

Perímetros urbanos em territórios de baixa densidade: e-PDM nas Beiras e Serra da Estrela

Olga Maria Pereira Gonçalves

Tese para obtenção do Grau de Doutor em
Engenharia Civil
(3^o ciclo de estudos)

Orientadora: Prof. Doutora Ana Lúcia Moreira Machado Santos das Virtudes

dezembro 2022

Perímetros urbanos em territórios de baixa densidade: e-PDM nas Beiras e Serra da Estrela

Olga Maria Pereira Gonçalves

(Versão final após defesa)

Composição do Júri

Prof. Doutor João Paulo de Castro Gomes (Presidente)
Prof. Doutora Ana Lúcia Moreira Machado Santos das Virtudes (Orientadora)
Prof. Doutor Fernando José Silva e Nunes da Silva (Arguente)
Prof. Doutor José Manuel Henriques Simões (Arguente)
Prof. Doutor António José Pais Antunes (Arguente)

Provas Públicas realizadas a 18 de novembro de 2022

dezembro 2022

Declaração de Integridade

Eu, Olga Maria Pereira Gonçalves, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição 2346 de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã, 12 de dezembro de 2022.

Dedicatória

Às Vitórias...

Agradecimentos

A concretização desta tese só foi possível com o grande contributo, disponibilidade, paciência e apoio, mesmo nos momentos menos bons, da Professora Doutora Ana Lúcia Moreira Machado Santos das Virtudes.

Ao Professor Doutor Pedro Gabriel de Faria Lapa Barbosa de Almeida, pela aprendizagem e contributo na concretização desta tese.

A todas e a todos os colaboradores do Departamento da Engenharia Civil e Arquitetura, com especial carinho à minha amiga Maria da Conceição Geraldês Abalada.

O apoio das instituições:

Universidade da Beira Interior.

Município de Belmonte.

Associação de Município da Cova da Beira, nas pessoas de Jorge Antunes e Márcio Gomes.

A todas e a todos que imprudentemente (ou não) me bloqueiam, mas as barreiras transformam-se em oportunidades, e esta tese é disso exemplo.

Aos meus pais.

A ti, Daniel

Jamais esquecerei, Agradeço as Poderosas Palavras!

O meu bem hajam

Resumo

O Plano Diretor Municipal, que regula as ações de urbanizar e edificar, tem sido a figura chave do planeamento urbanístico em Portugal. Contudo, o seu conteúdo tem mostrado ambiguidades, nomeadamente quanto aos perímetros urbanos. Esperava-se que fosse um instrumento de consolidação da continuidade das áreas urbanas, mas tal objetivo nem sempre é alcançado. Entre outras, uma das causas são os perímetros urbanos sobredimensionados, conseqüentemente ocupados com agricultura, floresta, pastagens ou matos, agravada em zonas de baixa densidade com perda demográfica crónica, fraca procura de edifícios e urbanizações. Outra é a inércia de um processo obsoleto que perpetua no tempo e no espaço, medidas de um PDM incapaz de responder à dinâmica territorial. Neste sentido, o objetivo desta tese é proceder ao diagnóstico dos perímetros urbanos dos PDM, com recurso a tecnologias de informação e comunicação (TIC), com destaque para a fotogrametria digital com recurso a drones, cartografia digital, SIG e Web-SIG. As TIC permitem o armazenamento, tratamento e análise da informação digital recolhida pelo drone, criar e-Plataformas disponíveis on-line, a consulta dos seus conteúdos pelos cidadãos e o apoio à tomada de decisões pelas entidades locais. Por outro lado, estas ferramentas digitais foram escolhidas por cobrirem as três fases fundamentais da revisão dos PDM: o levantamento, o tratamento e a consulta da informação. Foram analisados seis estudos de caso em territórios de baixa densidade, nas Beiras e Serra da Estrela, os perímetros urbanos das sedes dos municípios de Almeida, Belmonte, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Mêda e Pinhel. Têm em comum os PDM desadequados, em vigor há cerca de trinta anos.

Entre outros aspetos, concluiu-se que as áreas urbanas excedentárias chegam a abranger mais de 1/3 da dimensão dos perímetros urbanos prevista nos PDM analisados. Por último, pretende-se com os resultados desta tese indicar caminhos para o desenvolvimento dos e-PDM, atualizados a baixo custo, com soluções céleres e eficazes face às expectativas e mudanças no território, facilmente divulgadas através de e-Plataformas. Conseqüentemente, contribuir-se-á para a consolidação dos espaços urbanos mais adequados aos territórios de baixa densidade, promovendo o desenvolvimento dos concelhos em geral e a qualificação das suas cidades, vilas e aldeias.

Palavras-chave

Perímetros urbanos; Tecnologias de informação e comunicação (TIC); e-PDM; Territórios de baixa densidade; Beiras e Serra da Estrela.

Abstract

The Municipal Master Plan has been the key figure of urban planning in Portugal that regulates urbanisation and building actions. However, its content has shown ambiguities, namely regarding the urban perimeters. It was expected to be an instrument of consolidation of the continuity of urban areas, but such objective is not always achieved. Among others, one of the causes is the oversized urban perimeters, which are consequently occupied by agriculture, forest, pastures or bushes, aggravated in low density areas with chronic demographic loss, low demand for buildings and urbanisation. Another, is the inertia of an obsolete process that perpetuates in time and space, measures of a PDM unable to respond to the territorial dynamics. In this sense, the aim of this thesis is to proceed to the diagnosis of the urban perimeters of the PDM, using information and communication technologies (ICT), with emphasis on digital photogrammetry using drones, digital cartography, GIS and Web-SIG. ICT allows the storage, processing and analysis of digital information collected by the drone, creating e-Platforms available online, the consultation of its contents by citizens and the support for decision-making by local authorities. On the other hand, these digital tools were chosen because they cover the three fundamental phases of the revision of the PDMs: the survey, the treatment and the consultation of the information. Six case studies were analysed in low density territories, in Beiras and Serra da Estrela, the urban perimeters of the municipalities of Almeida, Belmonte, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Mêda and Pinhel. They have in common the inadequate PDMs in force for about thirty years.

Among other aspects, it was concluded that the surplus urban areas cover more than 1/3 of the size of the urban perimeters provided for in the analysed PDMs. Finally, it is intended with the results of this thesis to indicate ways for the development of e-PDMs, updated at low cost, with fast and effective solutions to the expectations and changes in the territory, easily disseminated through e-Platforms. Consequently, it will contribute to the consolidation of urban spaces more suitable to low density territories, promoting the development of municipalities in general and the qualification of their cities, towns and villages.

Keywords

Urban perimeters; Information and communication technologies (ICT); e-PDM; Low density territories; Beiras and Serra da Estrela.

Índice

Dedicatória	vi
Agradecimentos.....	viii
Resumo.....	x
Palavras-chave.....	x
Abstract	xii
Keywords.....	xii
Índice.....	xiv
Lista de Figuras	xviii
Lista de Tabelas.....	xxii
Lista de Gráficos.....	xxvi
Lista de Acrónimos.....	xxx
Introdução.....	1
1. Problemática e justificação do tema.....	1
2. Objetivos.....	3
3. Metodologia.....	5
4. Estrutura	6
Parte I – Enquadramento teórico – Conteúdos do PDM e TIC	9
Capítulo I – Sistema de gestão territorial em Portugal.....	9
1. Âmbitos de intervenção	9
1.1. Nacional	10
1.2. Regional.....	11
1.3. Intermunicipal	11
1.4. Municipal	12
2. Usos do solo e perímetros urbanos.....	13
2.1. Breve enquadramento legal.....	13
2.2. Solo urbano <i>vs.</i> solo rústico	15
2.3. Reclassificação dos usos do solo e áreas urbanas excedentárias	18
3. Restrições de utilidade pública em áreas urbanas.....	22
4. Síntese.....	23
Capítulo II – As TIC no planeamento urbanístico	25

1.	Ferramentas dos Sistemas de Informação Geográfica.....	25
2.	Estrutura e base de dados	27
2.1.	Procedimentos	29
2.2.	Vantagens na gestão urbanística municipal	31
3.	Benefícios da fotogrametria com drones.....	33
3.1.	Aspetos gerais	33
3.2.	Características técnicas.....	34
3.3.	Requisitos dos drones	35
3.4.	Exemplo da aplicação ao ortofoto do perímetro urbano de Belmonte.....	38
4.	Síntese	49
Parte II – Territórios de baixa densidade: os PDM das Beiras e Serra da Estrela		53
Capítulo III – Caracterização dos estudos de caso		53
1.	Localização geográfica.....	53
2.	Aspetos demográficos e do tecido edificado.....	55
2.1.	Evolução demográfica.....	55
2.2.	Caracterização do parque habitacional.....	60
3.	Origem e desenvolvimento dos núcleos urbanos	62
3.1	Vila de Almeida.....	62
3.2	Vila de Belmonte.....	63
3.3	Vila de Celorico da Beira.....	65
3.4	Vila de Figueira de Castelo Rodrigo.....	66
3.5	Cidade de Mêda	69
3.6	Cidade de Pinhel	70
4.	Síntese	72
Capítulo IV – e-PDM: aplicação aos perímetros urbanos		73
1.	Fontes informação e metodologia de análise	73
2.	Cronograma dos PDM em análise	75
3.	Estudos de caso	77
3.1.	Perímetro urbano de Almeida	77
3.1.1.	Análise crítica dos usos do solo urbano.....	77

3.1.2.	Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta	79
3.2.	Perímetro urbano de Belmonte	87
3.2.1.	Análise crítica dos usos do solo urbano	87
3.2.2.	Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta	90
3.3.	Perímetro urbano de Celorico da Beira	97
3.3.1.	Análise crítica dos usos do solo urbano	97
3.3.2.	Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta	100
3.4.	Perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo	108
3.4.1.	Análise crítica dos usos do solo urbano	108
3.4.2.	Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta	110
3.5.	Perímetro urbano de Mêda	117
3.5.1.	Análise crítica dos usos do solo urbano	117
3.5.2.	Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta	120
3.6.	Perímetro urbano de Pinhel	127
3.6.1.	Análise crítica dos usos do solo urbano	127
3.6.2.	Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta	129
4.	Síntese	136
	Conclusões	139
	Bibliografia	143
	Anexo 1 – Controlo de qualidade do ortofotomosaico sem verificação, obtido do drone (cenário 1)	157
	Anexo 2 - Controlo de qualidade do ortofotomosaico com 7 pontos de verificação, obtido do drone (cenário 2)	161
	Anexo 3 - Controlo de qualidade do ortofotomosaico com 16 pontos de verificação, obtido do drone (cenário 3)	165
	Anexo 4 – Ortofoto da vila de Belmonte, obtido do drone	169
	Anexo 5 – Modelo Digital do Terreno da vila de Belmonte, obtido do drone	173
	Anexo 6 – Curvas de nível da vila de Belmonte (sub-produto obtido pelo MDT)	176

Lista de Figuras

Figura 1 - Quadro de ordenamento do território português.	10
Figura 2 - Nomenclatura das classes de usos do solo de acordo com o Decreto-Lei n.º 60/99, de 2 de março.	14
Figura 3 - Classes e categorias de uso do solo a utilizar no Plano Diretor Municipal. ...	15
Figura 4 - Mecanismo de engrenagem da composição de um SIG.	26
Figura 5 - Informação de dados espaciais.	28
Figura 6 - Visualização de dados espaciais em camadas sobre o mesmo referencial - raster e vetorial.	28
Figura 7 – Fases de processamento.	29
Figura 8 - Comparação de modelos de dados raster e vetoriais.	30
Figura 9 – Esquema das sobreposições longitudinal e transversal às linhas de voo.	34
Figura 10 – Fotografia digital: diferentes resoluções	34
Figura 11 - Exemplos de drone de asa fixa e rotativa.	36
Figura 12 – Produtos gerados pelo drone.	36
Figura 13 -Processo fotogramétrico com drone.	37
Figura 14 - Linha do voo n.º 1 pelo drone - visualização no software e-Motion.....	40
Figura 15 - Linha de voo do drone a) voo n.º 2; b) voo n.º 3 ; c) voo n.º 4.....	41
Figura 16 - Características do drone SenseFly eBee RTK.	41
Figura 17 - a) montagem do drone; b e c) ficheiro com planeamento de voo; d) lançamento do drone em Belmonte.	42
Figura 18 - Cobertura fotográfica do perímetro urbano de Belmonte com o drone.	44
Figura 19 - Localização dos pontos de verificação com o drone – perímetro urbano de Belmonte.	45
Figura 20 - Altitudes ortométricas e elipsoidal.....	46
Figura 21 - Erro posicionamento planimétrico no levantamento por drone do perímetro urbano de Belmonte.	48
Figura 22 - Erro posicionamento altimétrico do levantamento por drone do perímetros urbano de Belmonte.	49
Figura 23 – Territórios (Municípios) de baixa densidade a) Portugal Continental; b) Região Centro.	53
Figura 24 – NUTS III - Beiras e Serra da Estrela relativamente aos municípios de Portugal Continental.	55
Figura 25 - Vista panorâmica da vila de Almeida.	62
Figura 26 - Planta de hipsométrica - Perímetro urbano de Almeida.....	63
Figura 27 - Vista panorâmica da vila de Belmonte.	64

Figura 28 - Planta hipsométrica - Perímetro urbano de Belmonte.....	64
Figura 29 – Vista panorâmica Sul da vila de Celorico da Beira.	65
Figura 30 – Planta de hipsométrica – Perímetro urbano de Celorico da Beira.	66
Figura 31 – Vista panorâmica: no primeiro plano Castelo Rodrigo, no horizonte a vila de Figueira de Castelo Rodrigo.....	67
Figura 32 – Planta de hipsométrica – do perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo de Rodrigo.....	68
Figura 33 - Vista panorâmica da cidade de Mêda.	69
Figura 34 - Planta de hipsométrica do perímetro urbano da cidade de Mêda.	70
Figura 35 - Vista panorâmica da cidade de Pinhel.	71
Figura 36 - Planta de hipsométrica - do perímetro urbano da cidade de Pinhel.	71
Figura 37 - Extrato da página eletrónica dgterritorio.gov.pt.	74
Figura 38 - Revisão dos Planos Diretores Municipais na Região Centro (CCDR-Centro) de Portugal.....	76
Figura 39 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Almeida - Perímetro urbano de Almeida, 1994.	77
Figura 40 – Classes de espaço e categorias de uso do solo no perímetro urbano de Almeida.....	78
Figura 41 - Vazios urbanos e área urbana consolidada no perímetro urbano de Almeida.	81
Figura 42 – Tipo de ocupação rústica e classe do espaço no perímetro urbano de Almeida.	83
Figura 43 - Planta de declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.	84
Figura 44 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Almeida.....	86
Figura 45 – Vazio urbano afeto à ocupação agrícola no perímetro urbano de Almeida.	86
Figura 46 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Belmonte - perímetro urbano de Belmonte, 1996.	88
Figura 47 - Perímetro urbano de Belmonte.....	88
Figura 48- Perímetro urbano de Belmonte sobre a fotografia digital retificada obtida pelo drone.....	89
Figura 49 - Vazios urbanos e área urbana consolidada do perímetro urbano de Belmonte com utilização do drone.....	91
Figura 50 – Tipo de ocupação rústica e classe do espaço no perímetro urbano da vila de Belmonte, com base na utilização do drone.	93

Figura 51 - Planta de declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte, com o drone.....	95
Figura 52- Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Belmonte, com o drone.	97
Figura 53 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Celorico da Beira - Perímetro urbano de Celorico da Beira, 1995.	98
Figura 54 - Perímetro urbano de Celorico da Beira.	99
Figura 55 - Vazios urbanos e área consolidada do perímetro urbano da vila de Celorico da Beira.....	101
Figura 56 – Tipos de ocupação rústica e classes de espaço no perímetro urbano da vila de Celorico da Beira.	103
Figura 57 - Planta de declives em vazios excedentes do perímetro urbano da vila Celorico da Beira.....	105
Figura 58 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano da vila de Celorico da Beira.	107
Figura 59 - Categoria de espaço urbanizável afeto à ocupação agrícola no perímetro urbano da vila de Celorico da Beira.	107
Figura 60 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Figueira de Castelo Rodrigo, do perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo, 1995.....	109
Figura 61 - Perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo de Rodrigo.	109
Figura 62 - Vazios e área consolidada do perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo.....	111
Figura 63 – Tipos de ocupação rústica e classe do espaço no perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo.	113
Figura 64- Planta de declives em vazios excedentes do perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo.	115
Figura 65 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo.	116
Figura 66 - Espaço urbanizável afeto à ocupação agrícola no perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo.	117
Figura 67 - Espaço incluído na RAN no perímetro urbano de Mêda.....	118
Figura 68 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Mêda, do perímetro urbano na cidade de Mêda, 1995.	119
Figura 69- Perímetro urbano da cidade de Mêda.	119
Figura 70 - Vazios urbanos e área consolidada do perímetro urbana da cidade de Mêda.	121

Figura 71- Tipos de ocupação rústica e classes de espaço no perímetro urbano da cidade de Mêda.....	123
Figura 72 - Planta de declives em vazios excedentes do perímetro urbano da cidade de Mêda.	125
Figura 73 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano da cidade de Mêda.....	126
Figura 74 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Pinhel, do perímetro urbano da cidade de Pinhel, 1995.	127
Figura 75 - Perímetro urbano da cidade de Pinhel.....	128
Figura 76 - Vazios e área consolidada do perímetro urbana da cidade de Pinhel.....	130
Figura 77 – Tipo de ocupação rústica e classe do espaço no perímetro urbano da cidade de Pinhel.	132
Figura 78 - Planta de declives em vazios excedentes do perímetro urbano da cidade de Pinhel.....	133
Figura 79 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano da cidade de Pinhel.	135
Figura 80 - Ocupação agrícola no perímetro urbano de Pinhel.	135

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Parâmetros definidos nas linhas de voo com o drone no levantamento do perímetro urbano de Belmonte.....	40
Tabela 2 - Características da câmara fotográfica WX RGB.....	41
Tabela 3 - Verificação pelo software Agisoft PhotoScan, para 16 pontos de controlo, na aplicação do drone na vila de Belmonte.....	48
Tabela 4 – Indicadores demográficos nos estudos de caso (2011- 2018).....	56
Tabela 5 – Evolução demográfica (1991-2019) nos estudos de caso.	57
Tabela 6- Número de edifícios por tempo de construção nas sedes dos municípios em análise (1919-2011).....	60
Tabela 7 – Ano de publicação dos Planos Diretores Municipais dos seis estudos de caso.	76
Tabela 8 - Quantificação ente classes de espaço dentro do perímetro urbano de Almeida.	78
Tabela 9 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Almeida.	80
Tabela 10- Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.	81
Tabela 11 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.	83
Tabela 12 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Almeida.	85
Tabela 13 - Quantificação entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Belmonte.	90
Tabela 14- Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Belmonte.	90
Tabela 15- Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.	92
Tabela 16 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.	94
Tabela 17 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com o ocupação agrícola no perímetro urbano de Belmonte.	96
Tabela 18 - Quantificação entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Celorico da Beira.....	99
Tabela 19 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Celorico da Beira.....	100

Tabela 20 - Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.	102
Tabela 21 - Quantificação dos declives nos vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.....	104
Tabela 22 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Celorico da Beira.	106
Tabela 23 - Quantificação entre classes de espaço dentro no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.....	110
Tabela 24 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.....	110
Tabela 25 - Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.	112
Tabela 26 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.....	114
Tabela 27 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.	115
Tabela 28 - Quantificação entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Mêda.	120
Tabela 29 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Mêda.	120
Tabela 30- Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda.	122
Tabela 31 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda.	124
Tabela 32 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Mêda.	125
Tabela 33 - Quantificação entre classes de espaço dentro no perímetro urbano de Pinhel.	128
Tabela 34 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Pinhel.	129
Tabela 35 - Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel.....	130
Tabela 36 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel.....	132
Tabela 37 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Pinhel.....	134

Tabela 38 – Análise comparativa das classes de espaço incluídas nos perímetros urbanos em análise.....	136
Tabela 39 – Percentagem de vazios excedente nos perímetros urbanos dos PDM em análise.....	137
Tabela 40 - Declives nos vazios excedentes dos perímetros urbanos dos PDM em análise.	138
Tabela 41 - Tipos de ocupação dos vazios excedentes nos perímetros urbanos dos PDM em análise.....	138

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – EMQ planimétrico das várias verificações dos erros residuais com a utilização do drone na vila de Belmonte.....	51
Gráfico 2 - EMQ altimétrico das várias verificações dos erros residuais com a utilização do drone na vila de Belmonte.....	51
Gráfico 3 - EMQ espacial (3D) das várias verificações dos erros residuais com a utilização do drone na vila de Belmonte.....	52
Gráfico 4 -População residente, área urbana consolidada, densidade populacional, em 2011, nos aglomerados urbanos nas sedes de concelho.	57
Gráfico 5 -Índice de envelhecimento nos estudos de caso (2011).....	59
Gráfico 6- Taxa de crescimento natural (%), nos estudos de caso à escala municipal (2011- 2019).....	59
Gráfico 7 - Número de novos edifícios nas áreas urbanas dos estudos de caso (1919-2011).	60
Gráfico 8 - População residente nos alojamentos familiares clássicos de residência habitual propriedade dos ocupantes, por tempo de construção, nos estudos de caso (1919-2011).....	61
Gráfico 9 - Proporcionalidade entre classes de espaço no perímetro urbano de Almeida.	79
Gráfico 10 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Almeida.	80
Gráfico 11 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.	82
Gráfico 12 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes do perímetro urbano de Almeida.	82
Gráfico 13 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.....	84
Gráfico 14 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com o ocupação agrícola no perímetro urbano de Almeida.	85
Gráfico 15 - Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Belmonte.	90
Gráfico 16 - Proporcionalidade dos vazios e área urbana consolidada no perímetro urbano de Belmonte.....	91
Gráfico 17 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.	92

Gráfico 18 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.....	93
Gráfico 19 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.	94
Gráfico 20 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Belmonte.	96
Gráfico 21 - Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Celorico da Beira.....	100
Gráfico 22 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada do perímetro urbano de Celorico da Beira.....	101
Gráfico 23 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.	102
Gráfico 24 – Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.....	102
Gráfico 25 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.....	104
Gráfico 26 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com o ocupação agrícola no perímetro urbano de Celorico da Beira.....	106
Gráfico 27 - Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.....	110
Gráfico 28 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.....	111
Gráfico 29 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.	112
Gráfico 30 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.....	113
Gráfico 31 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.....	114
Gráfico 32 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.	116
Gráfico 33- Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Mêda.	120
Gráfico 34 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Mêda.	121
Gráfico 35- Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda.	122

Gráfico 36 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes do perímetro urbano de Mêda.....	123
Gráfico 37 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda.	124
Gráfico 38 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Mêda.	126
Gráfico 39 - Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Pinhel.....	129
Gráfico 40 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada do perímetro urbano de Pinhel.....	129
Gráfico 41 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel.	131
Gráfico 42 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes do perímetro urbano de Pinhel.....	131
Gráfico 43 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel.....	133
Gráfico 44 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Pinhel.	134

Lista de Acrónimos

AMCB	Associação de Município da Cova da Beira
CCDR Centro	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro
COS 2018	Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) para 2018
CRUS	Carta do Regime do Uso do Solo
ECW	Enhanced Compression Wavelet
e-PDM	Plano Diretor Municipal <i>on-line</i>
EMQ	Erro Médio Quadrático
EXIF	EXchangeable Image File format
GPS	Global Positioning System
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDS	Modelo Digital de Superfície
MDT	Modelo Digital do Terreno
NTI	Novas tecnologias de Informação
PDM	Plano Diretor Municipal
PNSE	Plano Natural da Serra da Estrela
PP	Plano de Pormenor
PU	Plano de Urbanização
QGIS	software livre com código-fonte aberto
RAN	Reserva Agrícola Nacional
REN	Reserva Ecológica Nacional
SID	Seamless Image Database
SIG	Sistemas de Informação Geográficas
SNIG	Sistema Nacional de Informação Geográfica
SNIT	Sistema Nacional de Informação Territorial
SRUP	Servidões e Restrições de Utilidade Pública
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TIFF	Tagged Image File Format
URL	Uniform Resource Locator
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
Web-SIG	Sistemas de Informação Geográficas na Web
WFS	Web Feature Service
WGS84	World Geodetic System (EPSG:4326)
WMS	Web Map Services

Introdução

1. Problemática e justificação do tema

O Plano Diretor Municipal tem sido o principal instrumento de ordenamento do território em Portugal, em nome das autoridades locais, nas últimas décadas. Os 308 municípios do país foram, paulatinamente, elaborando e fazendo aprovar os Planos Diretores Municipais a partir da legislação que os tornou obrigatórios no início da década de 1990. Entre os seus conteúdos, consta a delimitação de perímetros urbanos para as cidades, vilas e aldeias, com a respetiva definição das regras de edificação e urbanização e por oposição aos espaços que lhes são exteriores, de índole rural ou rústica. Ficou estabelecido que os perímetros urbanos eram compostos pelo conjunto de espaços urbanos consolidados, áreas de desenvolvimento urbano e usos do solo industriais. A definição de áreas urbanas consolidadas baseava-se na existência de um elevado nível de infraestruturas, diversidade de atividades e funções centrais, densidade demográfica e concentração do tecido edificado.

A experiência tem vindo a demonstrar que os resultados da aplicação dos PDM nem sempre se repercutiram na satisfação dos interesses e expectativas dos seus principais intervenientes, habitantes, promotores ou investidores urbanos, construtores ou decisores políticos [1]. De facto, nesta experiência de cerca de três décadas tem-se vindo a destacar a tentativa de formalizar soluções urbanas e regular as normas de construção destinadas a assegurar uma estratégia de desenvolvimento coerente e sustentado para o território municipal. Contudo, este processo revela insuficiências no cumprimento de tais objetivos, causadas por várias circunstâncias, tais como a falta de meios técnicos à época, incluindo a cartografia atualizada, com que os PDM foram elaborados.

Na década de 1990, as autoridades locais tiveram de ter o plano diretor pronto num curto espaço de tempo, para obterem financiamento da União Europeia. Por conseguinte, o processo de elaboração destes planos ocorreu com a falta de recursos técnicos e humanos dos municípios, juntamente com a fragilidade do conhecimento da realidade urbana ou dados cartográficos deficientes. Entre outras consequências, os PDM da primeira geração, como designados os conteúdos das versões dos anos 90, têm vindo a perpetuar-se no tempo, agravando a sua desadequação face à dinâmica territorial em curso. Por outro lado, a escassez de outros planos municipais, nomeadamente de planos de urbanização para os principais aglomerados urbanos, ou de planos de pormenor que definam os detalhes da urbanização e da construção, agravam esta problemática.

Em territórios de baixa densidade do Interior do país, com envelhecimento populacional crónico e fuga dos mais jovens e ativos, baixos níveis de rendimento, escassez acrescida de recursos técnicos e humanos para pôr em prática outros instrumentos de planeamento municipal, a inércia na atualização dos conteúdos dos PDM adensa a problemática acima descrita.

É o caso da generalidade dos PDM nos municípios de baixa densidade da região das Beiras e Serra da Estrela Interior de Portugal, nomeadamente os casos de Almeida, Belmonte, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Mêda e Pinhel, onde ainda vigoram os conteúdos dos PDM dos anos 90. Observa-se que os seus conteúdos estão total e absolutamente desatualizados em relação à realidade territorial em geral, com especial interesse no que se regista nos perímetros urbanos. Dentro destes perímetros, encontram-se frequentemente vastas zonas urbanas excedentárias, ocupadas na prática por atividades não urbanas, de índole rural ou rústico, ou simplesmente deixadas vazias de qualquer uso, sem qualquer tipo de urbanização ou edificação e défice de infraestruturas. Em quadros demográficos ou socioeconómicos com tendências recessivas, como os descritos, são ténues as expectativas de que estas zonas urbanas excedentárias venham a cumprir as funções para as quais foram definidas. Cenário este não indiferente à inclusão nos perímetros urbanos de territórios com características geomorfológicas adversas à construção de novas urbanizações, como sejam os declives acentuados. Consequentemente, a delimitação dos perímetros urbanos tem vindo a contribuir para a fragmentação dos espaços urbanos, em vez de os consolidar, ou para o desperdício de redes de infraestruturas, em vez de as otimizar.

Por outro lado, volvidas três décadas, os conteúdos dos PDM continuam distantes e inacessíveis à generalidade da população que por eles rege as suas ações de intervenção no território. Suportes obsoletos (fotocópias de má qualidade a preto e branco em papel), imprecisos e erráticos como os das peças desenhadas (planta de ordenamento e planta de condicionantes) são uma das causas para este distanciamento.

2. Objetivos

Face à problemática anteriormente descrita, o principal objetivo desta tese é proceder ao diagnóstico da realidade territorial do interior dos perímetros urbanos, definidos na figura chave do planeamento urbanístico em Portugal, o Plano Diretor Municipal. Não constitui objetivo deste trabalho apresentar uma análise detalhada e aprofundada sobre os diversos e vastos conteúdos dos PDM, nem em termos teóricos nem sequer no que concerne aos estudos de estudos de caso. Pretende-se, sim, identificar situações de desadequação destas áreas urbanas, quer face às medidas que este instrumento de gestão territorial nelas preconiza, quer face à realidade territorial atual que as caracteriza. Espera-se com os resultados desta tese, poder vir a contribuir para indicar caminhos para que os futuros PDM possam vir a ser instrumentos de gestão territorial mais rigorosos, facilmente atualizáveis e cujos conteúdos estejam acessíveis quer aos utentes (a população em geral) quer às entidades municipais (responsáveis pela sua elaboração e acompanhamento) à distância de um clique.

Para tal, o foco da investigação é colocado nas tecnologias de informação e comunicação (TIC) ao serviço do planeamento urbanístico em geral e da figura do PDM em particular, que suportem a transição para um e-PDM. Trata-se de um PDM acessível através de uma e-Plataforma ou plataforma online, cujos conteúdos sejam facilmente atualizados. Nesta abordagem, destaca-se o recurso ao levantamento dos perímetros urbanos, através da fotogrametria digital com drones, a consulta e produção de cartografia digital, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica e a produção de ortofotos, preparados para virem a ser publicados em Web-SIG, ou seja, no e-PDM.

Por outro lado, estas ferramentas digitais foram escolhidas por cobrirem as três fases fundamentais da revisão dos PDM: o levantamento, o tratamento e a consulta da informação.

Assim, foram analisados seis estudos de caso definidos em PDM de territórios de baixa densidade, nas Beiras e Serra da Estrela. Trata-se dos perímetros urbanos das sedes dos municípios de Almeida, Belmonte, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Mêda e Pinhel. Têm em comum os PDM desadequados, em vigor há cerca de trinta anos. Pretende-se proceder nestes estudos de caso ao diagnóstico rigoroso da situação atual que caracteriza os seus espaços urbanos. Incluem-se, portanto, nos objetivos teóricos desta tese proceder às seguintes ações:

- Apresentar uma análise crítica do sistema de gestão territorial em Portugal, de modo a balizar a figura do PDM;
- Descrever as vantagens da utilização das TIC no planeamento urbanístico e, em particular, como recurso metodológico essencial à eficácia dos PDM.

Quanto aos seis estudos de caso, pretende-se proceder à seguinte investigação:

- Proceder a um breve enquadramento do quadro demográfico recessivo que os tem caracterizado;
- Sistematizar e estudar os usos do solo propostos pelos PDM para o interior dos perímetros urbanos;
- Identificar e quantificar as áreas urbanas excedentárias, avaliando as necessidades de expansão ou de redução dos perímetros urbanos;
- Localizar e registar as zonas urbanas cujas características geomorfológicas inerentes aos declives as classificam como desfavoráveis à urbanização;
- Apresentar soluções de reclassificação dos usos do solo, nomeadamente quanto à delimitação dos perímetros urbanos.

Paralelamente, é necessário sistematizar um conjunto de conhecimentos com vista a alcançar os seguintes objetivos específicos:

- identificar as disposições do quadro regulamentar do urbanismo¹ no que concerne às ações de urbanizar e de edificar;
- identificar e analisar os conteúdos programáticos dos Instrumentos de Gestão Territorial, com especial enfoque na figura do PDM, no que respeita aos critérios de classificação e qualificação dos usos do solo;
- definir propostas metodológicas de delimitação de perímetros urbanos no âmbito dos e-PDM, através da utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação e dos Sistemas de Informação Geográfica.

Espera-se que os resultados desta tese de doutoramento possam ser replicados nos demais casos de delimitação dos perímetros urbanos, em outros municípios do país, nomeadamente em territórios de baixa densidade.

¹ com base nas alíneas c) e d) do n.º 4, do artigo 7.º, do Decreto Regulamentar n.º 15/2015, de 19 de agosto.

3. Metodologia

A intenção de alcançar os objetivos traçados nesta tese de doutoramento exige uma abordagem metodológica multidisciplinar, que abrange cinco fases de investigação:

1.^a fase - Pesquisa bibliográfica centrada nas seguintes temáticas: 1. âmbito de intervenção do sistema de gestão territorial; 2) usos do solo; 3) restrições de utilidade pública; 4) particularidades que caracterizam os territórios de baixa densidade; 5) vantagens da utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação, nomeadamente dos Sistemas de Informação Geográfica no planeamento urbanístico municipal e requisitos da aplicações das novas técnicas de levantamento *in loco* do território, através de VANT (Veículos Aéreos Não Tripulados), tais como os drones;

2.^a fase – Caracterização dos estudos de caso, em termos de localização geográfica, evolução demográfica e do edificado, bem como a identificação dos normativos legais provenientes dos PDM em vigor;

3.^a fase - Análise dos perímetros urbanos dos Planos Diretores Municipais, de seis sedes de concelhos da região das Beiras e Serra da Estrela, de modo a identificar os espaços urbanos excedentários, os espaços urbanos consolidados, as zonas de declive desfavorável à urbanização e os tipos de ocupações não urbanas que neles ocorrem;

4.^a fase – Desenvolver e aplicar uma metodologia de produção de cartografia topográfica digital com recurso a um drone, para o levantamento *in loco* dos tipos de ocupação dentro dos perímetros urbanos, e consequente tratamento da informação em imagem através aerotriangulação;

5.^a fase – Análise comparativa entre os seis estudos de caso das áreas a manter ou a excluir dos perímetros urbanos.

