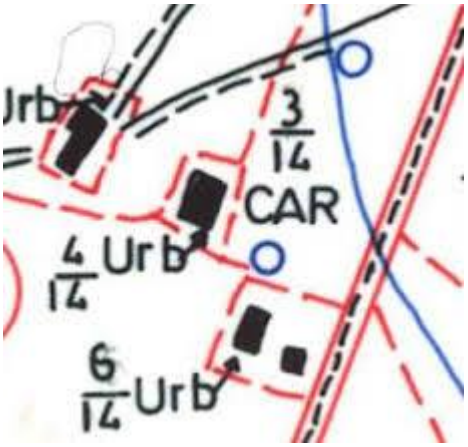


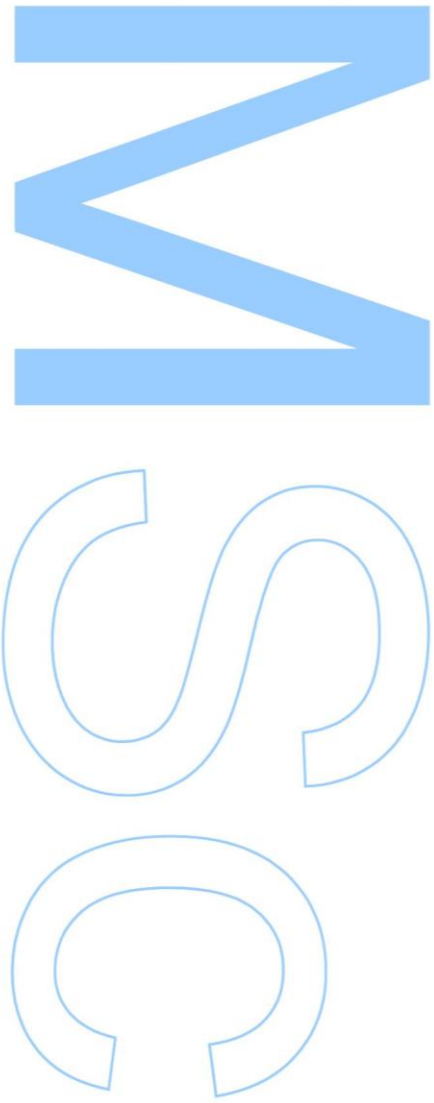
Criação de bases de dados cadastrais e estudo de transformação de coordenadas do concelho de Matosinhos

José Borges
Mestrado em Engenharia Geográfica
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2018
Orientador
Clara Lázaro, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Coorientador
Dr.ª Elsa Severino, Chefe do Gabinete
Desenvolvimento Estratégico da Câmara Municipal de Matosinhos



Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, _____/_____/_____



Agradecimentos

Durante este percurso académico do qual tenho muito orgulho, tenho a agradecer a muitas pessoas.

Primeiro quero agradecer a minha orientadora Prof. Dr.ª Clara Lázaro e a ajuda prestada pelo Prof. Dr.ª José Alberto Gonçalves (professores na FCUP), por toda a ajuda, amabilidade, paciência e conselhos que tiveram ao longo do desenvolvimento deste trabalho, foi uma enorme honra tê-los como professores e orientadores desta tese.

Deixo também o meu agradecimento ao Engº. Marco Carvalho, da Gaiurb pela ajuda prestada em parte deste trabalho.

Quero também muito agradecer ao Eng. Nuno Pereira e à minha co- orientadora Dr.ª Elsa Severino chefe do Departamento de Gabinete Estratégico da Camara Municipal de Matosinhos (C.M.M) por toda a ajuda e disponibilidade, por me terem acolhido e proporcionado uma experiência fantástica nesta grande "casa" que é a C.M.M..

Uma pessoa à qual também tenho muito agradecer é a minha namorada Ana Pereira, que sempre me incentivou, apoiou todas as minhas decisões e escolhas e demonstrou uma enorme paciência na superação de obstáculos, e vou ter uma vida inteira pela frente para o poder fazer.

Por fim, e não menos importante, tenho de agradecer a duas das pessoas mais importantes da minha vida, os meus Pais. Tenho de lhes agradecer tudo o que sou hoje, sem eles nunca conseguiria ter chegado onde cheguei, nem teria os valores que tenho. Sei que apesar de todas as dificuldades que passamos juntos nunca me faltou nada e sempre tive todas as oportunidades de crescer e estudar. Por mais que eu vos agradeça nunca vou conseguir retribuir tudo aquilo que me deram e fizeram por mim.

Resumo

Este relatório de estágio, descreve o trabalho desenvolvido em ambiente empresarial na Câmara Municipal de Matosinhos (C.M.M.), de 2 de outubro de 2017 a 30 de junho de 2018. Os principais objetivos do trabalho desenvolvido foram a criação de uma base de dados cadastrais, usando cartografia cadastral antiga, e o estudo da transformação de coordenadas entre o sistema de referência usado pela C.M.M. entre os anos 60 e 70, designado por *datum* Leça da Palmeira, e os *data* 73 (D73) e ETRS89/PT-TM06, usados atualmente. Foi, ainda no âmbito deste estágio, desenvolvido trabalho adicional que será igualmente descrito ao longo deste relatório.

Numa primeira abordagem, foi analisada a cartografia cadastral de 1957 à escala 1:2000, produzida pela Socarto, tendo sido estudado o seu *datum* e o tipo de base de dados que seria necessário criar para guardar a informação alfanumérica presente nas listas de proprietários. Numa fase seguinte, foram desenvolvidas metodologias para determinar os parâmetros de transformação entre o *datum* Leça da Palmeira e os *data* mais recentes e foram encontradas duas soluções que dão origem a resultados com diferente precisão. A solução menos precisa, de *datum* Leça da Palmeira para D73, consiste em aplicar uma translação a toda a carta, tendo sido os parâmetros calculados através da diferença entre as coordenadas cartográficas de marcos geodésicos conhecidas nos dois *data*. Esta transformação pode ser usada com cartografia até à escala 1:1000, inclusive. A transformação mais precisa, entre *datum* Leça da Palmeira e ETRS89/PT-TM06, foi desenvolvida para ser usada com escalas maiores e foi determinada usando grelhas de diferenças de latitude e longitude. As grelhas das diferenças de latitude e longitude foram geradas com base na informação proveniente dos vértices geodésicos referidos.

Após a georreferenciação de toda a cartografia cadastral de 1957 em D73, procedeu-se ao tratamento da informação cadastral com vista à criação das bases de dados cadastrais. Foi também efetuada a transformação da cartografia e das bases de dados cadastrais para ETRS89/PT-TM06 através do método das grelhas disponibilizado pela DGT. Como trabalho adicional, foi efetuada a conversão de *data* em diferentes formatos e a informatização da cartografia de 1965.

Palavras-chave: Cadastro; CGPR; Marcos Geodésicos; Prédio; Limites; Informatização; Ortofotos; Cartas

Abstract

This report describes the work developed during an internship that took place in the Municipality of Matosinhos (C.M.M.) from October 2, 2017 to June 30, 2018. The main objectives of the work developed were the creation of cadastral databases using old cartography and the study of *datum* transformation between the reference system used by the C.M.M. during the 60s and 70s, called *Datum* Leça da Palmeira, and the *datum* 73 (D73) and ETRS89/PT-TM06, currently in use. Additional work was also undertaken, which will also be described throughout this report.

As a first approach, the 1957 cadastral mapping at scale 1:2000 produced by Socarto was analyzed and both its *datum* and the type of database that would be necessary to store the alphanumeric information present in the owners' lists were studied. At a later stage, methodologies to determine the transformation parameters between datum Leça da Palmeira and the most recent data were developed, and two solutions giving different precisions were found. The least precise solution, from Leça da Palmeira datum to D73, applies a translation to the entire chart, the transformation parameters being calculated by the difference between the cartographic coordinates of geodetic pillars, known on both reference systems. This transformation is to be used with cartography at scale up to 1:1000, inclusive. The most accurate transformation, between *datum* Leça da Palmeira and ETRS89/PT-TM06, was developed to be used with larger scales and was determined using latitude and longitude grids that were generated using the information coming from the mentioned geodetic pillars.

After georeferencing all the cadastral cartography from 1957 in D73, the cadastral information was processed to create the cadastral databases. The *datum* transformation of cartography and cadastral databases to ETRS89/PT-TM06 was also carried out using the grid of latitude and longitude differences provided by DGT. As additional work, datum transformation of data in different formats and the computerization of the cartography from 1965 was performed.

Keywords: Cadastre; CGPR; Geodetic pillars; Land parcels; Limits; Computerization; Ortophotos; Cartography

Índice

Agradecimentos 1

Resumo 2

Abstract 3

Índice 4

Índice de Tabelas 7

1 - Introdução 8

1.1 – Enquadramento Empresarial 8

1.2 – Objetivos 8

1.3 – Estrutura do relatório 9

1.4 – Motivação 9

2 - História do cadastro em Portugal 10

3 - Técnicas de obtenção de coordenadas para efeitos cadastrais 27

4 - Trabalhos realizados na C.M.M. 31

4.1 - Informatização da informação cadastral de 1957 31

4.2 - Criação de grelhas de transformação de *datum* Leça da Palmeira para ETRS89-PTTM06 46

4.3 - Conversão de *data* em diferentes formatos e informatização da cartografia de 1965 ..55

4.3.1 - Conversão de ficheiros *raster*, vetoriais e DWG. 55

4.3.2 - Informatização da cartografia de 1965 58

5 - Considerações finais 61

Webgrafia 62

Anexos 65

Anexo A – Formulário de um PRA (Fonte: DGT). 65

Anexo B – Instruções técnicas para a demarcação de prédios (Fonte: DGT). 66

Anexo C - Lista de coordenadas de vértices de apoio topográfico em *datum* Leça da Palmeira (Fonte: Arquivo C.M.M) 67

Anexo D – Tutorial de utilização das grelhas para conversão de coordenadas de *datum* Leça da Palmeira para ETRS89-PTTM06. 72

Anexo E – Conversor Autocad C.M.M. DT73 Para ETRS89 74

Índice de Figuras

Figura 1 – Planta Cadastral (Fonte: DGT).....12
Figura 2 - Informação alfanumérica em formato papel de uma ficha de prédio (Fonte: DGT). ..13
Figura 3 – CGPR em Portugal (Fonte: DGT).....14
Figura 4 - PRA referente aos Serviços das Finanças junto com o parecer técnico do IGP (Fonte: IGP). 16
Figura 5 - Concelhos abrangidos pela informatização do CGPR (Fonte: DGT). 19
Figura 6 - Exemplo de um Sistema de Informação Cadastral (Fonte: DGT). 20
Figura 7 - Diagrama das fases de processo de informatização do CGPR [9]. 21
Figura 8 - Secção cadastral pertencente ao distrito de Faro, no concelho de Albufeira e da freguesia de Albufeira (secção AA) (Fonte: DGT).....22
Figura 9 - Secção vetorizada (Fonte: DGT).....23
Figura 10 - Ficha de secção (Fonte: DGT).....24
Figura 11 - Ficha de prédio (Fonte: DGT). 24
Figura 12 - Sobreposição entre a informação *raster* e vetorial (Fonte: DGT).....25
Figura 13 - Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral (SiNErGIC)...26
Figura 14 - Teodolito à esquerda (Fonte: Dehilster).....27
Figura 15 - Teodolito Kern munido com distanciómetro (Fonte: Dehilster) 28
Figura 16 - Estação Total Leica TDM 5000 à esquerda e Estação Total Leica TCA 2003 à direita) (Fonte: Leica). 28
Figura 17 - Estação Total Sokkia Net 5 à esquerda e Estação Total Trimble S8 à direita (Fonte: Sokkia e Trimble). 29
Figura 18 - Recetor RTK (Fonte: Trimble).....30
Figura 19 - Folha da cartografia cadastral de 1957 (Fonte: Arquivo da C.M.M.).....31
Figura 20 - Cadastro de 1996 do Instituto Português de Cartografia (Fonte: Bases de dados da C:M.M.). 32
Figura 21 - Cadastro em papel de várias décadas de serviço (Fonte: Arquivo da C.M.M.). 32
Figura 22 - Cadastro em formato vetorial feito atualmente (Fonte: Bases de dados da C.M.M.). 33
Figura 23 - Cadastro em formato vetorial enviado por particulares (Fonte: Base de dados da C.M.M.). 33
Figura 24 - Distribuição dos marcos geodésicos pelo concelho de Matosinhos.....35
Figura 25 - Dispersão das diferenças de coordenadas dos vértices geodésicos do *datum* Leça da Palmeira e *datum* 73.....37
Figura 26 - Cartas escolhidas (amarelo) ao longo do concelho para fazer validação de resultados da translação entre os *data* (Fonte: Bases de dados da C.M.M.).....38
Figura 27 – Exemplo da sobreposição da informação em *datum* 73 e *datum* Leça da Palmeira para a Folha 6 (Fonte: Bases de dados da C.M.M.). 39
Figura 28 - Folha 19 georreferenciada com 9 pontos de controlo (Fonte: Arquivo da C.M.M.)..41

Figura 29 - Cartografia cadastral de 1957 georreferenciada em datum 73. (Fonte: Arquivo da C.M.M.). 42
Figura 30 - Mosaico referente a cartografia cadastral de 1957 tratado (Fonte: Arquivo da C.M.M.). 43
Figura 31 - Undershooting (Esquerda) e overshooting (Direita) (Fonte: Help Arcgis). 44
Figura 32 - Extrato da tabela de atributos de parcelas digitalizadas das bases de dados da cartografia cadastral de 1957. 45
Figura 33 - Cartografia cadastral de 1957 vetorizada. 45
Figura 34 - Grelha para a diferença de latitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89. 51
Figura 35 - Grelha para a diferença de longitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89. 51
Figura 36 - Grelha para a diferença de latitudes e longitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89 aplicada sobre o concelho de Matosinhos. 52
Figura 37 - Grelha para a diferença de latitudes e longitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89- aplicada sobre o concelho de Matosinhos, com a exclusão do marco geodésico do Farol de Leça. 53
Figura 38 - Grelha para a diferença de latitudes e longitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89- aplicada sobre o concelho de Matosinhos, com a exclusão do marco geodésico do Farol de Leça Pilar. 53
Figura 39 - Conversor DT73 Para ETRS89 para AutoCAD implementado para a C.M.M. 57
Figura 40 - Folha 5 da cartografia à escala 1:1000 e os 9 pontos de controlo usados para a georreferenciação (Fonte: Arquivo da C.M.M.). 58
Figura 41 - Cartografia cadastral de 1965 georreferenciada (Fonte: Arquivo da C.M.M.). 59
Figura 42 - Cartografia cadastral de 1965 georreferenciada (Fonte: Arquivo da C.M.M.). 60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Elementos a vetorizar numa secção cadastral. 23

Tabela 2 - Diferença entre as coordenadas dos vértices geodésicos nos *data* Leça da Palmeira e 73. 36

Tabela 3 – Média e desvio padrão das diferenças entre as coordenadas cartográficas dos vértices geodésicos no datum Leça da Palmeira e no datum 73. 36

Tabela 4 - Erro de graficismograficismo para diferentes escalas. 37

Tabela 5 - Amostragem de pontos obtidos pela sobreposição de cartas entre datum Leça da Palmeira e datum 73. 39

Tabela 6 - Coordenadas transformadas de datum Leça da Palmeira para datum 73 aplicando a translação calculada anteriormente e as coordenadas obtidas com o processo “ArcGIS Spatial Adjustment” entre os mesmos data. 47

Tabela 7 - Diferenças entre as coordenadas exatas dos marcos geodésicos em datum 73 e as coordenadas transformadas de datum Leça da Palmeira para datum 73, usando os dois processos estudados. 48

Tabela 8 - Média e desvio padrão das diferenças entre as coordenadas exatas D73 e as transformadas usando os dois processos utilizados. 49

Tabela 9 - Diferença em longitude e latitude entre as coordenadas geodésicas ETRS89-PTTM06 e datum Leça da Palmeira para os vértices da Tabela 7. 50

Tabela 10 - Diferenças entre as coordendas dos marcos geodésicos convertidos do datum Leça da Palmeira para ETRS89 e com as coordenadas disponibilizadas pela DGT 54

Tabela 11 - Coordenadas cartográficas dos marcos geodésicos em PT-TM06 e em D73 e a diferenças de coordenadas entre estes dois sistemas. 56

Tabela 12 – Média e desvio padrão da diferença de coordenadas entre ETRS89-PT-TM06 e datum 73 dos marcos geodésicos. 56

Tabela 13 - Exatidão e precisão posicionais para a cartografia nas escalas 1:1000 1:2000, 1:5000 (metros) presentes no MNT [23]. 57

1 - Introdução

No seguinte capítulo faz-se uma breve introdução sobre a empresa que me acolheu para a realização deste estágio. Depois serão referidos os objetivos, e por fim é descrita a estrutura do relatório.

1.1 – Enquadramento Empresarial

O presente trabalho foi realizado em contexto empresarial na Câmara Municipal de Matosinhos (C.M.M.) e este inserido no estágio do Mestrado em Engenharia Geográfica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Este estágio foi realizado no gabinete de Desenvolvimento Estratégico com a supervisão da chefe do departamento, Drª. Elsa Severino, e do Eng. Nuno Pereira. Este gabinete é constituído por profissionais da área de topografia e sistemas de informação geográfica. Algumas das competências do gabinete consistem em proceder à organização, gestão e atualização do arquivo cartográfico, topográfico e cadastral bem como à realização dos respetivos levantamentos, desenvolver o Sistema Municipal de Informação Geográfica, mantendo e atualizando permanentemente as bases de dados e disponibilizando essa informação para entidades e público em geral, entre outras competências.

1.2 – Objetivos

O conceito da definição de cadastro é muito abrangente, mas este trabalho incide, essencialmente, no cadastro de propriedade rustica. É, através do cadastro que se consegue identificar todos os prédios rústicos e urbanos existentes no país. Este trabalho tem como objetivo transformar o cadastro rustico existente em formato de papel para formato digital de modo a preservar toda a informação cadastral e assim facilitar a pesquisa. Dentro do âmbito deste estágio será também feito um estudo conversão de coordenadas entre o sistema em que se encontra a cartografia cadastral (datum Leça da Palmeira) para um sistema de coordenadas oficiais do nosso país.

1.3 – Estrutura do relatório

Este tópico tem como objetivo descrever o conteúdo de cada capítulo deste relátorio de modo a facilitar a sua leitura.

O capítulo número dois consiste numa concetualização da história do cadastro bem como a aquisição de informação cadastral, desde o início até ao que se faz mais recentemente.

No capítulo três este consta com a evolução de técnicas de obtenção de coordenadas para efeitos cadastrais.

O quarto capítulo este é constituído pela história da informatização do CGPR e pelas diferentes fases necessárias para a realização da informatização do mesmo.

O quinto capítulo é constituído por várias secções a primeira consta com uma apresentação do que existe a nível de informação cadastral na C.M.M., a informatização da cartografia cadastral de 1957, bem como o cálculo dos parâmetros de translação entre o *datum* Leça da Palmeira e o ETRS89. Na secção dois é feito um estudo e criação de grelhas NTV2 para transformação do *datum* Leça da Palmeira para o ETRS89. Na terceira e última secção deste capítulo é feita a conversão de data de diferentes formatos e a informatização da cartografia de 1965.

Por último, no sexto capítulo, são expostas considerações finais sobre o trabalho realizado, bem como uma avaliação global do projeto e respetivo contributo para a entidade acolhedora.

1.4 – Motivação

A minha principal motivação para ter escolhido esta instituição para realizar o meu estágio, foi pelo facto de querer um novo desafio profissional de modo a poder aplicar os conceitos por mim apreendidos na resolução de problemas existentes na C.M.M..

2 - História do cadastro em Portugal

O cadastro em Portugal teve início em 1904, como consequência das invasões napoleónicas e começou com a criação da primeira Carta Geral do Reino ou Carta Corográfica de Portugal na escala 1:100.000. Este passo foi muito importante no desenvolvimento da cartografia a dois níveis, o militar e o civil. No caso do militar este começou com o Serviço Cartográfico do Exército em 1932 e atualmente, passou a ser designado por Centro de Informação Geoespacial do Exército. A nível civil temos o Instituto Geográfico e Cadastral que teve a sua origem em 1926, e também devido a restruturações no seu organismo teve o seu nome alterado em 1994 para Instituto Português de Cartografia e Cadastro, em 2002 passou a ser designado por Instituto Geográfico Português (IGP) e, atualmente, está integrado na Direcção-Geral do Território (DGT).

A legislação cadastral tem uma cronologia bastante extensa, estando aqui sumariada apenas uma parte dessa cronologia [1]:

- Até 1836:
  - Toda e qualquer legislação hipotecária não exige o registo;
- 1836 – 1863:
  - Aparecimento do Registo das Hipotecas (26/10/1836);
  - O registo passa a ser obrigatório;
  - Os encargos associados aos prédios só começarão a ser contabilizados a partir da data do registo;
  - Para que os registos conservem os seus efeitos deverão ser renovados a cada 10 anos.
- 1863 – 1867:
  - Publicação da Lei Hipotecária (01/07/1863);
  - Sujeita a registo outros atos além das hipotecas, o domínio ou propriedade;
  - Consagra o princípio da publicidade: se não tiver sido efetuado o registo do direito, não se pode fazer valer esse direito contra outro que tivesse efetuado o registo, mesmo que posteriormente;
  - Reconhece o princípio da especialidade: a descrição é ato separado da inscrição, passando a descrição a ser a base do sistema de registo;
  - Admite o registo provisório;
  - Confere ao funcionário poderes de recusa de inscrições.

- 1967 – 1898:
    - Código Civil (01/07/1867): estabelece normas definitivas sobre o registo, normas que ainda hoje o orientam;
    - Alarga mais ainda o âmbito do registo;
    - Passa a haver um livro próprio para as inscrições de transmissão;
    - Regulamento (28/04/1870): fixa o valor da inscrição no registo pela primeira vez e exara o princípio do "trato sucessivo" ou do "encadeamento dos atos jurídicos", pois aquando se inscreve a favor de uma pessoa um certo direito que lhe pertence, só a seu requerimento, ou de sucessor seu, o direito poderá sofrer algum desvio na sua inscrição;
    - Código de Processo Civil (08/11/1876): obriga a adjunção de rendimentos.
- 1898 – 1929:
    - Regulamento de 1898 (20/01/1898): melhora a individualização ou identificação dos prédios, simplificando o sistema de registo;
    - Regulamento (21/10/1922);
    - Código do Registo Predial (06/03/1928);
    - Código do Registo Predial (29/09/1928);
    - Código do Registo Predial (04/07/1929);
    - Decreto nº 22.253 (25/02/1933).
- 1929 – Atualidade:
    - Código do Registo Predial (29/06/1983):
    - Pretende aproximar o registo predial português de outros sistemas idênticos europeus, mais avançados;
    - Implementa o registo predial em todo o território nacional, implicando alterações profundas no sistema então atual, praticamente mantido nas suas linhas fundamentais desde o Regulamento de 1898.

