

Agradecimentos

O culminar deste trajeto poderá acontecer brevemente, assim sendo, vou aproveitar esta oportunidade única de mencionar todos aqueles que de alguma maneira estiveram presentes.

Agradeço à Câmara Municipal de Aveiro a possibilidade de poder efetuar o estágio nas suas instalações, utilizando o seu material e o meu tempo!

Ao chefe de divisão, Dr. Paulo Mesquita pela disponibilidade, apoio técnico e interesse no acompanhamento do desenvolvimento do estágio.

Um especial agradecimento ao meu orientador, Professor José Alberto Gonçalves, pela valiosa orientação essencial à obtenção deste relatório.

Por último, não posso deixar de me lembrar que durante esta caminhada académica há elementos novos que surgem e elementos que desaparecem, mas há coisas que não mudam, e ainda bem... Assim recordo o apoio dos meus pais e irmãos, sogros e cunhados, Mariana e Maria.

Resumo

A existência de cartografia oficial ou homologada é imperativa para a utilização nos instrumentos de gestão territorial, onde existem tomadas de decisão que podem afetar toda uma política organizacional de um espaço geográfico.

A Câmara Municipal de Aveiro tem como cartografia de base topográfica, uma produção oficial à escala 1:10 000, que foi objeto de protocolo entre o Instituto Português de Cartografia e cadastro e a Associação de Municípios da Ria, no ano 2000. Com o intuito de responder aos novos desafios surgiu a necessidade da existência de informação geográfica de maior escala, maior precisão e atualização. A forma de atingir esse objetivo passa pela contratação de produção de um Modelo Numérico Topo Cartográfico à escala 1:2000, Ortofotomapas com pixel de 15 cm e Modelo Digital de Terreno.

Para garantir um trabalho rigoroso deve-se acompanhar a produção, ter um espírito crítico e não ser complacente com erros que ponham em causa a qualidade do produto final. Nesse sentido foi levada a cabo uma campanha de fiscalização do produto final. A fiscalização incide sobretudo nos dados vetoriais com recurso a ambientes web, acompanhamento de mão humana conhecedora da realidade geográfica e também com recurso a meios de posicionamento espacial de elevada precisão.

Existe informação que tem desatualização temporal lenta, podendo ser utilizada durante um número elevado de anos e pode ser adaptada e utilizada em conjunto com a informação geográfica recentemente encomendada, no sentido de colmatar áreas que não foram contratadas.

Recorrendo à informação contratada, nomeadamente o modelo digital de terreno e ficheiros de desenho, podem ser gerados subprodutos de grande utilidade para a decisão da definição da ocupação territorial municipal e local.

Assim apresenta-se este relatório de trabalho do estágio na área de Fiscalização e exploração da cartografia do concelho de Aveiro, onde são demonstrados os princípios orientativos da necessidade e uso de informação geográfica, processos utilizados no tratamento da informação e resultados obtidos.

Palavras-chave: Cartografia, Exatidão, ortofotomapas, modelo urbano

Abstract

The existence of official cartography is mandatory or approved for use in land management instruments, where there are decisions that can affect an entire organizational policy of a geographic space.

The Municipality of Aveiro has the topographic base maps, an official production scale 1:10 000, which was the subject of protocol between the Portuguese Institute of Cartography and Cadastre and the Association of Municipalities of Ria in 2000. In order to meet new challenges arose the need for the existence of geographic information larger scale, greater accuracy and update. The way to achieve this is by hiring production of a Numerical Model Top Cartographic scale 1:2000, Orthophotomaps with 15 cm pixel and Digital Terrain Model.

To ensure a rigorous work must accompany the production, have a critical mind and not be complacent with errors that jeopardize the quality of the final product. In this sense it was carried out a campaign of surveillance of the final product. The audit focuses on vector data using web environments, monitoring of human hand cognizant of geographic reality and also with recourse to spatial positioning with high accuracy. There has outdated information slow time, and can be used for a large number of years and can be adapted and used in conjunction with geographic information newly commissioned, to fill areas not employed.

Using the information contracted, including the digital terrain model and drawing files can be generated by-products of great utility to the decision of the definition of municipal territorial occupation and location.

Thus presents this work report stage in the Surveillance and exploration of mapping the county of Aveiro, where the principles are stated guidance of the need and use of geographic information, methods used in information processing and results

Keywords: Cartography, Accuracy, orthophotomaps, urban model

Índice

Agradecimentos.....	5
Resumo	7
Abstract	9
Lista de acrónimos.....	15
1 Introdução.....	17
1.1 Enquadramento e motivação	17
1.2 Câmara Municipal de Aveiro	18
1.3 Contrato de fornecimento de cartografia	21
1.4 Objetivos	22
1.5 Estrutura do relatório	22
2 Cartografia.....	23
2.1 Produção cartográfica.....	23
2.2 Necessidade de cartografia oficial ou homologada	28
3 Controle de qualidade da cartografia	30
3.1 Definição de qualidade	30
3.1.1 Exatidão posicional.....	32
3.1.2 Exatidão temática - Erros de classificação.....	44
3.1.3 Consistência lógica – Geometria	44
3.1.4 Completude	45
4 Recorte de ortofotomapas com máscara.....	46
5 Modelo 3D urbano	53
6 Conclusão.....	67
7 Fontes e material de referência	69
8 Anexos.....	71

Índice de figuras

Figura 1 – Organograma em vigor na CMA em maio de 2012.....	18
Figura 2 – Localização da DIG no organograma	19
Figura 3 – Freguesias do município de Aveiro.....	20
Figura 4 – Precisão vs. Exactidão	31
Figura 5 – Localização das 9 quadrículas seleccionadas	36
Figura 6 – Identificação das 9 quadrículas	37
Figura 7 – Distribuição dos pontos	37
Figura 8 – Localização do ponto homólogo 1	38
Figura 9 – Localização do ponto homólogo 4	38
Figura 10 – Recolha da posição de ponto	39
Figura 11 – Pontos de recolha de coordenadas altimétricas sobre o MDT	41
Figura 12 – Imagem da caracterização do MDT	42
Figura 13 – Criação da <i>shapefile</i> com altitudes do MDT	42
Figura 14 – Comando para o surgimento da altitude	43
Figura 15 – Ortofotomapas da DGRF de 2005.....	46
Figura 16 – Ortofotomapas da ADRA de 2010	47
Figura 17 – Ortofotomapas da CMA de 2011	48
Figura 18 – Negativo usado para recortar os ortofotomapas de 2011	49
Figura 19 – Ortofotomapas de 2011 que sofreram intervenção de corte	49
Figura 20 – Positivo usado para recortar os ortofotomapas de 2010	50
Figura 21 – Ortofotomapas de 2010 que sofreram intervenção de corte	50
Figura 22 – Fusão dos ortofotomapas.....	51
Figura 23 – Fusão de ortofotomapas.....	51
Figura 24 – Folha mapa 1:10 000, com nomenclatura 1:2000.....	52
Figura 25 – Diferença entre MDT e MDS	53
Figura 26 – Indicação da área intervencionada	54
Figura 27 – Processo de conversão de imagem para TIN.....	54
Figura 28 – TIN resultante.....	55
Figura 29 – Seleção de polígonos de construções	56
Figura 30 – Polígonos de construções (32486 entidades)	56
Figura 31 – Pontos mais alto das construções (10572 entidades).....	57
Figura 32 – Criação de ficheiros do tipo <i>shapefile</i>	57
Figura 33 – Ficheiros de polígonos e pontos carregados no Arcmap	58
Figura 34 – Junção do tema de polígonos e de pontos	58
Figura 35 – Extrusão dos polígonos	59
Figura 36 – Polígonos extrudidos e TIN.....	59

Figura 37 – Polígonos extrudidos e ortofotomapas.....	60
Figura 38 – Adaptação dos ortofotomapas ao terreno	60
Figura 39 – Camadas de temas	61
Figura 40 – Fotografia aérea do CCCA	62
Figura 41 – Visualização ArcScene do CCCA.....	62
Figura 42 – Fotografia aérea da entrada em aveiro.....	63
Figura 43 – Visualização ArcScene da entrada em aveiro.....	63
Figura 44 – Pesquisa dos dados estatísticos na zona dos polígonos	64
Figura 45 – Junção da <i>shapefile</i> com tabela	65
Figura 46 – Identificação de polígonos com área pequena.....	65

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Departamentos na CMA	19
Tabela 2 – Equidistâncias naturais em função da escala	35
Tabela 3 – Verificação do número de quadrículas.....	35
Tabela 4 – Extrato da folha de cálculo com os resultados planimétricos	41
Tabela 5 – Extrato da folha de cálculo com os resultados altimétricos	41
Tabela 6 – Tabela de atributos com alturas dos edifícios	66

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Desvios observados.....	40
-------------------------------------	----

Lista de acrónimos

DGT	Direção-Geral do Território
IGP	Instituto Geográfico Português
DGOTDU	Direção-Geral do Ordenamento do Território e desenvolvimento Urbano
DR	Decreto Regulamentar
IGT	Instrumentos de Gestão Territorial
CMA	Câmara Municipal de Aveiro
DDPT	Departamento de Desenvolvimento e Planeamento Territorial
DIG	Divisão de Informação Geográfica
Há	hectares
ESRI	Environmental Systems Research Institute
SERVIR	Sistema de Estações de Referência GPS VIRTuais
RENEP	Rede Nacional de Estações Permanentes
DL	Decreto-Lei
DR	Diário da Republica
IPCC	Instituto Português de Cartografia e Cadastro
IGeoE	Instituto Geográfico do Exército
IH	Instituto Hidrográfico
DGT	Direção-Geral do Território
CAOP	Carta Administrativa Oficial
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
DSIC	Direção de Serviços de Informação Cadastral
INSPIRE	Infraestrutura de Informação espacial na comunidade europeia
DSGIG	Direção de Serviços de Geodesia e Informação Geográfica
DSRPC	Direção dos Serviços de Regulação, Planeamento e Comunicação
IGT	Instrumentos de Gestão Territorial
PDM	Plano Diretor Municipal
PU	Plano de Urbanização
PP	Plano de Pormenor
NCGIA	Center for Geographic Information and Analysis
EMQ	Erro Médio Quadrático

CCCA	Centro Cultural de Congressos de Aveiro
MDT	Modelo Digital do Terreno
DGRF	Direção Geral dos Recursos Florestais
ADRA	Águas Da Região de Aveiro
MDS	Modelo Digital de Superfície
TIN	Rede Triangular Irregular

1 Introdução

1.1 Enquadramento e motivação

O trabalho de controlo de qualidade da cartografia está intimamente relacionado com a homologação de Cartografia, atualmente da responsabilidade da Direção-Geral do Território (DGT). Desde o primeiro dia de abril do corrente ano que o Instituto Geográfico Português (IGP) foi fundido com a Direção-Geral do Ordenamento do Território e desenvolvimento Urbano (DGOTDU) e com o Gabinete Coordenador FINISTERRA, dando lugar à Direção-Geral do Território (DGT). Como missão e atribuições da DGT na alínea m) do nº2 do artigo 2º do Decreto Regulamentar (DR) nº 30/2012 de 13 de março, onde se lê *“Elaborar normas técnicas nacionais de ordenamento de território e urbanismo e de produção e reprodução cartográfica, promover a sua adoção, apoiando e avaliando a sua aplicação, bem como regular o exercício das atividades de geodesia, cartografia e cadastro”*, entende-se com isso que atualmente é a entidade responsável pela homologação de cartografia. A cartografia a utilizar nos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) é definida nas alíneas a), b) e c) no nº1 do artigo 3º, *“Cartografia topográfica, Cartografia temática de base cartográfica ou hidrográfica oficial, ou cartografia homologada nos termos da legislação em vigor, nas suas versões mais atualizadas”*.

O real valor dos ortofotomapas está evidenciado na permissão da sua utilização na elaboração de instrumentos de gestão territorial. É também notório que cada vez mais o recurso às novas tecnologias da informação permite que se utilizem aplicações que melhoram muito com o uso de imagens, permitindo que seja mais fácil a identificação de localizações por quem tenha menor hábito de utilizar cartografia topográfica.

Com o momento que atravessamos, a necessidade de conter despesas, promove a tentativa de economizar ao máximo, por essa razão quando surgiu a oportunidade de reduzir alguma área do trabalho a encomendar, não se hesitou e assim se avançou. A área da ria e marinhas não foi alvo do contrato de produção cartográfica, existindo então um vazio que se poderia compor fazendo um ajuste dos ortofotomapas antigos com os mais recentes.

A utilização de informação geográfica constitui uma ferramenta eficaz nas competências de um município permitindo conhecer a ocupação do solo. Podem ser tomadas decisões com base em consultas, pesquisas, avaliação e aplicação de métodos consultivos. Assim sendo é imprescindível que as tomadas de decisão sejam apoiadas em informação de qualidade para tarefas de planeamento e ordenamento de território. Para uma utilização mais generalista e indicativa podem ser utilizadas ferramentas que permitam obter uma visualização realista e de uma forma célere ajudar a enquadrar o caminho a seguir.

1.2 Câmara Municipal de Aveiro

Aveiro esteve sempre ligada a atividades económicas. A produção de sal e comércio naval eram as áreas de maior atuação, deixando perceber que a ria com todas as suas ilhotas e esteiros foi grande impulsionadora no desenvolvimento. Desde o ano 959 que surge o topónimo Aveiro “*Suis terras in Alauario et Salinas*” no testamento da Condessa Mumadona Dias ao Cenóbio [Mosteiro] de Guimarães.

O local de realização do trabalho foi a Câmara Municipal de Aveiro (CMA), local onde trabalho desde maio de 2004, tendo iniciado funções como desenhador de 2ª classe no Departamento de Desenvolvimento e Planeamento Territorial (DDPT) e desde maio de 2011 a exercer funções na Divisão de Informação Geográfica (DIG).

A CMA não está toda centralizada no mesmo espaço físico, embora a maior parte dos serviços funcione no Centro Cultural e de Congressos de Aveiro, uma parte da antiga fábrica Jerónimo Pereira de Campos, edifício emblemático da arquitetura industrial Aveirense. A estrutura da CMA atualmente é a que se apresenta na figura nº1, na figura nº2 pode ver-se de forma destacada a divisão onde foi realizado o trabalho.