4. Estrutura

Esta tese de doutoramento está estruturada em duas partes fundamentais. A Parte I - “Enquadramento teórico: conteúdos do PDM e TIC” - começa por descrever no Capítulo I - “Sistema de Gestão Territorial em Portugal” – os Instrumentos de Gestão Territorial de âmbito nacional, de âmbito regional e finalmente de âmbitos intermunicipal e municipal. Neste último insere-se a figura do PDM, na qual se delimitam os perímetros urbanos (ponto 1). No mesmo capítulo, são analisados os critérios normativos legais de identificação do espaço urbano *vs.* não urbano (ponto 2) e dos condicionantes ao uso do solo suscetíveis de interferir com o espaço urbano (ponto 3).

Segue-se o Capítulo II – “As TIC no planeamento urbanístico municipal”. O ponto 1 debruça-se sobre os Sistemas de Informação Geográfica e as novas tecnologias de informação no planeamento urbanístico municipal, consideradas ferramentas primordiais na gestão, análise e divulgação sobre o território em termos urbanísticos. O ponto 2 aborda a estrutura e a base de dados de um SIG, com referência aos modelos vetoriais e aos modelos matriciais, concluindo com uma análise comparativa de prós e contras dos modelos vetoriais *vs.* matriciais. No ponto 3 deste capítulo são apresentadas as características da fotografia aérea digital, através do uso de Veículos Aéreos Não Tripulados para o levantamento do território *in loco*. É ainda incluído neste ponto a execução prática de voo fotogramétrico com drone, para delimitação do perímetro urbano de Belmonte. Começa por identificar e descrever os parâmetros de *input* do modelo de delimitação do perímetro urbano e prossegue com a cartografia digital com VANT.

A outra parte da tese de doutoramento refere-se à “Parte II – Territórios de baixa densidade: PDM das Beiras e Serras da Estrela”. O Capítulo III - “Caracterização dos estudos de caso” - procede à identificação e descrição de seis casos, o seu enquadramento geográfico (ponto 1), a evolução demográfica e do edificado (ponto 2). Faz-se ainda, no ponto 3, uma abordagem acerca da origem e do desenvolvimento do núcleo urbano, para cada estudo de caso.

Por fim, no Capítulo IV, intitulado “e-PDM: aplicação aos perímetros urbanos”, considera-se o conteúdo mais relevante e significativo desta tese, pelo cariz inédito da metodologia de análise que apresenta e dos resultados obtidos. Faz a descrição das fontes de informação e metodologia de análise aplicada aos perímetros urbanos (ponto 1). Segue-se o ponto 2, com a apresentação do normativo em vigor em termos do Plano Diretor Municipal para cada estudo de caso. De seguida, o ponto 3 identifica os usos do

solo, propostos pelos seus PDM para o interior dos perímetros urbanos. Finalmente, procede ao levantamento dos espaços excedentários, também designados por vazios urbanos, bem como à contabilização das superfícies de ocupação rural e dos espaços cujos declives se consideram desfavoráveis à urbanização. Entende-se que todos estes estejam aptos a ser devolvidos ao espaço rústico em sede de revisão dos PDM em curso. Os resultados desta análise são apresentados através da sobreposição da informação proveniente da COS 2018, Carta do Uso e Ocupação do Solo e da CRUS, Carta de Regime de Usos do Solo, ambas disponibilizadas pela Direção Geral do Território. Recorre-se também à cartografia oficial homologada à escala 1:10.000 em formato vetorial, relativa às seis sedes de concelho.

Parte I – Enquadramento teórico – Conteúdos do PDM e TIC

Capítulo I – Sistema de gestão territorial em Portugal

1. Âmbitos de intervenção

No quadro do ordenamento do território português existem dois tipos diferentes de instrumentos de gestão territorial: os programas e os planos de ordenamento do território. Considera-se que os planos são diferentes dos programas não só devido ao seu conteúdo, mas também relativamente às suas escalas de ação, dado que os programas são concebidos para a grande escala e os planos são concebidos para a escala detalhada. Outra diferença entre estes dois tipos de instrumentos de planeamento é a eficácia jurídica dos seus conteúdos, pois enquanto os programas são vinculativos de entidades públicas, os planos vinculam ainda os particulares [2]. Por outro lado, compete aos planos estabelecer o quadro da classificação e qualificação dos usos do solo, das regras de edificação e urbanização, bem como a sua implementação e programação.

De acordo com Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos de Ordenamento do Território e de Urbanismo², os programas “estabelecem o quadro estratégico de desenvolvimento territorial e as suas diretrizes programáticas (...) a incidência espacial de políticas nacionais a considerar em cada nível de planeamento” [3]. Os planos “estabelecem opções e ações concretas em matéria de planeamento e organização do território bem como definem o uso do solo” [3]. Neste sentido, o quadro de ordenamento do território português compreende os seguintes quatro níveis de ações da administração pública: nacional, regional, intermunicipal e municipal (figura 1).

² artigo 38.º da Lei n.º 31/2014, de 30 de maio.

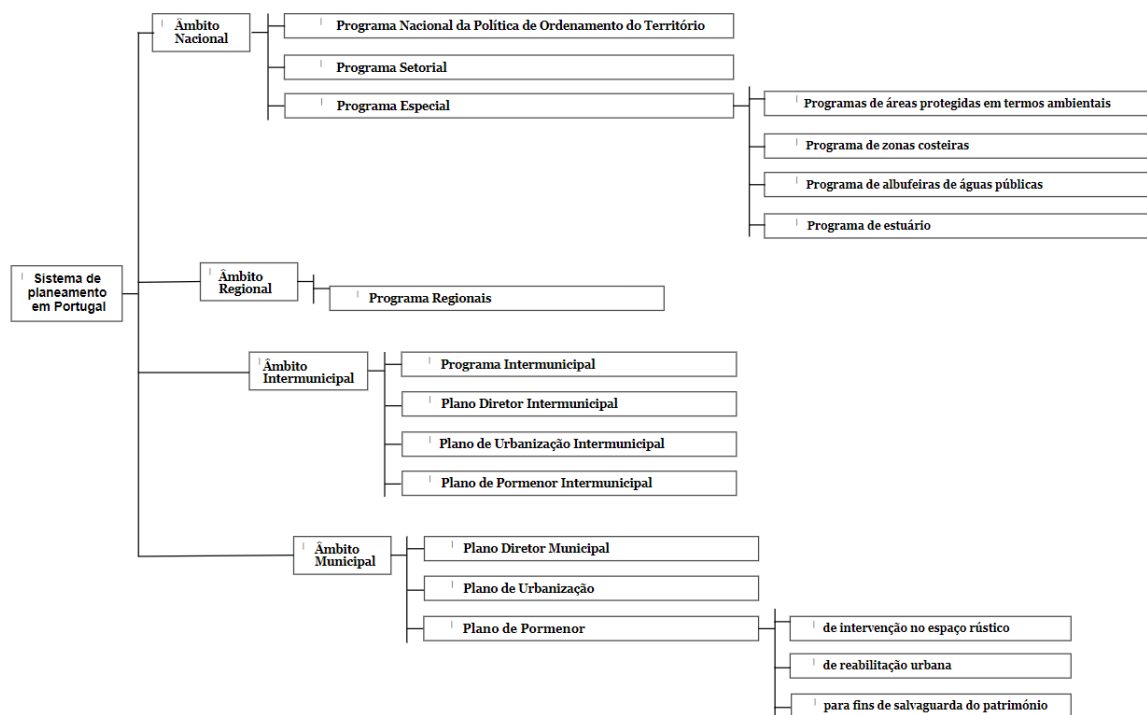


Figura 1 - Quadro de ordenamento do território português.
 Fonte: Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio.

1.1. Nacional

Ao nível nacional, o sistema de gestão territorial é organizado por três tipos de instrumentos de ordenamento do território [3]. O Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território compreende o território continental português como um todo. O Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território é o documento que constitui as grandes opções de relevância: da organização do território nacional, numa visão de longo prazo, à valorização do território, materializando um quadro referencial estratégico nacional, à elaboração de demais instrumentos de gestão territorial [4]. De acordo com as bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo³, o programa nacional da política de ordenamento do território, em respeito pelas opções europeias de desenvolvimento territorial e do quadro de referência europeu, inclui: a) as opções estratégicas de organização do território nacional e o modelo de estruturação territorial, considerando o sistema urbano, as infraestruturas, os equipamentos de utilização coletiva de interesse nacional, as áreas de interesse nacional em termos de defesa e segurança pública, agrícolas, florestais, ambientais, patrimoniais e económicas, a exploração de recursos geológicos e o aproveitamento das energias renováveis; b) as grandes opções de investimento público, com impacto

³ n.º 2, do artigo 40.º da Lei n.º 31/2014, de 30 de maio.

territorial relevante, em harmonia com as estratégias definidas à aplicação dos fundos europeus e nacionais.

O segundo tipo é a figura dos "programas setoriais" que visam a fixação de princípios e regras de ocupação, uso e transformação do solo na prossecução de interesses públicos específicos [5]. Incluem os domínios da defesa, segurança pública, prevenção e minimização de riscos, ambiente, recursos hídricos, conservação da natureza e da biodiversidade, transportes, infraestruturas, comunicações, energia e recursos geológicos, cultura, saúde, habitação, turismo, agricultura, florestas, comércio e indústria [3].

A terceira figura de âmbito nacional são os programas especiais de ordenamento do território, que constituem regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais [3]. Integram quatro instrumentos: os programas de áreas protegidas em termos ambientais, programa de zonas costeiras, programa de albufeiras de águas públicas e programas de estuários.

1.2. Regional

O nível regional inclui apenas um instrumento de planeamento, o "Programa Regional", dirigido às cinco regiões do território continental: Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve. Por conseguinte, cada uma destas cinco regiões define as linhas estratégicas de desenvolvimento, com suporte nas diretrizes e opções estabelecidas ao nível nacional, exequíveis na sua escala e nas linhas orientadoras de estratégias municipais de desenvolvimento local [5].

1.3. Intermunicipal

Ao nível intermunicipal, existem quatro figuras de planeamento: o Programa Intermunicipal e três tipos de planos: O Plano Diretor Intermunicipal, o Plano de Urbanização Intermunicipal e o Plano de Pormenor Intermunicipal. O programa intermunicipal faz a articulação entre o programa regional e os planos intermunicipais e municipais. É de elaboração facultativa e pode incluir a área geográfica da totalidade de uma Comunidade Intermunicipal ou de dois ou mais municípios territorialmente contíguos [3].

O plano diretor intermunicipal institui a estratégia de desenvolvimento e o modelo territorial intermunicipal, as opções de localização e de gestão de equipamentos de utilização pública e as relações de interdependência entre dois ou mais municípios circunvizinhos. A sua aprovação dispensa a elaboração de planos diretores municipais, substituindo-os.

Os planos de urbanização e os planos de pormenor intermunicipais abrangem parte do território adjacentes dos concelhos a que respeitam.

1.4. Municipal

O nível mais detalhado da administração pública, em termos de políticas de ordenamento do território, refere-se aos 308 municípios. A este nível, existem três figuras de planeamento, nomeadamente o Plano Diretor Municipal, cujos conteúdos principais são a classificação e a qualificação dos usos do solo, os condicionantes aos usos do solo e os indicadores de urbanização e construção.

O Plano Diretor Municipal tem sido a figura central do planeamento urbanístico à escala local durante as últimas décadas. Define o quadro estratégico para o desenvolvimento territorial do município, sendo o instrumento de referência para a elaboração de outros planos municipais [1]. Durante a elaboração dos planos municipais, prevalece a participação do cidadão, impondo que a câmara municipal tenha o dever de fornecer todos os elementos, dados e informações relevantes, a fim de envolver a participação do público no processo de planeamento. Os cidadãos podem fazer sugestões à sua autoridade local em matéria de conteúdos dos planos municipais de ordenamento do território.

O Plano Diretor Municipal é considerado concluído após a sua aprovação pela assembleia municipal [3], cujo conteúdo deverá ser revisto após cada três anos. Os dados destes planos ficam disponíveis nos sítios web do município e do Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT). A autoridade local deverá realizar os dados digitais e georreferenciados e os mapas do plano, tornando-os disponíveis online [3].

O Plano de Urbanização (PU) e o Plano de Pormenor (PP) nas suas três modalidades são as demais figuras municipais. Os primeiros respeitam aos grandes equipamentos, infraestruturas e o zonamento em matéria de atividades em parte ou na totalidade dos perímetros urbanos. Os segundos são as figuras de planos mais detalhadas do sistema de

gestão territorial. Duas das suas modalidades dizem respeito a intervenções dentro do perímetro urbano, o PP de Salvaguarda de Património e o PP de Reabilitação Urbana. Por fim, existe a figura do PP para o espaço fora dos perímetros urbanos, ou seja, para o espaço rural ou rústico, como atualmente é designado [3].

2. Usos do solo e perímetros urbanos

2.1. Breve enquadramento legal

Decorria o ano de 1984⁴ quando o conceito de perímetro urbano foi estabelecido no âmbito dos loteamentos urbanos. Foi definido o aglomerado urbano como “o núcleo de edificações públicas e as respetivas áreas envolventes, em que o perímetro é definido pelos pontos distanciados 50 metros do eixo daqueles arruamentos no sentido transversal e 20 metros da última edificação do núcleo no sentido do arruamento” [6].

Em 1990, no âmbito das regras de elaboração dos planos municipais de ordenamento do território [7], estabeleceram-se 8 classes de espaço possíveis, espaço urbano, urbanizável, industrial, indústria extrativa, agrícola, florestal, canal, natural e cultural. Os espaços urbanos eram caracterizados pelo elevado nível de infraestruturação e concentração de edificações, onde o solo se destinava predominantemente à construção. Os espaços urbanizáveis, assim denominados por poderem vir a adquirir as características dos espaços urbanos, eram as áreas de expansão dos aglomerados urbanos. Entendia-se na época que o conjunto dos espaços urbano, urbanizável e industrial contíguo definiam os perímetros urbanos [7] (figura 2). Os restantes usos do solo pertenciam ao domínio rural e estavam, portanto, fora dos perímetros urbanos. Foi sob esta nomenclatura que foram elaborados e aprovados os PDM que durante as três últimas décadas têm regido as ações de urbanização e edificação no território português.

⁴ artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 400/84, de 31 de dezembro.

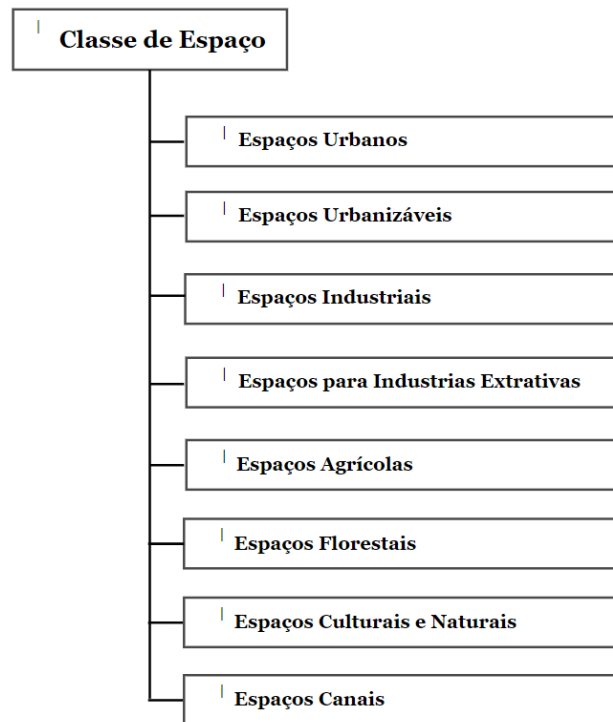


Figura 2 - Nomenclatura das classes de usos do solo de acordo com o Decreto-Lei n.º 60/99, de 2 de março.

Atualmente, o regime de uso do solo é estabelecido pelos planos territoriais de âmbito intermunicipal ou municipal através da classificação e qualificação do solo⁵. Com a entrada em vigor da Lei de bases da política pública de solos, de ordenamento e de urbanismo [2], e a revisão do regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial [3], foi introduzida uma reforma marcante no modelo de classificação do solo. Ficaram estabelecidos novos critérios de classificação (relativos às classes de espaços) e reclassificação do solo, bem como de qualificação do solo (relativos às categorias de usos do solo). Assim, de oito classes dos anos 90 fixaram-se apenas duas no que respeita ao destino básico do solo, chamadas classes de uso do solo, urbano e rústico [8].

Note-se a qualificação e o aproveitamento a dar aos espaços dentro da classe, em função das potencialidades e das regras de ocupação, uso e transformação do solo, fixado em categorias e subcategorias (figura 3).

⁵ artigo 9.º da Lei n.º 31/2014, de 30 de maio.

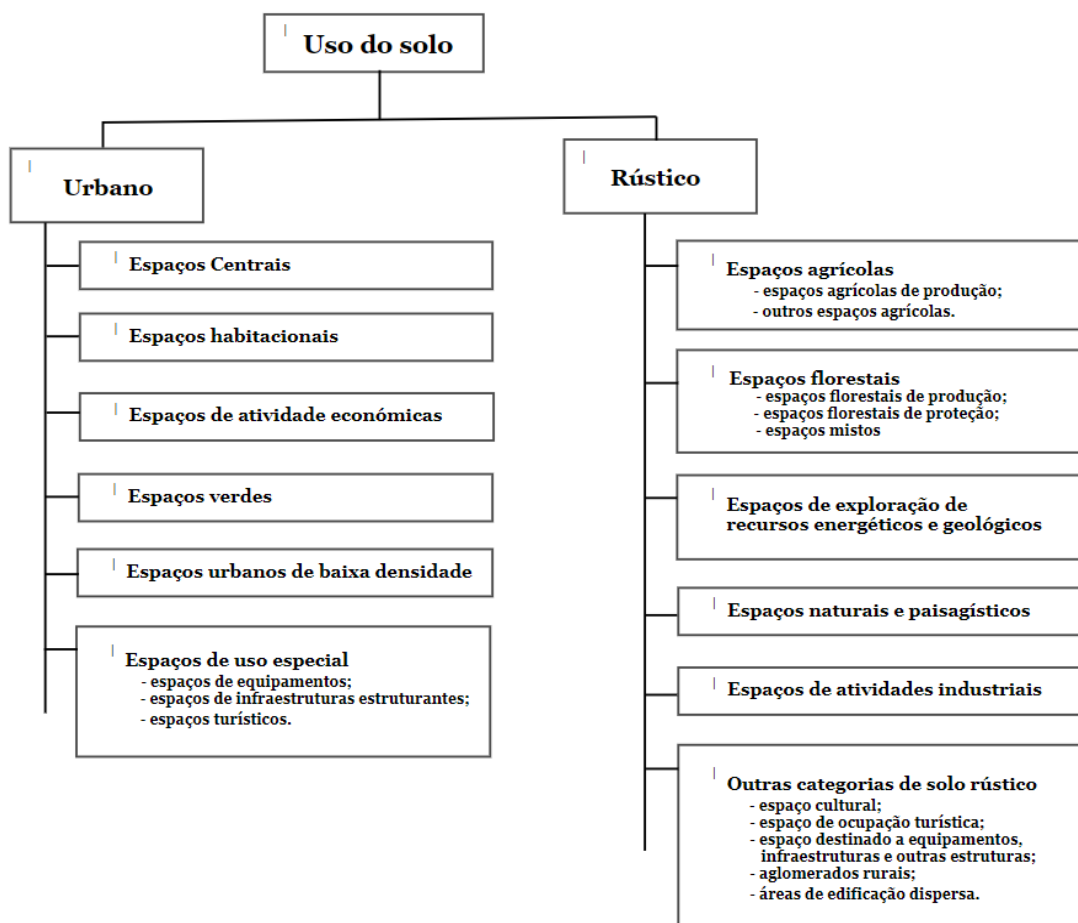


Figura 3 - Classes e categorias de uso do solo a utilizar no Plano Diretor Municipal.
Fonte: Decreto Regulamentar n.º 15/2015, de 19 de agosto.

2.2. Solo urbano vs. solo rústico

Os perímetros urbanos dos PDM dos anos 90 foram delimitados sem critérios de sustentabilidade. Ora, a definição de perímetro urbano que impunha o então quadro legal era bastante lato, determinado pelo conjunto do espaço urbano e urbanizável e industrial que lhe seja contígua [7]. O solo urbano era o que se destinava “ao processo de urbanização e edificação, estando nele compreendidos os terrenos urbanizados ou cuja urbanização seja programada, constituindo o seu todo o perímetro urbano” [9]. Em 1998, a definição foi alterada, considerando que ao solo com “reconhecida vocação para o processo de urbanização e edificação, estando nele compreendidos os terrenos urbanizados ou cuja urbanização se encontre programada, constituindo o seu todo o perímetro urbano” [10]. Segundo Reis e Loureiro “o conceito de solo urbano abrange o terreno urbanizado e urbanizável, coincidindo tal noção com o anterior conceito de solo urbano e urbanizável” [11], ou seja, mantém válidos os perímetros urbanos dos anos 90. Para J. Carvalho e C. Pais, os Planos Diretores Municipais em vigor definem perímetros

urbanos de grande dimensão e significativa admissibilidade edificatória em solo rústico [12]. De modo geral, a legislação em matéria de planeamento urbanístico apela a redução dos perímetros urbanos [13]. Veja-se os exemplos do Regime Jurídico da Reabilitação Urbana⁶ e Regime Jurídico da Salvaguarda do Património⁷, que sustentam os conteúdos do plano de pormenor de reabilitação urbana e o plano de pormenor de salvaguarda.

Ora, se por um lado a maior dimensão dos perímetros urbanos não se repercute obrigatoriamente em maior representatividade de vazios urbanos, dependentes de fatores como a evolução demográfica ou a dinâmica da urbanização. Por outro lado, a elevada admissibilidade edificatória em solo rústico não será alheia à propagação de áreas urbanas excedentárias, uma vez que facilita a edificação fora dos perímetros urbanos, geralmente menos onerosa. Mas essa delimitação foi feita com recurso a informação geográfica deficiente, desatualizada no tempo e no espaço, utilizando escalas de análise desadequadas, em suporte papel, resultando em inconsistências nos atuais perímetros urbanos. Os princípios da delimitação do solo urbano basearam-se num elevado nível de infraestruturação, diversidade de atividades e funções centrais, bem como densidade demográfica [14].

Em 2009, o conceito de perímetro urbano sofre nova alteração ao considerar como uma “porção contínua classificada como solo urbano” [15]. No atual quadro legal, o solo urbano passou a incluir os terrenos que estão total ou parcialmente urbanizados ou edificados e, conseqüentemente, afetos em plano territorial à urbanização ou à edificação [3]. A última regulamentação em termos de classificação e qualificação do solo estabelece inclusão de espaços afetos à estrutura ecológica necessária ao equilíbrio do sistema urbano, em espaço urbano [8]. Ou seja, a classificação como urbano tem como premissa a “sustentabilidade e a valorização das áreas urbanas, no respeito pelos imperativos de economia do solo e dos demais recursos territoriais” [8]. Ora, o espaço urbano é agora aquele que coincide com o conceito de perímetro urbano. Está estabelecido que o conceito de perímetro urbano “é a linha poligonal fechada que delimita uma porção contínua de território classificada como solo urbano” [15]. De acordo com a mesma, esta definição devia ainda incluir que a delimitação é executada sobre uma base cartográfica adequada com referencial espacial.

Encontra-se estipulado⁸ que a classificação de um solo como urbano passa por diversos critérios, tais como os seguintes [3]: 1) inserção no modelo de organização do sistema

⁶ Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de outubro.

⁷ Decreto-Lei n.º 309/2009, de 23 de outubro.

⁸ n.º 3, do artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio.

urbano municipal ou intermunicipal; 2) existência de aglomerados de edifícios, população e atividades geradoras de fluxos significativos de população, bens e informação; 3) existência de infraestruturas urbanas e de prestação dos serviços, compreendendo, no mínimo, os sistemas de transportes públicos, de abastecimento de água e saneamento, de distribuição de energia e de telecomunicações, ou a garantia da sua provisão no horizonte do plano territorial, mediante inscrição no respetivo programa de execução e as consequentes inscrições nos planos de atividades e nos orçamentos municipais; 4) a garantia de acesso da população residente aos equipamentos de utilização coletiva que satisfaçam as suas necessidades coletivas fundamentais; 5) a necessidade de garantir a coerência dos aglomerados urbanos existentes e a contenção da fragmentação territorial.

A qualificação do solo urbano processa-se através da sua integração em categorias e subcategorias de uso do solo, as quais são definidas e regulamentadas nos planos territoriais de âmbito intermunicipal e municipal, com base em características morfotipológicas. São delimitadas no solo urbano, que correspondem aos perímetros urbanos, as seguintes categorias de uso do solo [8]: 1) espaços centrais; 2) espaços habitacionais; 3) espaços de atividades económicas; 4) espaços verdes; 5) espaços urbanos de baixa densidade; 6) espaços de uso especial, com as subcategorias: espaços para equipamentos, espaços de infraestruturas estruturantes e espaços turísticos.

Fora dos perímetros urbanos, situa-se o solo rústico, o qual possui reconhecida aptidão ao aproveitamento agrícola, pecuário, florestal, à conservação, à valorização e à exploração de recursos naturais, de recursos geológicos ou de recursos energéticos, mesmo que se destine a espaços naturais, culturais, de turismo, recreio e lazer ou à proteção de riscos, ou que seja ocupado por infraestruturas e desde que não esteja classificado como solo urbano [3]. No caso dos solos integrados em aproveitamento hidroagrícola, correspondem à categoria de espaços agrícolas de produção. Assim, o uso do solo rústico corresponde aos territórios fora dos perímetros urbanos e inclui as seguintes categorias de usos do solo [3]: 1) espaços agrícolas; 2) espaços florestais; 3) espaços de exploração de recursos energéticos e geológicos; 4) espaços de atividades industriais; 5) espaços naturais e paisagísticos; 6) outras categorias de solo rústico: onde se incluem as subcategorias: espaços culturais; espaços de ocupação turística; espaço destinado a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações; aglomerados rurais; e áreas de edificação dispersa.

Em síntese, pretende-se que o solo rústico tenha como base a salvaguarda dos usos agrícolas, florestais, naturais, culturais, geológicos, a salvaguarda ambiental e paisagista e a biodiversidade.

2.3. Reclassificação dos usos do solo e áreas urbanas excedentárias

As regras precisas do processo de reclassificação de solo rústico para urbano e vice-versa foram determinadas pelo Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial⁹. A reclassificação de solo rústico para urbano tem um carácter excecional, devendo contribuir, de forma inequívoca, para o desenvolvimento sustentável do território. Só é aplicável nos casos de inexistência de áreas urbanas disponíveis, devidamente comprovadas pela necessidade do desenvolvimento económico e social e pela indispensabilidade de qualificação urbanística¹⁰, devendo traduzir uma opção de planeamento sustentável em termos ambientais, patrimoniais, culturais, económicos e sociais. Para que seja possível a reclassificação de solo rural em solo urbano, deve obedecer-se a vários critérios, entre eles¹¹: 1) fundamentar na avaliação da dinâmica urbanística e da execução dos planos suportada por indicadores de monitorização da execução da urbanização e da edificação; 2) avaliar o grau de aproveitamento do solo urbano; 3) aferir a indispensabilidade de infraestruturação; 4) compatibilizar os programas territoriais com relevo com os regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais e a proteção de riscos; 5) demonstrar a viabilidade económico-financeira, através de estimativa de todos os custos, em termos de encargos, com o reforço ou execução das infraestruturas urbanas e respetiva manutenção. Trata-se, portanto, de um processo difícil, de fundamentação complexa, que incentiva à manutenção das áreas urbanas e desincentiva a sua expansão, especialmente em territórios de baixa densidade, perdas populacionais crónicas, elevados índices do parque habitacional devoluto ou subaproveitamento de infraestruturas.

Entende-se que estes apelos explícitos na lei à consolidação e não expansão dos perímetros urbanos provêm precisamente da experiência das últimas décadas com os PDM e os espaços urbanos excedentários, também designados por vazios urbanos. Os espaços vazios urbanos não têm uma expressão única em termos territoriais, podendo apenas assumir uma elevada diversidade de características. Podem incluir obras de urbanização materializadas em vias de comunicação, que atravessam os espaços urbanos

⁹ artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio.

¹⁰ n.º 1, do artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio.

¹¹ artigo 5.º do Decreto Regulamentar n.º 15/2015, de 19 de agosto.

e revelam certo grau de atrair habitação e atividades económicas, que pelo meio não conseguem ser consolidados numa malha urbana contínua. Podem ser espaços intersticiais, que por vezes incluem restos de manchas agrícolas, florestais, pastagens ou matos, neles poderão encontrar-se resquícios de infraestruturas urbanas, que comportaram um investimento inicial, sem qualquer retorno [16] devido à fraca ou ausente urbanização e edificação subsequentes.

Vazio urbano significa um espaço expectante não edificado nem urbanizado, sem qualquer tipo de atividade de índole urbana, mas que se situa dentro do perímetro urbano [17]. Poderão dizer respeito a terrenos localizados em zonas providas de algum grau de infraestruturas que, contudo, não desempenham plenamente a função social e/ou económica urbana para a qual foram identificados. Para Dittmar [18] os vazios urbanos são os espaços construídos ou não, desocupados ou subutilizados. Já o autor Janeiro [19] conceitua os vazios urbanos como bolsas vazias, áreas destituídas, ausentes, silenciosas, onde aquilo que lá acontecia já não acontece ou onde nunca nada lá aconteceu. Para Jorge Cancela [20], no planeamento não existem espaços "vazios", mas sim áreas que fornecem determinadas funções e serviços que são fundamentais para serem vistos numa abordagem contínua, que transcende as linhas artificiais entre solo urbano e rústico. Este autor apela à delimitação mais funcional, integrada, holística e resistente dos perímetros urbanos. Segundo Lee [21], as zonas urbanas excedentárias são espaços desnecessários, desprezados e subutilizados, que poderão possuir potencial na sua utilização para um desenvolvimento urbano sustentável. Já na opinião de Sousa [22], nos vazios urbanos não é determinante se estão edificados ou não, o que importa averiguar é as suas consequências em processos de marginalização, degradação económica e social que aguardam por uma utilização, uma vez que apresentam potenciais transformações de uso para se tornarem ativos. Se para Portas [23] o aproveitamento dos vazios urbanos é decisivo na reurbanização ou revitalização, para Borde [24] estes espaços respeitam a "terrenos e edificações não utilizados, subutilizados, desocupados ou desestabilizados, localizados em terrenos infraestruturados e que passaram ou estão passando por um processo de esvaziamento". Também Nicolau e Cavaco [25] defende que os vazios estão subutilizados, pois o "vazio" é a ausência de "cheio". Para Oliveira [26], os vazios urbanos são fenómenos urbanos comuns a qualquer cidade ou vila, traduzindo-se por vazios construídos e vazios não construídos. Subentende-se que os primeiros corresponderão a situações de vias de comunicação ou de edificação dispersa.

Segundo Sidónio Pardal [27], o espaço urbano está em causa quando está vazio, não conseguindo assegurar a função do espaço social na contiguidade. Por outro lado, não

garante a qualidade de vida da população, gerando segregação socio-espacial, impedindo o acesso aos terrenos devido ao seu elevado custo, resultante da especulação fundiária. Os problemas ambientais são adicionados, porque se tornam espaços que, devido à falta de limpeza, proporcionam a proliferação de doenças [28]. Porém, para autores como Kato e Huang [29] é de admitir a importância dos vazios urbanos na eficiência da ventilação nos núcleos urbanos, por terem impacto no efeito ilha urbana de calor¹² no vento e na poluição. Já para Shach-Pinsly, Fisher-Gewirtzman e Burt [30], os vazios urbanos são importantes na relação de privacidade e na abertura visual que proporcionam.

Poder-se-á referir a esse propósito que os vazios urbanos são também o resultado de condições topográficas desfavoráveis à nova urbanização, como sejam os declives acentuados [31]. Nestas áreas, os avultados movimentos de terra necessários para permitir as obras de urbanização ou a estabilização dos aterros, constituem um preço demasiado elevado, desencorajando qualquer ação de construção. Assim, considera-se uma topografia acidentada (pelo menos 12% de declive) absolutamente desfavorável a qualquer reivindicação de urbanização. O mapeamento das condições topográficas para efeitos de urbanização [27] pode ser sistematizado nos seguintes cinco níveis de declives:

- [0-2%] é considerado como o nível médio de condições topográficas para fins de urbanização;
- [2-3%] é considerado como um nível muito bom de condições topográficas para a urbanização;
- [3-5%] é considerado como um bom nível de condições topográficas para a urbanização;
- [5-8%] é referido como um nível mau quanto às condições topográfica para a urbanização;
- [8-12%] é referido como um nível muito mau no que concerne às condições topográficas para urbanizar.

Acima dos 5% de declive considera-se que as condições topográficas não são recomendadas para fins urbanos [27]. Tal gradiente demonstra que existem dois níveis topográficos considerados desfavoráveis para efeitos de urbanização e edificação, o nível 5-8% e o nível 8-12%. A literatura refere tais dificuldades de urbanização devido às encostas íngremes, prendendo-se com situações como a das ruas onde “é aconselhável utilizar (...) a (...) meia encosta da rede estrutural (sendo que a sua inclinação não deve

¹² Fenómeno climático que ocorre principalmente em áreas urbanas com elevado grau de urbanização.

