



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Amaro Júlio dos Santos

LEVANTAMENTO E GESTÃO DE PROPRIEDADE POR  
FOTOGRAMETRIA – APLICAÇÃO PRÁTICA EM PRÉDIOS NO  
CONCELHO DE VILA DO CONDE

Nome do Curso de Mestrado

Mestrado em Engenharia Agronómica

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Joaquim Mamede Alonso

Junho de 2021

As doutrinas expressas neste  
trabalho são da exclusiva  
responsabilidade do autor.

# Índice

Resumo-----	4
Abstract-----	5
Lista de figuras-----	6
Lista de tabelas-----	6
1. Introdução-----	7
2. Produção ortocartográfica de suporte à elaboração de Cadastro Predial rústico -----	8
2.1. A importância, desenvolvimento e aplicação de Cadastro Predial-----	8
2.1.1 Os conceitos e importância do Cadastro Predial -----	8
2.1.2 Os modelos e iniciativas de Cadastro Predial-----	17
2.1.3 A aplicação e utilidade do Cadastro Predial-----	24
2.2. O desenvolvimento de ortocartografia de apoio à elaboração de cadastro-----	35
2.2.1 O planejamento e realização de voos-----	35
2.2.2 A construção de mosaicos e ortorectificação-----	39
2.2.3 A vectorização dos limites de propriedade e elementos associados-----	44
2.2.4 A produção de informação geográfica e o sistema de cadastro simplificado--	47
3. Metodologia-----	50
3.1 Desenvolvimento de ortocartografia de apoio à elaboração de cadastro-----	50
3.1.1 O planejamento e realização de voos-----	50
3.1.2 A construção de mosaicos e ortorectificação-----	52
3.1.3 A vectorização dos limites de propriedade e elementos associados-----	54
3.1.4 A produção de informação geográfica e o sistema de cadastro simplificado---	55
4. Apresentação e análise de resultados-----	57
4.1 As fotografias aéreas-----	57
4.2 Os ortofotomapas-----	58
4.3 A ortocartografia e as parcelas-----	59
4.4 Os dados associados às parcelas-----	60
4.5 A informação geográfica para instrução do cadastro simplificado-----	62
5. Consideração finais-----	65
6. Bibliografia-----	67
6.1 websites consultados-----	72
Anexos-----	73
7.1 Relatório Agisoft Metashape Professional-----	73

## RESUMO

O cadastro predial é uma importante fonte de informação para o planeamento e gestão do território. Neste contexto, pretende-se comparar diferentes formas de aquisição de informação espacial e compreender como o processo de cadastro de propriedade pode ser realizado. Para tal, recorreu-se à aquisição de imagens aéreas obtidas por drone e por avião (IFAP2018). Também se efetuaram levantamentos clássicos com recurso a um recetor GNSS num terreno cujas propriedades envolventes não permitiriam realizar o trabalho de outra forma. Através destes métodos, cadastraram-se 3 terrenos agrícolas cujas áreas foram calculadas e comparadas com os valores registados na respetiva caderneta predial e foi criada uma tabela com os atributos de cada propriedade no programa QGIS. Para um destes terrenos, as áreas foram calculadas utilizando dois dos métodos descritos, (levantamento por drone vs avião) de modo a comparar a precisão dos mesmos. De referir que as diferenças das áreas encontradas nos três terrenos, em relação ao seu registo predial, foram de 0,89%, 26,37%, e 1,40%. Quanto ao terreno cuja área foi medida de duas formas, verificou-se que, considerando como precisão máxima a do método por drone, a precisão relativa ao levantamento por avião foi de 99,1%. Assim, dependendo do cenário a cadastrar, o método a utilizar pode ser mais ou menos eficiente consoante fatores como a sua geometria, visibilidade dos vértices, uniformidade de culturas vizinhas e minifúndio, entre outros.

## ABSTRACT

The land registry is an important source of information for the planning and management of the territory. In this context, it is intended to compare different ways of acquiring spatial information and understand how the property registration process can be carried out. For this, we resorted to the acquisition of aerial images obtained by drone and by plane (IFAP2018). Classical surveys were also carried out using a GNSS receiver on land whose surrounding properties would not allow the work to be carried out in any other way. Through these methods, 3 agricultural lands were registered, whose areas were calculated and compared with the values registered in the respective land register and a table with the attributes of each property was created in the QGIS program. For one of these terrains, the areas were calculated using two of the methods described, (drone vs. airplane survey) in order to compare their accuracy. It should be noted that the differences between the areas found in the three plots, in relation to their land registration, were 0.89%, 26.37%, and 1.40%. As for the terrain whose area was measured in two ways, it was found that, considering the maximum accuracy of the drone method, the relative accuracy of the aerial survey was 99.1%. Thus, depending on the scenario to be registered, the method to be used can be more or less efficient depending on factors such as its geometry, vertex visibility, uniformity of neighboring cultures and smallholdings, among others.

## LISTA DE FIGURAS:

<b>Figura 1:</b> Carta cadastral de Portugal continental-----	13
<b>Figura 2:</b> Relação entre a imagem/pixel e o terreno/GSD-----	37
<b>Figura 3:</b> Imagem representativa para o cálculo da altura de voo-----	38
<b>Figura 4:</b> Bloco formado pelas linhas de voo e a sobreposição longitudinal e lateral-----	39
<b>Figura 5:</b> Comparação entre imagens na projeção cônica e ortogonal-----	40
<b>Figura 6:</b> Fluxograma que mostra os dados de entrada e saída, na obtenção da ortofoto digital---	41
<b>Figura 7:</b> Ilustração do processor de ortorectificação-----	42
<b>Figura 8:</b> Mosaico formado por 41 imagens-----	43
<b>Figura 9:</b> Representação dos elementos primários do modelo vetorial: Pontos linhas e polígonos-	45
<b>Figura 10:</b> Exemplo de vectorização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica-----	47
<b>Figura 11:</b> Conexão dos componentes básicos do SIG-----	48
<b>Figura 12:</b> Exemplo do plano de voo através do programa <i>DJI Pilot</i> para <i>Android</i> -----	51
<b>Figura 13:</b> GPS SP60 e drone Phantom 4Pro utilizados no trabalho de campo-----	52
<b>Figura 14:</b> Referencia das coordenadas a utilizar no programa <i>Agisoft Metashape</i> -----	53
<b>Figura 15:</b> Tabela de atributos dos 3 prédios em ambiente QGIS-----	56
<b>Figura 16:</b> Imagens capturadas pelo drone com retificação geoespacial-----	57
<b>Figura 17:</b> Imagem representativa dos três prédios utilizados para o estudo, em ambiente QGIS-	58
<b>Figura 18:</b> Processamento do ortomosaico no programa <i>Agisoft Metashape 1</i> -----	58
<b>Figura 19:</b> Mosaico de ortofotos final relativo ao prédio número 1-----	59
<b>Figura 20:</b> Prédios em estudo -----	59
<b>FIGURA 21:</b> Planta topográfica (PDM) da zona onde se inserem os prédios em estudo-----	61
<b>Figura 22:</b> Vectorização do prédio com imagens do IFAP em comparação com o uso de drone---	63
<b>Figura 23:</b> Prédio número 2 com difícil visualização através do ortos IFAP -----	64

## LISTA DE TABELAS:

<b>Tabela 1:</b> Anexos e categorias temáticas “INSPIRE” -----	22
<b>Tabela 2:</b> Definição e atributos das classes “INSPIRE” -----	23
<b>Tabela 3:</b> Cadastro predial, matriz das finanças e registo predial-----	26
<b>Tabela 4:</b> Dados caderneta predial-----	60
<b>Tabela 5:</b> Áreas caderneta predial e áreas encontradas em estudo-----	62
<b>Tabela 6:</b> Comparação das áreas usando imagens do IFAP e ortocartografia aérea por drone----	63

## INTRODUÇÃO

É reconhecida a importância do cadastro predial rústico, e da necessidade de se alargar o sistema de informação cadastral simplificado e o Balcão Único do Prédio a todo o território nacional. Neste contexto, esta dissertação visa fundamentar e desenvolver técnicas de levantamento por ortocartografia aérea, através de drone (UAV) de suporte ao cadastro de propriedade. Pretende-se também equacionar a viabilidade do uso de sistemas de informação geográfica precisos (com pontos de controlo por GPS) para colmatar as possíveis dificuldades do uso apenas de imagens aéreas (IFAP2018), ou seja, este trabalho visa comparar a qualidade e as possibilidades de extração de dados entre produtos ortocartográficos.

Na revisão bibliográfica aborda-se a evolução do cadastro de prédios rústicos ao longo dos anos, bem como as suas principais iniciativas e modelos. Refere-se também como a FAO valoriza a questão do cadastro de propriedades através do uso de *Software* de código aberto (FLOSS) e como a nível europeu a iniciativa *INSPIRE* espera que os conjuntos de dados e serviços de informação geográfica estejam de acordo com os princípios comuns adotados. Serão também abordadas as várias noções de “valor” de uma propriedade bem como os métodos correspondentes para uma avaliação imobiliária.

Os processos utilizados para a elaboração dos sistemas de informação geográfica serão realizados por dois programas, o *Agisoft Metashape Professional* e o *QGISv3.18*, que permitirão obter os resultados finais.

## **2.- PRODUÇÃO ORTOCARTOGRÁFICA DE SUPORTE À ELABORAÇÃO DE CADASTRO PREDIAL RÚSTICO**

### **2.1- A IMPORTÂNCIA, DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE CADASTRO PREDIAL**

#### **2.1.1- OS CONCEITOS E IMPORTÂNCIA DO CADASTRO PREDIAL**

O território é a base espacial de suporte de qualquer sociedade, importante para o Homem, conferindo-lhe parte da sua identidade e proporcionando recursos e oportunidades (Ingenium, 2016).

O conhecimento e a valorização do território português terrestre constituem uma grande oportunidade para o crescimento económico do país, de forma equilibrada e sustentável. Conhecer com rigor o território, dispondo de informação atualizada e fidedigna acerca da identificação unívoca dos prédios rústicos e urbanos, e dos respetivos titulares, é indispensável para o desenvolvimento de políticas públicas em diversas áreas (D.R., 2012).

Inicialmente, a designação “cadastro” surge associada à propriedade fundiária, no entanto, e dada a necessidade de contemplar outros tipos de cadastros, o conceito deverá ser independente do tema a que ele se refere. O termo “cadastro” deriva do grego *katastikhon*, que significa “linha por linha”, “lista” ou “registo” (Miguel, 2017). Assim, podemos assumir o cadastro como um inventário de dados estruturado, metódico, exaustivo e atualizado, características estas que lhe conferem identidade própria, independentemente das entidades que os dados caracterizam (Silva, 1996).

A evolução do conceito de cadastro deu-se segundo duas vertentes distintas:

- i. O conceito de cadastro, enquanto inventário com determinadas características, abrangeu outras áreas além da propriedade imobiliária, nomeadamente no que se refere como cadastro da rede de abastecimento de água ou gás, cadastro do património classificado, elementos de uma rede viária, edifícios e unidades de alojamento e espaços verdes urbanos, entre outros.
- ii. No que concerne especificamente à propriedade imobiliária, o conceito de cadastro deixou de ser utilizado apenas no âmbito fiscal/tributário passando a servir como instrumento de caracterização do território, ao serviço de utilizações e utilizadores diversos (Silva, 1996).

Assim, o cadastro predial, é o instrumento público apropriado para identificar e demarcar todos os prédios rústicos e urbanos em território nacional (Beires 2013). Neste contexto, entende-se como prédio uma parte delimitada de solo juridicamente autónoma, bem como, cada fração autónoma no regime de propriedade horizontal, como definido na legislação. A noção de Cadastro Predial consta do artigo 2.º, n.º 2 do decreto-lei n.º 172/95 que o define como “o conjunto de dados que caracterizam e identificam os prédios existentes em território nacional” (Machado, 2015).

Como referido anteriormente, o cadastro predial evoluiu a fim de se tornar um instrumento que permite responder a diversas funções, ou seja, ser multifuncional, nomeadamente o desenvolvimento de aplicações temáticas ou sectoriais sob um registo único de todos os prédios. Os dados que caracterizam um prédio são a sua localização administrativa e geográfica e a sua configuração geométrica e área, determinados da seguinte forma:

- i. Localização administrativa – distrito ou região autónoma, município ou concelho e freguesia em que se situa e ainda localidade, rua, número de polícia atribuído e outras especificações de localização;
- ii. Localização geográfica – posicionamento dos vértices das suas extremas no sistema de coordenadas adotado;
- iii. Configuração geométrica – representação cartográfica das suas extremas, através da união dos seus vértices por uma linha poligonal fechada, e ainda das áreas sociais (área destinada à utilização pelo público) e construções permanentes existentes representadas da mesma forma;
- iv. Área – diferença entre a área da figura geométrica definida pela linha poligonal fechada que representa os seus contornos exteriores e a área da figura geométrica dos limites das áreas sociais.

A identificação de cada prédio cadastrado é feita através de um código numérico unívoco, designado por número de identificação de prédio (NIP) (Couto *et al.* 2006).

Num cadastro, é geralmente ao nível da parcela que a informação é recolhida, armazenada, referenciada e acedida (Dave e McLaughlin, 1988). Assim, um sistema cadastral é um sistema que gere informação parcelar, que contém todas as relações existentes, relacionadas com o solo, e é utilizada para fornecer e localizar informação

sobre a sua posse, valor e uso (von Meyer, 2004), considerados como os três atributos chave do solo por Dave e McLaughlin (1988).

Em suma, o objetivo primário do cadastro foi, e continua a ser, a identificação exata e legal da localização, limites e áreas dos prédios rústicos e urbanos e das suas componentes edificadas. (Beires, Amaral & Ribeiro, 2013). Nesta definição de cadastro engloba-se o cadastro geométrico da propriedade rústica (CGPR) e o cadastro predial (CP) produzidos e mantidos pela Direção-Geral do Território (DGT) (Costa, 2019).

Ao longo dos tempos, o ser humano foi implantando culturas nos terrenos agrícolas e edificando casas, aglomeradas em aldeias e cidades, sendo o cadastro de propriedade rural e urbana uma ferramenta fundamental à interpretação e gestão dessas propriedades, tornando-se uma referência imprescindível para o acesso organizado a estas informações.

Assim, a ocupação do território continental português distribui-se da seguinte forma:

- i. Cerca de 2% são espaços aquáticos dominados pela Natureza, nomeadamente praias e rios com os seus estuários e albufeiras e zonas húmidas e áreas marginais;
- ii. Apenas 4% são espaços artificializados, edificados em aglomerados urbanos polarizados ou dispersos ou ocupados com vias de comunicação;
- iii. Os restantes 94%, ou seja, a quase totalidade do território, são território rústico ocupado pela agricultura ou por matos e florestas. Estes repartem-se 36% em terras afetas à agricultura, com as suas culturas anuais ou permanentes para pastagens controladas, 38% de matas e povoamentos florestais, 22% de matos e incultos, 3% em árvores dispersas e áreas ardidadas e 1% improdutivos (Beires 2013).

De facto, 94% do nosso território constitui o chamado território rústico, mas atualmente já perdeu quase todas as características dessa ruralidade. Por outro lado, temos o cadastro predial urbano como uma importante ferramenta de apoio à decisão e essencial para a gestão municipal em todas as suas vertentes: urbanística, económica, patrimonial, social e de investimento.

Após várias organizações terem começado a estudar e a desenvolver trabalhos de geodesia e topografia no início do século XX, foi criado em 1926, o instituto geográfico e cadastral (IGC). Foi esta entidade a responsável pela organização do CGPR (França, 2016), que vigorou em Portugal até ser “substituído”, em 1995, pelo CP. Atualmente,

coexistem os dois regimes de cadastro: o CGPR e o CP, que abrange prédios rústicos e urbanos. O CGPR mantém-se nas áreas onde tenha sido posto em prática, até ser formalmente renovado sob a estrutura do CP. De referir que cobre 17% dos quase 11,7 milhões de prédios rústicos existentes, tendo abrangido em 70 anos 134 dos 308 concelhos do país (França, 2016). Atualmente, nenhum concelho está em regime de CP no âmbito das normas do Regulamento do Cadastro Predial ([www.dgterritorio.gov.pt](http://www.dgterritorio.gov.pt)).

Esta ação do IGC permitiu a identificação dos prédios, suas delimitações, bem como o conhecimento das parcelas de cultura, edificação e acessos. Assim, o CGPR constitui o inventário dos prédios rústicos, constituintes na planta topográfica cadastral, permitindo a referenciação geográfica da propriedade rústica e a sua caracterização em termos quantitativos e qualitativos (França 2016 e Costa 2019).

No entanto, a partir dos anos noventa, com a publicação do Decreto-lei n.º 172, de 18 de julho de 1995, onde é adotado o novo conceito de cadastro, o cadastro predial, modificaram-se substancialmente os conceitos cadastrais. As alterações mais significativas dizem respeito à cobertura integral do território, à abertura ao mercado privado da produção de informação cadastral e à criação de um identificador único para os prédios, o Número de Identificação do Prédio, garantindo o carácter multifuncional do cadastro (Beires 2013), cujo objetivo primordial passou de fiscal a jurídico (Ingenium 2016).

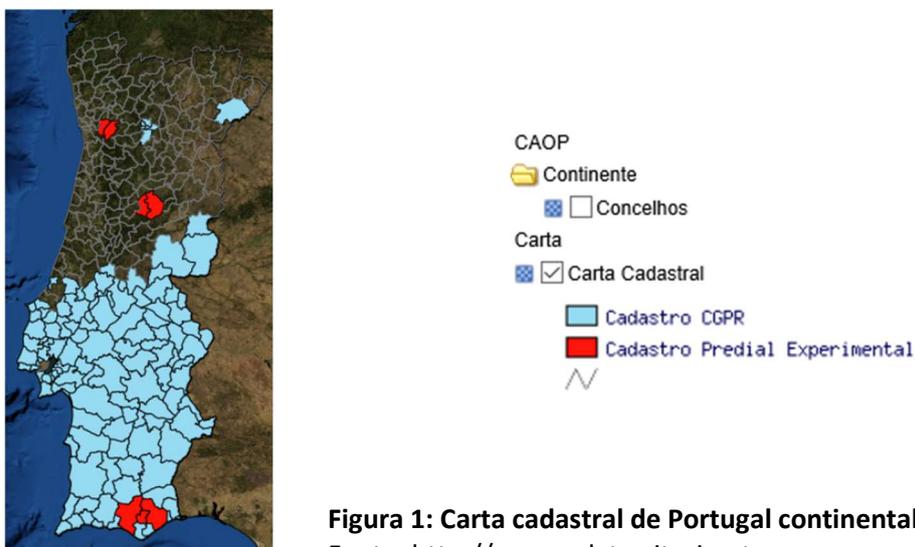
Com efeito, o conhecimento rigoroso do CP é hoje, e cada vez mais, imprescindível, quer para a adequada infraestruturação, utilização e gestão dos solos, quer para o desempenho racional das mais diversas atividades económicas que dele necessitam. É assim que, do mais antigo conceito do cadastro, como processo de finalidade tributária, se passou ao conceito atual que se descreve como multifuncional, já que são várias as aplicações temáticas ou sectoriais que é possível desenvolver sob um registo único de todos os prédios ([www.dre.pt](http://www.dre.pt)).