"O Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica, lançado em 1926, vigorou em todo o Portugal, até ser substituído em 1995 pelo Cadastro Predial. Aliás, o Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica (CGP) vigora ainda hoje e continuará a vigorar nas áreas onde tenha sido posto em prática (grosso modo, na metade sul do continente e em mais cinco concelhos no Norte e ilhas), até ser formalmente renovado sob a estrutura do Cadastro Predial. Cobre assim 17% dos quase 11,7 milhões de prédios rústicos que temos, tendo abrangido em setenta anos 134 dos 308 concelhos do País." [2].

Num Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica (CGPR) é de extrema importância a existência de datas de execução, abrangência territorial (dados qualitativos e quantitativos) e a existência de características técnicas (como foi executado, qual o seu valor, etc.). A manutenção e atualização do CGPR deve ser feita de forma regular, contendo sempre em paralelo uma legislação de suporte à mesma. Quer a sua origiem ou a sua manutenção deve ser feita por indivíduos que tenham competência para o executar quer na parte cadastral quer na jurídica.

Pode-se dizer com segurança que o CGPR em Portugal está bastante ultrapassado, sendo que o único cadastro que é usado no nosso país tem como principal objetivo fins fiscais. Os organismos responsáveis pela produção de informação cadastral e que antecederam a Direção Geral do Território executaram somente cadastro geométrico da propriedade rústica em cerca de 50% da área de Portugal. A resultante desse trabalho teve como produto final implementações cartográficas de um conjunto de prédios rústicos (Secções Cadastrais) aos quais era associada uma ficha de prédio com informação alfanumérica que tinha como objetivo principal conter a área, titularidade, ónus, encargos e avaliação referentes a cada secção cadastral (Figuras 1 e 2).



Figura 1 – Planta Cadastral (Fonte: DGT).

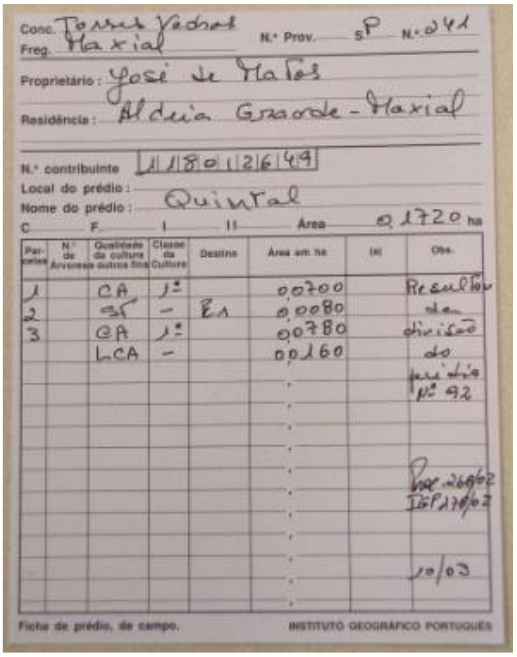


Figura 2 - Informação alfanumérica em formato papel de uma ficha de prédio (Fonte: DGT).

O CGPR foi executado em cerca de 12 distritos e 8 concelhos nas regiões autónomas (Figura 3) abrangendo 134 municípios, 1067 freguesias, 1935000 prédios (rústicos ou mistos), 4890000 hectares e 23798 secções cadastrais a escalas entre 1:500 e 1:5000 utilizando maioritariamente um sistema de projeção Hayford-Gauss *datum* Lisboa. Foi elaborado para fins fiscais, a partir de situações de facto e sem recurso a provas documentais, não possuindo, portanto, caráter jurídico [3].

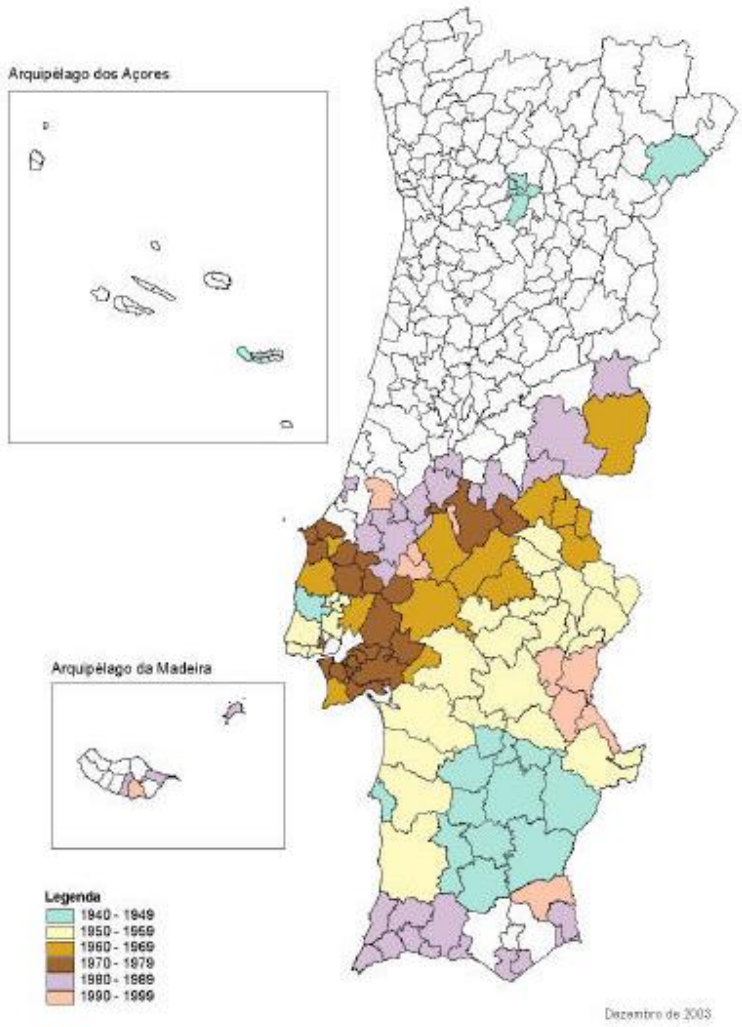


Figura 3 – CGPR em Portugal (Fonte: DGT).

Num sistema cadastral é importante ter algumas definições bem assentes, nomeadamente os conceitos de matriz predial e de prédio, sendo este ainda dividido entre elemento físico e jurídico, bem como compreender a diferença entre prédio rústico e urbano. A matriz predial consta de um registo que contém a caracterização dos prédios e do seu valor patrimonial tributário, a sua localização e a identificação dos seus proprietários quer sejam usufrutuários ou superficiários. Relativamente ao prédio, o elemento físico contém a fração de território, incluindo o solo, as águas, as plantações, os edifícios e as construções de qualquer natureza nela incorporados ou assentes, com carácter de permanência. O elemento jurídico tem em conta se existe um ou mais proprietários do prédio e faz, assim, a divisão do terreno tendo em conta os elementos jurídicos, sendo importante, por exemplo, no caso de partilhas de uma herança de um mesmo terreno. Por fim tem-se a distinção entre prédio rústico e urbano. Relativamente ao prédio rústico, este é definido como sendo um elemento que está fora de qualquer aglomerado urbano, excluindo-se os terrenos para construção e também um prédio que

pertença a um aglomerado urbano, mas que esteja destinado para fins agrícolas. No caso de prédios urbanos, estes incluem todos os prédios classificados como não rústicos sem prejuízo para os que são considerados mistos, ou seja, quando na mesma fração existam parte rústica e urbana [4].

O registo predial é importante porque através dele é possível identificar de forma unívoca um determinado prédio através da sua descrição predial, devendo conter (menções gerais das descrições no Art. 82º do Cód. do Registo Predial aprovado DL. 224/84, de 6 de Julho) [5]:

- 1
  - a) O número de ordem privativo dentro de cada freguesia, seguido dos algarismos correspondentes à data da apresentação de que depende;
  - b) A natureza rústica, urbana ou mista do prédio;
  - c) A denominação do prédio e a sua situação por referência ao lugar, rua, números de polícia ou confrontações;
  - d) A composição e a área do prédio;
  - e) O valor patrimonial constante da matriz ou, na sua falta, o valor venal [Revogada];
  - f) A situação matricial do prédio expressa pelo artigo de matriz ou pela menção de estar omisso.
- 2 - Na descrição genérica de prédio ou prédios em regime de propriedade horizontal é mencionada a série das letras correspondentes às frações e na de empreendimento turístico classificado para fins turísticos esta circunstância, bem como as letras correspondentes às unidades de alojamento, quando existam.
- 3 - Na descrição genérica de prédio ou prédios em regime de propriedade horizontal é mencionada a série das letras correspondentes às frações e na de empreendimento turístico classificado para fins turísticos esta circunstância, bem como as letras correspondentes às unidades de alojamento, quando existam.
- 3 - Na descrição de prédio resultante de anexação ou desanexação de outros são mencionados os números das respetivas descrições.

O CGPR é mantido e atualizado pelo Departamento de Conservação cadastral do centro para a Informação Cadastral e pelas Delegações Regionais da DGT tendo em conta a legislação mais recente em vigor (DL nº89/2017, Código Civil, Código do Registo Predial, Código do Notariado, entre outros) [6].

Relativamente às operações de revisão cadastral, de alguns concelhos em regime de cadastro foram, entretanto, submetidos a operações de revisão cadastral (o que inclui a resolução

de todos os Processos de Reclamação Administrativa (PRA)). O PRA (Anexo A) é o método utilizado para objetar qualquer problema ou erro nas matrizes cadastrais de prédios, para efeitos fiscais (Figura 4), tendo em conta o regime de CGPR com base no nº 3 do artigo 130º do Código do Imposto Municipal Sobre Imóveis (CIMI) [7]:

- Indevida inclusão do prédio na matriz;
- Erro na designação das pessoas e residências ou na descrição dos prédios;
- Erro de transcrição dos elementos cadastrais ou das inscrições constantes de quaisquer elementos oficiais;
- Duplicação ou omissão dos prédios ou das respetivas parcelas;
- Alteração na composição dos prédios em resultado de divisão, anexação de outros confinantes, retificação de estremas ou arredondamento de propriedades;
- Erro na representação topográfica, confrontações e caraterísticas agrárias dos prédios rústicos;
- Erro nos mapas parcelares cometidos na divisão dos prédios referidos no ponto anterior;
- Erro na determinação das áreas dos prédios rústicos ou urbanos, desde que as diferenças entre as áreas apuradas pelo perito avaliador e a contestada sejam superiores a 10% e 5%, respetivamente.



Figura 4 - PRA referente aos Serviços das Finanças junto com o parecer técnico do IGP (Fonte: IGP).

Para a resolução dos PRA é necessário conhecer bem a demarcação predial de cada prédio. Estes só podem ser concluídos desde que os proprietários ou usufrutuários procedam à demarcação dos terrenos, devendo para isso seguir as instruções técnicas fornecidas pela DGT (Anexo B).

Portugal, comparado com maior parte dos países da União Europeia, está muito atrasado no que se refere à implementação do cadastro, quer seja no que diz respeito à cobertura do território, quer no que diz respeito à forma como armazena a informação cadastral [8].

Numa tentativa de modernizar o sistema de informação cadastral foi feita a informatização do CGPR que pertendia integrar toda a informação vetorial e alfanumérica, resultante de todo o processo de informatização, num futuro sistema de gestão do CGPR. Este projeto tem como objetivo facilitar e otimizar a consulta, interoperabilidade e a conservação/atualização dos dados. Sendo assim, este sistema deve incluir todas as aplicações necessárias para dar resposta aos pedidos dos cidadãos, entidades públicas e privadas e às necessidades internas da DGT de um modo transparente, acautelando sempre todas as medidas de privacidade, confidencialidade e segurança. O sistema deve assim garantir:

- A não redundância dos dados
- Alterações temporária dos dados
- A coerência dos dados
- Acesso condicionado à informação disponível
- A manutenção do histórico
- Obtenção de saídas gráficas
- Pedido de coordenadas por utilizadores externos
- Interrogação simples e estatística nomeadamente: localização de prédios, identificação de proprietários, localização de parcelas e/ou culturas, determinação de áreas de prédios e ou parcelas

O projeto, que começou no final dos anos 90, tinha como principais objetivos a digitalização das implementações cartográficas e das fichas dos prédios de todas as secções cadastrais, a sua posterior vectorização e a transformação dessa informação para bases de dados cadastrais. Neste processo de tentativa de informatização do CGPR, foram definidos os seguintes objetivos, através da celebração de protocolos de cooperação entre a instituição que antecedeu a DGT [9]:

- Produzir cópias de segurança;
- Evitar a deterioração de elementos dos formatos físicos (papel);

- Facilitar o armazenamento, manuseamento e interoperabilidade, com o intuito de melhorar o acesso à informação por parte do cidadão e de todos os utilizadores públicos ou privados;
- Facilitar a metodologia de atualização dos dados, mantendo-se o registo histórico dos mesmos;
- Integrar a informação num futuro Sistema de Informação Cadastral;
- Facilitar futuras operações de renovação cadastral.

Este projeto foi ganhando a sua importância e ao longo do tempo tem-se verificado a sua evolução. Começou com a delegação do trabalho a entidades privadas pelo antigo IPCC e também através de protocolos efetuados no âmbito de uma cooperação entre o IPCC e as entidades da Administração Local (Câmaras Municipais, Associações de Municípios e Comunidades Intermunicipais) [9].

Toda esta informação, por sua vez, tinha de ser consistente. Para salvaguardar essa consistência, o IPCC criou um catálogo de convenções gráficas para criação de secções cadastrais [10], um catálogo de objetos [11] e um conjunto de normas e especificações técnicas que estas entidades devem seguir durante todo o processo de informatização do CGPR [12].

Todas estas especificações técnicas foram sendo alteradas e adaptadas à realidade do nosso país, tendo em conta os recursos técnicos e humanos disponíveis, evitando assim custos extras em formações e/ou aquisições.

Este projeto passou a ser de caracter continental, porque foram transferidos para os arquipélagos dos Açores e da Madeira, para os respetivos Governos Regionais, a produção e conservação dum CGPR próprio deles. Também devido às contenções impostas pela Comissão Nacional de Proteção de Dados Pessoais, o projeto passou apenas a incluir a vetorização de elementos cadastrais presentes nas secções cadastrais e não ao fornecer ao público em geral a informação presente nas fichas dos prédios. Atualmente, a situação do projeto de informatização é a que esta ilustrada na figura abaixo (Figura 5) [9].

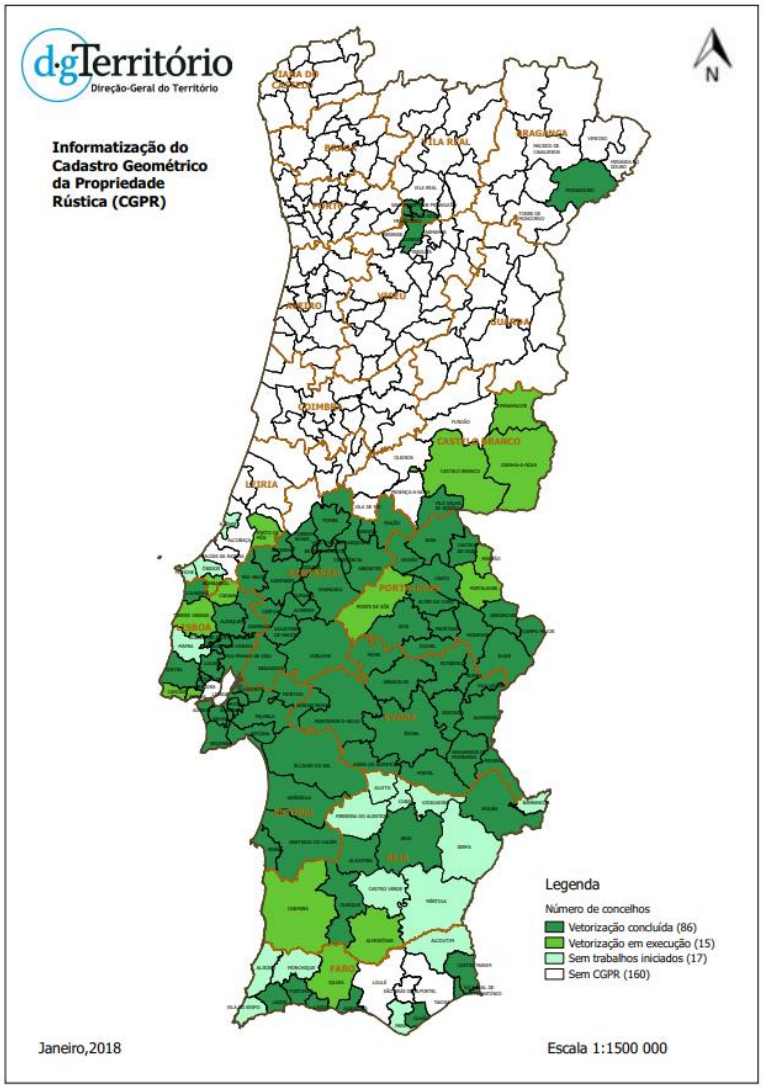


Figura 5 - Concelhos abrangidos pela informatização do CGPR (Fonte: DGT).

Para atingir o objetivo de informatização do CGPR é necessário que todas as entidades intervenientes neste processo tenham competências e obrigações. Ao IGP compete [9]:

- Disponibilizar as secções cadastrais georreferenciadas;
- Fornecer os gráficos de ligação das secções cadastrais;
- Fornecer apoio técnico e formação;
- Verificar a informação resultante da digitalização dos elementos gráficos;
- Conceder uma licença gratuita de utilização do CGPR (após a conclusão da vectorização).

Relativamente às entidades com as quais os protocolos são celebrados, compete o fornecimento dos dados relativos ao CGPR em formato vetorial, de acordo com as especificações

técnicas do catálogo de objetos. Não são só competências, mas também existem obrigações comuns pelo que qualquer trabalho que seja realizado *a posteriori* relativamente à produção, georreferenciação, ou conservação relativamente ao CGPR, sejam reciprocamente cedidos, sem qualquer tipo de encargo, entre as partes intervenientes. Todo este processo de informatização do CGPR tem de passar por diversas fases. Numa primeira fase é necessário digitalizar e converter para *raster* as secações cadastrais e posteriormente georreferenciá-las. De seguida através de um processo de digitalização é criado um ficheiro de desenho com as respetivas entidades presentes na secção cadastral. Em paralelo também é introduzida a informação alfanumérica respetiva de cada ficha de prédio. Todo este processo requer sempre um controlo de qualidade de modo a garantir a fiabilidade e qualidade dos dados. Tendo estes dois processos terminados é criado assim uma base de dados cadastral e esta deverá ser inserida num sistema de informação cadastral (Figura 6). Este processo encontra-se esquematizadas no diagrama abaixo (Figura 7) [9].

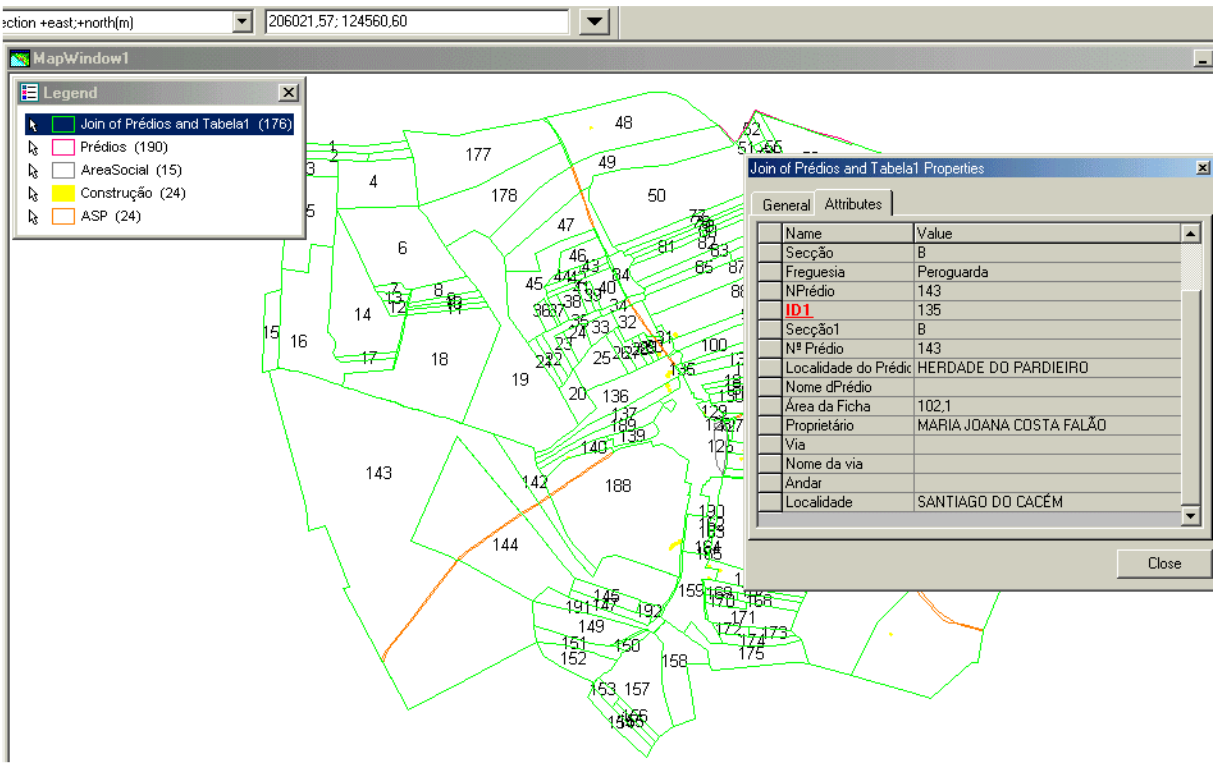


Figura 6 - Exemplo de um Sistema de Informação Cadastral (Fonte: DGT).



Figura 7 - Diagrama das fases de processo de informatização do CGPR [9].

Na fase de rasterização ela conta com alguns parâmetros que se devem seguir, sendo eles [9]:

- Suporte das secções cadastrais (cronar, ozalide, papel de vidro, etc.);
- Condições de conservação das secções cadastrais;
- Identificação de todos os objetos representados nas secções;
- Tendo como características:
    - Formato: tiff;
    - *Datum* Lisboa – elipsoide de Hayford:
    - Sistema de coordenadas – Projeção de Gauss;
    - Resolução geométrica: 200 dpi;
    - Resolução radiométrica:
        - Secções a cores: RGB, Index Color;
        - Secções preto e branco: tons de cinzento.

Após a rasterização segue-se a fase de georreferenciação. A secção cadastral (Figura 8) tem de conter pelo menos 10 pontos de controlo uniformemente distribuídos por folha usando se possível todos os pontos da quadrícula na área de pormenor. Nesta fase é necessário ter sempre em conta a tolerância admitida, obtida através da seguinte fórmula T = (0.0002 x F) m, onde F é o fator de escala. Por exemplo numa escala 1:2000 a tolerância máxima admitida é de 40 centímetros.



Figura 8 - Secção cadastral pertencente ao distrito de Faro, no concelho de Albufeira e da freguesia de Albufeira (secção AA) (Fonte: DGT).

