80-2015-67212743>

Diário da República. (2019). Aviso n.º 11918/2019. (II Série, N.º 140/2019). Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/aviso/11918-2019-123428542>

Diário da República. (30 de agosto de 2019). Decreto-Lei n.º 130/2019, de 30 de agosto. Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/130-2019-124324702>

Direção-Geral do Território. (2013). CARTOGRAFIA E ORTOFOTOCARTOGRAFIA À ESCALA 1:10 000. (DGT, Ed.) *Normas técnicas de produção e reprodução*. Obtido de Direção-Geral do Território: [https://www.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/ficheiros-cartografia/Especificacoes\\_Tecnicas\\_SCN10K.pdf](https://www.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/ficheiros-cartografia/Especificacoes_Tecnicas_SCN10K.pdf)

- Direção-Geral do Território. (2018). *Dados Abertos*. DGT. Obtido de [https://www.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/projetos/Dados\\_Abertos\\_R5\\_Dados\\_Abertos\\_R1\\_2018.pdf](https://www.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/projetos/Dados_Abertos_R5_Dados_Abertos_R1_2018.pdf)
- Direção-Geral do Território. (2019). *Cartografia no modelo CartTop*. Obtido de Direção-Geral do Território (DGT): <https://www.dgterritorio.gov.pt/Cartografia-no-modelo-CartTop>
- Direção-Geral do Território. (2019). *NOVAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE CARTOGRAFIA TOPOGRÁFICA*. DGT. Obtido de <https://www.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/ficheiros-cartografia/PanfletoEspecificacoes.pdf>
- Direção-Geral do Território. (2020). *Marcos na evolução do SNIG*. (DGT, Ed.) Obtido de [https://snig.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/documentos/812/Marcos\\_Evolucao\\_SNIG.pdf](https://snig.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/documentos/812/Marcos_Evolucao_SNIG.pdf)
- Direção-Geral do Território. (2023). *recart-scripts-sql*. (DGT, Editor) Obtido de [github.com/dgterritorio](https://github.com/dgterritorio): <https://github.com/dgterritorio/recart-scripts-sql/commits/main/info3d/info3d.adoc>
- Direção-Geral do Território. (2024). *Dicionário de objetos - Normas e especificações técnicas para a cartografia topográfica - Versão 2.0.2*. Obtido de Direção-Geral do Território (DGT): <https://www.dgterritorio.gov.pt/recart/recart.html>
- Direção-Geral do Território. (2024). *Plataforma de Homologação*. Obtido de Direção-Geral do Território (DGT): <https://homologacao.dgterritorio.gov.pt/app/>
- Direção-Geral do Território. (2024). *RECART*. (DGT, Editor) Obtido de [github.com/dgterritorio](https://github.com/dgterritorio): <https://github.com/dgterritorio/RECART/>
- Direção-Geral do Território. (2024). *Sistemas de Referência*. Obtido de Direção-Geral do Território (DGT): <https://www.dgterritorio.gov.pt/geodesia/sistemas-referencia>
- Eck, C. (2001). *Navigation Algorithms with Applications to Unmanned Helicopters*. Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland. Obtido de <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/145411/eth-24307-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Eisenbeiss, H. (18-20 de novembro de 2004). *A MINI UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV): SYSTEM OVERVIEW*. p. 1. Obtido de <https://www.isprs.org/proceedings/xxxvi/5-w1/papers/11.pdf>