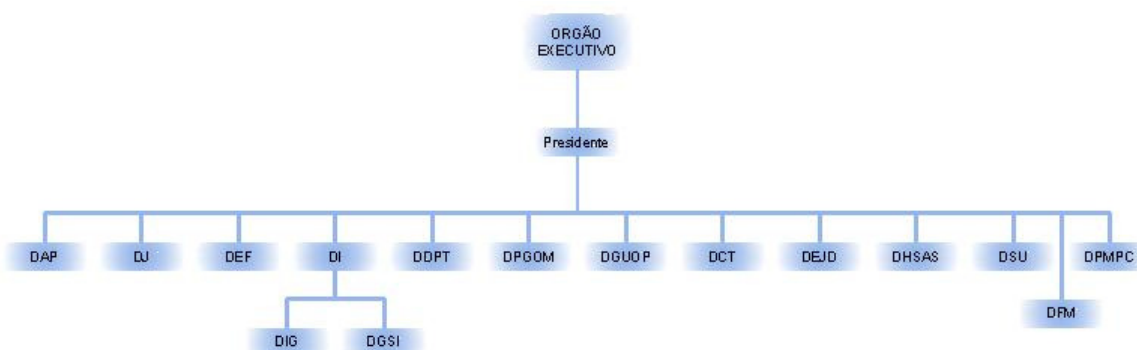


Figura 1 – Organograma em vigor na CMA em maio de 2012

Tabela 1 – Departamentos na CMA

DAP	Departamento Administrativo e de Pessoal
DJ	Departamento Jurídico
DEF	Departamento Económico-Financeiro
DI	Departamento de Informática
DDPT	Departamento de Desenvolvimento e Planeamento Territorial
DPGOM	Departamento de Projetos e Obras Municipais
DGUOP	Departamento de Gestão Urbanística e de Obras Particulares
DCT	Departamento de Cultura e Turismo
DEJD	Departamento de Educação, Juventude e Desporto
DHSAS	Departamento de Habitação Social e Ação Social
DSU	Departamento de Serviços Urbanos
DFM	Divisão de Feiras e Mercados
DPMPC	Departamento de Polícia Municipal e Proteção Civil
DIG	Divisão de Informação Geográfica
DGSI	Divisão de Gestão de Sistemas Informáticos

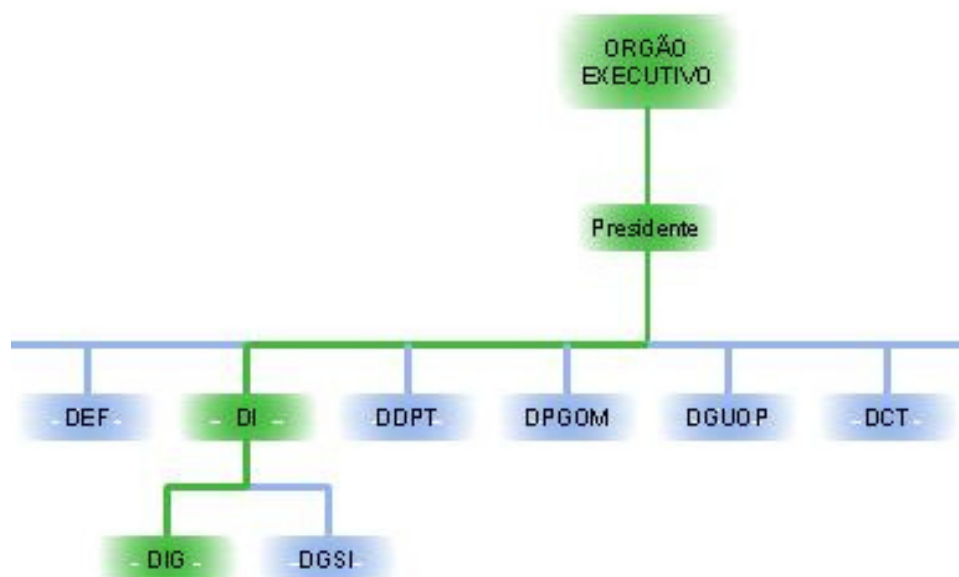


Figura 2 – Localização da DIG no organograma

O município é formado por 14 freguesias que ocupam uma área de cerca de 20 000 ha. Grande área das freguesias de Vera Cruz, Esgueira e Cacia são zonas de marinhas e áreas alagadas (aproximadamente 6000 ha). O trabalho realizado assenta sobre 14 000 ha, que foi a área contratada para ser cartografada. Não foi solicitada a cartografia

referente aos 6000 ha de marinhas, esteiros e ria visto que existe uma cartografia homologada à escala 1:10 000 e como esta zona não sofre grandes transformações, optou-se por diminuir um pouco o preço final.



Figura 3 – Freguesias do município de Aveiro

O processo de aquisição de cartografia foi liderado pela DIG, embora tenha havido colaboração de outras divisões na definição do tipo de requisitos necessários para a obtenção de um bom produto, que sirva essencialmente o interesse do município como um todo e não apenas de uma parte.

A DIG é formada por quatro trabalhadores que trabalham com todo o tipo de informação georreferenciada. É esta divisão que trata da agregação da informação, faz o seu tratamento e a disponibiliza. A informação é disponibilizada interna e externamente, embora sendo utilizadas ferramentas diferentes. De forma sucinta a nível interno é utilizado o MapGuide para a publicação dessa informação e para chegar aos munícipes são utilizadas ferramentas proprietárias da ESRI.

O projeto necessitou de utilizar aplicações da ESRI e também da Autodesk, nomeadamente ArcMap, ArcGIS Server e Autocad Map. Foi utilizado também um equipamento de posicionamento rigoroso, Global Navigation Satellite Systems (GNSS) com correções feitas em tempo real com o apoio da rede SERVIR.

1.3 Contrato de fornecimento de cartografia

O contrato de prestação de serviços foi feito por ajuste direto com a empresa Lógica. O caderno de encargos define que o serviço contratado “...tem por objeto principal a prestação de serviços de execução e fornecimento, em formato digital de cartografia numérica vetorial à escala 1:2000, ortofotomapas, Modelo Digital de Terreno e preparação dos documentos técnicos necessários à homologação por parte do IGP”. É referido que “O Sistema de coordenadas Hayford-Gauss em Datum 73, sendo a referência altimétrica o Datum altimétrico Nacional, marégrafo de Cascais”¹ e também que “Os ortofotomapas serão gerados por retificação diferencial das imagens aéreas, utilizando o modelo digital de terreno atrás referido. As imagens obtidas sofrerão o tratamento radiométrico adequado a fim de homogeneizar o produto final. Os ortofotomapas terão uma resolução de 15 cm”².

De modo a melhorar a qualidade do produto, a CMA representada pela DIG disponibilizou-se para fazer o acompanhamento da produção da cartografia. Este acompanhamento tem como finalidade melhorar o mais possível o produto final de modo que possa ser usado durante um longo período de tempo e sempre com boa qualidade, de tal modo que está preparado um procedimento para tratar da completude da cartografia.

Ficou salvaguardado no Caderno de Encargos para Aquisição de Serviços “Execução e Fornecimento de Cartografia Numérica Vetorial. Ortofotomapas à escala 1:2000 e Homologação - Especificações Técnicas”, que a receção definitiva dos produtos só existirá depois de uma verificação pormenorizada de todos os elementos recebidos³. Caso se verifique a necessidade de proceder a quaisquer correções, alterações ou repetições será disso notificado o adjudicatário. Depois de entregues essas correções, alterações ou repetições, serão as mesmas analisadas novamente, procedendo-se à receção definitiva, se for caso disso⁴.

Esta foi a área em que se desenvolveu o trabalho de fiscalização/verificação do produto enviado para análise. A análise incidiu sobretudo na cartografia vetorial tendo para isso sido verificados os requisitos normalmente utilizados para a verificação da sua qualidade. Foram feitos os testes necessários à verificação da sua qualidade nomeadamente a exatidão posicional, exatidão temática, consistência lógica e completude.

¹ Alinea 1.4.1 das especificações técnicas

² Alinea 2.4.1 das especificações técnicas

³ Alinea 6.2.1 das especificações técnicas

⁴ Alinea 6.2.2 das especificações técnicas

1.4 Objetivos

A utilização fiável da cartografia é perfeitamente válida se forem conhecidos os metadados e neles se constate que cumprem o estipulado para aquele tipo de cartografia. Neste trabalho pretende-se efetuar o controle de qualidade da cartografia à escala 1:2000 e verificar se cumpre o estipulado pelas “*normas técnicas de produção e reprodução*” de cartografia.

O uso de ortofotomapas tanto para utilização nos instrumentos de gestão territorial como para utilização em representações ou aplicações para utilização dos munícipes é de grande importância, porque facilita muito a identificação da localização de interesse a quem procura o serviço. No relatório é apresentada uma utilização de um aproveitamento em dois níveis, tanto ao nível económico porque se reduziu a área de voo ficando o trabalho menos dispendioso, bem como ao nível da qualidade visual que melhorou muito com toda a área do concelho coberta pelos ortofotomapas.

Por vezes a necessidade de decisões rápidas baseadas em informação geográfica que não necessitem de ser muito precisas podem-se socorrer de produtos que sejam facilmente interpretados e esclareçam ambiguidades. Nesse sentido levou-se a efeito a criação de um modelo 3D que é propício a uma utilização ligeira da informação geográfica, tanto por utilizadores mais experientes como por utilizadores com um grau de conhecimento inferior.

1.5 Estrutura do relatório

No 2º capítulo é explicado o enquadramento e necessidade de cartografia homologada para a utilização nos instrumentos de gestão territorial

No 3º capítulo descrevem-se os procedimentos necessários para levar a efeito a fiscalização do produto cartográfico

No 4º capítulo é feita a descrição de como se pode aproveitar informação mais antiga para conciliar com a mais recente.

No 5º capítulo é descrito o processo necessário para a criação de um modelo digital de superfície com recurso a um MDT e à *shapefile* das construções.

O 6º capítulo é reservado para as conclusões.

2 Cartografia

2.1 Produção cartográfica

Decreto Lei nº 193/95 de 28 de julho

A cobertura cartográfica do país é indispensável para numerosas atividades que são potenciadas com o conhecimento do território, nomeadamente no ordenamento e gestão territorial e atividades potenciadoras do desenvolvimento económico e social.

A produção cartográfica obedece a normas definidas no DL nº 193/95, de 28 de julho, com a redação conferida pelo DL nº 52/96 de 18 de maio, com a integração das retificações que constam do DL nº 59/2002 de 15 de março que aprovou os estatutos do Instituto Geográfico Português (IGP) e alterou a composição do conselho coordenador de cartografia, republicado com as alterações introduzidas pelo DL nº 202/2007 de 25 de maio que acrescenta medidas que permitem agilizar os procedimentos, eliminando formalidades quando estas não se mostrem necessárias⁵.

Este Decreto-Lei define o funcionamento eficaz e oportuno do sistema produtor de cartografia de modo a criar as condições adequadas para a coordenação e gestão dos recursos disponíveis. Ao Estado cabe a responsabilidade de realizar e manter atualizado a cartografia de base de interesse regional ou nacional, definir normas relativas à produção, licenciamento e fiscalização das atividades do setor privado. Esta fiscalização deve garantir a qualidade, compatibilidade e utilidade social. A cartografia temática não é da competência do Estado, excluindo a que se destina a serviços e organismos públicos, embora possa intervir como fiscalizador da qualidade. Assim sendo o setor privado tem margem de intervenção além de que poderá sempre prestar serviços aos organismos públicos responsáveis pela produção de cartografia. São também definidas as medidas de proteção da produção cartográfica quanto à utilização não autorizada.

De forma sintética destacam-se os principais pontos que são definidos neste decreto-lei que rege as normas a que deve obedecer toda a cartografia topográfica, temática de base topográfica e hidrográfica no território nacional, excetuando a cartografia classificada das Forças Armadas. Por cartografia topográfica entende-se a que tem finalidade múltipla

⁵ SIMPLEX – Programa de simplificação administrativa e legislativa

representando os acidentes naturais e artificiais de acordo com a escala de representação. Cartografia temática de base topográfica é a cartografia de finalidade singular com representação qualitativa ou quantitativa sobre uma base topográfica mais ou menos simplificada. Cartografia hidrográfica é a que pretende representar graficamente a morfologia e a natureza do fundo das zonas imersas e da região emersa adjacente.

É incumbência do estado assegurar através dos organismos e serviços públicos competentes, a cobertura do território atualizada às escalas 1:10 000 e inferiores no caso da cartografia topográfica e cartografia hidrográfica nas escalas 1:5000 e inferiores. As entidades competentes são o Instituto Geográfico Português (IGP) e o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) e no segundo caso o Instituto Hidrográfico (IH). Deve também ser assegurada a produção e manutenção da cartografia temática legalmente atribuída aos organismos e serviços públicos. Esta cartografia temática resulta obrigatoriamente de uma utilização de cartografia de base oficial ou homologada. A produção de cartografia pode ser desenvolvida por qualquer entidade que esteja habilitada⁶ para isso e que respeite o disposto no presente diploma e as normas técnicas. As empresas homologadas podem produzir cartografia para fornecer aos organismos e serviços públicos competentes.

Cartografia oficial é toda a que resulta da produção feita pelos organismos e serviços públicos competentes ou com recurso a entidades privadas que satisfaçam as condições exigidas para a produção de cartografia. A cartografia oficial é listada pelo IGP, publicada em D.R. e divulgada na sua página da internet, deve ter um grau de atualização adequado e respetivas áreas e escalas abrangidas.

O conselho coordenador de cartografia tem a finalidade de coordenar a atividade dos organismos e serviços públicos legalmente competentes para produzir cartografia. A sua composição é uma mais valia devido ao facto de englobar transversalmente elementos de diversas áreas que seguem um mesmo propósito, ter cartografia com grande qualidade e que responda às necessidades.

Entre as competências do conselho coordenador encontram-se a coordenação das atividades dos organismos e serviços públicos produtores de cartografia, promoção da satisfação dos interesses nacionais no que respeita a cobertura cartográfica, elaborar e propor normas técnicas, apoiar o funcionamento do registo central de cartografia oficial e homologada, propor medidas que ajudem no desenvolvimento e aperfeiçoamento da

⁶ Por lei ou declaração prévia de início de actividade

atividade cartográfica. Deve ouvir sempre que o entenda justificado, as câmaras municipais, entidades públicas que utilizem a cartografia e o setor privado de modo a propor normas técnicas no domínio da produção e reprodução cartográficas.

Excluindo as entidades habilitadas para a produção de cartografia oficial, encontra-se sujeito a declaração prévia ao IGP para o exercício de atividade no domínio da produção de cartografia topográfica ou temática de base cartográfica, e ao IH para o exercício de atividade no domínio da produção de cartografia hidrográfica. A apresentação da declaração efetuada em modelo próprio, deve ser acompanhada de cópia autenticada dos estatutos dos quais conste que o respetivo objeto social inclui a produção de cartografia, no caso de pessoa coletiva, ou de cópia de declaração fiscal comprovativa do exercício dessa atividade, no caso de pessoa singular. Estão dispensados do regime de declaração prévia as atividades relativas à impressão e comercialização de publicações com conteúdo cartográfico, e a produção de cartografia destinada ao uso exclusivo da entidade produtora. As listas das entidades serão publicadas nas páginas da internet do IGP ou do IH, consoante a declaração que tenha tido lugar. A cessação do exercício da atividade no domínio da produção de cartografia topográfica ou cartografia hidrográfica deve ser comunicada ao IGP ou ao IH, consoante o caso, para que procedam à atualização das listagens publicadas nas páginas da internet.

Todos a documentação dos trabalhos que sejam realizados por entidades que estejam no regime de declaração prévia, devem ser arquivados e organizados por um período mínimo de 10 anos. Nesse período pode haver alguma atividade de fiscalização em qualquer momento pelo IGP ou pelo IH, consoante o tipo de cartografia.

Os produtos cartográficos devem ser protegidos seguindo a lei respeitante aos direitos de autor, sendo proibida a sua utilização, cedência, reprodução, divulgação e comercialização, mesmo que sem fins lucrativos, sem que para tal tenha sido autorizado pela entidade produtora, pública ou privada.

Os produtos cartográficos resultantes de entidade titular que esteja no regime de declaração prévia podem ser sujeitos a homologação, sendo necessário que seja feito um requerimento pela entidade produtora ou proprietária ao IGP ou ao IH, conforme se trate respetivamente de cartografia topográfica ou temática de base topográfica ou de cartografia hidrográfica. No caso de cartografia temática a homologação é feita pelo IGP em conjunto com o organismo ou serviço público com competência na área em causa. A homologação depende da verificação do cumprimento dos padrões técnicos adequados para o tipo de cartografia em causa. O IGP e o IH divulgam nas suas páginas da internet

a listagem com os resultados dos processos de homologação de produção cartográfica que lhes tenham sido submetidos.

A fiscalização deste diploma é da competência do IGP e do IH. O IGP pode sempre contar com a colaboração do IGeoE nas ações de fiscalização, na prestação de apoio técnico.

Independentemente da eventual responsabilidade civil, disciplinar ou criminal, existem contraordenações que podem ser aplicadas quando haja incumprimento das normas técnicas, não estejam habilitados para o efeito, haja recusa, por qualquer meio, em facultar o acesso aos elementos ou o incumprimento dos direitos de autor. O produto das coimas reverte 40% para a entidade que as aplicar e 60% para o Estado.

Decreto Regulamentar nº 30/2012 de 13 de março

No âmbito do programa PREMAC⁷, o DL nº 7/2011, de 17 de janeiro, aprovou a fusão da Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano e do Instituto Geográfico Português, integrando também o Gabinete Coordenador do Programa Finisterra, para dar lugar à Direção-Geral do Território (DGT).

A DGT tem como missão prosseguir as políticas públicas de ordenamento do território e de urbanismo, bem como a criação e manutenção das bases de dados geográficos de referência.