Tendo já concluído a fase de georreferenciação entra o processo de vetorização (Figura 9). Nesta fase são digitalizados todos os elementos, quer pontuais quer lineares, de toda a secção cadastral. Na Tabela 1 estão representados os elementos que devem ser digitalizados numa secção cadastral [9].

Tabela 1 - Elementos a vetorizar numa secção cadastral.

	Pontuais	Lineares
Elementos administrativos	• Marcos geodésicos	• País • Distrito • Concelho • Freguesia
Elementos cadastrais	• Marcos de propriedade	• Parcelas • Construções • Áreas sociais • Estremas
Elementos topográficos		• Leitos de curso de água • Caminhos • Taludes • Outros

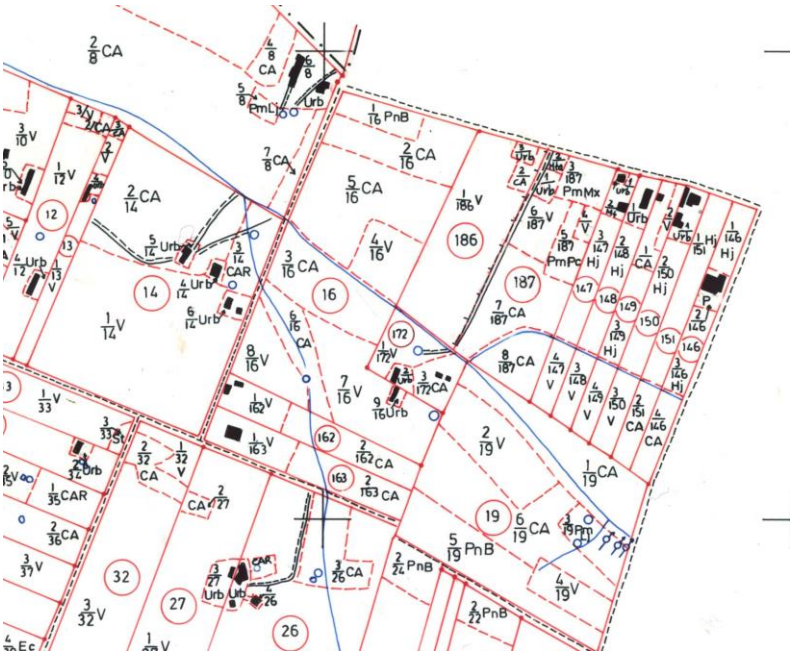


Figura 9 - Secção vetorizada (Fonte: DGT).

Existem também dados alfanuméricos de dois tipos: fichas de secção e fichas de prédio (Figuras 10 e 11). A informação presente nestas fichas são necessárias porque vão servir de ponte para identificar de forma unívoca cada elemento presente na secção cadastral. Nas fichas

de secção estão contidos os seguintes campos: concelho, freguesia, área parcelar, área social, área total da secção e número de prédios existentes e suprimidos [9].

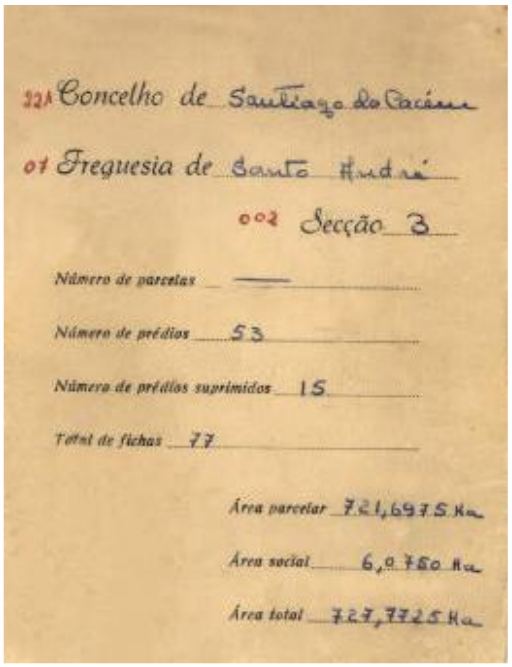


Figura 10 - Ficha de secção (Fonte: DGT).

As fichas de prédios contêm, entre outros, os seguintes campos: concelho, identificação do proprietário, área do prédio, distribuição parcelar e respetivas áreas.

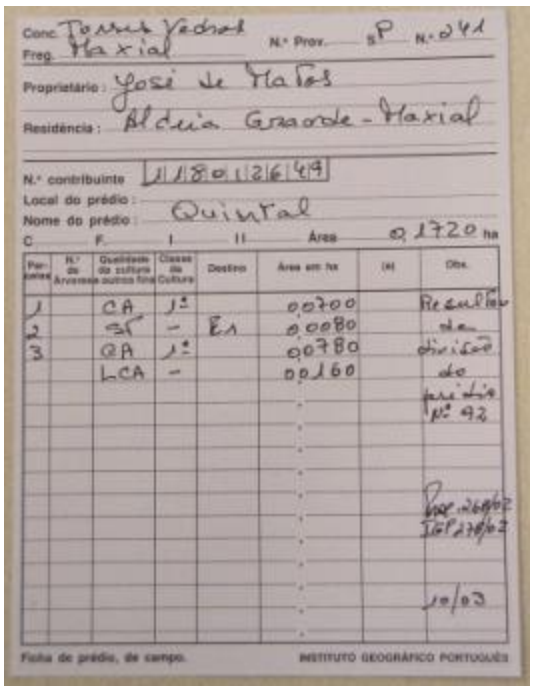


Figura 11 - Ficha de prédio (Fonte: DGT).

Por fim, todo este processo tem de ser validado tendo em conta a precisão posicional, integridade, estruturação e ligação entre ficheiros, de modo a passar a ser utilizado [9]. No caso dos ficheiros vetoriais, verifica-se se existem tipos de geometria diferentes da que está presente no catálogo de objetos, elementos com códigos errados ou que não existam, e se as tipologias se encontram corretas. São analisados ainda, com base numa amostra de pelo menos 80%, os objetos mal definidos, em falta ou em excesso e a ligação entre secções (Figura 12) [9].

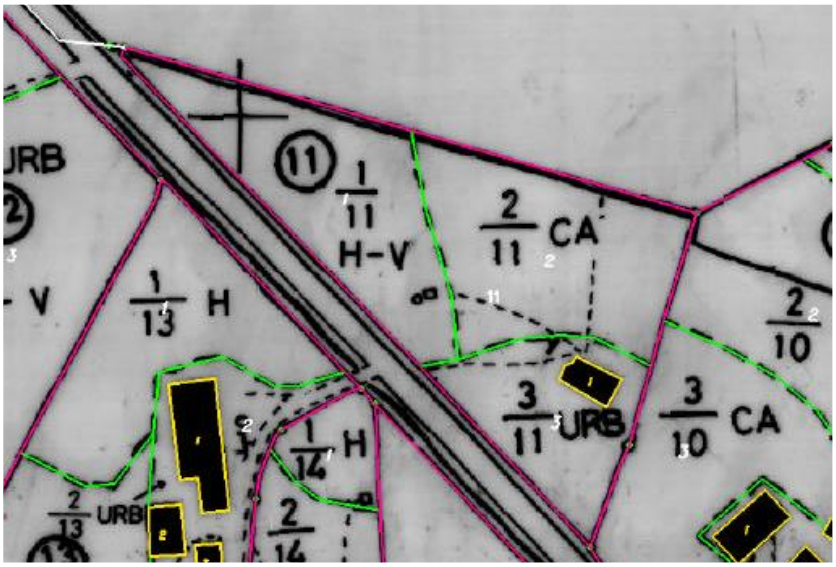


Figura 12 - Sobreposição entre a informação *raster* e vetorial (Fonte: DGT).

O projeto mais recente no que toca a cadastro consta com a participação de seis municípios que foram escolhidos para o projeto nacional do Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral (SiNErGIC) (Figura 13), projeto piloto da responsabilidade da Direção Geral do Território criado através da Resolução do conselho de Ministros nº 45/2006 publicada a 4 de Maio [13]. Este consta com a participação de alguns conselhos no sul de Portugal, nomeadamente no Algarve e são eles Loulé, São Brás de Alportel e Tavira. Nas Beiras: Oliveira do Hospital e Seia. No Douro: Paredes. A base de dados do SiNErGIC tem como principal objetivo caracterizar todos os prédios de diferentes naturezas (rústicos e urbanos). Este projeto consta com a identificação dos limites de cada prédio, dos seus marcos, as suas estremas bem como os seus proprietários ou titulares diretos e deve efetuar a respetiva ligação aos dados já existentes na Conservatória do Registo Predial e nos Serviços de Finanças [13].



Figura 13 - Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral (SiNErGIC).

3 - Técnicas de obtenção de coordenadas para efeitos cadastrais

Para realizar as instruções técnicas impostas pela DGT é necessário ter equipamento capaz de determinar coordenadas para se obterem os limites de cada prédio. Atualmente usam-se técnicas muito avançadas, precisas e rápidas na determinação de coordenadas, mas nem sempre foi assim. Apesar de as técnicas utilizadas para a obtenção de coordenadas em topografia terem sofrido um enorme avanço ao longo das décadas, com a gradual substituição dos teodolitos convencionais (Figura 14) e fita métrica por distanciómetros e estações totais, os resultados das observações, assim como no passado, continuam a ser distâncias, ângulos e diferenças de nível.



Figura 14 - Teodolito à esquerda (Fonte: Dehilster).

Estes aparelhos são todos montados sobre um tripé para serem posicionados no campo. Juntamente com a estação total, passou também a ser usado um prisma em cima dum bastão (refletor de sinais) para ser posicionado no ponto para o qual as observações são realizadas. Isto deve-se ao facto de a estação total estar munida com um distanciómetro.

Estes distanciómetros surgiram nos anos 70 e eram denominados por EDM (Electronic Distance Measurement). O seu funcionamento consiste em enviar um feixe estreito de luz infravermelha, o qual é refletido pelo prista e retorna ao emissor, permitindo assim a medição de distâncias de uma forma mais rápida e eficiente. A evolução deste segmento ao longo dos anos, possibilitou a medição de distâncias de vários quilómetros com grande precisão.

As primeiras estações totais que apareceram eram constituídos por teodolitos munidos com um distanciómetro (Figura 15).



Figura 15 - Teodolito Kern munido com distanciómetro (Fonte: Dehilster)

Com a rápida evolução tecnológica verificada nos anos 80 e com a vulgarização da miniaturização dos componentes eletrónicos de modo a tornar os equipamentos cada vez mais pequenos e leves, a construção de novos modelos de teodolitos incorporados com eletrónica foi possível, permitindo assim a integração com EDM interno e ecrã, no qual se podiam visualizar todos os dados (Figura 16), dando assim origem as primeiras estações totais.



Figura 16 - Estação Total Leica TDM 5000 à esquerda e Estação Total Leica TCA 2003 à direita) (Fonte: Leica).

Estes novos aparelhos permitiram aumentar a velocidade e exatidão dos trabalhos de forma muito significativa (Figura 17). Além da evolução do *hardware*, também a evolução do software permitiu que os dados recolhidos em campo fossem processados no momento e guardados na memória

interna do aparelho ou numa unidade externa, para posteriormente serem transferido para um computador com vista ao tratamento dessa mesma informação.



Figura 17 - Estação Total Sokkia Net 5 à esquerda e Estação Total Trimble S8 à direita (Fonte: Sokkia e Trimble).

Não foram só os métodos terrestres que sofreram uma grande evolução no tempo, também os métodos espaciais tiveram uma enorme evolução. Os Sistemas de Navegação por Satélite (GNSS) por sua vez também tiveram o seu papel importante no cadastro para obtenção de coordenadas. O primeiro sistema GNSS só foi disponibilizado ao público em geral em 1978 pelo Departamento de Defesa Americano designado por Sistema de Posicionamento Global (GPS), até essa data era usado unicamente pelo exército americano. Durante a década de 1990 o uso do GPS era possível, mas apenas através de pós-processamento diferencial. A sua aplicação era sobretudo para criar redes de apoio, já que a recolha de pontos individuais era demorada. O sistema GPS tornou-se muito mais popular no ano 2000 quando o Departamento de Defesa Americano desligou o assim chamado Selective Availability (SA), pelo qual era responsável pela degradação do sinal e inserção de erros no cálculo das soluções de posicionamento absoluto. Posteriormente houve o aparecimento de novos sistemas GNSS como o Glonass (Rússia - 1982), Galileo (Europa - 2016) e Compass (China - 2006) [14].

Estes sistemas usam uma metodologia bastante sofisticada de obtenção de coordenadas. Um dos métodos é utilizando um posicionamento relativo com observação da fase da portadora, constituída por ondas sinusoidais de radiofrequência a uma determinada frequência padrão. Com este método é possível obter precisões da ordem de alguns centímetros. É possível também usar o sistema utilizando códigos, do qual são formados por sequências de zeros e uns que após recebidos pelo recetor permite determinar o tempo de viagem do sinal de rádio do

satélite para o recetor, estes códigos são chamados de Pseudo-Random Noise (PRN). Este método não é tão preciso, conta com uma precisão da ordem de alguns metros, limitando a sua utilização para aplicações cadastrais. Estas medidas de fase e código podem também ser usadas em conjunto de modo aumentar a sua precisão, sendo possível obter melhores resultados com um pós-processamento em gabinete. Com a utilização deste sistema verificou-se um aumento enorme na produtividade, pelo facto de em certos casos dispensar a execução de poligonais longas, por exemplo [14].

Apesar de já ter sido um enorme avanço no que diz respeito à obtenção de coordenadas, o segmento do utilizador destes sistemas evoluiu para um novo patamar com o aparecimento dos recetores RTK (Real Time Kinematic) (Figura 18).



Figura 18 - Recetor RTK (Fonte: Trimble).

Este novo tipo de recetor permite obter posições relativas com precisão milimétrica dispensado assim o pós-processamento dos dados, permitindo a obtenção de coordenadas mais precisas e de forma mais expedita tendo em conta os métodos falados anteriormente [14]. O RTK funciona utilizando a informação recebida pelos sistemas GNSS e faz correções a essas medidas em tempo real, através de correções diferenciais recebidas pela internet através de um protocolo NTRIP (Networked Transport of RTCM) de estações permanentes no solo. Em Portugal existem duas redes com uma boa cobertura nacional. Uma é administrada pelo Centro de Informação Geoespacial do Exército, denominada por Sistema de Estações de Referência GPS VIRtuais (SERVIR), para utilização pelas Forças Armadas mas de utilização limitada pela comunidade civil, e a Rede Nacional de Estações Permanentes (ReNEP), administrada pela DGT, para utilização civil.

4 - Trabalhos realizados na C.M.M.

4.1 - Informatização da informação cadastral de 1957

A informação de base para o cadastro, existente na C.M.M., é a cartografia de 1957 feita pela Socarto – Sociedade de Levantamentos Topo Cartográficos (Figura 19) à escala 1:2000, em formato físico de papel, e a cartografia de 1996 produzida pelo antigo Instituto Português de Cartografia e Cadastro, em formato vetorial. Um exemplo desta última é dado na Figura 20, com as parcelas cadastrais assinaladas a vermelho. Existe ainda informação recolhida nos diversos levantamentos cadastrais feitos pelos serviços topográficos da C.M.M. durante décadas, alguns em papel em diferentes escalas (Figura 21), os mais recentes em formato vetorial em diferentes escalas (Figura 22), e informação de destaques de parcelas enviadas por particulares, assinaladas a amarelo na Figura 23.



Figura 19 - Folha da cartografia cadastral de 1957 (Fonte: Arquivo da C.M.M.).

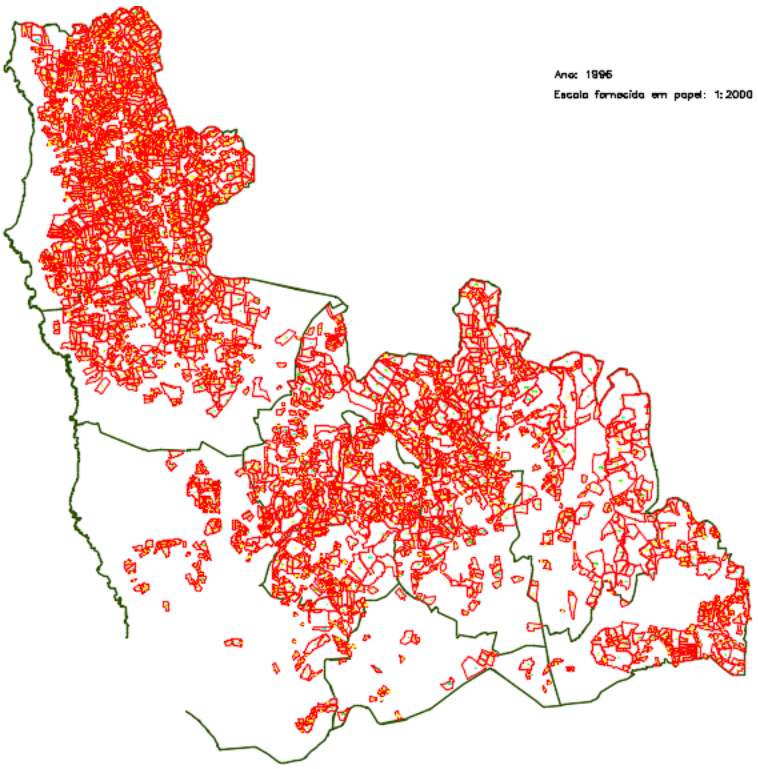


Figura 20 - Cadastro de 1996 do Instituto Português de Cartografia (Fonte: Bases de dados da C:M.M.).

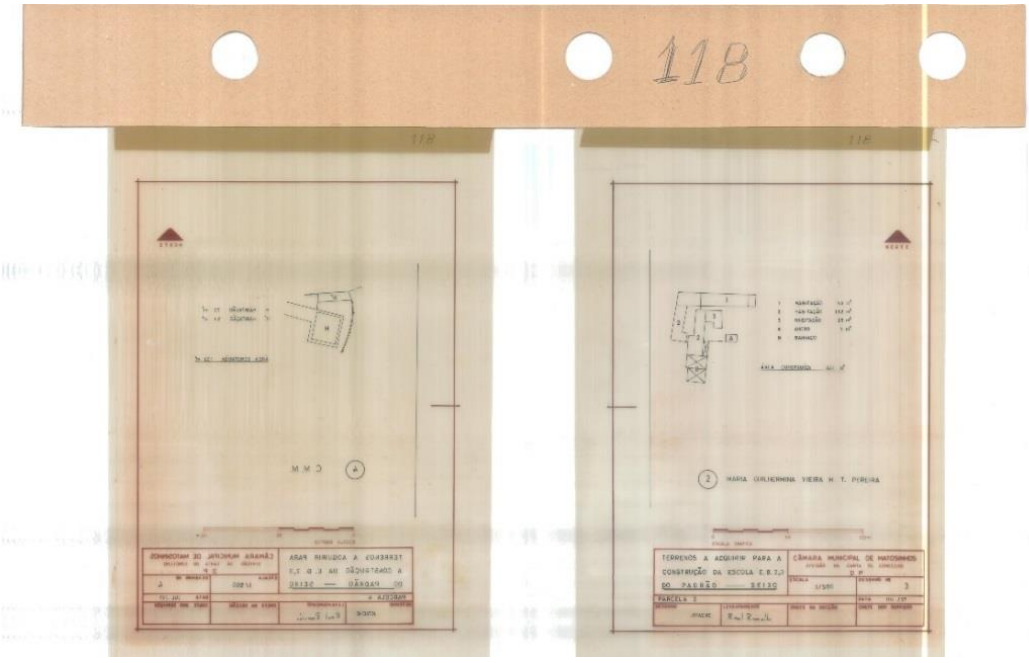


Figura 21 - Cadastro em papel de várias décadas de serviço (Fonte: Arquivo da C.M.M.).

.

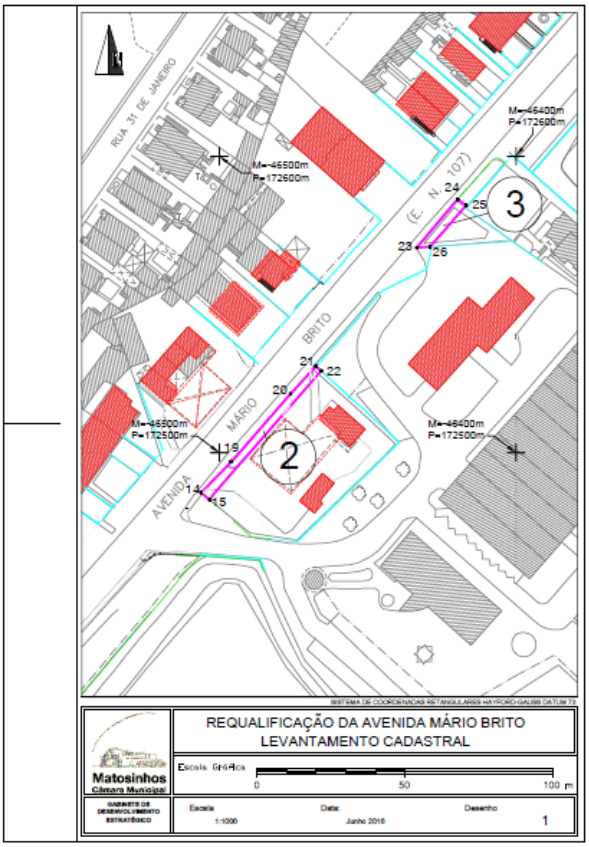


Figura 22 - Cadastro em formato vetorial feito atualmente (Fonte: Bases de dados da C.M.M.).

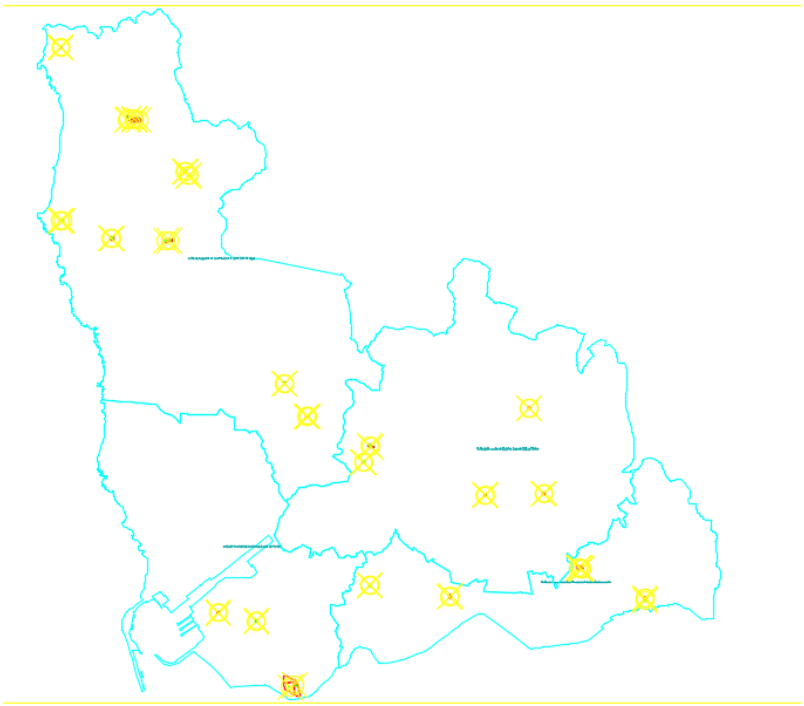


Figura 23 - Cadastro em formato vetorial enviado por particulares (Fonte: Base de dados da C.M.M.).