- Elmasri, R., & Navathe, S. (2005). *Sistemas de Banco de Dados* (4ª ed.). Pearson. Obtido de [https://tonysoftwares.com.br/attachments/article/5297/Sistema\\_de\\_banco\\_de\\_dados\\_Navathe.pdf](https://tonysoftwares.com.br/attachments/article/5297/Sistema_de_banco_de_dados_Navathe.pdf)
- ESRI. (2024). *Fundamentals of the geodatabase*. Obtido de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/geodatabases/overview/fundamentals-of-the-geodatabase.htm>
- IBM. (31 de maio de 2024). *O que é SQL (structured query language)?* (T. Mucci, Editor) Obtido de <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/structured-query-language>
- Instituto Nacional de Estatística. (2021). CENSOS 2021. (INE, Ed.) Obtido de [https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos21\\_dados\\_finais&xpid=CENSOS21&xlang=pt](https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos21_dados_finais&xpid=CENSOS21&xlang=pt)
- Julião, R. P. (2015). INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, CADASTRO E GESTÃO TERRITORIAL. Experiências e boas práticas luso-brasileiras. p. 96. Obtido de [https://www.researchgate.net/publication/290325132\\_INFORMACAO\\_GEOGRAFICA\\_CADASTRO\\_E\\_GESTAO\\_TERRITORIAL\\_Experiencias\\_e\\_boas\\_praticas\\_luso-brasileiras](https://www.researchgate.net/publication/290325132_INFORMACAO_GEOGRAFICA_CADASTRO_E_GESTAO_TERRITORIAL_Experiencias_e_boas_praticas_luso-brasileiras)
- Julião, R. P. (2018). Spatial Data Infrastructures. Prospects and challenges. p. 75.
- Maul, A. (19 de abril de 1904). *US Patente Nº 757,825*.
- NAV Portugal. (2025). *Dados de Tráfego*. Obtido de <https://www.nav.pt/espaco-aereo/dados-de-trafego>
- NAV Portugal. (2025). *O que fazemos*. Obtido de <https://www.nav.pt/sobre-nos/o-que-fazemos>
- NAV Portugal. (2025). *Portal AIM*. Obtido de <https://portal-aim.nav.pt/aimportalapp/#/>
- Noureldin, A., El-Shafie, A., & Bayoumi, M. (2010). GPS/INS integration utilizing dynamic neural networks for vehicular navigation. p. 48. doi:<https://doi.org/10.1016/j.inffus.2010.01.003>
- Oliveira, A., Fachada, N., & Carvalho, J. M. (16 de novembro de 2024). Data Science for Geographic Information Systems. *2024 8th International Young Engineers Forum on Electrical and Computer Engineering (YEF-ECE)*, p. 1. doi:[10.1109/YEF-ECE62614.2024.10624902](https://doi.org/10.1109/YEF-ECE62614.2024.10624902)
- Patricio, P., Silva, H., Danilo, F., Bica, V., Vasconcelos, M., Gomes, A., . . . Caetano, M. (2015). Acesso à informação geográfica através do Sistema Nacional de Informação Geográfica e da iniciativa iGEO. p. 4. Obtido de [https://snig.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/documentos/602/CNCG\\_Patricio.pdf](https://snig.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/documentos/602/CNCG_Patricio.pdf)

- Prazeres, S. M. (2018). *SISTEMA INTEGRADO DE DADOS GEOESPACIAIS APLICADO À GESTÃO DE INFORMAÇÃO AERONÁUTICA*. Obtido de <http://hdl.handle.net/10362/59014>
- Prazeres, S. M., Oliveira, J. A., & Duro, N. (9 a 12 de setembro de 2015). Monitorização E Modelação Geográfica Com Uav. X Congresso Da Geografia Portuguesa: Os Valores Da Geografia. p. 38. Obtido de [https://apego.pt/files/docs/Newsletter/OsValoresGeografia\\_AtasX\\_CGP\\_Set\\_2015.pdf](https://apego.pt/files/docs/Newsletter/OsValoresGeografia_AtasX_CGP_Set_2015.pdf)
- Redweik, P. (2011). *Produção Cartográfica*. Texto não publicado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Rizzatti, M., Becker, E. S., & Batista, N. L. (2023). Cartografia temática e métodos de representação: uma revisão teórica. p. 94. Obtido de [https://www.researchgate.net/publication/366989190\\_Cartografia\\_tematica\\_e\\_metodos\\_d\\_e\\_representacao\\_uma\\_revisao\\_teorica](https://www.researchgate.net/publication/366989190_Cartografia_tematica_e_metodos_d_e_representacao_uma_revisao_teorica)
- Rosado, M. J. (2022). *A UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO APOIO À DECISÃO EM OPERAÇÕES DE PROTEÇÃO E SOCORRO NO DISTRITO DE ÉVORA*. Instituto Superior de Educação e Ciências de Lisboa. Obtido de <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/40878/1/Maria%20Jo%C3%A3o%20Rosado.pdf>
- Santos, T. F. (2013). *Implementação de uma Base de Dados Geográficos para a Gestão das Matérias-Primas do grupo Cimpor*. Universidade de Lisboa, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia. Obtido de [https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10451/10526/1/ulfc106239\\_tm\\_Tiago\\_Santos.pdf](https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10451/10526/1/ulfc106239_tm_Tiago_Santos.pdf)
- Sari, M. Y., Ahmad, A., Hassim, Y. M., Sahib, S., Sari, N. A., & Rasib, A. W. (2020). Large Scale Topographic Map Comparison Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagers and Real Time Kinematic (RTK). pp. 328-329.
- Sousa, M. J., & Baptista, C. S. (2011). *Como fazer investigações, dissertações, teses e relatórios segundo Bolonha*. PACTOR.
- Wolf, P. R., Dewitt, B. A., & Wilkinson, B. E. (2014). *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS* (4ª ed.). Mc Graw Hill Education.