(...) exceder 8% e pode atingir excepcionalmente 16%)” [32]. Portanto, estes locais, quando relacionados com novas áreas de desenvolvimento urbano, não devem ser incluídos como partes dos perímetros urbanos, a menos que existam situações particulares, tais como um orçamento para o fazer, uma elevada pressão em termos de crescimento populacional, um elevado nível de procura de urbanização e edificações ou uma escassez de outros espaços urbanos alternativos. Nenhuma destas situações particulares está presente nos territórios de baixa densidade em análise.

Nos territórios do Interior com uma recessão demográfica, baixos níveis de investimento e baixos níveis de criação de riqueza, há também o facto de os vazios urbanos simplesmente não serem procurados. A sua presença na rede urbana deve-se principalmente à especulação imobiliária, onde a retenção dos solos gera uma escassez de oferta e um aumento do preço [33].

No que concerne à reclassificação do solo urbano para rústico, pode ser feita a todo o tempo, em resultado da aprovação de plano territorial que a determine, devendo a área objeto de reclassificação obedecer aos critérios do solo rústico [3].

Para concluir, refira-se que o nível municipal e os seus instrumentos consideram-se as autoridades chaves em termos de planeamento urbanístico, que, contudo, não têm sido eficazes na contenção dos perímetros urbanos [34]. Assim, a classe de espaços urbanizáveis correspondentes às áreas de expansão urbana dos PDM em vigor e que não tenham sido urbanizadas nem edificadas, deverão transitar para a classe de espaços rústicos.

Esta transição repercutir-se-á numa redução dos perímetros urbanos, ou seja, numa diminuição das suas superfícies. Trata-se de espaços urbanos excedentários que apenas promovem a dispersão e a fragmentação urbanas [35], muitas vezes ocupados na prática por atividades de índole agrícola, florestal, pastagens ou simplesmente deixados vazios onde crescem os matos. Contudo, a sua oficial classificação como espaço para urbanizar e edificar, incluídos nos perímetros urbanos, não impede situações de especulação no mercado fundiário. Uma das soluções para os problemas associados aos vazios urbanos é precisamente a sua devolução aos solos rústicos de onde nunca saíram. Porém, é sabido que, como advoga J. Carvalho, “esta orientação (...) vai contra a dinâmica até agora dominante de expansão crescente das áreas urbanas, visando a permissão de edificabilidade e a consequente valorização da propriedade” [36]. Este autor reforça a dificuldade de pôr em prática esta solução, pois “em muitos planos essa pressão

difícilmente deixará de se traduzir numa insuficiente redução de perímetros urbanos e de edificabilidade” [36], nomeadamente no âmbito dos PDM.

3. Restrições de utilidade pública em áreas urbanas

Numa perspetiva urbanística, as condicionantes ao uso do solo incluem dois tipos de situações: servidões administrativas e restrições por utilidade pública. As servidões administrativas são limitações ao exercício do direito de propriedade, em função de interesses públicos concretos. As restrições de utilidade pública são igualmente limitações ao exercício do direito de propriedade (para efeitos de edificação e urbanização) em função dos interesses públicos abstratos, como sejam a preservação dos ecossistemas ou a salvaguarda das áreas de maior aptidão agrícola. Podem constituir limitações ou impedimentos a qualquer forma específica de aproveitamento do território [37], em face de situações de risco natural considerável, que importa prevenir.

Assim, a noção de restrição de utilidade pública deve ser entendida como mera restrição de utilidade pública com limitações ao direito de propriedade em função de interesses públicos abstratos [38]. Trata-se de qualquer limitação sobre o uso, a ocupação e a transformação do solo que impede o proprietário de beneficiar do seu direito de propriedade pleno, sem depender de qualquer ato administrativo, que decorre diretamente da Lei [37].

As exigências sociais e ambientais, a defesa do solo agrícola, a ecologia, os recursos naturais, o património cultural, entre outros, justificam a imposição de restrições ou de limitações aos direitos dos particulares, em defesa de interesses públicos [37].

Os solos cujas características agroclimáticas, geomorfológicas e pedológicas apresentem maior aptidão à atividade agrícola são integrados na Reserva Agrícola Nacional (RAN), que estabelece um conjunto de condicionamentos à utilização não agrícola do solo, com um papel preponderante na preservação do recurso do solo afeto à agricultura. A RAN possui um regime de proteção especial através do Regime Jurídico da Reserva Agrícola Nacional [39], que tem por premissa acautelar medidas de gestão, com a necessidade de prevenir situações que se revelem inaceitáveis para a perenidade do recurso solo.

Constituem objetivos da RAN os seguintes propósitos¹³: 1) proteger o recurso solo, como suporte do desenvolvimento da atividade agrícola; 2) contribuir para o desenvolvimento sustentável da atividade agrícola; 3) promover a competitividade dos territórios rurais e

¹³ artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março, com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 199/2015, de 16 de setembro.

contribuir para o ordenamento do território; 4) contribuir para a preservação dos recursos naturais; 5) assegurar que a atual geração respeite os valores a preservar, permitindo uma diversidade e uma sustentabilidade de recursos às gerações seguintes pelo menos análogos aos herdados das gerações anteriores; 6) contribuir para a conectividade e a coerência ecológica da Rede Fundamental de Conservação da Natureza; 7) adotar medidas cautelares de gestão que tenham em devida conta a necessidade de prevenir situações que se revelem inaceitáveis para a perenidade do recurso solo.

As utilizações não agrícolas¹⁴ de áreas integradas na RAN só podem verificar-se quando, cumulativamente, não causem graves prejuízos e não exista alternativa viável fora dos solos integrados em RAN. No que respeita às componentes técnica, económica, ambiental e cultural, devem localizar-se, preferencialmente, nas terras classificadas como de menor aptidão agrícola.

A Reserva Ecológica Nacional é uma estrutura biofísica que integra o conjunto de tipologias que, pelo valor e sensibilidade ecológicos ou pela exposição e suscetibilidade perante riscos naturais, justifica um regime territorial especial, o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional [40]. Com base nos seus objetivos de proteção, este regime estabelece um conjunto de condicionamentos, identificando-se usos e ações compatíveis com os objetivos de proteção ecológica e ambiental, e de prevenção e redução de riscos naturais. Ora, as condicionantes aos usos do solo são parte chave dos conteúdos dos PDM, desenhados e identificados na planta de condicionantes.

4. Síntese

Pela análise ao ponto 2.4, nos PDM da primeira geração, o perímetro urbano definia-se pelo conjunto do espaço urbano, do espaço urbanizável e dos espaços industriais que lhes fossem contíguos. Ora, na revisão desses PDM, o perímetro urbano define-se pela linha poligonal fechada que delimita uma porção contínua de território classificada como solo urbano.

Verifica-se no ponto 2.1 que os planos territoriais são os instrumentos de gestão territorial aos quais compete propor a reclassificação e qualificação dos usos do solo. O

¹⁴ artigo 22.º do Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março, com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 199/2015, de 16 de setembro

PDM tem sido a figura central do planeamento urbanístico à escala local durante os últimos 30 anos, por escassez de outros planos municipais.

Conclui-se também, pelo analisado no ponto 2.2, que existem atualmente dois tipos de usos principais do solo chamados de classes de espaço: o urbano e o rústico. O espaço urbano coincide com o perímetro urbano e o solo rústico com o que está fora. Como se pode constatar no ponto 2.3, na reclassificação de solo urbano para rústico basta satisfazer os critérios de solo rústico, já o inverso, de solo rústico para urbano, requer o cumprimento de vários critérios exigentes, entre eles a inexistência de áreas urbanas disponíveis para edificar e urbanizar. Conclui-se que tal tarefa exigirá no âmbito de revisão dos PDM em curso que as anteriores classes de espaço inerentes ao conceito de perímetro urbano (conjunto do espaço urbano, espaço urbanizável e espaço industrial) sejam remetidas apenas à classe de espaço urbano. Também no ponto 2.3 verificou-se que o conceito das áreas urbanas excedentárias ou vazios excedentes, respeitam a superfícies em geral não ocupadas, nem por construções ou edificações, nem mesmo por outras infraestruturas urbanas. São promotoras de descontinuidades ao nível da malha urbana. Por último, quanto aos condicionantes ao uso do solo, conclui-se, pela análise do ponto 3, que podem surgir dentro do perímetro urbano, nomeadamente a Reserva Agrícola Nacional e a Reserva Ecológica Nacional.

Capítulo II – As TIC no planeamento urbanístico

1. Ferramentas dos Sistemas de Informação Geográfica

Nos últimos anos, a implementação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no domínio do planeamento urbano pelas autoridades locais tem sido uma realidade [41, 42 e 43]. Apesar de algumas barreiras (de ordem técnica, financeira ou de recursos humanos), os municípios sentem que a utilização de SIG é um instrumento privilegiado para a monitorização e eficácia do planeamento urbanístico, bem como um apoio ao processo de tomada de decisão pelo poder local [44 e 45].

Atualmente, os SIG são essenciais na abordagem de planeamento urbanístico e na gestão do território e poderão vir a ter um papel chave na vida quotidiana dos cidadãos em geral, e no seu acesso a este tipo de informação. Por um lado, permitem o acesso a várias informações georreferenciadas, que vêm do nível local do processo de ordenamento do território, com elevados padrões de precisão. Por outro lado, permitem reunir conhecimentos através de camadas cruzadas de informação complexa, provenientes de várias fontes. Consequentemente, promovem uma análise mais eficiente e a determinação de soluções mais precisas e adequadas à realidade e mais compreensíveis para os utilizadores [41 e 45].

Cada vez mais, os cidadãos recorrem a pesquisas ou análise online utilizando Sistemas de Informação Geográfica, por vezes sem consciência desse facto. Por exemplo, desde conhecer o melhor trajeto para chegar a um determinado local, localizar uma determinada empresa ou, simplesmente, escolher um restaurante, os SIG são uma componente que permitem um amplo sistema de gestão, análise e divulgação de informação, ao serviço dos utilizadores. Um SIG é uma estrutura composta por *hardware*, *software*, pessoas e dados, que juntos permitem localizar geograficamente, armazenar, pesquisar e cruzar as características dos elementos presentes no mundo real [46]. Os SIG permitem a integração da informação para produzir novas informações, tendo ganho um estímulo muito positivo com a evolução tecnológica, impulsionada pelas Novas Tecnologias de Informação, nomeadamente a Internet e as comunicações móveis. Os SIG são comparáveis a uma engrenagem de composição da informação (figura 4) composta pelos seguintes componentes: Sistema de Informação, Tecnologias de Informação e Novas Tecnologias de Informação.



Figura 4 - Mecanismo de engrenagem da composição de um SIG.

A informação dos SIG é um conjunto de dados que, quando fornecido de forma coerente e antecipada, contribui para o conhecimento de qualquer indivíduo, alavanca para desenvolver uma atividade ou para considerar tomar uma determinada ação ou decisão. Tal informação só é acessível quando ligada a um Sistema de Informação (SI), que associa, armazena, processa e disponibiliza os dados relevantes para um determinado organismo. Sendo a informação acessível e útil para os utilizadores, incluindo políticos, técnicos, funcionários ou cidadãos em geral, o sistema de informação pode ser automatizado ou manual, abrangendo pessoas, máquinas e/ou métodos, com o objetivo central de disseminar informação [45]. Este processo visa promover nos municípios uma governação colaborativa, pela cooperação institucional entre os níveis da administração pública e os atores económicos, sociais ou culturais que operam no território, em prol da coesão territorial [47].

A Tecnologia da Informação (TI) é definida como o conjunto de todas as atividades e soluções fornecidas pelos recursos informáticos que fornecem a produção, armazenamento, transmissão, acesso, segurança e utilização da informação [48]. Nos últimos anos, as línguas dos sistemas e da tecnologia mudaram com a introdução do comércio e negócios eletrónicos. Cada vez mais, o comércio e os negócios a partir de casa com recurso à Internet tornou-se comum nos dias de hoje, os novos termos "e-" introduziram uma nova importância para as Tecnologias de Informação e Sistemas de Informação, aumentando o seu interesse entre organizações e organismos. Em resumo, os Sistemas de Informação Geográfica têm como princípio no mundo real: conceber, partilhar e utilizar a informação [49].

As Novas Tecnologias da Informação (NTI) abrangem os novos modos de comunicação por satélite, a democratização das tecnologias de microcomputação e multimédia, bem como a generalização de redes globais, tais como a Internet [45]. A sua introdução na sociedade em geral e no domínio do planeamento municipal em particular veio permitir o acesso à informação sobre o município onde se vive, trabalha e se desloca, com a viabilidade de conhecer as propostas políticas e técnicas sobre o presente e o futuro desse território, nomeadamente provenientes dos conteúdos dos planos municipais de ordenamento do território [45].

2. Estrutura e base de dados

O que difere os Sistemas de Informação Geográfica de outros Sistemas de Informação é a sua capacidade de gerir informação geográfica com base na topologia, sendo uma das características básicas e fundamentais do seu funcionamento [46]. Ou seja, um SIG é um sistema de base de dados com competências específicas para se interrelacionar com dados espaciais referenciados [50]. Consiste num procedimento matemático que permite as operações de relações espaciais, facilitando o armazenamento e tratamento dos dados de uma forma mais eficiente, possibilitando ainda a realização de funções analíticas complexas [46]. Assim, os Sistemas de Informação Geográfica devem assegurar três componentes de informação [51]: 1) Espaço: descreve o espaço ocupado pelos fenómenos representados, geralmente referenciado a um sistema de coordenadas, classificados num dos três tipos de elementos básicos (pontos, linhas, polígonos); 2) Atributos: os objetos espaciais têm um conjunto de propriedades associadas que indicam a sua natureza; 3) Metadados: descreve um conjunto de dados estruturados que identifica um determinado documento e que podem fornecer informações sobre o modo de descrição, administração, requisitos legais de utilização, funcionalidades técnicas, utilização e preservação, assegurando a correta utilização da Informação Geográfica.

Assim, os dados espaciais utilizados no ambiente SIG, na representação da realidade geográfica, estão agrupados em duas categorias [52] (Figura 5): 1) dados cartográficos (componente gráfica) e; 2) dados de atributos (componente não gráfica). A componente gráfica (mapas) descreve a localização, objetos geográficos e relações espaciais entre estes objetos e pode incluir coordenadas, código, e símbolos que definem elementos cartográficos específicos do mapa [53]. Os dados de atributos ou componente não gráfica ou alfanumérica (tabelas) descrevem os factos e fenómenos sociais e naturais, relatados num mapa e podem ser chamados textuais ou atributivos, pois representam as características, qualidades ou relações destes componentes ao nível da representação

cartográfica [52]. A ligação das duas componentes, gráfica e não gráfica, é processada ao nível de um SIG, através da partilha de códigos comuns nas duas bases, designados por "geocódigos", que relacionam univocamente os elementos de cada categoria [52].

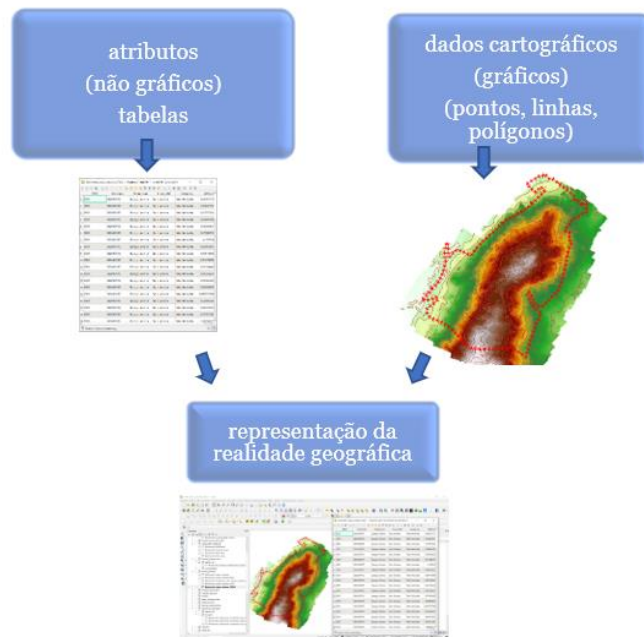


Figura 5 - Informação de dados espaciais.

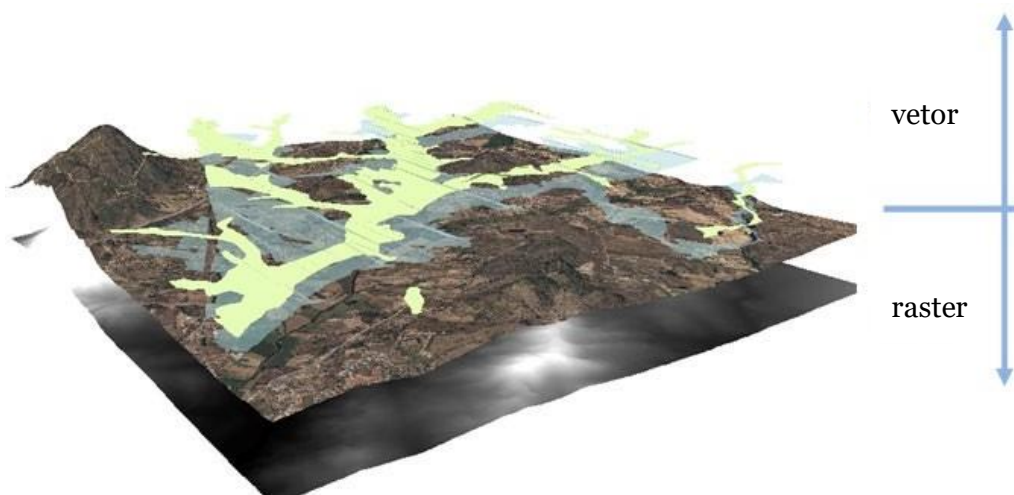


Figura 6 - Visualização de dados espaciais em camadas sobre o mesmo referencial - raster e vetorial.

Os dados gráficos no SIG são organizados sob a forma de camadas de informação, onde cada uma delas contém informação subjacente a um tema ou classe de informação (por exemplo, edificado, rede viária, rede hidrográfica ou equipamento), posicionadas entre si através de um sistema de coordenadas comum [52] (figura 6). Esta forma de armazenar informação gráfica dá ao processo uma grande flexibilidade, permitindo seleccionar informação específica ou frações de informação, de acordo com os objetivos pretendidos. Utiliza vários recursos para operações que envolvem a sobreposição de dois

ou mais temas, permitindo ao utilizador compor e modelar o produto final de acordo com os objetivos estabelecidos para cada projeto [52].

2.1. Procedimentos

O processamento de um SIG segundo Fischer, Scholten e Unwin refere-se à "realidade geográfica percebida" [52, 54 e 55], onde o processo de abstração e classificação da informação resulta na decomposição e categorização dos diferentes elementos que a compõem (gráficos, não gráficos). Passam por quatro fases de processamento: 1) entrada de dados; 2) armazenamento, recuperação e gestão de dados; 3) análise; 4) saída de dados [52 e 55] (figura 7).

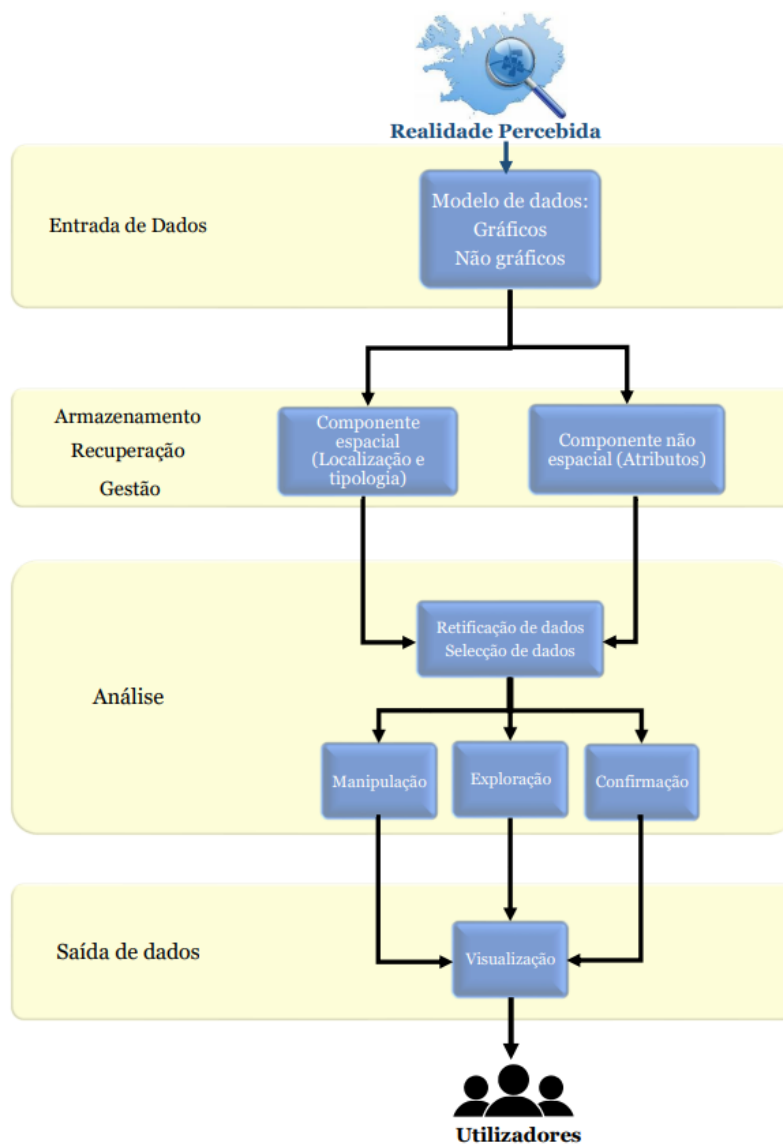


Figura 7 – Fases de processamento.
Adaptado: Anselin e Getis (1992; citado por Fischer, Scholten e Unwin, 1996)

Na fase inicial, inicia-se o processo de entrada de dados, que consiste na análise e seleção da tipologia de dados espaciais, resultando da decomposição e categorização da realidade geográfica percebida [52 e 55]. Nesta fase, deve questionar-se qual o modelo de base gráfica digital que melhor representa a área de estudo.

Há duas formas principais de representar dados gráficos em SIG: o modelo matricial e o modelo vetorial. No modelo vetorial, "todos os objetos ou condições do mundo real podem ser representados com precisão num mapa através de pontos, linhas, áreas ou superfícies" [52]; no modelo matricial ou raster, o espaço é regularmente dividido em estrutura de grade de células que compõem a matriz de células (pixels) [56] (figura 8).

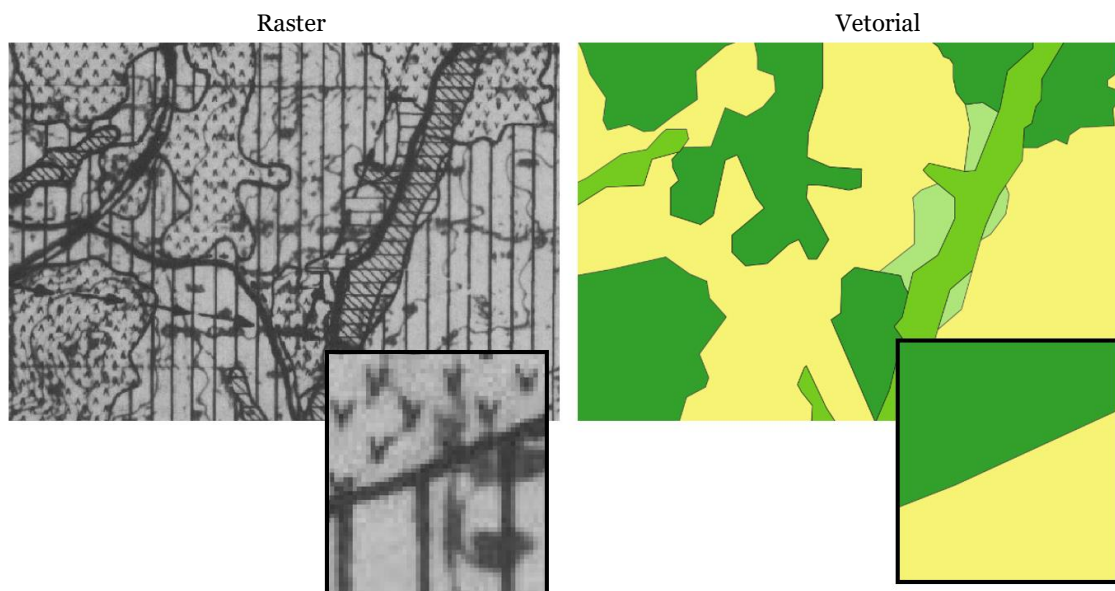


Figura 8 - Comparação de modelos de dados raster e vetorial.
Fonte: extrato da carta de ordenamento do PDM de Belmonte e CRUS

É importante salientar a existência de uma tarefa, que é indispensável e da maior importância, e que consiste na compatibilização de dados gráficos e não gráficos produzidos em diferentes formatos, escalas e sistemas de projeção. Esta tarefa, fundamental para garantir o sucesso das outras etapas do sistema, é normalmente bastante demorada e rotineira, consumindo grandes quantidades de tempo no processamento, compatibilidade e "limpeza" de dados [52 e 55]. Sempre que possível, envolve processos automatizados a fim de minimizar a introdução de possíveis erros, muito comuns nas fases iniciais de contacto com o SIG. Também nesta fase, deve ser tomada em conta a validação dos "geocódigos" e feita a sua verificação, a fim de assegurar a interconexão das diferentes categorias de dados no sistema [52 e 55].

No segundo nível do processo surge o armazenamento, recuperação e gestão de dados subdividido em duas componentes: 1) espacial, onde os dados gráficos são colocados,

com informação de localização e topologia; 2) não espacial, que inclui dados não gráficos, caracterizando os diferentes elementos envolvidos no fenómeno a ser investigado [52 e 55]. Este nível de processo é dinâmico, uma vez que permite a entrada no sistema de novos dados que podem ser incorporados no projeto, cuja necessidade pode ser sentida aquando de uma primeira abordagem dos dados existentes [52]. Os dados espaciais podem ser derivados de uma variedade de fontes, tais como fotografia aérea, levantamentos cartográficos, deteção remota, levantamentos com drone, censos ou amostragens.

O terceiro nível inclui procedimentos de manipulação, exploração e análise de confirmação [52 e 55]. Os utilizadores podem beneficiar de diferentes ferramentas de análise estatística, espacial e não espacial que incorporam software SIG ou com as quais permitem a portabilidade [52].

A última etapa do processo é a saída de dados, que enfatiza a visualização, permitindo, desta forma, uma múltipla informação obtida, quer pela análise exploratória de dados convencional ou espacial, quer pela análise confirmatória de dados, e pode ser lida, sistematizada e interpretada de várias formas [52 e 57]. Os *outputs* podem ser mapas, tabelas ou gráficos acessíveis através da web, constituindo instrumentos de apoio à compreensão e à tomada de decisões dos utilizadores finais.

2.2. Vantagens na gestão urbanística municipal

Com o avanço da tecnologia da informação, os SIG têm vindo a ser aceites pela sociedade como parte da vida quotidiana da maioria dos cidadãos que os utilizam em diversas situações, como quando pretendem adquirir um terreno para construir uma casa [45]. Assim, o SIG aparece como uma componente importante no plano de consulta e no plano de disponibilidade de informação. Idealmente, os municípios deveriam estar equipados com ferramentas de ordenamento do território, tais como os planos municipais, através e-Plataformas acessíveis aos munícipes à distância de um clique, como o e-PDM, facultando um elevado volume de informação [58]. Com o e-PDM, é possível saber onde, quanto custa e o que se pode construir num determinado terreno, com a possibilidade de consultar a análise de dados geográficos combinados com a informação alfanumérica e a cartografia temática [45].

As vantagens dos SIG, associados às plataformas *web*, adaptam-se aos interesses dos municípios, residentes e investidores na gestão de dados e dos recursos resultantes da

ação humana na gestão racional e sustentável do território. O e-PDM como ferramenta *online*, permitirá um melhor conhecimento do território, uma melhor comunicação entre políticos, técnicos, cidadãos e agentes económicos, que interferem na história do município. Consequentemente, ajudará a avançar na modernização dos processos na administração do território, devido à necessária constante atualização.

A vasta área de aplicabilidade dos SIG tem impactos positivos na gestão urbanística, com resultados práticos. Uma das áreas centra-se nas redes rodoviárias onde se podem mencionar as pesquisas de endereços, controlo e gestão de tráfego, análise de localização e seleção de locais, rotas, bem como o planeamento de estratégias de evacuação [59 e 60]. Outra área envolve os recursos naturais. Neste campo, a informação geográfica é utilizada para a gestão de áreas florestais, incluindo onde existem riscos de incêndio, conservação de água, gestão de áreas que podem ser inundadas em caso de inundações, gestão de recursos aquáticos para áreas recreativas, manutenção de terrenos agrícolas, análises de impactos ambientais, como no caso de acidentes com poluentes, entre outros aspetos [59 e 60]. Uma outra área de aplicabilidade diz respeito à gestão de parcelas de terreno, aplicada, por exemplo, à gestão e manutenção dos registos de propriedade, à análise dos impactos ambientais e à gestão da qualidade da água [59 e 60]. Inclui-se ainda a área que envolve a gestão de infraestruturas, abrangendo, por exemplo, a localização de canalizações e cabos, o planeamento da manutenção e a monitorização e gestão da sua utilização na área da energia ou das telecomunicações. Vale também a pena mencionar a utilização de SIG para a gestão de situações para as quais é útil visualizar informação em três dimensões, tais como o planeamento de grandes infraestruturas como minas, pedreiras, barragens e áreas de investigação geológica [59 e 60]. No âmbito dos e-PDM destaca-se a utilização dos SIG em dois domínios fundamentais: a gestão das áreas urbanas, incluídas nos perímetros urbanos onde ocorrem as maiores ações de edificação e urbanização, quer na monitorização das classes de espaços e categorias de usos do solo, quer dos índices e parâmetros urbanísticos que lhes estão afetos.

Como se pode ver, a utilização dos SIG abrange diversos campos de aplicação e áreas disciplinares, incluindo o planeamento urbanístico, nomeadamente ao serviço dos conteúdos dos planos municipais, tais como do e-PDM.

3. Benefícios da fotogrametria com drones

3.1. Aspectos gerais

A fotogrametria é a arte, a tecnologia e a ciência de recolher informação fidedigna sobre objetos ou o território com recurso ao registo, medição e interpretação de imagens e padrões de energia eletromagnética [61]. Tem evoluído em função dos avanços tecnológicos e informáticos e passou a ser realizada através de imagens obtidas a partir de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), vulgarmente conhecidos por drones. Com este equipamento é possível utilizar os recursos da fotogrametria de modo mais acessível e autónomo. Os drones são equipamentos de pequeno ou médio porte, de alta tecnologia, *design* e custo acessível, compostos por câmaras e recetores GPS, que permitem que o utilizador os manipule facilmente [62]. São usados na construção civil, meio ambiente, gestão da floresta, infraestruturas, no setor agrícola, e também no planeamento urbanístico [63]. À semelhança da fotogrametria convencional, existem pressupostos que se mantêm no processo fotogramétrico com drone, desde a distância focal, o ângulo de abertura, a escala de voo, a cobertura fotogramétrica, a paralaxe ou a estereoscopia [64].

A distância focal, constante, mede-se da lente ao ponto onde se fundem os raios luminosos no centro da lente [65]. O ângulo de abertura da câmara representa a função da distância focal e do quadro da câmara [66]. A escala de voo é definida pela relação entre uma distância na imagem e o tamanho real do terreno [63]. E, a escala fotográfica é a razão entre a distância focal e a altura de voo [63]. Ora, quanto maior for a escala da fotografia aérea melhor se identificam os pormenores do terreno, maior será a precisão das medições e o número de fotografias. Por outro lado, quanto menor for a escala da fotografia, mais terreno será abrangido por cada foto e requerem-se menos fotografias para cobrir a mesma área, o que significa economia de tempo, recurso humanos e pontos de verificação [67]. Na cobertura fotogramétrica de uma determinada zona, as linhas de voo são planeadas assegurando uma taxa mínima de recobrimento lateral e longitudinal, através de pontos fotogramétricos de apoio a posições comuns em duas fotos consecutivas [68], garantindo a visão tridimensional (figura 9).

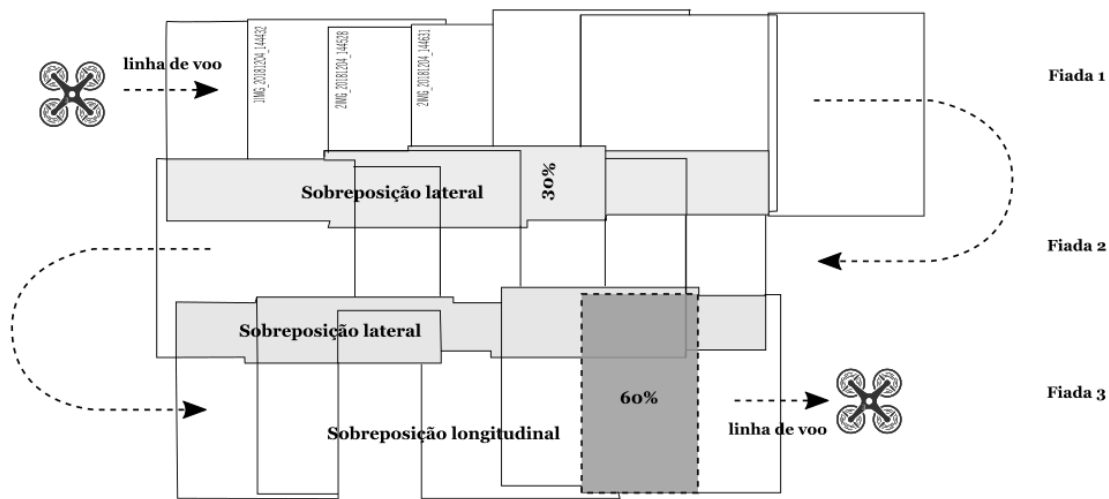


Figura 9 – Esquema das sobreposições longitudinal e transversal das linhas de voo.