Numa tentativa de informatizar a informação cadastral da CMM, foi analisada, numa primeira fase, a cartografia cadastral de 1957 à escala de 1:2000. Em primeiro lugar, foi digitalizada toda a cartografia com 300 dpi (pontos por polegada) de resolução, em formato TIF.

Após a digitalização, procedeu-se à sua georreferenciação, para posteriormente começar a digitalizar vetorialmente as parcelas das propriedades rústicas. O problema desta mesma cartografia é estar num *datum* obsoleto, conhecido por *datum* Leça da Palmeira, dado que a C.M.M. não possuía, até à realização deste estágio, forma de transformar este *datum* num de uso corrente. Numa primeira abordagem após alguma análise conclui-se que o *datum* Leça da Palmeira é uma variante do *datum* Lisboa Hayford-Gauss tendo resultado de um cálculo local da triangulação geodésica, antes da compensação global da rede. Havendo disponível uma lista de vértices de apoio topográfico com coordenadas conhecidas no *datum* Leça da Palmeira e *datum* 73 (Anexo C), estes pares de coordenadas foram usados para a determinação de parâmetros de transformação entre os dois data.

Numa primeira abordagem, foram determinados os parâmetros de translação entre o *datum* Leça da Palmeira e o *datum* 73 que é o usado atualmente pela C.M.M.. Para tal, foram usadas as coordenadas de 21 vértices geodésicos (Figura 24) com coordenadas conhecidas nos dois sistemas de referência, tendo sido as coordenadas dos vértices no *datum* 73 (D73) disponibilizadas pela DGT [15].

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO



Figura 24 - Distribuição dos marcos geodésicos pelo concelho de Matosinhos.

De seguida foram calculadas as diferenças entre as coordenadas cartográficas entre os dois sistemas (Tabela 2), a média e o desvio padrão (Tabela 3), e procedeu-se à análise gráfica destes valores (Figura 25).

Tabela 2 - Diferença entre as coordenadas dos vértices geodésicos nos *data* Leça da Palmeira e 73.

Diferença entre o *datum* Leça da Palmeira e o *datum* 73	
M (m)	**P (m)**
-3,624	1,070
-3,472	1,168
-3,629	0,802
-3,377	1,144
-3,703	1,390
-3,809	1,422
-3,702	0,696
-3,543	1,302
-3,654	1,447
-3,526	1,482
-3,396	1,158
-3,647	1,236
-3,828	1,517
-3,580	0,786
-3,424	1,236
-3,436	1,318
-3,436	0,978
-3,357	1,257
-3,545	1,180
-3,626	1,004
-3,482	0,997
-3,581	1,150
-3,678	1,277

Tabela 3 – Média e desvio padrão das diferenças entre as coordenadas cartográficas dos vértices geodésicos no datum Leça da Palmeira e no datum 73.

	M (m)	**P (m)**
Média	-3,580	1,180
Desvio Padrão	0,129	0,217

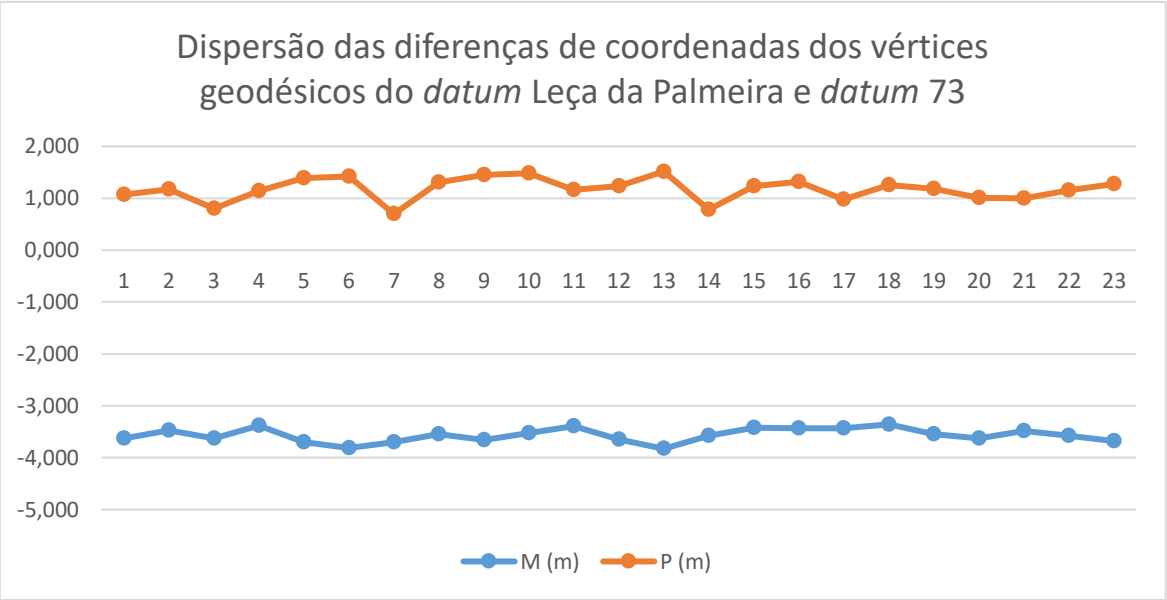


Figura 25 - Dispersão das diferenças de coordenadas dos vértices geodésicos do *datum* Leça da Palmeira e *datum* 73.

Analisando os resultados, verificou-se não existirem *outliers* nas diferenças, sendo os parâmetros de translação entre os dois *data* dados pela média das diferenças nas coordenadas. Assim, concluiu-se ser necessário aplicar uma translação de -3.580 m em M e de 1.180 m em P para escalas até 1:1000 inclusive tendo em conta o desvio padrão (Tabela 3), para transformar as coordenadas cartográficas em *datum* Leça da Palmeira para coordenadas cartográficas *datum* 73. Os erros médios quadráticos das diferenças em M e em P têm de ser menores, ou valores muito próximos, do erro de graficismo da carta calculado pela fórmula T = (0.0002 x F) m, onde F é o fator de escala (Tabela 4).

Tabela 4 - Erro de graficismograficismo para diferentes escalas.

Escada	Erro de graficismo (m)	Erro de graficismo imposto pela DGT (m)
1:100	0,02	-
1:200	0,04	-
1:500	0,10	-
1:1000	0,20	0.18
1:2000	0,40	0.30
1:5000	1,00	0.75

Antes, porém, de aplicar esta translação na georreferenciação da cartografia, foi necessário fazer uma verificação dos resultados obtidos. Para tal, foram escolhidas nove cartas em *datum* Leça da Palmeira, distribuídas pelo concelho de Matosinhos

(assinaladas a amarelo na Figura 26), que foram georreferenciadas em *datum* 73 aplicando a translação calculada anteriormente, em nove pontos bem distribuídos pela grelha de coordenadas no programa ArcMap, com um erro médio quadrático inferior a 40 cm para cada carta. Foi escolhida também no processo de georreferenciação uma transformação ajustada de modo a ajustar melhor as deformações que o papel poderá ter sofrido na digitalização e foram sobrepostas nas correspondentes cartas vetoriais de 1996, em *datum* 73 do IPCC, em formato vetorial. Para cada par de cartas sobrepostas, foram extraídas as coordenadas cartográficas de quatro pontos de amostragem que foram comparadas entre si de forma a validar os valores obtidos para a translação (Figura 27). Os resultados deste processo estão presentes na Tabela 5.

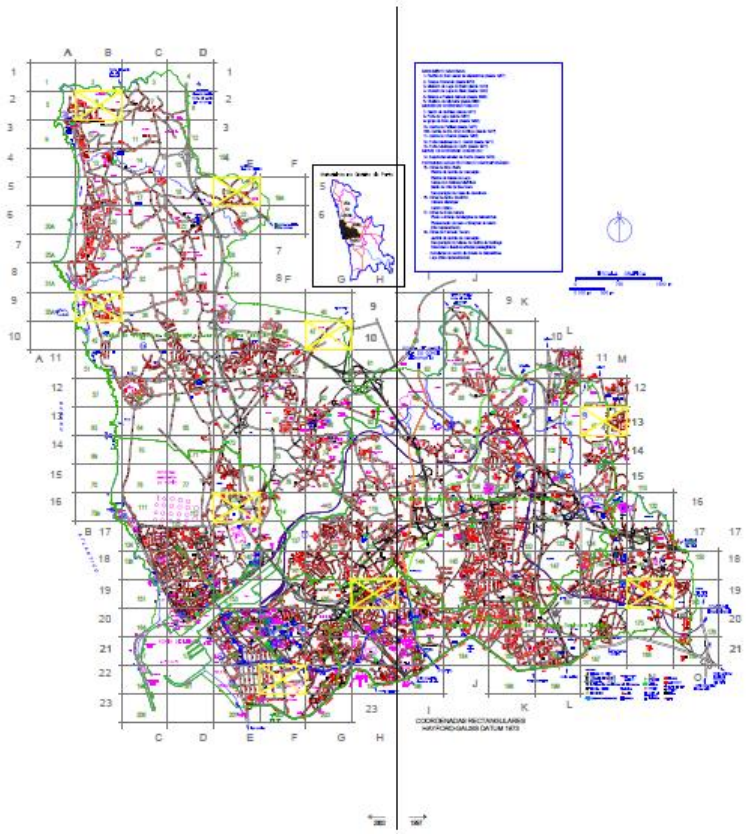


Figura 26 - Cartas escolhidas (amarelo) ao longo do concelho para fazer validação de resultados da translação entre os *data* (Fonte: Bases de dados da C.M.M.).



Figura 27 – Exemplo da sobreposição da informação em *datum* 73 e *datum* Leça da Palmeira para a Folha 6 (Fonte: Bases de dados da C.M.M.).

Tabela 5 - Amostragem de pontos obtidos pela sobreposição de cartas entre datum Leça da Palmeira e datum 73.

Folha	Ponto	Delta M (m)	Delta P (m)	Média M (m)	Média P (m)	Diferença entre o parâmetro de translação M e a Média M (m)	Diferença entre o parâmetro de translação P e a Média P (m)
193	1	-3,657	1,115	-3,638	1,288	0,058	-0,108
	2	-3,394	1,476				
	3	-3,843	1,162				
	4	-3,660	1,401				
163	1	-3,960	0,939	-3,828	1,164	0,248	0,016
	2	-3,977	1,041				
	3	-3,761	1,418				
	4	-3,613	1,259				
156	1	3,818	-1,008	-3,773	1,046	0,193	0,134
	2	4,144	-1,035				
	3	3,433	-0,961				
	4	3,695	-1,179				
113	1	-3,585	1,047	-3,568	1,064	-0,012	0,116

	2	-3,165	1,090				
	3	-3,704	1,129				
	4	-3,820	0,991				
	1	-3,745	1,324				
	2	-3,360	1,352				
97	3	-3,814	1,456	-3,700	1,495	0,120	-0,315
	4	-3,882	1,846				
	1	-3,863	0,883				
	2	-3,427	1,149				
47	3	-2,451	0,984	-3,353	0,903	-0,227	0,277
	4	-3,672	0,594				
	1	-4,094	1,182				
	2	-3,544	1,183				
35	3	-3,647	0,806	-3,829	0,938	0,249	0,242
	4	-4,030	0,580				
	1	-3,591	0,767				
	2	-3,207	0,823				
19	3	-2,175	0,794	-3,127	0,878	-0,453	0,302
	4	-3,538	1,129				
	1	-4,415	0,769				
	2	-4,092	0,535				
6	3	-3,790	0,643	-3,989	0,369	0,409	0,811
	4	-3,658	-0,472				

Tendo em conta que cartografia cadastral de 1957 está à escala 1:2000, podemos ter um erro máximo de 30 cm. Analisando a tabela acima verificamos que as diferenças entre os parâmetros de translação calculados e a média das amostragens estão abaixo do erro máximo, excetuando o caso das folhas 6 e 19, para as quais as diferenças são ligeiramente superiores, embora aceitáveis. Numa distribuição normal, se um sigma for 0.4, algumas vezes os valores vão ser superiores, não existe uma explicação óbvia para esta situação.

Após a validação dos parâmetros de translação, procedeu-se à georreferenciação de toda a cartografia em *datum* 73, usando 9 pontos de controlo bem distribuídos pela carta, como exemplificado na Figura 28. O mosaico final, constituído por sessenta e quatro folhas, está representado na Figura 29.



Figura 28 - Folha 19 georreferenciada com 9 pontos de controlo (Fonte: Arquivo da C.M.M.).



Figura 29 - Cartografia cadastral de 1957 georreferenciada em datum 73. (Fonte: Arquivo da C.M.M.).

Como se pode verificar analisando a Figura 28, o mosaico obtido necessitava de tratamento pelo facto de conter moldura e as cores não estarem no seu melhor estado. Assim, cada folha foi cortada pela moldura, fez-se uma reamostragem bilinear da imagem, criaram-se pirâmides internas com níveis 4, 8, 16, 32 e 64, definiu-se a projeção para *datum* 73 e por fim converteu-se a imagem para tons de cinza usando só a banda do vermelho, para melhorar as cores e a tonalidade. Quando se realiza uma reamostragem bilinear, é calculado um novo valor numérico para o pixel no centro de uma vizinhança de quatro pixéis, considerando a média ponderada das distâncias dos centros dos 4 pixéis ao pixel central.

É fundamental criar as pirâmides internas quando se manipulam grandes quantidades de *rasters* para garantir um acesso mais rápido à informação, melhorando assim o desempenho da exibição dos dados *raster*. Este método consiste em pegar na imagem original e "fragmentá-la" em imagens mais pequenas consoante o nível que se escolha, e dependendo da nossa área de visualização os programas (Arcgis ou QGIS) só acedem a essa parte ou partes da imagem "fragmentada" [17]. Estes procedimentos foram realizados utilizando um *batch* com um conjunto de comandos do GDAL, que é um programa de tratamento de informação geográfica, que permitiu tratar a totalidade da informação em simultâneo, resultando num mosaico final (Figura 30).



Figura 30 - Mosaico referente a cartografia cadastral de 1957 tratado (Fonte: Arquivo da C.M.M.).

Tendo reunido todas as condições para a vetorização da cartografia cadastral de 1957, deu-se início a este processo. A vetorização da cartografia consiste na conversão de cartografia existente em formato *raster* para o formato vetorial. Para que tal aconteça, todos as parcelas presentes no formato *raster* para as quais seja possível definir o seu limite devem ser digitalizadas.

Foi então criada uma *shapefile* no ArcMap em *datum* 73, com os seguintes campos:

- Número da Parcela
- Nome do Prédio / Local
- Residência
- Dúvida

O campo 'Dúvida' foi criado de forma a ser cativado, com a colocação de um "X", quando se desconhecem ou são incertos os limites da propriedade.

Criada a *shapefile*, e antes de começar a digitalizar os polígonos, foi ligada a opção "SNAP". Esta opção permite que diversos recursos se conectem entre si para que suas edições sejam mais precisas. Assim, quando ativada esta opção, o ponteiro irá agarrar linhas, vértices e outros elementos geométricos quando se aproximar deles, tendo em conta uma certa tolerância [17]. Esta opção evita erros de digitalização como os erros de *undershooting* e *overshooting* (Figura 31), que resultam quando uma linha acaba antes ou depois de cruzar outra linha, respetivamente, evitando erros posteriores na criação de topologia.

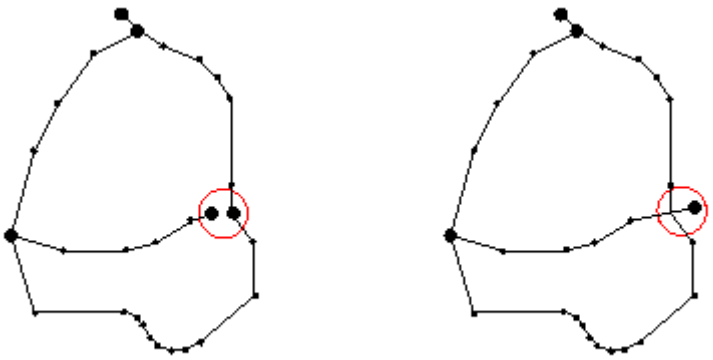


Figura 31 - Undershooting (Esquerda) e overshooting (Direita) (Fonte: Help Arcgis).

Para digitalizar polígonos adjacentes, usou-se a opção "*Auto Complete Polygon*". Esta opção permite que o operador não tenha de digitalizar duas vezes cada linha fronteiriça entre dois ou mais polígonos adjacentes, analisando a envolvência e completando automaticamente o polígono com a fronteira partilhada com o que lhe é adjacente. Esta ferramenta permite evitar erros de duplicação de linhas e imprecisão na digitalização, que poderiam levar a polígonos inexistentes de área ínfima. Aquando da digitalização de cada polígono, foram inseridos na tabela de atributos os devidos elementos pertencentes a cada parcela referidos anteriormente. A Figura 32 mostra um extrato de algumas parcelas digitalizadas com a sua informação cadastral preenchida.

Número da Parcela	Nome do Prédio / Local	Nome Proprietário	Residência	Dúvida
9-8	Sem Informação	Sem Informação	Sem informação	
9-7	Sem Informação	Sem Informação	Sem informação	
9-6	Bouça do Pinhal		Vila Nova da Telha	
9-5	Bouça da Talheira		Aveleda	
8-99	Leira da Agra		Paiço - Lavra	
8-98	Leira da Agra		Paiço - Lavra	
8-97	Leira da Agra		Paiço - Lavra	
8-96	Leira da Agra		Paiço - Lavra	
8-95	Talho		Paiço - Lavra	
8-94	Leira do Talho		Paiço	

Figura 32 - Extrato da tabela de atributos de parcelas digitalizadas das bases de dados da cartografia cadastral de 1957.

No total, foram digitalizados 8292 polígonos com a respetiva informação, tendo sido definida a projeção *datum* 73 para a *layer* (Figura 33). Por fim foi convertida toda a informação gerada para o sistema de coordenadas ETRS89/PT-TM06 pelo método das grelhas fornecida pela DGT.

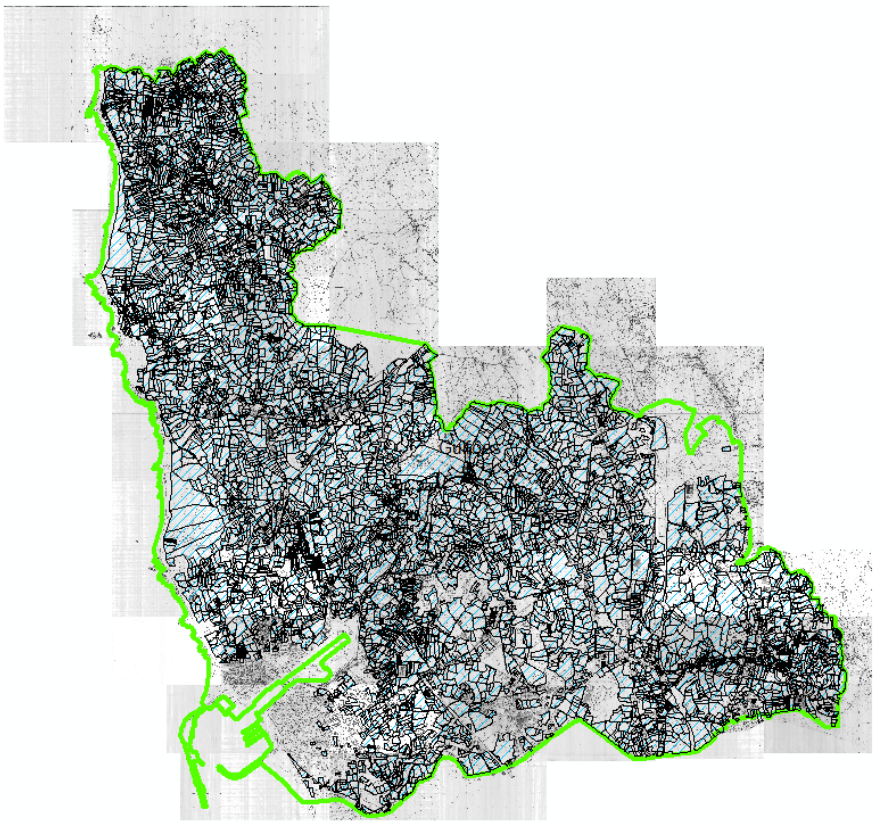


Figura 33 - Cartografia cadastral de 1957 vetorizada.

4.2 - Criação de grelhas de transformação de *datum* Leça da Palmeira para ETRS89-PTTM06

Para a cartografia à escala 1:1000 e de acordo com a precisão exigida, uma simples translação é suficiente, como exposto anteriormente, para efetuar a transformação de coordenadas. No entanto, para aplicações mais precisas, como por exemplo para a transformação de coordenadas precisas do Limite Público Marítimo, conhecidas em *datum* Leça da Palmeira, para *datum* ETRS89-PTTM06, é necessário considerar também uma rotação e um fator de escala.

Assim, foram comparados os resíduos que se obtêm nas coordenadas considerando apenas uma translação, tal como descrito anteriormente, e considerando, além de uma translação, uma rotação e um fator de escala. Para a realização deste procedimento, foi usada uma transformação de similaridade denominada de "ArcGIS Spatial Adjustment", presente no ArcGIS [18]. Este método é um processo automático presente no ArcGIS, usado para efetuar a georreferenciação de dados vetoriais. Pode ser aplicado a uma camada inteira de uma só vez, para que se possam criar apenas alguns pontos de controlo e mover todos os polígonos na sua camada. Por outras palavras, pode-se pegar num conjunto de dados vetoriais num determinado sistema e "obrigá-lo" a adaptar-se a outro sistema utilizando um processo de translação, rotação e escala. Na Tabela 6 podemos verificar as coordenadas obtidas através da conversão do datum Leça da Palmeira para datum 73 utilizando os parâmetros de translação, calculados anteriormente, e as coordenadas obtidas através do processo "ArcGIS Spatial Adjustment" entre os mesmos data. Para analisar os resultados, calculou-se as médias e os desvio-padrões para as coordenadas obtidas pelos dois processos, considerando exatas as coordenadas dos vértices conhecidas em datum 73. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 7. Os valores da média e do desvio padrão das diferenças são apresentados na Tabela 8.

Tabela 6 - Coordenadas transformadas de datum Leça da Palmeira para datum 73 aplicando a translação calculada anteriormente e as coordenadas obtidas com o processo "ArcGIS Spatial Adjustment" entre os mesmos data.