Nas alíneas j) a q), do artigo 2º, missão e atribuições da DGT, encontramos as que antes eram da competência do IGP, nomeadamente: Exercício das atividades necessárias à manutenção e ao aperfeiçoamento do referencial geodésico nacional; A promoção da cobertura cartográfica do território nacional e a elaboração e conservação da Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP); Elaborar normas técnicas nacionais de ordenamento do território e urbanismo e de produção e reprodução cartográfica, promover a sua adoção, apoiando e avaliando a sua aplicação, bem como regular o exercício das atividades de geodesia, cartografia e cadastro; Promover, coordenar, apoiar, realizar, participar e divulgar programas e projetos de investigação científica, bem como desenvolvimento a nível nacional, comunitário e internacional, nos domínios do ordenamento do território, do urbanismo e da informação geográfica; Desenvolver, coordenar e gerir os sistemas nacionais de informação territorial e de informação geográfica e os portais de ordenamento do território e do urbanismo e de informação

⁷ Plano de Redução e Melhoria da Administração Central

geográfica; Promover e coordenar, em colaboração com outras entidades, a implementação da Convenção Europeia da Paisagem no território nacional e participar nos programas comunitários e internacionais que visem o reforçar da sustentabilidade, da coesão, da competitividade e da boa governação do território e das cidades; Desenvolver, divulgar e comercializar produtos e informação técnica ou de aplicação no âmbito do ordenamento do território, do urbanismo, da política das cidades e da informação geográfica, prestando o apoio técnico indispensável à sua realização.

Além de outras entidades, funciona junto da DGT o Conselho Coordenador de Cartografia.

A DGT sucede nas atribuições da Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, do Instituto Geográfico Português e do gabinete Coordenador do programa Finisterra.

Portaria nº 224/2012 de 27 de julho

Determina a estrutura nuclear e estabelecimento de número máximo de unidades orgânicas da Direção-Geral do território.

Existem várias direções que estão intimamente ligadas com a homologação de produtos cartográficos. A Direção de Serviços de Informação Cadastral (DSIC) entre outras funções, deve assegurar o cumprimento da diretiva INSPIRE que estabelece a Infraestrutura de Informação espacial na comunidade europeia (INSPIRE) e do regime jurídico que procedeu à respetiva transposição, fixando as normas gerais para a constituição de infraestruturas de informação Geográfica em Portugal. A Direção de Serviços de Geodesia e Informação Geográfica (DSGIG) numa das suas competências deve verificar a conformidade técnica dos dados georreferenciados, incluindo os decorrentes das atividades de homologação e fiscalização, deve também elaborar normas técnicas referentes às áreas da sua competência e deve também assegurar o cumprimento da diretiva INSPIRE. À Direção dos Serviços de Regulação, Planeamento e Comunicação (DSRPC) nas áreas de regulamentação, fiscalização e acreditação nos domínios do ordenamento do território e da informação geográfica compete promover a regulação dessas atividades, promover a publicação e divulgação de normativos técnicos legais, instruir e propor a concessão de alvarás nos termos da legislação aplicável, fiscalizar nos termos da legislação aplicável as atividades das empresas e propor a aplicação de coimas, homologar produtos cartográficos e criar e manter um cadastro ou

registo das empresas e técnicos de acordo com a legislação específica aplicável aos diversos domínios.

2.2 Necessidade de cartografia oficial ou homologada

Os instrumentos de gestão territorial são documentos elaborados pelas entidades da Administração Pública que concretizam a política de ordenamento do território e de urbanismo. O regime jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), aprovado pelo DL n.º 380/99, de 22 de setembro, prevê que a cartografia a utilizar nos instrumentos de gestão territorial, bem como na representação de quaisquer condicionantes, seja estabelecida por decreto regulamentar. O Decreto Regulamentar n.º 10/2009, de 29 de maio vem fixar a cartografia a utilizar nos IGT.

A cartografia de referência⁸ a utilizar na elaboração dos IGT é obrigatoriamente cartografia topográfica, cartografia temática de base topográfica ou hidrográfica oficial, ou cartografia homologada nos termos da legislação em vigor.

As cartas base a utilizar na elaboração dos instrumentos de planeamento territorial devem satisfazer os requisitos mínimos de exatidão posicional: Igual ou inferior a 5 m em planimetria e altimetria no caso dos Planos Diretores Municipais (PDM), igual ou inferior a 2 m em planimetria e altimetria no caso de Planos de Urbanização (PU) e igual ou inferior a 0.5 m em planimetria e 0.7 m em altimetria no caso dos Planos de Pormenor (PP).

A entidade responsável pelo instrumento de gestão territorial promove a atualização e a completude da informação⁹ constante da cartografia de referência sempre que seja necessário, inserindo ou retirando essa informação da carta base, deve seguir as especificações técnicas de produção da cartografia de referência, manter o registo separado dos dados relativos aos temas e objetos que foram atualizados e fazer essa indicação na legenda das peças gráficas que integram os IGT.

As peças gráficas que integram os IGT devem ser elaboradas em suporte digital e formato vetorial; A informação gráfica e alfanumérica deve ser estruturada em sistema de informação geográfica (SIG). O sistema de referência a utilizar nas peças gráficas dos IGT deve ser o que se encontra em vigor, cujos parâmetros se encontram publicados pelo IGP.

⁸ Cartografia de traço ou cartografia topográfica de imagem

⁹ Deve constar numa ficha de metadados em suporte informático, que deve obedecer a modelo definido pela DGOTDU

As peças gráficas que integram os IGT devem permitir fácil reprodução do seu conteúdo em suporte analógico, incluindo o conteúdo da carta base, às escalas de representação de 1:25 000 ou superior para os PDM, igual ou superior a 1:5000 ou excecionalmente a 1:10 000 no caso dos PU e igual ou superior à escala 1:2000 no caso dos PP.

Este decreto regulamentar aplica-se aos procedimentos já iniciados à data da sua entrada em vigor excetuando apenas os PDM onde a comissão de acompanhamento tenha emitido o parecer final ou no caso de PU e PP tenham sido apresentados à comissão de coordenação e desenvolvimento regional territorialmente competente.

3 Controle de qualidade da cartografia

3.1 Definição de qualidade

Podemos entender a qualidade como um conjunto de propriedades respeitantes a algo, e que permitam classifica-lo em relação aos restantes da sua espécie.

A qualidade é um tema que é debatido há muito tempo. Já no século II os chineses tinham requisitos para a fabricação do papel e para a entrada nos sindicatos. Entretanto o conceito tem alterado bastante com o tempo, e de forma muito rápida nos últimos 200 anos. Há vários períodos que podem ser caracterizados, nomeadamente¹⁰:

Artesanal: Antes da revolução industrial, a qualidade apresentava-se com duas características importantes, a alta capacidade dos operários e o contacto direto entre o operário e o cliente

Qualidade do produto: Os operários trabalham em escritórios e surge a produção em série. Perdem-se as características antes mencionadas para poder diminuir os custos de produção. A normalização dos produtos torna-se imprescindível para evitar trabalhos redobrados. Surge então a definição de qualidade adequada às especificações. A preocupação principal é com o produto e não com o processo.

Qualidade do processo: Também conhecida como gestão da qualidade, utiliza intensivamente a estatística para controlar os produtos e decidir quando deixa de cumprir as especificações. Surgem as normas britânicas (1935) e as Mil Std americanas. Existem dois tipos de controlos; um controlo aplicado durante o processo de produção e outro aplicado como controlo de receção.

Qualidade do desenho: Motivado por problemas de fiabilidade e de defasamentos entre o que os clientes querem e o que os produtores pensam que os clientes querem. Aplica-se o controle de qualidade do produto e o controlo de qualidade dos processos. A evolução dos conceitos desenvolve-se muito.

¹⁰ Vázquez, C.L. (2004), *Control de errores en datos geográficos*. Universidade Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartográfica.Espanha

Controle total da qualidade: Integra diferentes setores¹¹ da empresa para baixar custos e satisfazer os clientes.

Círculos de qualidade: Grupos de pessoas próximas a uma atividade que se reúnem para analisar e propor melhorias.

Qualidade total: Tem duas interpretações, a primeira é equivalente à melhoria contínua, agora é uma filosofia entre negócio e produção e que coloca grande ênfase nos recursos humanos como principais ativos das empresas

Certificados e prémios: Reconhecimento que uma empresa cumpre um determinado padrão de qualidade. A norma mais usada é da família 9000 e podem ser certificados os produtos ou os processos.

Sempre que se fala de qualidade não pode deixar de ser caracterizada a exatidão e a precisão¹². A precisão é a homogeneidade de medições repetidas que são agrupadas com pouca dispersão, enquanto a exatidão é o rigor com que o valor medido se aproxima do valor real. As medidas precisas não são necessariamente exatas, e de maneira análoga uma medição muito exata não é necessariamente precisa. A precisão e exatidão precisam de ser definidas pela equipa que vai fazer o controle de qualidade.

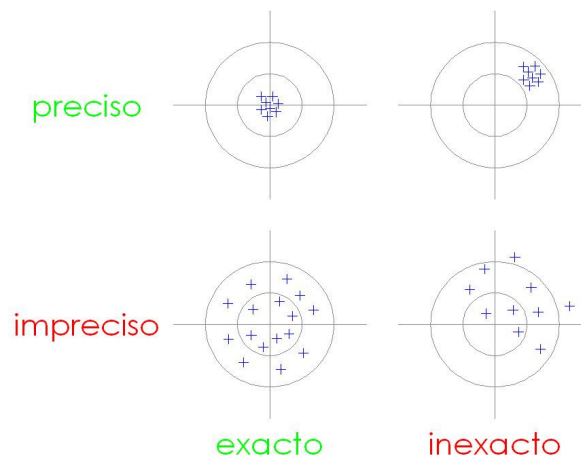


Figura 4 – Precisão vs. Exatidão

¹¹ Desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade, etc.

¹² Gonçalves, J. A., Madeira, S. e Sousa, J. (2008), *Topografia - Conceitos e Aplicações*. Edições LIDEL, Lisboa.

Ainda a respeito da precisão e exatidão não é de descurar a cuidadosa utilização do número de casas decimais. Embora pareça elementar, por vezes verificam-se erros que colocam em causa um trabalho que foi realizado com precisão mais elevada e que depois se utiliza com menos exigência do que o previsto. O contrário também acontece só que é mais gravoso, pois não se pode ir buscar precisão e/ou exatidão quando elas não existiram no momento da produção.

A exatidão é uma aproximação dos resultados, cálculos ou estimativas dos valores verdadeiros ou que se aceitam como verdadeiros, por vezes não tem um valor identificado, tem apenas uma classificação de exatidão baixa ou alta.

A precisão por seu lado, não tem uma definição rígida. Podemos considerar a precisão resultante do número de casas decimais utilizadas, ou tendo em conta a repetibilidade, maior precisão é sinónimo de menor variância. A precisão depende apenas de um conjunto de dados, que não é de todo o mesmo que se passa com a exatidão

Seguindo a visão da National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) podemos considerar o conceito da resolução, que se funde com a precisão e daí resultam três casos; a resolução espacial, a resolução temática quantitativa e qualitativa, e a resolução temporal.

Como componentes da qualidade vamos considerar alguns elementos constantes da Norma ISO 19113 e ISO 19114¹³, nomeadamente exatidão posicional, exatidão temática, consistência lógica e completude.

3.1.1 Exatidão posicional

Em dados analógicos considera-se a exatidão posicional como a proximidade à posição verdadeira e normalmente recorre-se ao uso das coordenadas. Pode considerar-se que a precisão com que um utilizador é capaz de retirar informação dimensional de um dispositivo cartográfico analógico¹⁴ é de 0,5 mm, logo não é necessário que os dados que lhe dão origem tenham uma precisão superior. No caso de um dispositivo à escala 1:2000 não será necessário que os dados originais tenham uma precisão melhor do que $0,0005 \text{ m} \times 2000 = 1 \text{ m}$.

¹³ Definem os princípios de descrição da qualidade

¹⁴ Vázquez, C.L. (2004), *Control de errores en datos geográficos*. Universidade Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartográfica.Espanha

Quando os dados são digitais a forma de declarar a exatidão recorre a uma amostra de cerca de 10% do total da área cartografada. Na amostra, 90% dos pontos verificados, confrontando a posição medida no terreno e a posição medida na planta, recorrendo ao Erro Médio Quadrático (EMQ) no plano horizontal (fórmula c), resultante de (fórmula a) e (fórmula b) que se encontram a seguir, e deve ser igual ou inferior a 0.3 m, no caso de cartografia para a escala 1:2000.

$$EMQ_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_{x,i}^2}{n}} \quad (a) \quad EMQ_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_{y,i}^2}{n}} \quad (b) \quad EMQ_{pl} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_{x,i}^2 + e_{y,i}^2)}{n}} \quad (c)$$

Prevalecendo sobre o resultado obtido, embora semelhante, surgem os valores¹⁵ definidos na página do IGP, onde constatamos que para o Modelo Numérico Topo Cartográfico em questão, escala 1:2000, Grupo B¹⁶, o desvio planimétrico deve ser inferior a 0.30m.

É importante também que se conheçam os 3 tipos de erros que podem ocorrer: Os grosseiros, os sistemáticos e os aleatórios. Os erros grosseiros são fáceis de eliminar pois evidenciam-se naturalmente. Os erros sistemáticos afetam sobretudo a exatidão e normalmente são devidos a falhas dos equipamentos de medição. Os erros aleatórios afetam a precisão e seguem uma distribuição normal. A média dos erros aleatórios deverá ser aproximadamente nula, e se assim não for evidencia uma existência de erros sistemáticos. Analisando a distribuição normal dos erros sistemáticos verifica-se que 68% dos valores estão compreendidos no intervalo de confiança. De forma a conseguir aproximadamente um intervalo de confiança de 90% devemos considerar o intervalo ampliado 1.517 vezes. Como 90% dos desvios da amostra devem ser inferiores ao $EMQ \times 1.517$, é esse resultado que devemos verificar se cumpre as exigências. Com recurso a uma folha de cálculo faz-se essa verificação (em anexo).

Quanto à exatidão posicional vertical, podemos recorrer aos mesmos pontos anteriormente verificados no terreno por métodos de elevada precisão¹⁷ para fazer a confrontação dos valores medidos no Modelo Digital do Terreno (MDT). O recurso utilizado é novamente uma folha de cálculo (em anexo).

¹⁵ http://www.igeo.pt/servicos/Autoridade_Nacional/Precisoess_para_1k_2k_5k_10k_20120103.pdf

¹⁶ Objetos recolhidos por processos fotogramétricos, topográficos e/ou digitalização

¹⁷ Global Navigation Satellite Systems

Nas Normas Técnicas de Produção e Reprodução para a Cartografia e ortofotocartografia à escala 1:2000, da responsabilidade do IGP, no nº 4 do artº 23 é estipulado que para a cartografia à escala 1:2000, no modelo numérico altimétrico, o EMQ admissível para os elementos tridimensionais é de 0.40 m. A verificação é feita seguindo o mesmo conceito de uma amostra de cerca de 10% da área total do trabalho, e em 90% dos pontos verificados não deve haver diferenças superiores a 0.75 m.

Outro tema que convém ser verificado é o das curvas de nível, que são linhas de igual cota ou altitude e são representadas de modo a permitirem uma interpretação dos acidentes do terreno. Existem as curvas de nível mestras que são representadas a traço mais grosso e normalmente estão espaçadas a cada cinco curvas de nível. Por equidistância natural entende-se o intervalo vertical entre duas curvas consecutivas. Quando esta distância é considerada à escala da carta, intitula-se equidistância gráfica. Deve-se verificar a equidistância gráfica utilizada nas curvas de nível, que para escalas quadruplas¹⁸, deve cumprir o estipulado pela equação:

$$equidistância(m) = 0.4 \times \frac{escala}{1000} \quad (d)$$

Quando as escalas são decimais¹⁹, duplas²⁰ ou subduplas²¹ a equação sofre uma pequena transformação:

$$equidistância(m) = 0.5 \times \frac{escala}{1000} \quad (e)$$

Com estes elementos podemos criar uma tabela que indica as equidistâncias vulgarmente utilizadas dependendo da escala da cartografia.

¹⁸ ex: 1:250, 1:2500; 1:25 000, ...

¹⁹ ex: 1:100, 1:1000; 1:10 000, ...

²⁰ ex: 1:500, 1:5000; 1:50 000, ...

²¹ ex: 1:200, 1:2000; 1:20 000, ...