Adaptado de: Fontes (2005)

A paralaxe traduz-se no deslocamento aparente na posição de um objeto em relação a um ponto de referência, causado por uma mudança na posição de observação [63]. Respeita à visualização 3D em estereoscopia e transmite a noção de profundidade [69].

3.2. Características técnicas

A fotogrametria com câmara fotográfica digital visa a reconstrução automática do espaço tridimensional (espaço-objeto), a partir de imagens bidimensionais (espaço-imagem) [65]. Permite o rápido processamento de dados a partir de imagens captadas por sensor eletrónico e armazenadas em memória [70]. A fotografia digital oferece vantagens em relação aos métodos convencionais, em que se destaca a gravação instantânea da imagem e a sua visualização imediata sem custos associados, além da rápida partilha via e-mail ou WEB, e ainda a fácil ortoretificação através de *software*. A resolução ou qualidade de uma imagem digital depende do tamanho do pixel: quanto maior for o pixel, menor será a definição (figura 10) [71].



Figura 10 – Fotografia digital com diferentes resoluções

Fonte: <https://www.geosensori.com.br/2020/07/22/gsd-e-sua-relacao-com-a-fotogrametria/>

Associado a cada fotografia digital estão os metadados. Referem-se ao ficheiro gerado no ato de captura através do arquivo Exif (EXchangeable Image file Format) que contém etiquetas de informação (marca da câmara, lente utilizada, data e hora da captação, tempo de exposição, abertura do diafragma ou distância focal entre outros) [71 e 72]. A fotografia digital possui informações da localização exata da captação, devido ao GPS da câmara fotográfica, que surge nos metadados como longitude, latitude e altitude [64]. O formato adequado em fotogrametria digital é o TIFF, ECW (com uma pequena taxa de compressão) ou SID [71] a usar no e-PDM.

3.3. Requisitos dos drones

Cabe aos organismos públicos, às Câmaras Municipais no caso dos PDM, a produção e atualização da cartografia que pode ser obtida “a partir da retificação ou ortoretificação de imagens métricas captadas por sensores colocados em plataformas aéreas ou espaciais” [73]. Adequa-se neste contexto, a utilização de drones para reduzir tempo e custos, inerentes quer à aquisição quer à operacionalidade. O drone é supervisionado e controlado à distância por computador e na sua maioria inclui três subsistemas [74]: 1) o próprio equipamento; 2) o controlo e comando; 3) o lançamento e aterragem. O drone utiliza materiais leves e resistentes (como a fibra de carbono) e pode ser desmontável ou dobrável. A sua propulsão elétrica permite voos estáveis sem grandes oscilações angulares nem trepidações, promovendo a qualidade da imagem [64]. Existem diversos modelos no mercado, pelo que a escolha está relacionada com o tipo de aplicação pretendida (figura 11). O drone abarca o veículo propriamente dito com o sistema de georreferenciação com: 1) câmara fotográfica, que regista a imagem associada às coordenadas dadas por GPS [64]; 2) sistema de navegação com GPS e unidade de navegação inercial, que garante maior precisão dos parâmetros da orientação externa; 3) estação base (computador com *software* de controlo); 4) controlo remoto do veículo à distância por *bluetooth*. Em caso de falha do controlo remoto por perda de sinal, bateria fraca ou outro motivo, o veículo regressa automaticamente à origem.



Figura 11 - Exemplos de drone de asa fixa e rotativa.

Fonte: <https://revistapegn.globo.com/Banco-de-ideias/Agronegocios/noticia/2017/09/drones-mudam-forma-de-monitoramento-da-producao-agricola.html> e <http://alexlibreton.blogspot.com/2016/08/drone-vant-e-autodesk-recap-360.html>

A literatura [70] revela que os drones apresentam vantagens no levantamento de fotografias aéreas digitais. Não comprometem vidas humanas, não são limitados pelas capacidades humanas quanto à velocidade nem ao tempo de missão, não estão sujeitos a requisitos ergonômicos, são de fácil e rápida manipulação, adaptam-se a diversas tarefas com grande manobrabilidade, têm pouco peso e reduzidos impacto ambiental e custo de manutenção. Segundo Vidal [64] asseguram a rapidez do planeamento das missões, com adequada qualidade posicional e grande resolução temporal (a cobertura multitemporal pode ser diária) e espacial (pixéis a partir de 3 centímetros), com boa relação qualidade/custo, prontidão (resposta quase imediata) e rapidez na obtenção de dados. Têm elevada flexibilidade face às condições climáticas. Quanto às limitações dos drones, a literatura refere [70] a dependência da estação de controlo terrestre, as condições meteorológicas e a pouca autonomia do tempo de voo.

Após a recolha da fotografia aérea digital pelo drone, o *software* de fotogrametria gera vários produtos como a aerotriangulação, o modelo digital de superfície, ortofotomosaicos (compilação de fotografias) e cartografia (figura 12) [75].



Figura 12 – Produtos gerados pelo drone.

Fonte: http://www.clickgeo.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Wimerson_Bazan_Palestra_CBGEO.pdf

As etapas do levantamento digital com recurso a drone são: o planeamento de voo, a recolha de dados, o processamento de dados, a geração de produtos e subprodutos (figura 13) [76].

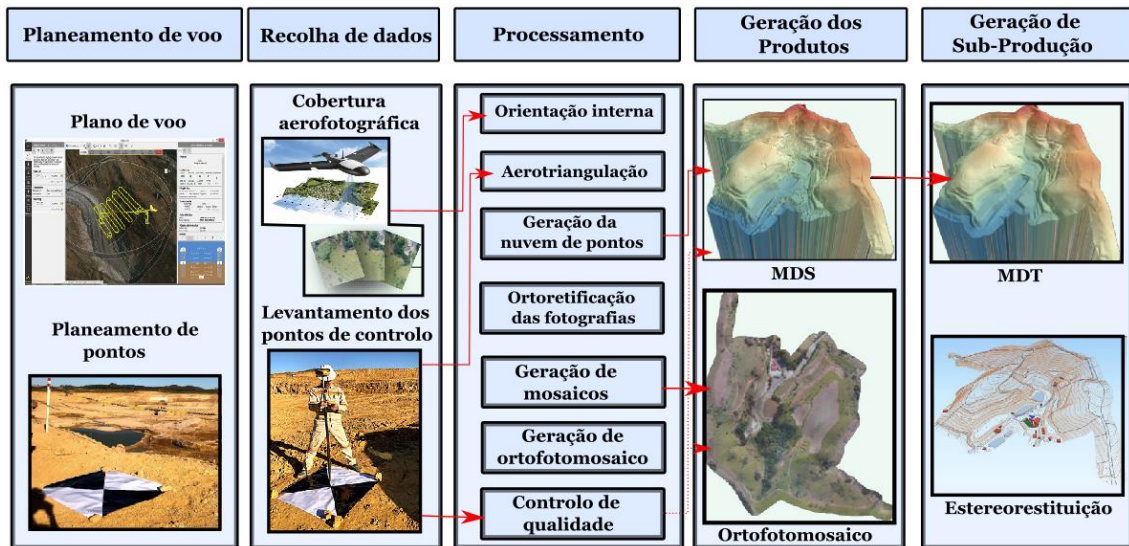


Figura 13 -Processo fotogramétrico com drone.
Adaptado de: http://www.clickgeo.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Wimerson_Bazan_Palestra_CBGEO.pdf

A 1.^a etapa da utilização do drone consiste no planeamento do voo pelo reconhecimento da área e do plano de voo. O plano de voo visa definir a trajetória da linha de voo, considerando a altura de voo e as sobreposições das fotografias digitais no mínimo de 60% longitudinal e 30% na lateral [68]. Esta linha de voo pode ser projetada sobre o mapa disponível da área a fotografar, recorrendo, por exemplo, ao *Google Earth*, *Google Maps* ou em *software* próprio do drone. Procede-se ainda, à materialização no terreno de pontos de controlo com contraste (preferencialmente preto e branco), de modo a que sejam identificáveis na fotografia.

A 2.^a etapa consiste na recolha de dados pela cobertura aerofotográfica, de acordo com a linha de voo, assim como a recolha das coordenadas dos pontos de controlo com recurso a GPS, para controlo de qualidade [77].

A 3.^a fase visa avaliar os dados obtidos e o processamento das imagens pela padronização de configurações: orientação interna, aerotriangulação, geração de nuvens de pontos; ortoretificação das fotografias, composição de mosaicos; geração de ortofotomosaicos e controlo de qualidade. A aerotriangulação é a pesquisa de pontos comuns de ligação entre as fotografias e as fiadas adjacentes (fotos vizinhas à que está em análise) formando o modelo estereoscópico [78], num conjunto de pontos tridimensionais criando uma

nuvem de pontos [78]. O princípio da ortoretificação consiste em transferir o número digital (DN) da fotografia aérea para a grelha regular que representa a projeção ortogonal do terreno corrigindo as deformações da imagem inicial e usando os parâmetros da aerotriangulação e o modelo digital do terreno [79]. O produto obtido designa-se por mosaico ou ortomosaico, que é a fotografia aérea geometricamente retificada, com escala uniforme, cujos deslocamentos de paralaxe foram removidos devido ao relevo e à inclinação [80]. A junção de vários ortomosaicos designa-se por ortofotomosaico [78]. O controlo de qualidade posicional da informação utiliza as coordenadas conhecidas no terreno (pontos de controlo) e as dos seus correspondentes medidos no modelo fotogramétrico. São calculados como indicadores estatísticos a média, a mediana e o desvio padrão, em valores máximo e mínimo [64].

A 4.^a fase é o *output*, ou seja, os produtos gerados pela fotogrametria digital com drone. Incluem o ortomosaico, a nuvem de pontos, o modelo digital de superfície (MDS) que corresponde ao modelo tridimensional de representação da superfície terrestre (considera os objetos físicos, tais como edifícios ou árvores) [76 e 81]. Como subprodutos obtêm-se os ortofotos (junção num único ficheiro os ortomosaicos), o modelo digital do terreno (MDT) tridimensional, sem os objetos acima da superfície terrestre, apenas a terra “nua” e as curvas de nível. E ainda, a cartografia obtida pela restituição aerofotogramétrica [81].

Em síntese, a queda do preço dos drones e a flexibilização do seu uso, tornam esta tecnologia competitiva em relação a outros equipamentos, pois o custo da aquisição de cartografia fotográfica digital com o drone é seis vezes inferior ao obtido por avião [82], para além de apresentar uma resolução superior por sobrevoar mais próximo do solo.

3.4. Exemplo da aplicação ao ortofoto do perímetro urbano de Belmonte

Enfatizadas as vantagens da utilização do drone ao serviço do planeamento urbanístico e em particular do estudo dos perímetros urbanos, no âmbito dos PDM, é objetivo desta tese ir um pouco mais longe e apresentar, conseqüentemente, um exemplo concreto da aplicação desta tecnologia. Assim, procedeu-se a um ensaio *in loco* de utilização de um drone (de lançamento manual que atinge a velocidade máxima de 57 km com resistência ao vento até 45 Km/h), utilizado em quatro voos realizados em dois dias (15 e 30 de maio de 2019) para o levantamento das características do perímetro urbano de Belmonte. Tal

procedimento metodológico deverá ser repetido em trabalhos futuros nos restantes aglomerados urbanos em análise.

Antes de mais refira-se que a escolha deste caso se justifica, por um lado, pela disponibilidade do operador de realizar apenas este voo fotogramétrico, por outro lado, porque a Associação Municípios da Cova Beira, proprietária do drone, tem sede em Belmonte, sendo, portanto, o local mais acessível para a realização deste levantamento.

A metodologia de realização do levantamento do perímetro urbano de Belmonte através do drone consagra as seguintes fases metodológicas:

1.ª fase - Planeamento de voo

Como verificado anteriormente na descrição detalhada dos drones, o planeamento do voo é a 1.ª fase da sua utilização. O processo tem início com a definição do alvo a ser sobrevoado, ou seja, o território que se pretende analisar, com a prévia verificação das condições necessárias para a realização do voo, incluindo os fatores meteorológicos (vento e chuva) e a altura regulamentar máxima de 200 metros, de modo a garantir a segurança da navegação aérea e do equipamento. Atentos às previsões meteorológicas favoráveis, foram escolhidos o dia 15 de maio de 2019, tendo sido realizado o 1.º voo entre as 11h15 e as 12h30 e o 2.º voo entre as 14h30 e as 15h45 e o subsequente dia 30 de maio, com o 3.º voo a decorrer das 11h20 às 12h35 e o 4.º e último voo realizado das 15h00 às 16h15. Assim, sobre a fotografia aérea disponível no *Google Maps* foi delimitada a área pretendida, com margem superior ao perímetro urbano da vila de Belmonte, definido no PDM. Posteriormente o ficheiro foi gravado no formato kml e exportado para o *software* de geração de plano de voo o *eMotion* da *SenseFly*. Neste *software*, determinou-se o número de linhas de voo, a direção do voo, o recobrimento lateral das fotos e a altura do voo em relação à base. A área total sobrevoada foi de 322.5 ha, superior aos 316.8 ha do perímetro urbano de Belmonte. Esta área foi subdividida em quatro blocos (ou seja, quatro voos) e a respetiva estimativa (calculada automaticamente pelo *software*) do tempo de cada voo (tabela 1) por motivos de autonomia das baterias do drone. O *software* definiu também aspetos como a resolução das imagens, a área do levantamento, o número de fotografias, a altitude do voo ou a sobreposição lateral e longitudinal.

Definiu-se ainda o tamanho do *pixel* no campo “*ground resolution*” que foi de em 5.90 cm/pixel, para os quatros blocos (voos). Em função do tamanho do *pixel* foi calculada automaticamente a altitude de voo de 200 metros e a direção da linha de voo dos quatros blocos (de voo) (figuras 14 e 15).

Tabela 1 - Parâmetros definidos nas linhas de voo com o drone no levantamento do perímetro urbano de Belmonte.

Linha de voo	1	2	3	4
Tempo estimado	25:32	23:33	23:19	22:05
Resolução	5.9 cm/px	5.9 cm/px	5.9 cm/px	5.9 cm/px
área	86.5 ha	78.4 ha	79.5 ha	78.1 ha
n.º de fotografias	204	179	185	179
altitude	200 m	200 m	200 m	200 m
Sobreposição lateral	70%	70%	70%	70%
Sobreposição longitudinal	65%	65%	65%	65%

A localização geográfica da vila de Belmonte num planalto com duas vertentes, impossibilita a escolha de uma única estação base, pelo que foram definidas quatro estações. Uma vez que o drone utilizado tem algumas limitações no que diz respeito ao sinal de rádio e de satélite, foi necessário escolher estações base em lugares sem vegetação nas imediações e sem materiais de metálicos, de modo a não haver interferência de sinal. Os voos n.º 1, n.º 2 e n.º 3 tiveram a estação base no estádio municipal de Belmonte, o voo n.º 4 teve a estação base num ponto junto à praia fluvial do rio Zêzere. Nos voos n.ºs 1 e 2, a linha de voo foi perpendicular à ascensão da montanha, enquanto que nos voos n.º 3 e 4 foi realizada no sentido de ascensão da montanha, devido à direção do vento sentido no momento do voo e de modo a otimizar as baterias. Verificou-se que nos voos n.ºs 1 e 2, ao passar a linha de cumeeira, o drone perdia sinal e regressava à base, provocando um hiato na recolha de informação.

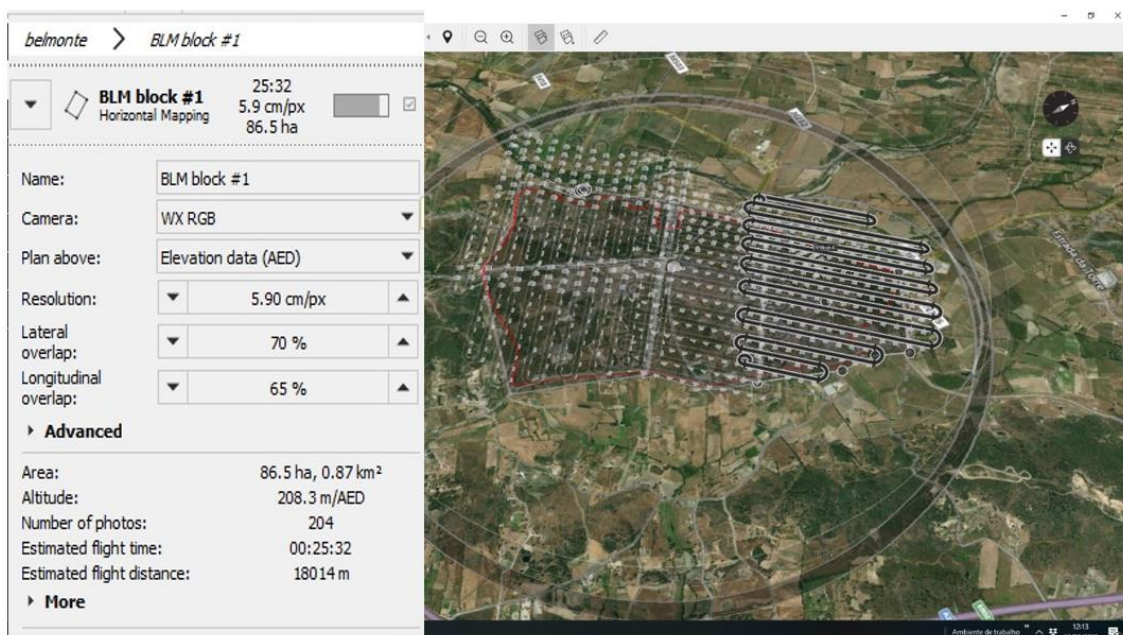


Figura 14 - Linha do voo n.º 1 pelo drone - visualização no software e-Motion.




Figura 15 - Linha de voo do drone a) voo n.º 2; b) voo n.º 3 ; c) voo n.º 4.

Quanto à câmara fotográfica, utilizou-se o modelo WX RGB (tabela 2), na qual foi colocada o controlo em modo automático para recolha de imagens.

Tabela 2 - Características da câmara fotográfica WX RGB.
Fonte: manual da câmara fotográfica

Resolução	18,2 MP
Resolução ao terreno a 100 m	2,75 cm/pixel
Tamanho do sensor	6,16x4,63 mm
Tamanho do pixel	1,26 mm

O drone utilizado é da marca *SenseFly eBee RTK*, cujas características estão descritas na figura 16.



- ▶ 96 cm de envergadura
- ▶ Raio de alcance de 3 Km
- ▶ Câmera RGB ou NIR de 16 MP, eletronicamente integrada e controlada automaticamente
- ▶ Resolução de 3 a 30 centímetros
- ▶ Autonomia de 45 minutos de voo
- ▶ Bateria de Lithium Polímero
- ▶ Velocidade de cruzeiro de 36-57 Km/h (10-16m/s)
- ▶ Resistência a ventos de até 45 Km/h (12 m/s)
- ▶ 630g (1.5 lbs) quando pronto para decolagem
- ▶ Software de controle eMotion 2
- ▶ Sensor de altura e reverso para pousos lineares

Muito leve: seguro, fácil de pousar e decolar
Perfil aerodinâmico otimizado: máxima resistência e estabilidade em voo
Asas destacáveis: substituíveis e fáceis de transportar
Mala de transporte pequena: fácil de transportar, tudo em uma única caixa
Lançamento manual: não há necessidade de lançadeira
Emotion 2: muito fácil e intuitivo de operar, planejar, monitorar e controlar seu voo
Inteligência artificial: decola, voa e pousa de forma autónoma, sem necessidade de experiência em pilotagem manual
Segurança: procedimentos de segurança e emergência automatizados
Motor elétrico: baixo nível de ruídos e sem poluição
Dados coletados: são armazenados internamente

Figura 16 - Características do drone SenseFly eBee RTK.
Fonte: http://www.geodata.eng.br/download/catalogos/vant/eBee_PORTUGUES.pdf

2.^a fase – Recolha de dados

A 2.^a fase da utilização do drone respeita à recolha de dados. O processo de utilização do drone passou (figura 17) pela montagem das asas, colocação da bateria e da máquina fotográfica, abertura do plano de voo no computador, instalação do GPS GNSS RTK, lançamento do drone propriamente dito, voo e recolha do aparelho.



Figura 17 - a) montagem do drone; b e c) ficheiro com planeamento de voo; d) lançamento do drone em Belmonte.

A descolagem do drone foi feita por lançamento manual, sem a necessidade de pista. Ao atingir a altura de voo estabelecida, o operador acionou o piloto automático do aparelho que de imediato executou o plano de voo. Nesta fase, o drone operou de modo automático, mas não autónomo, com intervenção do operador se necessária. Foi monitorizada a capacidade e temperatura das baterias, a velocidade do vento, o tempo de voo decorrido, o número de fotografias recolhidas a cada momento e a distância do drone à estação base.

3.^a fase - Processamento

Finalizada a etapa de execução do voo, foram transferidas as fotografias armazenadas no cartão de memória da máquina fotográfica acoplada no drone para o computador. Verificou-se a qualidade das imagens quanto à sua nitidez e contraste, bem como as interrupções na linha de voo (associadas à linha de cumeada anteriormente descrita),

fazendo alterar a linha de voo programada. Findo o trabalho de campo, iniciou-se em gabinete a fase de processamento utilizando o *software* Agisoft Photoscan®. A qualidade dos resultados obtidos pelo *software* está relacionada com a quantidade e qualidade das fotografias. A capacidade do computador influenciou o tempo de processamento, mais especificamente com memória RAM, pois por cada 100 fotografias o *software* Agisoft PhotoScan® requer uma memória de 500 MB para o alinhamento das fotos e para a construção do respetivo modelo digital de superfície [78]. No voo realizado foram processadas 747 imagens com a resolução de 5 cm/pixel. O *software* comparou todas as características das fotografias e gerou um modelo 3D em forma de nuvem de pontos e uma malha tridimensional [83]. O computador processou a informação no fim de semana de 21-22 de junho de 2019.

Foi decidido aumentar a qualidade do produto final, ortofotomosaico para 5 cm/pixel, de modo a aferir as diferenças nas ocupações do território, apesar de não ser conveniente porque a imagem de voo foi de 5.9 cm/pixel. O ortofotomosaico foi obtido a partir das fotografias captadas, numa sequência automática definida pelo Agisoft PhotoScan®, nas seguintes etapas de processamento [84]: 1) calibração automática da câmara, pelos dados do EXIF das fotos; 2) alinhamento das fotos pelos pontos em comum entre elas; 3) criação da nuvem de pontos, baseada na correlação de imagens por medição da similaridade entre imagens sobrepostas, identificadas as coordenadas tridimensionais (x, y, z) do terreno; 4) criação da malha triangular; 5) geração do ortofotomosaico, a partir da texturização da geometria da malha triangular; 6) modelo digital de elevação (MDS).

O *software* Agisoft PhotoScan® necessita apenas dos dados constantes nos metadados EXIF das fotografias, quanto à resolução da imagem, distância focal e coordenada do centro da fotografia obtida pelo processo de sincronização entre o relógio da câmara e o do posicionamento do GPS do drone (latitude, longitude e altitude de cada exposição e coordenadas no sistema geodésico WGS84). Procedeu-se ao processamento das fotografias obtidas no voo, através de tarefas sequenciais do *software* [84] no menu *Workflow* → *Batch Progress*, no qual surge uma janela, onde foram adicionados os comandos sequenciais: 1) *Align Fotos*; 2) *Build Dense Cloud*; 3) *Build Mesh*; 4) *Build Texture*; 5) *Build Tiled Model*; 6) *Build DEM* e 7) *Build Orthomosaic*. O alinhamento das fotografias (*Align Fotos*) foi realizado pela correlação de imagens sobrepostas, devidamente orientadas, sem pontos de verificação, utilizando apenas as coordenadas do GPS de navegação do drone. Com base na correlação de imagens, foi gerada a nuvem densa de pontos 3D (*Build Dense Cloud*), que representa a superfície do perímetro urbano de Belmonte, por meio de um conjunto de pontos de coordenadas

tridimensionais (x, y, z), representada no Modelo Digital de Superfície (MDS), também designado por modelo digital do terreno (MDT), que inclui, além do terreno, objetos como vegetação ou edificações. A partir da nuvem de pontos, o *software* classificou todos os pontos ao nível do solo, fez a junção das imagens e construiu a malha triangular irregular (*Build mesh*) que representa a superfície em análise por meio de um conjunto de faces triangulares interligadas. O comando *Build texture* fez a impressão da suavidade ou dureza da imagem, causada pela frequência da mudança de cor (tonalidade) das fotos, de modo a melhorar a qualidade visual do modelo final. O modelo de mosaico (*build tiled model*) adveio dos pontos homólogos entre duas ou mais imagens sobrepostas entre si e o modelo digital de elevação (MDE) foi criado pelo comando *Build DEM* com a resolução de 5 cm/pixel. Diga-se ainda, que o Agisoft PhotoScan® permite exportar a malha no formato “PLY” e editá-la ou visualizá-la noutros *softwares* (Qgis).

Quanto ao controlo de qualidade (figura 18) da cobertura fotográfica da área do voo do drone, verifica-se que as zonas laranja e amarela possuem pouca cobertura por estarem no limiar da zona fotografada, onde a cobertura é de 2 a 3 fotografias. Regista-se também uma zona de passagem de cor verde, cujas sobreposições são de 4 a 6 fotografias. Contudo, a aerotriangulação é mais deficiente nesta zona. A zona azul representa a área com a cobertura fotográfica completa, superior a 9 fotografias. Observa-se ainda, na zona central que a cobertura fotográfica é de 7 a 8 fotos, o que se deve ao facto de o drone ter perdido o sinal e ter abortado a operação (na zona de cumeeira como anteriormente relatado), que coincide com a zona de ligação entre os voos n.ºs 2 e 3 e os voos n.º 2 e 4.

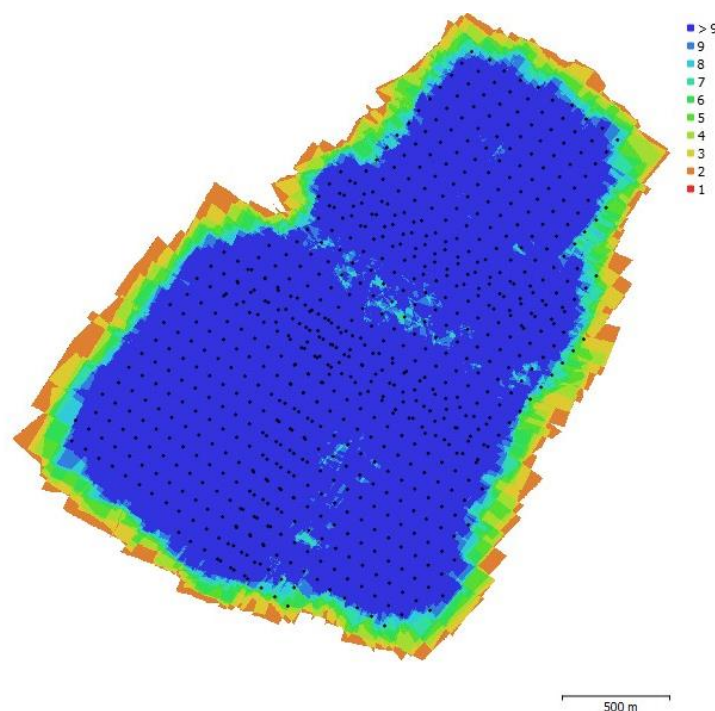


Figura 18 - Cobertura fotográfica na vila de Belmonte com o drone.

Para o controlo de qualidade do produto obtido, o ortofotomosaico, definiram-se pontos de verificação visualmente identificáveis tanto no ortofotomosaico com no terreno (não se optou por pontos de controlo, por não estarem materializados no terreno). Estes pontos de verificação visam controlar a qualidade da aerotriangulação, através do cálculo de erros residuais por indicadores estatísticos entre as coordenadas estimadas pela aerotriangulação e as conhecidas por levantamento de campo (no mesmo ponto). Assim, identificaram-se 33 pontos (figura 19) e procedeu-se à recolha das respetivas coordenadas no campo com um GPS EPOCH 35 RTK GNSS.

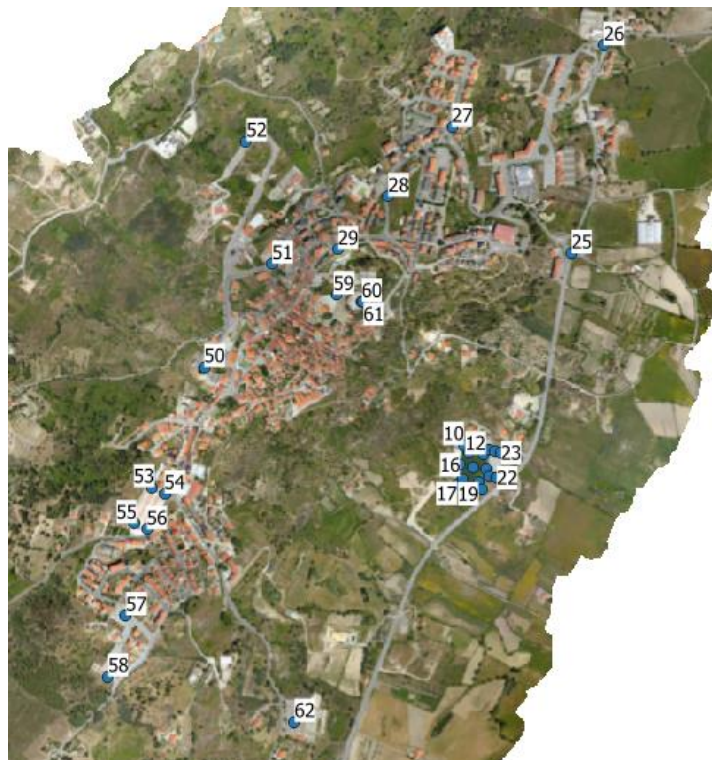


Figura 19 - Localização dos pontos de verificação com o drone na vila de Belmonte.

Os resultados obtidos obedecem aos padrões das Normas do IGP de Exatidão e Precisão Posicionais para a Cartografia às escalas 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000 e 1:10.000 [85]. No ortofotomosaico (1:1.000), o erro médio quadrático (EMQ) em planimetria tem de ser igual ou inferior a 18 cm e pelo menos 90% dos pontos da amostra devem apresentar um desvio igual ou inferior a 27 cm. Em termos altimétrico, o EMQ da aplicação do drone a Belmonte tomou valores inferiores a 20 cm e 90% dos pontos da amostra apresentaram um desvio igual ou inferior a 35 cm.

Procedeu-se também à verificação e análise dos erros residuais considerando três cenários: 1) sem quaisquer pontos de verificação, ou seja, o produto final sem qualquer correção; 2) com 7 pontos de verificação (afastados de forma radial em estrela, com equidistância entre os pontos de verificação) e; 3) com 16 pontos de verificação

(afastados de forma radial, em estrela e equidistantes entre si). O objetivo foi verificar se o aumento do número de pontos tendia a anular os erros residuais, o que se verificou pela utilização do drone na vila de Belmonte.

No 1.º cenário (anexo 1), sem quaisquer pontos de controlo, apenas foram considerados os pontos comuns entre as imagens e a distorção das fotografias, executado automaticamente pelo *software* Agisoft PhotoScan®, com posicionamento do drone em RTK e frequência simples L1. As coordenadas planimétricas e a altimetria dos pontos de verificação foram calculadas a partir do modelo digital do terreno. Em termos altimétricos, verificou-se um diferencial na ordem de 50 metros, que corresponde à problemática entre o elipsoide e o geoide. O GPS recolheu a informação altimétrica em função do geoide, enquanto o drone utilizou a superfície elipsoidal. Para esta correção utilizou-se o modelo GeodPT08, que corresponde a uma superfície de conversão entre as altitudes elipsoidal, e ortométrica (altitude elipsoidal (h) é a diferença entre altitude ortométrica (H) e a ondulação do geoide (N)) (figura 20). Este modelo permite a utilizadores de sistemas GNSS o posicionamento em 3D em tempo real em qualquer ponto de Portugal continental com uma precisão altimétrica superior a 4 cm [86]. O erro da diferencial entre a superfície elipsoidal e o geoide é corrigível.

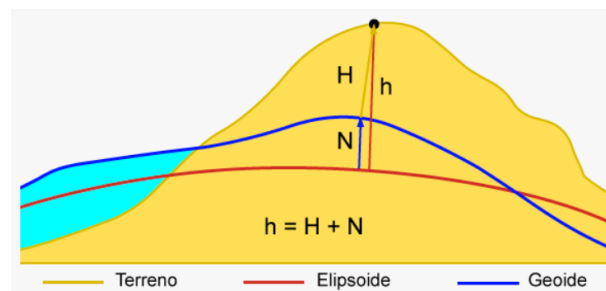


Figura 20 - Altitudes ortométricas e elipsoidal.
Fonte: <https://www.dgterritorio.gov.pt/geodesia/modelo-geoide>

Quanto ao diferencial planimétrico, verificou-se que o maior erro foi de 1.126 m correspondentes ao ponto de verificação n.º 26 (Anexo 1). O menor erro foi de 0.035 m no ponto de verificação n.º 29 (Anexo 1). Em termos altimétricos, o maior erro foi no ponto 61 com -2.629 m e o menor foi de -7.037 m no ponto n.º 26, o que leva a crer que tenha havido um erro de leitura no GPS no ponto n.º 26. De facto, o produto cartográfico (ortofotomosaico) à escala 1:1000 requer um EMQ em planimetria igual ou inferior a 18 cm e o obtido foi de 20.7 cm. Por outro lado, 90% dos pontos da amostra teriam de apresentar desvios iguais ou inferiores a 27 cm, o que não ocorreu, pois apenas 33.3% cumpriram este requisito. Em termos altimétricos, o EMQ produzido pelo drone aplicado a Belmonte tomou o valor de 0.768 m, *i.e.*, foi superior aos 20 cm exigidos pela norma e 90% dos pontos da amostra possuem um desvio negativo na ordem dos -3

metros, superior aos exigidos 35 cm. Como o erro é sistemático em todos os pontos, poderá advir do diferencial da altura do bastão do GPS, não considerado no levantamento *in loco*.