	Coordenadas transformadas			
	Com parâmetros de translação calculados		Com similaridade no "ArcGIS Spatial Adjustment"	
Nome	M (m)	P (m)	M (m)	P (m)
Aeroporto	-45458,740	174375,720	-45458,648	174375,843
Amorosa	-47000,508	170843,083	-47000,584	170843,071
Angeiras	-48233,362	177511,846	-48233,325	177512,196
Boa Nova	-48873,984	170621,016	-48874,159	170621,041
S. Gens	-42911,400	169479,700	-42911,309	169479,513
S. Mamede	-40031,525	169390,467	-40031,294	169390,201
S. Paio	-49980,759	179183,540	-49980,765	179184,019
Sendim	-45013,055	169152,297	-45013,077	169152,149
Viso	-42767,196	168345,360	-42767,127	168345,113
Farol de Leça	-48566,787	170398,943	-48566,952	170398,949
Farol de Leça Pilar	-48564,396	170399,728	-48564,561	170399,734
Guifões II	-44632,460	170249,550	-44632,434	170249,446
Hospital Escolar	-39281,670	168073,620	-39281,436	168073,269
Lavra	-49078,305	176816,782	-49078,328	176817,120
Leça da Palmeira	-47432,851	169305,533	-47432,989	169305,456
Matosinhos	-46725,207	168169,920	-46725,339	168169,768
Memória	-49329,543	173816,988	-49329,657	173817,184
Molhe Norte	-48504,242	168491,024	-48504,454	168490,934
Portela	-45699,387	171111,144	-45699,392	171111,111
Quatro Caminhos	-46152,405	175668,100	-46152,313	175668,305
Queimada	-48626,452	173862,646	-48626,530	173862,826
Santa Cruz do Bispo	-45394,512	172203,260	-45394,473	172203,273
Santiago de Custóias	-42964,334	170556,662	-42964,218	170556,530

Tabela 7 - Diferenças entre as coordenadas exatas dos marcos geodésicos em datum 73 e as coordenadas transformadas de datum Leça da Palmeira para datum 73, usando os dois processos estudados.

	Resíduos			
	Com parâmetros de translação calculados		Com similaridade no "ArcGIS Spatial Adjustment"	
Nome	**M (m)**	**P (m)**	**M (m)**	**P (m)**
Aeroporto	-0,044	-0,110	0,048	0,013
Amorosa	0,108	-0,012	0,032	-0,024
Angeiras	-0,049	-0,378	-0,012	-0,028
Boa Nova	0,203	-0,036	0,028	-0,011
S. Gens	-0,123	0,210	-0,032	0,023
S. Mamede	-0,229	0,242	0,002	-0,024
S. Paio	-0,122	-0,484	-0,128	-0,005
Sendim	0,037	0,122	0,015	-0,026
Viso	-0,074	0,267	-0,005	0,020
Farol de Leça	0,054	0,302	-0,111	0,308
Farol de Leça Pilar	0,184	-0,022	0,019	-0,016
Guifões II	-0,067	0,056	-0,041	-0,048
Hospital Escolar	-0,248	0,337	-0,014	-0,014
Lavra	0,000	-0,394	-0,023	-0,056
Leça da Palmeira	0,156	0,056	0,018	-0,021
Matosinhos	0,144	0,138	0,012	-0,014
Memória	0,144	-0,202	0,030	-0,006
Molhe Norte	0,223	0,077	0,011	-0,013
Portela	0,035	0,000	0,030	-0,033
Quatro Caminhos	-0,046	-0,176	0,046	0,029
Queimada	0,098	-0,183	0,020	-0,003
Santa Cruz do Bispo	-0,001	-0,030	0,038	-0,017
Santiago de Custóias	-0,098	0,097	0,018	-0,035

Tabela 8 - Média e desvio padrão das diferenças entre as coordenadas exatas D73 e as transformadas usando os dois processos utilizados.

	Com parâmetros de translação calculados		Com similaridade no "ArcGIS Spatial Adjustment"	
	M (m)	**P (m)**	**M (m)**	**P (m)**
Média	0,012	-0,005	0,000	0,000
D. Padrão	0,132	0,222	0,045	0,070

Verifica-se, pela Tabela 8, que aplicando uma transformação com translação, rotação e escala os valores médios das diferenças são praticamente nulos e os desvios padrão são menores. Esta transformação é mais adequado, contudo não é uma forma standard de transformação de coordenadas em software de SIG. A alternativa é considerar o método das grelhas, pelo facto de ser um *standard* utilizado pela generalidade dos programas, Este método da transformação de coordenadas utilizando grelhas no formato NTv2 é o processo mais preciso utilizado atualmente [19]. Foram criadas duas grelhas, uma para a latitude e a longitude, para transformação do datum Leça da Palmeira para ETRS89.

O formato NTv2 é um formato *standard* de grelhas binárias de diferenças para a transformação de coordenadas planimétricas cartográficas entre dois sistemas de referência [19]. Este método consiste em usar uma grelha regular, com um determinado espaçamento definido *a priori*, com as correspondentes diferenças de latitude e longitude, expressas em segundos sexagesimais, entre os dois sistemas. Os novos pontos calculados através deste método são determinados por um processo de interpolação modelando assim as deformações no sistema de partida, obtendo-se assim precisões normalmente superiores às de outras transformações [19].

Em primeiro lugar, foi analisada a localização dos vértices geodésicos em *datum* Leça da Palmeira (Figura 23), para selecionar os vértices a usar e definir os limites das grelhas. Verificou-se que não existiam coordenadas ETRS89/PT-TM06 para o vértice Amorosa, a norte do concelho, pelo que o mesmo foi retirado da lista.

Seguidamente, foram calculadas as diferenças entre as coordenadas geodésicas dos vértices, em ETRS89/PT-TM06, obtidas da página da DGT, e as coordenadas geodésicas em *datum* Leça da Palmeira (Tabela 9). Para fazer o cálculo das coordenadas geodésicas em *datum* Leça da Palmeira, utilizou-se o conversor de coordenadas da página do professor José Alberto [16]. Foi escolhido o *datum* ETRS89-PTTM06 nesta transformação usando as grelhas, em vez do D73 usado atualmente pela C.M.M., porque o primeiro já é o recomendado para uso atual na cartografia para utilização pública [20].

Tabela 9 - Diferença em longitude e latitude entre as coordenadas geodésicas ETRS89-PTTM06 e datum Leça da Palmeira para os vértices da Tabela 7.

Nome	Diferença em Latitude (º)	Diferença em Longitude (º)
Aeroporto	-0,0012321	0,0016002
Angeiras	-0,0012354	0,0016025
Boa Nova	-0,0012364	0,0015983
S. Mamede	-0,0012250	0,0015977
S. Paio	-0,0012364	0,0016033
Sendim	-0,0012316	0,0015975
Viso	-0,0012284	0,0015966
Farol de Leça	-0,0012345	0,0015953
Farol de Leça Pilar	-0,0012358	0,0015982
Guifões II	-0,0012302	0,0015982
Hospital Escolar	-0,0012241	0,0015969
Lavra	-0,0012363	0,0016023
Leça da Palmeira	-0,0012345	0,0015976
Matosinhos	-0,0012337	0,0015969
Memória	-0,0012371	0,0016002
Portela	-0,0012325	0,0015985
Quatro Caminhos	-0,0012331	0,0016008
Queimada	-0,0012361	0,0016001
Santa Cruz do Bispo	-0,0012321	0,0015991
Santiago de Custóias	-0,0012288	0,0015984

Seguidamente, procedeu-se à criação das grelhas das diferenças de longitude e latitude entre os dois sistemas no *software* Surfer, tendo escolhido os limites para as mesmas de 41º.16 a 41º.29 e -8º.74 a -8º.59, em latitude e em longitude, respetivamente, com um espaçamento de grelhas de 0.001º. As grelhas geradas têm 151 nós em longitude por 131 nós em latitude. Pode-se verificar nas figuras 34 e 35 o comportamento das grelhas em latitude e longitude e na figura 36 pode-se ver as duas grelhas em simultâneas aplicadas sobre o concelho de Matosinhos.

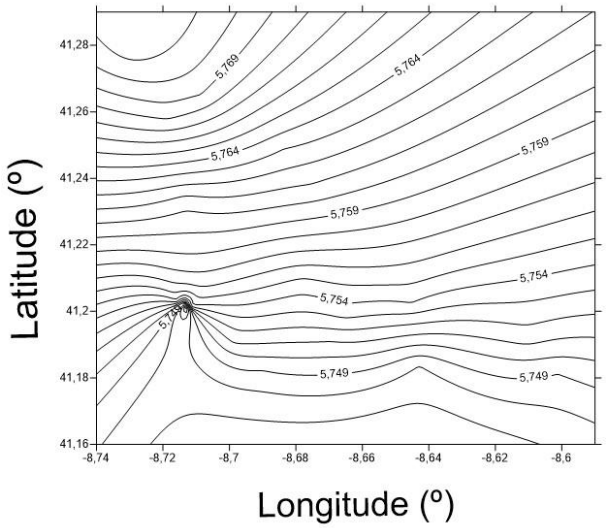


Figura 34 - Grelha para a diferença de latitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89.

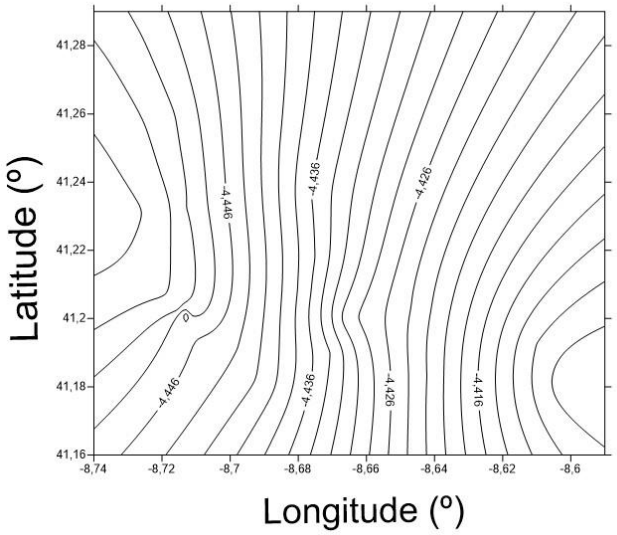


Figura 35 - Grelha para a diferença de longitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89.

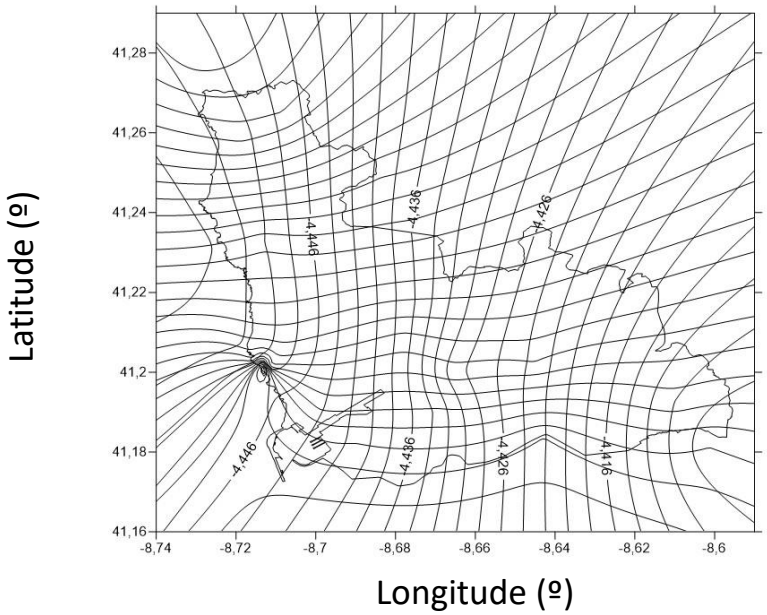


Figura 36 - Grelha para a diferença de latitudes e longitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89 aplicada sobre o concelho de Matosinhos.

É de notar a grelha da Figura 36 apresenta uma convergência o que poderá ser devido a coordenadas erradas, ou até mesmo má identificação, de um ponto. Sendo assim, para solucionar o problema deve-se retirar o marco geodésico que estraga a solução. Pelo local da convergência este erro só poderia ter origem no marco geodésico do Farol de Leça da Palmeira ou no do Farol Leça da Palmeira Pilar. Sendo assim, foi retirado um de cada vez para ver como se comportava a grelha (Figura 37 e 38).

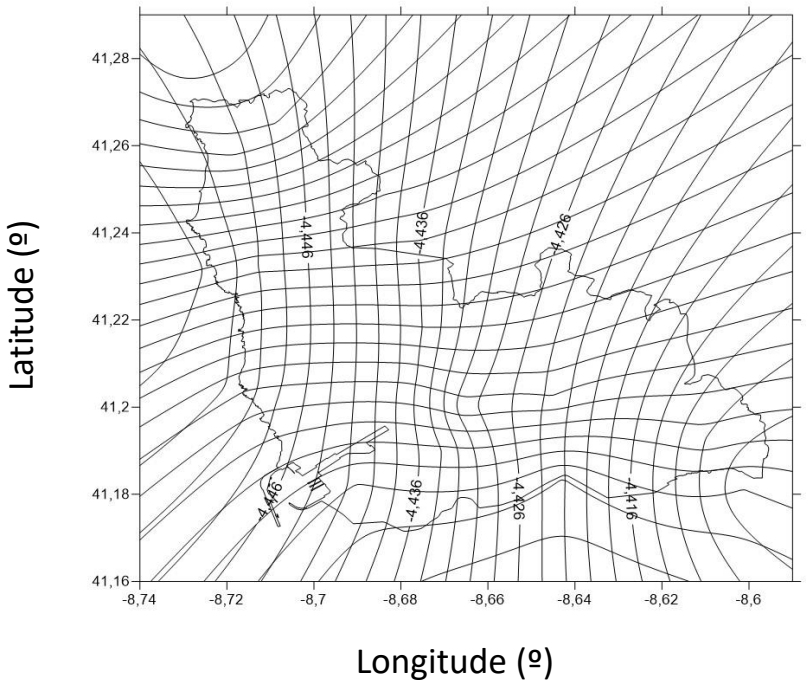


Figura 37 - Grelha para a diferença de latitudes e longitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89- aplicada sobre o concelho de Matosinhos, com a exclusão do marco geodésico do Farol de Leça.

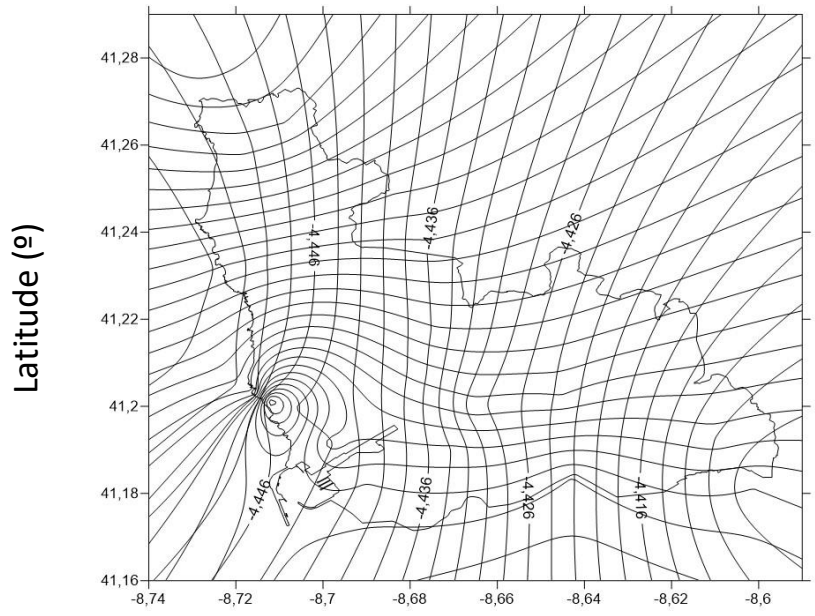


Figura 38 - Grelha para a diferença de latitudes e longitudes entre o datum Leça da Palmeira e o ETRS89- aplicada sobre o concelho de Matosinhos, com a exclusão do marco geodésico do Farol de Leça Pilar.

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Concluiu-se que a solução era degradada pela inclusão do marco geodésico Farol de Leça, de forma que este foi retirado. Com as grelhas prontas e com um programa fornecido pelo professor José Alberto (FCUP), converteu-se a grelha para o formato gsv que é o formato lido pelo ArcGIS. Foi criado um tutorial para a utilização deste tipo de transformação pelo ArcGIS para futura utilização por parte da C.M.M. [Anexo D].

Por fim converteu-se as coordenadas dos marcos geodésicos de datum Leça da Palmeira para ETRS89 e fez-se a diferença entre o disponibilizado pela DGT (Tabela 10). Concluiu-se que as diferenças no pior dos casos exedia os 2 centimetos. Isto deve-se ao facto das grelhas, eestarem a fazer uma interpolação exacta nos pontos de dados. Os resíduos só não são zero porque a grelha tem um espaçamento não nulo. Se se fizer tender o espaçamento da grelha para zero, os resíduos iriam também tender para zero.

Tabela 10 - Diferenças entre as coordendas dos marcos geodésicos convertidos do datum Leça da Palmeira para ETRS89 e com as coordenadas disponibilizadas pela DGT

Nome	Dif M	Dif P
Aeroporto	-0,009	0,011
Angeiras	-0,006	0,015
Boa Nova	-0,019	0,011
S, Mamede	-0,010	0,013
S, Paio	-0,002	0,007
Sendim	-0,015	0,009
Viso	-0,012	0,003
Farol de leça Pilar	-0,012	0,009
Guifões II	-0,001	0,015
Hospital Escolar	0,003	0,004
Lavra	-0,006	0,016
Leça da Palmeira	-0,010	0,010
Matosinhos	-0,015	0,005
Mémoria	-0,012	0,015
Portela	-0,018	0,009
Quatro Caminhos	-0,011	0,009
Queimada	-0,008	0,012
Santa Cruz do Bispo	-0,017	0,011
Santiago de Custóias	-0,012	0,017

4.3 - Conversão de *data* em diferentes formatos e informatização da cartografia de 1965

4.3.1 - Conversão de ficheiros *raster*, vetoriais e DWG.

A C.M.M. tem um vasto conjunto de informação em *datum* 73 que terá de ser convertida para ETRS89/PT-TM06 até setembro de 2019. Esta informação inclui ficheiros bases de dados em formato vetorial, ortofotos e cartografia em formato *raster* e ficheiros AutoCAD em formato DWG. Converter os ficheiros em formato vetoriais e *raster* é uma tarefa relativamente fácil. Os ficheiros vetoriais foram convertidos utilizando a transformação por grelhas disponibilizada no site da DGT [21], utilizando um *batch* com um conjunto de comandos do GDAL. Relativamente aos ficheiros em formato *raster* foi utilizado o mesmo processo de transformação de *datum*, tendo ainda sido convertidos os ficheiros TIF para JPG com uma conversão LZW, tendo sido feita uma reamostragem bilinear, criadas pirâmides internas com os níveis 4, 8, 16, 32, e 64 e definida a projeção ETRS89-PTTM06, utilizando um *batch* com um conjunto de comandos do GDAL. A conversão dos ficheiros DWG é mais complicado porque o AutoCAD não usa sistemas de referência, o que torna difícil fazer transformações entre *data*. De uma forma geral, utilizam-se pontos coordenados em ETRS89-PTTM06 e faz-se uma translação de todo o bloco de informação, mas fazer isto de forma manual torna-se extremamente demorado.

A solução que foi apresentada à C.M.M. foi criar um pequeno programa em Visual Basic (VBA) de modo a fazer a translação automática do bloco de informação para a posição correta utilizando parâmetros de translação fixos em M e P. Esta foi a solução apresentada também pela GaiUrb [22], da Câmara Municipal de Gaia, e pela DGT na conversão de *data* em DWG, com bons resultados em ambos os casos.

Para realizar tal tarefa foi necessário primeiro calcular os parâmetros de translação entre os *data*. Para tal, foram utilizadas as coordenadas dos vértices que ficavam dentro ou próximo do concelho, no D73 e em PT-TM06, foram calculadas as diferenças entre as coordenadas nos dois sistemas (Tabela 11) e por consequência foi feito o cálculo da média e o desvio padrão das diferenças encontradas (Tabela 12).

Tabela 11 - Coordenadas cartográficas dos marcos geodésicos em PT-TM06 e em D73 e a diferenças de coordenadas entre estes dois sistemas.

Nome	Coordenada M PT-TM06 (m)	Coordenada P PT-TM06 (m)	Coordenada M D73 (m)	Coordenada P D73 (m)	Diferenças em M (m)	Diferenças em P (m)
Aeroporto	-45461,65	174372,90	-45458,69	174375,83	-2,96	-2,93
Amorosa	-48236,35	177509,18	-48233,31	177512,22	-3,04	-3,04
Angeiras	-48877,02	170618,09	-48874,18	170621,05	-2,84	-2,96
Boa Nova	-40034,22	169387,50	-40031,29	169390,22	-2,93	-2,72
S. Mamede	-49983,70	179180,91	-49980,63	179184,02	-3,07	-3,11
S. Paio	-45015,95	169149,31	-45013,09	169152,17	-2,86	-2,86
Sendim	-42769,99	168342,31	-42767,12	168345,09	-2,87	-2,78
Viso	-48569,68	170395,69	-48566,84	170398,64	-2,84	-2,95
Farol de Leça	-44635,27	170246,62	-44632,39	170249,49	-2,88	-2,87
Farol de Leça Pilar	-39284,34	168070,60	-39281,42	168073,28	-2,92	-2,68
Guifões II	-49081,31	176814,12	-49078,30	176817,17	-3,01	-3,05
Hospital Escolar	-47435,83	169302,56	-47433,00	169305,47	-2,83	-2,91
Lavra	-46728,17	168166,91	-46725,35	168169,78	-2,82	-2,87
Leça da Palmeira	-49332,60	173814,18	-49329,68	173817,19	-2,92	-3,01
Matosinhos	-45702,31	171108,22	-45699,42	171111,14	-2,89	-2,92
Memória	-46155,35	175665,30	-46152,35	175668,27	-3,00	-2,97
Portela	-48629,48	173859,82	-48626,55	173862,82	-2,93	-3,00
Quatro Caminhos	-45397,43	172200,38	-45394,51	172203,29	-2,92	-2,91
Queimada	-42967,14	170553,74	-42964,23	170556,56	-2,91	-2,82
Santa Cruz do Bispo	-45461,65	174372,90	-45458,69	174375,83	-2,96	-2,93
Santiago de Custóias	-48236,35	177509,18	-48233,31	177512,22	-3,04	-3,04

Tabela 12 – Média e desvio padrão da diferença de coordenadas entre ETRS89-PT-TM06 e datum 73 dos marcos geodésicos.

	M (m)	P (m)
Média	-2,92	-2,91
Desvio padrão	0,07	0,11

Analisando o desvio padrão em M e P obtidos e o disvio máximo de dado na Tabela 4 para diferentes escalas, podemos concluir que é válido usar esta translação só até à escala 1:1000, inclusive. Tendo em conta os valores do desvio padrão em M e P, verifica-se que são inferiores ao desvio máximo permitido para Modelos Numéricos Topográficos (MNT) (Tabela 13)

a escala 1:1000, 1:2000 e 1:5000 [23], o que permitiu também validar a aplicação da translação até à escala 1:1000 [23].

Tabela 13 - Exatidão e precisão posicionais para a cartografia nas escalas 1:1000 1:2000, 1:5000 (metros) presentes no MNT [23].