Em maio de 2006, foi publicada a Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2006 que aprovou as linhas orientadoras para a execução, manutenção e exploração de informação cadastral através da criação do Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral (SiNERGIC) com os seguintes objetivos:

- i. Assegurar a identificação unívoca dos prédios mediante a atribuição de um número único de identificação (NIP), de utilização comum a toda a Administração Pública, possibilitando a criação da informação predial única;
- ii. Unificar os conteúdos cadastrais existentes e a produzir;
- iii. Permitir uma gestão uniforme e informática dos conteúdos cadastrais;
- iv. Garantir a sua compatibilidade com os sistemas informáticos utilizados pelas várias entidades envolvidas no projeto;
- v. Assegurar que a descrição do registo predial é acompanhada de um suporte gráfico;
- vi. Possibilitar a utilização generalizada do sistema pela Administração Pública;
- vii. Assegurar o acesso à informação pela Administração Pública, pelo cidadão e pelas empresas (costa 2019 e D.L. 224/2007)

Em 2007, o Decreto-Lei n.º 224/2007, de 31 de maio, aprova o regime experimental da execução, exploração e acesso à informação cadastral, visando a criação do SiNErGIC. Esta iniciativa, da responsabilidade da direção geral do território (DGT), com a participação ativa de três outros parceiros da administração central – o instituto dos registos e do notariado (IRN), a autoridade tributária e aduaneira (AT) e a direção-geral das autarquias locais (DGAL) – tem como principal objetivo viabilizar a existência de Cadastro Predial em Portugal, enquanto conjunto de dados exaustivo, metódico e atualizado, caracterizador e identificador das propriedades existentes no território nacional, constituindo-se como uma ferramenta indispensável para as políticas de ordenamento do território, ambiente, económicas (em particular a agrícola e a florestal), fiscal e de obras públicas (Ingenium 2016).

O cadastro predial cobre uma diminuta percentagem do território continental como se pode observar pela imagem abaixo (Figura 1)”. Atualmente, vigora nos concelhos de Loulé, Oliveira do Hospital, Paredes, Penafiel, São Brás de Alportel, Seia e Tavira.



**Figura 1: Carta cadastral de Portugal continental**  
 Fonte: <http://mapas.dgterritorio.pt>

Mais tarde, a proposta de lei 69/XIII aprovada em Conselho de Ministros, no dia 21 de março de 2017, revela uma consciência política desta realidade e poderá representar um passo importante na tão desejável reforma do sistema cadastral português. No essencial, o governo apoiando-se no espírito da Lei nº 31/2014 (de 30 de maio), e retomando parte do rumo do Decreto-Lei nº 172/95 (de 18 de julho), propõe-se criar um sistema de informação cadastral simplificado e um balcão único do prédio (BUPi). Esta medida tem como objetivo identificar prédios e proprietários, localizá-los geograficamente com clareza e terminando com ineficiências diversas geradas pela existência de prédios omissos e sem dono, ou cuja informação fundamental não é correta ou não está atualizada (Miguel 2017).

Assim, com a publicação da Lei n.º 78/2017 de 17 de agosto, foi criado esse sistema de informação cadastral simplificado cujo regime tem por finalidade criar condições para o imediato conhecimento da localização e limites geográficos dos prédios rústicos e mistos do território nacional, bem como a identificação dos donos dos prédios. Para o efeito, foram criados:

- i. O procedimento de representação gráfica georreferenciada;
- ii. O procedimento especial de registo de prédio rústico e misto omissos;
- iii. O procedimento de identificação, inscrição e registo de prédio sem dono conhecido.

Segundo o diploma, a representação gráfica georreferenciada é efetuada mediante representação cartográfica das extremas do prédio, unidas através de uma linha poligonal

fechada, obtida por processos diretos de medição. Esta é efetuada com recurso a sistemas de posicionamento global ou, de forma indireta, através de recurso à fotointerpretação sobre os ortofotomapas disponíveis no BUPi. O Decreto Regulamentar n.º 9-A/2017 definiu a aplicação do sistema de informação cadastral simplificada num projeto piloto que abrangeu as áreas dos concelhos de Alfândega da Fé, Caminha, Castanheira de Pêra, Figueiró dos Vinhos, Góis, Pampilhosa da Serra, Pedrógão Grande, Penela, Proença-a-Nova e Sertã (Costa 2019). Na análise publicada, acerca do sucesso das referidas ações de cadastro simplificado, levadas a cabo nos 10 concelhos pilotos, refere-se que os objetivos foram alcançados, ou até superados, pelo que se previa que o Governo avançasse com o alargamento a outros municípios (Rodrigues *et al.* 2020). Passou a ter aplicabilidade a todo o território nacional a partir do dia 21 de setembro de 2019 (<https://www.anmp.pt>).

A plataforma BUPi - Balcão Único do Prédio agrega a informação matricial e georreferenciada dos prédios. Este cadastro assenta num procedimento de representação gráfica georreferenciada (RGG), que se diferencia por ser feito pelos titulares tendo por base ortofotomapas, disponíveis através de uma plataforma eletrónica, com recurso a um técnico habilitado municipal (Rodrigues *et al.* 2020).

Atualmente, a plataforma BUPi soma cerca de 130 mil RGG declaradas, que já refletem mais de 50% de área conhecida do território em Portugal. (<https://justica.gov.pt>)

Ainda mais, através do Decreto-Lei n.º 15/2019, de 21 de janeiro, começa o registo provisório a favor do Estado de terrenos que recebam a designação de “sem dono conhecido”, tornando-se o registo definitivo após o período de 15 anos. Este diploma ao generalizar a aplicação do sistema de informação cadastral simplificada permite integrar nos procedimentos de RGG os prédios rústicos e mistos dos municípios que não dispõem de cadastro geométrico da propriedade rústica ou Cadastro Predial.

Este tipo de sistema cadastral permite que se passem a dispor de instrumentos para conhecer melhor a organização da propriedade e a estrutura fundiária dos seus territórios, o que oferece indiscutíveis vantagens, sobretudo ao nível da tomada de decisões em matéria de ordenamento territorial e ordenamento florestal. Deste modo, o conhecimento dos limites e da titularidade da propriedade afigura-se absolutamente crítico e imprescindível às atividades de planeamento, gestão e apoio à decisão sobre o território, a sua ocupação e uso, das quais depende o desenvolvimento sustentável de políticas

públicas em diferentes domínios. É também crucial a articulação entre o registo predial, a matriz predial, o Cadastro Predial, a informação gráfica georreferenciada e outra informação relevante relativa aos prédios e à identificação dos seus titulares, e necessariamente a partilha e o acesso pelas várias entidades a tal informação.

Outra vantagem, dirigida aos municípios que não possuam cadastro geométrico da propriedade rústica ou cadastro predial, são as verbas dos programas norte2020 e centro2020 que possuem 10 milhões de euros cada para implementar o sistema de informação cadastral simplificada. Deste modo, o registo dos prédios rústicos e mistos, com área igual ou inferior a 50 hectares, será gratuito até 2023 e pode ser feito presencialmente numa conservatória do registo predial, através do registo predial online ou através do BUPi. Trata-se de uma medida muito importante para a valorização, gestão e ordenamento do território, e essencial na defesa da floresta contra os incêndios.

Neste contexto, já foram celebrados acordos de colaboração com os municípios aderentes ao projeto BUPi e iniciados os primeiros trabalhos de campo de operacionalização do projeto, assim como os trabalhos de evolução tecnológica de suporte do BUPi, incluindo módulos de georreferenciação e de integração das bases de dados. Estima-se que até ao final do ano de 2023 todo o território nacional esteja mapeado e integrado no Sistema de Informação Cadastral Simplificada (<https://rsa-lp.com> )

Em suma, verifica-se que existem em Portugal zonas já cadastradas, derivadas de diferentes processos e iniciativas para o Cadastro Predial, descritas no capítulo seguinte. No entanto, é importante realçar que estas ações não se estenderam a muitas outras zonas, pelo que existe ainda uma grande área que não sofreu qualquer tipo de intervenção cadastral. Disto, resulta que, na prática, por ausência de Cadastro Predial atualizado, não se saiba a quem pertence 20% do território Português (Rodrigues *et al*, 2020).

Esta evolução é premente, uma vez que a informação disponível sobre os imóveis em Portugal encontra-se dispersa por uma série de entidades públicas, sendo deste modo organizada de acordo com critérios técnicos e terminologia jurídica distinta. Além disso, a informação predial está na generalidade desatualizada, é insuficiente, incorreta, incoerente e desintegrada, e isto repercute-se, obviamente, de forma negativa na qualidade de qualquer plano estratégico para o território nacional.

Futuramente, é fundamental ultrapassar estas limitações, com recurso ao Cadastro Predial, como ferramenta multifuncional e unificadora na estratégia sustentável de gestão do território nacional.

Resumindo, é inquestionável a importância de saber a quem pertence certa parcela de terreno, qual a sua área e delimitação física, as plantações ou construções existentes na mesma, a utilização permitida, autorizada ou potencial e o seu valor tributário. Mas além disso, é igualmente importante que se consiga aceder a essa informação de forma rápida e segura. Assim, a centralização e integração da informação predial é um desafio que traz benefícios óbvios para todos: para aqueles que estão incumbidos de proteger o território nacional e para aqueles que estão interessados em desenvolver o potencial nele existente (Miguel 2017).

Esta forma de encarar o cadastro, alcançada no cadastro predial multifuncional, contribui indubitavelmente para o desenvolvimento económico de um país, da sociedade e do valor do solo. Estes sistemas encontram-se em constante evolução, acompanhando os desenvolvimentos tecnológicos e sociais, o que tornam evidentes os inúmeros benefícios do cadastro multifuncional, nomeadamente:

- i. Redução dos litígios e processos relacionados com disputas de propriedade;
- ii. Aumento do investimento privado estrangeiro;
- iii. Redução dos custos associados aos procedimentos administrativos;
- iv. Simplificação dos procedimentos jurídicos relativos aos direitos fundiários;
- v. Aumento de segurança na atribuição de crédito hipotecário;
- vi. Proteção e acesso a seguros imobiliários;
- vii. Maior justiça fiscal e justa compensação em caso de expropriação;
- viii. Aumento de transparência junto do cidadão;
- ix. Identificação de proprietários e propriedades florestais, com uma promoção conjunta da prevenção de riscos (redução de áreas ardidas);
- x. Gestão integrada de grandes áreas de floresta e produção florestal;
- xi. Melhor gestão da floresta e fiscalização, mais facilitada;
- xii. Maior rigor na atribuição de financiamentos;
- xiii. Agilização na sobreposição de instrumentos de gestão de parcelas e prédios, proporcionando benefícios na gestão florestal sustentável e melhoria das atividades florestais (Pimenta *et al*, 2018).

## 2.1.2- OS MODELOS E INICIATIVAS DE CADASTRO PREDIAL

Em Portugal, como referido anteriormente, foram já implementadas várias tentativas para o desenvolvimento e gestão do cadastro. Em primeiro lugar, datado de 1926 teve início o cadastro geométrico da propriedade rústica: um modelo de finalidade essencialmente fiscal que permitiu o conhecimento da localização dos prédios rústicos, a sua configuração geométrica, área e confrontações. Vigora em 118 concelhos do território continental e também em 8 concelhos e 4 freguesias das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira. Neste caso, a atualização dos dados de caracterização e identificação dos prédios é dever do respetivo proprietário e designa-se como conservação do CGPR (<https://www.dgterritorio.gov.pt>).

Em segundo lugar surgiu o Cadastro Predial que permite o conhecimento dos prédios por referência à sua localização administrativa e geográfica, configuração geométrica e área. O Cadastro Predial (CP), tem o regime definido pelo Regulamento do Cadastro Predial (RCP) aprovado pelo Decreto-Lei nº 172/95, de 18 de julho, que vigora em todo o território continental com exceção dos concelhos identificados na Portaria nº 976/2009, de 1 de setembro (<https://www.dgterritorio.gov.pt>).

As principais diferenças do Cadastro Predial em relação ao CGPR são:

- i. Cobertura integral do território, abrangendo os prédios urbanos e rústicos e não apenas os rústicos;
- ii. Validade jurídica, por assegurar direta correspondência entre o prédio no terreno e a descrição no registo predial (validando o negócio jurídico);
- iii. Criação de um identificador único – o número de identificação predial, que é atribuído ao prédio, o qual será único e obrigatório para a Administração e para todos os atos jurídicos, bem como o cartão de identificação do prédio;
- iv. Abertura ao mercado privado da produção de informação cadastral;
- v. Classificação em «cadastro diferido» de todas as zonas ou prédios ainda não harmonizados com os dados registais, distinguindo os prédios cadastrados dos outros, para todos os efeitos legais, cumprindo assim a exigência supra de

correspondência entre a realidade do prédio e a descrição no registo predial (Beires 2013).

Em terceiro lugar, o cadastro predial experimental (SiNErGIC) permite o conhecimento dos prédios por referência à sua localização geográfica, configuração geométrica e área. Os prédios cadastrados encontram-se em situação de cadastro transitório até que ocorra a harmonização entre o teor das declarações de titularidade e os dados das descrições prediais e das inscrições matriciais nos termos que vierem a ser definidos pelo regime de conservação do cadastro. O Cadastro Predial experimental foi executado ao abrigo do regime jurídico aprovado pelo Decreto-Lei n.º 224/2007, de 31 de maio, alterado pelo Decreto-Lei n.º 65/2011, de 6 de maio, que vigora até 31 de dezembro de 2020 (Portaria n.º 44/2019, de 31 de janeiro), tendo como âmbito territorial de aplicação as freguesias indicadas dos 13 concelhos identificados no Anexo da Portaria n.º 976/2009, de 1 de setembro. A conservação do Cadastro Predial experimental é o processo técnico de atualização ou retificação dos dados que caracterizam e identificam os prédios cadastrados, cujo regime jurídico aguarda aprovação. (<https://www.dgterritorio.gov.pt/>)

Em quarto lugar encontra-se a medida do sistema de informação cadastral simplificada que vigora em todo o território nacional. Surge na Lei n.º 78/2017 de 17 de agosto que revoga a Lei n.º 152/2015, de 14 de setembro. Neste caso, a Assembleia da República aprovou a criação de um sistema de informação cadastral simplificada (acompanhado de procedimentos especiais de identificação e registo) e o Balcão Único do Prédio (BUPi). Este regime foi introduzido através de um projeto-piloto em dez municípios, numa região de mais de 200 mil hectares e 74 mil habitantes, tendo sido georreferenciada 50,52% da sua área.

Este cadastro simplificado vai permitir ao estado conhecer melhor o território, os limites de propriedade e os seus proprietários, contribuindo para um trabalho na prevenção de incêndios. Relembre-se que a ausência de informação fidedigna sobre a estrutura fundiária e sobre a titularidade dos prédios rústicos e mistos foi identificada, no âmbito da “Reforma das Florestas”, como um dos problemas de base que impede o devido ordenamento do território. (<https://gabinetedestudos.ps.pt/>)

A uma escala global, na importância e no desenvolvimento de cadastro de propriedade fundiária, pode-se salientar o trabalho realizado pela organização para a alimentação e agricultura (FAO). Esta é uma agência especializada das nações unidas que lidera os esforços internacionais para erradicar a fome no mundo. O objetivo é alcançar a segurança alimentar para todos e garantir que as pessoas tenham acesso regular a alimentos de boa qualidade suficientes para terem uma vida ativa e saudável. A FAO conta com 194 estados membros, trabalha em mais de 130 países em todo o mundo e tem os seguintes objetivos estratégicos:

- i. Ajudar a eliminar a fome, a insegurança alimentar e a má nutrição;
- ii. Tornar a agricultura, a silvicultura e as pescas mais produtivas e sustentáveis;
- iii. Reduzir a pobreza rural;
- iv. Promover sistemas agrícolas e alimentares inclusivos e eficientes;
- v. Aumentar a resiliência dos meios de subsistência face a catástrofes.

Para um país alcançar estes objetivos, o acesso à terra, o abrigo, os recursos naturais e a segurança de posse associada a estes fatores é muito importante. Estes fatores têm ligação direta com o desenvolvimento social, cultural e religioso de um país. No entanto, as entidades responsáveis pela gestão de terras, em certos países, falham em garantir os direitos de posse dos mais pobres e vulneráveis, bem como deficiências técnicas e institucionais que reforçam as falhas do sistema. Ainda, a falta de meios adaptados e ferramentas de *software* flexíveis para padronizar, estruturar e manter o cadastro e o registo de terras, dificultam um melhor desempenho.

De facto, as tecnologias de informação (TI) permitiram melhorias rápidas no acesso eletrónico aos registos de propriedades em muitos países, sendo a sua introdução no registo de terras, uma mais-valia na redução da corrupção e na transparência das políticas rurais dos países em desenvolvimento. Por outro lado, os custos de licenças de *software* para a elaboração de registo e cadastro, são uma restrição à elaboração do cadastro nestes países.

Neste contexto, surge o *Software* de código aberto (FLOSS), tornando-se uma alternativa confiável ao *software* pago. Ao usar e melhorar este tipo de *software*, cadastros e registos imobiliários constroem conhecimento local e contribuem para o desenvolvimento público de projetos. Um dos problemas é que os países em desenvolvimento carecem de

experiência em TI para construir um cadastro digital e sistemas de mapeamento sem suporte externo, no entanto, as soluções FLOSS para registos de terras e cadastro tem vindo a espalhar-se rapidamente.

Segundo a FAO, o código aberto será o elemento central para todas as soluções futuras, sendo que com as ferramentas disponíveis atualmente, sistemas de cadastro robustos poderão ser construídos. Assim, a FAO apoia o uso de *software* de código aberto e adquiriu conhecimento no desenvolvimento de sistemas FLOSS, através do Projeto FAO-GeoNetwork. (Stuedler et al, 2010)

A FAO está envolvida na monitorização e avaliação de projetos em relação ao cadastro e registo de terras, desde que os sistemas (TI) estejam disponíveis, nomeadamente apoiando dezenas de investimentos em TI para administração de terras, por meio do banco mundial e outros programas de cooperação.

Em suma, a FAO hospeda um dos principais centros de excelência nas áreas de segurança de posse, acesso à terra e administração de terras, fomentando o uso de *software* de código aberto, uma alternativa aos produtos de *software* pago, pelos custos reduzidos, acessibilidade e alta adaptabilidade (Stuedler et al, 2010).

Também a Comissão Europeia, com o apoio do *Institute for Environment and Sustainability* (IES) e da agência europeia do ambiente, lançou em 2001, a iniciativa (INfrastructure for SPatial Information in Europe) INSPIRE, para a promoção da disponibilização de informação de natureza espacial, utilizável na formulação, implementação e avaliação das políticas da União Europeia (<https://snig.dgterritorio.gov.pt/>)

Esta iniciativa teve como base as necessidades de informação geográfica para as políticas ambientais, mas, sendo uma iniciativa de natureza intersectorial, preconizou-se logo desde o início a sua expansão gradual para os outros setores (por exemplo agricultura e transportes.) A diretiva INSPIRE (Diretiva 2007/2/EC do parlamento europeu e do conselho) entrou em vigor em maio de 2007, ([snig.dgterritorio.gov.pt](https://snig.dgterritorio.gov.pt/)) e veio obrigar os estados membros a gerirem e a disponibilizarem os respetivos conjuntos de dados e os serviços de informação geográfica de acordo com os princípios e disposições comuns estabelecidos naquela diretiva (Rizone e Fonseca, 2010). Deste modo, cada organização da UE, que lida com dados geoespaciais, tem a obrigação de padronizar os seus dados de acordo com a Diretiva INSPIRE, a fim de estarem num formato que garanta a

interoperabilidade entre sistemas (Queiroz, 2020), cujas categorias temáticas estão descritas na tabela 1.

No contexto da Diretiva, entende-se por dados espaciais quaisquer dados com uma referência direta ou indireta a uma localização específica ou área geográfica.

Os princípios da Diretiva INSPIRE são:

- i. Os dados devem ser recolhidos uma vez e atualizados sempre que possível, para uma maior eficácia;
- ii. A informação geográfica proveniente de diferentes fontes, deve poder ser combinada de forma transparente, através da Europa, e partilhada por diversos utilizadores e aplicações;
- iii. Deve ser possível a partilha de informação recolhida a um determinado nível com todos os outros níveis, detalhada para análises detalhadas e geral para objetivos estratégicos;
- iv. A informação geográfica de suporte à atividade governamental, a todos os níveis, deve ser abundante e disponível sob condições que não restrinjam o seu uso generalizado;
- v. A informação geográfica disponível tem que ser facilmente identificável, devendo ser fácil analisar a sua adequabilidade para um determinado uso, bem como as respetivas condições de acesso e utilização;
- vi. A informação geográfica deve tornar-se cada vez mais perceptível e fácil de interpretar por se encontrar devidamente documentada e por poder ser visualizada no contexto adequado, selecionado de forma amigável para o utilizador (snig.dgterritorio.gov.pt)

Tabela 2-2: Anexos e categorias temáticas INSPIRE.