## ANEXOS



## Anexo 2

### Tabela com os scripts executados para o controlo de qualidade

Scripts de validação NdD1	Erros	Correção	Explicação
area_minima_geometria_poligonos_2D	0		Valida em área os objetos poligonais em 2D. NdD1: Valor mínimo 4 m <sup>2</sup> . Aplica-se também à área da área agrícola, florestal ou mato superior a 2000 m <sup>2</sup> .
area_minima_geometria_poligonos_3D	0		Valida em área os objetos poligonais em 3D.
area_minima_poligonos_2D_dupla_geometria	0		Valida em área os objetos poligonais com dupla geometria em 2D.
comprimento_minimo_2D	0		Valida em comprimento os objetos lineares em 2D. Valor mínimo NdD1: 0.2 m.
comprimento_minimo_3D	2	Falso erro	Valida em comprimento os objetos lineares em 3D.
descontinuidades_seg_via_rodov	14	Falso erro	Ponto de extremidade cuja distância entre si são inferiores a 0.2 m mas diferentes de zero. Nota 1: cada descontinuidade entre duas instâncias dá origem a 2 registos. Nota 2: este <i>script</i> pode ser muito demorado a correr devido ao " <i>cross-join</i> ".
descontinuidades_seg_via_rodov_quadranes	14	Falso erro	Ponto de extremidade cuja distância entre si são inferiores a 0.2 m mas diferentes de zero. Utilização de quadrantes com 100 m para indexação dos registos
duplicados_all_2D	0		Verifica se existem objetos 2D com geometria igual dentro de cada tabela. Através da comparação de todos com todos ( <i>cross-join</i> ) e utilização da função " <i>ST_Equals</i> " (geom1,geom2). Nota 1: os elementos duplicados vão aparecer em dois registos, com os mesmos UUID em ordem inversa. Nota 2: este script pode ser muito demorado a correr devido ao " <i>cross-join</i> ".
duplicados_all_3D	0		Verifica se existem objetos 3D com geometria igual dentro de cada tabela.
is_simple_all_2D	0		Retorna verdadeiro se esta geometria não tiver pontos geométricos anômalos, como auto-interseção ou auto-tangência. Uma linha é simples se não passar pelo mesmo PONTO duas vezes (exceto pelos pontos de extremidade, caso em que é chamada de anel linear e, adicionalmente, considerada fechada).
is_simple_all_3D	0		Retorna verdadeiro se esta geometria não tiver pontos geométricos anômalos, como auto-interseção ou auto-tangência.

Scripts de validação NdD1	Erros	Correção	Explicação
isvalid_all_2D_only	0		Testa se um valor “ <i>ST_Geometry</i> ” está bem formado em 2D de acordo com as regras do OGC. Apenas polígonos 2D.
validacao_cota_vertices_curva_nivel	0		Verifica os vértices de cota diferente da mediana das cotas da curva de nível.
validacao_cotas_0	0		Executa um <i>dump</i> que extrair todos os vértices de uma geometria 3D e pesquisa os vértices que têm cota igual a 0.
validacao_monotonia_linha_agua	0		Analisa a monotonia do sinal da diferença em z entre vértices consecutivos das linhas de água (Curso de água - eixo)

## Anexo 3

### Pontos de controlo em campo para avaliar exatidão posicional

<p>PC 1 – Tampa</p> <p>East: -107856.385 North: -59212.039 Elev: 36.551</p>		<p>PC 2 – Tampa</p> <p>East: -107801.654 North: -60237.063 Elev: 60.716</p>	
<p>PC 3 – Canto do H</p> <p>East: -107749.252 North: -59572.636 Elev: 42.747</p>		<p>PC 4 – Canto da marcação</p> <p>East: -107795.186 North: -60005.715 Elev: 50.733</p>	
<p>PC 5 – Tampa</p> <p>East: -107517.309 North: -60262.789 Elev: 59.657</p>		<p>PC 6 – Canto da Tampa</p> <p>East: -107663.927 North: -60405.221 Elev: 62.732</p>	
<p>PC 7 – Tampa</p> <p>East: -107486.281 North: -60052.246 Elev: 52.605</p>		<p>PC 8 – Canto da Tampa</p> <p>East: -107404.292 North: -60330.382 Elev: 58.434</p>	
<p>PC 9 – Canto da Tampa</p> <p>East: -107377.966 North: -60649.748 Elev: 58.058</p>			

## Anexo 4

### Requerimento para Homologação de Cartografia

Requerimento para Homologação de Cartografia

**Elementos Identificadores**

Designação da Cartografia a Homologar !

Concelho ou Concelhos que Incluem a Área Cartografada !  
Digite o nome de um ou mais concelhos (mín. 4 caracteres)

Tipo de Cartografia !

Tipo do Produto !

Temas Específicos ! ?

Finalidade !

Nº do Processo Anteriormente Não-Homologado ?