Escala da Carta / Escala do Voo	1:1 000 / 1:4 500	1:2 000 / 1:7 500	1:5 000 / 1:15 000
Grupo B - Desvio planimétrico têm que apresentar um desvio <=	0,18	0,30	0,75

Tendo os parâmetros de translação validados e definidos escreveu-se o programa em VBA (Figura 39), que é a linguagem interpretada pelo AutoCAD.

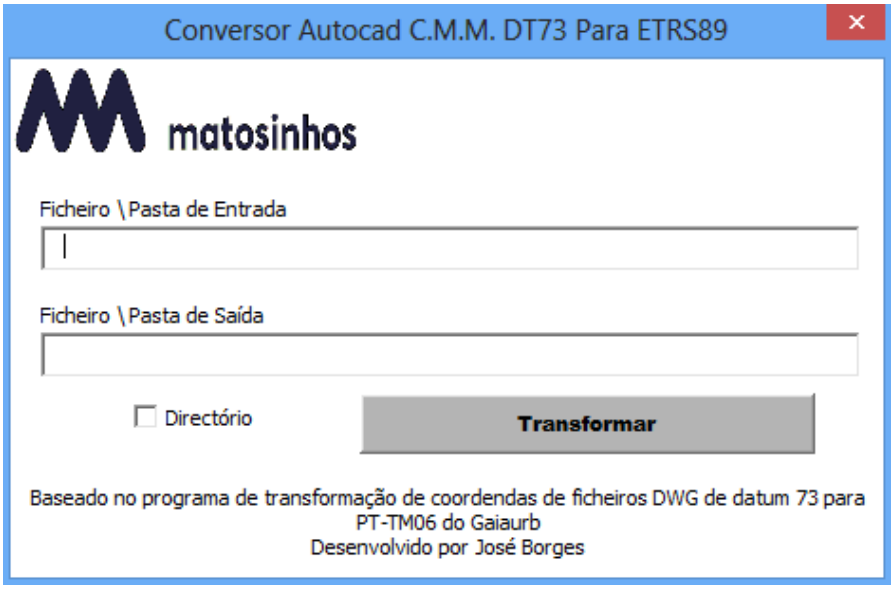


Figura 39 - Conversor DT73 Para ETRS89 para AutoCAD implementado para a C.M.M..

Este programa pode trabalhar de dois modos distintos, podendo converter ficheiros um a um ou converter todos os ficheiros de um determinado diretório. O procedimento consiste em localizar o ficheiro, abrir o mesmo, ligar e descongelar todos os *layers*. De seguida, o programa seleciona todos os elementos do desenho e move-os de acordo com a translação definida em código. No nosso caso é -2.92 em M e -2.91 em P. Por fim, grava-se o ficheiro e repete-se este procedimento, caso seja necessário converter vários ficheiros numa diretoria. Foi ainda escrito um tutorial para a utilização deste programa para futuras utilizações (Anexo E).

4.3.2 - Informatização da cartografia de 1965

Um outro trabalho proposto no âmbito deste estágio foi a informatização da cartografia de 1965 à escala 1:1000. Esta cartografia estava no *datum* Leça da Palmeira, já anteriormente descrito. Para tal, foi usado o processo de transformação de grelhas desenvolvido anteriormente para converter de datum Leça da Palmeira para ETRS89. Para isso, foram primeiramente georreferenciadas todas as folhas com nove pontos de controlo (Figura 40) com um erro médio quadrático inferior a 20 cm e aplicou-se o método das grelhas.

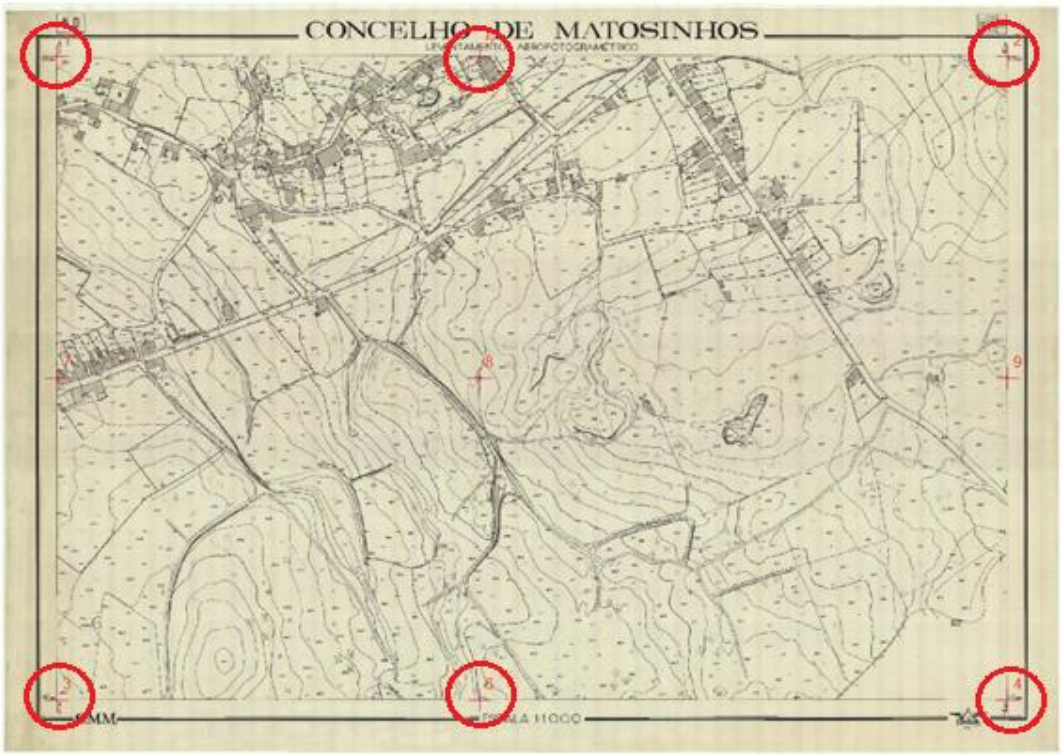


Figura 40 - Folha 5 da cartografia à escala 1:1000 e os 9 pontos de controlo usados para a georreferenciação (Fonte: Arquivo da C.M.M.).

Como se pode verificar na Figura 41, o mosaico carece de tratamento pelo facto de ainda ter as molduras e as cores não tratadas.

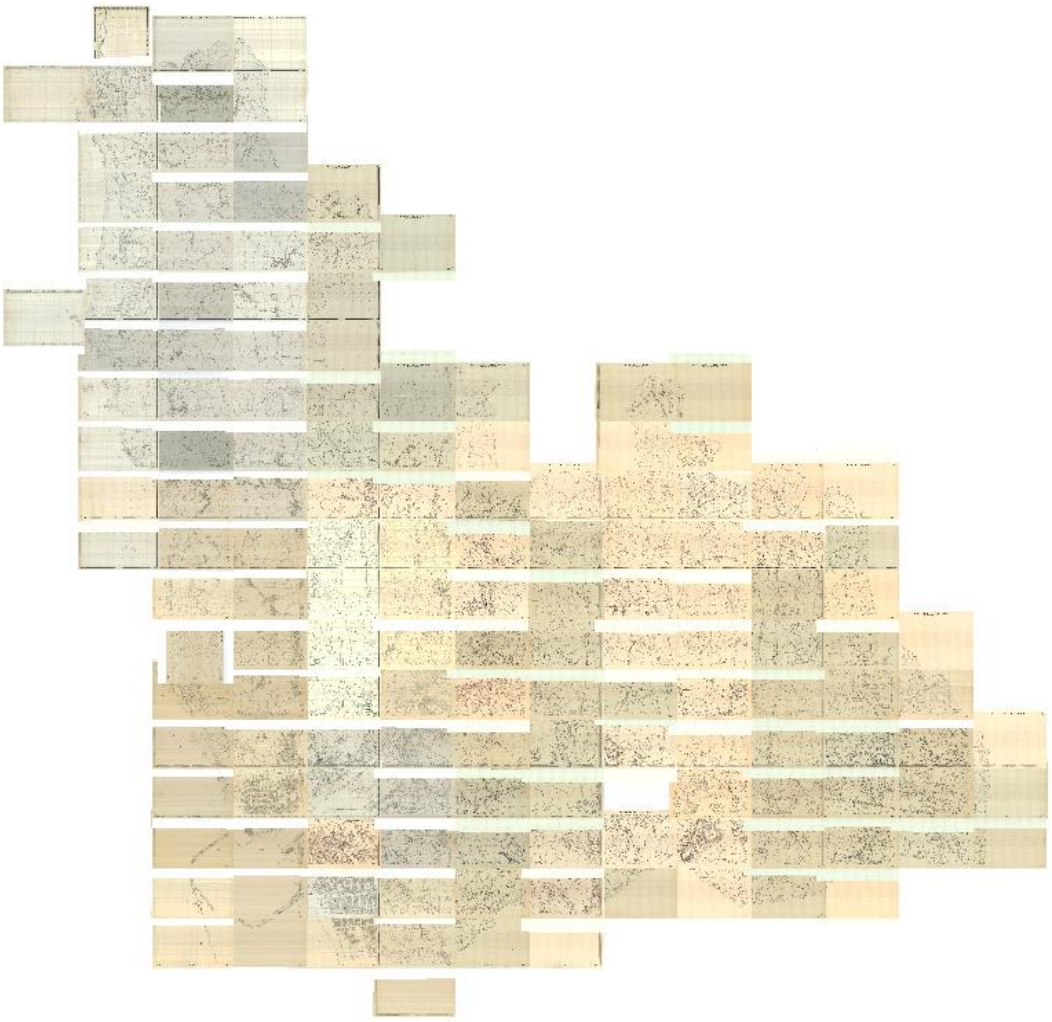


Figura 41 - Cartografia cadastral de 1965 georreferenciada (Fonte: Arquivo da C.M.M.).

Para tal, cada folha foi cortada pela moldura, fez-se uma reamostragem bilinear da imagem, criaram-se pirâmides internas com níveis 4, 8, 16, 32 e 64, definiu-se a projeção para PT-TM06 e por fim converteu-se a imagem para tons de cinza usando só a banda do vermelho. A Figura 42 representa o mosaico final já tratado.

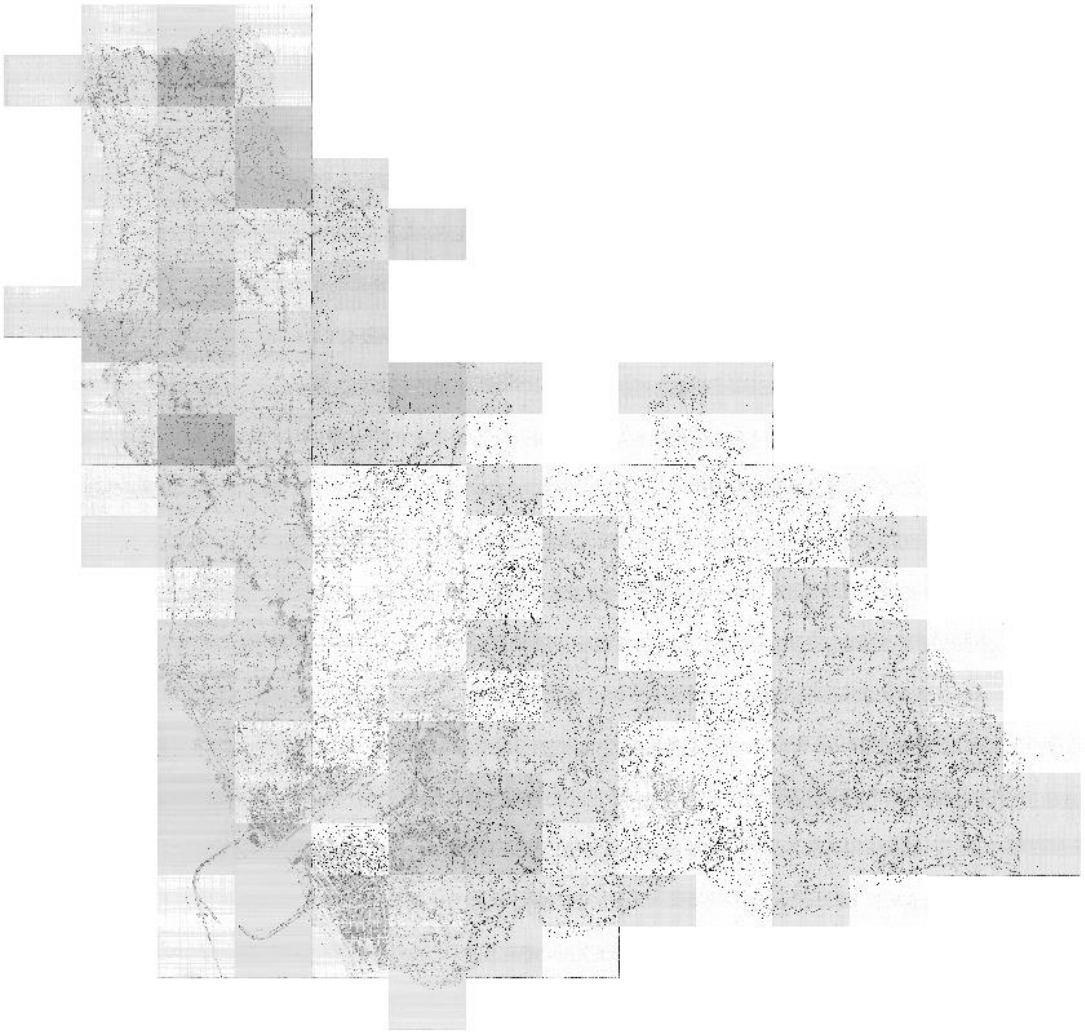


Figura 42 - Cartografia cadastral de 1965 georreferenciada (Fonte: Arquivo da C.M.M.).

5 - Considerações finais

Foi possível compreender todas as etapas que necessárias quer na criação de uma base de dados cadastral, quer na criação de grelhas para conversão entre sistemas de coordenadas. Do trabalho desenvolvido resultou um ficheiro de grelha de transformação de coordenadas, que permite uma transformação rigorosa de pontos no Datum Leça para outros sistemas, em ambiente Arcgis, e que esperamos que seja de utilidade para o trabalho da C.M.M. Resulta também uma ferramenta Autocad, para transformação de ficheiros de desenho, e que se espera que possa ser de utilidade para topógrafos, desenhadores e outros profissionais da CMM que recorram a esta plataforma para desenhos topográficos e cartográficos.

É neste momento impensável continuar a tratar a informação existente como até aqui se tem feito, correndo o risco da sua séria degradação e deterioração com o constante manuseamento. É de interesse o investimento na criação e implementação destes procedimentos neste tipo de informação.

Foi realizadas todas as tarefas e desafios propostos de uma forma satisfatória e foi possível aplicar todos os conceitos e conhecimentos adquiridos ao longo de todo o meu percurso académico e compreender melhor o funcionamento e a realidade laboral de um organismo público.

Webgrafia

[1] Direção-Geral do Território (2017). Legislação Cadastral. Acedido em: 10, Janeiro, 2018, em: http://www.dgterritorio.pt/legislacao/cadastro/

[2] Beires, R.S.B. (2013). O Cadastro e a Propriedade Rústica em Portugal. Fundação Francisco Manuel dos Santos, ISBN 9789898424716.

[3] Direção-Geral do Território (2017). Acervo Histórico da DGT. Acedido em: 23, Janeiro, 2018, em: http://www.dgterritorio.pt/acervo_historico_da_dgt

[4] Direção-Geral do Território (2017). Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica. Acedido em: 2, Fevereiro, 2018, em: http://www.dgterritorio.pt/cadastro/cadastro_geometrico_da_propriedade_rustica__cgpr

[5] Instituto dos Registos e do Notariado (2016). Código do Registo Predial. Acedido em: 12, Fevereiro, 2018, em: http://www.irn.mj.pt/sections/irn/legislacao/docs-legislacao/codigo-do-registo-predial

[6] Procuradoria-Geral Distrital de Lisboa (2018). Código do Registo Predial C.M.L (Lisboa). Acedido em: 15, Fevereiro, 2018, em: http://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=488&tabela=leis&so_miolo

[7] C.M. de Almodôvar (2018). Código do Imposto Municipal Sobre Imóveis. Acedido em: 5, Março, 2018, em: https://www.cm-almodovar.pt/data/menus/servicos/DAF/Legislacao/dl_287_2003-CIMI(jan_2015).pdf

[8] Rodrigues, Maria do Rosário da Silva Pires (2010). Cadastro Predial Urbano - Funções e Operacionalidade. (2013).

[9] Direção-Geral do Território (2017). Informatização do CGPR. Acedido em: 15, Março, 2018, em: http://www.dgterritorio.pt/cadastro/projetos_em_curso/informatizacao_do_cgpr

[10] Repartição dos Serviços Geométricos do Cadastro (2018). Repartição dos Serviços Geométricos do Cadastro – Convenções Gráficas das Plantas e Secções Cadastrais. Acedido em: 7, Março, 2018, em: http://www.dgterritorio.gov.pt/static/repository/2013-05/2013-05-22112432_b511271f-54fe-4d21-9657-24580e9b7023$$69BD5E0B-472B-47C8-A64C-0D135C095571$$5B8DE248-5B61-4B20-979A-40E17D235D21$$file$$pt$$1.pdf

[11] Direção-Geral do Território (2017). Catálogo de Objetos para a Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica. Acedido em: 7, Março, 2018, em:

http://www.dgterritorio.gov.pt/static/repository/2013-05/2013-05-22112431_b511271f-54fe-4d21-9657-24580e9b7023$$69BD5E0B-472B-47C8-A64C-0D135C095571$$DA08E9BF-991F-4230-8D11-07AC6EE3799F$$file$$pt$$1.pdf

[12] Direção-Geral do Território (2017). Especificações Técnicas para a Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica. Acedido em: 7, Março, 2018, em:http://www.dgterritorio.gov.pt/static/repository/2013-05/2013-05-22112445_b511271f-54fe-4d21-9657-24580e9b7023$$69BD5E0B-472B-47C8-A64C-0D135C095571$$7FBA36D5-F505-493B-8540-58BF3D2121CE$$file$$pt$$1.pdf

[13] Ordem dos engenheiros (2018). SiNErGIC – Experiência da Munícipia na Aquisição de dados Cadastrais nos concelhos de Oliveira do Hospital e Seia. Acedido em: 15, Junho, 2018, http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/regioes/regiaocentro/sessoestecnicas/municipia_oe_cadastro.pdf

[14] ESA (2018). Naviepedia. Acedido em: 3, Março, 2018, em: https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Main_Page

[15] Direção-Geral do Território (2017). Rede Geodésica Nacional. Acedido em: 20, Maio, 2018, em:

[16] Pagina Pessoal José Alberto Gonçalves (2017). Transformação de coordenadas cartográficas e geográficas usando grelhas de transformação de *datum*. Acedido em: 27, Maio, 2018, em: http://www.fc.up.pt/pessoas/jagoncal/coordenadas/

[17] ArcGIS (2018). Ferramentas Arcmap. Acedido em: 20, Abril, 2018, em: http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools

[18] ArcGIS (2018). ArcGIS Spatial Adjustment. Acedido em: 25, Maio, 2018, em: http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/editing-existing-features/about-spatial-adjustment.htm

[19] Direção-Geral do Território (2017). Grelhas ntv2. Acedido em: 2, Maio, 2018, em: http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/geodesia/transformacao_de_coordenadas/grelhas_em_ntv2

[20] Direção-Geral do Território (2017). Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Acedido em: 2, Abril, 2018, em: http://www.dgterritorio.gov.pt/static/repository/2015-04/2015-04-08152623_b511271f-54fe-4d21-9657-24580e9b7023$$AFDA8D9B-EF30-442B-9022-55AF414B4F03$$CC8D2DEF-8772-46F0-BB0B-DB7AC954143F$$file$$pt$$1.pdf

[21] Direção-Geral do Território (2017). Grelhas no formato NTv2. Acedido em: 27, Maio, 2018, em:

http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/geodesia/transformacao_de_coordenadas/grelhas_em_ntv2/

[22] GaiaUrb (2018). Carvalho, Marco Lima; Sampaio, Paulo Nuno; Conversão de grandes volumes de informação cartográfica para PT-TM06/ETRS89 – Caso de Vila Nova de Gaia; 1

[23] Direção-Geral do Território (2017). Especificações técnicas do modelo topográfico. Acedido em: 15, Abril, 2018, em: http://www.dgterritorio.pt/download/MTop-ET.pdf

Anexos

Anexo A – Formulário de um PRA (Fonte: DGT).

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO MAR, DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO
DIREÇÃO-GERAL DO TERRITÓRIO

PROCESSO DE RECLAMAÇÃO ADMINISTRATIVA

dgTerritório

Direção-Geral do Território
Rua Artilharia Um, n.º 107
1099 - 052 Lisboa
Telefone: (+351) 21 381 96 00
Fax: (+351) 21 381 96 99
www.dgterritorio.pt

Identificação do requerente:

Nome:
Morada:
Código Postal:
Email
Telefone:

Na qualidade de:
(anexar documento comprovativo legalmente suficiente para demonstrar tal qualidade)

Do prédio respeitante ao PRA n.º DGT e nº AT

instaurado na Repartição de Finanças de:

requer a sua informação nos termos do n.º 2 do art.º 7.º do Dec-Lei nº. 172/95, de 18 de Julho, **declarando comprometer-se a:**

1- **Proceder à demarcação das suas estremas, de acordo com as Instruções Técnicas para a Demarcação de Prédios que lhe foram fornecidas pela DGT.**

2- Assegurar a cobertura das custas da DGT com a sua informação, para o que entrega a título de provisão a importância de

valor

E que recebeu quitação, tomando conhecimento que esta resulta de uma mera previsão dos referidos encargos podendo não ser suficiente para cobrir a sua totalidade, caso em que deverá proceder ao pagamento do valor remanescente quando lhe seja solicitado.

Observações:

Preencher só no caso da correspondência a enviar ou recibo a emitir não o for para o requerente acima identificado.

Nome:
Morada:
Código Postal:
Email
Telefone:

Data de formalização: Recebido por (funcionário):

assinatura:

Anexo B – Instruções técnicas para a demarcação de prédios (Fonte: DGT).

d.gTerritório
Direção-Geral do Território

Instruções técnicas para a demarcação de prédios

(Despacho n.º 63/MPAT/95 de 21 de Julho)

I - Demarcação de prédios

1- Os limites ou estremas dos prédios são assinalados por marcos ou por pedras e inscrições (sinais), nos termos dos números seguintes.

II – Características dos marcos

2- Os marcos a utilizar são de cantaria, betão ou madeira, com secção quadrada de lado não inferior a 15 cm e com, pelo menos, 75 cm de altura, devendo ficar enterrados de modo que a parte acima do solo tenha cerca de 30 cm, conforme desenho anexo.

3- Quando não seja possível obter marcos com estas características, podem ser usadas, em substituição, pedras de forma e dimensões semelhantes, pintadas de branco.

4- Quando uma estrema esteja assinalada por uma vedação, os pilares desta podem servir de marcos, desde que sejam de cantaria, betão ou madeira, tenham a secção quadrada de lado não inferior a 15 cm e sejam assinalados como estabelecido nos n.ºs 11 a 14.