Anexos INSPIRE	Categorias temáticas INSPIRE			
<b>Anexo I</b> Dados de Referência	-	Sistemas de referência	-	Parcelas cadastrais
	-	Sistemas de quadriculas geográficas	-	Redes de transporte
	-	Toponímia	-	Hidrografia
	-	Unidades administrativas	-	Sítios protegidos
<b>Anexo II</b> Dados Topográficos	-	Endereços		
	-	Altitude		
	-	Ocupação do solo		
	-	Ortoimagens		
<b>Anexo III</b> Dados Sociográficos, de Natureza e de Estatística	-	Geologia		
	-	Unidades estatísticas	-	Zonas de risco natural
	-	Edifícios	-	Condições atmosféricas
	-	Solo	-	Características geometeorológicas
	-	Uso do solo	-	Características oceanográficas
	-	Saúde humana e segurança	-	Regiões marinhas
	-	Serviços de utilidade pública e do Estado	-	Regiões biogeográficas
	-	Instalações de monitorização do ambiente	-	Habitats e biótopos
	-	Instalações industriais e de produção	-	Distribuição das espécies
	-	Instalações agrícolas e aquícolas	-	Recursos energéticos
	-	Distribuição da população - demografia	-	Recursos minerais
	-	Zonas de gestão/ restrição/ regulamentação e unidades de referência		

**Tabela 1:** Anexos e categorias temáticas INSPIRE – (Fonte: Queirós, 2020)

Entre os temas referidos no quadro anterior, pode-se verificar as parcelas cadastrais, ocupação do solo e o uso do solo, entre outros, que estão diretamente interligados com o mais recente cadastro simplificado a decorrer em Portugal. De salientar que a diretiva INSPIRE não visa a harmonização de conceitos de propriedade ou direitos relativos às parcelas dos vários Estados-membros, focando-se apenas nos aspetos geométricos apresentados nos sistemas dos Estados-Membros (Rodrigues *et al*, 2020).

O modelo de dados da INSPIRE possui uma classe Central (*CadastralParcel*) e três classes auxiliares: *CadastralZoning*, *CadastralBoundary* e *BasicPropertyUnit*, resumidas no quadro seguinte (Tabela 2).

Classes INSPIRE	Definição	Atributos
<b>Parcelas cadastrais</b> ( <i>CadastralParcel</i> )	“Áreas definidas por registos ‘cadastrais ou equivalente”. A parcela cadastral deve ser uma área única de superfície terrestre (terra e/ou água), sob direitos de propriedade definidos pela legislação nacional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Uma geometria;</li> <li>ii. Uma referência cadastral nacional;</li> <li>iii. Um valor de área;</li> <li>iv. Um ponto de referência;</li> <li>v. Um rótulo (etiqueta).</li> </ul>
<b>Zonas cadastrais</b> ( <i>CadastralZoning</i> )	São áreas intermediárias (como concelhos, freguesias, secções, quarteirões, etc.) utilizadas para dividir o território nacional em parcelas cadastrais Se forem fornecidas zonas cadastrais, as parcelas cadastrais devem pertencer a uma zona do nível mais baixo. Quando existem vários níveis de zoneamento, deve assegurar-se que as unidades de nível superior sejam compostas pelas de nível inferior.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Uma geometria;</li> <li>ii. Uma referência de zona cadastral nacional;</li> <li>iii. Um nome, caso exista;</li> <li>iv. Um nível na hierarquia cadastral nacional e nome desse nível;</li> <li>v. Um ponto de referência;</li> <li>vi. Um rótulo (etiqueta);</li> <li>vii. Atributos de meta-dados: denominador da escala do mapa original e precisão estimada.</li> </ul>
<b>Limites cadastrais</b> ( <i>CadastralBoundary</i> )	Devem ser disponibilizados pelos Estados-Membros, onde a informação de precisão posicional absoluta é registada para o limite cadastral (atributo da precisão estimada).	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Uma geometria</li> <li>ii. Atributos de meta-dados: precisão estimada.</li> </ul>
<b>Unidades básicas de propriedade</b> ( <i>BasicPropertyUnit</i> )	São registadas nas conservatórias do registro predial ou equivalentes e são definidas pelos direitos de posse e direitos de propriedade homogêneos, que podem consistir em 1 ou mais lotes adjacentes ou separados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Uma referência cadastral nacional</li> <li>ii. Um valor de área.</li> </ul>

**Tabela 2:** Definição e atributos das classes “INSPIRE”

No que concerne à implementação da diretiva INSPIRE em Portugal, pode-se referir que Portugal foi pioneiro na Europa quando, através do decreto-lei n.º 53/90, de 13 de fevereiro, criou o sistema nacional de informação geográfica (SNIG) em 1995, vários anos antes da Diretiva INSPIRE, tendo disponibilizado a primeira infraestrutura de informação geográfica na internet (Oliveira, 2019).

Mais tarde, o instituto geográfico português (IGP) como ponto de contacto nacional (PCN) INSPIRE criou, em março de 2008, na direção de serviços de investigação e gestão da informação geográfica (DSIGIG) do IGP, uma estrutura operacional - grupo de trabalho INSPIRE (GT INSPIRE) - para apoiar, na sua fase de arranque, a implementação da diretiva em Portugal (Rizzzone e Fonseca, 2010).

Uma vez que a diretiva INSPIRE considera a informação cadastral como um tema prioritário, o cadastro predial em Portugal poderia ter aqui uma oportunidade de implementação, uma vez que esta diretiva poderia funcionar como um estímulo e uma orientação política. Neste contexto, as iniciativas nacionais mais recentes (programa SINERGIC e cadastro simplificado) assumiram maior relevância.

### **2.1.3- A APLICAÇÃO E UTILIDADE DO CADASTRO PREDIAL**

O registo predial tem por função publicar ou publicitar os direitos, ónus ou encargos que recaem sobre os prédios tendo por objetivo a sua situação jurídica. No entanto, não é só no plano jurídico-privado que o registo predial pode e deve atuar, não sendo apenas o solo que constitui o valor, mas antes a capacidade de nele se criar riqueza. Conhecer determinado prédio e o seu valor é conhecer a espécie e a intensidade de utilização conferida ao solo (Teixeira 2011), (<https://app.parlamento.pt>).

No âmbito das funções do registo predial, faz sentido atribuir aos serviços de registo uma posição ativa na divulgação de todas as condicionantes que afetam o valor económico do prédio. Uma transação imobiliária deve conhecer as qualidades do prédio, a sua finalidade social e económica e o destino que o mesmo há-de servir face às prescrições de índole urbanística e política dos solos (Teixeira 2011).

Assim, o registo predial pode ser considerado como fonte de informação sobre o conjunto das limitações de direito público ao direito de propriedade, como meio de publicação de providências recobertas pelo interesse coletivo e pela referência social em que o prédio

se integra. Por outro lado, poderá ter a função de sinalizar o estatuto do prédio à luz das prescrições do plano, identificando o prédio nas suas múltiplas vertentes, considerando o seu relevo económico, não só por referência ao que existe (objeto material) mas também ao que pode ou deve existir (objeto funcional).

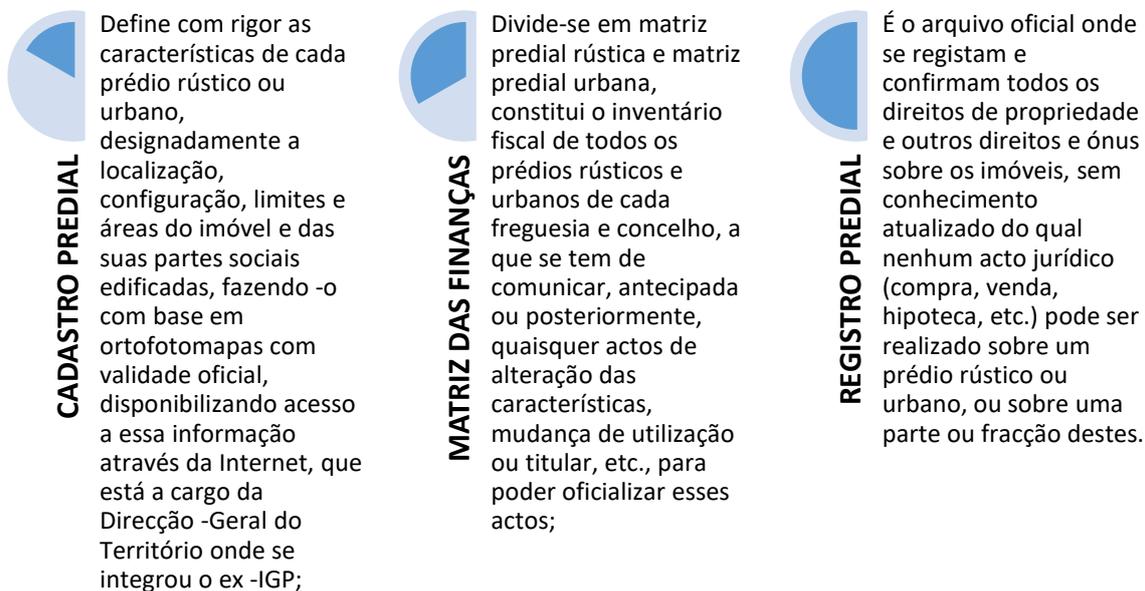
Para que um sistema de registo seja robusto deverá obedecer a três princípios fundamentais:

- i. O princípio do espelho, no sentido de que o registo deve espelhar fielmente a realidade;
- ii. O princípio da cortina, no sentido de que deve bastar o acesso ao registo para obter toda a informação necessária, dispensando-se assim quaisquer averiguações extraregistradas;
- iii. O princípio da garantia, no sentido de que o registo deve garantir a exatidão do que publica.

É neste contexto que o Cadastro Predial se torna fundamental para garantir este rigor na identificação física do prédio e esta interpretação única dos dados materiais. Esta ideologia de reconciliação e condensação sistemática da realidade factual da propriedade imobiliária nacional é fundamental e foi já manifestada, nomeadamente, no projeto SINERGIC (Teixeira 2011). De salientar que é importante garantir que não existirão desconformidades, incoerências e assimetrias de informação relativas à mesma realidade predial, fomentando a boa articulação entre o registo predial, a matriz e o cadastro.

Os benefícios do Registo Predial são transversais quer às entidades públicas da Administração, quer às empresas e cidadãos em geral, garantindo, de forma credível e eficiente o que se encontra registado, favorecendo as contratações e proporcionando um clima social calmo, tranquilo e seguro. O sistema de registo português encontra-se organizado com base no prédio, que constitui o seu objeto mediato, sendo considerado um sistema de base e a identificação dos prédios que consta de descrições prediais (Machado 2015).

Deste modo, O Cadastro Predial, a Matriz das Finanças e o Registo Predial constituem um terceto indissociável para a gestão da propriedade dos prédios rústicos e urbanos, como se pretende descrever na tabela seguinte.



**Tabela 3:** Cadastro predial, matriz das finanças e registo predial.

Sem algum destes elementos, a segurança e o equilíbrio do sistema ficam comprometidos de alguma forma: por falta de exatidão da caracterização geoespacial, falta de legalidade fiscal ou de confirmação da propriedade e dos direitos sobre os prédios, fragilizando os atos jurídicos e a posse e gestão dos bens imóveis (Beires, 2013).

Efetivamente, sem o registo predial atualizado, nenhum ato jurídico tem validade efetiva, como será o caso, a título de exemplo, de uma eventual escritura de compra e venda, de partilhas ou outros atos relacionados. É na conservatória do registo predial que está registada oficialmente a propriedade de cada prédio e inscrita a identificação dos seus proprietários e de quaisquer outros direitos ou ónus sobre o prédio ou de servidões que o condicionem.

O registo predial destina-se, essencialmente, a dar publicidade à situação jurídica dos prédios, tendo em vista a segurança do comércio jurídico imobiliário. Ou seja, é através da informação disponibilizada pelo registo que se pode saber e confirmar qual a efetiva composição de determinado prédio, a quem pertence e que tipo de encargos (hipotecas, penhoras, etc.) sobre ele incide. (Beires, 2013)

No referente à articulação dos diversos domínios do cadastro, as últimas referências da constituição, estabelecem as partes do território que o estado reserva para si, e que não podem ser alvo de apropriação privada, sendo considerados “domínio público”. A constituição, na Parte II referente à “organização económica”, no artigo 84, define com toda a clareza quais as partes do território que pertencem ao domínio público:

- a) «As águas territoriais com os seus leitos e os fundos marinhos contíguos, bem como os lagos, lagoas e cursos de água navegáveis ou flutuáveis, com os respetivos leitos;
- b) As camadas aéreas superiores ao território acima do limite reconhecido ao proprietário ou superficiário;
- c) Os jazigos minerais, as nascentes de águas mineromedicinais, as cavidades naturais subterrâneas existentes no subsolo, com exceção das rochas, terras comuns e outros materiais habitualmente usados na construção;
- d) As estradas;
- e) As linhas férreas nacionais;
- f) Outros bens como tal classificados por lei» (Beires, 2013).

No ano 2000, através da Portaria n.º 671, de 17 de abril, o ministro das finanças regulou o cadastro e inventário dos bens do estado (CIBE), que abrange os inventários de base dos bens do ativo imobilizado, com carácter permanente, que não se destinam a ser vendidos. Determina que o cadastro e inventário dos imóveis e direitos do estado integra os imóveis qualificados de domínio público ou privado, rústicos ou urbanos e outros, incluindo os direitos a eles inerentes e estipula que a inventariação dos imóveis pressupõe a existência de título de utilização válido e juridicamente regularizado, tanto nos casos em que confira a posse como o direito de uso, a favor da entidade contabilística. Este inventário não inclui os bens imóveis que não fazem parte do «ativo imobilizado» do Estado, que constituem o cerne da Rede Territorial de Domínio Público, elemento primordial para o Cadastro Predial (D.R., 17 abril, 2000).

É desta forma que, a Constituição e as leis complementares, clarificam inequivocamente que uma coisa são as partes do território que são do domínio público e outra coisa, totalmente distinta, são as terras privadas ou do chamado domínio privado, que, não pertencendo àquele, constituem o universo das áreas que podem ser apropriadas pelos cidadãos e pelas organizações. Assim, as terras que constituam prédios, rústicos ou

urbanos, passíveis de serem apropriados e registados como tal pelas pessoas singulares ou coletivas, públicas ou privadas, segundo a lei, passam a poder ser demarcadas.

Todos estes prédios que constituem as propriedades imobiliárias privadas, de pessoas singulares ou coletivas (públicas, comunitárias ou privadas), de todas as entidades com direito de propriedade em Portugal, constituem, assim, conjuntos agregados ou blocos de prédios, formando polígonos, que são delimitados e confrontam por todos os lados com aquela rede de terrenos públicos, ou seja, com a referida rede territorial do domínio público que sobre eles prevalece. É só dentro desses polígonos territoriais que existem prédios a cadastrar, nos quais existem terrenos que podem ser apropriados, demarcados, identificados, caracterizados e registados como prédios urbanos e rústicos. Esta malha de polígonos define todas as zonas em que o cadastro tem de ser executado, designadas de “zonas de propriedade registável”, cujo conjunto origina a “Malha Cadastral das Zonas de Propriedade Registável”, que constitui o oposto da “Rede Territorial de Domínio Público”, descrita anteriormente.

Quando se tem como objetivo o cadastro predial em Portugal, o conhecimento desta malha cadastral, instrumento de delimitação territorial de execução relativamente simples, é de extrema importância, pois definiria todas as zonas ou macrossecções cadastrais a que cada prédio deveria estar referenciado, mesmo quando não haja ainda cadastro.

É ao Estado e às autarquias que cabe definir o que é que, nos termos da Constituição e da lei, constitui o referido domínio público, que lhes compete delimitar e gerir, cada um a seu nível, nos termos da lei. Ao definir essa delimitação, se for executada nos moldes técnicos e georreferenciados definidos para o cadastro predial, estar-se-á a compartimentar automaticamente todo o território em zonas de domínio privado, delimitando à partida todas as zonas de propriedade registável. Desse modo, ficará desde logo construída a referida malha cadastral, que, tendo de estar bem caracterizada, por ser imperativo constitucional, deverá ser estruturante para a execução do cadastro predial, passando a constar da cartografia de base utilizada por este (Beires, 2013).

É também importante abordar-se a questão da avaliação dos terrenos, referindo que um imóvel não depende apenas das suas características geométricas, podendo o mesmo ter vários “valores”. De facto, o seu valor irá depender de vários fatores, estando dependente

do objetivo e da perspectiva da sua avaliação, ou seja, avaliações para diferentes fins e com diferentes perspectivas poderão conduzir a diferentes resultados.

Na abordagem deste tema é importante considerar os seguintes conceitos:

**i. Valor de Uso**

Este é o valor resultante da apreciação feita pelo detentor ou proprietário, tendo em consideração a sua utilidade para a satisfação das necessidades do mesmo. É, portanto, uma avaliação com uma elevada componente subjetiva e carácter pessoal, sendo muito difícil determiná-lo por métodos objetivos. Em contexto de avaliações para efeitos de expropriação este valor de uso não é objeto de avaliação.

**ii. Valor intrínseco**

Quando se estima o custo necessário para a construção de um bem semelhante ou igual ao que se avalia, acrescido do valor de mercado da parcela de terreno onde o bem está implantado, define-se o seu valor intrínseco. (Figueiredo, 2004)

Este valor está muitas vezes associado ao denominado “valor da terra nua”, no entanto a capacidade de um bem para possuir valor intrínseco resulta das características do próprio bem, como a água, o ar e a natureza ilimitada, sendo por isso muito difícil avaliar.

**iii. Valor de mercado**

O valor de mercado é o valor presumível para uma transação do bem num determinado momento, ou seja, é o preço que o mercado estará disposto a pagar por essa propriedade, à data atual através de uma negociação com prudência e sem coação.

É importante referir que este valor poderá não ser atingido se se verificarem: transações precipitadas e apressadas, transações comandadas por razões de natureza sentimental, (doença, divórcio, etc.) ou vendas restringidas a um só comprador ou a um grupo pequeno de compradores (Figueiredo, 2004).

Para se encontrar o verdadeiro valor de mercado é necessário entender os conceitos de “comprador/vendedor interessado”, como aquele que está motivado a comprar/vender sem ser forçado a tal e nem está ansioso por comprar/vender nem deseja comprar/vender por qualquer preço.

Pressupõe também que o comprador atuará de acordo com as realidades do mercado e que não pagará um preço superior ao que o mercado exige. A independência entre as partes envolvidas, comprador e vendedor, significa que não existem relações particulares ou especiais entre as mesmas (familiares, senhorio - arrendatário, outra) que possam estabelecer um nível de preço não característico do mercado (Domingues, 2009).

#### **iv. Valor de Troca, Valor de Venda e Valor Venal**

Nem sempre que se fala em valor é necessário existirem transferências monetárias, como é o caso valor de troca em que se assume uma forma de preço indireta, com base na relação segundo a qual dois ou mais bens comutam entre si. O valor de troca é medido pelo tempo de trabalho socialmente necessário, ou seja, o tempo padrão, para produzir uma mercadoria. Uma vez que nas propriedades fundiárias não existe mercadoria para se avaliar, já que o bem terra não é produto do trabalho humano, nestes casos utiliza-se a designação de valor de venda ou valor venal, que será a quantidade de numerário pela qual, em condições correntes, um prédio ou uma propriedade rústica pode ser trocada.

#### **v. Valor Atual e Valor Potencial**

Um bem pode alterar o seu valor consoante a sua utilização, sendo o valor atual o respeitante à sua utilização no momento da avaliação. No entanto, considerando as várias potencialidades de aproveitamento do bem, considerando uma melhor avaliação e consequente rentabilização, poderemos obter o seu valor potencial.