[APAGAR](#) [PRÓXIMO →](#)

- 1
- 2
- 3

Requerimento para Homologação de Cartografia

**Entidades Envolvidas**

Consórcio

Produtor ! ?  
Digite o nome do produtor (mín. 4 caracteres)

**Detalhes do Técnico Responsável**

Nome do técnico responsável pela produção !

Ordem profissional do técnico responsável !

Número da cédula profissional do responsável !

Validade da cédula profissional do responsável !  
Validade da cédula profissional do res...

**Detalhes da Fiscalização (se ocorreu)**

Nome da entidade responsável

[APAGAR](#) [← ANTERIOR](#) [PRÓXIMO →](#)

- ✓
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Requerimento para Homologação de Cartografia

**Identificação do Proprietário**

Requerente é o Proprietário da Cartografia? !

[APAGAR](#) [← ANTERIOR](#) [PRÓXIMO →](#)

- ✓
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

### Requerimento para Homologação de Cartografia

#### Caracterização do Produto

**Tipo de Levantamento** ⓘ

Topográfico

**Sistema de Georreferência** ⓘ

PT-TM06/ETRS89

**Formato Dados/Versão** ⓘ

PostgreSQL/PostGIS

**Especificação Técnica** ⓘ

CartTop Ndd1

**Versão da Especificação Técnica** ⓘ

V 2.0

[APAGAR](#) [← ANTERIOR](#) [PRÓXIMO →](#)

- ✓
- ✓
- ✓
- 4
- 5
- 6
- 7

### Requerimento para Homologação de Cartografia

#### Datas Relevantes

**Data de conclusão dos trabalhos de campo** ⓘ

Data de conclusão dos trabalhos de campo  
2025-01-28

**Data de aceitação definitiva pela entidade proprietária (se ocorreu)**

Data de aceitação definitiva pela entidade proprietária (se ocorr...



[APAGAR](#) [← ANTERIOR](#) [PRÓXIMO →](#)

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓
- 5
- 6
- 7

## Requerimento para Homologação de Cartografia



### Exatidão Planimétrica

Erro médio quadrático  metros (max: 0,3)  


90% dos pontos com desvio menor do que  metros (max: 0,45)  



### Exatidão Altimétrica


Erro médio quadrático  metros (max: 0,4)  


90% dos pontos com desvio menor do que  metros (max: 0,65)  

### Completude/Exatidão Temática

Completude (% admissível de erros de omissão e comissão)  % (max: 5)  

Classificação (% admissível de erros de classificação)  % (max: 5)  

Nº máximo de elementos que não respeitam a estrutura de dados na área avaliada corresponde a 0 


Nº máximo de elementos duplicados na área avaliada corresponde a 0 

### Descontinuidades Lineares

Nº máximo de descontinuidades corresponde a 0 

Nº máximo de descontinuidades entre folhas (se aplicável) corresponde a 0 

### Incoerências 3D

Nº de elementos pontuais corresponde a 0 

Nº de elementos lineares corresponde a 0 

 APAGAR

 ANTERIOR

PRÓXIMO 



## Requerimento para Homologação de Cartografia

### Observações

Observações relevantes para o requerimento de homologação

0 / 1000

 APAGAR

 ANTERIOR

TERMINAR 



Anexo 5

Exemplo do Relatório Técnico de Produção da Cartografia Topográfica

Relatório n.º: XXXXX/24

# RELATÓRIO TÉCNICO

## PRODUÇÃO DA CARTOGRAFIA TOPOGRÁFICA

**“Execução de Cartografia Topográfica Vetorial com Nível de Detalhe 1 (NdD1), e processo de homologação da DGT – PP Aeródromo de Santa Cruz”**

Para



19 de setembro de 2024

## ÍNDICE

<u>1</u>	<u>Objecto</u> .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
<u>2</u>	<u>Sistema de Georreferenciação</u> .....	4
<u>3</u>	<u>Cobertura Aerofotográfica</u> .....	4
<u>4</u>	<u>Apoio Fotogramétrico</u> .....	5
<u>5</u>	<u>Triangulação Aérea</u> .....	8
<u>6</u>	<u>Restituição Fotogramétrica</u> .....	8
<u>7</u>	<u>Completagem de Campo</u> .....	9
<u>8</u>	<u>Edição Cartográfica e Controlo de Qualidade</u> .....	9
	<u>Anexo I - Relatório de Aerotriangulação</u> .....	10

## Objeto

O presente documento técnico tem como objetivo descrever os vários processos na execução da cartografia topográfica vetorial com Nível de Detalhe 1 (NdD1), para a expansão do Aeródromo de Santa Cruz, freguesia de Silveira, do concelho de Torres Vedras, a homologar junto da Direção-Geral do Território (DGT), com uma área de **47.92 ha** (quarenta e sete hectares e noventa e dois ares), conforme gráfico apresentado na figura 1.