Tabela 2 – Equidistâncias naturais em função da escala

Escala	Equidistância natural (m)
1:1000	0.5
1:2000	1
1:5000	2.5
1:10 000	5
1:25 000	10
1:50 000	25

A Verificação da qualidade posicional na cartografia que está a ser produzida para a CMA pode ser descrita em sete passos:

1. Verificar que a exatidão horizontal está de acordo com a escala 1:2000

Deve ter um EMQ igual ou inferior a 0.30m, mas considerando a possibilidade de 90% dos pontos da amostra representativa estarem nesse intervalo de confiança, consideramos $0.30\text{ m} \times 1.517 = 0.46\text{ m}$.

2. Seleção de um conjunto de pontos de teste

A seleção de pontos é feita numa área de amostra de cerca de 10% da área total da área cartografada²², cerca de 1400 ha, como cada quadrícula da área cartografada tem 160 ha, serão necessárias 8.75 quadrículas. Utilizaremos 9 quadrículas que conterão 1440 ha, equivalente a uma área de 10.3%.

Tabela 3 – Verificação do número de quadrículas

área total	14000	hectares
10% da área total	1400	hectares
área quadrícula (1600m*1000m)	160	hectares
número de quadrículas (1400/160)	8.75	
arredondamento para próximo	9	
verdadeira área	1440	hectares
percentagem real	10.3%	

²² A área do concelho é cerca de 19 757 ha (Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP 2012))

Os pontos foram escolhidos tendo a preocupação de procurar zonas em que a representação apareça bem definida e o mais próximo possível do solo, o que implica obrigatoriamente um maior rigor posicional. A maior percentagem dos pontos utilizados são cantos de baías de estacionamento, cantos de passeios e cantos de áreas ajardinadas. Foram seleccionados um total de 64 pontos (58 utilizados), espalhados aleatoriamente pela área da amostra.

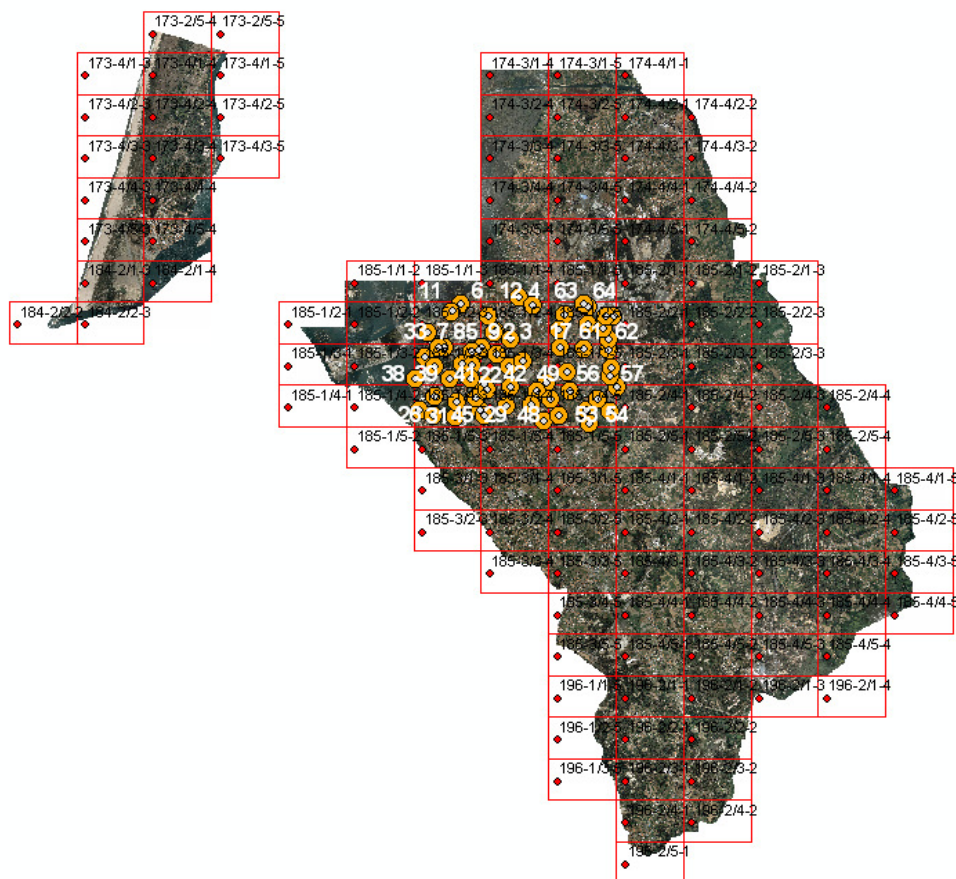


Figura 5 – Localização das 9 quadrículas seleccionadas

As quadrículas seleccionadas são nas imediações do Centro Cultural de Congressos de Aveiro (CCCA), apenas por uma questão de logística, devido à proximidade do local onde atualmente funcionam os serviços da DIG.

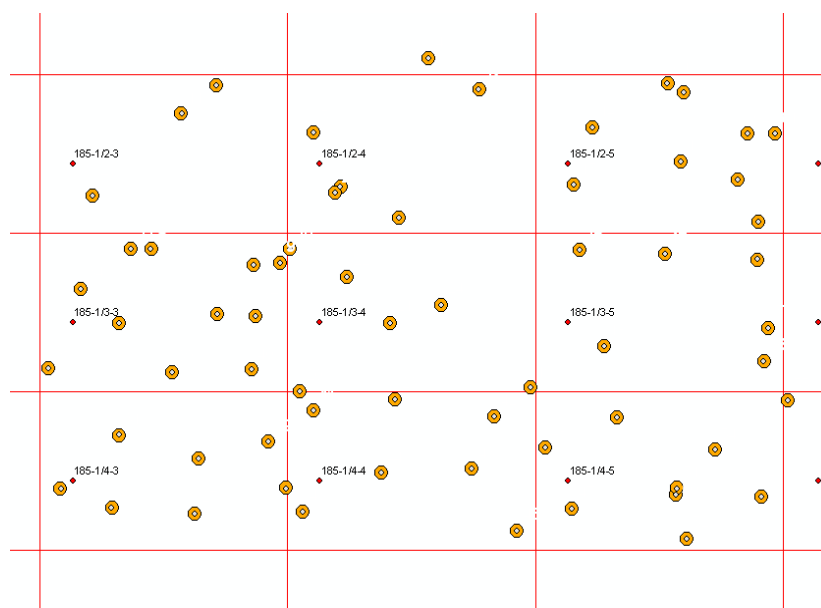


Figura 6 – Identificação das 9 quadrículas

O aspeto da distribuição dos pontos é apresentado na figura 7, dando a nítida sensação de que a distribuição foi perfeitamente aleatória tendo apenas cuidado de selecionar pontos com quebras facilmente identificáveis quer no terreno quer na informação gráfica, esta foi uma preocupação que esteve presente em todas as fases da seleção dos pontos.

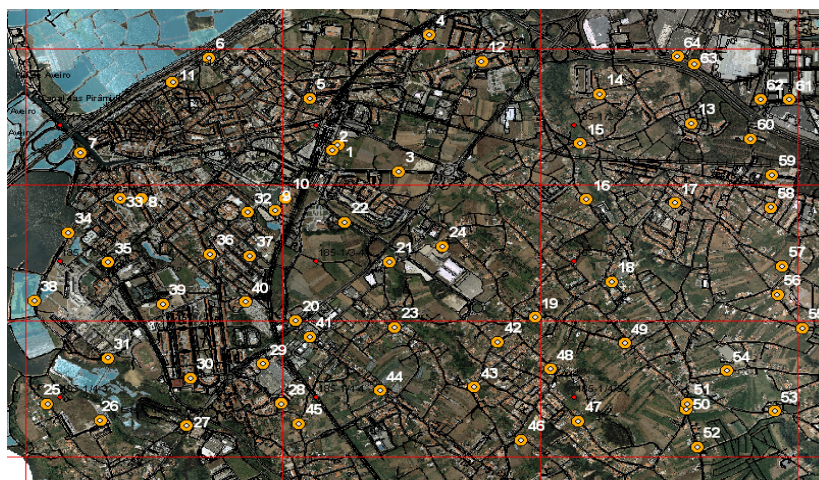


Figura 7 – Distribuição dos pontos

Procedeu-se à criação de um documento com a indicação dos locais onde se vão recolher as coordenadas dos pontos. A nível de exemplo apresentam-se dois pontos desse documento. O documento encontra-se anexado ao presente relatório.

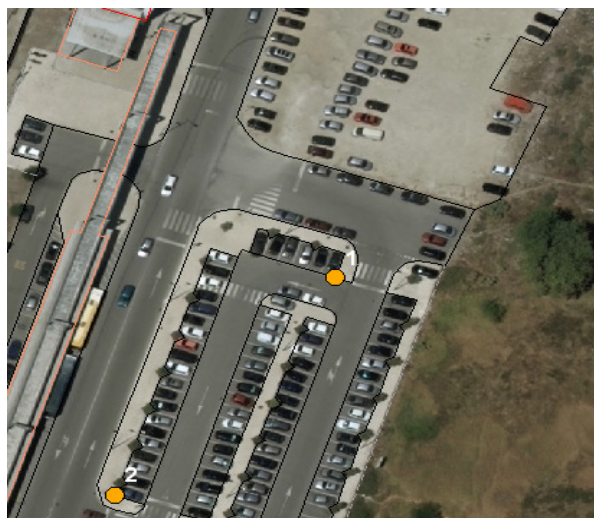


Figura 8 – Localização do ponto homólogo 1



Figura 9 – Localização do ponto homólogo 4

3. Identificação extração de pontos homólogos com um método de melhor precisão

Com o documento que indica os pontos homólogos para recolher as posições, deslocamo-nos ao terreno para proceder à operação. A forma mais correta e mais expedita que se pensou e utilizou, foi a recolha com um recetor GNSS. Este recetor configurou-se para trabalhar em tempo real²³, no modo diferencial, com o apoio da Rede SERVIR conseguindo valores de precisão na ordem dos centímetros. O recetor trabalha com o sistema de coordenadas geográficas geodésicas WGS84/TRF2005 e as altitudes

²³ RTK – Real Time Kinematics

elipsoidais são obtidas por cálculo relativamente ao elipsóide de referência. As coordenadas geográficas obtidas foram transformadas para o sistema de coordenadas geográficas geodésicas ETRS89, tendo como elipsoide de referência o GRS80, através de uma transformação de 3 parâmetros. Posteriormente foi aplicado o método de projeção das grelhas para obter as coordenadas projetadas no Datum 73. As altitudes ortométricas foram obtidas com o recurso ao modelo do geoide recomendado pelo IGP.

Nesta fase estes elementos já estão prontos para serem carregados numa folha de cálculo para posteriormente fazer a comparação com os homólogos medidos na representação gráfica.

Procedeu-se à criação de um ficheiro do tipo *shapefile*²⁴ com os pontos medidos no terreno e fez-se a sobreposição com os pontos homólogos no ArcMap, para verificar de forma visual e de maneira grosseira se existem muitas diferenças entre eles e facilmente identificar algum *outlier*²⁵ que esteja presente, procedendo à sua eliminação da análise que se está a fazer.



Figura 10 – Recolha da posição de ponto

4. Coleção das medidas dos pontos idênticos aos anteriores

A recolha das coordenadas dos pontos nas peças gráficas foi levada a efeito com recurso ao ArcMap da ESRI. Sabendo que a informação se encontra projetada em Datum 73,

²⁴ Arquivo que contém dados geoespaciais

²⁵ Ponto que ficou mal registado, por algum motivo alheio ao operador

recolheram-se as posições dos pontos homólogos e organizaram-se numa folha de cálculo de modo a se poderem confrontar com os valores das coordenadas dos homólogos medidos no terreno. O cálculo das cotas foi levado a efeito com recuso ao Modelo Digital do Terreno (MDT), recorrendo ao ArcMap.

5. Cálculo das estatísticas da exatidão da posição correspondente

Analisando as diferenças dos valores obtidos, podemos fazer algumas análises que nos ajudem a perceber se os elementos estão conforme o solicitado para a cartografia 1:2000. Se algum *outlier* não foi identificado na altura em que sobrepusemos as *shapefiles* dos pontos, será agora facilmente detetável, pois terá erro em M ou P que se destacará dos valores normais. Faz-se também a seleção dos valores maiores e menores para perceber o intervalo de valores encontrados. Podemos calcular a média dos desvios a título meramente indicativo, pois para o fim a que nos propusemos não tem muito interesse. Calculamos o desvio padrão que já nos dá uma ideia da precisão dos dados gráficos e que no nosso caso tem valores bons²⁶, 0.26 m e 0.21 m em M e P, respetivamente.

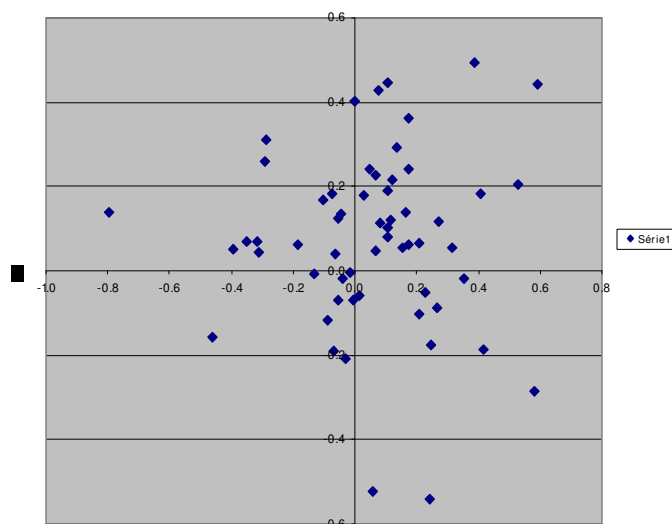


Gráfico 1 – Desvios observados

Calculamos o EMQ em M e em P e encontramos valores de 0.26 m e 0.22 m, respetivamente e que nos dá a indicação de que estamos abaixo do limite máximo. É necessário fazer o cálculo do intervalo de confiança, que para a cartografia 1:2000 é de 0,45 m. Quando confrontado com os desvios em M e P, devemos considerar que estes

²⁶ Valores que estão compreendidos no intervalo tolerável

valores são absolutos. No nosso caso encontramos 91% dos valores confrontados a cumprir o requerido em M e 95% em P, ou seja a satisfazer o exigido que é 0.46 m.

Tabela 4 – Extrato da folha de cálculo com os resultados planimétricos

Média	0.05	0.07	cumpre	53	55
Desv Pad	0.26	0.21	não cumpre	5	3
Mín	-0.79	-0.54			
Máx	0.59	0.49	>90% cumpre	91%	95%
EMQ	0.260	0.220			
EMQ (MP)	0.344				
exigencia	0.3				
exig * 1.517	0.46				

Tabela 5 – Extrato da folha de cálculo com os resultados altimétricos

Média	-0.009	cumpre	58
Desv. Pad.	0.169	não cumpre	0
mín	-0.620		
max	0.301	>90% cumpre	100%
EMQ	0.168		
exigencia	0.75		

Quanto à exatidão vertical encontramos valores que são do agrado, tanto para o produtor como para o cliente, conseguimos encontrar valores que cumprem as exigências, nomeadamente um desvio padrão de 0.169 m, EMQ de 0.168 m e em 100% dos pontos verificado cumpre o limite do desvio exigido que é de 0.75 m.

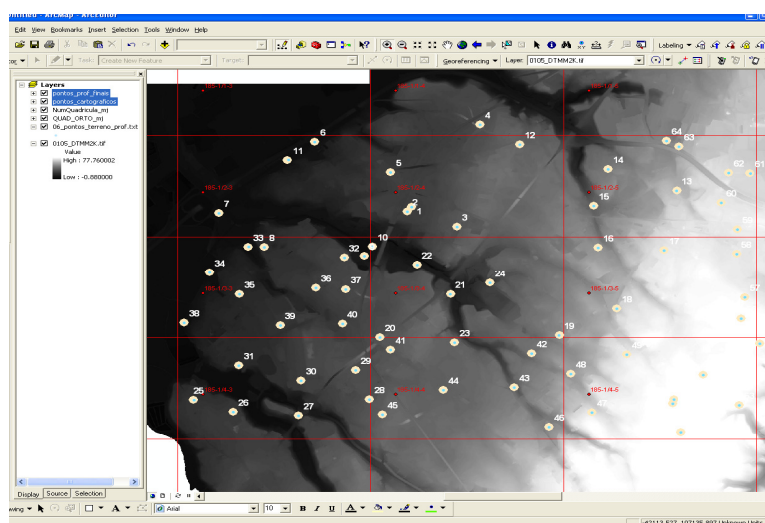


Figura 11 – Pontos de recolha de coordenadas altimétricas sobre o MDT

Para a recolha das cotas dos pontos no MDT, devemos carregar o MDT no ArcMap e devemos escolher as características que queremos ver aplicadas na imagem. O MDT tem de estar no mesmo sistema de referência em que se encontram os pontos que vamos querer saber as altitudes.