Para o 2.º cenário (anexo 2) optou-se por amarrar os 7 pontos de verificação 10, 15, 25, 26, 27, 51 e 53. A verificação do erro residual foi feita por duas metodologias: 1) com o *software* QGIS, pela sobreposição do MDT e do ortofotomosaico processado pelos 7 pontos de controlo; 2) análise automática a partir do cálculo residual com o *software* Agisoft PhotoScan®.

No *software* Qgis procede à “picagem” dos pontos de verificação sobre os ortofotomosaico, que possui erros próprios de simpatia por parte do operador, considerando o *pixel* de 5 cm, o que por vezes impede a precisão do local do ponto. Contudo, em termos planimétricos, o EQM é de 0.116m, portanto, inferior a 0.18 m e apenas 90.1% dos pontos da amostra apresentam desvios inferiores a 27 cm. O EQM altimétrico registado foi de 0.692 superior a 0.20m (estipulado na norma) e somente 51.5% da amostra tem desvios inferiores a 35 cm (requeridos pela norma). Também no caso de Belmonte, o *software* Agisoft PhotoScan® devolveu o EQM planimétrico de 0.60 m, superior a 0.18 m (exigidos pela norma). Assim, os erros residuais tendem a reduzir-se em cada ponto, mas os pontos: 29, 50, 57, 58, 59, 60, 61 e 62 têm ainda erros entre 0.78 e 2.06 metros, o que faz com que o EQM seja superior a 18 cm nestes pontos. Só 27.2% dos pontos da amostra têm desvios inferiores a 27 cm. O erro máximo planimétrico é de 2.06 m e o mínimo é zero nos pontos de amarração. Em termos altimétricos, o EQM é superior a 20 cm e 57.5% da amostra tem desvios inferiores a 35 cm. O máximo erro altimétrico é de 2.04 metros e o mínimo é de -0.025 metros. Em síntese, com 7 pontos de controlo não é possível cumprir os critérios da referida norma do IGP.

No 3.º cenário (anexo 3) fez-se a amarração de 16 pontos de controlo: 10, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 60, 61 e 65. À semelhança do 2.º cenário seguiram-se duas metodologias. Pelo *software* Qgis, o erro residual obtido em termos planimétrico (EMO) foi de 4 cm e 100% dos pontos da amostra apresentam desvios inferiores a 27 cm, sendo que o valor máximo é de 16.6 cm, mínimo de 0.0007 m e a mediana de 5.6 cm. O EMQ altimétrico é de 0.114 m (< 20 cm) e 97% dos pontos da amostra apresentam desvios inferiores a 35 cm, sendo o valor máximo de 36 cm e o mínimo de 17 cm. A mediana é de 7 cm. Em sùmula, com 16 pontos de controlo o ortofotomosaico cumpre as normas técnicas do IGP. Para reforçar a análise de resultados, quando comparados com os valores obtidos pelo *software* Agisoft PhotoScan® (tabela 3), verifica-se que cumpre a

norma do IGP. Por fim, é de salientar que o *software* não calculou o ponto de verificação 15, por motivo desconhecido.

Tabela 3 - Verificação pelo *software* Agisoft PhotoScan, para 16 pontos de controle, na aplicação do drone na vila de Belmonte.

		Valores obtidos	Valores de referência da norma
Planimetria Digital	erro médio quadrático (EMQ)	0.0771	≤ 0.18
	90% dos desvios da amostra têm de apresentar um desvio $r < 1.517 \text{EMQ}$	94%	≤ 0.27
Altimetria – Saídas Gráficas	erro médio quadrático (EMQ)	0.0956	≤ 0.20
	90% dos desvios da amostra têm de apresentar um desvio	100%	≤ 0.35

Refira-se também que o erro posicional planimétrico (figura 21), em função da sobreposição das fotografias e da direção, revela que o maior erro ocorre no voo n.º 4.

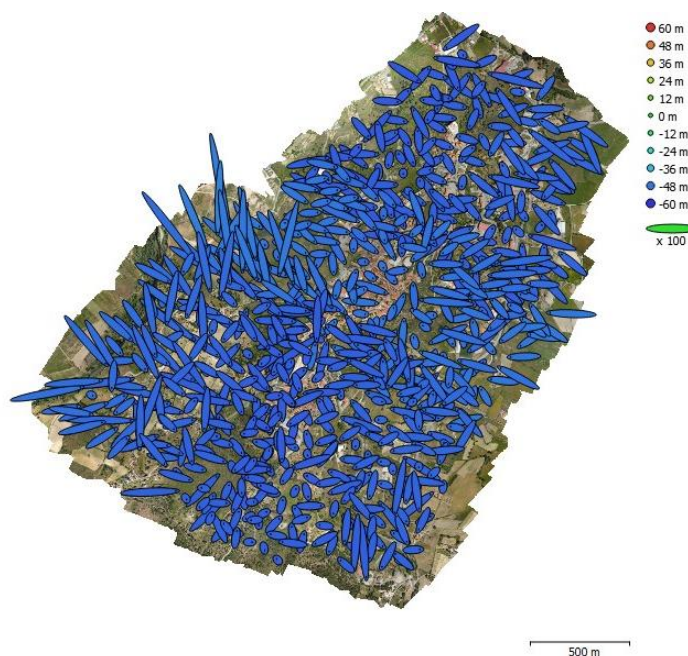


Figura 21 - Erro de posicionamento planimétrico no levantamento por drone na vila de Belmonte.

Verificou-se que o erro de posicionamento altimétrico (figura 22) das fotografias aéreas situou-se entre os 30 cm e os -30 cm, dado o diferencial entre o geóide e o elipsoide, já referido anteriormente, que o *software* corrige nos resultados finais.

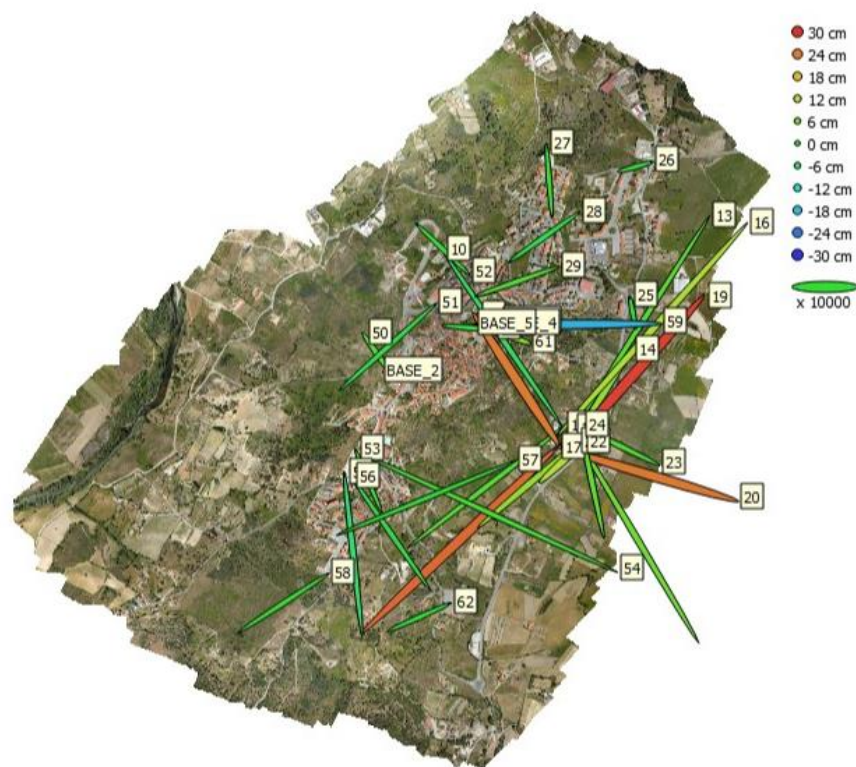


Figura 22 - Erro posicionamento altimétrico do levantamento por drone na vila de Belmonte.

4.^a e 5.^a fases – Produtos e subprodutos

As duas fases finais da utilização do drone para levantamento do perímetro urbano de Belmonte diz respeito à geração de produtos (4.^a fase) e subprodutos (5.^a fase). O principal produto obtido foi o ortofoto (Anexo 4). Como subprodutos obtiveram-se o modelo digital do terreno (Anexo 5) e a planta de declives (figura 51). Contudo, há uma série de outros subprodutos, tais como as curvas de nível (Anexo 6), que também que se poderão obter.

4. Síntese

Como se constatou no ponto 1.1. os SIG são uma ferramenta básica na abordagem de planeamento urbano e na gestão do território, que poderão influenciar positivamente a vida quotidiana dos cidadãos, na sua relação com as entidades municipais, nomeadamente quanto ao conhecimento das regras de edificação e urbanização emanados de um e-PDM. Como se verificou no ponto 1, a introdução do termo "e-" na sociedade refere-se às tecnologias e aos sistemas de informação e tem vindo a registar

um interesse crescente, quer entre organizações da administração pública, quer entre os particulares.

Conclui-se pelo ponto 1.2. que o processamento de um SIG passa por quatro fases de processamento, desde a entrada de dados (análise e seleção da tipologia da informação espacial) ao armazenamento, recuperação e gestão de dados, seguido da sua análise e finalmente aos *outputs* ou saída de dados. Conforme o ponto 1.3., os SIG têm uma vasta área de aplicabilidade e quando associados a ferramentas *online*, como o e-PDM, permitem um melhor conhecimento dos locais, uma melhor comunicação entre políticos, técnicos, cidadãos e os agentes económicos que atuam no território. Consequentemente, promovem o avanço na modernização dos processos inerentes aos municípios e facilitam a constante atualização dos conteúdos dos instrumentos de gestão territorial.

Como se constatou no ponto 2.2., a fotogrametria digital permite a reconstrução automática do espaço tridimensional (espaço-objeto), a partir de imagens bidimensionais (espaço-imagem), usando câmaras fotográficas digitais de rápido processamento de dados.

Através do levantamento fotogramétrico da vila de Belmonte com o drone, descrito no ponto 2.4., foi possível obter um ortofotomosaico com a resolução de 5 cm/pixel, de modo célere e com ótima qualidade de imagem. A ausência momentânea de uma fiada de imagens, devido à falha de sinal do drone, não impediu o processamento fotogramétrico completo. Contudo, este facto veio repercutir-se na nuvem densa de pontos com a falha de alguns pontos. Dos vários cenários de verificação de erros residuais apresentados, conclui-se em termos planimétricos (gráfico 1) que quanto mais pontos de verificação forem utilizados, menor será o erro residual com valores inferiores a 5 cm.

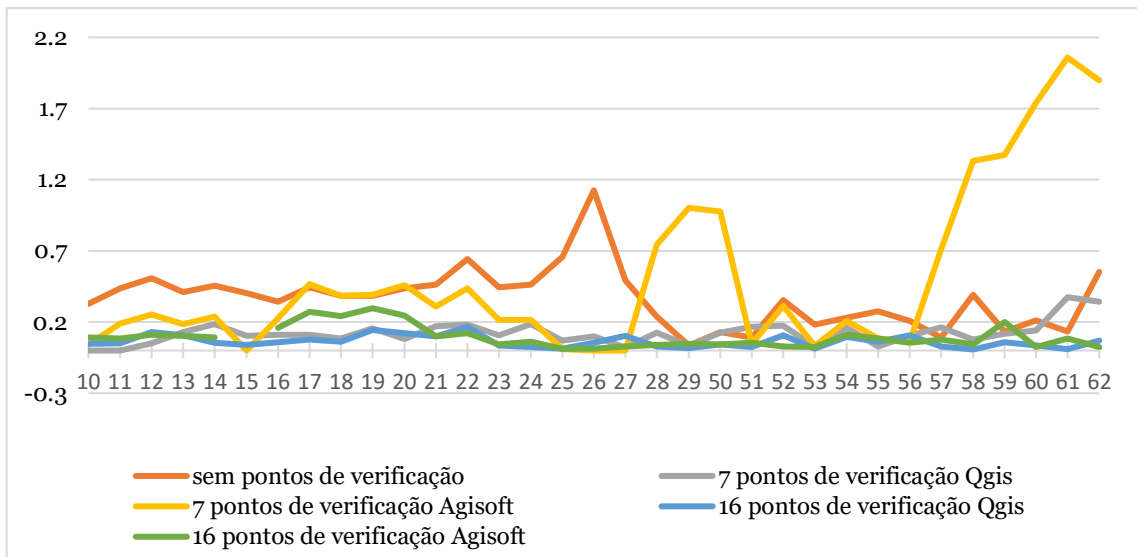


Gráfico 1 – EMQ planimétrico das várias verificações dos erros residuais com a utilização do drone na vila de Belmonte.

Em termos altimétricos, conclui-se que o erro médio quadrático com 16 pontos de verificação tende a ser nulo (gráfico 2). Os pontos 60 e 61 evidenciam erros residuais consideráveis, na ordem dos 2 metros. Tal facto poder-se-á dever à sua localização no interior das muralhas do castelo, com menor receção de sinal GPS. Os pontos de verificação nas extremidades da área de voo (58, 59 e 62) possuem maior erro e o *pixel* nestas zonas fica mais esbatido.

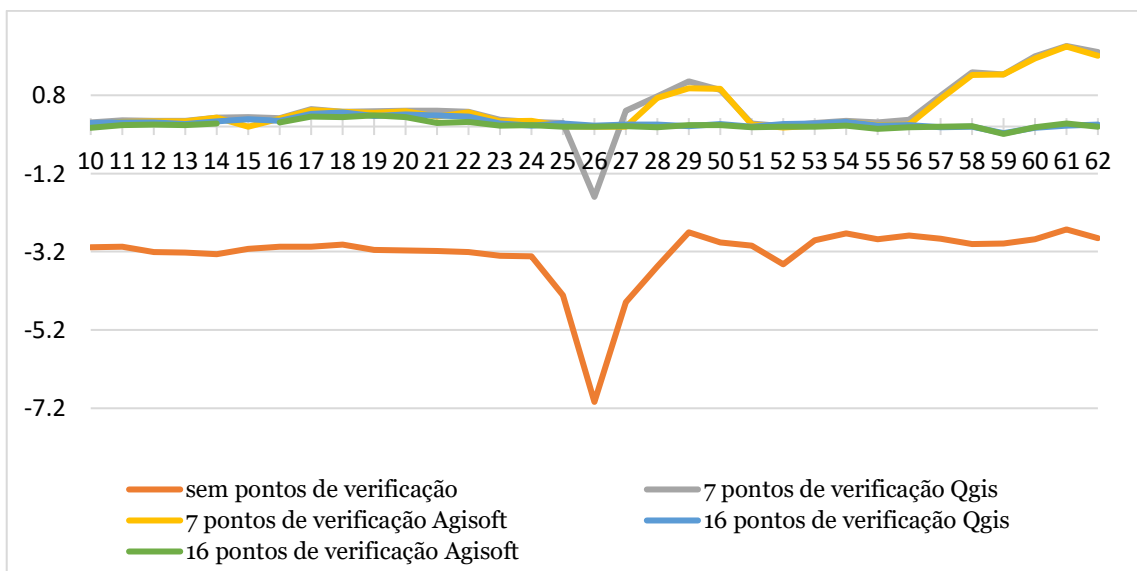


Gráfico 2 - EMQ altimétrico das várias verificações dos erros residuais com a utilização do drone na vila de Belmonte.

O ponto de verificação n.º 26 (gráfico 1 e 2) sem qualquer controlo apresenta um erro na ordem de 2 metros, que é eliminado quando definido como ponto de verificação. Porém, este ponto de verificação não pode ser considerado como tal, dado que apresenta erros

planimétrico e altimétrico, devido a um erro de leitura do GPS. Na vila de Belmonte verificou-se que o erro médio quadrático em termos espaciais (3D) (gráfico 3) foi nulo. Conclui-se, portanto, que a qualidade obtida pelo *software* de processamento fotográfico Agisoft PhotoScan® é fiável, não sendo necessário o recurso a outras ferramentas.

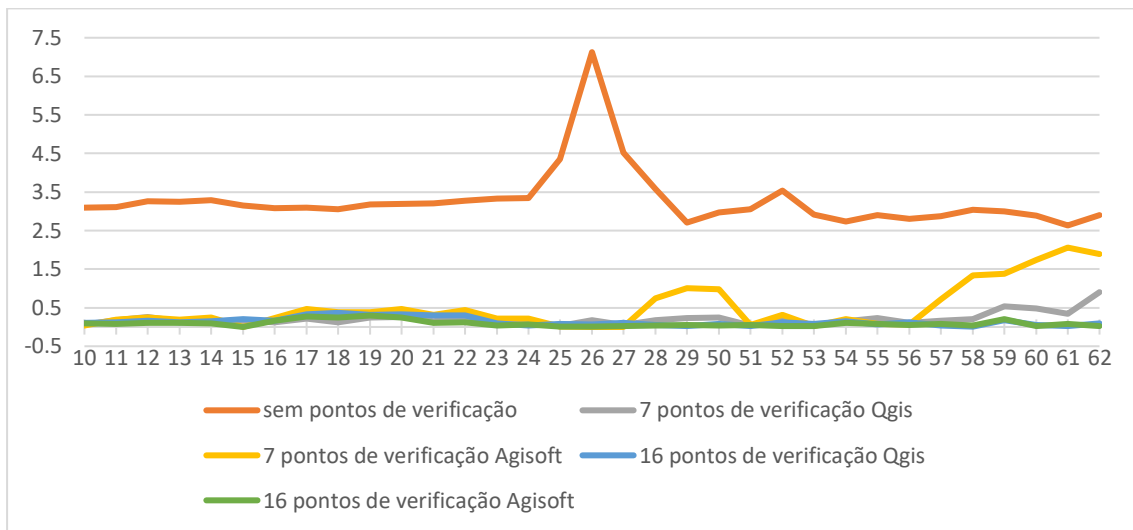


Gráfico 3 - EMQ espacial (3D) das várias verificações dos erros residuais com a utilização do drone na vila de Belmonte.

Em suma, pelo exemplo da sua aplicação à vila de Belmonte, conclui-se em segurança que o drone cumpre os princípios e normas da produção cartográfica exigida ao território¹⁵. Consequentemente, no que concerne à redefinição dos perímetros urbanos, a sua utilização no âmbito do processo de revisão do PDM deverá ser fortemente incentivada, podendo ser uma ferramenta vital numa gestão urbanística mais criteriosa e eficiente, salvaguardando e valorizando a identidade dos territórios.

¹⁵ estipulado pelo Decreto-Lei n.º 141/2014, de 19 de setembro.

Parte II – Territórios de baixa densidade: os PDM das Beiras e Serra da Estrela

Capítulo III – Caracterização dos estudos de caso

1. Localização geográfica

Portugal é constituído por 308 municípios, 19 nos Açores, 11 na Madeira e 278 no continente. Excluindo os Açores e a Madeira, a Comissão Interministerial de Coordenação (2015) classificou 165 municípios (59% do total) como territórios de baixa densidade no espaço continental. Embora não exista uma classificação legal relativamente ao conceito de território de baixa densidade, a referência é feita nos regulamentos da Comissão Interministerial de Coordenação Portugal 2020 [87]. Trata-se de uma abordagem multicritério, que considera a densidade populacional, a evolução demográfica, as povoações urbanas e rurais, as características territoriais e os fatores socioeconómicos de cada região. Os territórios de baixa densidade (figura 23a) estão localizados principalmente no Interior, a parte do país mais perto da fronteira com a Espanha e mais longe das margens do Atlântico e do Mediterrâneo.

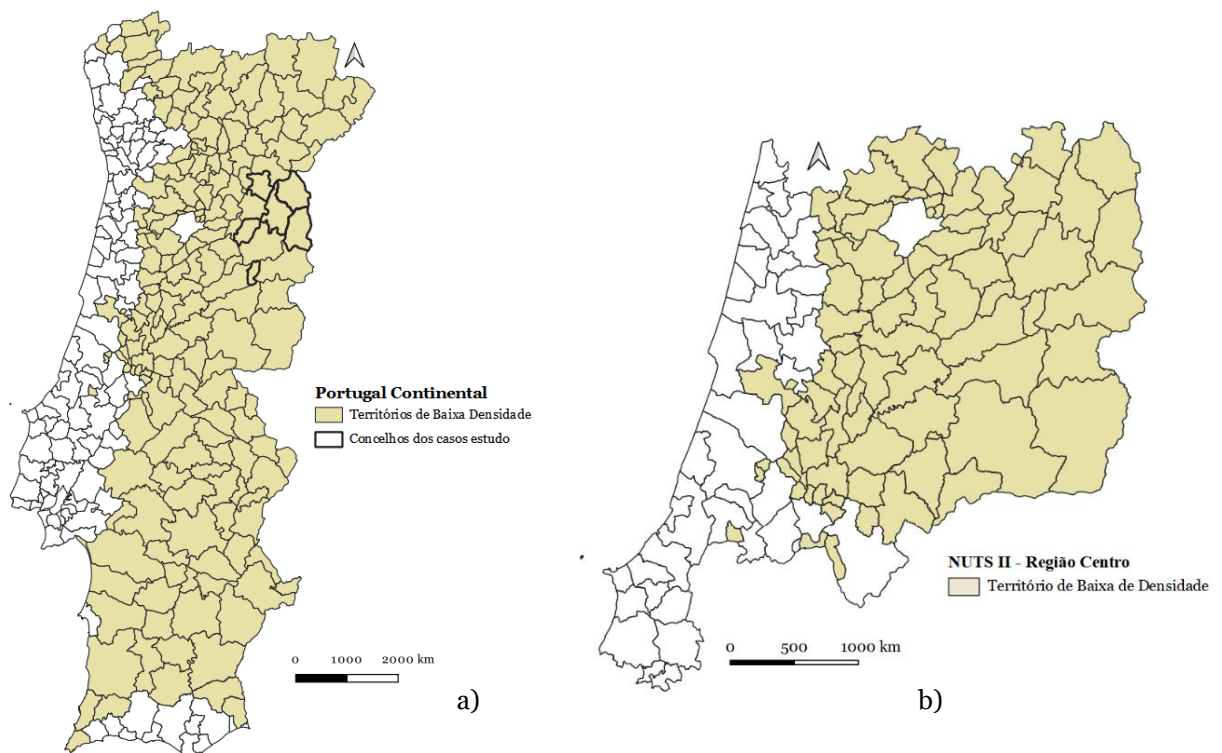


Figura 23 – Territórios (Municípios) de baixa densidade a) Portugal Continental; b) Região Centro.
Fonte: CIC Portugal 2020.

Para a região Centro, que compreende 114 municípios no seu conjunto e onde pertencem os casos estudo, a CIC identificou 73 municípios (64%) como territórios de baixa densidade (figura 23b). Este valor é superior à taxa anteriormente referida para o território continental português.

Neste âmbito, esta tese analisa seis estudos de caso considerados fundamentais, o que justificou a sua escolha, dado que os seus planos diretores municipais são da década de 1990. Apesar das inúmeras alterações, a versão original mantém-se sem revisão. Por conseguinte, os seus conteúdos estão ultrapassados face à realidade territorial em geral e, em particular, no que concerne aos perímetros urbanos e respetivas regras de urbanização e edificação. As áreas urbanas escolhidas, os aglomerados urbanos das sedes dos concelhos de Almeida, Belmonte, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Mêda e Pinhel estão no topo da rede hierárquica de cada concelho. Os casos escolhidos são, portanto, os territórios correspondentes aos perímetros urbanos (figura 24) de Almeida, Belmonte, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Mêda e Pinhel, pertencentes à região NUTS II – Centro, NUTS III - Beiras e Serra da Estrela, bem como à Associação de Municípios da Cova da Beira, classificados como territórios de baixa densidade. Foram escolhidos por serem considerados exemplos chave, com base nos seguintes indicadores: 1) envelhecimento da população, de forma acentuada desde há várias décadas (50, 60 anos); 2) esvaziamento de territórios por pessoas e atividades, especialmente nas cidades, vilas ou povoações rurais de menor dimensão; 3) baixos níveis de rendimento das famílias em termos económicos; 4) escassez de instrumentos de ordenamento do território, ou seja, trata-se de municípios onde o Plano Diretor Municipal é a única figura de ordenamento do território existente, na ausência de planos de urbanização e de planos de pormenor; 5) atrasos no processo de atualização dos conteúdos do PDM, previsto para um período máximo de 10 anos, mas que estão em vigor há quase 30 anos; 6) Perímetros urbanos fragmentados e dispersos onde emergem vastas áreas urbanas excedentárias, que importa localizar, identificar e caracterizar. Consequentemente, as suas regras não correspondem à realidade e estão completamente desajustadas face aos desafios territoriais hodiernos.

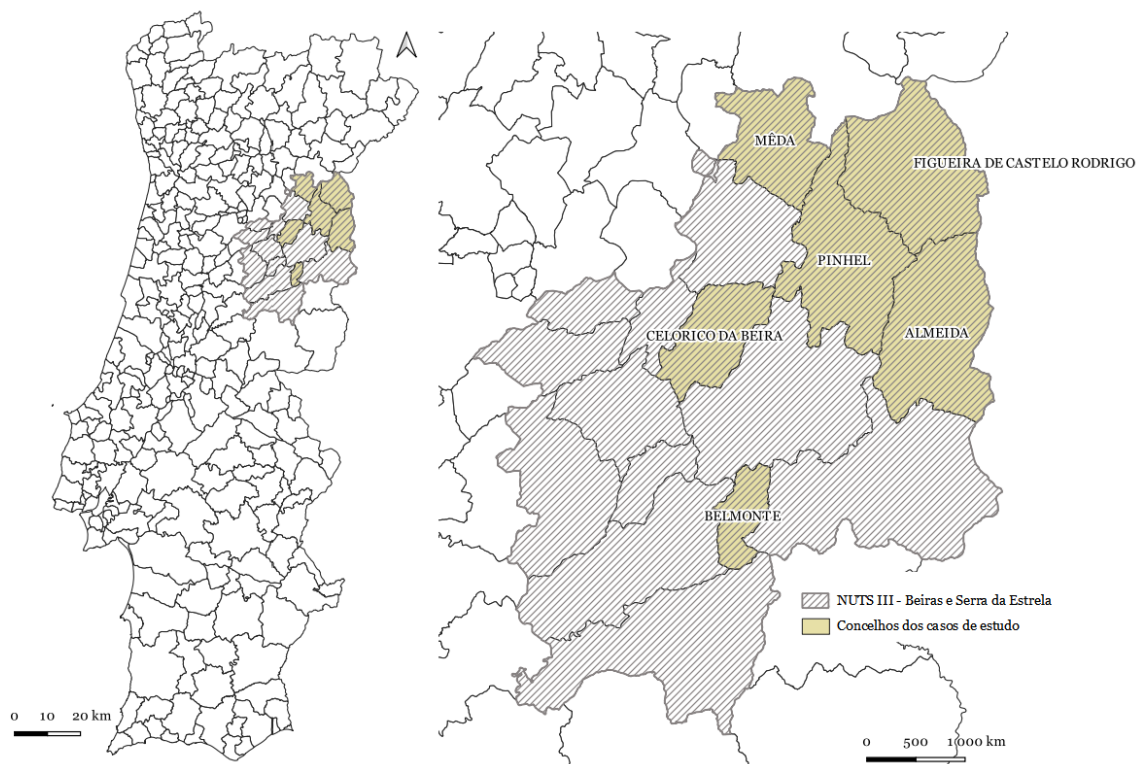


Figura 24 – NUTS III - Beiras e Serra da Estrela relativamente aos municípios de Portugal Continental.
Fonte: CIC Portugal 2020.

2. Aspetos demográficos e do tecido edificado

2.1. Evolução demográfica

A evolução demográfica seguidamente apresentada dos seis estudos de caso não inclui dados relativos aos últimos Censos 2021, uma vez que no decurso desta investigação não estiveram disponíveis à escala do aglomerado urbano, na qual se centra esta tese.

Os territórios de baixa densidade podem ser definidos com base no indicador da densidade populacional, que é o número de habitantes por unidade de superfície (hectare, Km² ou outra) [88 e 89]. O resultado deste indicador demográfico demonstra (tabela 4) que em todos os casos há um declínio da densidade populacional (2011-2018) a nível municipal. Este declínio foi menor em Figueira de Castelo Rodrigo que baixou de 12 para 11 hab./km² e maior em Belmonte (que passou de 57 para 53 hab./km²). No entanto, Belmonte é o caso com maior densidade populacional entre todos, seguido de Celorico da Beira (28 hab./km²). Todos os outros concelhos têm uma densidade inferior a 20 hab./km². Na escala nacional, Belmonte regista a melhor posição (lugar n.º 172) entre os 308 municípios em relação a este indicador. Os cinco demais pertencem aos 100

municípios com os valores mais baixos do país. Assim, este indicador demográfico piorou na maioria dos estudos de caso, exceto em Figueira de Castelo Rodrigo, passando da posição 285 para o lugar 283 no ranking nacional. Isto significa que todos os casos se encontram entre os territórios de menor densidade em todo o país, com ténue esperança de poderem vir a alterar tal situação.

Uma análise mais profunda à escala urbana mostra que Pinhel é o caso com a maior densidade populacional, 3169 hab./km², e que Celorico da Beira tem a densidade mais baixa entre os seis, com apenas 550 hab./km². A vila de Belmonte é o caso que atrai um maior número de residentes de todo o território municipal, 46.4%, seguida de Mêda (38.2%), Pinhel (36.5%), Figueira de Castelo Rodrigo (35.3%) e Celorico da Beira (29.6%) em relação à população total residente em cada concelho. Finalmente, verifica-se que, em Almeida, menos de 1/5 (18.1%) da população do município vive na sua principal área urbana (a cidade de Almeida), sendo este o valor em percentagem mais reduzido entre os casos em análise. Tal posição poderá ser justificada pelo aglomerado urbano fronteiriço de Vilar Formoso, pertencente ao município de Almeida, ter maior capacidade de atrair residentes (31%), dadas as suas funções, comércio e serviços inerentes a ser um posto fronteiriço internacional.

Tabela 4 – Indicadores demográficos nos estudos de caso (2011- 2018).

Fonte: www.ine.pt

	Densidade Populacional do município (hab./km ²)		Posição (entre 308 município)		n.º de habitantes (sede de concelho) 2011	Área Urbana (km ²)	Densidade populacional da área urbana (hab./km ²) 2011	% de habitantes residentes na sede de concelho
	2011	2018	2011	2018				
Almeida	14	11,4	274	278	1314	1,72	763	18,1
Belmonte	57,8	53,9	171	172	3183	2,74	1162	46,4
Celorico da Beira	31,1	28,2	218	221	2278	4,14	550	29,6
Figueira de C. Rodrigo	12,3	11,1	285	283	2211	2,29	966	35,3
Mêda	18,2	16,1	256	257	1987	2,37	838	38,2
Pinhel	19,9	17,8	249	250	3518	1,11	3169	36,5

Os concelhos em análise não têm sido estranhos ao declínio da população. A sua localização no Interior, mais afastado das grandes cidades, tem marcado esta tendência de recessão demográfica ao longo de várias décadas. As projeções demográficas indicam uma dinâmica populacional regressiva sem precedentes nas suas histórias. A população das seis áreas urbanas sedes de concelho (em 2011) não excedeu em nenhum dos casos os 3500 habitantes, à exceção de Pinhel, que ultrapassou este valor em 18 residentes (tabela 5 e gráfico 4). Todos os concelhos dos estudos de caso têm áreas urbanas com

défices demográficos e uma tendência para reduzir estes valores em tempos futuros. No entanto, na última década (2011-2019), o ritmo de perda foi um pouco menos acelerado. O concelho de Almeida (tabela 5) é o caso onde a perda populacional foi mais profunda, registando -24% de habitantes na última década e o concelho de Belmonte tem o valor mais baixo de -7% residentes em igual período de tempo. Assim, o conjunto dos estudos de caso regista uma perda populacional média de 30% de 2001 a 2019.

Tabela 5 – Evolução demográfica (1991-2019) nos estudos de caso.
Fonte: www.ine.pt.

Município	População residente			População residente (estimativa)			
	ano	ano	Δ 1991- 2001 %	ano	Δ 2001- 2011 %	ano	Δ 2011- 2019 %
	1991	2001		2011		2019	
Almeida	10040	8423	-16%	7242	-16%	5830	-24%
Belmonte	7411	7592	2%	6859	-11%	6398	-7%
Celorico da Beira	8875	8875	0%	7693	-15%	6928	-11%
Figueira de Castelo Rodrigo	8105	7158	-12%	6260	-14%	5584	-12%
Mêda	7440	6239	-16%	5202	-20%	4587	-13%
Pinhel	12693	10954	-14%	9627	-14%	8511	-13%

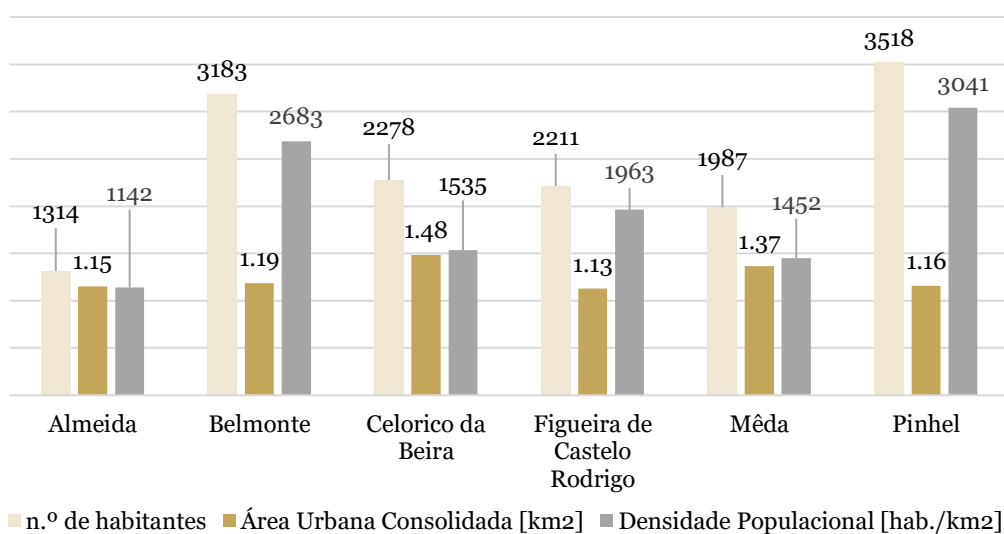


Gráfico 4 -População residente, área urbana consolidada, densidade populacional, em 2011, nos aglomerados urbanos nas sedes de concelho.