O Código das Expropriações (CE/99) determina que se considere não só o rendimento efetivo (atual) como o rendimento possível (potencial) na determinação do valor do bem.

#### **vi. Valor de Rendimento ou Locativo**

Quando se faz referência ao valor que resulta da capitalização a uma taxa conveniente, dos rendimentos líquidos médios proporcionados (em geral, anualmente) pela propriedade, fala-se do valor de rendimento, também conhecido como valor locativo ou de exploração. Este valor pode também ser chamado de rendimento fundiário segundo (Figueiredo 2004). (Figueiredo, Ruy (2004) (Manual de avaliação imobiliária, Lisboa Vislis Editores)

### **vii. Valor de Garantia e Valor Hipotecário**

É também frequente ouvir-se os termos Valor de Garantia e Valor Hipotecário, que se referem ao valor atribuído a um imóvel, por uma instituição de crédito. Este valor é calculado por forma a garantir que em qualquer altura, em caso de incumprimento, a entidade financiadora possa ser ressarcida (Figueiredo, 2004).

### **viii. Valor Patrimonial Tributável e Valor Fiscal**

Quando se fala em valor, associado a efeitos fiscais, usam-se os termos Valor Patrimonial Tributável e Valor Fiscal. Este valor refere-se ao valor obtido com base em metodologias de cálculo definidas no atual Código do Imposto Municipal sobre Imóveis (CIMI) ao qual, aplicando-se uma adequada taxa em função da localização do bem e fixada pelo município, se pode determinar o IMI (Imposto Municipal sobre Imóveis) do imóvel.

No que concerne ao processo de avaliação imobiliária, os principais métodos utilizados são os seguintes:

#### **i. Método Comparativo**

Este é um método direto de avaliação do imóvel em avaliação, estimado através da comparação com os valores pelos quais foram transacionadas outras propriedades análogas, no mesmo mercado imobiliário, podendo também ser utilizados os valores de oferta. (Laia, 2000; Figueiredo, 2004; Costa, 2012) (Abrunhosa 2014).

É também designado por método de mercado e é atualmente o mais utilizado, sendo considerado, em muitos países, o que mais reflete o “pensamento do mercado imobiliário” representando o valor do bem num mercado livre, sujeito à lei da oferta e da procura, e considerando as imperfeições que o caracterizam (Figueiredo, 2004).

#### **ii. Método do Custo**

Também designado por “método do investimento”, “método do custo de reprodução”, “método do custo de reposição” ou “método do custo de substituição” (Figueiredo, 2000b; Laia, 2000; Figueiredo, 2004), baseia-se na premissa de avaliar o custo da substituição ou reprodução integral da propriedade em avaliação, considerando o seu estado de obsolescência atual.

### **iii. Método do Rendimento**

É também designado por “método da capitalização do rendimento”, “método analítico”, “método indireto”, “método de exploração” ou “método da atualização” (Laia, 2000; Figueiredo, 2004). É um método adequado para a avaliação de propriedades que possam ou estejam a ser objeto de arrendamento (produzindo uma renda), ou que podem ou estejam a fornecer um determinado rendimento (através da sua exploração), usualmente periódico (Figueiredo, 2000c; 2004). Neste método indireto, estimam-se antecipadamente os rendimentos ou benefícios futuros inerentes à posse da propriedade (Costa, 2012), de acordo com a perspetiva financeira de que o valor de um ativo é proporcional à riqueza que este consiga gerar (Laia, 2000)

É inequívoca a utilidade do Cadastro Predial quando abordamos todos os conceitos anteriormente descritos e é premente o avanço no desenvolvimento e realização do cadastro em Portugal.

Um país define-se pela sua soberania, pela sua comunidade e pelo seu território. Um país que não conhece nem domina o seu território fragiliza-se e não se consegue gerir a si próprio. O território deve ser considerado como uma fonte de riqueza, sendo por isso importantíssima a gestão da sua principal fonte de informação: o Cadastro Predial.

De acordo com a Declaração de Bathurst, subscrita, em 1999 pelas nações unidas, os aspetos prioritários no reforço das políticas de gestão do território são (APDSI, 2011):

- i. As relações futuras entre as pessoas e a propriedade;
- ii. O papel da propriedade no desenvolvimento sustentável;
- iii. As políticas de gestão do alimento, da água e da propriedade;
- iv. Os sistemas de administração da propriedade;
- v. A interação entre mercados, registo de propriedades e planeamento espacial;
- vi. A reengenharia dos sistemas de gestão do território.

É importante que o avanço no desenvolvimento e realização do cadastro em Portugal, já abordada em diversas iniciativas anteriormente, tenha uma tendência crescente na sua implementação nos próximos anos. É desde há muito reconhecida esta importância, mas é urgente operacionalizar a sua completa implementação uma vez que, efetivamente, Portugal ainda não dispõe de cadastro rural completo. Este atraso na gestão do território não se deve à ausência de competências técnicas nem tecnológicas, mas provavelmente a

uma questão de prioridades políticas sobre a criação de riqueza para o país e as dificuldades que a ele advêm.

No entanto, também no domínio fiscal, esta implementação de um sistema cadastral teria efeitos positivos para o estado, podendo aumentar as receitas fiscais, uma vez que existem manifestas discrepâncias entre o valor tributável e o valor de mercado, não apenas nos prédios urbanos, mas sobretudo nos prédios rústicos.

Como referido pela Associação para a promoção e desenvolvimento da sociedade da informação (APDSI) em 2011 “trata-se de fazer investimentos inteligentes e rentáveis em pessoas, processos e modelos organizacionais, capazes de permitir a sua desmaterialização e interoperabilidade. O projeto de cadastro único, da iniciativa do IGP, é de louvar”.

Neste processo, torna-se fundamental a distinção entre a posse e o uso do território sendo urgente a publicação de uma Lei dos Solos, indispensável para um bom Ordenamento do Território, por forma a:

- i. Maximizar o valor do território, especificando a sua arquitetura de suporte;
- ii. Separar o uso da posse do território;
- iii. Melhorar o processo de garantia da qualidade do cadastro geométrico;
- iv. Melhorar o processo de garantia da qualidade do modelo digital de terreno tridimensional;
- v. Registrar em nome do Estado os 15% a 35% que não têm “dono” - Conceito de Usucapião;
- vi. Tributar as mais-valias na passagem de uma propriedade de rural para urbana.
- vii. Garantir a interoperabilidade com o cartão do cidadão, com os cadastros urbanos das câmaras, com o ordenamento do território e com outras entidades da administração pública.
- viii. Melhorar o processo de garantia da qualidade dos múltiplos parcelários agrícolas e florestais, da carta administrativa oficial de Portugal; das bases geográfica de referenciação da informação, do sistema nacional de endereços e referenciação indireta, do sistema de apoio à reposição da legalidade na orla costeira, entre outros (APDSI, 2011)

O Estado deverá desempenhar um papel determinante no domínio da Informação geoespacial, estabelecendo uma estratégia nacional que, entre outras coisas, indique áreas

prioritárias de informação, assegure a compatibilidade dos dados, congregue e responsabilize todos os intervenientes, e evite a duplicação de investimentos na produção de informação geoespacial.

Esta implementação deverá centrar-se na disponibilização de informação útil sobre o território, de forma simples, estruturada e transversal a todas as áreas de atividade socioeconómica, implementando em tempo útil e de forma eficaz a diretiva europeia INSPIRE.

Em suma, a representação única do território e da propriedade dos prédios urbanos e rústicos será um fator determinante para o aumento da base tributária e para o aumento das receitas fiscais do país, contribuindo de forma significativa para a redução do défice e para o desenvolvimento económico e sustentado do país.

Tal como foi sendo abordado, são inúmeros os benefícios para Portugal na implementação de um sistema de Cadastro predial, devendo ser encarado como um objetivo estratégico que contribui para o aumento da competitividade de Portugal (APDSI, 2011)

## **2.2- O DESENVOLVIMENTO DE ORTOCARTOGRAFIA DE APOIO À ELABORAÇÃO DE CADASTRO**

### **2.2.1- O PLANEAMENTO E REALIZAÇÃO DOS VOOS**

A fotogrametria é a ciência e tecnologia de se restituir o espaço tridimensional, ou parte do mesmo (espaço-objeto) a partir de imagens bidimensionais, advindas da gravação de padrões de ondas eletromagnéticas (espaço-imagem), sem contacto físico direto com o objeto ou alvo de interesse. (Brito e Coelho 2002 e Medeiros *et al* 2007). Pode ser definida como arte, ciência e tecnologia que baseado no registo, medição e interpretação de fotografias, obtém informação geométrica e semântica confiável sobre os objetos fotografados.

Consoante o posicionamento do sensor, pode-se definir: (Brito e Coelho, 2002; Tommaselli et al.,1999; Duarte, 2004).

- i. Fotogrametria terrestre: são utilizadas fotografias obtidas de estações fixas e de posições determinadas sobre o terreno, com o eixo ótico da câmara próximo da horizontal ou oblíquo;
- ii. Fotogrametria aérea (ou aerofotogrametria): está relacionada com a geomática, na qual as fotografias do terreno são captadas por uma câmara de precisão acoplada a uma plataforma aérea, com o eixo ótico da câmara na vertical
- iii. Fotogrametria orbital: começa a ter crescente utilização e envolve o processamento de imagens de satélite de alta resolução.

O método atualmente mais utilizado para aquisição de geoinformação, para a produção de cartas topográficas de raiz e para a sua atualização é a fotogrametria aérea, sendo desde há décadas um método fundamental na produção cartográfica.

A fotogrametria tornou-se numa das técnicas de aquisição de dados para um sistema de informação geográfica (SIG). Inicialmente aplicava-se a fotogrametria analógica e a fotogrametria analítica até que, nos anos 80, surge a fotogrametria digital, tendo como grande inovação a utilização de imagens digitais como fonte primária de dados (Brito e Coelho 2002). Resumindo, a fotogrametria digital nasce a partir do momento em que a entrada de dados passa a ser feita de modo digital, quer pela digitalização das fotografias quer diretamente por câmaras digitais.

No âmbito do trabalho elaborado nesta dissertação é importante analisar as possibilidades de aplicação da fotogrametria aérea na construção de mosaicos para elaboração de cadastro predial e salientar a versatilidade que a fotografia aérea demonstra nesta área.

Um trabalho de fotogrametria desenvolve-se em duas fases:

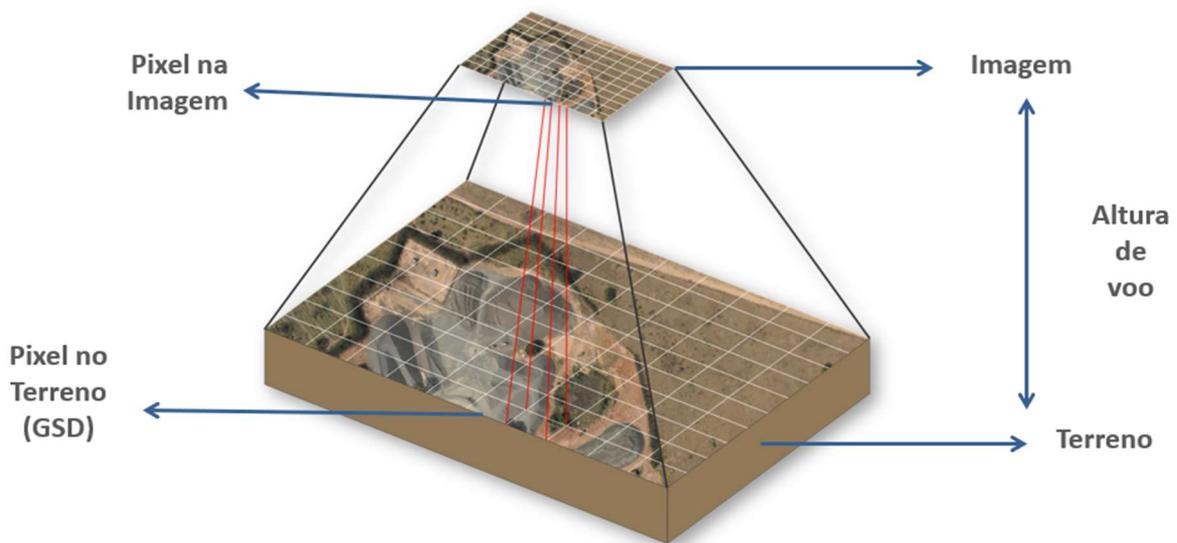
- i. Fase de campo: são tiradas as fotografias do objeto em causa e, opcionalmente, registadas as coordenadas do centro de perspetiva (posição da câmara) e dos pontos de controlo, que podem ser naturais ou artificiais (Santos, 2003), sendo considerados pontos artificiais os pontos obtidos através de marcas fiduciais coladas nos lugares pretendidos
- ii. Fase de gabinete: envolve desde o planeamento do voo até ao tratamento dos dados recolhidos em *softwares* específicos para este efeito (Matos, 2016).

A etapa de planeamento de um voo, com o objetivo de mapeamento aéreo, deve considerar vários fatores: altura do voo, a distância focal, tamanho da imagem, tamanho do pixel e Ground Sample Distance (GSD). Estes parâmetros serão inseridos no *software* do drone utilizado e poderão diferir entre fabricantes, que em alguns casos é realizado de forma praticamente automática.

Os parâmetros referidos podem ser classificados da seguinte forma: (<http://blog.droneng.com.br>)

- i. Pixel: vem do termo em inglês “*Picture Element*” e é a menor unidade de uma imagem digital e define a sua resolução e onde estão armazenados valores que irão formar a imagem. Em cada pixel da imagem é armazenado um valor ponderado de toda a energia refletida correspondente à sua área no terreno de acordo com o GSD utilizado.
- ii. GSD: é a representação do pixel no terreno, geralmente representado em centímetros, ou seja, é a porção do terreno que um pixel irá capturar. Como exemplo, para um GSD de 10cm, esta área no terreno terá um único valor armazenado num pixel. Quanto menor for o GSD, maior será a resolução da imagem, ou seja, melhor será a definição dos objetos.

Para melhor explicar a relação entre a imagem/pixel e o terreno/GSD, pode-se ver a sua representação gráfica na imagem seguinte (Figura 2).



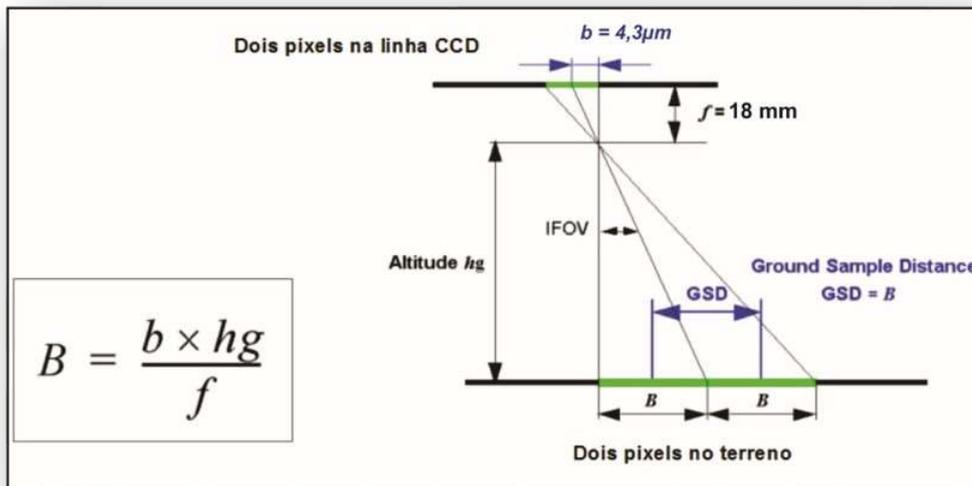
**Figura 2:** Relação entre a imagem/pixel e o terreno/GSD. (Fonte:<http://blog.droneng.com.br>)

- iii. Distância focal: está diretamente relacionada com a lente que se utiliza e é geralmente representada em milímetros. É importante o uso de uma lente de focagem fixa para evitar variações nos valores do GSD.
- iv. Altura de voo: Definidas as variáveis anteriores é possível, através de uma equação, definir-se qual a altitude a que se deve sobrevoar para garantir o GSD planejado.

Com base nos parâmetros definidos anteriormente pode-se realizar o cálculo do tamanho do pixel e da altura do voo da seguinte forma:

- i. Cálculo do tamanho do pixel: de acordo com o modelo da câmara são necessárias duas informações básicas fornecidas pelo fabricante: o tamanho do sensor e o tamanho da imagem gerada pelo sensor. Para o cálculo do tamanho do pixel, divide-se o tamanho do sensor pelo número de pixels, tendo em consideração que o tamanho do pixel deverá ser quadrado.

- ii. Cálculo da altura de voo: A imagem seguinte representa dois pixéis no sensor *Charge-Coupled Device* (CCD) que estão representados pela letra “b”, que estão representados no terreno (GSD) através da letra “B”, a distância focal (lente) com a letra “f” e altitude de voo representada pelas letras “hg”.



**Figura 3:** Imagem representativa para o cálculo da altura de voo.

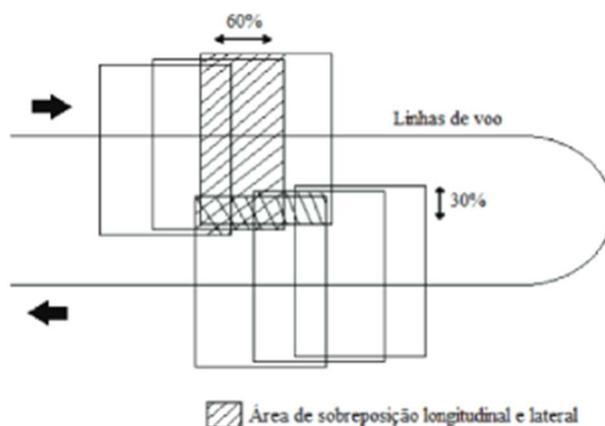
(Fonte: <http://blog.droneng.com.br>)

Desta forma, conclui-se que a altitude de voo (hg) pode ser representada através da seguinte fórmula:

$$hg = \frac{B \times f}{b}$$

A escolha dos recursos adequados para efetuar o aerolevante, constituem o plano de voo, onde consta o mapa de voo e todas as especificações que irão orientar a equipa durante a cobertura aérea. É importante considerar elementos básicos como a altitude de voo acima de uma determinada superfície de referência, geralmente a do nível do mar, a distância entre duas fotos adquiridas sucessivamente e o espaçamento no terreno entre linhas de voo. Outra condição importante é a sobreposição das imagens, sendo fundamental a obtenção de, no mínimo, duas fotografias e que sejam adquiridas de ângulos diferentes (Gonçalves e Mitishita, 2013).

De acordo com Brito e Coelho (2002), as linhas de voo são planeadas com uma área de sobreposição longitudinal de pelo menos 60% entre fotografias, enquanto, a área de sobreposição lateral deve ser, no mínimo, de 30%, com o propósito de viabilizar a visão estereoscópica e possibilitar maiores precisões na restituição tridimensional do espaço-objeto, conforme representado na figura seguinte (Figura 4).



**Figura 4:** Bloco formado pelas linhas de voo e a sobreposição longitudinal e lateral (fonte Tommaselli, 2019).

### 2.2.2- A CONSTRUÇÃO DE MOSAICOS E ORTORRETIFICAÇÃO

O produto cartográfico que resulta da junção de várias imagens adquiridas durante um voo por um drone é designada mosaico de ortofotos. São várias as possíveis utilizações dos mosaicos de ortofotos, nas mais diversas áreas, sendo um dos produtos mais requisitados na utilização de drones em fotogrametria.