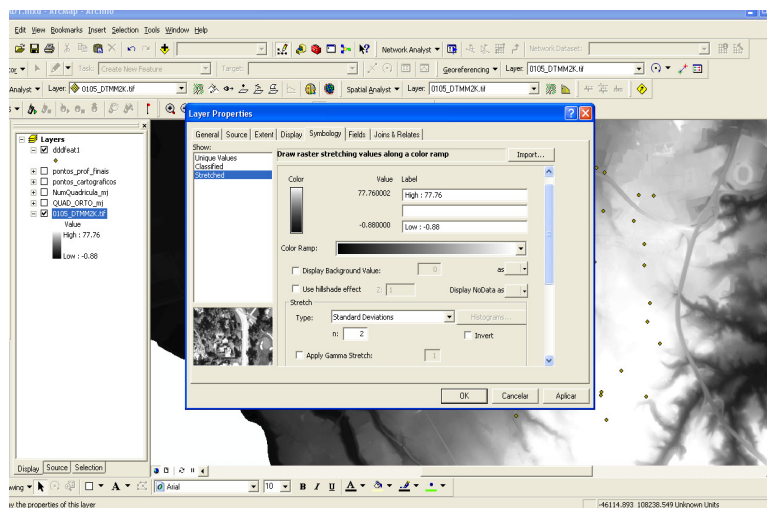


Figura 12 – Imagem da caracterização do MDT

Temos que criar uma *shapefile* que resulte da sobreposição dos pontos com o MDT e que vai recolher os valores de altitude e guarda-os dentro das suas características invisíveis.

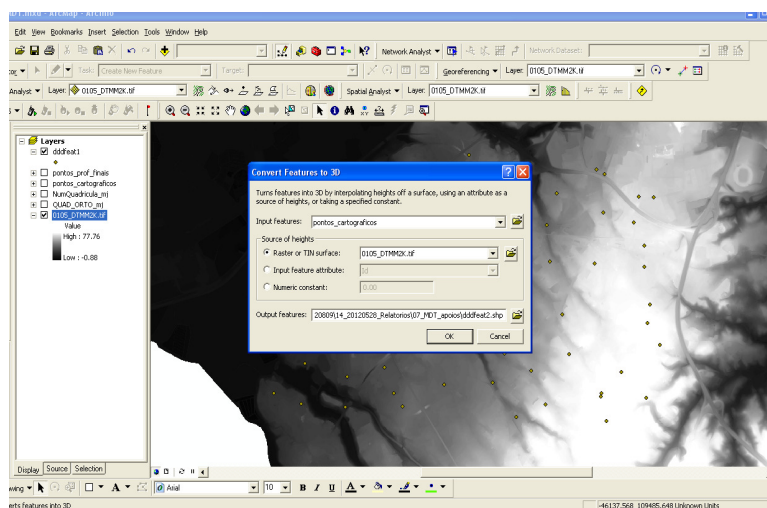


Figura 13 – Criação da *shapefile* com altitudes do MDT

Para visualizar as altitudes devemos criar um novo campo nos atributos da *shapefile* e conseguimos fazer surgir os valores altimétricos que já estavam contidos na *shapefile*.

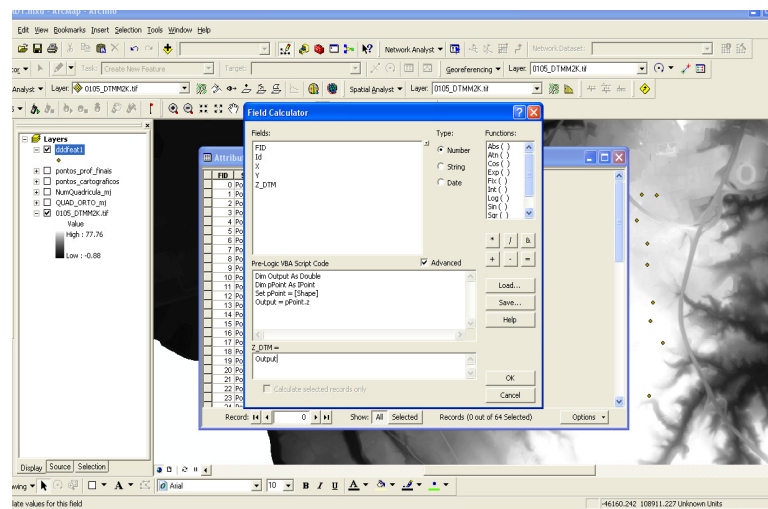


Figura 14 – Comando para o surgimento da altitude

Após a obtenção dos valores de Z, estamos prontos para os levar para a folha de cálculo e podermos obter os resultados da análise aos elementos.

6. Declaração da exatidão

A declaração da exatidão deve ser expressa seguindo uma declaração standard de modo a ser facilmente perceptível a exatidão para quem utiliza a informação gráfica.

“0.344 m de exatidão horizontal e 0.168 m de exatidão vertical para um intervalo de confiança de 90%”

7. Inclusão da declaração nos metadados

É importante que os resultados obtidos pela verificação do rigor posicional sejam colocados no ficheiro de metadados, para quem tiver necessidade de os utilizar saber com que tipo de dados está a trabalhar e o que se pode esperar deles. Não se deve trabalhar com informação que não se sabe a origem dela, correndo o risco de a utilizar de forma pouco fiável ou mesmo errada.

Se a análise for feita por tema, deverá existir uma declaração para cada um dos temas. No nosso caso a informação não foi individualizada por temas e uma cautela que deve ser respeitada na publicação dos metadados é não usar mais precisão do que a dos dados.

3.1.2 Exatidão temática - Erros de classificação

A exatidão temática pode ser definida como a aproximação ao valor verdadeiro, tendo sempre em atenção que deve ter um período de vigência. A forma de expressar a exatidão depende do tipo de dados que se está a analisar. No caso de dados contínuos a forma de verificação é semelhante ao usado para o controle de exatidão posicional. Para a verificação da categoria das entidades é necessário considerar se ficou especificado quais seriam as apropriadas e se ficaram suficientemente detalhadas. Este é um passo importante para ser possível dizer se determinada entidade está bem categorizada, porque “havendo espaço” podem existir dúvidas se aquele valor é ou não verdadeiro. Para a verificação recorre-se à construção de uma matriz de confusão em que se faz uma inspeção binária.

A representação dos objetos pode apresentar erros devido a identificações erradas na restituição ou a erros de manipulação de dados.

A forma de verificar e aceitar ou não o trabalho depende de critérios que foram especificados no início do processo. Recorre-se a uma amostra de locais e atributos e faz-se uma deslocação ao terreno para fazer a verificação. A verificação de erros de classificação de atributos pode também ser levada a efeito detetando inconsistência de dados. Convém ressaltar que os elementos de simbologia não representam informação e destinam-se apenas à composição do mapa.

Tanto a nível global como ao nível do catálogo de objetos, a conformidade semântica dos dados tem de ter erros inferiores a 5%, não podendo o trabalho ser aceite se assim não acontecer.

3.1.3 Consistência lógica – Geometria

Deve ser verificado se a base de dados está conforme as definições geométricas características dos diversos temas. Todos os polígonos devem ter uma etiqueta e apenas uma, não pode haver cruzamento nem corte de linhas e a informação deve estar estruturada topologicamente. É necessário que durante a inspeção se verifique se os temas restituídos tiveram a mesma preocupação de escala, se os conceitos seguidos foram os mesmos e também os processos, fazendo esta verificação em todo o desenho.

É importante que esteja bem definido em que altura os temas foram obtidos, nomeadamente a estação do ano, data, hora, etc...

A verificação é feita com recurso ao comprimento, no caso de elementos lineares, obtendo uma percentagem final de erros que deve ser inferior a 5% e deve ser feita tanto a nível global como ao nível do catálogo de objetos. No caso de elementos poligonais a verificação é feita com recurso a contagem e não devemos ter uma percentagem de erros superior a 5%.

3.1.4 Completude

A verificação da completude de um tema consiste na comparação da realidade com o representado graficamente. Pode haver dois tipos de erros, erros de omissão e erros de comissão. Erros de omissão acontecem nos casos em que na representação gráfica estão elementos em falta comparativamente ao que existe no terreno. No caso de erros de comissão é exatamente o contrário, estão elementos representados graficamente que não existem no terreno.

Para a verificação recorre-se a uma percentagem calculada entre o número de objetos representados graficamente e o número total de objetos no terreno. A comparação é feita numa área de amostragem e deve ser feita o mais próximo possível da data de produção do trabalho. A apresentação de resultados deve ter em conta que sendo elementos lineares devem ser expressos em metros e no caso de elementos pontuais ou poligonais devem ser expressos em unidades. Os valores toleráveis são de 5%, quer na globalidade quer no domínio do catálogo de objetos.

4 Recorte de ortofotomapas com máscara

Existem outros tipos de informação geográfica na CMA que contém uma elevada desatualização. Além da desatualização gráfica, os sistemas de projeção característicos de cada um deles, não estão identificados, o que promove a ocorrência de desfasamentos que são perceptíveis quando há sobreposição de informação geográfica.

Mais recentemente foram disponibilizados para uso da CMA ortofotomapas de um voo de 2005 propriedade da Direção Geral dos Recursos Florestais (DGRF-IGP e mais recentemente ainda foram cedidos para uso da CMA, ortofotomapas de um voo de 2010 propriedade da Águas da Região de Aveiro (ADRA). Estes últimos além de terem sido criados com o propósito de restituição fotogramétrica para produção de cartografia à escala 1:2000, têm tamanho de pixel de $0.25\text{ m} \times 0.25\text{ m}$ enquanto os anteriores têm $0.50\text{ m} \times 0.50\text{ m}$.



Figura 15 – Ortofotomapas da DGRF de 2005

Os ortofotomapas fornecidos cumpriram o contratado, e a área da ria de Aveiro e das marinhas foi excluída do voo. Assim conseguiu-se uma economia de cerca de 6000 ha, em lugar de 20 000 ha, foram apenas cobertos nas fotografias aéreas cerca de 14 000 ha. Embora se consiga ter alguma poupança monetária, resultou num produto que é perfeitamente útil para a estéreo-restituição, mas que no aspeto visual final dos ortofotomapas, quando montados para toda a área do concelho, deixa um pouco a desejar devido ao seu aspeto incompleto. Convém referir que a zona da ria e marinhas não foi contratada para a produção de cartografia porque é uma zona em que há pouquíssima intervenção.

De forma a melhorar o aspeto visual final, até porque muitas das informações, impressões e publicações na web utilizam os ortofotomapas como base cartográfica,

houve necessidade de completar os ortofotomapas com parte do concelho excluída desta cartografia, melhorando também o aspeto visual. Assim tomou-se como ponto de partida os ortofotomapas do voo mais recente (2011) e vamos ter de compor a zona da ria, das marinhas e também, porque existe, deixar visível o acrescento de área que tem no contorno de todo o concelho. Provavelmente os ortofotomapas de 2011 também teriam essa área, a questão é que ela existe mas está com os valores de pixel a 255, ou seja, fisicamente está ocupado só que não tem matéria que se aproveite para a nossa finalidade.



Figura 17 – Ortofotomapas da CMA de 2011

Para este processo, e no sentido de aproveitar o máximo possível dos ortofotomapas do voo mais recente, foi necessário criar uma *shapefile* com a área do concelho e a área alagada de forma que se pudesse fazer uma extração por máscara. Este processo consiste em existir uma imagem de entrada e recortar pelo limite de um polígono (figura 18), resultando assim uma imagem recortada.

As imagens que não aparecem na figura 19 são as que não foram necessário cortar porque não estão no limite da zona de corte.

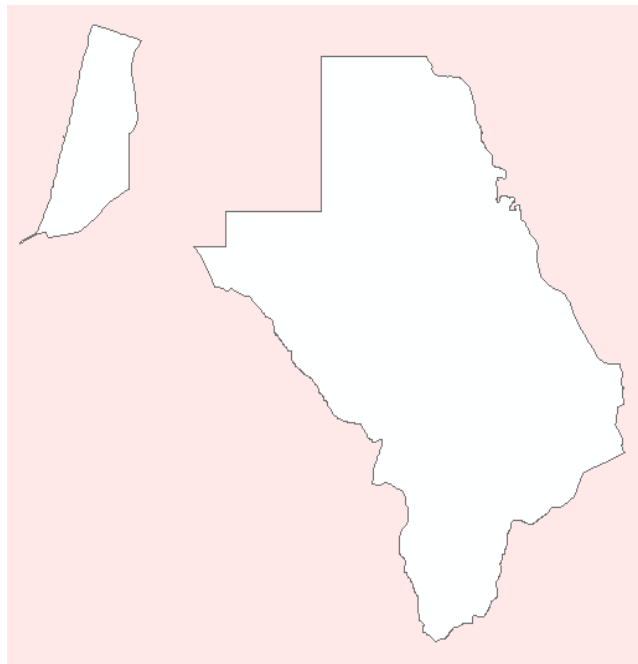


Figura 18 – Negativo usado para recortar os ortofotomapas de 2011

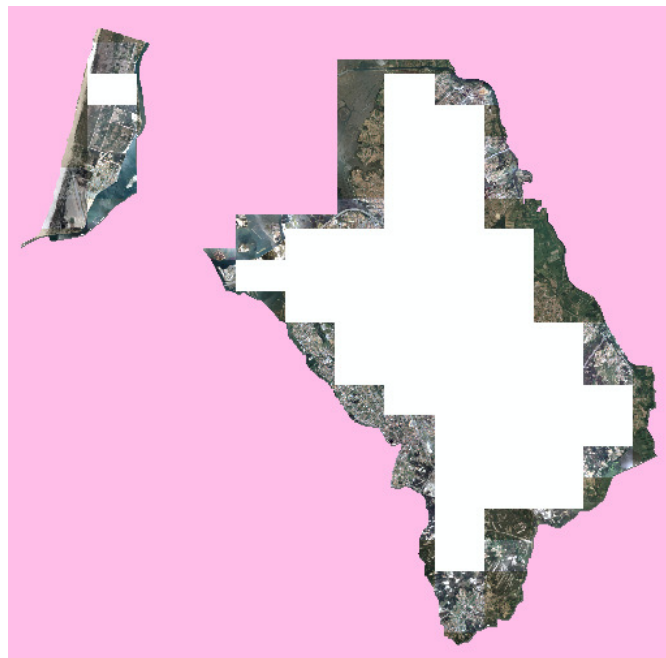


Figura 19 – Ortofotomapas de 2011 que sofreram intervenção de corte

Procedeu-se de maneira análoga para extrair a parte que nos interessa dos ortofotomapas da ADRA de 2010. Em lugar de ser usado o negativo, usou-se o positivo

de forma fazer a montagem nas imagens e ficarmos com um trabalho de melhor qualidade e aspeto visual mais agradável e informativo.