Fonte: www.ine.pt e Carta de Uso do Solo (COS2018), para a área urbana consolidada

Conclui-se (gráfico 4), nos estudos de caso, que a superfície do espaço urbano consolidado situa-se entre os 1,13 km² (da vila de Figueira de Castelo Rodrigo) e os 1.48 km² (da vila de Celorico da Beira). Contudo, a cidade de Pinhel é a única que apresenta uma densidade populacional acima dos 3000 hab/km² no espaço urbano consolidado (3041 hab/km²). À exceção da vila de Belmonte (2683 hab/km²), os restantes casos têm densidades populacionais inferiores a 2000 hab/km².

Com esta tendência, Portugal acaba por ser atualmente um dos países mais envelhecidos do mundo, sendo os idosos um grupo socialmente vulnerável [90], que influencia o mercado imobiliário e conseqüentemente a dinâmica das áreas urbanas [91]. Os ciclos demográficos relativos a nascimentos, migração, formação ou dissolução de famílias, influenciam a procura de habitação [92, 93, 94, 95 e 96]. Existe, pois, uma relação estreita entre o processo de envelhecimento e a redução na procura de novas habitações [97]. Numa população jovem, a procura de habitação é elevada, mas numa população em envelhecimento, há uma baixa procura de habitação devido ao declínio das famílias com a morte dos idosos [98, 99 e 100].

A análise demográfica dos estudos de caso revela um acentuado envelhecimento através do peso crescente de pessoas com 65 anos ou mais anos e a redução da população em faixas etárias mais jovens. Assim, a taxa de envelhecimento refere-se ao número de residentes com 65 ou mais anos de idade por cada 100 habitantes com menos de 15 anos de idade. Ora, a área urbana (gráfico 5) de Almeida tem uma taxa de envelhecimento de 320, que é o valor mais elevado entre todos os casos, seguida de Celorico da Beira com 185, ambos bem acima da média nacional de 176. As áreas urbanas menos envelhecidas são as de Pinhel com uma taxa de envelhecimento de 134 e de Figueira de Castelo Rodrigo com 137, ambas abaixo da média nacional.

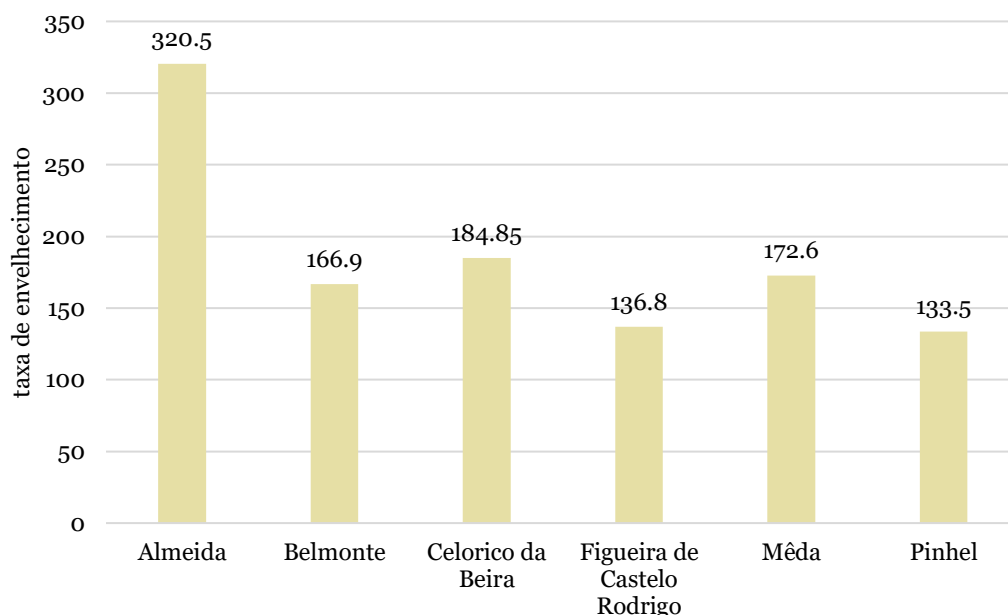


Gráfico 5 - Índice de envelhecimento nos estudos de caso (2011).
Fonte: www.ine.pt

Outro indicador demográfico é a taxa de crescimento natural da população, ou seja, a diferença entre a taxa de natalidade e a taxa de mortalidade (gráfico 6). Verifica-se que esta taxa foi negativa em todos os estudos de caso (2011-2019), na ordem de -1.20% em média. Belmonte regista o valor menos negativo de -0.72% e Almeida tem a ordem mais negativa de -2.30%. Ainda que todos os casos denotem indicadores demográficos negativos, Belmonte está em melhor situação e Almeida em pior.

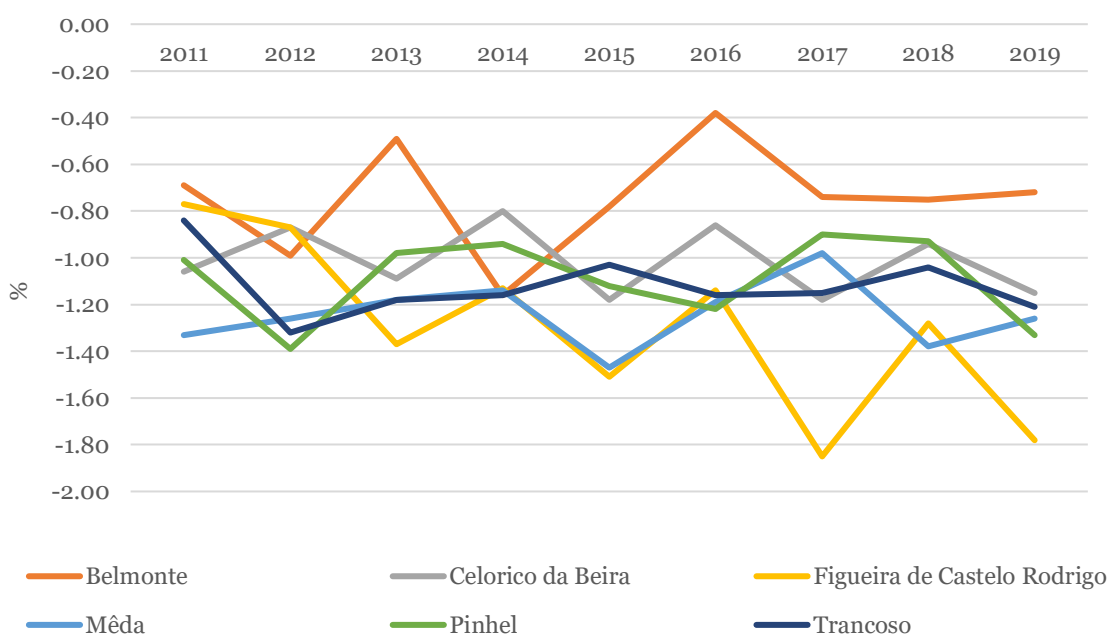


Gráfico 6- Taxa de crescimento natural (%), nos estudos de caso à escala municipal (2011- 2019).
Fonte: www.ine.pt

2.2. Caracterização do parque habitacional

O processo de urbanização e o setor da construção, incluindo o parque habitacional, são influenciados por aspetos socioeconómicos, geográficos, sociais ou ambientais. A análise do setor da construção, baseada no número de novos edifícios de 1919 a 2011 revela duas tendências. Nos casos das zonas urbanas de Almeida e Mêda, o número de novos edifícios tem vindo a aumentar de forma constante. Este facto pode ser entendido com um duplo sentido: poderá ser um problema no ordenamento do território e na requalificação urbana, dado que a população tem vindo a diminuir; poderá ser a oportunidade para fixar pessoas. Ora, um grande número destes edifícios está vazio, sem ocupação. Nos restantes casos, o número de novos edifícios aumentou até 1990 e desde então tem diminuído, sobretudo dada a perda de população (gráfico 7 e tabela 6).

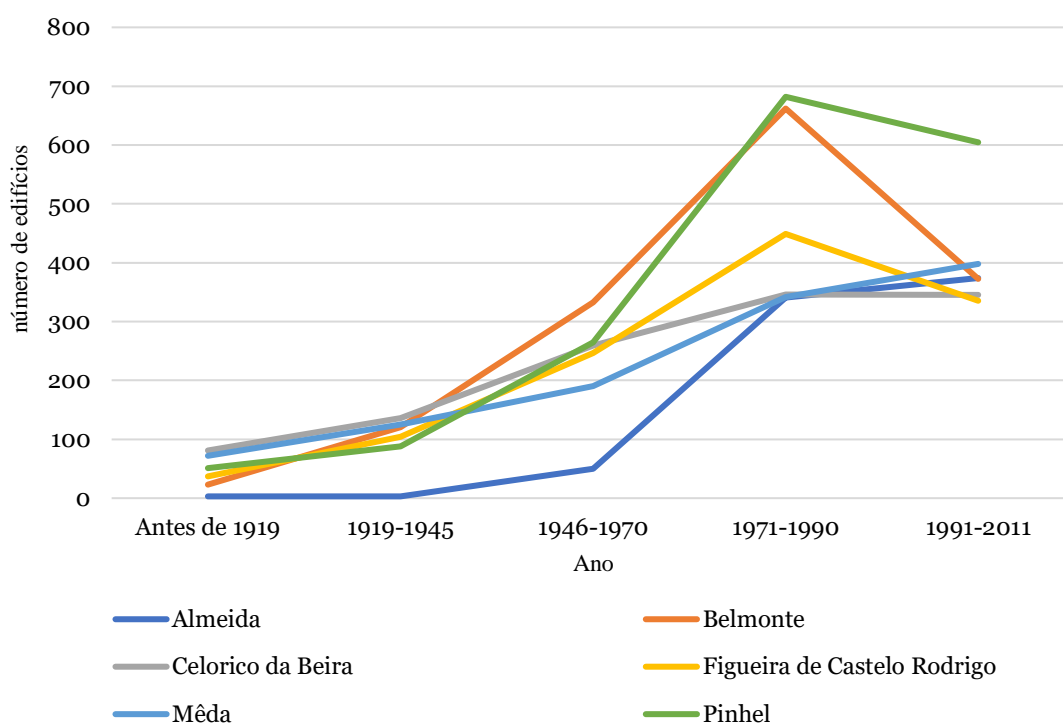


Gráfico 7 - Número de novos edifícios nas áreas urbanas dos estudos de caso (1919-2011).
Fonte: www.ine.pt

Tabela 6- Número de edifícios por tempo de construção nas sedes dos municípios em análise (1919-2011).
Fonte: www.ine.pt

Área urbana	1919	1976	1971	1991
	1945	1970	1990	2011
Almeida	3	50	341	374
Belmonte	121	333	662	373
Celorico da Beira	136	259	346	345
Figueira de Castelo Rodrigo	104	247	449	335
Mêda	125	190	342	398
Pinhel	88	265	682	605

Relevante é também a evolução da população nos alojamentos familiares clássicos de residência habitual, propriedade dos ocupantes. Em todos os casos (gráfico 8) houve um aumento do número de residentes entre os anos 70 e 90. Esta tendência confirma que, embora a população esteja em queda no território municipal, tem períodos de aumento nos principais centros urbanos, com maior concentração de serviços, equipamentos, indústria, comércio ou oportunidades em geral. O que pode justificar-se pelas pessoas que se deslocam das zonas urbanas mais pequenas do concelho para a sede do município ou pelo regresso dos emigrantes. Verifica-se ainda que de 1971 a 2011, as zonas urbanas das vilas de Almeida, Figueira de Castelo Rodrigo (a recuperar no período mais recente) e Mêda registaram quer períodos de perda, quer de ganho populacional. Os centros urbanos de Belmonte e de Celorico da Beira não registam perdas populacionais desde 1981, embora o crescimento recente seja mais ténue do que em períodos anteriores. Na cidade de Pinhel, a população residente nos alojamentos clássicos familiares de residência habitual, propriedade dos ocupantes, tem vindo a decair desde o ano 2001.

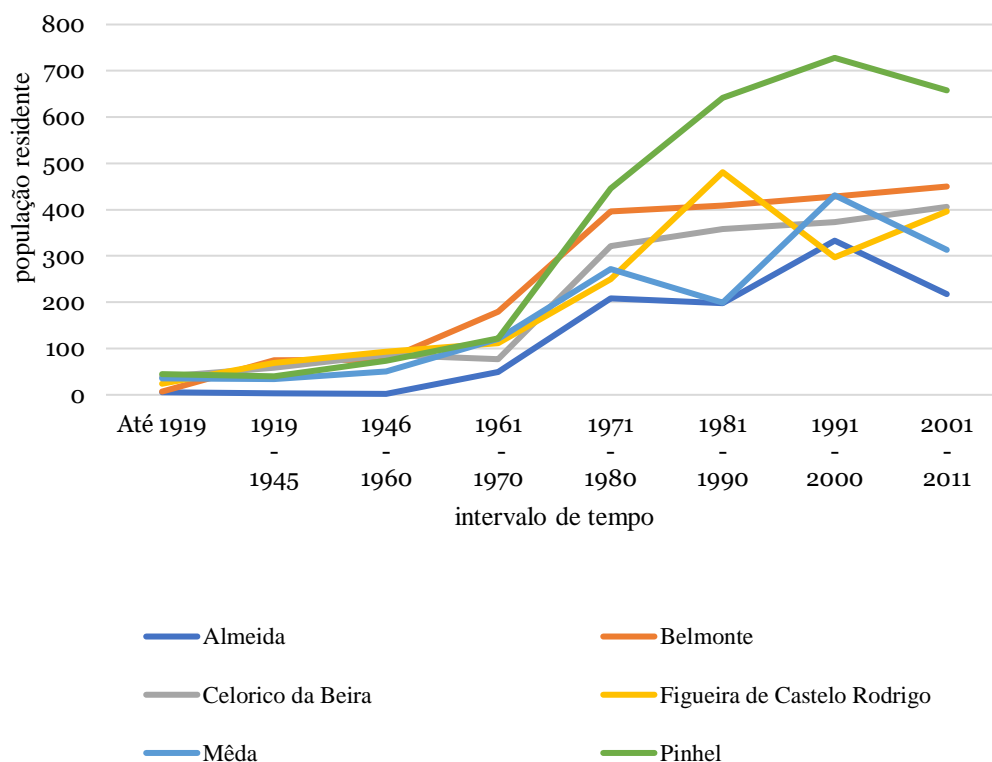


Gráfico 8 - População residente nos alojamentos familiares clássicos de residência habitual propriedade dos ocupantes, por tempo de construção, nos estudos de caso (1919-2011).

Fonte: www.ine.pt

3. Origem e desenvolvimento dos núcleos urbanos

3.1 Vila de Almeida

Localizada a Norte do concelho do qual é a sede, a vila de Almeida faz parte do distrito da Guarda, tendo como concelhos limítrofes Figueira de Castelo Rodrigo a Norte, Guarda a Oeste, Sabugal a Sul e a este a Espanha.

O aglomerado urbano de Almeida reparte-se entre o território intramuros da fortaleza e o espaço extramuros dos arrabaldes (figura 25). O núcleo histórico é circunscrito pelas muralhas e distribui-se em forma de estrela de 12 pontas pelos baluartes e revelins numa extensão de 2500 metros [101]. A malha urbana é heterogénea, de cariz civil, militar e residencial e viveu momentos de paz e de guerra, ora mais estruturada, ora mais destruída. No sopé extramuros da fortaleza, desenvolve-se uma via estruturante que baliza os arrabaldes mais antigos e as recentes expansões urbanas.



Figura 25 - Vista panorâmica da vila de Almeida.
Fonte: Município de Almeida

Em termos altimétricos, verifica-se que o aglomerado urbano da vila de Almeida situa-se entre a cota dos 675 metros e a cota dos 760 metros, o que corresponde a um desnível de 85 metros entre os pontos mais alto e mais baixo do perímetro urbano (figura 26).

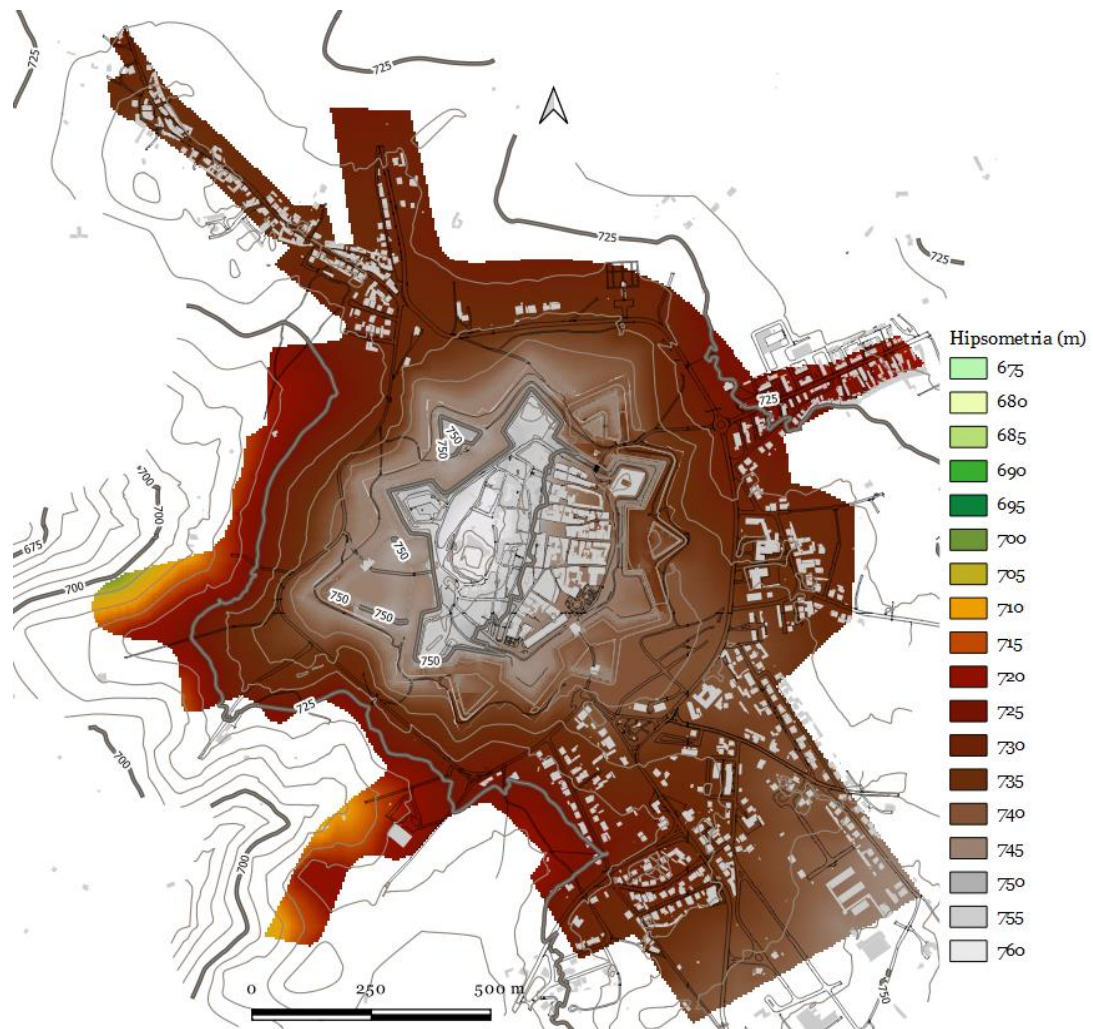


Figura 26 - Planta de hipsométrica do perímetro urbano de Almeida.

O núcleo histórico de Almeida correspondente à malha urbana intramuros revela cotas que variam entre os 750 metros e os 760 metros. Os arrabaldes de expansão mais recente desenvolvem-se numa altimetria que varia entre os 715 metros e os 740 metros, com uma malha urbana aberta, visivelmente fragmentada e dispersa, pouco consolidada. O desenho urbano tem maior expressão nos quadrantes Nordeste e Sudeste, fruto de algumas ações de loteamento urbano. O arrabalde mais primitivo remonta aos anos de 1960 e situa-se a Noroeste, ao longo da Estrada Nacional n.º 332 de ligação a Figueira de Castelo Rodrigo. Pelo que, no território extramuros, a configuração geométrica da malha urbana é tendencialmente linear acompanhando os arruamentos viários principais.

3.2 Vila de Belmonte

A vila beirã de Belmonte ocupa o panorâmico Monte da Esperança (antigos Montes Crestados) (figura 27). Na zona mais altaneira, o castelo remonta a finais do século XII, na linha defensiva do Alto Côa, apoiado na retaguarda pela muralha natural da Serra da

Estrela e pelo Vale do Zêzere [102]. Em pleno coração da Cova da Beira, é o único entre os seis estudos de caso no distrito de Castelo Branco. Confina a Norte com o concelho da Guarda, a Sul com o Fundão, a este com a Covilhã e a Oeste com o Sabugal.



Figura 27 - Vista panorâmica da vila de Belmonte.

Fonte: <http://gentesdebelmonte.blogspot.com/2012/06/fotografias-aereas-de-belmonte.html>

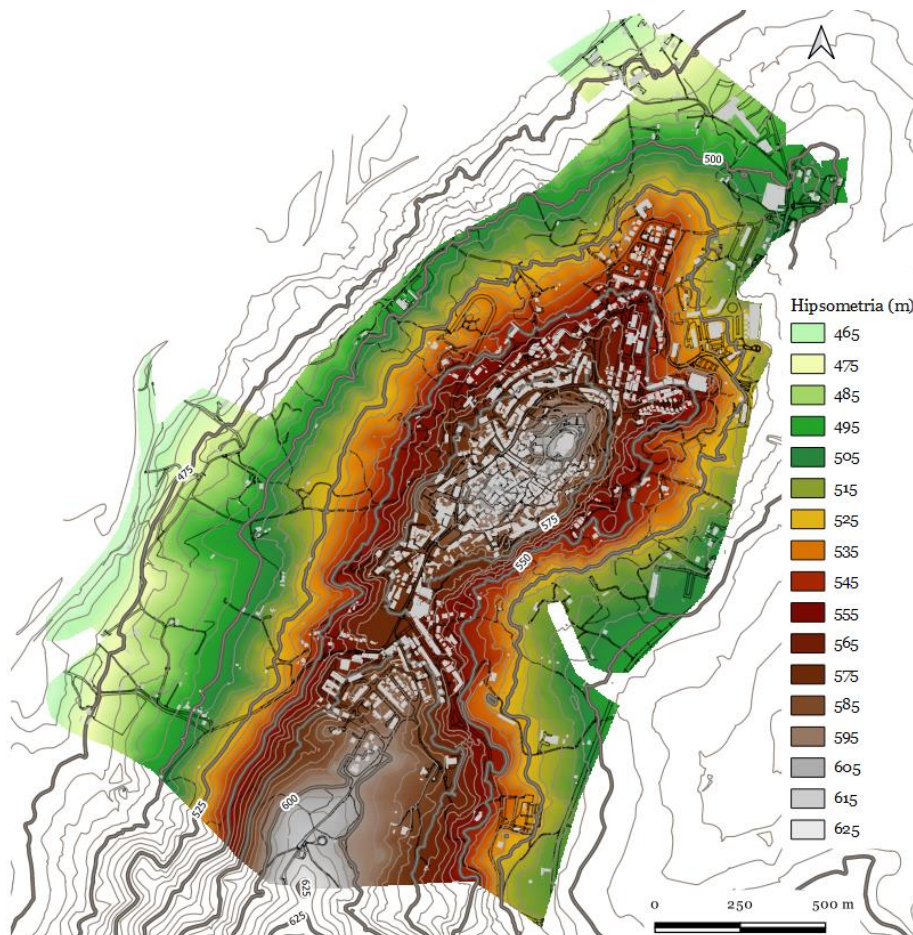


Figura 28 - Planta hipsométrica do perímetro urbano de Belmonte.

O aglomerado urbano de Belmonte cresceu de Nordeste a Sudoeste, numa mancha oval alongada ao longo da colina, entre as cotas 465-625 metros (160 metros de declive) (figura 28). Ao centro localiza-se o castelo medieval entre os 615-625 metros. A Sudoeste desenrola-se o núcleo histórico, de ruas estreitas e sinuosas, malha urbana irregular e densa. Na envolvente, a expansão urbana aberta e linear ocupa as cotas 545-585 metros.

3.3 Vila de Celorico da Beira

O concelho de Celorico da Beira localiza-se nos contrafortes da Serra da Estrela, no distrito da Guarda, delimitado a Norte pelo concelho de Trancoso, a Nordeste pelo de Pinhel, a Sudeste pelo da Guarda, por Gouveia a Sudoeste e Fornos de Algodres a Oeste. É cruzado pelo rio Mondego de nascente para poente, a Norte da vila de Celorico da Beira.

O centro da vila de Celorico da Beira (sede do concelho) (figura 29) tem um relevo acidentado e uma configuração altimétrica íngreme, local de um castro pré-romano. Na época medieval foi erigido o castelo, que juntamente com os castelos de Trancoso e da Guarda, constituía um triângulo militar das Beiras, de grande poder defensivo [103].



Figura 29 – Vista panorâmica Sul da vila de Celorico da Beira.
Fonte: <http://aldeiasdemontanha.com/celorico-da-beira/celorico-da-beira>

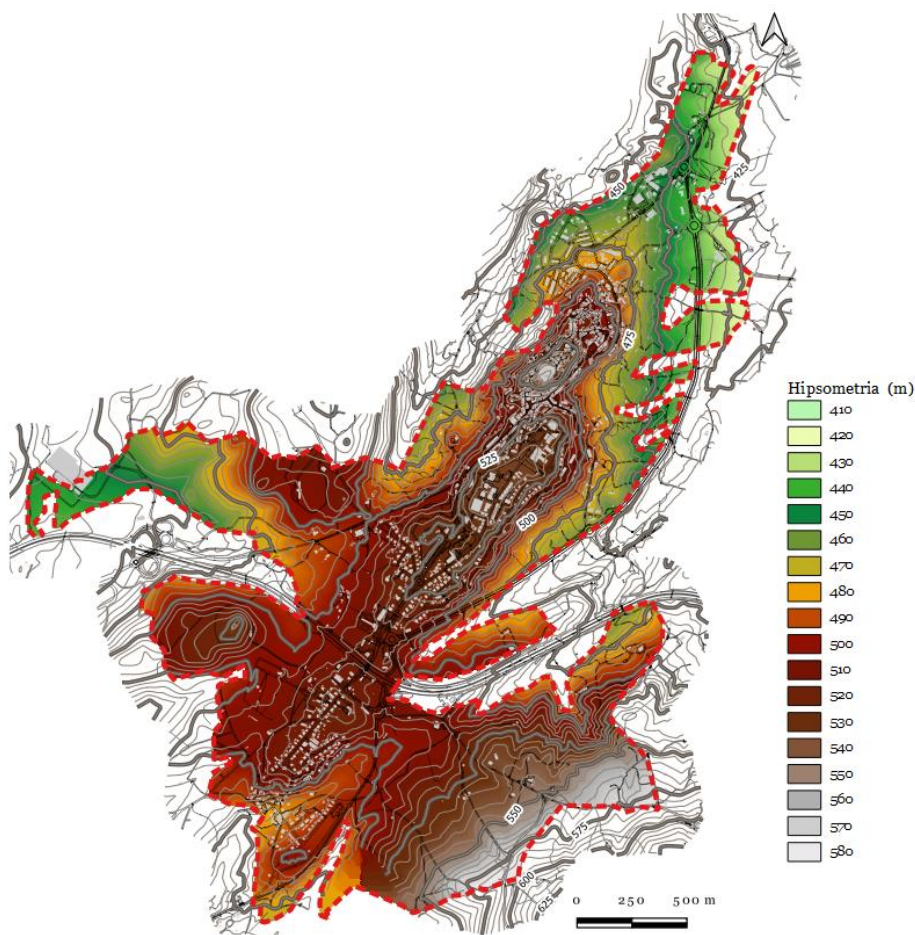


Figura 30 – Planta de hipsométrica do perímetro urbano de Celorico da Beira.

À semelhança de Belmonte, o perímetro urbano de Celorico da Beira desenvolve-se ao longo de uma cordilheira, de forma alongada no sentido Nordeste-Sudoeste. Situa-se entre a cota 410 e 580 metros, ou seja, com um desnível de 170 metros entre os pontos mais alto e mais baixo (figura 30). Nas cotas mais elevadas, acima dos 550 metros, surge o castelo medieval e a Norte do núcleo histórico são praticamente inexistentes as edificações devido à topografia acentuada. Este aglomerado urbano é atravessado pela autoestrada A25 provocando um efeito barreira na continuidade da malha urbana. A Sudoeste desta via surgem os bairros mais recentes com origem na década de 1970.

3.4 Vila de Figueira de Castelo Rodrigo

Quanto à vila de Figueira de Castelo Rodrigo, sede do município no distrito da Guarda, destacam-se os rios Douro, Côa e Águeda como limites físicos do concelho, com fronteira a Norte com Freixo de Espada à Cinta pelo Douro, a Sul com Almeida e Pinhel pelo Côa, a Oeste com Vila Nova de Foz Côa e a região espanhola de Salamanca através do Águeda.

Situada num planalto, Figueira de Castelo Rodrigo começou no pequeno lugar de “Figueira” (em segundo plano na figura 31) e tornou-se freguesia do concelho medieval de Castelo Rodrigo (em primeiro plano na figura 31). Pela mão do Marquês de Pombal, a povoação prosperou, tendo aumentado o número de residentes com a introdução da atividade vinícola, dada a sua localização privilegiada entre as regiões vinícolas do Douro e de Pinhel. As então novas funções de centralidade não eram compatíveis com a velha sede do concelho, Castelo Rodrigo, devido à sua localização altaneira e inacessível, cuja função se baseia nas atividades defensivas e militares. “Figueira” a partir do ano de 1836 toma as funções de sede de concelho até então inerente a Castelo Rodrigo [104]. O novo concelho foi criado pela reforma administrativa do Liberalismo no século XIX, que integrou o então território de Castelo Rodrigo [104].



Figura 31 – Vista panorâmica: no primeiro plano Castelo Rodrigo, no horizonte a vila de Figueira de Castelo Rodrigo.

<http://ampv.pt/noticias/figueira-de-castelo-rodrigo-adere-a-associacao-de-municipios/>

Pela figura 32 observa-se que o perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo se desenvolve entre as cotas 620 e 700 metros, e que possui um desnível de 80 metros entre a zona mais baixa localizada a Norte e o ponto mais alto localizado a Sul. Retira-se desta figura que o território a Norte é mais plano, enquanto a Sul é mais acidentado.

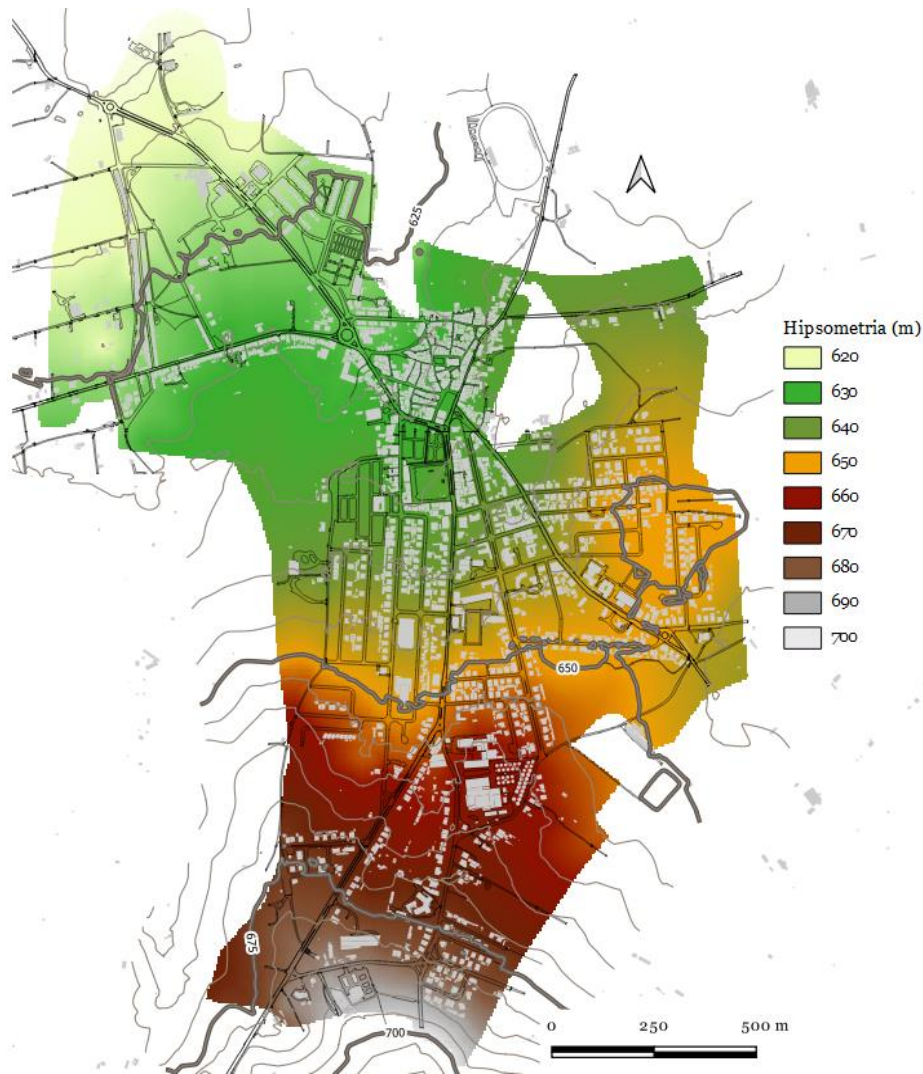


Figura 32 – Planta de hipsométrica do perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo de Rodrigo.