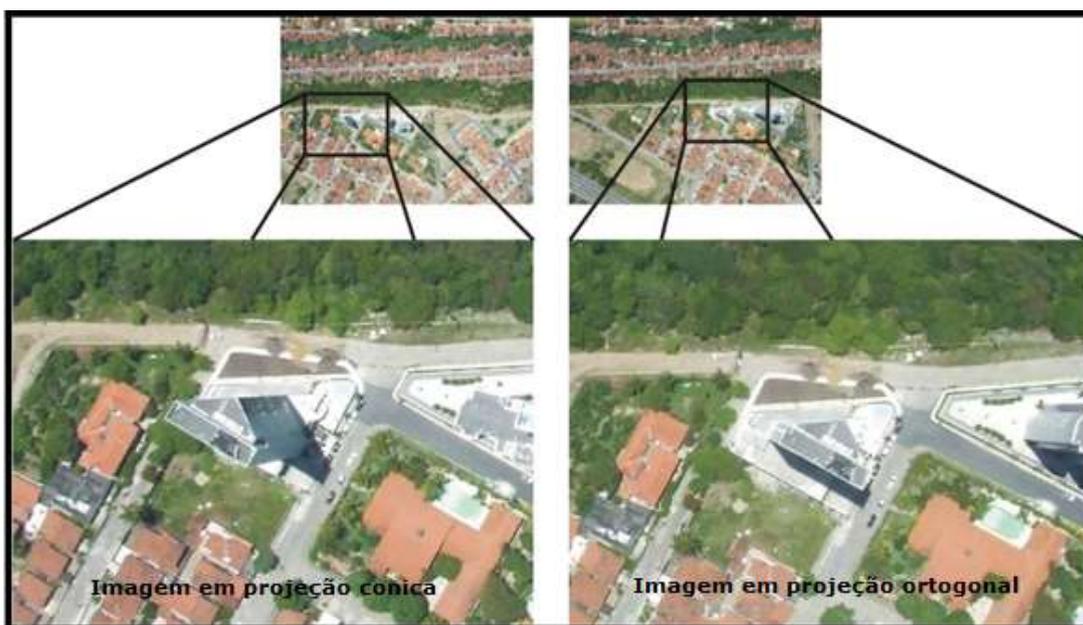
#### **Ortofoto**

Ortofoto é a fotografia corrigida de todas as deformações presentes na fotografia aérea, decorrentes da projeção cônica da fotografia (que dá à foto um aspecto distorcido, como se a imagem tivesse sido arrastada do centro para as bordas da foto) e das variações do relevo, que resultam em variação na escala dos objetos fotografados.

A ortofoto equivale geometricamente a um mapa onde todos os pontos se apresentam na mesma escala, podendo os seus elementos serem medidos e vetorizados com precisão. Tal como em outros mapas, é possível medir distâncias, posições, ângulos e áreas.

Para obter uma ortofoto é necessário converter a imagem original (fotografia aérea), de projeção cônica, numa projeção ortogonal, e corrigir as deformações do relevo. Para tal é necessário que a imagem seja digitalizada, que haja pontos de controlo para orientação e um modelo digital do terreno. (<https://mundogeo.com>)

Imagens ortorretificadas de fotografias aéreas são, frequentemente denominadas de ortofotos. Na imagem seguinte pode-se verificar uma comparação entre imagens na projeção cônica e ortogonal.

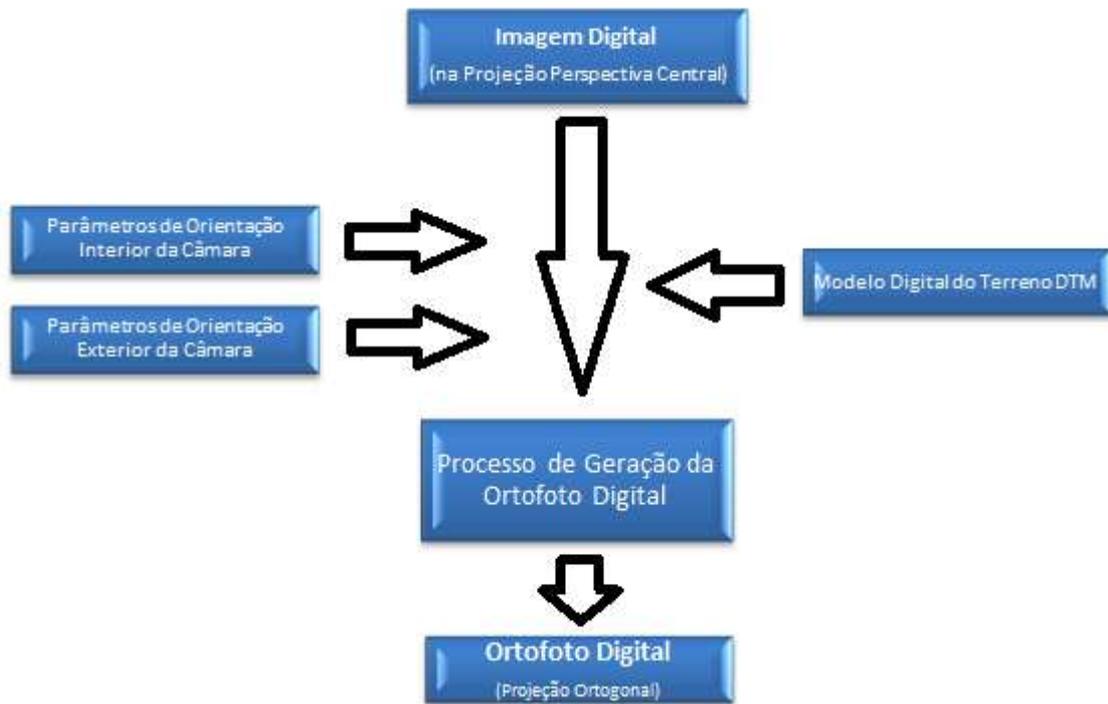


**Figura 5:** Comparação entre imagens na projeção cônica e ortogonal -Fonte: <http://andersonmedeiros.com/grass-na-ortorretificacao-de-fotografias-aereas/>

### **Ortorretificação**

O princípio básico para a construção de uma ortofoto consiste na transferência dos tons de cinza de uma imagem digital, para uma imagem de saída (ortofoto), onde as feições são projetadas ortogonalmente, com escala constante, não apresentando os deslocamentos devidos ao relevo e à inclinação da câmara.

Para se obter uma ortofoto é necessário realizar o processamento, conforme se pode verificar na figura 6. Nesta etapa, além das imagens, é necessário informar os parâmetros de orientação interior da câmara e os parâmetros de orientação externa de cada imagem usada no processo e do modelo digital de terreno (MDT).



**Figura 6:** Fluxograma que mostra os dados de entrada e saída, na obtenção da ortofoto digital (Fonte: <https://blog.droneng.com.br>)

### **Parâmetros de Orientação Internos (POI)**

Os POI são dados que permitem a recuperação da posição da fotografia em relação à câmara, ou seja, dados que permitem a reconstrução do feixe perspectivo que gerou as fotografias. São constituídos pela distância focal ( $f$ ), coordenadas do ponto principal ( $X_0, Y_0$ ), coeficientes da distorção radial simétrica ( $k_1, k_2, k_3$ ) e coeficientes da distorção descentrada ( $P_1, P_2$ ). Esses dados são geralmente disponibilizados no certificado de calibração da câmara.

## Parâmetros de Orientação Externos (POE)

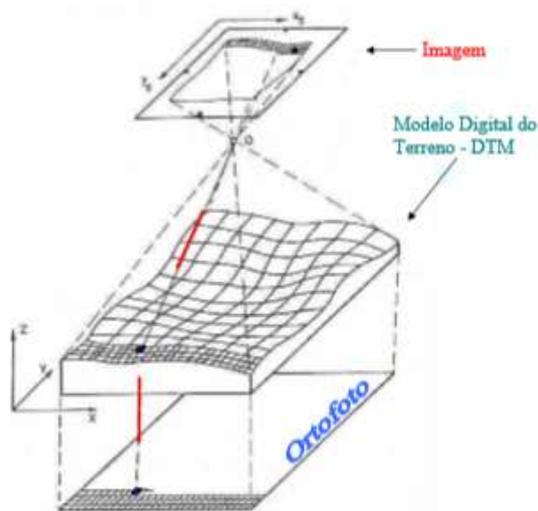
Os POE são dados que permitem a reconstrução da posição e atitude de cada fotografia em relação a um referencial terrestre, geralmente o mesmo referencial sobre o qual se pretende realizar o levantamento fotogramétrico.

Estes dados, quer os POI quer os POE, são de extrema importância para o processo de ortorretificação, pois permitem corrigir erros decorrentes do instante de aquisição das imagens, que influenciam diretamente a qualidade geométrica da ortofoto.

## Modelo Digital do Terreno (MDT)

Segundo Burrough (1986), um MDT é uma representação matemática da distribuição espacial da característica de um fenómeno vinculada a uma superfície real. A superfície é em geral contínua e o fenómeno que representa pode ser variado.

O MDT é usado no processo de ortorretificação para determinar a posição do objeto em relação ao terreno e assim corrigir as distorções decorrentes da variação do terreno (Figura 7).



**Figura 7:** Ilustração do Processor de Ortorectificação  
(Fonte: <https://blog.droneng.com.br>)

## **Mosaico de Ortofotos**

Um mosaico de ortofotos é um produto gerado no processamento de várias ortofotos. O processo de construção de mosaicos é realizado através da procura de pontos homólogos entre duas ou mais imagens sobrepostas entre si, sendo também realizada a correção radiométrica das cores para que não ocorram descontinuidades entre elas.



**Figura 8:** Mosaico formado por 41 imagens

Fonte: <https://blog.droneng.com.br>

## **Vantagens e Desvantagens**

A utilização de mosaicos de ortofotos apresenta como vantagens a possibilidade de realizar medições diretas de distâncias, áreas e ângulos, pois possuem uma escala constante e uma grande quantidade de informações que facilita a interpretação dos dados.

Além disso, o processo de elaboração é mais rápido em comparação com uma carta topográfica apresentando todos os dados cartográficos da mesma.

Por outro lado, a questão do sombreamento, que pode ocasionar perda de informação, é uma das desvantagens deste procedimento. Para minimizar esta situação, é recomendável a realização de voos durante a janela de voo (entre as 10 horas e 14 horas), onde o sol está mais alto e a área de sombreamento é menor. Além disso, questões meteorológicas como chuvas e vento, zonas de interdição de voo, terrenos florestais não limpos que impedem a realização dos trabalhos, invisibilidade aérea da geometria do terreno por falta de marcação e culturas semelhantes dos terrenos vizinhos são mais algumas desvantagens da utilização de mosaico de ortofotos no cadastro de propriedades.

Em suma, são assim múltiplas as suas utilizações, sendo crescente a sua procura, principalmente em áreas que exigem um maior planeamento e acompanhamento, nomeadamente projetos de estradas ou mapeamento de corredor, atualização da base cartográfica para projetos de cadastro multifuncional, georreferenciação, projetos de irrigação, projetos geofísicos, projetos de oleodutos, entre outros.

Relativamente à área de interesse nesta dissertação, a sua aplicação em propriedades rústicas, agrícolas e florestais, tem vindo a obter cada vez maior relevância, devido à facilidade de sobrevoar estas áreas para elaboração dos respetivos mosaicos de ortofotos.

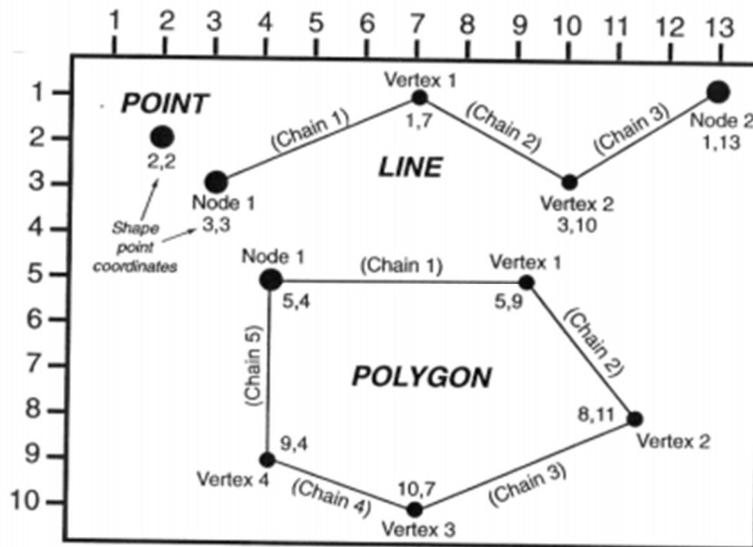
### **2.2.3- A VETORIZAÇÃO DOS LIMITES DE PROPRIEDADE E ELEMENTOS ASSOCIADOS**

O dado Vetorial constitui uma forma de representar elementos do mundo real dentro do ambiente SIG. Cada um dos elementos de uma paisagem (um elemento pode ser algo visível na paisagem) podem ser representados numa aplicação. Estes elementos vetoriais possuem atributos, que consistem em texto ou informação numérica que os descrevem. (<https://docs.qgis.org/>)

As representações vetoriais têm em comum o facto de que os domínios espaciais são representados por conjuntos de traços, deslocamentos ou vetores, adequadamente referenciados (Rodrigues 1990). Um elemento vetorial tem sua forma representada usando uma geometria, que é constituída por um ou mais vértices interligados. Um vértice descreve uma posição no espaço utilizando um X, Y e opcionalmente um eixo Z.

Geometrias que possuem vértices com um eixo “Z” são muitas vezes referidas como 2.5D, uma vez que descrevem a altura ou a profundidade em cada vértice.

Os conceitos de ponto, linha e polígono, na representação vetorial, estão representados na figura 9.



**Figura 9:** Representação dos elementos primários do modelo vetorial: Pontos linhas e polígonos. (Fonte <https://docs.ufpr.br>; Davis, B. E)

### **i. Representação Vetorial: Ponto**

Na representação vetorial, o ponto é geralmente utilizado na representação de objetos de pequenas dimensões, usando um par de coordenadas simples para representar a localização de uma entidade. O tamanho ou a dimensão da entidade pode não ser uma informação importante, interessando apenas a sua localização pontual.

Como exemplo, podem-se referir objetos ou prédios que podem ser representados na base espacial por um ponto e ter armazenados atributos como a área, o proprietário, tipo de uso, valor venal etc.

### **ii. Representação vetorial: Linha**

As linhas são definidas como um conjunto ordenado de pontos interligados por um segmento de reta (polígono aberto), em que o ponto inicial e o final são denominados nós e os pontos intermediários de vértices. É utilizada na representação de entidades cuja

largura não convém ser expressa graficamente, como por exemplo estradas, cursos de água, redes de saneamento, entre outros.

### **iii. Representação vetorial: Polígono**

Os polígonos são usados para representar áreas e são definidos por um conjunto ordenado de pontos interligados, onde o primeiro e o último ponto coincidem, e que podem ter outros atributos associados, nomeadamente, área, perímetro, uso e ocupação do solo.

Após a apresentação destes conceitos, descrevem-se em seguida os tipos de dados que podem ser representados por estruturas vetoriais, designadamente:

#### **i. Mapas temáticos:**

Estes mapas contêm regiões geograficamente definidas por um ou mais polígonos, como os cartografados em mapas de uso do solo e de vegetação. As informações qualitativas de um tema podem ser obtidas a partir de levantamentos de campo, posteriormente inseridos no sistema por digitalização, ou a partir da classificação automática de imagens. Está associado a uma categoria do modelo temático, onde o processo de modelação espacial é definido por geocampos, representados por áreas homogêneas com limites definidos (polígonos). Cada área de um geocampo está associada a um, e somente um, valor de variável espacial representada, ou seja, no exemplo de um mapa de solo, cada posição do espaço está associada a um tipo específico de solo.

#### **ii. Mapa Cadastral:**

O mapa cadastral distingue-se de um mapa temático por não possuir temas e considerar os seus elementos como objetos geográficos que possuem atributos e podem estar representados em vários mapas de diferentes escalas e projeções. As representações de dados, tal como no mapa temático, apresentam-se frequentemente na forma vetorial, utilizando a topologia arco-nó-polígono para armazenamento dos dados. (<http://www.dpi.inpe.br>)



**Figura 10** – Exemplo de vectorização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica (Fonte: Joaquim Costa 2019)

#### 2.2.4- A PRODUÇÃO DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E O SISTEMA DE CADASTRO SIMPLIFICADO

O conceito de informação geográfica não se limita à informação cartográfica. Deverá ser entendido num sentido lato que engloba todo o tipo de dados diretamente materializáveis sobre a representação cartográfica e suscetíveis de análise espacial (Julião, 1999).

Os sistemas de informação geográfica desempenham um papel fundamental no apoio à elaboração de sistemas de informação cadastral, sendo mesmo uma das tecnologias com mais projeção e desenvolvimento da atualidade. Nestes modelos podem-se integrar várias informações disponíveis sobre um assunto tendo por base um campo comum a todos as variáveis: a sua a localização geográfica.

Este sistema é constituído por hardware, software e procedimentos, construído para suportar a aquisição, gestão, manipulação, análise, modelação e visualização de informação referenciada no espaço, com o objetivo de resolver problemas complexos de planeamento e gestão que envolvem a realização de operações espaciais (Goodchild., 1997).

No que concerne à gestão cadastral, abordada neste trabalho, os sistemas de informação geográfica (SIG) apresentam-se como uma ferramenta para a integração e classificação de dados espaciais de diferentes naturezas, favorecendo um melhor planeamento e gestão deste processo. As suas vantagens fazem com que seja já bastante utilizado em Portugal, principalmente para:

- i. Recolher informação de forma direta no terreno através de Global Positioning System (GPS) e para realizar levantamentos topográficos;
- ii. Georreferenciar, vetorizar e integrar a geoinformação (delimitação de áreas para implementação de projetos, delimitação de propriedades, colocação de marcos, levantamento de áreas arduas, infraestruturas, entre outras);
- iii. Agregar toda a informação dos proprietários fundiários de uma forma integrada e intuitiva para consulta e visualização - criação e manipulação de bases de dados geográficos;
- iv. Executar cartografia temática variada.
- v. Realizar estudos de deteção remota com recurso a ortofotomapas e imagens de satélite;
- vi. Efetuar fotointerpretação;
- vii. Modelar o território em 3D;
- viii. Otimizar parcelários (Gonçalves 2015)

### Componentes de um SIG

Para a utilização de um SIG, existe uma estrutura de componentes, e uma relação fundamental entre eles, sem os quais o sistema não funcionaria que se encontra descrita na figura 11 (Ernesto, 2015).



**Figura 11:** Conexão dos Componentes básicos do SIG. (Fonte: <http://geoinfoprojecto.blogspot.com>, 2012).

No contexto da gestão cadastral, existe em Portugal o Sistema Nacional de Informação Cadastral (SNIC) que visa:

- i. Identificar os prédios que integram a Carta Cadastral, seja os que se encontram em regime de Cadastro Predial, seja os que, até 31 de dezembro de 2022, se encontram em regime de cadastro geométrico da propriedade rústica, bem como os prédios ao abrigo do regime jurídico da Informação Cadastral Simplificada;
- ii. Promover o conhecimento da estrutura fundiária do território coberto com prédios cadastrados e o conhecimento sobre a propriedade do solo;
- iii. Assegurar o acesso generalizado à informação cadastral pela Administração Pública, pelos cidadãos e pessoas coletivas, empresariais ou não, e disponibilizá-la no Balcão Único de Prédio (BUPi);
- iv. Potenciar a correspondência e harmonização da informação relativa aos prédios cadastrados com a informação constante das bases de dados das descrições prediais do IRN,I.P. e das bases de dados que contêm as inscrições matriciais da AT. (<https://www.dgterritorio.gov.pt>)

Para a concretização destes objetivos é fundamental que a produção de informação geográfica e o sistema de cadastro simplificado estejam interligados, uma vez que para a correta e exata elaboração do cadastro simplificado é necessário recorrer à tecnologia de SIG para conhecer melhor o território, os limites de propriedade e os seus proprietários.

### **3- METODOLOGIA**

#### **3.1 – DESENVOLVIMENTO DE ORTOCARTOGRAFIA DE APOIO À ELABORAÇÃO DE CADASTRO**

Neste trabalho, foram cadastrados 3 terrenos agrícolas, designados de prédio 1, prédio 2 e prédio 3, utilizando diferentes metodologias.