O projeto intitulado de **“Execução de Cartografia Topográfica Vetorial com Nível de Detalhe 1 (NdD1), e processo de homologação da DGT – PP Aeródromo de Santa Cruz”**, teve como primeira fase de trabalho, a execução do voo no dia 11 de junho de 2024. De seguida foram realizados os procedimentos de apoio fotogramétrico, aerotriangulação, restituição fotogramétrica, completagem de campo e edição cartográfica, por esta ordem.

De acordo com os princípios e normas a que deve obedecer a produção cartográfica no território nacional, esta foi executada de acordo com as normas técnicas em vigor, publicadas pela DGT e com as condições estipuladas no contrato celebrado entre as partes.



Figura 1 – Representação da área de execução da cartografia do projeto junto ao Aeródromo de Santa Cruz.

## Sistema de Georreferenciação

O trabalho foi executado no atual sistema de referência oficial de Portugal Continental; sistema **PT-TM06/ETRS89** com as seguintes características:

a) Referencial Planimétrico:

i. Elipsoide de referência: GRS 80

ii. Projeção cartográfica: Transversa de Mercator

b) Referencial Altimétrico: Marégrafo de Cascais

## Cobertura Aerofotográfica

O método usado para a produção da cartografia vetorial, foi aquele que aplica as técnicas de restituição fotogramétrica, neste caso com recurso a imagens obtidas por câmara fotográfica aerotransportada por drone.

A cobertura fotográfica respeitou um plano de voo pré-programado, com uma estrutura de fiadas de imagens com uma sobreposição longitudinal 80% e transversal de 60%.

Tendo as seguintes características:

- Número de Fotografias: 678
- Fotos Alinhadas: 678
- Altitude de Voo: 120 m
- Pontos de Apoio: 18
- GSD: 3.71cm/pix
- Pontos de Passagem: 417.772
- Erro de Projeção RMS: 0.0583873 m
- Camera: FC6310 (8.8mm) USGS 12 Parâmetros.



**Figura 2 – Esquema de Cobertura Aerofotográfica.**

### **Apoio Fotogramétrico**

O apoio fotogramétrico compreendeu trabalhos de campo e de gabinete e teve por finalidade determinar as coordenadas dos pontos de apoio, pontos fotogramétricos (PF), indispensáveis à ligação do trabalho ao sistema de coordenadas, cálculo da triangulação aérea, restituição fotogramétrica e à ortorectificação.

Os pontos fotogramétricos foram coordenados com recurso a equipamento GNSS da Leica (modelo GS25) aplicando o modo de posicionamento RTK com ligação à ReNEP (Rede Nacional de Estações Permanentes).

Mais acresce que a observação dos PF com o equipamento GNSS e com ligação à ReNEP foram configurados segundo o modelo de geoide para Portugal Continental GeodPT08, que possibilitou a ligação à rede altimétrica e consequentemente a obtenção de valores de cotas ortométricas.