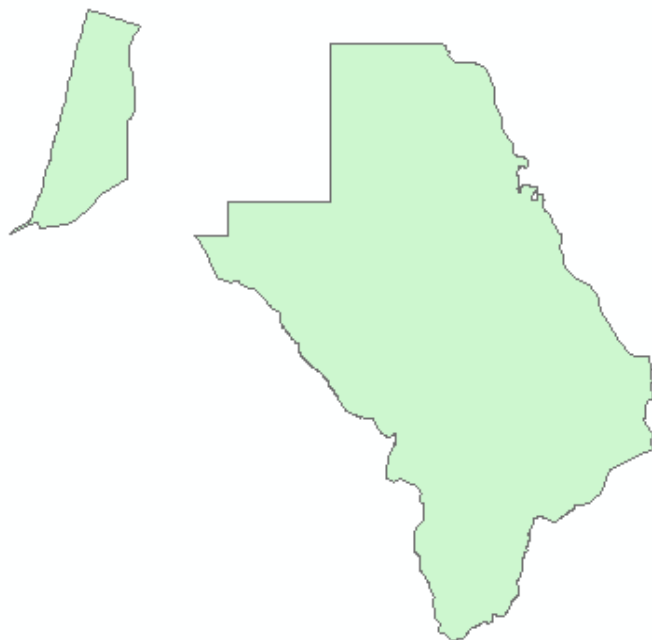


Figura 20 – Positivo usado para recortar os ortofotomapas de 2010



Figura 21 – Ortofotomapas de 2010 que sofreram intervenção de corte

Estamos agora na etapa final deste trabalho que se tornará muito útil para utilização no município. O aspeto final ficou interessante e respondeu exatamente ao solicitado, como se pode verificar nas figuras 22 e 23.



Figura 22 – Fusão dos ortofotomapas



Figura 23 – Fusão de ortofotomapas

O seccionamento das imagens é feito com a dimensão de $1600\text{ m} \times 1000\text{ m}$ no terreno, em M e P respetivamente, o que corresponde a 160ha. A designação das folhas deve cumprir o indicado no Anexo A das “*Normas Técnicas de Produção e Reprodução de cartografia e Ortofotocartografia à escala 1:2000*”, responsabilidade do IGP, que tem como base a nomenclatura das cartas militares à escala 1:25 000. As cartas à escala 1:25 000 são a base da numeração das cartas à escala 1:10 000, que por sua vez será o apoio da numeração das quadrículas à escala 1:2000.

185_1_11	185_1_12	185_1_13	185_1_14	185_1_15	185_2_1c
185_1_21	185_1_22	185_1_23	185_1_24	185_1_25	
185_1_31	185_1_32	185_1_33	185_1_34	185_1_35	
185_1_41	185_1_42	185_1_43	185_1_44	185_1_45	
185_1_51	185_1_52	185_1_53	185_1_54	185_1_55	
185_3_1c					185_4_1c

Figura 24 – Folha mapa 1:10 000, com nomenclatura 1:2000

Na figura 24 convém reter que quanto à nomenclatura, a passagem de uma folha à escala 1:10 000 para a escala 1:2000, é dividida em 4 e segue a numeração horizontal da esquerda para a direita, utilizando como características o número de linha (l) e o número de coluna (c).

No total do tratamento da informação, foram editados 116 folhas do levantamento de 2010 e 126 folhas do levantamento de 2011.

5 Modelo 3D urbano

Uma ferramenta de grande utilidade para uma constatação da realidade da volumetria construtiva do concelho de uma forma expedita, é ter um Modelo Digital de Superfície (MDS).

A denominação de MDS tem origem no conceito de superfície física, conforme é visualizada na realidade. Para produzir um MDS é necessário que tenhamos um Modelo Digital de Terreno (MDT), um ficheiro de tipo *shapefile* de polígonos para o caso das construções e um ficheiro do tipo *shapefile* de pontos para as cotas dos edifícios.

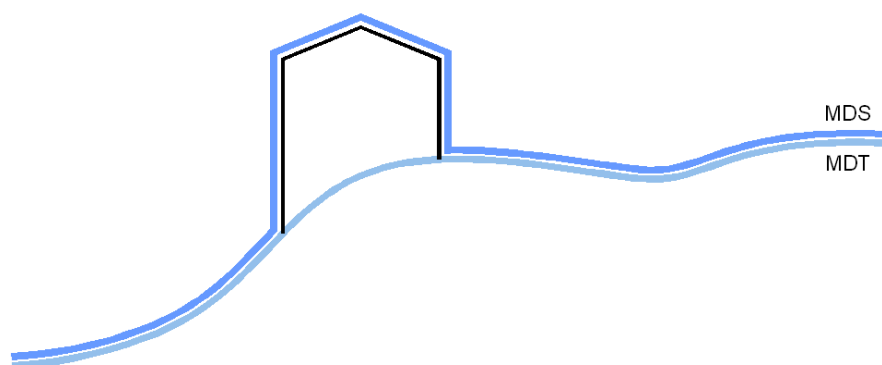


Figura 25 – Diferença entre MDT e MDS

Antes de mais é necessário referir que o MDT foi reduzido a uma área equivalente à zona mais urbana do concelho, 9 quadrículas da cartografia à escala 1:2000, equivalente a cerca de 1440 ha.

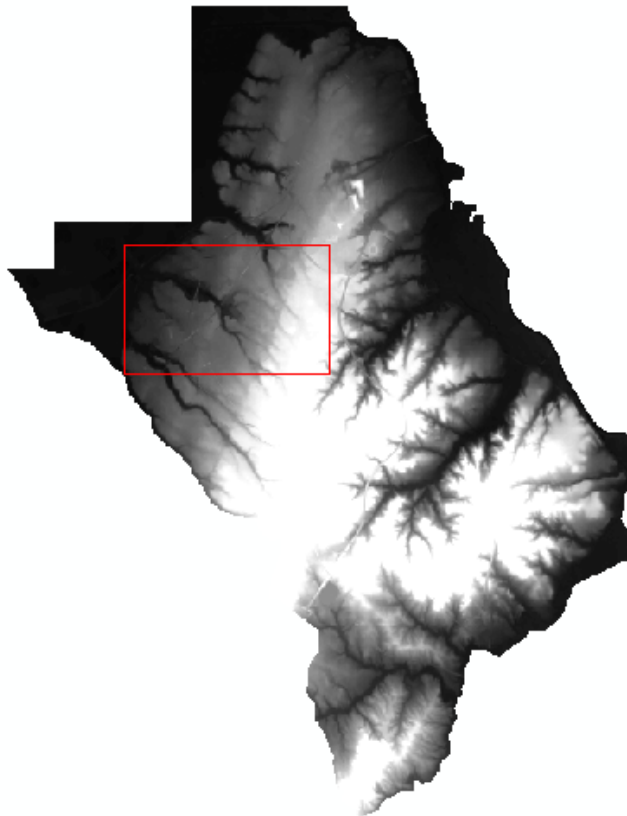


Figura 26 – Indicação da área intervencionada

O MDT será necessário para podermos criar a superfície onde aparecerão implantados os edifícios. Para a criação do terreno procedemos à criação de uma Rede Triangular Irregular (TIN), sendo necessário para isso definir que vamos fazer a conversão de uma imagem para uma TIN, com uma precisão vertical tolerável no nosso caso de 1 m.

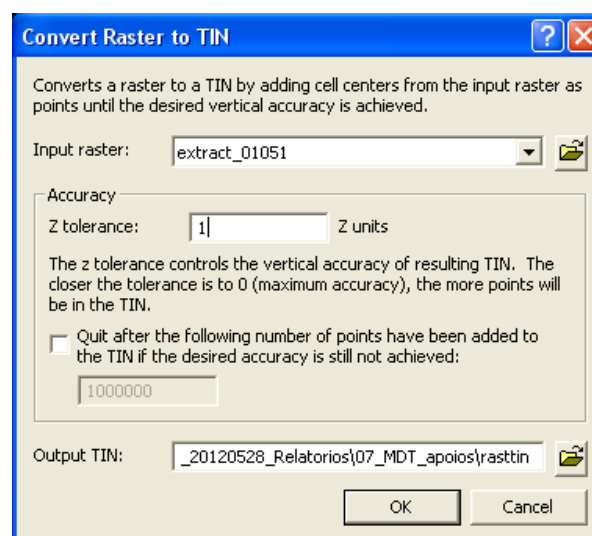


Figura 27 – Processo de conversão de imagem para TIN

O resultado pode e deve ser analisado de forma a verificar se existe alguma desconformidade que fique evidenciada visualmente. Caso não seja encontrado nada que justifique algum tipo de correção, podemos avançar para o tratamento da informação no que respeita aos polígonos e pontos mais altos dos edifícios.

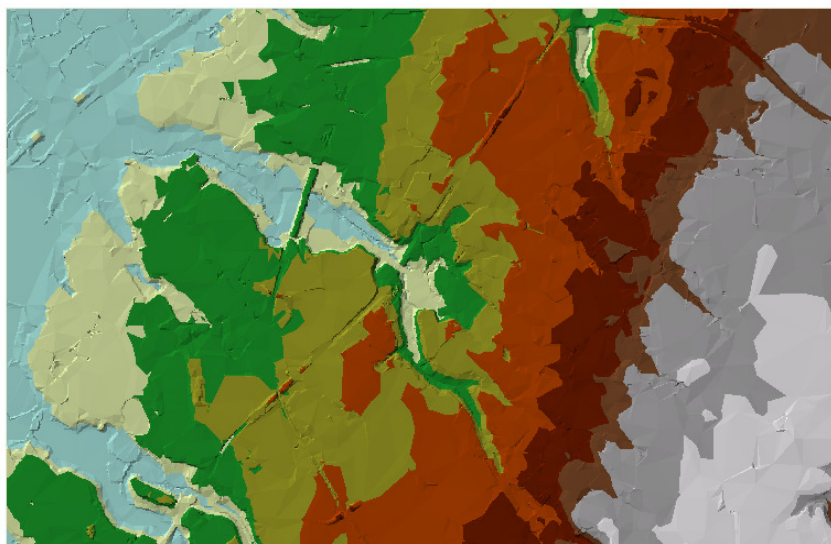


Figura 28 – TIN resultante

A criação de um ficheiro do tipo *shapefile* de polígonos pode ser efetuada com recurso ao AutocadMap e ao ArcCatalog. No Autocad fazemos a ligação às nossas 9 folhas de desenho da cartografia em formato *dwg*. Através de um filtro conseguimos selecionar o que na realidade nos interessa, polígonos que receberam o tratamento de identificação do ponto mais alto da construção. Devemos excluir todas as construções dos tipos A08_EDIF_EM_CONSTRUCAO, A09_EDIF_PRECARIA, A12_NAO_EDIFICADO, A13_ANEXO e A14_COBERT_TELHEIRO porque em nenhuma delas foi solicitada a colocação do ponto mais alto do edifício com recurso a pontos de coordenadas 3D²⁷.

²⁷ Alinea 8.1.1 edificações, do catálogo de base planimétrico da descrição e regras de aquisição dos elementos vetoriais, que se encontra nas especificações técnicas do caderno de encargos para Aquisição de serviços "Execução e fornecimento de cartografia numérica vetorial, ortofotomapas à escala 1:2000 e homologação"

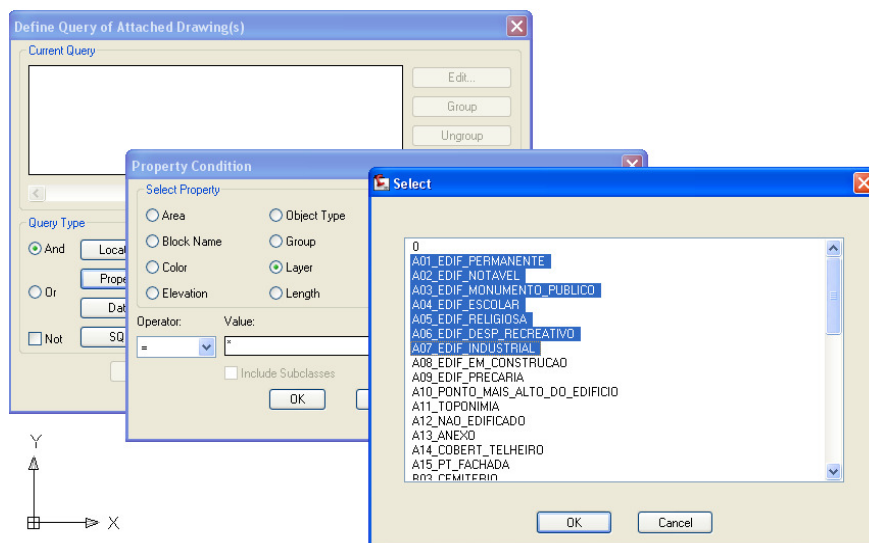


Figura 29 – Seleção de polígonos de construções



Figura 30 – Polígonos de construções (32486 entidades)

Procede-se de forma análoga para obter o ficheiro de desenho com os pontos cotados respeitantes ao ponto mais alto da construção.

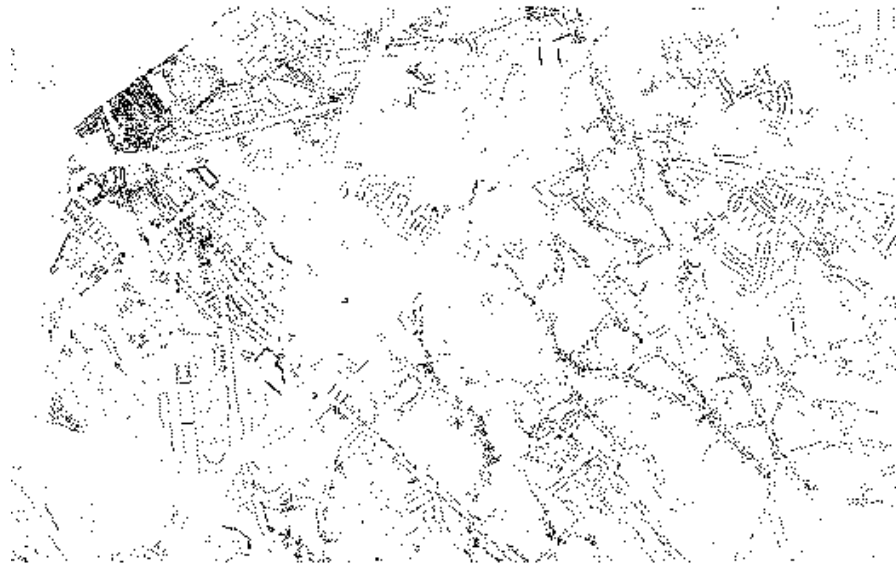


Figura 31 – Pontos mais alto das construções (10572 entidades)

É evidenciado através da leitura do número de elementos de cada um dos ficheiros que apenas cerca de um terço dos polígonos terá a indicação do seu ponto mais alto.

Recorrendo ao ArcCatalog podemos facilmente criar os ficheiros do tipo *shapefile*, bastando para isso fazer uma exportação dos dados do ficheiro de desenho para um ficheiro do tipo *shapefile*.

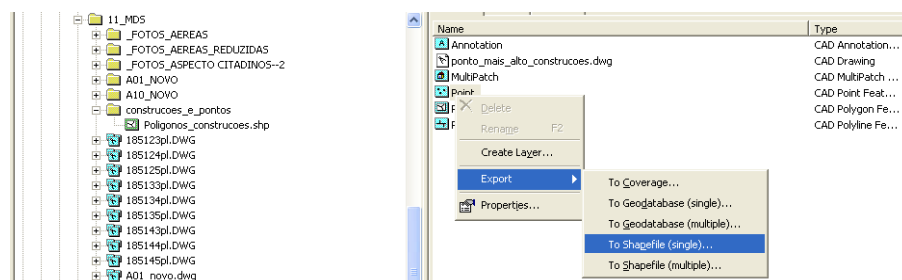


Figura 32 – Criação de ficheiros do tipo *shapefile*

A próxima operação é fazer uma junção espacial de forma que as coordenadas altimétricas dos pontos que se encontram dentro das áreas delimitadas pelos polígonos, sejam atribuídas a esses polígonos.



Figura 33 – Ficheiros de polígonos e pontos carregados no Arcmap

Uma forma possível de fazer a junção corretamente é ter como origem o tema de polígonos e fazer a junção do tema dos pontos baseada na localização espacial. Desta operação resulta a junção da cota dos pontos ao tema dos polígonos. Neste caso concreto as cotas são adicionadas à tabela de atributos usando as médias dos pontos que estão no interior dos polígonos. Em condições normais deve haver um único ponto por polígono.