No que concerne ao prédio 1, o cadastro foi realizado através de levantamento por drone, cujos resultados foram depois comparados com o levantamento por avião, disponível nas imagens deste terreno no IFAP no ano de 2018. O prédio 2 foi cadastrado através do método tradicional, utilizando o recetor GNSS nos limites (vértices) do terreno, enquanto o prédio 3 foi desenhado apenas através das imagens do IFAP de 2018.

##### **3.1.1 – O planeamento e realização do voo**

O planeamento do voo foi realizado através do software *DJI Pilot* para *Android*. Neste programa pode-se parametrizar todos os valores necessários para um voo aéreo autónomo, perfazendo as necessidades para a obtenção de um resultado final esperado.

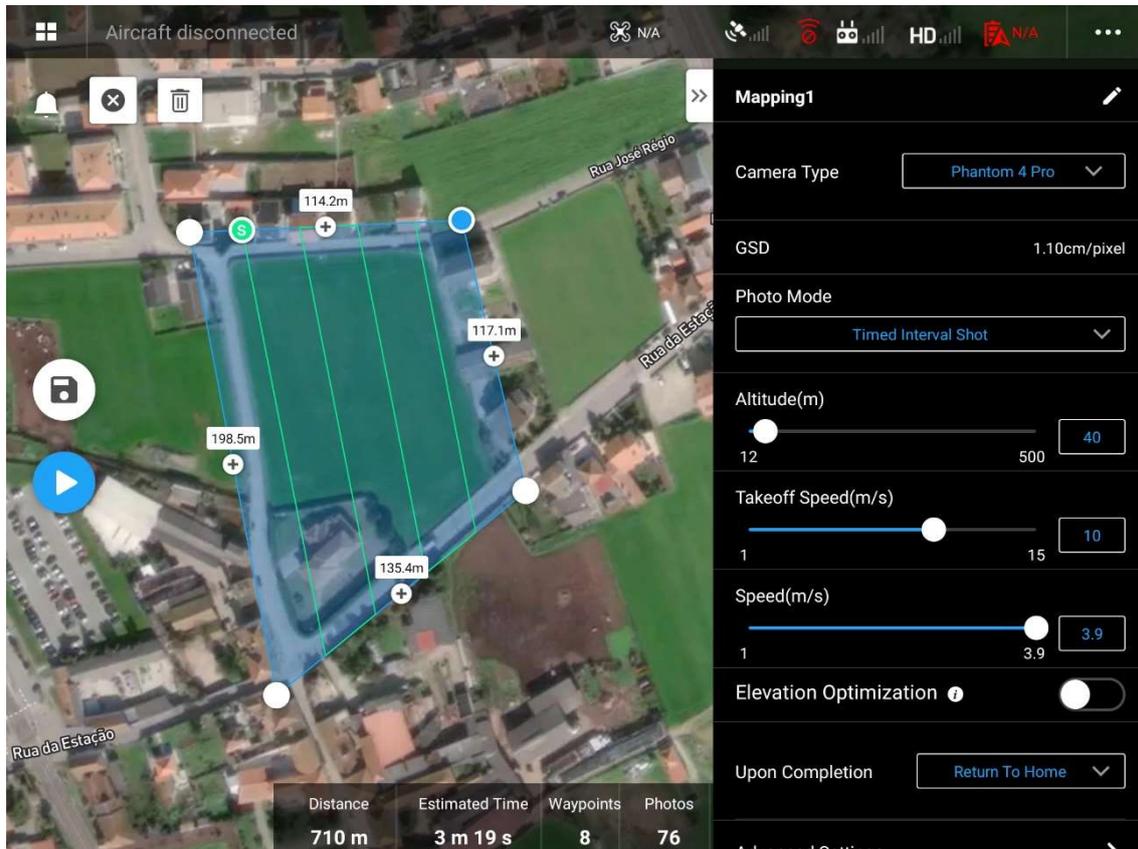
Inicialmente, deve-se desenhar o polígono de voo no programa, dentro do qual se pretende captar imagens. No desenho do polígono deve-se deixar uma área de segurança lateral e longitudinal de modo a ter a certeza que se abrange toda a área pretendida. Assim, no prédio 1, para uma área em estudo de 1 hectare foram sobrevoados 1,8 hectares.

O programa planeou um voo de 710 metros lineares num tempo de 2 minutos e 19 segundos com 8 waypoints, a uma velocidade de 3,9m/s e programou a captação de 76 fotos.

A altitude programada foi de 40 metros, devido à proximidade dos terrenos analisados ao aeroporto Sá Carneiro, e as sobreposições laterais e longitudinais das imagens foram de 60% e 75%, respetivamente. A sobreposição utilizada foi superior à referida na literatura devido à baixa altitude de voo, no sentido de viabilizar uma melhor visão estereoscópica.

O drone utilizado foi o Phantom 4Pro com um peso de 1388g acoplado por uma câmara de sensor de 20 megapixel e uma lente com as seguintes especificações: FOV 84° 8.8mm/24mm (35mm format equivalent) f/2.8 - f/11 auto focus at 1m - ∞. O GSD foi de 1.10cm/pixel.

Na figura 12 observa-se o *display* do programa *DJI Pilot* para *Android* e os parâmetros do plano de voo para o prédio número 1.



**Figura 12:** Exemplo do plano de voo através do programa *DJI Pilot* para *Android*.

Saliente-se que, antes de se iniciar o voo, foi necessário fazer o planeamento do apoio de campo. Para um determinado polígono, que inclui a área onde se pretende efetuar o levantamento, é necessário recolher coordenadas com um recetor GNSS de alta precisão para a obtenção de pontos de controlo e pontos de verificação. O recetor GNSS utilizado neste estudo foi o SP60 da Spectra Precision com 240 canais GNSS. Os referidos pontos de controlo servem para fazer a orientação absoluta do processamento fotogramétrico, e os pontos de verificação servirão para aferir a qualidade posicional e altimétrica dos produtos finais. Para os terrenos em estudo, os pontos foram marcados no perímetro do terreno com spray de cor branca ou através dos centros de tampas de saneamento situadas à volta do terreno, tendo sido marcados 8 pontos de controlo para este efeito.

Na figura 13 é possível observar os instrumentos utilizados no trabalho de campo para este estudo.



**Figura 13:** GPS SP60 e drone Phantom 4Pro utilizados no trabalho de campo.

No terreno designado como prédio 2, onde não foi realizado voo, foi utilizado o mesmo recetor GNSS SP60 para marcar os vértices do terreno. Como o terreno tem uma geometria retangular foram marcados 4 pontos que formam um polígono coincidente com as extremas.

Como referido, e para cumprir um dos objetivos deste trabalho, mais especificamente a elaboração de cadastro em prédios rústicos e a comparação entre os métodos utilizados, foram utilizadas as imagens aéreas obtidas do IFAP e relativas ao ano de 2018.

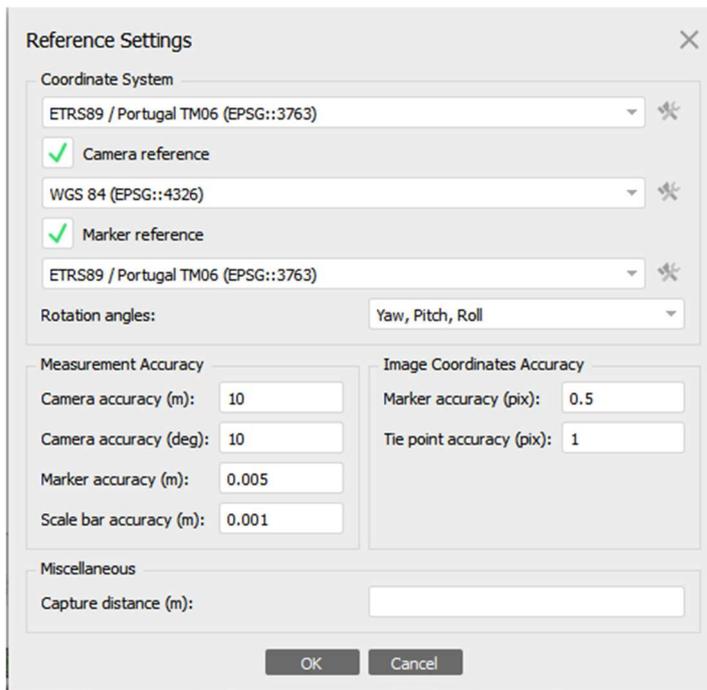
### **3.1.2 – A Construção de mosaicos e ortorectificação**

O software fotogramétrico, para a construção de mosaicos e ortorectificação utilizado foi o *Agisoft Metashape* que, apesar de ser um *software* pago, dispõe de 30 dias grátis para demonstração das suas qualidades. O software dispõe de 2 versões, uma Standard e outra Profissional, sendo que a utilizada foi a versão Profissional, mais dedicada à vertente da produção de informação geográfica. É um software de utilização intuitiva em todos os passos necessários para o tratamento das imagens e elaboração do projeto.

Deste modo, as fotos tiradas pela câmara a bordo do drone foram introduzidas no programa através do menu *Workflow* seguido de *add photos*. As fotografias do drone utilizado já têm uma posição aproximada da foto, proveniente do GNSS do drone e está no sistema de coordenadas global, WGS84. Assim, o sistema de coordenadas para o futuro modelo digital será o mesmo que o utilizado pelas posições da câmara.

De seguida, no botão *Settings*, seleccionou-se o sistema de coordenadas referente às imagens a trabalhar. Conforme a figura seguinte, existem 3 campos em que se deve ter o cuidado de definir o sistema de coordenadas:

- i. o primeiro define o sistema para o projeto, ou seja, os produtos serão apresentados nesse sistema de coordenadas;
- ii. o segundo define o sistema de coordenadas das fotografias, que, no caso de estudo apresentado, é o sistema de coordenadas WGS84;
- iii. o terceiro define o sistema de coordenadas dos pontos de controlo, que, para o local em estudo foio sistema nacional ETRS89–PTTM06.



**Figura 14:** Referencia das coordenadas a utilizar no programa *Agisoft Metashape*.

Após a definição do sistema de coordenadas, foi realizado o alinhamento das fotos no programa. Neste ponto o Metashape melhora a posição de cada fotografia, criando a orientação relativa para este conjunto de imagens e constrói uma nuvem de pontos inicial, com base nos pontos de ligação encontrados. Selecionando *Align Photos* a partir do menu *Workflow* inicia-se este processo que poderá ser moroso, dependendo da qualidade pretendida e do computador em que se processam os dados.

No passo seguinte introduziram-se os pontos de controlo que são usados para otimizar as posições e orientação das fotos permitindo melhores resultados no resultado final. Para este processo acionou-se o botão *Import* na barra de ferramentas do *Reference* e selecionou-se o ficheiro que continha a informação desejada.

Nesta fase é necessária a confirmação da localização de cada marcador (ponto de controlo) em cada foto e, caso seja necessário, refinar a sua posição com o objetivo de melhorar a precisão.

Passa-se então para a fase de otimização do alinhamento das fotos, com o objetivo de atingir uma maior precisão no cálculo dos parâmetros internos e externos da câmara e para corrigir possíveis distorções. Para isso, seguem-se os seguintes passos:

- i. barra de ferramentas do menu *Reference*;
- ii. desmarcar todas as fotos que deverão ser usadas no procedimento de otimização (não se pretende que a posição aproximada da câmara influencie o cálculo de parâmetros);
- iii. clica-se no botão *Optimize* (otimizar) na barra de ferramentas do *Reference*;
- iv. selecionam-se os parâmetros da câmara que se deseja otimizar (foram utilizadas as opções automáticas dadas pelo software).

Concluído este processo, obtém-se a Triangulação Aérea e pode-se analisar possíveis erros, confirmando o erro associado a cada um dos pontos de controlo. Considera-se que um erro global aceitável para os pontos de controlo será na ordem do tamanho do pixel.

A criação da Triangulação Aérea é um processo comum a todos os processamentos dentro do *Agisoft Metashape* e a partir deste ponto que podem-se gerar diferentes produtos, como por exemplo a criação de Nuvens de Pontos, Modelo 3D com textura, Modelo Digital de Superfície ou de Terreno e Ortofoto.

A partir deste momento, pode-se exportar a ortofoto recorrendo ao menu *File*, seguido de *Export*, *Export Orthomosaic* e selecionando a opção de tipo de ficheiro que se pretende. Neste caso, e como o interesse é poder usar os dados, por exemplo num sistema de informação geográfica, escolhe-se a primeira opção: formato TIFF.

Por último, o *Metashape* permite exportar um relatório do projeto, onde consta toda a informação do processo desenvolvido.

### **3.1.3 – A vetorização dos limites de propriedade e elementos associados**

Para desenvolver esta fase da dissertação recorreu-se a um outro programa. O programa selecionado foi o QGISv3.18, ou seja, a última versão de um software de sistemas de informação geográfica licenciado segundo a licença pública geral GNU. O QGIS é um

projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). É um programa que funciona em vários sistemas operativos e suporta inúmeros formatos de vetores, rasters, bases de dados e muitas funcionalidades.

De uma forma resumida, seleccionou-se o produto obtido no passo anterior, ou seja, a ortofoto, bem como os pontos adquiridos com o recetor GNSS e importou-se tudo para o QGIS. De seguida, e verificadas as coordenadas que aparecem no canto inferior esquerdo, neste caso ETRS89/Portugal TM06, procedeu-se à vectorização das propriedades.

Neste trabalho foram desenvolvidas três formas de vectorização tendo em conta a forma como as imagens e os pontos de coordenados foram conseguidos:

- i. No primeiro prédio, utilizou-se o produto obtido através do ponto anterior de forma a realizar o trabalho o mais completo possível. Foram obtidas imagens por drone e pontos de referência marcados no terreno com recurso a um recetor GNSS, de forma a obter a melhor imagem e precisão possível (prédio número 1).
- ii. No segundo prédio utilizaram-se apenas os pontos situados nos vértices do terreno obtidos com o recetor GNSS e a vectorização foi elaborada com a opção de *snapping* que faz parte do programa QGIS. Neste ponto considerou-se que foi utilizado o método convencional. (prédio número 2).
- iii. No terceiro terreno, foram apenas consideradas as imagens aéreas ORTOS 2018 RGB do IFAP para proceder à vectorização da propriedade (prédio número 3).

No que se refere ao prédio número 1, foi também realizada uma vectorização utilizando apenas as imagens do IFAP de modo a fazer uma comparação das áreas obtidas entre as diferentes metodologias de trabalho.

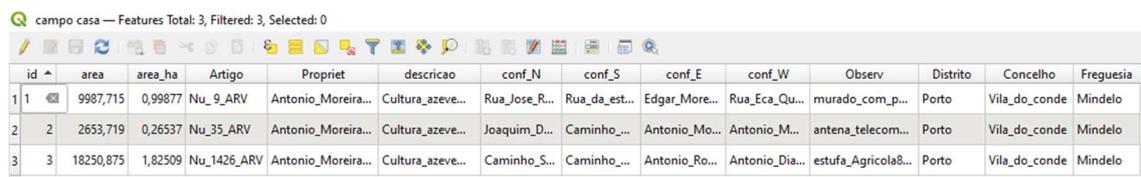
No final deste procedimento, obteve-se uma *shapefile multipolygon*, onde os 3 prédios estão vectorizados e demarcados.

### **3.1.4 – A produção de informação geográfica e o sistema de cadastro simplificado**

Nesta fase da dissertação, usou-se novamente o programa QGIS, para a produção de informação geográfica vetorial e conteúdos. Foi criada uma tabela de atributos, apresentada na figura 15, com diversos tipos de informação e foram também calculadas automaticamente as áreas de cada prédio pelo programa.

Para calcular a área recorreu-se à tabela de atributos da *shapefile*, criada anteriormente, neste caso denominada de campo casa. De seguida, em *Open Field Calculator* e seleccionou-se *Geometry* e *Área*, preencheu-se o output *field name* e seleccionou-se o output *field type* para *decimal number*. Seleccionou-se também a precisão de números e casas decimais em *Output field length*. Clicando em OK observou-se a área correspondente a cada prédio. Para acrescentar novos atributos dentro da tabela, seleccionou-se *new field* e escolheu-se o nome e o tipo de informação desejada, se é de texto ou numérica. No caso em estudo será de texto sendo também colocado o número de caracteres desejados. A informação atribuída cada prédio é a seguinte:

- i. Área m2;
- ii. Área hectares;
- iii. Artigo;
- iv. Proprietário;
- v. Descrição;
- vi. Confrontação norte;
- vii. Confrontação sul;
- viii. Confrontação este;
- ix. Confrontação oeste;
- x. Observações;
- xi. Distrito;
- xii. Concelho;
- xiii. Freguesia.



campo casa — Features Total: 3, Filtered: 3, Selected: 0

id	area	area_ha	Artigo	Propriet	descricao	conf_N	conf_S	conf_E	conf_W	Observ	Distrito	Concelho	Freguesia
1	9987,715	0,99877	Nu_9_ARV	Antonio_Moreira...	Cultura_azeve...	Rua_Jose_R...	Rua_da_est...	Edgar_More...	Rua_Eca_Qu...	murado_com_p...	Porto	Vila_do_conde	Mindelo
2	2653,719	0,26537	Nu_35_ARV	Antonio_Moreira...	Cultura_azeve...	Joaquim_D...	Caminho_...	Antonio_Mo...	Antonio_M...	antena_telecom...	Porto	Vila_do_conde	Mindelo
3	18250,875	1,82509	Nu_1426_ARV	Antonio_Moreira...	Cultura_azeve...	Caminho_S...	Caminho_...	Antonio_Ro...	Antonio_Dia...	estufa_Agricola8...	Porto	Vila_do_conde	Mindelo

**Figura 15:** Tabela de atributos dos 3 prédios em ambiente QGIS.

## 4- APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 – AS FOTOGRAFIAS AÉREAS

Como referido anteriormente, foram utilizadas fotografias captadas por drone apenas para o prédio número 1. Estas imagens podem-se sobrepor às imagens do IFAP 2018, captadas por avião, no programa QGIS. Na figura 16 observam-se algumas fotos como exemplo das 80 fotos captadas pelo drone. Pode-se observar como se realizam os acertos das imagens capturadas em relação aos pontos de controlo marcados com o recetor GNSS no local, que neste caso foram marcados nos centros de tampas de saneamento. A retificação geoespacial foi realizada no programa Agisoft Metashape.



**Figura 16:** Imagens capturadas pelo drone com retificação geoespacial.

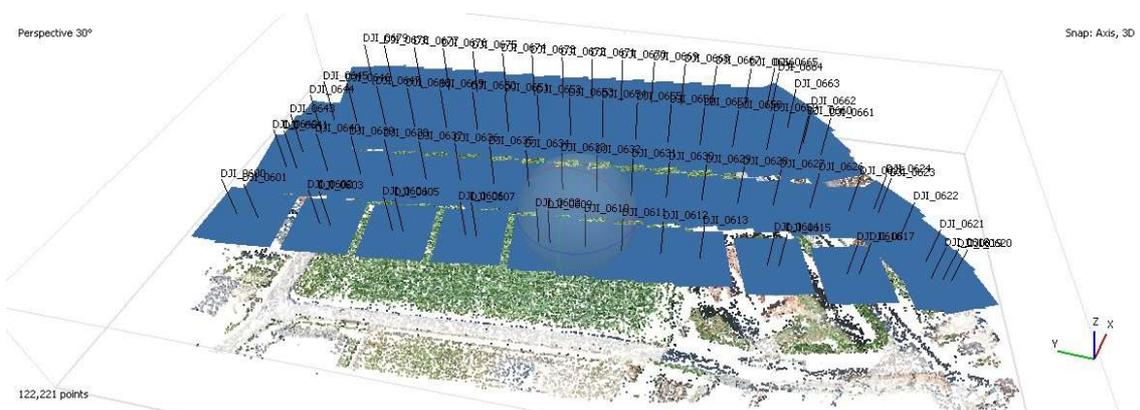
Na figura seguinte pode-se observar os 3 prédios em estudo em ambiente QGIS com base nos ortos IFAP 2018 e desenho dos polígonos.