A estrutura urbana da vila de Figueira de Castelo Rodrigo caracteriza-se pela ocupação dispersa, sobretudo a Oeste do núcleo central. Ao longo das várias fases de expansão urbana, a morfologia foi-se adaptando às circunstâncias do lugar, nomeadamente ao relevo. O núcleo central ostenta uma malha urbana fechada, orgânica, sem visível ortogonalidade. O perímetro urbano, a Sul, apresenta uma malha aberta de ruas mais largas, amplas e longilíneas, espaçosa e com praças e maior racionalidade, resultante dos loteamentos [105]. A Noroeste, apesar do declive médio de 2%, a edificabilidade é mais escassa do que a Norte com pendentes topográficas médias de cerca de 8%.

3.5 Cidade de Mêda

O concelho de Mêda localiza-se a Nordeste no Distrito da Guarda e é delimitado a Norte pelo concelho de Vila Nova de Foz Côa, a Este por Pinhel e Vila Nova de Foz Côa, a Oeste pelo Penedono e a Sul por Trancoso. Localizado no topo de um planalto, é avistado por territórios entre o planalto beirão e o Alto Douro [106]. A cidade de Mêda evoluiu em torno de um eremitério beneditino [107], cujo núcleo histórico é de malha fechada e orgânica. Longitudinalmente ao sopé do centro histórico, de Norte para Sul, foi rasgado um imponente arruamento retilíneo, designado por Avenida Gago Coutinho e Sacadura Cabral, que atravessa a cidade, servindo de suporte para outras expansões, novos arruamentos transversais e quarteirões abertos. A Este, a nova variante (Este-Oeste), delimita o perímetro urbano (figura 33). A cidade (figura 34) desenvolve-se numa das encostas a cotas que variam entre 660 e 770 metros, com um desnível de 110 metros. À cota 740 metros surge uma segunda vertente, a Oeste, até à cota 695 metros, numa diferença de cotas menos acentuada de apenas 45 metros.



Figura 33 - Vista panorâmica da cidade de Mêda.

Fonte: <https://portugalfotografiaaerea.blogspot.com/2011/12/meda.html>

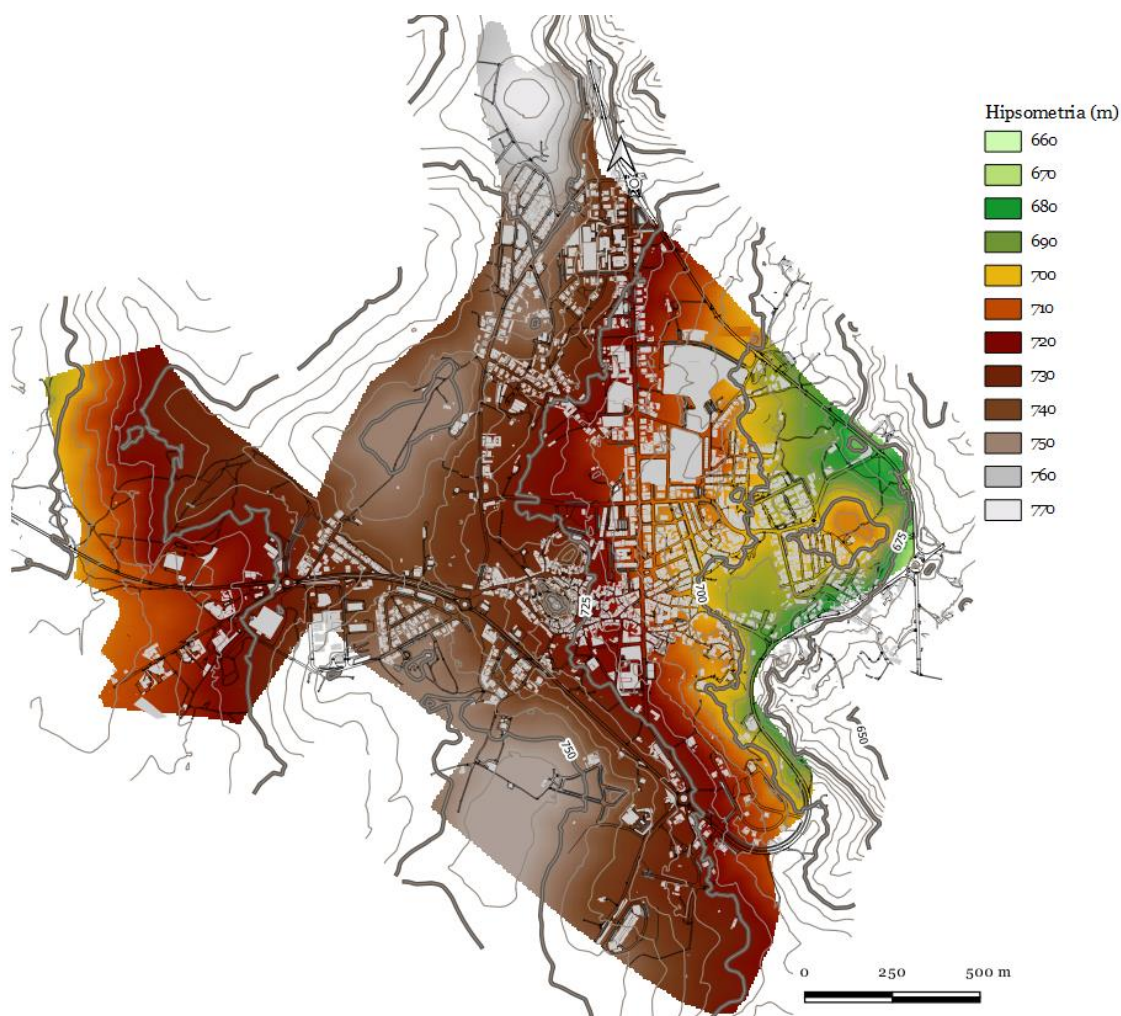


Figura 34 - Planta de hipsométrica do perímetro urbano da cidade de Mêda.

3.6 Cidade de Pinhel

Pinhel é sede do município delimitado pelos concelhos, a Norte, de Vila Nova de Foz Côa, a Nordeste de Figueira de Castelo Rodrigo, a Este de Almeida, a Sul da Guarda, a Sudoeste por Celorico da Beira, a Oeste por Trancoso e a Noroeste por Mêda. No ponto mais alto da cidade (à cota 670 de metros) existiu na época pré-romana um recinto fortificado. D. Afonso Henriques fomentou aqui o povoamento [108] e, pelo foral de D. Sancho I, surgiu o castelo, no sopé do qual (a Sul) cresceu a malha urbana, pois a Norte a topografia desencorajara a expansão. D. Dinis promoveu a ampliação do castelo, a construção da cidadela e a proteção do núcleo urbano, tendo-se verificada a elevação a cidade em 1770 [109]. Destaca-se na malha urbana o parque verde da Trincheira (figura 35). Em termos topográficos, a cidade de Pinhel está entre os 560 e os 670 metros, com uma pendente de 110 metros (figura 36). O núcleo histórico (ruas estreitas, malha fechada e orgânica) teve origem a Nordeste do perímetro urbano e a expansão deu-se

para Oeste, com maior densidade na zona central, acima dos 620 metros. A restante malha é aberta e reticulada.



Figura 35 - Vista panorâmica da cidade de Pinhel.
<https://portugalfotografiaaerea.blogspot.com/2011/12/pinhel.html>

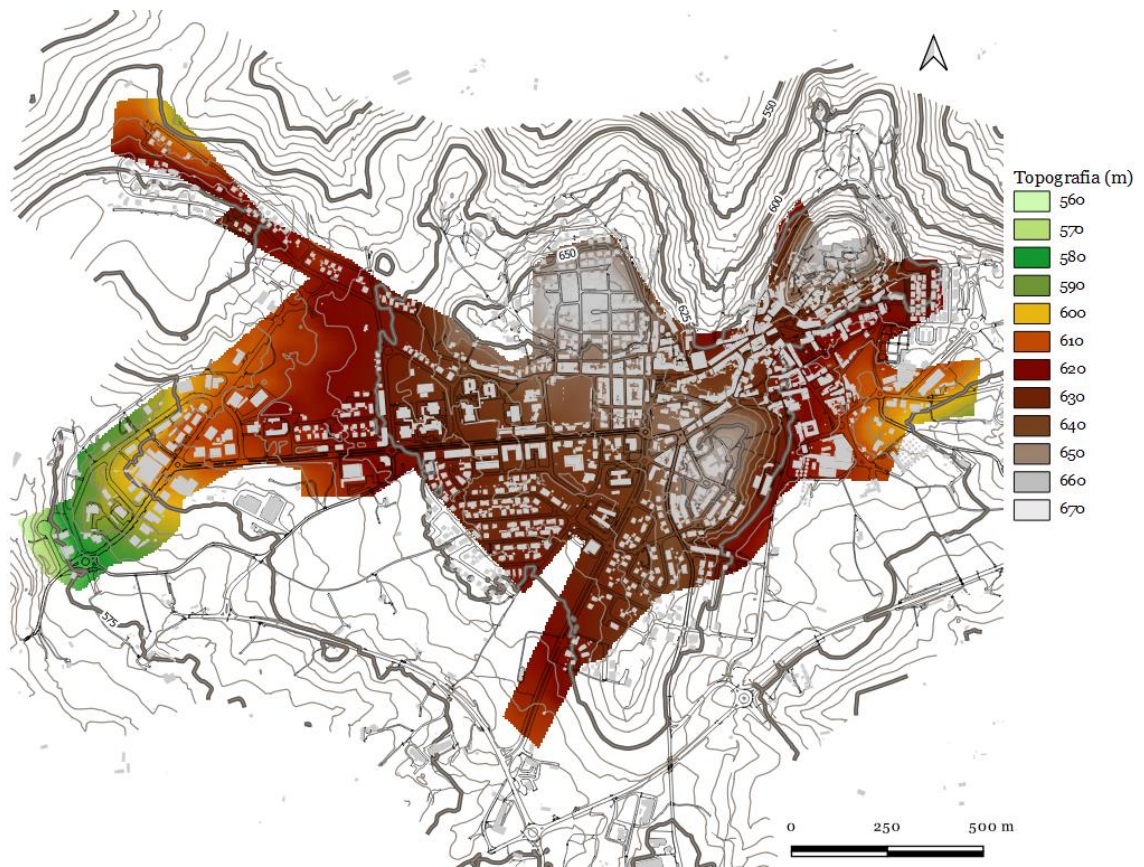


Figura 36 - Planta de hipsométrica do perímetro urbano da cidade de Pinhel.

4. Síntese

De acordo com o ponto 2, verifica-se que todos os estudos de caso são identificados como território de baixa densidade, com retrocessos na densidade populacional e na evolução demográfica. Constatou-se pelo ponto 2.1 que se registou um acentuado declínio da população, -30% (em média no conjunto dos seis casos) nos últimos 20 anos, o que reflete um rápido envelhecimento e diminuição dos efetivos nas faixas etárias mais jovens. O concelho de Almeida é o que regista uma perda populacional mais profunda, -24% na última década e o concelho de Belmonte tem o valor mais baixo de -7%.

Concluiu-se ainda, pelo ponto 2.2., que de 1919 a 1991 houve um aumento gradual do número de edifícios em todas as sedes de concelho. Na década de 1991 a 2011 houve um aumento com tendência menos acentuada em relação aos anos anteriores, à exceção da vila de Almeida e da cidade de Mêda, que mantiveram uma evolução acelerada no aumento de novos edifícios.

Por fim, refira-se que, pela análise do ponto 3, a vila de Almeida teve origem numa fortificação e que as vilas de Belmonte e Celorico da Beira e a cidade de Pinhel tiveram origens em colinas, a partir dos respetivos castelos. A topografia da vila de Figueira de Castelo Rodrigo é a mais favorável por se situar num planalto, já a cidade de Mêda teve origem num eremitério beneditino em torno do qual cresceu o aglomerado urbano.

Capítulo IV – e-PDM: aplicação aos perímetros urbanos

1. Fontes de informação e metodologia de análise

As fontes de informação utilizadas no diagnóstico dos perímetros urbanos em análise são variadas. Os seis estudos de caso estão integrados no território da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro que disponibiliza informação geográfica de acesso universal e de interoperabilidade. Permite a exploração e partilha de informação de forma aberta e transparente, utilizando, para tal, o canal de comunicação - Internet. Desta forma, permite responder às necessidades das autarquias, investidores, empresas, ensino, investigação e cidadãos em geral, no acesso à informação. Foi também com recurso a esta fonte de informação que se acedeu aos dados relativos aos PDM dos estudos de caso.

Ora, a e-Plataforma da CCDR-Centro é designada por “Infraestrutura de Dados Espaciais da Região Centro de Portugal-IDECENTRO¹⁶. Através desta plataforma, acedeu-se aos conteúdos dos seis Planos Diretores Municipais por meio de endereço URL com recurso ao serviço *Web Map Service* (WMS) e às plantas de ordenamento em formato matricial. Posteriormente, através deste serviço foi possível navegar, aumentar e reduzir a escala de visualização, deslocar e sobrepor o conjunto de dados geográficos e, ainda, consultar legendas e conteúdo dos metadados com auxílio de *software* ambiente SIG, com a aplicação do *software* QGIS de código aberto.

Na mesma linha metodológica, a Direção Geral do Território disponibiliza, em código aberto, informação através das duas plataformas seguintes: a Infraestrutura Nacional de Informação Geográfica (SNIG) e o Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT). Em ambas as plataformas, é disponibilizada a informação em formato *Web Map Service* (WMS) e *Web Feature Service* (WFS), o primeiro permite a consulta e a visualização da informação geográfica sem possibilidade de descarregar, enquanto o segundo permite descarregar a informação e convertê-la em formato vetorial, com a desvantagem de deixar de estar atualizada pela entidade proprietária, mas com a vantagem de ser passível de manipulação da informação pelo interessado [110]. Neste caso, no âmbito da produção de elementos gráficos ao longo do presente capítulo.

¹⁶ acesso através de <http://idecentro.ccdrc.pt>.

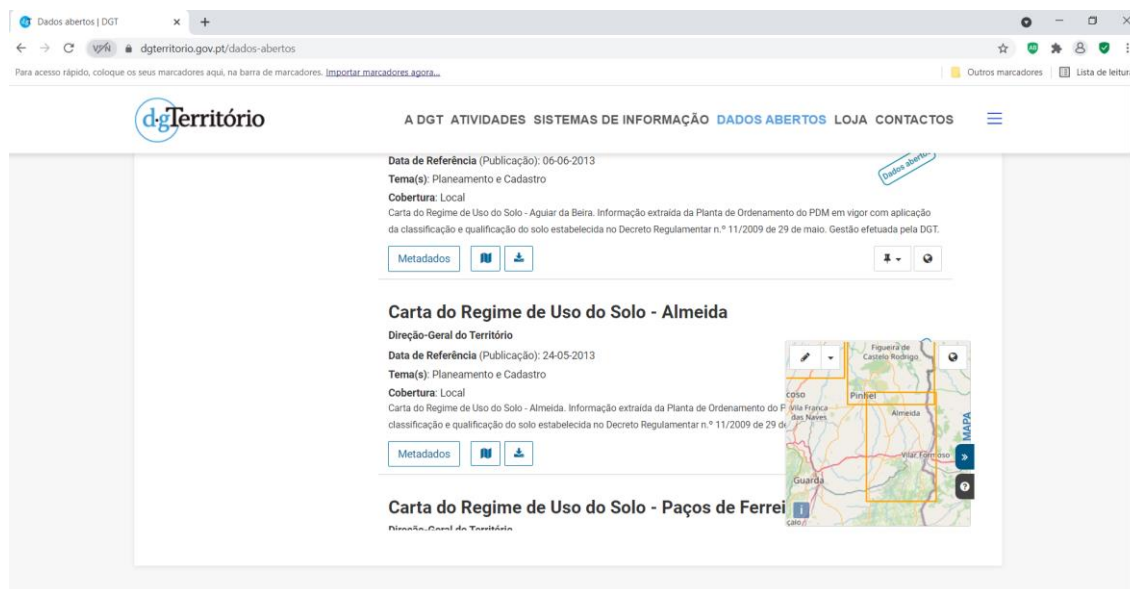


Figura 37 - Extrato da página eletrónica dgterritorio.gov.pt.

Nas plataformas SNIG e SNIT descarregou-se, em formato WFS, a Carta do Regime do Uso do Solo (CRUS) dos seis PDM em estudo, elaborada com base nos Planos Diretores Municipais em vigor na tentativa de harmonização das classes e categoria de uso do solo a nível nacional. Descarregou-se também a Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS 2018), de cada município, que foi baseada na fotointerpretação de imagens de 2018 e que possui uma nomenclatura com mais de 83 classes de usos do solo [111]. Refira-se Almeida a título de exemplo (figura 37).

Outros elementos utilizados neste estudo foram a cartografia oficial vetorial à escala 1:10000, homologada pela DGT em 2016, cedida pela Associação de Municípios da Cova da Beira (AMCB) para os seis estudos de caso. Esta cartografia permitiu determinar as superfícies dos perímetros urbanos, por cada classe de espaço, bem como os declives, e calcular as respetivas superfícies em cada nível. Associada a esta cartografia, utilizaram-se ortofotos (fotografia retificada) de 2018, também disponíveis na plataforma SNIG, em formato WMS. Estes elementos foram recolhidos para permitir aferir a informação proveniente da cartografia vetorial com aquela que provém dos ortofotos. No estudo de caso da vila de Belmonte foi utilizado o ortofoto obtido pelo levantamento do drone.

Neste sentido, apresenta-se para cada um dos seis estudos de caso, a situação dos usos do solo proveniente dos respetivos PDM em vigor, com base na informação recolhida em código aberto, tendo como objeto de estudo os perímetros urbanos das sedes de concelho. Espera-se que a informação e os resultados obtidos no âmbito desta tese possam vir a ser acessíveis aos técnicos municipais, investigadores e público em geral, tornando-se uma ferramenta de apoio à monitorização dos Planos Diretores Municipais.

Refira-se que os seis PDM em análise, embora tenham sofrido inúmeras alterações ao longo destas quase três décadas de vigência, em nenhuma delas se traduziram mudanças nos usos do solo que respeitem aos perímetros urbanos das sedes de concelho. Por outro lado, verifica-se que por transposição das normas do plano de ordenamento do PNSE para o PDM de Celorico da Beira em 2020, o perímetro urbano da sede do concelho sofreu alterações, ficando dele excluídos os designados espaços naturais 1 e 2 que foram “subtraídos dos espaços urbanos e urbanizáveis”¹⁷.

Quanto à metodologia aplicada nos seis estudos de caso numa análise mais detalhada dos perímetros urbanos, esta seguiu seis etapas: 1) origem e desenvolvimento do núcleo urbano; 2) identificação dos usos do solo no regulamento do PDM; 3) cálculo da superfície do perímetro urbano e sua distribuição pelas classes de espaço; 4) levantamento dos espaços urbanos excedentários ou vazios urbanos; 5) identificação dos Vazios Úteis a manter no perímetro urbano e excedentes a excluir do perímetro urbano; 5) diagnóstico do tipo de ocupações (agrícola, florestal, pastagens e matos) presentes nos vazios excedentes; 6) determinação dos locais onde os declives acentuados constituem um impedimento urbanização.

2. Cronograma dos PDM em análise

Considerando a região Centro de Portugal (figura 38), verifica-se que os municípios do Interior (mais próximos da fronteira espanhola) são aqueles em que há um atraso maior no processo de atualização dos Planos Diretores Municipais.

Nos municípios do litoral, a maioria dos Planos Diretores Municipais já foi revista, tendo versões recentes com dados atualizados. Consequentemente, os seus conteúdos são mais suscetíveis de estarem de acordo e darem resposta eficaz às necessidades territoriais das populações.

Quanto aos seis estudos de caso dos PDM, nas Beiras e Serra da Estrela, verifica-se que todos eles datam dos anos 90 (tabela 7). Um deles é de 1994, o PDM de Almeida [112], os PDM de Celorico da Beira [113], Figueira de Castelo Rodrigo [114], Mêda [115] e Pinhel [116] são de 1995 e o PDM de Belmonte é o menos antigo, de 1996 [117].

¹⁷ artigo 45.º do Aviso n.º 17742/2020, de 2 de novembro.

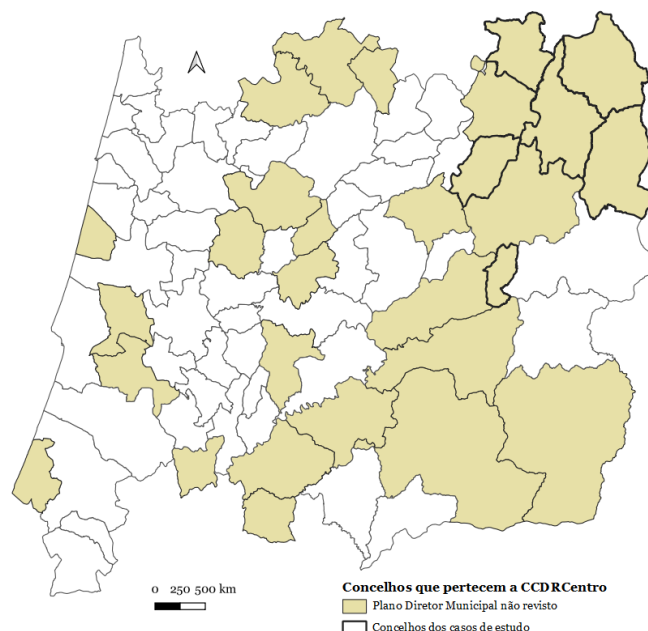


Figura 38 - Revisão dos Planos Diretores Municipais na Região Centro de Portugal.
Fonte: CCDR-Centro, setembro 2020.

Tabela 7 – Ano de publicação dos Planos Diretores Municipais dos seis estudos de caso.
Fonte: www.ccdrc.pt

Municípios	Ano	Resolução do Conselho de Ministros
Almeida	1994	R.C.M. n.º 120/94, de 2 de dezembro (Diário da República n. 278, I-Série B, de 1994.12.02)
Belmonte	1996	R.C.M. n.º 23/96, de 13 de março (Diário da República n. 62, Série B, de 1996.03.13)
Celorico da Beira	1995	R.C.M. n.º 86/95, de 9 de setembro (Diário da República nr. 209, I-Série B, de 1995.09.09)
Figueira de Castelo Rodrigo	1995	R.C.M. n.º 33/95, de 10 de abril (Diário da República n. 85, Série B, de 1995.04.10)
Mêda	1995	R.C.M. n.º 137/95, de 14 de novembro (Diário da República n. 263, Série B, de 1995.11.14)
Pinhel	1995	R.C.M. n.º 83/95, de 1 de setembro (Diário da República n. 263, I-Série B, de 1995.09.01)

Uma análise mais profunda evidencia que, desde o início da sua vigência, tanto o PDM de Almeida como o PDM de Pinhel se mantêm inalterados. O PDM de Belmonte sofreu a sua 1.^a alteração¹⁸ por adaptação ao Regime Extraordinário da Regularização de Atividades Económicas e o PDM de Celorico da Beira por adaptação¹⁹ ao Plano de Ordenamento do Parque Natural da Serra da Estrela. O PDM de Figueira de Castelo Rodrigo sofreu a 1.^a alteração²⁰, referente ao Plano de Ordenamento do Parque Natural do Douro Internacional. O PDM de Mêda foi o que sofreu mais alterações²¹, três.

¹⁸ Aviso n.º 15122/2018, de 19 de outubro.

¹⁹ Aviso n.º 17742/2020, de 2 de novembro.

²⁰ Aviso n.º 17396/2021, de 14 de setembro.

²¹ Aviso n.º 8136/2012, de 14 de junho; Aviso n.º 14837/2017, 11 de dezembro; Aviso n.º 18368/2018, de 10 de dezembro.

3. Estudos de caso

3.1. Perímetro urbano de Almeida

3.1.1. Análise crítica dos usos do solo urbano

Segundo o Regulamento do Plano Diretor Municipal de Almeida [112] existem três classes de espaço: 1) área urbana e urbanizável; 2) área rural e; 3) área de salvaguarda estrita. Verifica-se também²² que a área urbana e urbanizável respeita ao conjunto de espaços urbanos, urbanizáveis e industriais que lhes sejam contíguos e desde que compatíveis com o uso principal (urbano). Esta definição de perímetro urbano é coincidente com a oficial que suportou a elaboração dos PDM. Os espaços urbanos e urbanizáveis destinam-se a atividades residenciais, comerciais e de serviços.

Ora, de acordo com a planta de ordenamento do PDM de Almeida, conclui-se que o perímetro urbano da sede de concelho, inclui as classes de espaços urbano e urbanizável e de salvaguarda estrita com a área de proteção especial (figuras 39 e 40).

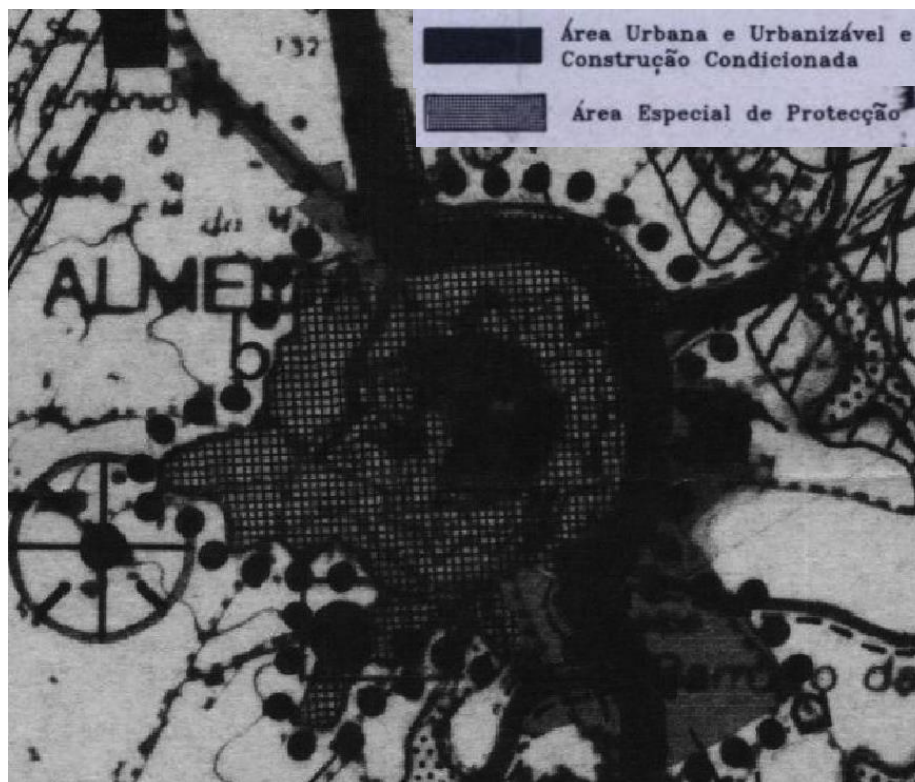


Figura 39 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Almeida do perímetro urbano de Almeida, 1994.

²² artigo 6.º da Resolução de Conselho de Ministros n.º 120/94, de 2 de dezembro.

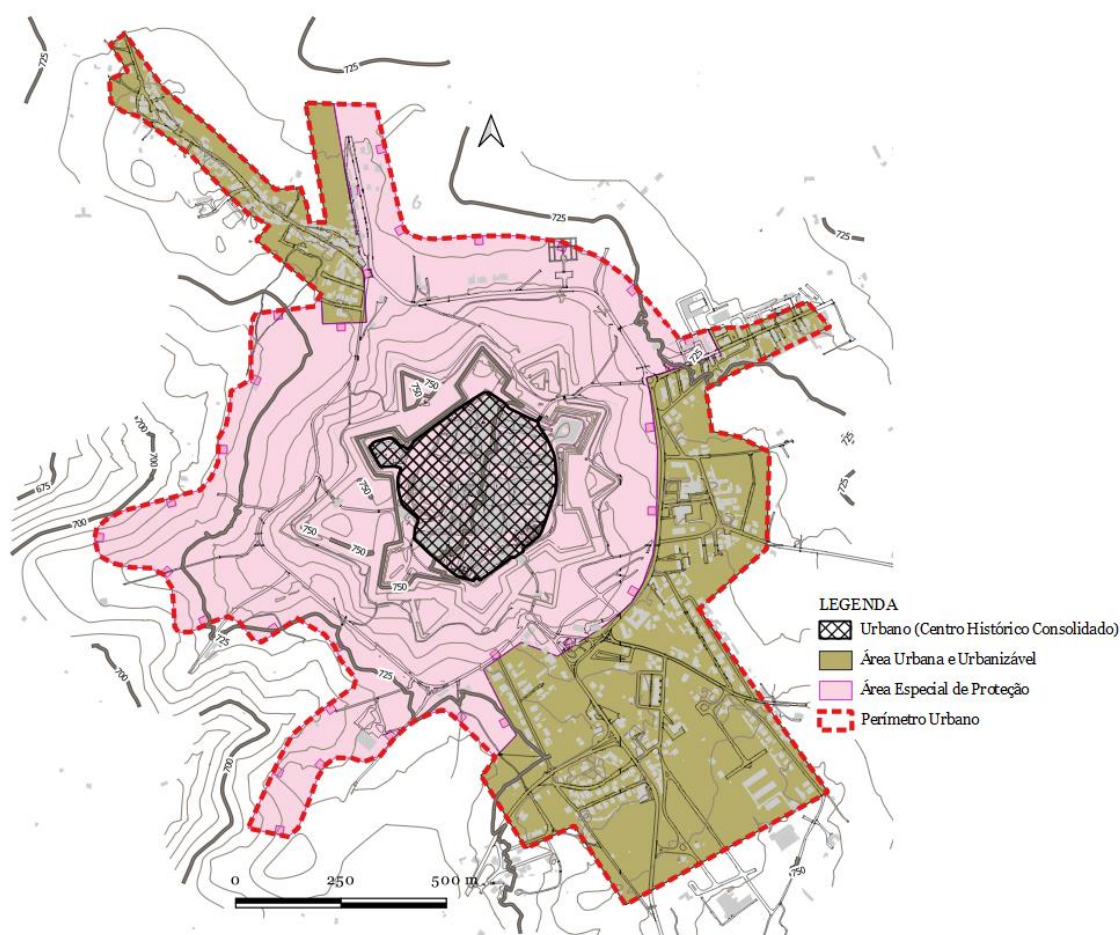


Figura 40 – Classes de espaço e categorias de uso do solo no perímetro urbano de Almeida.
 Fonte: Com base em CRUS.

Por fim, uma análise aprofundada do perímetro urbano da vila de Almeida (tabela 8 e gráfico 9) revela uma superfície total de 172.45 ha, distribuída por duas classes de espaços: a área especial de proteção com 111.12 ha (53%) dos quais 12.18 ha (11%) correspondem ao centro histórico consolidado; o espaço urbano e urbanizável com 61.33 ha, 36% da superfície do perímetro urbano, na zona periurbana a Norte e a Sul.

Tabela 8 - Quantificação ente classes de espaço dentro do perímetro urbano de Almeida.

	Hectares	%
Urbano (Centro Histórico Consolidado)	<u>12.18</u> ha	<u>11%</u>
Áreas de Proteção Especial	<u>111.12</u> ha	<u>53%</u>
Área Urbana e Urbanizável	<u>61.33</u> ha	<u>36%</u>
Σ=	172.45 ha	

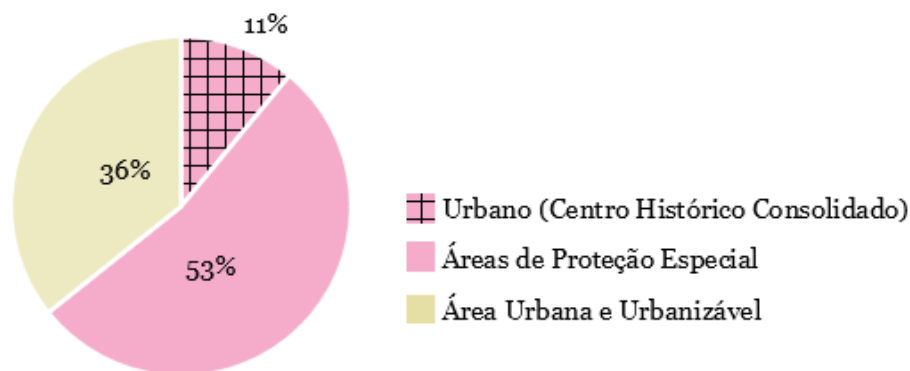


Gráfico 9 - Proporcionalidade entre classes de espaço no perímetro urbano de Almeida.