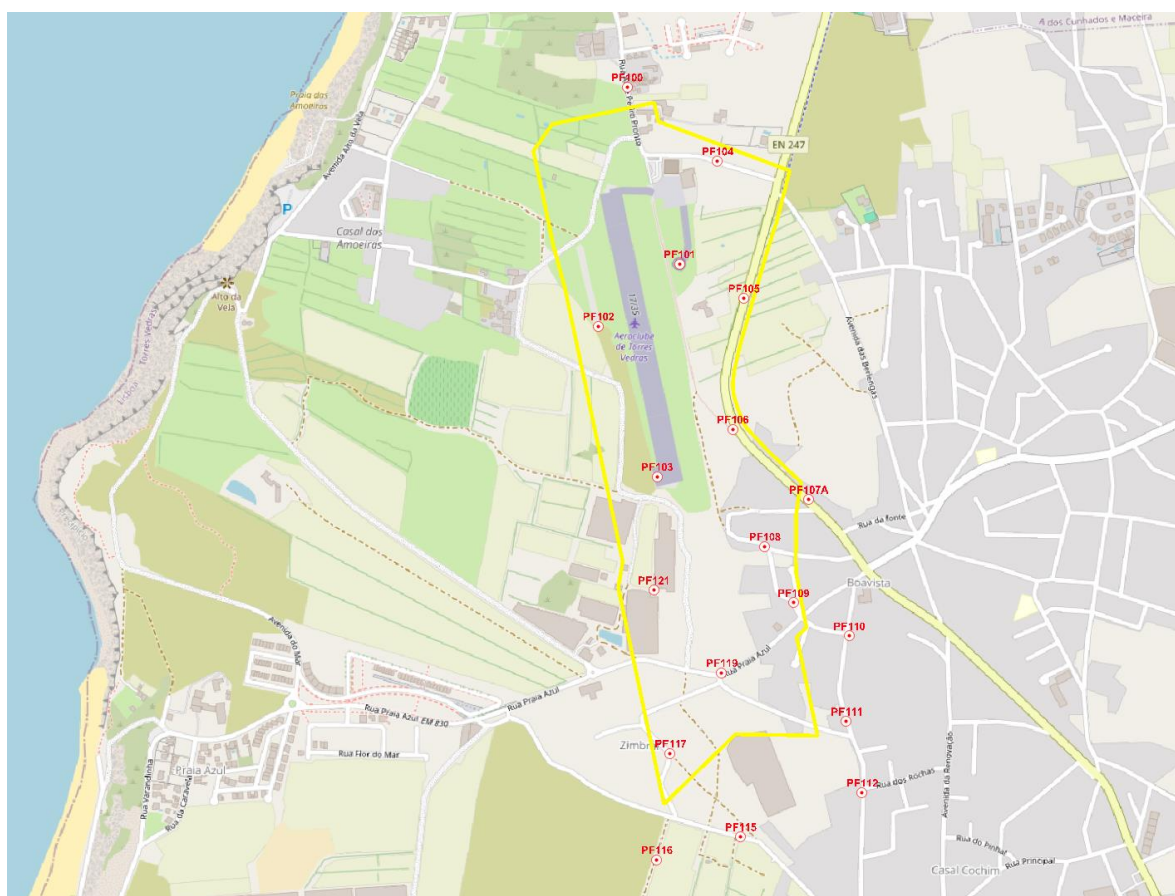
O modo de posicionamento GNSS adotado, permitiu obter informação topográfica com grande fiabilidade e com boa qualidade posicional, tanto planimétrica como altimétrica, de modo que, os elementos observados não ultrapassem os valores de tolerância estipulados pela DGT para o Nível de Detalhe 1.

**Quadro 1 - Resumo da metodologia adotada nas observações GNSS**

<b>Metodologia</b>	RTK
<b>Equipamento</b>	GNSS dupla frequência com capacidade RTK
<b>Rede de Estações de Referência</b>	ReNEP
<b>Taxa de observação</b>	1"
<b>Máscara</b>	15°
<b>Número de PF</b>	18

Assim foram observados e coordenados 18 (dezoito) PF, que cobrem a totalidade da área de intervenção do trabalho, conforme representado na figura 3.

De cada PF, foi elaborada uma folha de reconhecimento (Fichas fornecidas em anexo), contendo as coordenadas planimétrica e altimétrica, descrição, localização, fotografia e croqui/esboço, conforme exemplo de croqui na figura 4.



**Figura 3 – Esquema dos Pontos fotogramétricos medidos.**



PONTO FOTOGRAMÉTRICO

N.º: 5

TRABALHO:

FOTOS:

DATA COORDENAÇÃO: 11/08/2022

E  
S  
B  
O  
Ç  
O



M	-47774,129
P	-283909,675
N (Terreno)	3,368
N (Sinal)	

LOCALIZAÇÃO:

Centro da tampa da caixa de saneamento

OBS.:

ETRS89 - PTTM06

F  
O  
T  
O  
G  
R  
A  
F  
I



Figura 4 - Exemplo do croqui (USE Concept, 2022)

A tabela seguinte apresenta a listagem dos pontos de apoio fotogramétrico (posição planimétrica e altimétrica) considerados para o processo de triangulação aérea:

Tabela 1 – Apoio fotogramétrico do Aeródromo de Santa Cruz - etrs89 pt-tm06 (11-01-2024) - listagem dos PF e respetivas coordenadas.

PF	M	P	COTA TERRENO	DESCRIÇÃO
PF100	-107856	-59212.1	36.551	Centro da tampa da caixa de saneamento
PF101	-107749	-59572.6	42.747	Canto H do heliporto
PF102	-107915	-59699.1	43.919	Marca pintada no pavimento
PF103	-107795	-60005.7	50.733	Marca pintada no aeródromo
PF104	-107672	-59362.9	39.591	Marca pintada no pavimento
PF105	-107618	-59642.3	42.156	Marca pintada no pavimento
PF106	-107641	-59909.1	48.467	Marca pintada no pavimento
PF107A	-107486	-60052.2	52.605	Centro da tampa da caixa de saneamento
PF108	-107576	-60148	56.788	Marca pintada no pavimento
PF109	-107517	-60262.8	59.657	Centro da tampa da caixa de saneamento
PF110	-107404	-60330.4	58.434	Esquina da tampa
PF111	-107410	-60504.5	55.719	Marca pintada no pavimento
PF112	-107378	-60649.7	58.058	Esquina da tampa
PF115	-107626	-60739.6	59.969	Marca pintada no pavimento
PF116	-107797	-60786.2	60.457	Marca pintada no pavimento
PF117	-107768	-60569.7	64.350	Marca pintada no pavimento
PF119	-107664	-60405.2	62.732	Esquina da tampa
PF121	-107802	-60237.1	60.716	Centro da tampa da caixa de saneamento