**Figura 17:** Imagem representativa dos três prédios utilizados para o estudo, em ambiente QGIS.

#### 4.2 – OS ORTOFOTOMAPAS

Após um processo de trabalho do *Agisoft Metashape* profissional e passando por várias etapas de desenvolvimento, conforme se observa nas figuras seguintes, conseguiu-se criar um mosaico de ortofotos.



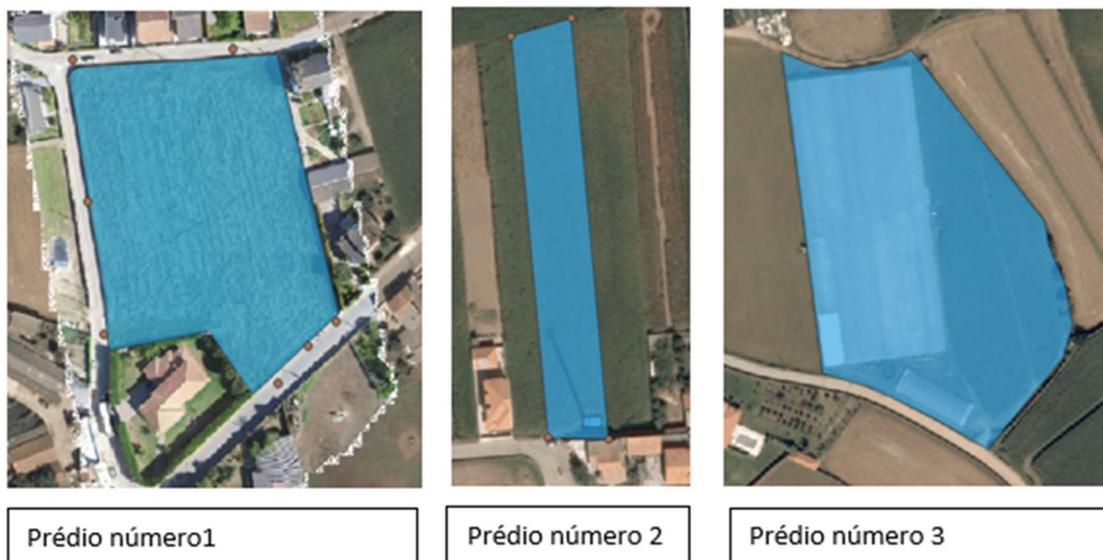
**Figura 18:** Processamento do ortomosaico no programa *Agisoft Metashape*.



**Figura 19:** Mosaico de ortofotos final relativo ao prédio número um.

#### 4.3 – A ORTOCARTOGRAFIA E AS PARCELAS

Como se pode observar nas imagens, foram digitalizados, através do software QGIS, polígonos nos três prédios em estudo. Como referido anteriormente, todos foram desenhados tendo por base diferentes metodologias:



**FIGURA 20:** Prédios em estudo.

- i. **Prédio número 1:** Através da sobreposição do mosaico de ortofotos sobre as imagens aéreas do IFAP, tendo por base pontos de verificação obtidos com o recetor GNSS no terreno, foi desenhado um polígono preciso do prédio.
- ii. **Prédio número 2:** Através de 4 pontos coordenados com o recetor GNSS nos limites (vértices) do terreno, e tendo em conta a sua morfologia, foi desenhado o polígono correspondente. Foi utilizada a ferramenta *snapping* do software QGIS para garantir que todas as linhas se conectavam perfeitamente.
- iii. **Prédio número 3:** Foi desenhado apenas através das imagens do IFAP, a uma escala de 1:416 e, tendo em conta a morfologia do terreno e uma menor precisão da imagem, é mais morosa a elaboração deste polígono.

#### 4.4 – OS DADOS ASSOCIADOS ÀS PARCELAS

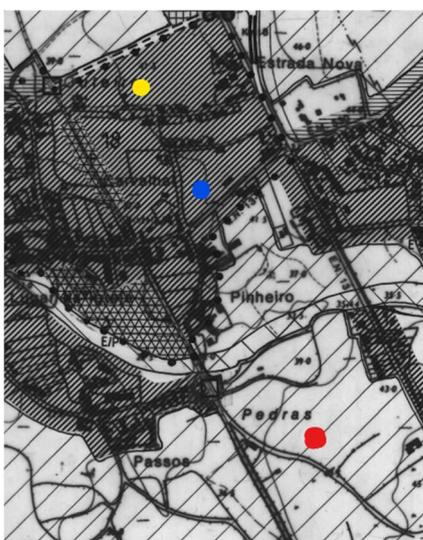
Associado a cada parcela é importante verificar todos os dados existentes na sua caderneta predial, os quais estão descritos na tabela 4.

	<b>Prédio número 1</b>	<b>Prédio número 2</b>	<b>Prédio número 3</b>
Localização (distrito, concelho, freguesia)	Porto, Vila do Conde, Mindelo.	Porto, Vila do Conde, Mindelo.	Porto, Vila do Conde, Mindelo.
Artigo Matricial	Número 9 ARV	Número 35 ARV	Número 1426 ARV
Confrontações Norte	Rua José Régio	Joaquim D. D. Maia	Caminho de servidão
Confrontações Sul	Rua da Estação	Caminho de servidão	Caminho e outro
Confrontações Nascente	Rua Edgar M. Forte	António M. Novais	António R. da Silva
Confrontações Poente	Rua Eça de Queirós	António M. Duarte	António Dias da Silva
Ano de inscrição na matriz	1975	1975	1975
Valor patrimonial (euros)	119,51	28.63	255.68
Valor p. atual (euros)- ano	150,59 - ano 1997	38.84 - ano 1990	346.05 - ano 1990
Área total	0.9899ha	0.21ha	1.8ha
Descrição	Campo do poço	Outeiro	Campo do Penuado
Identificação fiscal	143681168	143681168	143681168
Titulares	António M. Duarte	António M. Duarte	António M. Duarte
Morada	R. do Pinheiro, 67 Mindelo.4485-525	R. do Pinheiro, 67 Mindelo.4485-525	R. do Pinheiro, 67 Mindelo.4485-525
Tipo de titular	Propriedade plena	Propriedade plena	Propriedade plena

**TABELA 4:** Dados das cadernetas prediais dos terrenos em estudo.

De forma a caracterizar melhor cada prédio em estudo e consultando o PDM de Vila do Conde, de dezembro de 2015, conforme se pode visualizar na figura 21, os prédios 1 e 2 encontram-se em zona de construção do tipo II, enquanto o terceiro prédio encontra-se em área agrícola, florestal e de enquadramento.

As zonas de construção tipo II destinam-se preferencialmente à construção de edifícios de habitação isolada, geminada e em banda contínua, com cêrcea máxima correspondente a dois pisos acima do solo. Na área agrícola, florestal e de enquadramento estão incluídos os solos de ocupação florestal e agrícola, não incluídos na Reserva Agrícola Nacional nem na Reserva Ecológica Nacional, que constituem elementos fundamentais de ordenamento florestal e paisagístico. (<https://dre.pt/>)



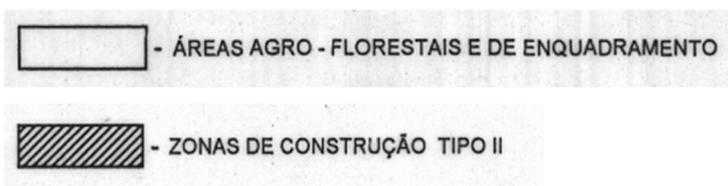
**FIGURA 21:** Planta topográfica da direção geral do planeamento urbanístico (PDM) da zona onde se inserem os prédios em estudo.

Legenda:

**Prédio n. 1**

**Prédio n. 2**

**Prédio n. 3**



#### 4.5 – A INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA INSTRUÇÃO DE CADASTRO SIMPLIFICADO

Em todos os prédios analisados são utilizadas culturas temporárias: azevém nos meses de inverno e milho para silagem nos meses de verão. Todas as culturas referidas são destinadas à alimentação de bovinos de uma exploração pecuária pertencente ao detentor dos prédios em estudo.

Como referido, um dos objetivos deste trabalho visou comparar as áreas descritas na caderneta predial de cada um dos terrenos, com as áreas encontradas através das metodologias utilizadas para a sua medição neste estudo. As diferenças encontradas estão descritas na tabela 5.

	<b>Prédio 1</b>	<b>Prédio 2</b>	<b>Prédio 3</b>
Áreas descritas na caderneta predial (m2)	9899	2100	18000
Áreas encontradas no presente estudo (m2)	9987.715	2653.719	18250.875
Diferença entre as áreas encontradas e a caderneta predial (m2)	88.7	553,7	250,9
Percentagem da diferença entre as áreas encontradas e os valores da caderneta predial	0,89%	26, 37%	1.40%

**Tabela 5:** Áreas caderneta predial e áreas encontradas em estudo.

Dos três prédios estudados e comparando com os dados da caderneta predial, apenas num se obteve uma discrepância de área consideravelmente diferente, no prédio 2, com um erro de 26,37%. Nos outros terrenos a diferença foi de 0,89% e 1,40% para os prédios 1 e 3, respetivamente. De salientar que a área do terceiro prédio, com uma discrepância de 1,40%, foi medida através das imagens aéreas do IFAP não sendo por isso tão precisa, como no caso dos dois primeiros prédios. Do mesmo modo, uma possível justificação para a discrepância de 26,37% obtida no prédio número 2 será o facto de anteriormente ser comum o registo de áreas inferiores por efeitos fiscais.

No que se refere ao prédio 1, pretendeu-se ainda comparar as áreas obtidas através dos dois métodos de medição de áreas utilizados, o drone e o avião, cuja construção do polígono em QGIS, se pode comparar através da análise da Figura 22.



**Figura 22:** Vetorização do prédio com imagens do drone (à esquerda) em comparação com as imagens do IFAP (à direita).

As diferenças encontradas na medição da área deste terreno, através das duas metodologias empregues, resultaram numa diferença de 88.65 m<sup>2</sup>, ou seja 0.9%, conforme registado na tabela seguinte.

	<b>Imagens IFAP</b>	<b>Ortografografia aérea com uso de drone</b>
Área (m2)	9899,065	9987,715
Diferença (m2)	88.65	
Precisão (%)	99,1	

**TABELA 6:** Comparação das áreas usando imagens do IFAP e ortografografia aérea por drone.

Assim, a precisão utilizando as imagens aéreas do IFAP foi de 99,1% em relação ao uso de drone para o mesmo efeito. O valor pode ser considerado bastante aceitável tendo em conta as diferentes resoluções das imagens.

No que respeita ao prédio número 2 e, conforme se pode observar na figura seguinte, devido a uma uniformidade das culturas dos terrenos adjacentes seria muito difícil realizar a vectorização do prédio senão fosse por utilização de um recetor GNSS.



**Figura 23:** Prédio número 2 com difícil visualização através do ortos do IFAP.

## 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de informação cadastral simplificada é o modelo atual de cadastro de propriedades rústicas. Funciona através do balcão único do prédio, que é uma plataforma dirigida aos proprietários de prédios e permite localizar, delimitar, entender, valorizar e garantir a titularidade dos proprietários em território português, de forma simples e gratuita. Neste contexto, é necessária a identificação, vetorização e mapeamento georreferenciado de cada propriedade por parte do proprietário ou de um técnico especializado, tendo este que ir, ou não, ao terreno fazer averiguações e georreferenciar o local.

De salientar a importância de se fundamentar e desenvolver técnicas de levantamento por ortocartografia aérea por drone de suporte ao cadastro de propriedade. Não existindo um único método que seja adequado a todos os tipos de terreno, apresentando todos eles vantagens e desvantagens na sua aplicação, o levantamento por drone pode responder a limitações atualmente existentes a um mapeamento correto por imagens aéreas, nomeadamente as utilizadas pelo IFAP. Um exemplo a referir, na zona de Vila do Conde, onde as culturas associadas à alimentação de bovinos são predominantes nos terrenos agrícolas, e se verifica uma grande homogeneidade nas parcelas, é difícil por vezes desenhar corretamente os limites das mesmas com o levantamento apenas por imagem captada por avião.

Do mesmo modo, a presença do minifúndio na região poderá complicar também o trabalho dos técnicos do BUPI que, ao utilizarem imagens aéreas de menor resolução podem aumentar o erro na vetorização e conseqüentemente na área e localização geoespacial dos prédios a cadastrar.

Através da fotointerpretação, derivada de todo o processo inerente à utilização de drones, para o cadastro de propriedades rústicas, o trabalho adquire uma maior precisão, acrescentando valor ao trabalho realizado, apesar dos custos inerentes serem mais elevados. No entanto, tendo em consideração a configuração geométrica de cada terreno, as utilizações de pontos de controlo obtidos com um recetor GNSS nos vértices de cada prédio, sobrepostos por imagens aéreas do IFAP poderão ser suficientes para uma resolução perfeita de todos os parâmetros necessários e para a realização do sistema de cadastro simplificado das propriedades a menor custo.

O trabalho de campo, quando se utiliza drone e pontos de referência, comparando com o trabalho único de escritório, quando se utiliza apenas imagens aéreas do IFAP, é bastante mais moroso e dispendioso, pois exige deslocamento do técnico ao local, custo dos equipamentos, software e mais horas de trabalho. Em conclusão, apesar das inúmeras vantagens em termos da precisão do trabalho efetuado, torna-se inviável a sua utilização de forma generalizada. Isto conduz a que, caso seja possível, se deva caracterizar cada prédio remotamente através das imagens aéreas legais para o efeito, como é o caso das imagens do IFAP, recorrendo a estes métodos apenas em casos específicos.

Em suma, na realidade atual, o sistema de cadastro simplificado remete-se na maioria dos casos a uma vetorização georreferenciada das imagens aéreas disponíveis, devido ao menor custo associado e à maior facilidade de execução. No entanto, e após a realização deste trabalho, conclui-se que não deve ser menosprezada a possibilidade de integrar técnicas de levantamento e gestão de propriedade por fotogrametria com o uso de drones, ou vetorização por pontos adquiridos num levantamento clássico com recurso a um recetor GNSS ou uma Estação Total, sempre que seja necessário garantir maior precisão ao trabalho realizado, ou mesmo, sempre que existam dúvidas nos resultados obtidos. Deve-se também referir que nenhum dos processos de trabalho em estudo se sobrepõe, podendo cada um deles ser utilizado nas situações específicas a que mais se adequam.

## 6 - BIBLIOGRAFIA

Abrunhosa, João Miguel (2014) - Criação de um Modelo de Avaliação de Propriedades para a Execução Perequacionada - Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura.

Alves, J.M.A., Carvalho, J.B.C., (2009) Os bens de domínio publico em Portugal - Instituto Politécnico de Bragança. Escola de Economia e Gestão Universidade do Minho.

APDSI (2011) – Manifesto - Por um Cadastro Predial Único ao Serviço do Desenvolvimento do País.

Assembleia da República (2018) – Sistema de informação cadastral simplificado – Relatório final de projeto previsto na lei 78/2017.

Baltazar, Luís Miguel Coelho (2011) – implementação de uma infraestrutura de dados espaciais temática - O caso do Sistema Nacional de Informação de Ambiente - Relatório de Estágio para a obtenção do Grau de Mestre em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicado ao Ordenamento.

Beires, R.S., Amaral, J.G., Ribeiro, P. (2013). O cadastro e a propriedade rústica em Portugal. Fundação Francisco Manuel dos Santos, pp. 261 (ISBN: 978-989-8424-71-6)

Botelho, Mosar Faria (Apresentação PWP) – Fotogrametria e fotointerpretação. <https://document.onl/download/link/fotogrametria-e-fotointerpretacao-mosar-faria-botelho>

Brito, J.; Coelho, L. – (2002) Fotogrametria Digital. [S.l.: s.n.], . ISBN9788575111147.

Caeiro, Carlos (2010) – Sinergic, um contributo para a gestão e ordenamento do território.

Cardoso, Rafael (2018) - Construção de um mosaico utilizando um veículo aéreo não-tripulado através da fundamentação cartográfica - Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Costa, Joaquim Américo (2019) – Modelação espacial do controlo de qualidade da atualização vetorial da base de dados geográficos do cadastro geométrico da propriedade

rustica. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Sistemas de Informação geográfica, em planeamento e gestão do território. Instituto politécnico de Tomar.

Couto P., Manso A., Soeiro A. (2006) – Procedimentos cadastrais – importância na sustentabilidade do desenvolvimento imobiliário.

D.G. território (2018) – PNPOT – Uma agenda para o território (programa de ação).

Dale, Peter F., Mclaughlin, John D. (1988) – Land Information Management - An Introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries. New York: Oxford University Press - ISBN 0-19-858405-9

Daniel Steudler (2014) – Cadastre 2014 and beyond - Published by International Federation of Surveyors (FIG) - Copenhagen, Denmark.

Davis, B.E. “a visual approach – dados matriciais e dados vetoriais.

Diário da república II Serie - N.º 91 — 17 de abril de 2000 - Cadastro e inventário dos bens do Estado (CIBE).

Diário da República, 1.ª série - 23 de agosto de 2019 - Mantém em vigor e generaliza a aplicação do sistema de informação cadastral simplificada.

Diário da República, 1.ª série — N.º 105 — 31 de maio de 2007 - Decreto-Lei n.º 224/2007 de 31 de maio – Ministério do ambiente, do ordenamento do território e do desenvolvimento regional.

Diário da República, 1.ª série — N.º 129 — 5 de julho de 2012 - Linhas Orientadoras e Estratégicas para o Cadastro e a Gestão Rural

Domingues, Cristina Maria (2009) - Análise comparativa entre o presumível valor de mercado de prédios rústicos e o valor obtido pelo “Método do Rendimento” – Estudo de caso - Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica

Ernesto, Mauro (2015) Sistemas de informação geográfica aplicados ao cadastro urbano da cidade do Kilamba (Angola) – Tese de mestrado em ciência e sistemas de informação geográfica.

Figueiredo, E., Figueiredo S. (2018) - Planos de voo semiautónomos para fotogrametria com aeronaves remotamente pilotadas de classe 3 - ISSN 0100-9915.

Filipe, Mário (2013) – A fotogrametria aérea como ferramenta na restituição de paisagens submersas por albufeiras - Dissertação de mestrado em Engenharia Geográfica – Universidade de Lisboa.

Fonseca, A., Julião R.P. - INSPIRE: Infrastructure for Spatial Information in Europe - Instituto Geográfico Português - <http://geoinova.fcsh.unl.pt/revistas/files/n6-8.pdf>

Fortes, M. de Fátima (2007) – Sistema de informação geográfica na gestão do cadastro urbano municipal aplicado ao município da praia – Dissertação para obtenção do grau de mestre em ciência e sistemas de informação geográfica.

França, Ricardo Silvestre Ferreira (2016) - Cadastro Geométrico da Propriedade Rustica da RAM – Fases, Metodologias e Evolução. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Geográfica. Universidade do Porto.

Gonçalves, Ana (2015) – Metodologias de sistemas de informação geográfica em sistemas de produção florestal –Dissertação de Mestrado em Gestão do Território, área de especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica.

Goncalves, G. A., Mitishita, E., E (2013) Uso de dados lidar e fotogrametria digital para produção de cartas de vulnerabilidade à intrusão de águas marinhas. XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, João Pessoa-PB, Brasil,

Guilherme, Angela (2008) – Cadastro predial multifuncional municipal - Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Estatística e Gestão de Informação pelo Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa.

Hespanha, J.P (2017) - Software e Dados Abertos para o Cadastro Predial em Portugal - Antecedentes e Perspetivas face à mais recente Legislação.

Ingenium (2016) – A engenharia portuguesa em revista – Cadastro do território.

Julião, R.P., Pelegrina, M., Grave, L. (2015) - Cadastro Predial e Gestão Municipal do Território. Uma Leitura Comparada Portugal-Brasil.