III – Colocação de marcos

5- Os marcos são colocados nos pontos em que as estremas do prédio mudam de direcção.

6- Quando não seja possível colocar um marco no ponto em que a estrema muda de direcção por causa das características do terreno nesse local, o marco deve ser colocado o mais próximo possível desse ponto, mas em terra firme.

7- Para além dos pontos em que as estremas mudam de direcção, os marcos devem também ser colocados ao longo das estremas nos seguintes casos:

a) Quando as estremas, embora rectas, sejam muito compridas, devendo colocar-se tantos marcos quanto os necessários para que o intervalo entre eles seja de 200m a 250m;

b) Quando as estremas atravessem terrenos com muitas árvores ou ravinas, devendo colocar-se marcos tão próximos uns dos outros quanto seja necessário para que um deles seja sempre possível ver o seguinte e o anterior.

8- No caso em que uma estrema ou parte de uma estrema seja constituída por rio, ribeiro, barranco, vale, linha de caminho de ferro, estrada, muro ou outro acidente natural ou artificial, para demarcar esta estrema ou parte da estrema bastará colocar marcos nos locais em que ela começa e acaba, excepto se se tratar de sebes ou de muros de pedra solta ou de terra batida, situações em que deverão ser empregados marcos tal como descrito nos números anteriores.

9- Um marco pode ser utilizado para demarcar, simultaneamente, dois ou mais prédios confinantes, desde que sinalizado como se indica no n.º 14.

10- No caso de um prédio ser completamente delimitado por muros ou paredes, não é necessário colocar marcos, mas deverão pintar-se ou gravar-se em cada esquina desse muro ou parede as iniciais do nome do proprietário.

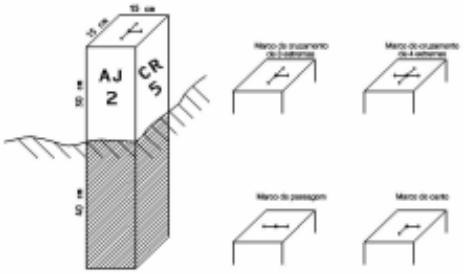
IV – Sinalização de marcos

11- Na face de cada marco virada para o prédio a que respeita são pintadas ou gravadas as iniciais do nome do proprietário.

12- Os marcos devem ser numerados, uns a seguir aos outros, pintando-se ou gravando-se o número que corresponde a cada um por baixo das iniciais do nome do proprietário.

13- Os números podem ser substituídos por setas que indiquem o sentido e a direcção das estremas, que serão pintadas ou gravadas no topo do marco da maneira indicada no desenho anexo.

14- Quando um marco seja utilizado para demarcar simultaneamente dois ou mais prédios, as iniciais do nome do prédio do proprietário e o número do marco relativos a cada um dos prédios demarcados pintam-se ou gravam-se na face do marco virada para esse prédio.



N. º PRA_____DGT _____AT

O prédio é difícil de localizar?_____ Pontos de referência _____

_____

O prédio está vedado?_____ Estando vedado, possibilita a entrada dos técnicos do DGT na ausência do(s) proprietário(s)?_____

Declaro que o terreno se encontra demarcado segundo estas instruções, de que recebi cópia. Tomei conhecimento que a ausência de demarcação, ou a demarcação deficiente, implica o indeferimento do processo.

Aos técnicos do DGT, facultarei o acesso às áreas não edificadas e de serventia das edificações dos prédios objecto de reclamação admimistrativa.

_____/_____/_____ Assinatura:_____

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Anexo C - Lista de coordenadas de vértices de apoio topográfico em *datum* Leça da Palmeira (Fonte: Arquivo C.M.M).

SOCARTO

PLANTA TOPOGRÁFICA DE MATOSINHOS

ESCALA 1/ 1.000

COORDENADAS CARTESIANAS RECTANGULARES

ELIPSOIDE HAYFORD SIST.ª PROJECÇÃO GAUSS

ORIGEM PONTO CENTRAL DATUNS { PLANIM. Leça da Palmeira / ALTIMET. 09 I.G.C.

VÉRTICES DE APOIO TOPOGRÁFICO	Distâncias à		Cotas do		Observ.
	Meridiana	Perpendicular	Sinal (N')	Terreno (N')	
1 Sobrembreano nóspate central + alta da AEROPORTO Torre de controlo	- 45.462,320	174.376,900	84,687	68,86	
AEROPORTO 3	- 46.259,64	174.025,83	64,52	64,22	
AGRAS	- 47.953,37	177.333,56	54,87		
AGROS	- 42.099,52	170.807,95	110,88		
AGUDELA	- 50.019,96	175.000,43	5,55		
ALMIRANTE REIS	- 39.663,26	169.412,21	125,94	125,74	
ALTO DO VISO	- 42.254,09	168.788,95	134,24	134,14	
AMOROSA (V.G.) Sobrembreano	- 47.004,088	170.844,263	56,478	42,58	
ANGEIRAS (V.G.) Sobrembreano sobre telhado na esquina de casa antiga.	- 48.236,942	177.513,026	60,981	49,98	N.G.
ARAÚJO	- 42.195,67	172.235,42	88,90	88,70	
AROSO	- 47.241,20	170.108,84	51,42		
ARROTEIA	- 41.273,61	170.225,50	74,25	74,05	N.G.
AVELEDA	- 47.595,98	177.637,88	50,36		N.G.
BOA NOVA Sobrembreano dos rochedos	- 48.877,564	170.622,196	17,670	15,678	N.G.
CABANELAS	- 47.386,36	175.679,68	48,88		
CAÇADORES	- 47.755,87	174.423,31	42,05		
CALVELHA	- 48.746,77	178.166,06	27,65		
CAMPOS NOVOS	- 48.214,11	175.384,31	36,98		
CARDEAL	- 47.206,24	173.459,73	38,83		N.G.
CASAL DO OUTEIRO	- 48.646,53	177.813,80	44,16		
CASTANHEIROS	- 48.384,55	176.355,81	27,27		N.G.
Marco de betão numa moreia em Padrões CAVADAS na Maia	- 38.651,63	169.412,21	123,74	123,54	N.G.
CAVALEIRO	- 47.123,73	178.387,57	27,50	27,30	N.G.
CEMITÉRIO	- 49.110,24	176.733,96	20,19	19,99	Cota da placa
CEMITÉRIO DE SENDIM	- 45.357,70	169.291,18	67,36		
CERNAGEM	- 49.472,45	176.678,41	9,53	9,50	N.G.
CIBA	- 42.761,28	174.096,76	76,13		
COLÓNIA PENAL	- 44.969,68	172.548,17	54,40		
CORGO	- 43.122,07	170.917,04	92,09		N.G.
CORREDOURA	- 49.911,94	180.101,44	22,56		
CORTINHA	- 48.940,97	179.471,33	40,41		
COTAMAS	- 38.466,88	168.913,54	143,35	143,24	
CRESTINS	- 44.292,44	173.895,37	75,12		

SOCARTO

PLANTA TOPOGRÁFICA DE MATOSINHOS

ESCALA 1/ 1.000

COORDENADAS CARTESIANAS RECTANGULARES

ELIPSOIDE HAYFORD SIST.ª PROJECÇÃO GAUSS

ORIGEM PONTO CENTRAL DATUNS { PLANIM. Lece de Palmeira / ALTIMET. 09 I.G.C.

VÉRTICES DE APOIO TOPOGRÁFICO	Distâncias à		Cotas do		Observ.
	Meridiana	Perpendicular	Sinal (N')	Terreno (N-)	
S. GENS Solembreano	- 42.914,98	169,480,88	125,828	121,818	N.G.
S. MAMEDE Torre da Igreja	- 39,866,17	169,483,52	130,93		
S. MAMEDE DE INFESTA	- 40,035,105	169,391,647	117,46	102,20	
S. PAIO	- 49,984,339	179,184,720	22,891	20,82	
SENHOR DE MATOSINHOS Torre norte da Igreja	- 46,237,43	168,754,76	47,70		
SENDIM Solembreano	- 45,016,635	169,153,477	79,479	74,08	N.G.
SERPA PINTO	- 46,836,65	168,136,11	38,70		
SOLMAR	- 45,696,81	168,679,80	78,77	78,57	
TALHOS	- 47,177,16	177,002,27	54,52	53,22	
TELHEIRA Chanca de bronze sobre cha- minha de ferro alto	- 46,681,70	172,332,87	56,59		
TRONCO	- 47,253,01	176,787,36	53,33		
VAREIROS	- 48,389,47	177,351,32	45,82		
VENEPOR	- 41,209,22	173,929,72	145,08	144,88	
VILAR	- 40,376,18	169,765,71	119,87		
VILAR DO SENHOR	- 46,497,41	174,845,73	66,52		
VISO (V.G.)	- 42,770,776	168,346,540	111,743	86,923	
SENHORA DAS DORES	- 43.324,77	171.706,95	75,67		
SENHORA DOS REMÉDIOS	- 42.243,02	172.344,51	87,43		
IGREJA DE MOREIRA Cruz da torre	-43.359,25	175.229,85			
HORTO	-46.093,53	172.536,52			

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

SOCARTO

PLANTA TOPOGRÁFICA DE MATOSINHOS

ESCALA 1/1000

COORDENADAS CARTESIANAS RECTANGULARES

ELIPSOIDE HAYFORD SIST.ª PROJECÇÃO GAUSS

ORIGEM PONTO CENTRAL DATUNS { PLANIM. Leça da Palmeira / ALTIMET. 09 I.G.C.

VÉRTICES DE APOIO TOPOGRÁFICO	Distâncias à		Cotas do		Observ.
	Meridiana	Perpendicular	Sinal (N')	Terreno (N-)	
2 CRUZ DE PAU (embandeirado)	- 45.195,60	168.150,66	93,50	93,20	
CUFPT Pára-raios + a W na torre + alta da UNICER	- 41.360,81	171.485,55	105,14		
CUFPT I } marcas de tinta nos embandeiramentos	- 41.357,65	171.485,56	97,26		
CUFPT II	- 41.355,41	171.475,18	94,93		
CUSTIÓ	- 42.605,93	173.284,17	79,60		
CUSTÓIAS Centro da face + alta da torre de viagia e dep. de água da cadeia de Custóias	- 42.440,90	170.972,29	114,62		
3 EDUARDO TORRES (embandeirado)	- 44.136,54	167.864,89	96,70		
4 EPAC (SILO) Π cilindro de betão	- 46.021,02	170.232,84	93,66	92,46	
ESCOLA	- 43.256,78	171.214,26	85,85		
ESPORÃO	- 48.245,74	167.235,93	23,68		
ESPOSADE Marco de vértice geodésico, sobre rocha em terreno da APDL, em [illegible]	- 43.386,76	171.812,16	77,74	77,44	
FABRIL	- 43.699,35	168.833,58	112,33		
FACAR Pára-raios	- 46.882,16	169.542,95	68,99		
FACHO	- 49.297,37	173.355,61	9,97	9,77	
FAROL DE LECA vértice metálico no topo do farol	- 48.570,367	170.400,123	62,272	16,056	N.G.
5 FAROL DE LECA (EXC.) V GEO. Intembrance no varandim	- 48.567,976	170.400,908	57,296	16,056	N.G.
FLAIR	- 48.176,77	172.564,89	140,51		
FOJO	- 47.728,18	179.884,82	33,23		
FREIXIEIRO	- 45.840,77	173.288,34	67,29	67,09	Cota da placa
FRIGORÍFICOS	- 46.335,66	167.469,69	46,72		
FUMEIRO	- 47.150,26	168.587,48	34,52		
GANDRA	- 48.168,58	179.058,87	30,37		
GATÕES	- 43.885,46	171.046,89	72,84		
GEMAPOR	- 44.616,95	173.838,48	69,66		
GEOLOGIA E MINAS	- 41.272,17	168.605,19	116,74		
GUARITA	- 49.778,44	177.483,46	11,82		N.G.
GUIFÕES I	- 44.636,53	170.250,49	90,24		
6 GUIFÕES II Ferramenta sobre maciço de betão entre o Torreão de Leça e o edifício em betão na torre central + alta do hosp.	- 44.636,04	170.250,73	88,28		
HOSPITAL ESCOLAR (V.G.)	- 39.285,25	168.074,80	155,70	119,25	
INDOBEL	- 44.751,61	170.050,23	94,99		
IOLANDA	- 47.868,02	171.884,70	32,97		N.G.
IZIDORO	- 46.601,59	171.431,43	88,48		
JOMAR	-				

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

SOCARTO

PLANTA TOPOGRÁFICA DE MATOSINHOS

ESCALA 1/ 1.000

COORDENADAS CARTESIANAS RECTANGULARES

ELIPSOIDE HAYFORD SIST.ª PROJECÇÃO GAUSS

ORIGEM PONTO CENTRAL DATUNS { PLANIM. Leça da Palmeira / ALTIMET. 09 I.G.C.

VÉRTICES DE APOIO TOPOGRÁFICO	Distâncias à		Cotas do		Observ.
	Meridiana	Perpendicular	Sinal (N')	Terreno (N-)	
LABRUGE	- 47.794,71	178.883,02	36,20		
LABRUGE (EXC.-NE)	- 47.793,96	178.884,75	32,03		
7 LAGOA vértice no topo do Telhado de casa antiga	- 44.503,25	169.340,31	93,57		
LAMOSA	- 49.033,99	178.887,64	35,01		
LARANJA	- 41.623,72	171.088,21	91,59		
LAR DO COMÉRCIO	- 40.390,15	172.450,45	117,75	117,55	
LAVRA Torre da Igreja	- 49.081,885	176.817,962	33,446	17,27	
LEÇA DO BALIO	- 41.136,77	171.298,97	74,05		
Definido de Igreja de Leça LEÇA DA PALMEIRA (V.G.)	- 47.436,431	169.306,713	41,067	28,29	
LIDADOR	- 40.988,390	173.813,262	121,51	101,32	
LOMBA	- 44.626,72	170.353,12	90,01	89,81	Cota da placa
LONDRES	- 43.513,46	169.305,49	138,68	138,38	" "
MARGINAL	- 48.755,10	171.027,11	21,63	20,40	
MARINA	- 47.875,53	168.847,22	23,10		
MARRECO	- 49.878,415	174.130,365	7,657	5,69	
MATOSINHOS	- 46.728,787	168.171,100	30,570		
MATOSINHOS-LEÇA	- 47.304,00	169.069,39	32,72		
MEMÓRIA	- 49.333,123	173.818,168	34,853		
MEMÓRIA (EXC.)	- 49.335,980	173.811,883	10,39	9,66	
MILANEZA	- 38.788,20	170.301,37	80,63	80,45	Cota da placa
MIRIDOURO	- 47.370,32	174.907,19	47,74		
MOAGEM I	- 42.236,87	169.687,99	128,44	128,24	Cota da placa
X MOAGEM II (embandeirado)	- 42.249,54	169.673,01	128,50	128,20	" "
MOINHOS	- 49.858,13	178.427,28	12,73	12,53	" "
MOLHE NORTE	- 48.507,822	168.492,204	9,551	4,41	N.G.
MOLHE NORTE (EXC.)	- 48.523,18	168.469,21	7,87	7,87	Cota da placa
MOLHE SUL Inalcançável	- 47.751,63	167.654,13	9,35		
MONTE AVÔ	- 45.589,22	171.716,54	78,08	77,88	
TG Marco/pequeno em betão no alto MONTE DOURO do moro (Perdido)	- 48.235,87	173.310,36	33,86		
OUTEIRO	- 48.607,39	178.979,77	31,56		
PADRÃO DA LÉGUA	- 41.836,52	169.182,66	126,62		
PAIÇO	- 46.498,47	175.978,25	60,94		
PALACETE	- 47.351,17	175.779,63	55,97		

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

SOCARTO

PLANTA TOPOGRÁFICA DE MATOSINHOS

ESCALA 1/1000

COORDENADAS CARTESIANAS RECTANGULARES

ELIPSOIDE HAYFORD SIST.ª PROJECÇÃO GAUSS

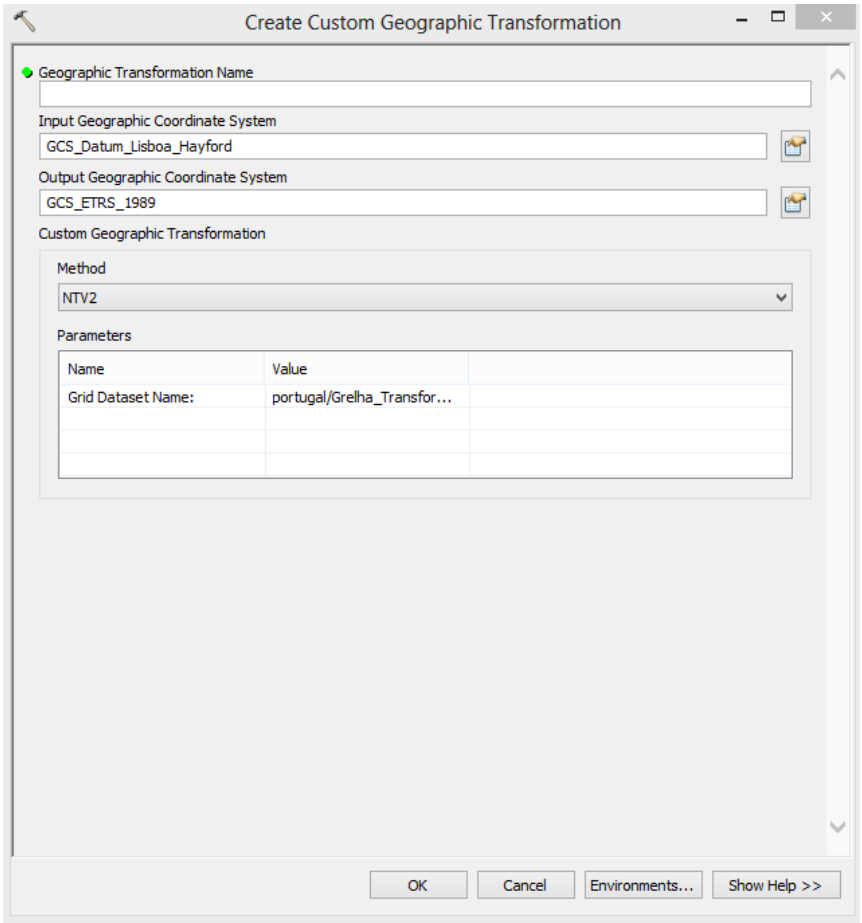
ORIGEM PONTO CENTRAL DATUNS { PLANIM. Leça da Palmeira / ALTIMET. 09 I.G.C.

VÉRTICES DE APOIO TOPOGRÁFICO	Distâncias à		Cotas do		Observ.
	Meridiana	Perpendicular	Sinal (N')	Terreno (N°)	
PAMPELIDO NOVO	- 48,642,72	174,286,11	25,54	25,34	
PARAÍSO	- 48,709,57	172.171,07	17,565	17,365	N.G.
PARQUE	- 49.200,93	178,868,88	32,042		N.G.
PASSAGEM DE PEDRA	- 47.483,65	174.670,22	44,983		N.G.
P.A.T.	- 47,674,60	174,078,48	36,573		N.G.
PAUL LALOUX	- 46.115,89	173,007,34	65,02		
PEDRALTA	- 46.259,69	175,896,67	59,418	59,218	N.G.
PENA	- 46,702,92	177,883,28	38,31		
PERAFITA	- 47,321,06	172,972,23	52,27		
PETROGAL	- 48,422,01	171,579,28	32,11		
PICOUTOS (V.G.)	- 48,565,394	174,905,988	32,261	30,26	
PIMA	- 40.097,13	171.002,62	106,26		
PIMA (EXC.)	- 40.093,34	171,005,91	103,30		
PINHAL	- 46,232,99	174,360,38	61,47	61,27	
PONTE DO CARRO	- 44,557,30	171,481,35	65,93	65,73	
PONTE DA PEDRA	- 40,476,04	170,576,21	91,16		
PORTELA Colombreano	- 45.702,967	171,112,324	69,247	65,26	
PORTO DE LEIXÕES	- 48,041,61	167,799,57	19,65		
PORREIRAS	- 48,471,00	175,694,80	34,72	34,52	
PRAIA DO CORGO	- 49,490,17	175,726,62	10,70	10,50	
PRAIA DE LEÇA	- 48,542,75	169,918,21	5,22	5,02	
PREGUDAS	- 46,773,38	176,406,74	61,82		
PROA	- 46,803,43	167,649,95	29,92		
PROGRESSO	- 47,285,17	172,712,45	57,23	57,08	
QUATRO CAMINHOS	- 46,155,985	175,669,280	62,901	59,89	
QUEIMADA Colombreano	- 48,630,032	173,863,826	38,848	36,35	
RAMIL	- 47,208,53	177,346,47	48,43		
RIBEIRO	- 47,303,97	176,581,76	47,14		
SALGUEIROS	- 47,881,76	176,159,39	33,108		N.G.
SANTA CRUZ DO BISPO	- 45,398,092	172,204,440	86,706	63,18	
SANTANA	- 47,106,43	169,582,77	42,62		
SANTIAGO DE CUSTÓIAS	- 42.967,914	170,557,842	110,780	92,890	
SANTO AMARO	- 46.993,08	168,359,37	43,68		

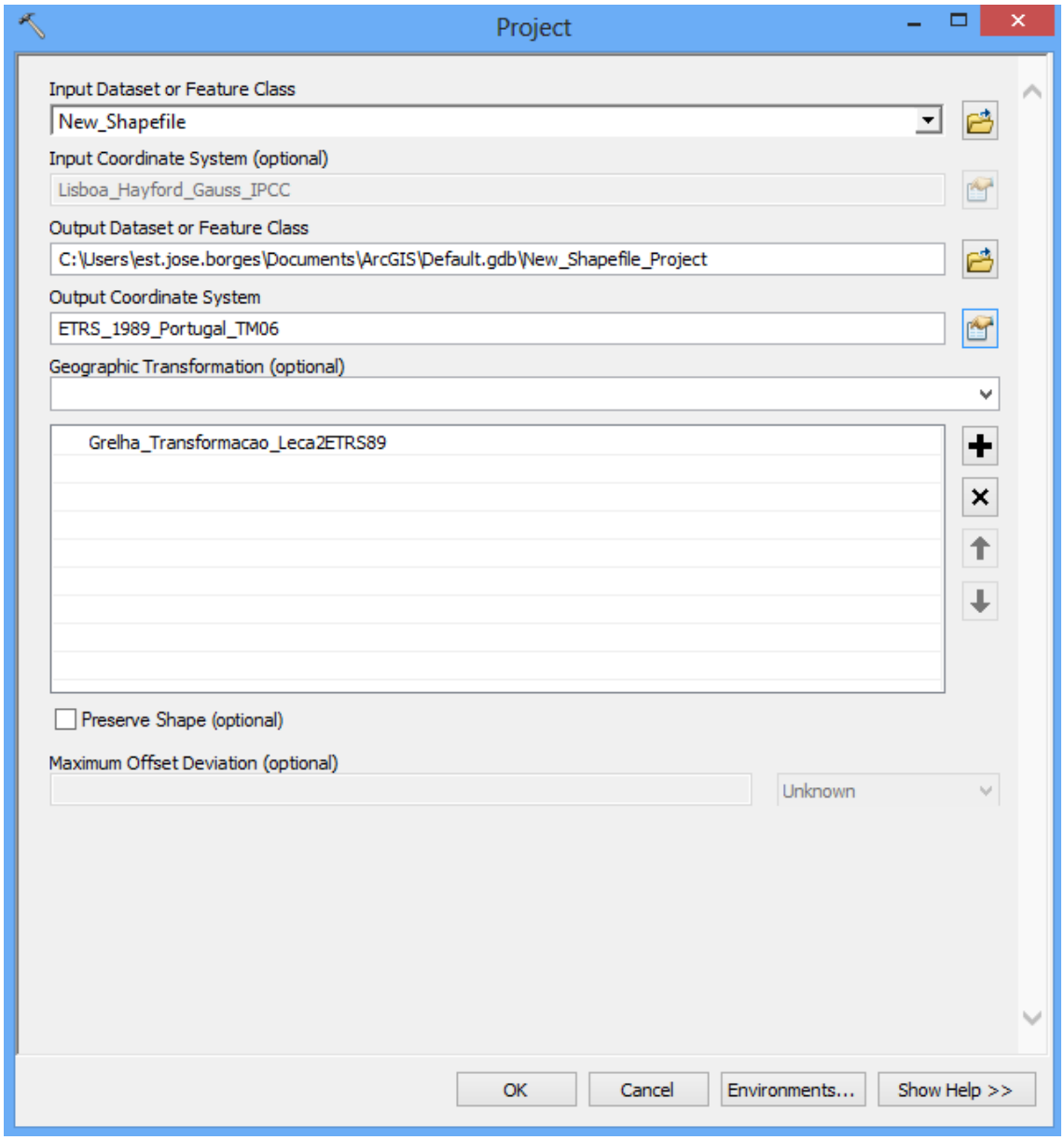
U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Anexo D – Tutorial de utilização das grelhas para conversão de coordenadas de *datum* Leça da Palmeira para ETRS89-PTTM06.