### Triangulação Aérea

A triangulação aérea destinou-se a estabelecer a rede de pontos fotogramétricos necessária à execução dos trabalhos subsequentes e à determinação dos parâmetros de orientação dos fotogramas. O processo de triangulação aérea concluiu-se com os resultados apresentados no Anexo I presente neste documento.

### Restituição Fotogramétrica

A restituição consistiu em compilar informação cartográfica, com Nível de Detalhe 1, de acordo com as Normas e Especificações Técnicas de Cartografia Topográfica Vetorial e de Imagem, publicadas pela DGT, a partir do modelo estereoscópico gerado. Estes objetos foram transpostos para uma Base de Dados *PostgreSQL/PostGIS*, agrupados pelos seguintes temas:

01	Unidades administrativas	Representação geográfica das unidades administrativas existentes em Portugal.
02	Toponímia	Nomes de áreas geográficas ou topográficas, localidades, cidades, corpos de água, áreas históricas, edifícios, entre outros.
03	Altimetria	Descrição da superfície terrestre referida ao Datum altimétrico oficial.

04	Hidrografia	Elementos hidrográficos e estruturas, naturais ou artificiais, associadas.
05	Transportes	Infraestruturas e locais associados ao transporte por cabo, aéreo, navegável, ferroviário e rodoviário.
06	Construções	Identificação e caracterização geográfica das construções existentes no território.
07	Ocupação do solo	Cobertura física e biológica, incluindo superfícies artificiais, áreas agrícolas, florestas e áreas seminaturais.
08	Infraestruturas e serviços de interesse público	Conjunto das infraestruturas ( <i>utilities</i> ) e serviços públicos existentes no território.
09	Mobiliário urbano e sinalização	Bens de utilidade pública destinados ao funcionamento do espaço urbano.

### Completagem de Campo

Os trabalhos de completagem de campo visaram completar, enriquecer e verificar a cartografia obtida por processos fotogramétricos, centrando-se na recolha de informação e classificação dos elementos compilados na fase de restituição com Nível de Detalhe 1, centrando-se também na recolha de informação toponímica.

### Edição Cartográfica e Controlo de Qualidade

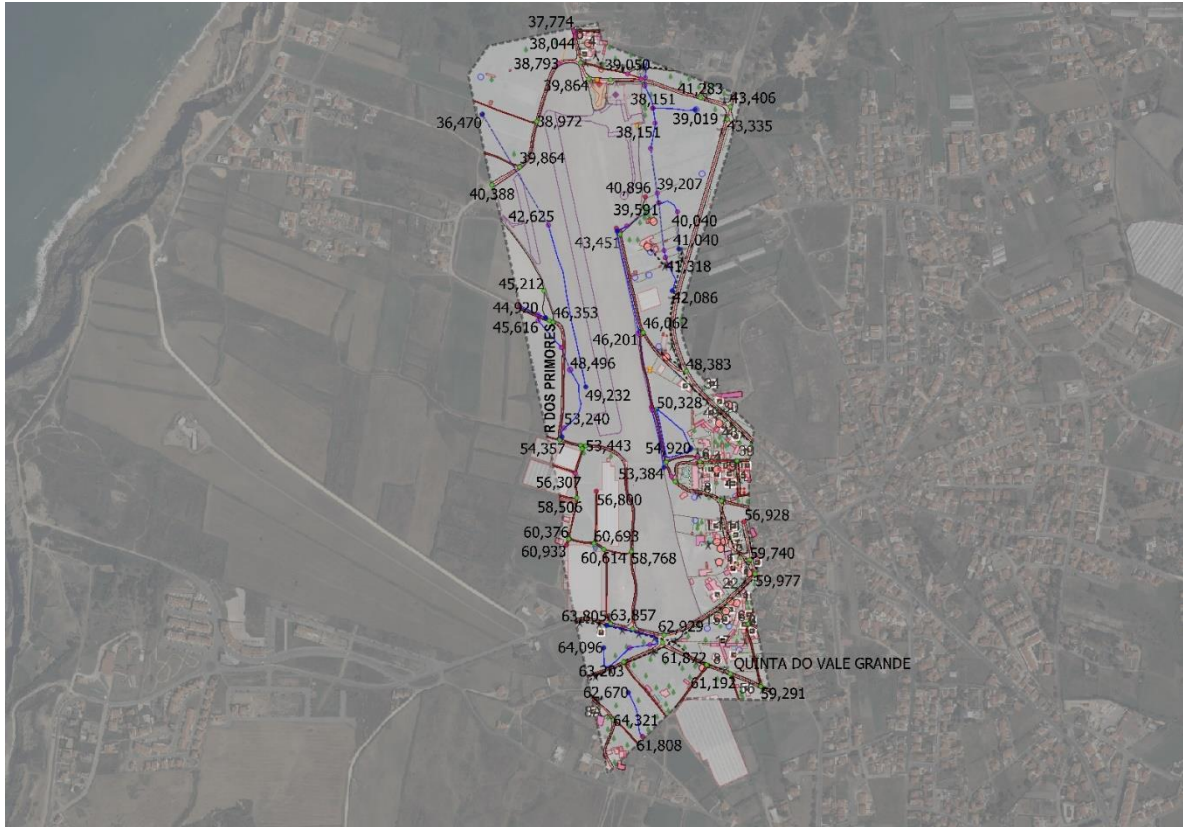
A edição cartográfica traduziu-se num conjunto de processos de desenho necessários à obtenção do produto cartográfico na sua forma definitiva, do ponto de vista da consistência estrutural, da informação e da semântica inerentes à escala da cartografia topográfica vetorial executada, conforme as normas em vigor publicadas pela DGT.