Lopes, José (2015) - Fotogrametria e Detecção Remota Aplicada à Prospecção Mineira – Tese Mestrado em Engenharia Geográfica Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento de Território. Universidade do Porto.

Machado, Virgílio (2015) – O registo e o cadastro. Palestra proferida em 2015, na Universidade do Minho, no âmbito das Jornas de Registos e Notariado.

Marino, Tiago – Representação de dados espaciais, Raster x vetor x tin – Departamento de geociências – Instituto de agronomia UFRRJ.

Matos, Susana (2016) - Levantamento fotogramétrico de fachadas de edifícios antigos e monumentos – Tese de mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação

Meyer, von , Nancy (2004)– GIS and Land Records: The ArcGIS Parcel Data Model. USA: ESRI Press, ISBN 1-58948-077-5

Miguel, Francisco Pereira (2017) – Proposta de lei 69/XIII – A importância de um cadastro predial atualizado e inteligente.

Monte, MG (2018) - Construção de um mosaico utilizando um veículo aéreo não-tripulado através da fundamentação cartográfica - Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Navarro (2017) – Cadastro predial – Aula teórica número 5.

Oliveira, Ana Lúcia (2019) - Harmonização de dados geográficos do cadastro predial no contexto da diretiva inspire - Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Sistemas de Informação Geográfica, em Planeamento e Gestão do Território.

Pimenta R., Almeida, J.P., Tenedório J.A. (2018) - XVI coloquio ibérico - O cadastro predial multifuncional em Portugal: Proposta de reformulação do seu atual modelo de execução.

Pinheiro, Manuel Inácio (2002) – Cadastro predial, breves notas – verbo jurídico.

Pinto, Joana (2013) - Análise Comparativa de Valores de Imóveis e de Métodos de Avaliação - Prova apresentada para obtenção do grau de Mestre – Instituto superior de engenharia do Porto.

Presidência do conselho de ministros – Diário da república 1ª Serie – 16 de junho de 2020  
- Cria a Estrutura de Missão para a Expansão do Sistema de Informação Cadastral Simplificada.

Presidência do conselho de ministros- Proposta de Lei n. °69/XIII -  
<https://app.parlamento.pt>

Queiroz, Ana Leonor (2020) - Harmonização de um conjunto de dados geográficos prioritário no âmbito da Diretiva INSPIRE – Dissertação para obtenção do grau de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica - Tecnologias e Aplicações.

Rizzone, A. S., Fonseca, A. Temas dos Anexos da Diretiva INSPIRE - I Jornadas Ibéricas de Infraestruturas de Dados Espaciais - <https://snig.dgterritorio.gov.pt>

Rodrigues F., Alonso J., Castro, P (2020) - Plataforma WebSIG para gestão de propriedades.

Rodrigues, Maria do Rosário (2010) - Cadastro Predial Urbano Funções e Operacionalidade - Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Estatística e Gestão de Informação pelo Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa.

Rosenfeldt Yuzi (2016) – Integração da geodesia, da fotogrametria e da fotointerpretação na construção de sistema cadastral para viabilizar a regularização fundiária plena - Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil.

Silva, Maria Augusta (1996) – Modelo de sistema de cadastros municipais. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Planeamento Regional e Urbano. Universidade técnica de Lisboa.

Silva, Maria Augusta (2014) – Cadastro Predial – Apresentação na Faculdade de ciências, Universidade do Porto, Mestrado em Engenharia geográfica.

Stuedler, D., Petteri, M., Pieper, G. (2010) - FLOSS in Cadastre and Land Registration Opportunities and Risks. ISBN 978-92-5-106510-5

Teixeira, Madalena (2014) – A relevância do cadastro para o registo predial.

Teixeira, Madalena (2016) – O registo predial e o cadastro territorial – complementaridade ou indiferença.

The FAO Open source cadastre & registration software project (2010) – experts open source workshop.

Universidade aberta (2018) – Formação complementar de cadastro predial.

### **Websites consultados**

(<https://gabinetedestudos.ps.pt/index.php/produto/cadastro-simplificado>

<http://andersonmedeiros.com/grass-na-ortorretificacao-de-fotografias-aereas/>

<http://blog.droneng.com.br>

<http://geoinfoprojecto.blogspot.com>, 2012

<http://mapas.dgterritorio.pt/cadastro/cartacadastral/index.html>

<http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/estdados/estdados.htm>

<https://app.parlamento.pt>

[https://docs.qgis.org/2.14/pt\\_BR/docs/gentle\\_gis\\_introduction/vector\\_data.html](https://docs.qgis.org/2.14/pt_BR/docs/gentle_gis_introduction/vector_data.html)

<https://docs.ufpr.br>

<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/632459/details/maximized>

<https://justica.gov.pt/Noticias/BUPi-Conselho-de-Ministros-aprova-alteracao-de-regulamentacao>

<https://justica.gov.pt/Noticias/BUPi-Conselho-de-Ministros-aprova-alteracao-de-regulamentacao>

<https://rsa-lp.com/2020/12/14/sistema-de-informac%CC%A7a%CC%83o-cadastral-simplificada>

<https://snig.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/documentos/810/Diretiva%20INSPIRE.pdf>

<https://www.anmp.pt>

<https://www.dgterritorio.gov.pt>

<https://www.dgterritorio.gov.pt/cadastro/cadastro-predial-sinergic>

<https://www.dgterritorio.gov.pt/cadastro/cadastro-predial>

<https://www.dgterritorio.gov.pt/snic/sistema-nacional-informacao-cadastral>

[snig.dgterritorio.gov.pt](http://snig.dgterritorio.gov.pt)

## 7 – ANEXOS

### RELATÓRIO AGISOFT

Agisoft Processing Report 16 April 2021



## Survey Data

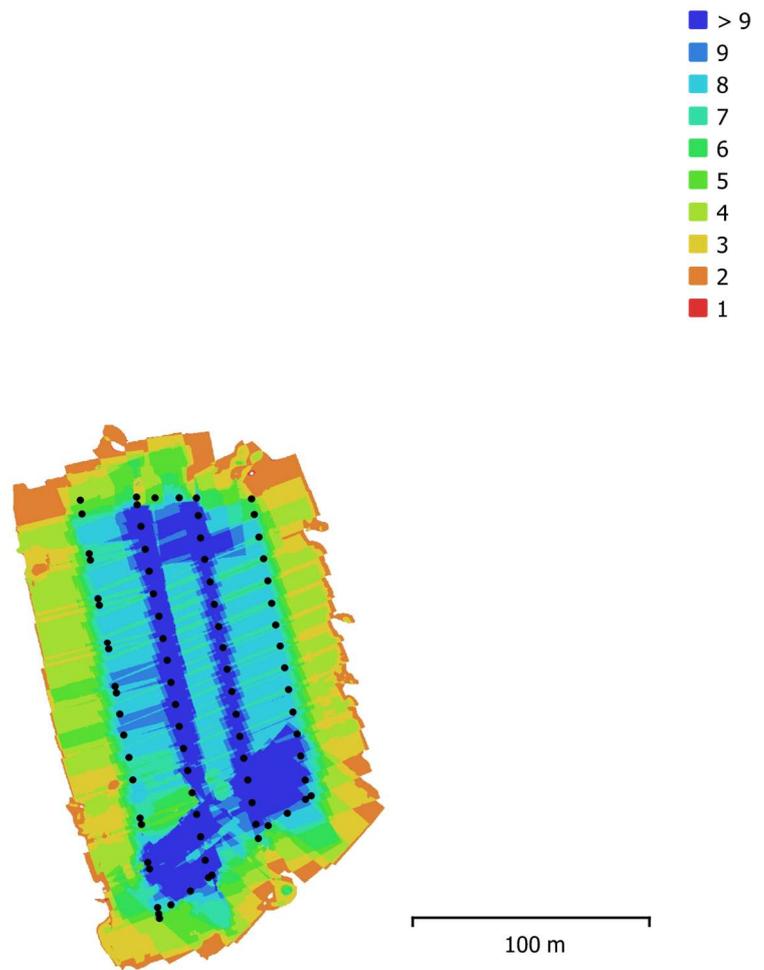


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	80	Camera stations:	80
Flying altitude:	37.9 m	Tie points:	122,22
Ground resolution:	1 cm/pix	Projections:	1
Coverage area:	0.0255 km <sup>2</sup>	Reprojection error:	310,39
			5
			0.609
			pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC6310 (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 $\mu$ m	No

Table 1. Cameras.

## Camera Calibration

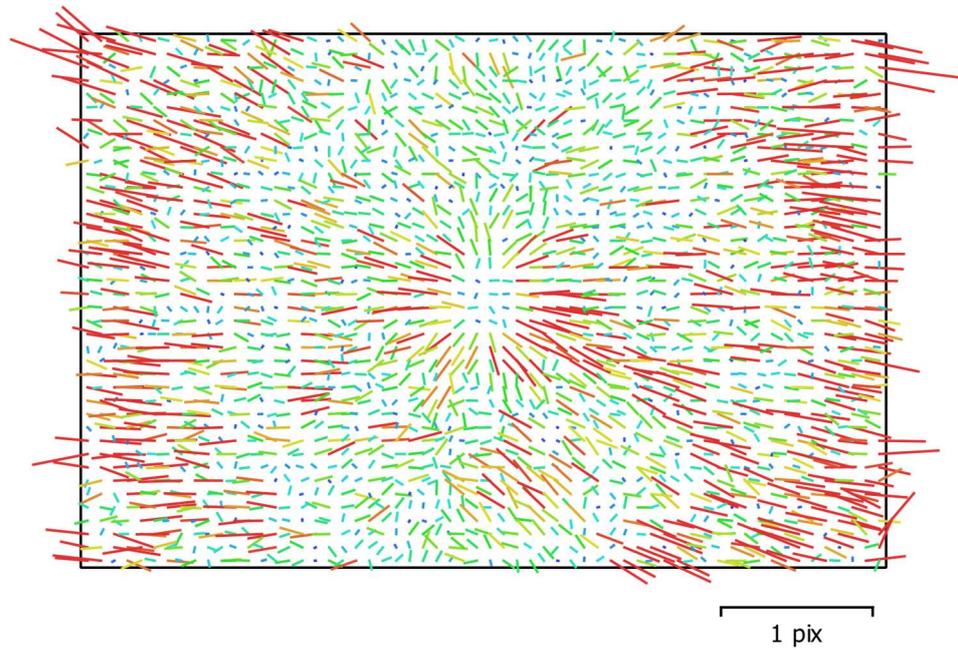


Fig. 2. Image residuals for FC6310 (8.8mm).

FC6310 (8.8mm)

80 images

Type Frame	Resolution		Focal Length						Pixel Size	
	5472 x 3648		8.8 mm						2.41 x 2.41 $\mu\text{m}$	
	Value	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	3358	6.4	1.00	-0.49	0.05	-0.04	-0.17	0.40	-0.22	0.56
Cx	-6.53895	0.13		1.00	-0.04	0.04	0.07	-0.18	0.37	-0.36
Cy	40.958	0.092			1.00	-0.02	0.01	0.00	-0.09	0.39
K1	-0.0013979	5.3e-05				1.00	-0.90	0.78	-0.04	-0.02
K2	-0.0027247	0.00012					1.00	-0.96	0.07	-0.10
K3	0.00314431	9.1e-05						1.00	-0.11	0.22
P1	-0.000444359	4.2e-06							1.00	-0.30
P2	0.00186264	6.6e-06								1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

## Camera Locations

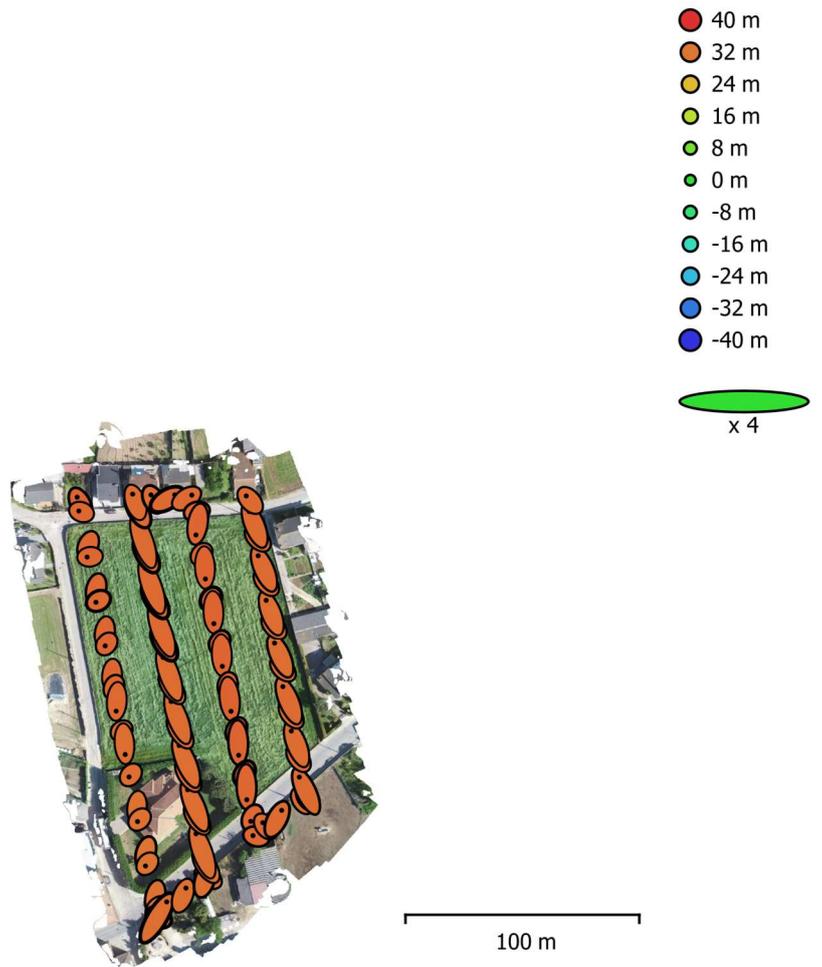


Fig. 3. Camera locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
0.871841	1.97328	33.3857	2.1573	33.4553

Table 3. Average camera location error.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

## Ground Control Points

Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
8	0.695595	0.789344	0.177684	1.0521	1.067

Table 4. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
1	-0.123428	-0.458287	-0.0201854	0.475047	1.211 (4)
2	-0.561601	-1.70972	0.066993	1.80084	2.434 (10)
4	0.576327	0.628917	-0.111241	0.860269	1.260 (9)
5	1.03681	0.298443	0.140683	1.08804	0.594 (6)
6	-1.14816	0.723378	-0.339656	1.3989	2.007 (4)
7	0.659281	-0.0812728	0.303026	0.730124	1.879 (4)
8	0.157871	-0.275164	-0.0896657	0.329664	1.211 (7)
9	-0.596006	0.872442	-0.0167177	1.05672	0.976 (8)
10					
11					
12					
13					
Total	0.695595	0.789344	0.177684	1.067	1.579

Table 5. Control points. X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

# Digital Elevation Model

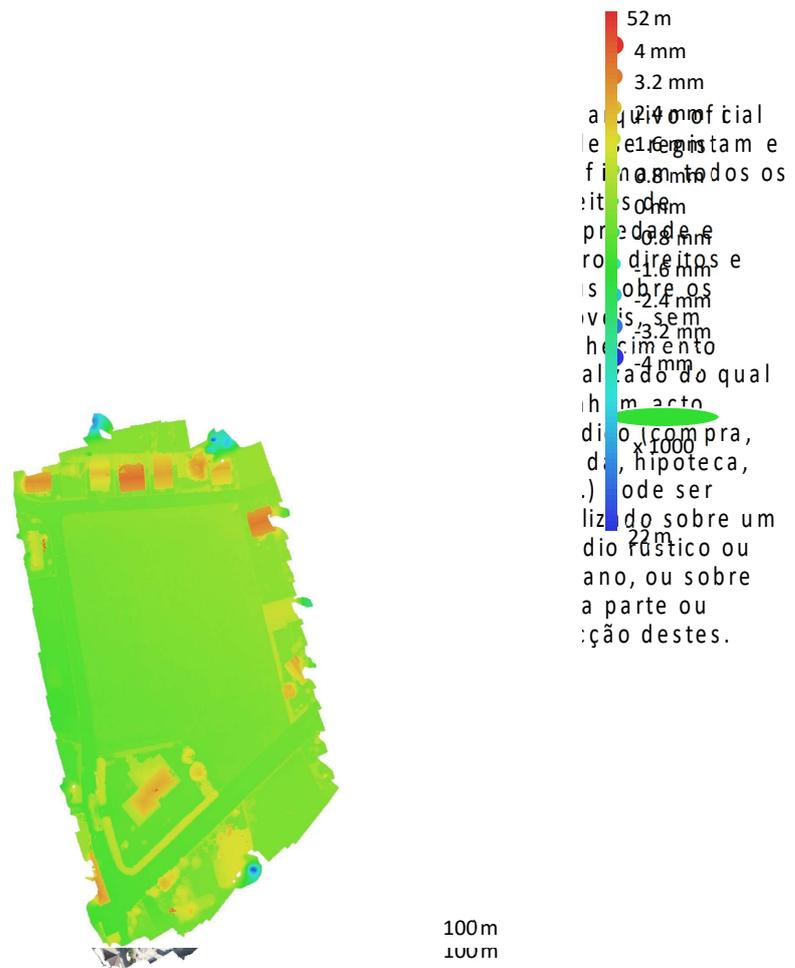


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 8.01 cm/pix  
 Point density: 156 points/m<sup>2</sup>

## Processing Parameters

General			
Cameras	80		
Aligned cameras	80		
Markers	12		
Coordinate system	ETRS89 / Portugal		TM06
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll		
Point Cloud			
Points	122,221 of 128,751		
RMS reprojection error	0.176533 (0.609337 pix)		
Max reprojection error	0.771867 (24.2299 pix)		
Mean key point size	3.20295 pix		
Point colors	3 bands, uint8		

Key points	No
Average tie point multiplicity	2.57596
Alignment parameters	
Accuracy	High
Generic preselection	Yes
Reference preselection	Source
Key point limit	40,000
Tie point limit	4,000
Exclude stationary tie points	Yes
Guided image matching	No
Adaptive camera model fitting	No
Matching time	21 minutes 34 seconds
Matching memory usage	987.28 MB
Alignment time	5 minutes 9 seconds
Alignment memory usage	101.16 MB
Optimization parameters	
Parameters	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Adaptive camera model fitting	No
Optimization time	11 seconds
Software version	1.7.2.12070
File size	8.24 MB
Depth Maps	
Count	80
Depth maps generation parameters	
Quality	Low
Filtering mode	Mild
Processing time	11 minutes 51 seconds
Memory usage	539.35 MB
Software version	1.7.2.12070
File size	45.24 MB
Dense Point Cloud	
Points	4,659,343
Point colors	3 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Quality	Low
Filtering mode	Mild
Processing time	11 minutes 51 seconds
Memory usage	539.35 MB
Dense cloud generation parameters	
Processing time	4 minutes 32 seconds
Memory usage	738.42 MB
Software version	1.7.2.12070
File size	61.47 MB
DEM	
Size	2,335 x 3,436
Coordinate system	ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG::3763)
Reconstruction parameters	
Source data	Dense cloud
Interpolation	Enabled
Processing time	48 seconds
Memory usage	139.46 MB
Software version	1.7.2.12070

File size	16.77 MB
Orthomosaic	
Size	15,719 x 23,559
Coordinate system	ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG::3763)
Colors	3 bands, uint8
Reconstruction parameters	
Blending mode	Mosaic
Surface	DEM
Enable hole filling	Yes
Enable ghosting filter	No
Processing time	26 minutes 57 seconds
Memory usage	805.70 MB
Software version	1.7.2.12070
File size	2.71 GB
<b>System</b>	
Software name	Agisoft Metashape Professional
Software version	1.7.2 build 12070
OS	Windows 64 bit
RAM	7.47 GB
CPU	AMD A4-9125 RADEON R3, 4 COMPUTE CORES 2C+2G
GPU(s)	AMD Radeon(TM) R3 Graphics (Stoney)