1. Inserir o ficheiro "Grelha_Transformacao_Leca2ETRS89" em C:\Program Files (x86)\ArcGIS\Desktop10.3\pedata\ntv2\portugal.
2. De seguida abrir o Arcmap e no menu ArcToolbox abrir a opção "Create Custom Geographic Transformation" que se encontra em "Projections and Transformations".
3. Inserir o nome que quer dar a esta transformação no campo "Geographic Transformation Name", no "Input Geographic Coordinate System" inserir a projeção "GCS_*Datum*_Lisboa_Hayford", no campo "Output Geographic Coordinate System" inserir a projeção "GCS_ETRS_1989", escolher o método "NTV2" e por fim nos parâmetros no campo "Value" inserir o caminho "portugal/Grelha_Transformacao_Leca2ETRS89.gsb".



4. Para fazer a transformação de coordenadas deve-se ter os elementos georreferenciados em "Hayford_Gauss_*Datum*_Lisboa_IPCC".
5. Para fazer a transformação entre sistemas é só escolher no menu ArcToolbox a opção "Project" abrir a opção "Create Custom Geographic Transformation", no campo "Output Coordinate System" escolher o sistema de coordenadas "ETRS_1989_Portugal_TM06" e na opção "Geographic Transformation (optional")" escolher a transformação criada na alínea 1).


Project
Input Dataset or Feature Class
New_Shapefile
Input Coordinate System (optional)
Lisboa_Hayford_Gauss_IPCC
Output Dataset or Feature Class
C:\Users\est.jose.borges\Documents\ArcGIS\Default.gdb\New_Shapefile_Project
Output Coordinate System
ETRS_1989_Portugal_TM06
Geographic Transformation (optional)
Grelha_Transformacao_Leca2ETRS89
Preserve Shape (optional)
Maximum Offset Deviation (optional)
Unknown
OK
Cancel
Environments...
Show Help >>

Anexo E – Conversor Autocad C.M.M. DT73 Para ETRS89

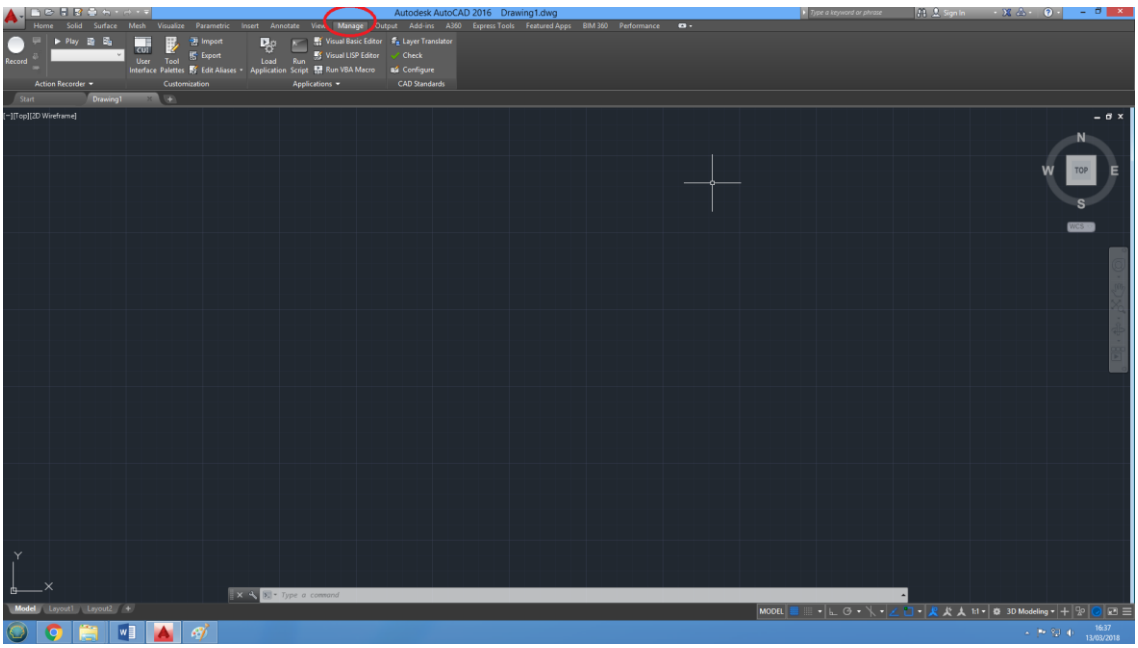
NOTA: SÓ SE DEVE APLICAR ESTE PROCESSO PARA ESCALAS INFERIORES A 1:1000 INCLUSIVE.

1. Fazer download e instalar o Microsoft Visual Basic for Applications Module (VBA) para o Autocad que tem instalado do site https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/downloads/caas/downloads/content/download-the-microsoft-visual-basic-for-applications-module-vba.html.

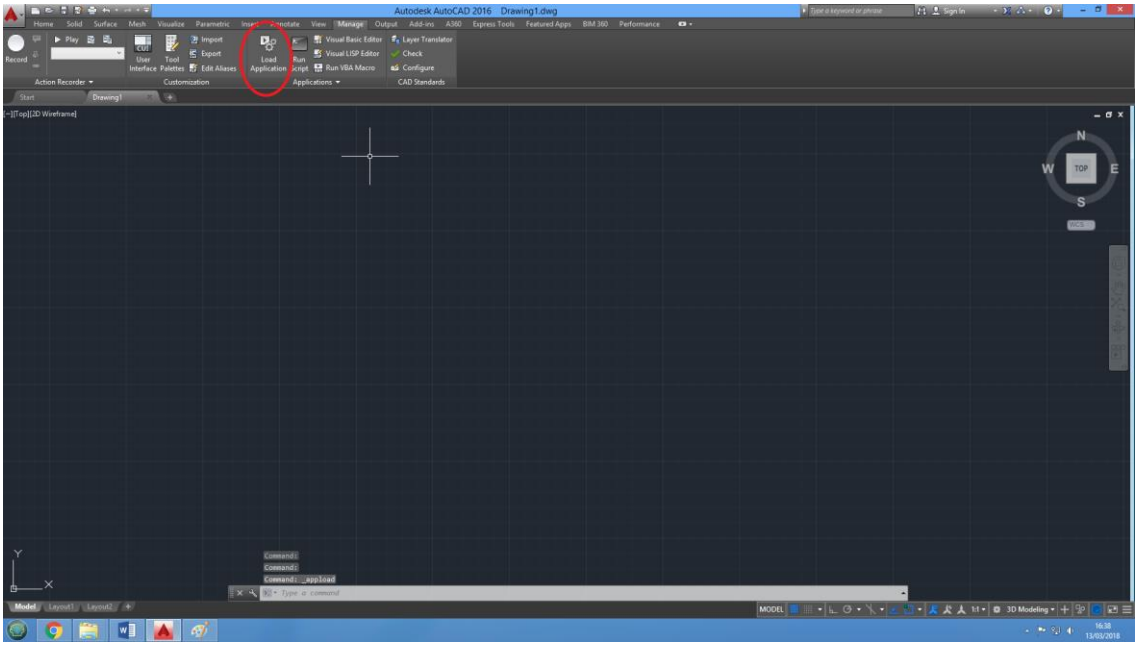
2. Colocar a pasta “Conversor Autocad C.M.M. DT73 Para ETRS89” onde quiser.

3. Abrir o Autocad.

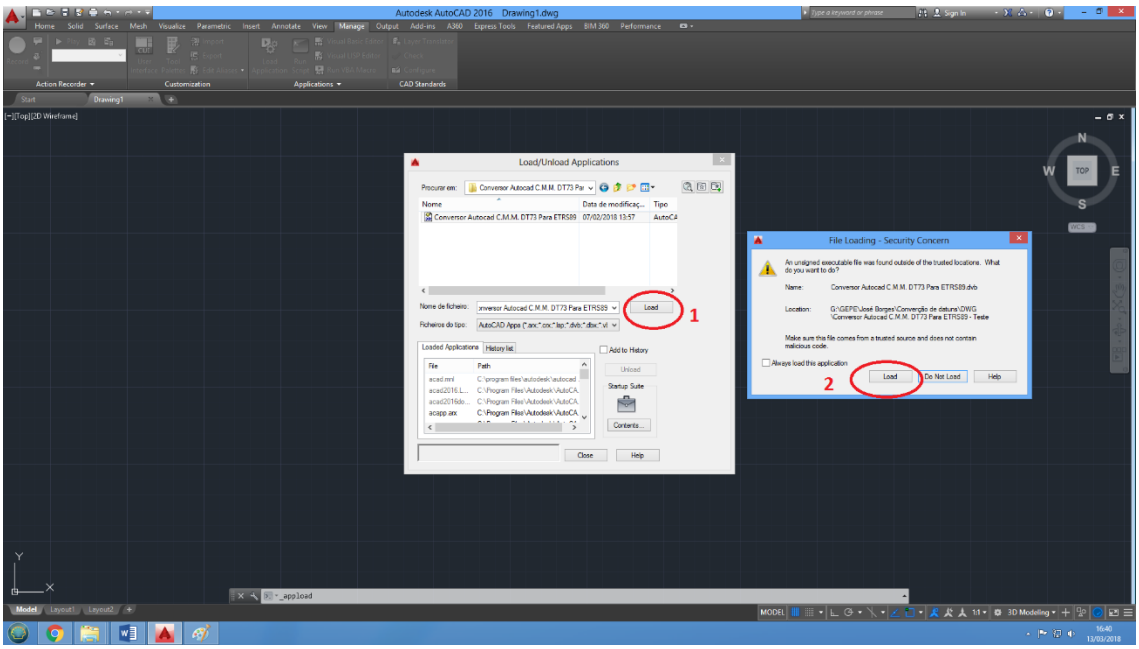
4. Selecionar o menu “Manage”.



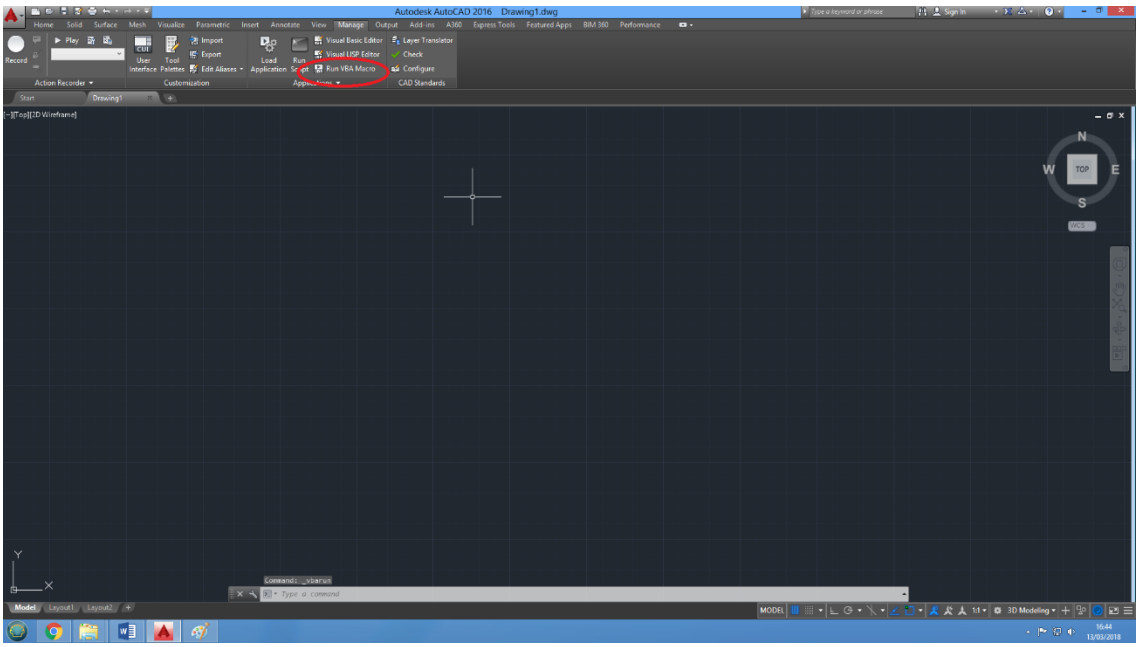
5. De seguida carregar no comando “Load Application”.



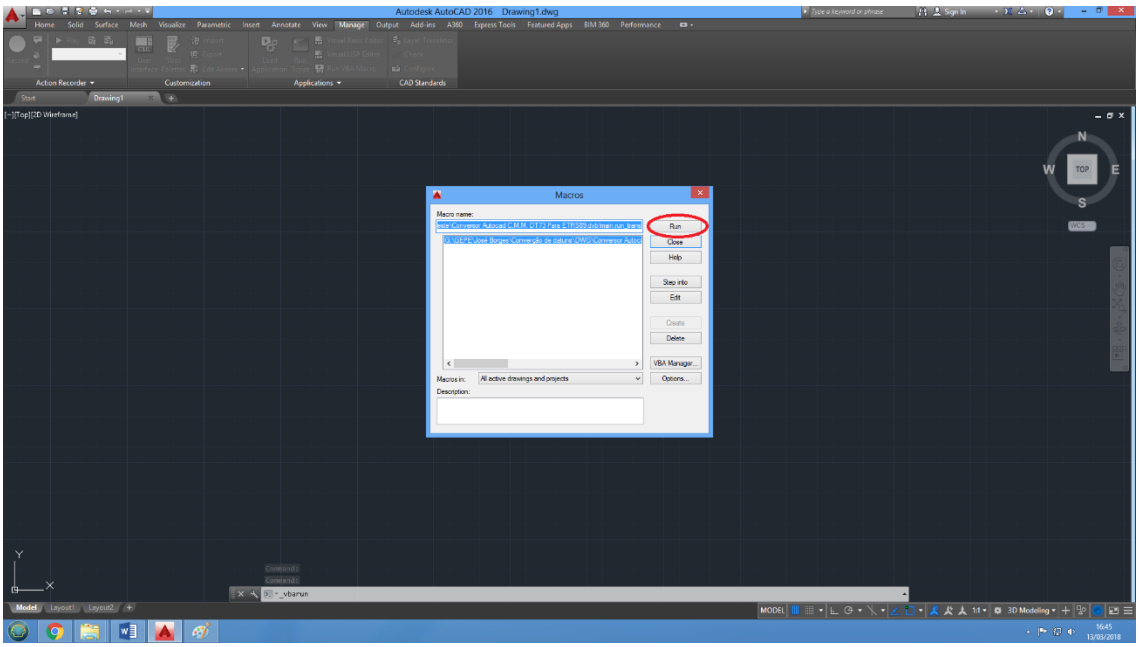
6. Após carregar no comando ira aparecer uma janela no qual deve escolher o ficheiro “Conversor Autocad C.M.M. DT73 Para ETRS89.dvb” fornecido dentro da pasta “Conversor Autocad C.M.M. DT73 Para ETRS89” e carregar no botão “Load”. De seguida vai aparecer outra janela e deve carregar novamente no botão “Load” e feche a janela.



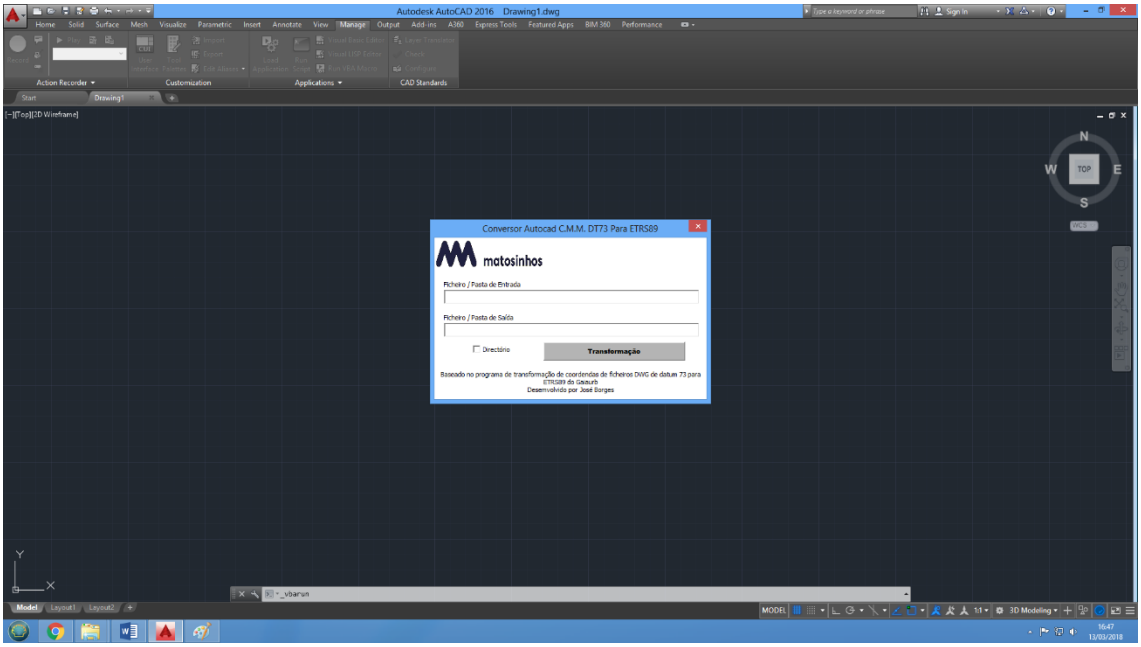
1. Depois carregue no botão “Run VBA Macro”.



2. De seguida selecionar a macro “Conversor Autocad C.M.M. DT73 Para ETRS89.dvb!main.run_trans” e carregar no botão “Run”.



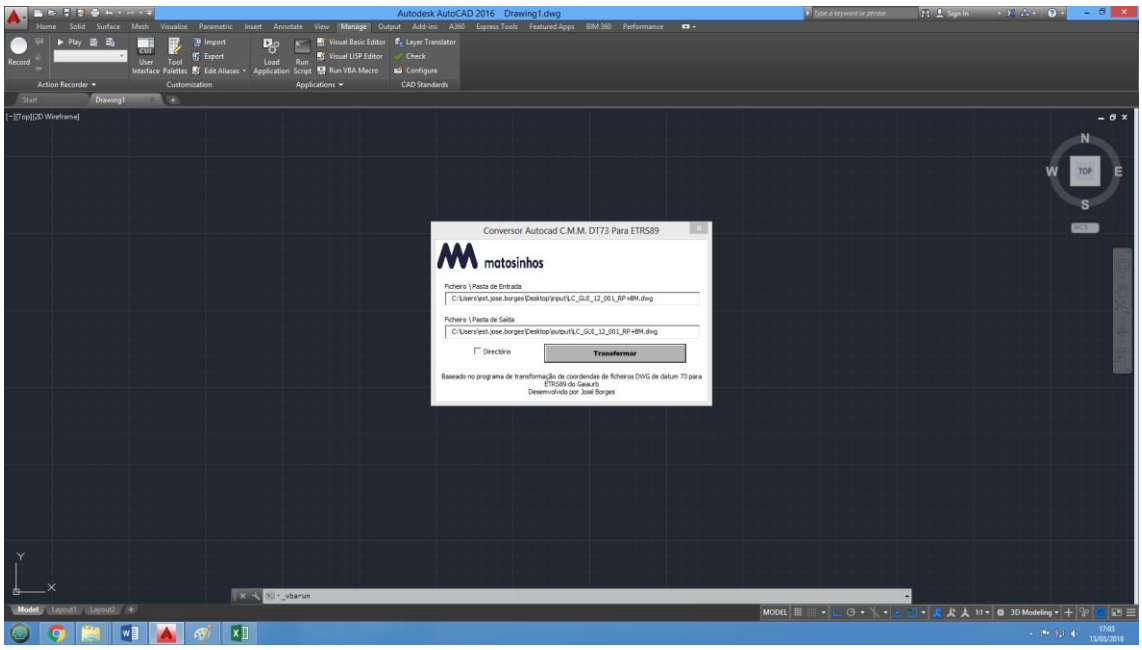
3. Se tudo correu bem ira aparecer uma janela deste género.



Este programa pode funcionar de dois modos. Pode trabalhar em modo ficheiro em que se processa um ficheiro de cada vez ou em modo diretório no qual processa todos os ficheiros de uma pasta de uma vez só.

a) No modo ficheiro não deve selecionar a opção diretório e por no campo "Ficheiro \ Pasta de Entrada" o caminho manualmente do ficheiro pretendido (Ex: C:\Users\est.jose.borges\Desktop\input\LC_GUI_12_001_RP+BM.dwg).

Devera fazer o mesmo no campo “Ficheiro \ Pasta de Saída” mas para o ficheiro de saída. Por fim é só carregar no botão “Transformar”.



b) No modo diretório deve selecionar a opção diretório e por no campo “Ficheiro \ Pasta de Entrada” o caminho manualmente do ficheiro pretendido (Ex: C:\Users\est.jose.borges\Desktop\input\). Tem de fazer o mesmo no campo “Ficheiro \ Pasta de Saída” mas para o ficheiro de saída. Neste modo tem de por sempre no fim dos diretórios o seguinte símbolo “\”.Por fim é só carregar no botão “Transformar”.