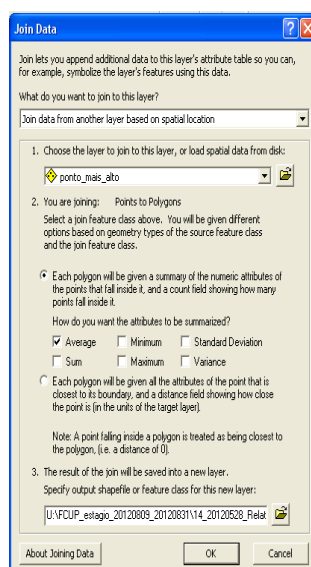


Figura 34 – Junção do tema de polígonos e de pontos

Na *shapefile* resultante ficamos com polígonos que têm uma cota altimétrica que pode ser extrudida no ArcScene criando um efeito de visualização 3D que nos dá uma percepção

rápida da realidade construtiva. O número de polígonos com cota altimétrica são 10572, o que já era de esperar porque era o número de cotas que existiam na *shapefile* de pontos.

No ArcScene podemos carregar a TIN antes preparada e a shape resultante anteriormente. Fazemos a extrusão dos polígonos para a cota dos pontos.

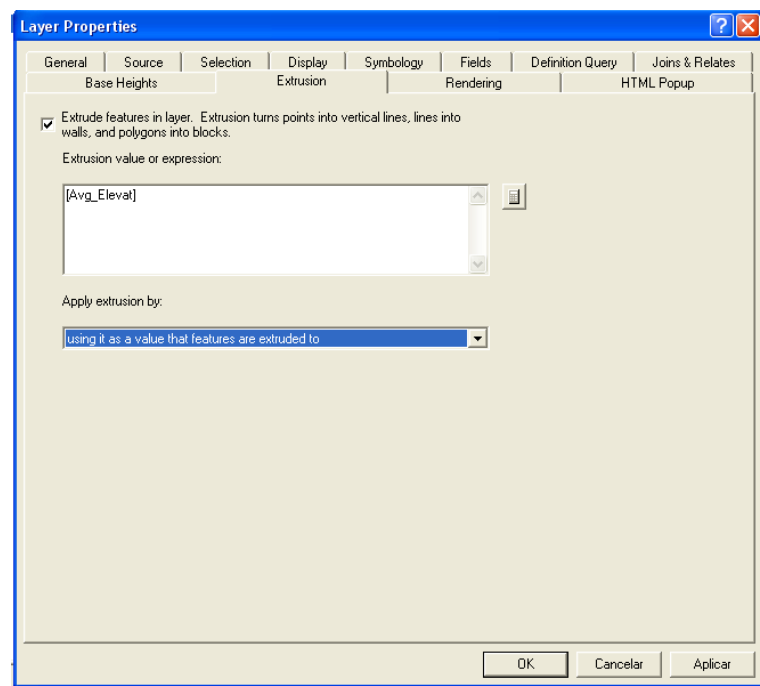


Figura 35 – Extrusão dos poligonons

Como resultado final vamos ter as construções a três dimensões colocadas sobrepostas com a TIN. O aspeto visual pode ser melhorado para facilitar a perceção do terreno onde se encontra. A utilização dos ortofotomapas ajuda a arrepiar caminho à finalidade a que nos propusemos.

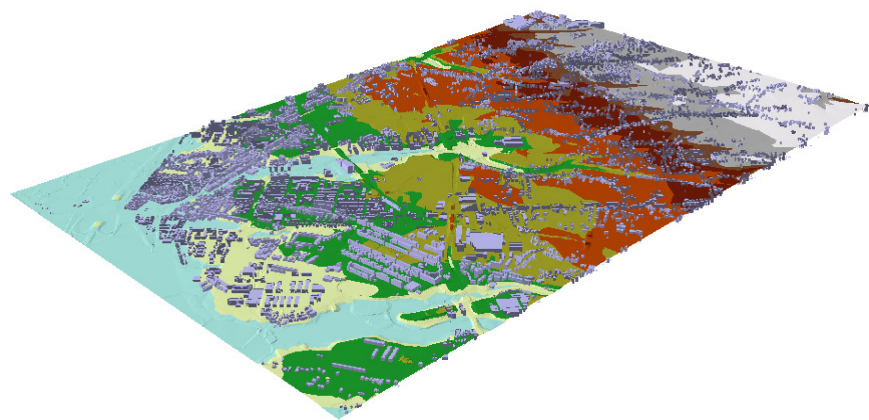


Figura 36 – Poligonos extrudidos e TIN

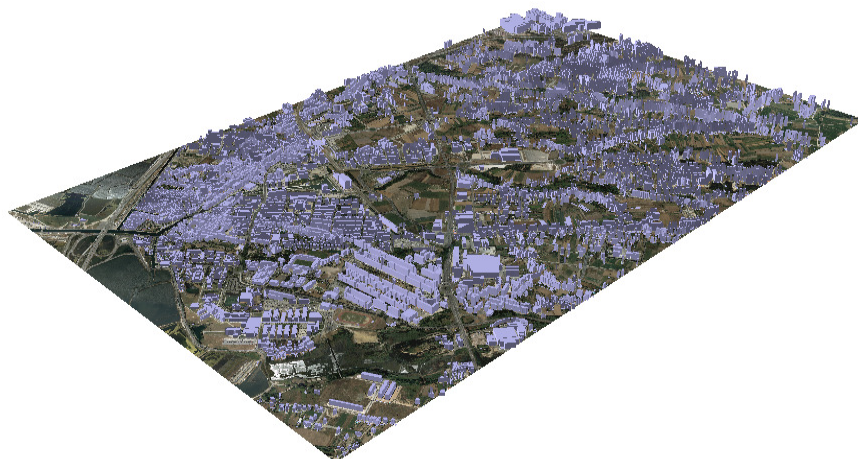


Figura 37 – Polígonos extrudidos e ortofotomapas

Existe um tratamento que pode ser dado aos ortofotomapas no sentido de melhorar a visualização, que consiste em fazer a sua adaptação ao terreno, recorrendo individualmente a cada um dos ortofotomapas e nas propriedades sugerir que a sua base altimétrica se adapte à TIN.

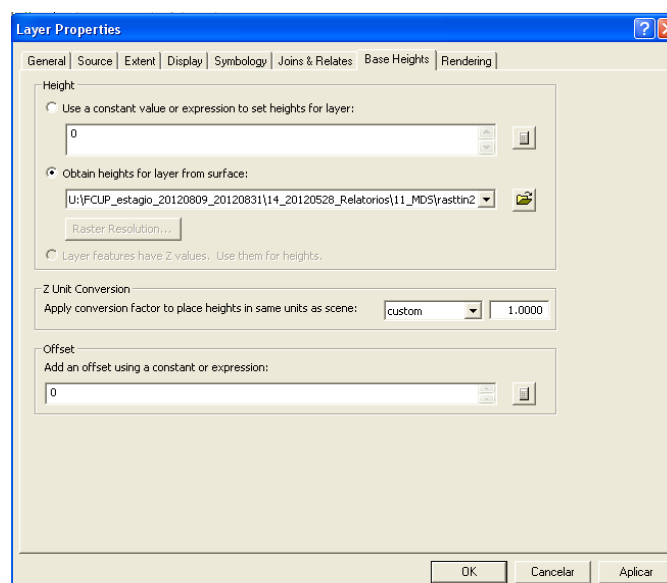


Figura 38 – Adaptação dos ortofotomapas ao terreno

Seguindo o paradigma do tratamento de informação geográfica por camadas, vamos utilizar as três anteriormente criadas: TIN, ortofotomapas adaptados ao terreno e construções com altimetria.

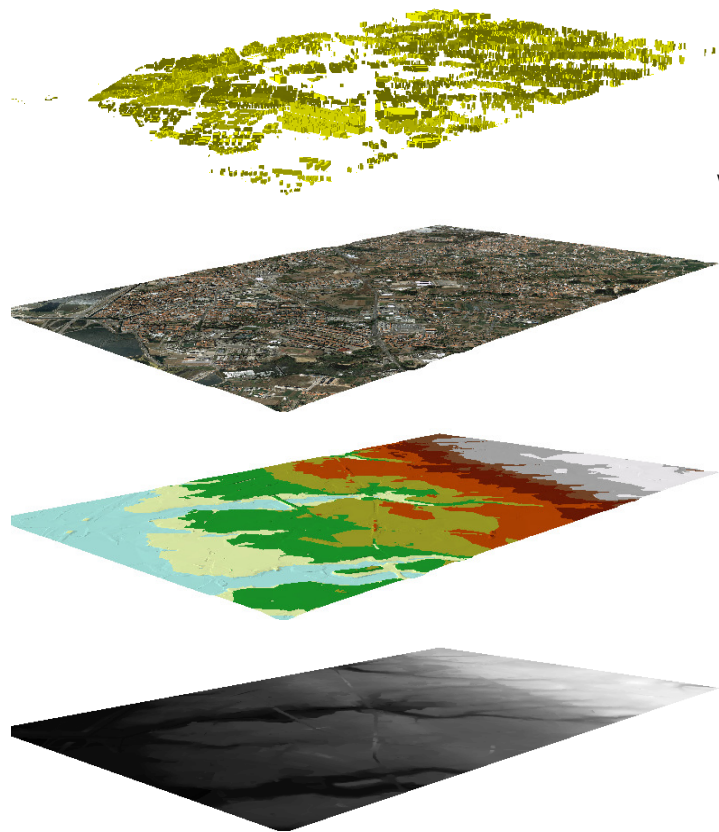


Figura 39 – Camadas de temas

No final e em termos comparativos com a realidade podemos confrontar fotografias aéreas e a visualização realista do MDS, tentando que o ponto de vista seja o mais aproximado possível do ponto de vista da fotografia.



Figura 40 – Fotografia aérea do CCCA

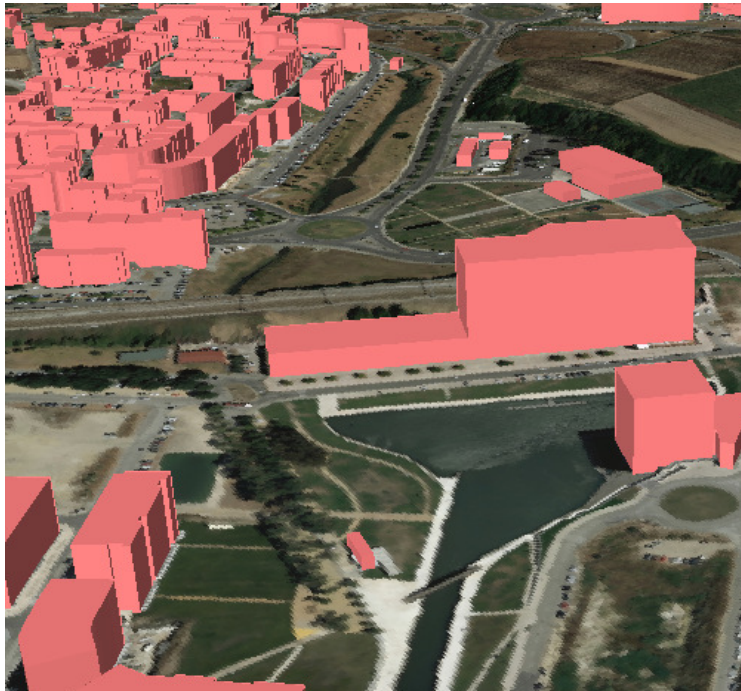


Figura 41 – Visualização ArcScene do CCCA



Figura 42 – Fotografia aérea da entrada em aveiro



Figura 43 – Visualização ArcScene da entrada em aveiro

A informação apresentada até aqui tem como altitude de base, o zero absoluto, quando na realidade as construções não estão nessa cota. Então a forma de obter a verdadeira

altura dos edifícios, passa pela necessidade de conhecer a média da altitude em que cada um dos polígonos das construções se cruza com o terreno. Depois de conhecido esse valor, se o subtrairmos ao ponto mais alto das construções obtemos a altura do edificado. Aparentemente esta informação terá usabilidade no município.

O processo passa pela utilização da *shapefile* de polígonos anteriormente criada com a altitude dos edifícios e fazer uma análise espacial de maneira que seja encontrada a altitude média do polígono, no seu cruzamento com o MDT. Como resultado devemos obter uma tabela que terá vários valores estatísticos. Pode-se fazer uma limpeza na *shapefile* dos polígonos que não tenham o ponto mais alto das construções, de um total de 32486 entidades eliminamos 21914 entidades, ficando com 10572 entidades.

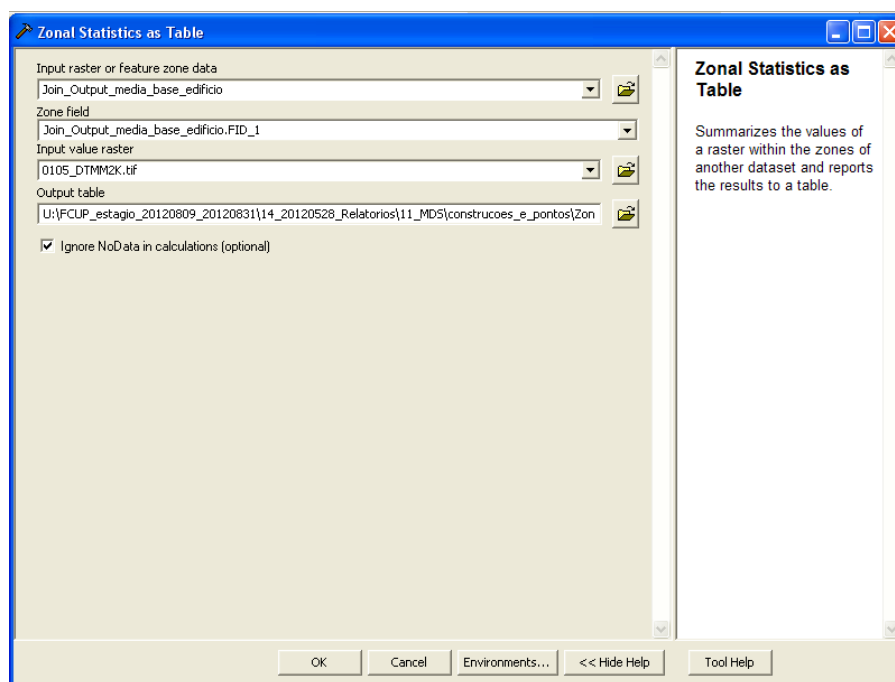


Figura 44 – Pesquisa dos dados estatísticos na zona dos polígonos

Como resultado temos uma tabela em que entre os vários dados resultantes contém um campo que é a média dos valores contidos nos polígonos. Temos agora de fazer uma junção na *shapefile* anterior dos atributos da tabela.

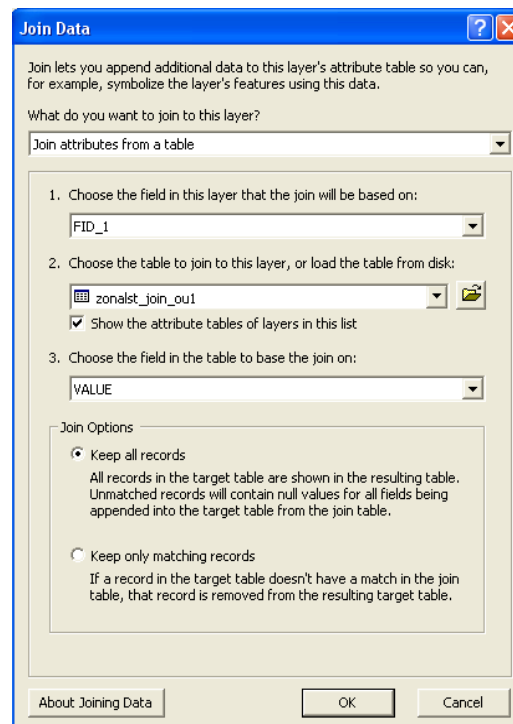


Figura 45 – Junção da *shapefile* com tabela

Na *shapefile* resultante devemos criar uma nova coluna onde será depositada a diferença entre a altitude do ponto mais alto da construção e a média da altitude da base do polígono no cruzamento com o solo. Existem 170 polígonos que não são considerados na tabela de atributos (apresentam valores nulos) porque na interação com o MDT não conseguiram retornar valores devido à área ser diminuta (a maior parte destes polígonos são as capelas mortuárias dos cemitérios, estátuas e postos de transformação elétrica).