Inseridas no processo de edição e controlo de qualidade foram realizadas, nomeadamente, as seguintes tarefas:

- Fechos de áreas;
- Controlo de cota de curvas de nível e sua interseção com linhas de água;
- Controlo e validação da informação tridimensional;
- Criação de nós nas interseções de estruturas lineares entre si ou com elementos de área;
- Eliminação de discontinuidades dos elementos lineares, de laços e outras incorreções na informação digital;
- Introdução na cartografia dos elementos obtidos na completagem de campo;
- Verificação da toponímia dos locais e edificado.

O controlo de qualidade foi efetuado com base em ferramentas para aferir a conformidade topológica e temática em ambiente SIG.

Na imagem seguinte pode-se visualizar o trabalho final.



**Figura 4 – Representação da cartografia topográfica vetorial executada para o PP Aeródromo de Santa Cruz**

Lisboa, 19 de setembro de 2024

XXXXXXXXXXXX

Eng.º Geógrafo – Membro da O.E. nº XXXXX

## Anexo I - Relatório de Aerotriangulação

Project: Aeródromo Santa Cruz

Coordinate system ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763)

Total cameras: 678

Fully aligned: 678

#GCP's: 18

Relative orientation results in m:

Pass Points: 417.772

RMS projection Error: 0.0583873 m

Camera adjustment report:

Phantom 4

FC6310 (8.8mm)

678 images

Image size pixels: 3648 x 4864

True Focal: 8.8 mm

Pixel Size: 2.61 x 2.61 microns

Camera Adjustment Coef's by Inverse Kinematics:

Type: Brown Model

Fx 8.8 mm

Cx -3.05896

Cy -1.63599

B1 4.95673

B2 -1.29838

K1 0.0143032

K2 -0.0629046

K3 0.102326

K4 -0.0570483

P1 0.000729133

P2 0.00063045

Absolute Orientation Results in m:

GCP	Desvio X [m]	Desvio Y [m]	Desvio Z [m]	Erro projeção [px]	Identificados/Marcado
PF100	0.008	0.003	-0.010	0.437	8/8
PF101	-0.03	-0.04	0.04	0.525	14/14
PF102	-0.04	-0.005	0.03	0.566	14/14
PF103	0.07	0.02	-0.001	0.686	14/14
PF104	0.02	-0.008	-0.006	0.564	10/10
PF105	0.014	-0.05	-0.02	0.484	13/13
PF106	-0.006	0.008	0.01	0.349	14/14
PF107A	-0.04	-0.002	0.02	0.524	12/12
PF108	-0.01	-0.001	0.020	0.478	14/14
PF109	-0.01	-0.007	0.012	0.463	17/17
PF110	-0.004	-0.06	0.03	0.242	5/5
PF111	0.006	-0.06	-0.02	0.408	10/10
PF112	0.10	0.08	-0.02	1.149	11/11
PF115	-0.06	0.01	-0.06	0.396	14/14
PF116	0.02	0.01	0.06	0.336	9/9
PF117	0.001	0.007	0.03	0.448	14/14
PF119	-0.02	-0.04	-0.06	0.671	14/14
PF121	0.007	0.002	-0.04	0.349	14/14
<b>EMQ [m]</b>	<b>0.037</b>	<b>0.034</b>	<b>0.035</b>		