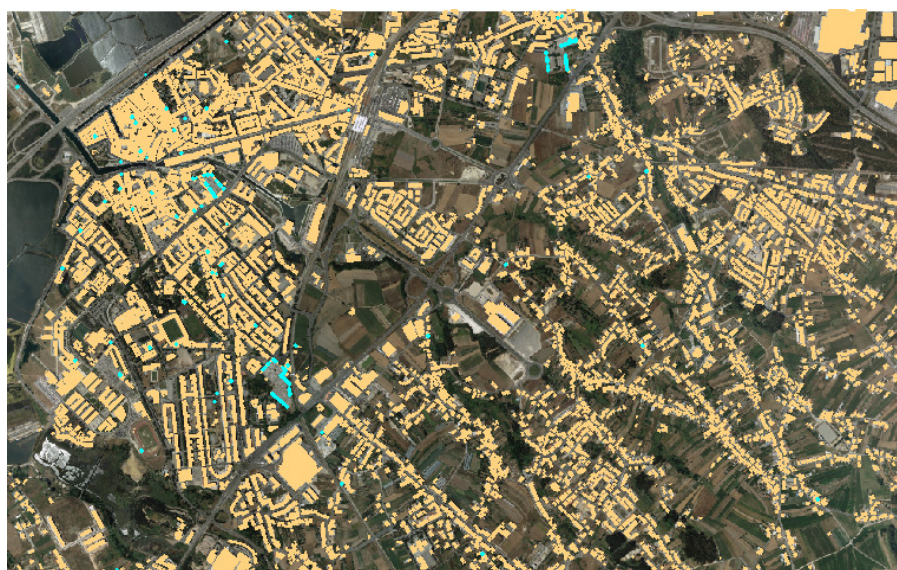


Figura 46 – Identificação de polígonos com área pequena

Tabela 6 – Tabela de atributos com alturas dos edifícios

FID	Shape *	FID_1	Entity	Handle	Layer	Avg_Elevat	Rowid	VALUE *	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	alt_edif
1723	Polygon ZM	4132	Polyline	A7AF	A01_EDIF_PERMANENTE	10.394576	1711	4132	1	16	1.32	1.32	0.00	1.32	0.00	1.32	9.07
931	Polygon ZM	3336	Polyline	868B	A01_EDIF_PERMANENTE	12.621558	927	3336	11	176	1.32	1.34	0.02	1.33	0.01	14.58	11.30
1724	Polygon ZM	4133	Polyline	A7B7	A01_EDIF_PERMANENTE	14.444576	1712	4133	7	112	1.32	1.34	0.02	1.33	0.01	9.26	13.12
226	Polygon ZM	2630	Polyline	644B	A01_EDIF_PERMANENTE	12.554576	225	2630	8	128	1.29	1.38	0.09	1.33	0.03	10.62	11.23
895	Polygon ZM	3300	Polyline	8503	A01_EDIF_PERMANENTE	13.229576	891	3300	2	32	1.33	1.34	0.01	1.34	0.00	2.67	11.89
1778	Polygon ZM	4187	Polyline	A96E	A01_EDIF_PERMANENTE	13.701558	1765	4187	18	288	1.31	1.38	0.07	1.34	0.02	24.10	12.36
1725	Polygon ZM	4134	Polyline	A7BF	A01_EDIF_PERMANENTE	14.174576	1713	4134	5	80	1.32	1.36	0.04	1.34	0.01	6.72	12.83
1722	Polygon ZM	4131	Polyline	A7A5	A01_EDIF_PERMANENTE	11.339576	1710	4131	7	112	1.33	1.36	0.03	1.35	0.01	9.44	9.99
1779	Polygon ZM	4188	Polyline	A96D	A01_EDIF_PERMANENTE	12.621558	1766	4188	11	176	1.32	1.40	0.08	1.36	0.02	14.92	11.27
896	Polygon ZM	3301	Polyline	850F	A01_EDIF_PERMANENTE	10.799576	892	3301	3	48	1.35	1.37	0.02	1.36	0.01	4.08	9.44
1717	Polygon ZM	4126	Polyline	A760	A01_EDIF_PERMANENTE	9.719576	1705	4126	11	176	1.30	1.38	0.08	1.36	0.03	15.01	8.35
50	Polygon ZM	849	Polyline	22C6	A01_EDIF_PERMANENTE	12.959576	50	849	4	64	1.36	1.37	0.01	1.37	0.00	5.47	11.59
888	Polygon ZM	3293	Polyline	84AD	A01_EDIF_PERMANENTE	10.529576	884	3293	5	80	1.34	1.41	0.07	1.37	0.03	6.84	9.16
887	Polygon ZM	3292	Polyline	849E	A01_EDIF_PERMANENTE	14.714576	883	3292	4	64	1.34	1.42	0.08	1.37	0.03	5.49	13.34
49	Polygon ZM	648	Polyline	22B0	A01_EDIF_PERMANENTE	12.419576	49	648	8	128	1.37	1.39	0.02	1.38	0.01	11.02	11.04
48	Polygon ZM	847	Polyline	22B3	A01_EDIF_PERMANENTE	12.959576	48	847	3	48	1.38	1.39	0.01	1.38	0.00	4.15	11.56
238	Polygon ZM	2642	Polyline	64DC	A01_EDIF_PERMANENTE	11.879576	235	2642	8	128	1.37	1.40	0.03	1.39	0.01	11.09	10.49
1720	Polygon ZM	4129	Polyline	A798	A01_EDIF_PERMANENTE	11.474576	1708	4129	3	48	1.38	1.39	0.01	1.39	0.00	4.16	10.09
930	Polygon ZM	3335	Polyline	867D	A01_EDIF_PERMANENTE	12.689058	926	3335	6	96	1.38	1.40	0.02	1.39	0.01	8.32	11.30
1747	Polygon ZM	4156	Polyline	A8A9	A01_EDIF_PERMANENTE	6.277076	1734	4156	1	16	1.39	1.39	0.00	1.39	0.00	1.39	4.89
1719	Polygon ZM	4128	Polyline	A779	A01_EDIF_PERMANENTE	14.849576	1707	4128	12	192	1.38	1.40	0.02	1.39	0.01	16.69	13.46
914	Polygon ZM	3319	Polyline	85C7	A01_EDIF_PERMANENTE	12.959576	910	3319	10	160	1.38	1.41	0.03	1.39	0.01	13.91	11.57
1745	Polygon ZM	4154	Polyline	A898	A01_EDIF_PERMANENTE	8.167076	1733	4154	5	80	1.39	1.40	0.01	1.39	0.00	6.96	6.78
1744	Polygon ZM	4153	Polyline	A88D	A01_EDIF_PERMANENTE	8.437076	1732	4153	4	64	1.39	1.40	0.01	1.39	0.00	5.57	7.04
222	Polygon ZM	2626	Polyline	6415	A01_EDIF_PERMANENTE	11.407076	219	2626	7	112	1.38	1.40	0.02	1.39	0.01	9.75	10.01
277	Polygon ZM	2681	Polyline	66D3	A01_EDIF_PERMANENTE	14.579576	274	2681	19	304	1.38	1.40	0.02	1.39	0.01	26.47	13.19
1750	Polygon ZM	4159	Polyline	A8C1	A01_EDIF_PERMANENTE	10.867076	1737	4159	3	48	1.39	1.40	0.01	1.39	0.00	4.18	9.47
1702	Polygon ZM	4111	Polyline	A6C4	A01_EDIF_PERMANENTE	8.909576	1690	4111	3	48	1.36	1.42	0.06	1.39	0.02	4.18	7.52
1748	Polygon ZM	4158	Polyline	A8B9	A01_EDIF_PERMANENTE	11.677076	1736	4158	4	64	1.39	1.40	0.01	1.40	0.01	5.58	10.28
1718	Polygon ZM	4127	Polyline	A76A	A01_EDIF_PERMANENTE	15.119576	1706	4127	13	208	1.39	1.41	0.02	1.40	0.01	18.14	13.72
1748	Polygon ZM	4157	Polyline	A8B1	A01_EDIF_PERMANENTE	8.977076	1735	4157	3	48	1.39	1.40	0.01	1.40	0.00	4.19	7.58
223	Polygon ZM	2627	Polyline	6426	A01_EDIF_PERMANENTE	6.277076	220	2627	4	64	1.39	1.41	0.02	1.40	0.01	5.59	4.88
906	Polygon ZM	3311	Polyline	8572	A01_EDIF_PERMANENTE	8.707076	902	3311	1	16	1.40	1.40	0.00	1.40	0.00	1.40	7.31
904	Polygon ZM	3309	Polyline	855E	A01_EDIF_PERMANENTE	8.437076	900	3309	3	48	1.39	1.41	0.02	1.40	0.01	4.21	7.03
239	Polygon ZM	2643	Polyline	64E9	A01_EDIF_PERMANENTE	6.479576	236	2643	3	48	1.40	1.41	0.01	1.40	0.00	4.21	5.08
1772	Polygon ZM	4181	Polyline	A97D	A01_EDIF_PERMANENTE	12.959058	1759	4181	14	224	1.38	1.43	0.05	1.41	0.02	19.67	11.55
323	Polygon ZM	2727	Polyline	6940	A01_EDIF_PERMANENTE	10.327076	320	2727	1	16	1.41	1.41	0.00	1.41	0.00	1.41	8.92
905	Polygon ZM	3310	Polyline	8569	A01_EDIF_PERMANENTE	8.707076	901	3310	1	16	1.41	1.41	0.00	1.41	0.00	1.41	7.30
907	Polygon ZM	3312	Polyline	857B	A01_EDIF_PERMANENTE	8.977076	903	3312	2	32	1.41	1.41	0.00	1.41	0.00	2.82	7.57
916	Polygon ZM	3321	Polyline	86C2	A01_EDIF_PERMANENTE	12.689576	912	3321	4	64	1.39	1.44	0.05	1.41	0.02	5.84	11.28
1774	Polygon ZM	4163	Polyline	A996	A01_EDIF_PERMANENTE	8.504058	1761	4163	13	208	1.38	1.45	0.07	1.42	0.02	19.40	7.09
224	Polygon ZM	2628	Polyline	6435	A01_EDIF_PERMANENTE	7.492076	221	2628	5	80	1.39	1.44	0.05	1.42	0.02	7.08	6.08
225	Polygon ZM	2629	Polyline	6436	A01_EDIF_PERMANENTE	15.099058	222	2629	5	80	1.40	1.44	0.04	1.43	0.02	6.09	11.24

6 Conclusão

O desenvolvimento tecnológico e a urgência de conhecimento em conjunto com a necessidade de tomar decisões acertadas vulgarizaram a utilização de cartografia. Numa autarquia este uso estende-se transversalmente a todos os departamentos, e embora tenha mais impacto em alguns setores, não é de descurar a utilização que é dada por todos.

Os resultados encontrados demonstram que é possível utilizar de forma aceitável a cartografia fornecida pela empresa em formato vetorial, visto ter cumprido os parâmetros definidos para que se possa proceder à homologação do produto final, e posteriormente possa ser utilizada como cartografia de base nos instrumentos de gestão territorial.

Uma consideração importante é que tem de ser tido sempre em conta as necessidades empresariais do fim a que se destina a cartografia, isto porque se pensarmos que se basta cumprir o estipulado pelas *“Normas técnicas de produção e reprodução de cartografia”* podemos aceitar erros que nunca deveriam ser aceites. Concretamente no capítulo da completude (embora não sendo verificado no trabalho), são admitidos 5% de erros no tema das vias (considerando apenas as Estradas/ruas), estamos a falar de cerca de 34,2 km de um total de 684,2 km, o que é um erro considerável e que será necessário verificar mais finamente se responde ou não à nossa necessidade.

A qualidade da cartografia depende dos objetivos para os quais é elaborada e no caso dos ortofotomapas o resultado obtido foi o esperado permitindo que se possa dar um uso mais agradável visualmente e mesmo num nível representativo mais fiável e esclarecedor da geografia do concelho.

A criação de um modelo digital de superfície permite, tanto ao nível municipal como local, que seja utilizado no apoio à decisão e apoio à gestão. Deve-se ter especial atenção às cotas usadas no tratamento da informação, visto poder haver erros de completude dos dados bem como do real valor dos dados. No nosso caso podemos ver que entre as figuras 40 e 41 (Centro Cultural e de Congressos de Aveiro), é detetável um erro grosseiro que resulta do fato do valor de altitude contido dentro do polígono das construções ser a altitude da parte superior da chaminé. O fato de nem todas as construções terem sido sujeitas a uma recolha de ponto mais alto da construção

leva a que apenas cerca de um terço das construções sejam transformadas em modelos de volumetria.

No futuro há trabalhos que podem ser desenvolvidos de forma a facilitar ainda mais a interação e disponibilidade entre os vários serviços e entidades, podendo ser criadas aplicações com ferramentas *Open Source* de modo que se consiga evitar as elevadas despesas acarretadas pelos produtos que necessitam de licença de utilização. Um trabalho necessário e útil será repetir o trabalho realizado apenas com recurso a ferramentas que utilizem código aberto e fazer a confrontação das maiores diferenças a nível processual.

7 Fontes e material de referência

- Gonçalves, J. A. (2011/2012), *Apontamentos da disciplina Representações Cartográficas*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Porto.
- Gaspar, J.A., (2005), *Cartas e projeções Cartográficas*. 3ªedição, Edições LIDEL. Lisboa.
- Gonçalves, J. A., Madeira, S. e Sousa, J. (2008), *Topografia - Conceitos e Aplicações*. Edições LIDEL, Lisboa.
- Decreto-Lei nº 193/95 de 28 de julho. *Diário da República nº 173/95 – I série-A*. Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa
- Decreto-Lei nº 202/2007de 25 de maio. *Diário da República nº 101/2007 – I série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa
- Decreto Regulamentar nº 30/2012 de 13 de março. *Diário da República nº 52/2012 – I série*. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa
- Portaria nº 224/2012 de 27 de julho. *Diário da República nº 145/2012 – I série*. Ministério das Finanças e Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa
- Decreto-Lei nº 380/99 de 22 de setembro. *Diário da República nº 222/99 – I série-A*. Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa
- Decreto Regulamentar nº 10/2009 de 29 de maio. *Diário da República nº 104/2009 – I série*. Lisboa
- Vázquez, C.L. (2004), *Control de errores en datos geográficos*. Universidade Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartográfica.Espanha

- Ariza, J (2002), *Calidad en la Producción Cartográfica*. Ra-Ma, ISBN 84-7897-524-1. Espanha.
- Precisão×Exactidão (2012). Acedido de julho a agosto de 2012, em <http://pt.scribd.com/doc/63203822/4/Precisao-x-Exatidao-2012-08-23>
- National Center for Geographic Information and Analysis (2012), Resolução e precisão. Acedido em agosto de 2012, em <http://www.ncgia.ucsb.edu/>
- Programa de Doctorado em Ingeniería Geográfica (2004), Controle de erros de dados geográficos. Acedido de fevereiro a setembro de 2012, em <http://www.geo.upm.es/postgrado/CarlosLopez/index.htm>
- Oliveira, Pedro N. B. (2011). *Método para Obtenção de Ortofotos a partir de Fotografias Aéreas Digitais*. Tese de Mestrado em Engenharia Geográfica – Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 86 pp.
- Martins, Maria M. S. S. (2011). *Portais geográficos Web, uma ferramenta de apoio à decisão*. Tese de Mestrado em Engenharia Geográfica – Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 96 pp.
- Pinheiro, André (2005). *Validação da Cartografia de ocupação de solo MOD12Q1 para Portugal Continental*. Relatório de Estágio de Engenharia Geográfica – Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa, Lisboa. 64 pp.
- Pereira, P. V. (2005). *Qualidade e Gestão da Informação Geográfica de um Município*. Tese Mestrado de Ciência e Engenharia da Terra – Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa, Lisboa. 111 pp.
- Caeiro, C. (2008). *Portabilidade do catálogo de objectos propostos para a informação geográfica em Portugal*. Tese Mestrado de Sistemas de Informação Geográfica – Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa, Lisboa. 73 pp.
- Alexandre, M. J. M. (2011). *Integração em sistemas de informação geográfica da cartografia da scn10k como informação de base para os instrumentos de gestão territorial*. Tese Mestrado de Sistemas de Informação Geográfica – Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco. 78 pp.

8 Anexos

8.1 Anexo 1 – Folha de cálculo com pontos homólogos

8.2 Anexo 2 – Indicação da localização dos pontos homólogos

8.3 Anexo 3 – Enquadramento dos pontos homólogos

Anexo 2

Anexo 3