3.1.2. Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta

O conceito de área urbana consolidada²³ define-se como a parte “do solo urbano que está estabilizada em termos de morfologia urbana e de infraestruturação e edificada em, pelos menos, dois terços da área total do solo destinada a edificação” [14]. Por outro lado, utiliza-se [111] o termo “território artificializado” para as áreas do tecido edificado, industriais, comerciais, dedicadas ao turismo, infraestruturas, rede rodoviária e ferroviária, serviços, jardins e equipamentos. Na metodologia de análise no âmbito desta tese, consideram-se os territórios artificializados coincidentes com área urbana consolidada, considerando eventuais acertos pontuais. Ora, os espaços urbanos excedentários foram organizados em “vazios excedentes” que não têm edificação nem urbanização, com ocupações agrícolas, florestais, pastagens ou matos e que se localizam essencialmente nas margens dos perímetros urbanos. Tais espaços não cumprem, portanto, a função urbana nem económica nem social para a qual foram definidos no PDM. Consequentemente, deverão ser excluídos dos perímetros urbanos em sede de revisão dos PDM. Também os “Vazios Úteis” são entendidos como superfícies necessárias à manutenção do equilíbrio urbano, ambiental e social, ou seja, contribuem para a morfologia urbana de conexão do espaço consolidado e podem incluir áreas de salvaguarda de património, zonas verdes e outros locais de proteção dos elementos morfológicos dos espaços urbanos. Consequentemente, devem ser mantidos nos perímetros urbanos em sede de revisão dos PDM. Assim, verifica-se que o perímetro urbano de Almeida (tabela 9, gráfico 10 e figura 41) contempla uma área consolidada de 83.44 ha, ou seja, menos de metade (48%) da sua superfície total (172.45 ha) estabelecida no PDM. A restante área do perímetro urbano corresponde a espaços urbanos não consolidados, ou seja, vazios urbanos. Estes estão distribuídos 28.04 ha (16%) pelo espaço circular entre as muralhas e a via que a rodeia, ou seja, pertencem à área de

²³ ficha n.º I-15 do Decreto-Regulamentar n.º 5/2019.

salvaguarda estrita, os quais ainda que interditos à edificação e à urbanização, são espaços Vazios Úteis, pois salvaguardam as interseções visuais do património, permitindo uma clara leitura do edificado histórico. Os restantes 57.35 ha (33%) correspondem a ocupações associadas à agricultura, pastagens e matos, pelo que se consideram espaços vazios excedentes, pois as atividades que neles ocorrem não pertencem aos usos do solo inerentes aos perímetros urbanos. Contudo, sugere-se no caso particular deste aglomerado urbano que, tendo em consideração a continuidade exigida às áreas urbanas, a zona a Sudeste (A) possa vir a ser alvo de ações de consolidação urbana. Quanto à zona a poente (B), sugere-se a sua exclusão do perímetro urbano. Refira-se ainda que 3.62 ha, ou seja 2% da área do perímetro urbano, correspondem a vias de comunicação e edificação dispersa.

Tabela 9 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Almeida.

	Hectares	%
Área Consolidada	<u>83.44</u> ha	<u>48%</u>
Vazios Úteis	<u>28.04</u> ha	<u>16%</u>
Vazios excedentes	<u>57.35</u> ha	<u>33%</u>
Vias de comunicação e edificação dispersa	<u>3.62</u> ha	<u>2%</u>
$\Sigma =$	89.01 ha	

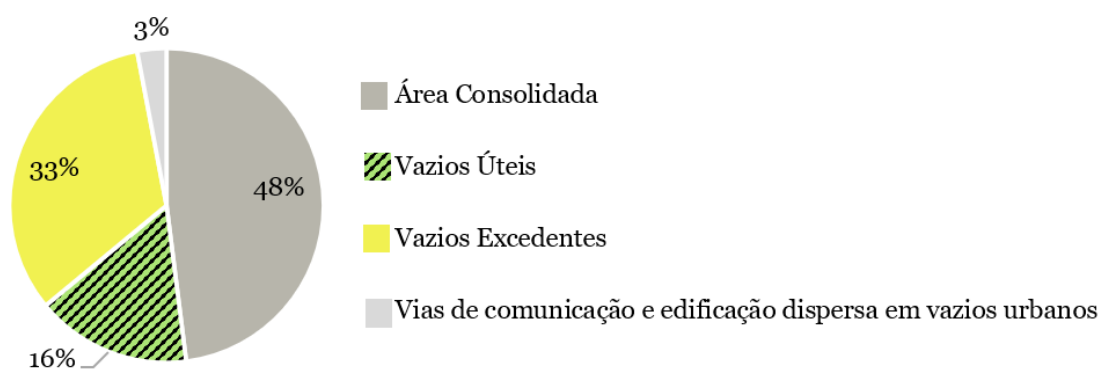


Gráfico 10 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Almeida.

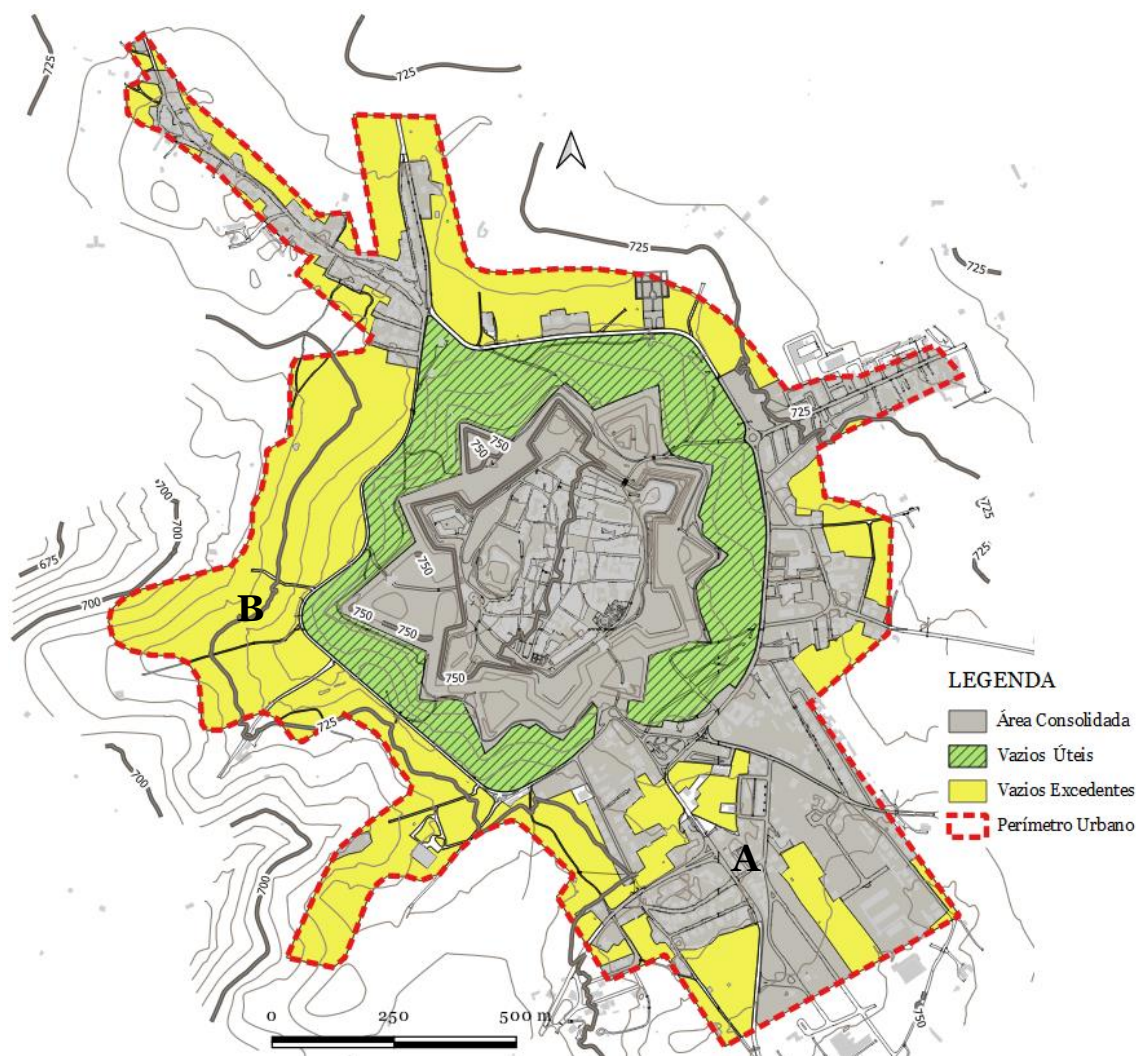


Figura 41 - Vazios e área consolidada no perímetro urbano de Almeida.

Verifica-se também que dos 57.35 ha de espaços vazios excedentes, 32% (18.39 ha) estão classificados em área urbana e urbanizável pelo PDM de Almeida. Os restantes 68% (38.96 ha) estão classificados como área de proteção especial (tabela 10 e gráfico 11).

Tabela 10- Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.

	Hectares	%
Área Urbana e Urbanizável	<u>18.39</u> ha	<u>32%</u>
Área de Proteção Especial	<u>38.96</u> ha	<u>68%</u>
S=	57.35 ha	

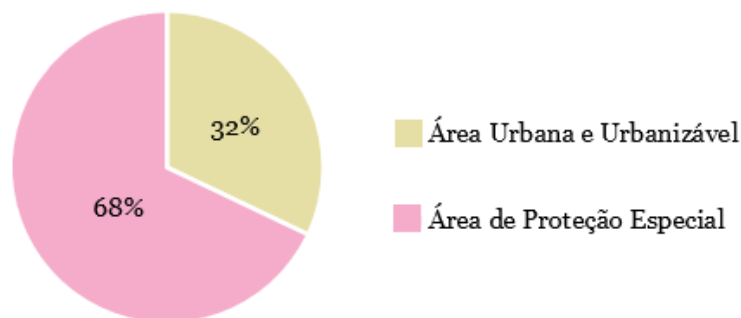


Gráfico 11 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.

Por outro lado, observa-se que os vazios excedentes na classe de espaços urbanos e urbanizáveis têm uma ocupação agrícola de 13.14 ha (71%), pastagens 4.44 ha (24%) e matos 0.81 ha (5%). As áreas de proteção especial são ocupadas por pastagens em 23.88 ha (61%), agricultura em 14.11 ha (36%) e 0.07 ha (3%) por matos (gráfico 12 e figura 42). Poder-se-á afirmar que os vazios urbanos se associam à prática agrícola em 27.25 ha, ou seja, em cerca de metade (48%) da sua área total. Tais espaços agrícolas deverão ser devolvidos ao espaço rural, se estiverem localizados nas franjas do perímetro urbano.

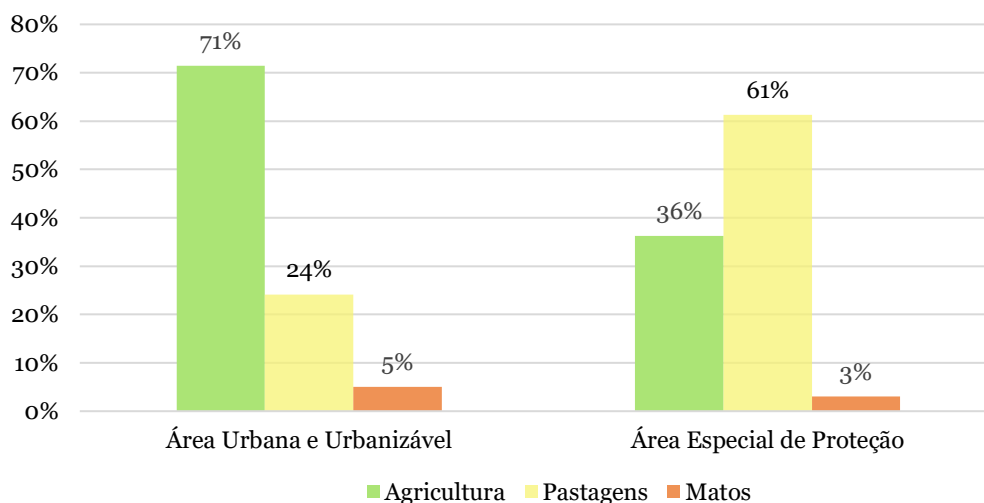


Gráfico 12 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes do perímetro urbano de Almeida.

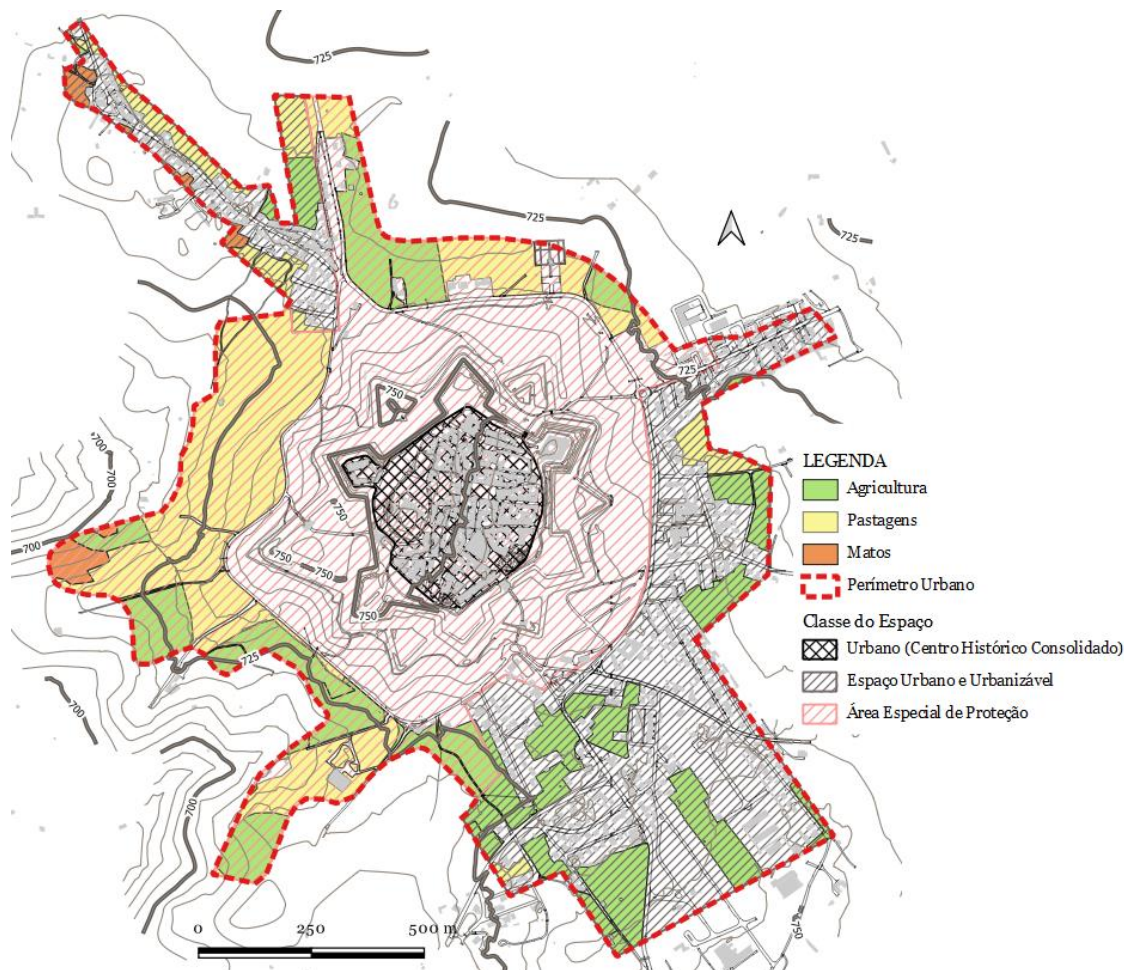


Figura 42 – Tipo de ocupação rústica e classe do espaço no perímetro urbano de Almeida.
 Fonte: Com base na COS 2018- DGT

Considerando o estudo dos declives em espaços de vazios urbanos de Almeida (tabela 11, gráfico 13 e figura 43), verifica-se que 26.2% (15.05 ha) são favoráveis (bons) à urbanização, 11.4% (6.54 ha) muito bons à urbanização e 2% (1.12 ha) possuem características médias à urbanização. Todavia, cerca de 37.3% (21.41 ha) são muito desfavoráveis (maus) à urbanização e 23.1% (13.23 ha) muito desfavoráveis (muito maus) à urbanização. Assim, 60% do território de vazios urbanos no perímetro urbano de Almeida não é apto à urbanização, e situa-se essencialmente a Oeste e em área especial de proteção, em que a edificação nos termos do regulamento do PDM é interdita.

Tabela 11 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.

	Hectares	%
[0-2%[- Médio à urbanização	1.12 ha	2.0%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	6.54 ha	11.4%
[3-5%[- Bom à urbanização	15.05 ha	26.2%
[5-8%[- Mau à urbanização	13.23 ha	23.1%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	21.41 ha	37.3%
	57.35 ha	100%

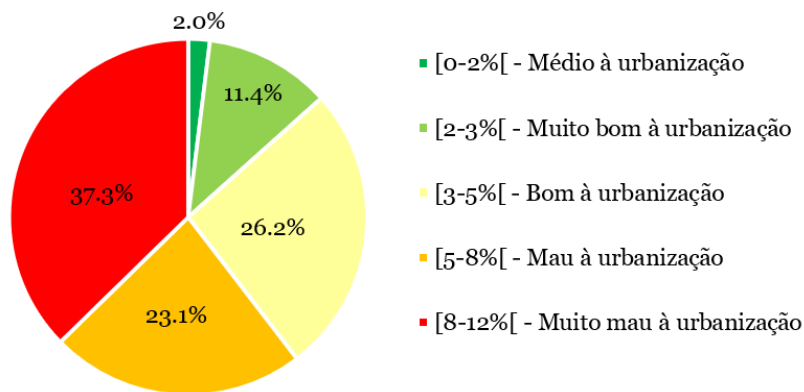


Gráfico 13 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.

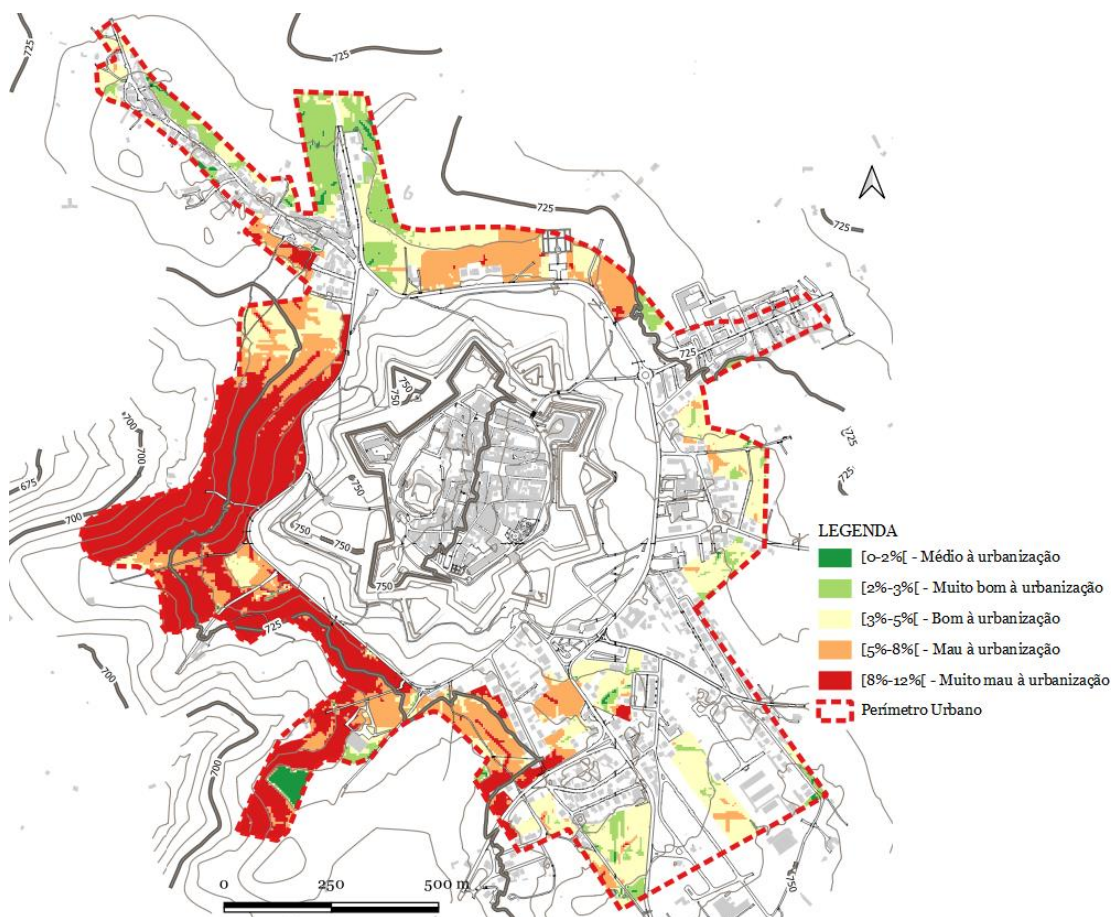


Figura 43 - Planta de declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Almeida.

Apesar de se verificar que os vazios excedentes são ocupados por agricultura, floresta, pastagens e matos, optou-se por analisar mais profundamente os agrícolas por serem os predominantes. Assim, 28.1% (7.66 ha) dos vazios excedentes de ocupação agrícola (tabela 12, gráfico 14 e figura 44) têm declives muito maus à urbanização e 21.1% (5.75 ha) maus à urbanização, maioritariamente (73.75%) são em solos inseridos pelo PDM na categoria de área de proteção especial. As superfícies aptas à urbanização correspondem

a 33.9% (bons) ,ou seja, 9.24 ha, 14.1% (3.84 ha) muito bons à urbanização e 2.8% (0.73 ha) médios para urbanizar. Estes três tipos de declives aptos à urbanização, que são ocupados com agricultura (figura 45), estão todos eles de acordo com o PDM de Almeida, inseridos na classe de espaço urbano e urbanizável.

Tabela 12 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Almeida.

	Hectares	%
[0-2%[- Médio à urbanização	0.73 ha	2.8%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	3.84 ha	14.1%
[3-5%[- Bom à urbanização	9.24 ha	33.9%
[5-8%[- Mau à urbanização	5.75 ha	21.1%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	7.66 ha	28.1%
	27.22 ha	

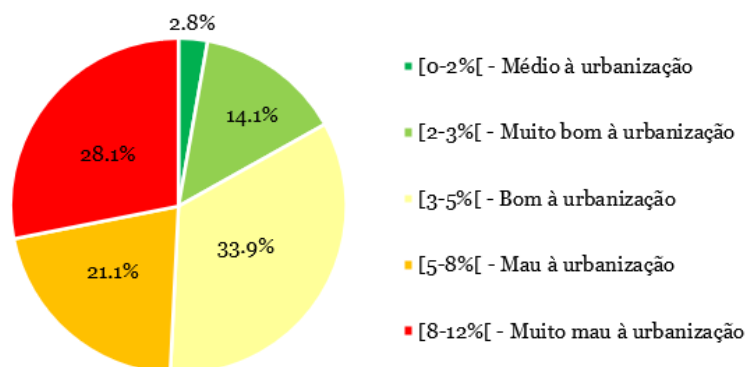


Gráfico 14 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com a ocupação agrícola no perímetro urbano de Almeida.

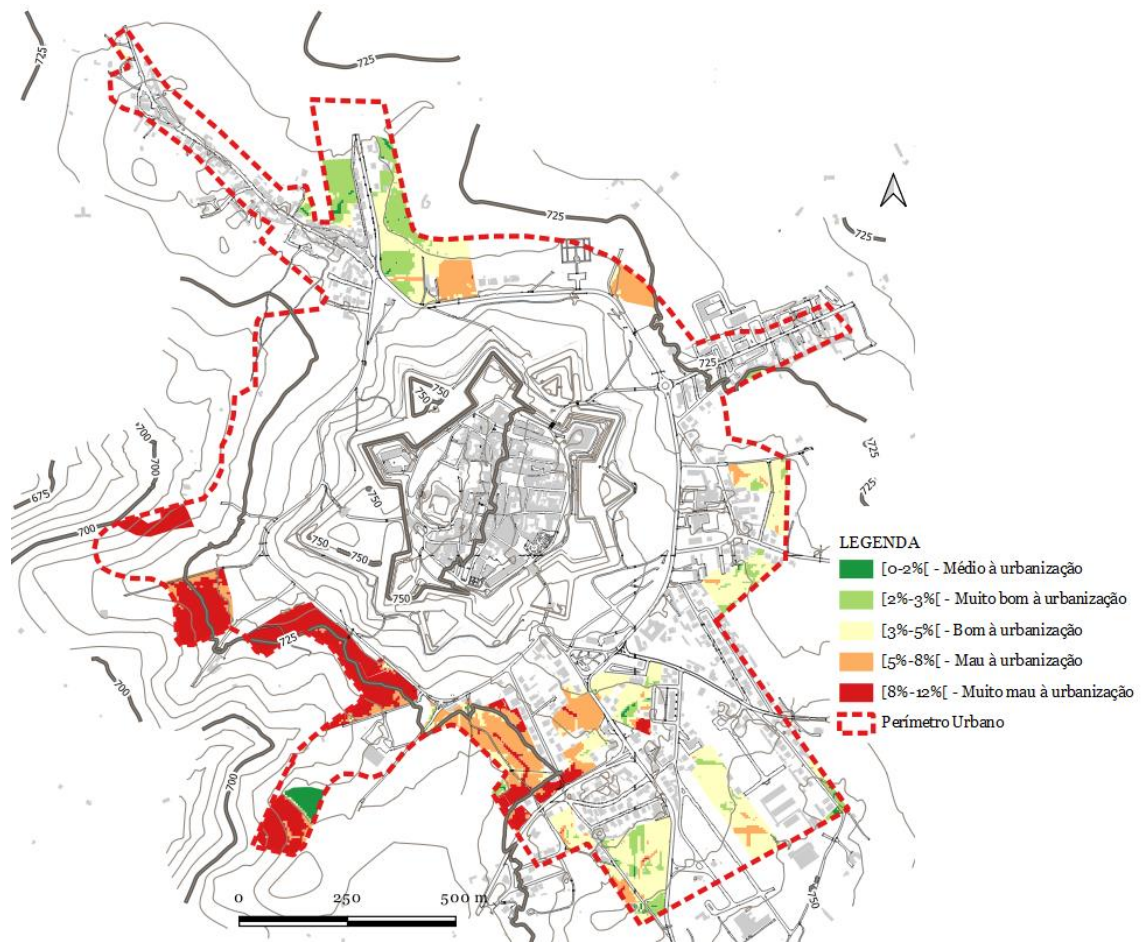


Figura 44 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Almeida.



Figura 45 – Categoria de espaço urbanizável afeto à ocupação agrícola no perímetro urbano de Almeida.

3.2. Perímetro urbano de Belmonte

3.2.1. Análise crítica dos usos do solo urbano

A organização do território do concelho de Belmonte, de acordo com o Regulamento do Plano Diretor Municipal [117], assenta em seis classes de espaço: 1) espaços urbanos; 2) espaços urbanizáveis; 3) espaços rurais; 4) espaços industriais; 5) espaços a salvaguardar para eventual atividade de prospeção mineral; e 6) espaços-canais.

O regulamento do PDM de Belmonte não contempla especificamente a definição de perímetro urbano. Contudo, estabelece que os espaços urbanos são caracterizados por possuírem maior concentração de edificado, elevado nível de infraestruturas, onde o solo livre é destinado maioritariamente a novas construções e deve respeitar as características urbanísticas da envolvente. Possuem cinco categorias de usos do solo: 1) zona residencial ou habitacional – uso predominantemente residencial incluindo equipamentos coletivos; 2) zonas industriais – destinadas às atividades industriais transformadoras; 3) Zonas cívicas e históricas, classificadas pelo seu valor histórico, cultural, arqueológico e ambiental; 4) zonas verdes – espaços verdes destinados ao recreio e lazer, onde são admitidas construções de habitação unifamiliar de um piso, cuja parcela seja superior a 2500 m² e uma taxa de impermeabilização inferior a 10%; 5) equipamentos coletivos - espaços dotados ou aptos a possuírem equipamentos coletivos ou sociais públicos.

Os espaços urbanizáveis são descritos no regulamento do PDM como podendo adquirir as características do espaço urbano, mediante a realização de obras de urbanização. A edificabilidade só é possível mediante a existência de plano de urbanização, plano de pormenor ou loteamento.

Quanto aos espaços industriais são interditas construções residenciais, cívicas e turísticas.

Por remissão à planta de ordenamento do PDM de Belmonte, uma leitura atenta permite afirmar que o perímetro urbano da vila de Belmonte é determinado pelo conjunto do espaço urbano incluindo a zona verde destinada a equipamento desportivo e de lazer, do espaço urbanizável e do espaço industrial que lhe é contíguo (figuras 46 e 47).

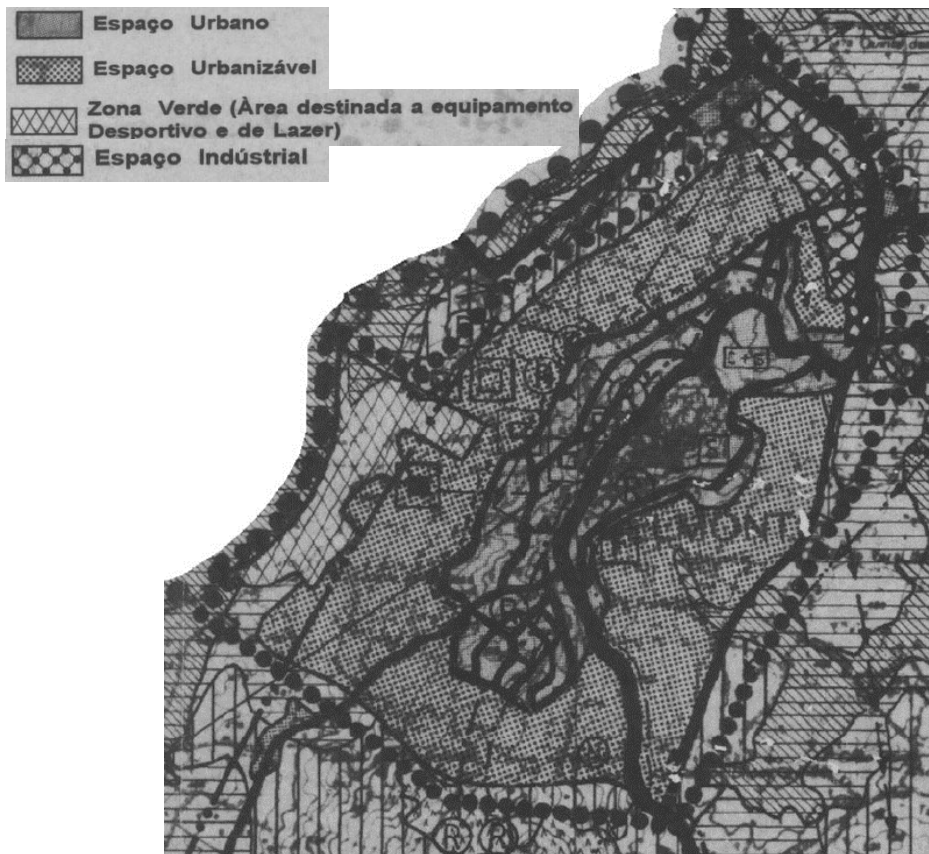


Figura 46 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Belmonte do perímetro urbano de Belmonte, 1996.

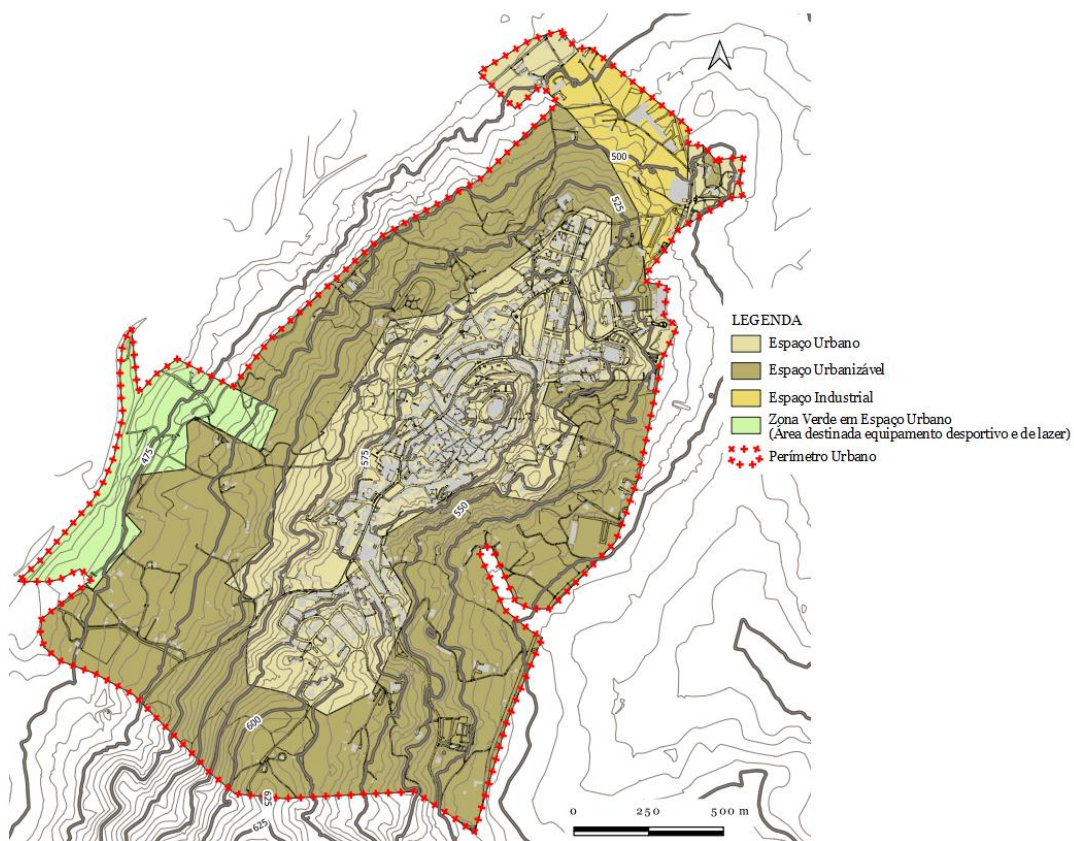


Figura 47 – Classes de espaço e categorias de uso do solo no perímetro urbano de Belmonte. Fonte : Com base em CRUS.

A utilização do drone como metodologia experimental posta em prática na área piloto do perímetro urbano de Belmonte, tal como descrito no Capítulo II, permite um levantamento e análise rigorosa dos usos do solo. Assim, é possível comparar o perímetro urbano de Belmonte (figura 47) sobre a cartografia oficial homologada pela DGT e a produzida e retificada pelo drone (figura 48). Como se concluiu no ponto 2.4 do Capítulo II, a cartografia digital produzida pelo drone é muito útil na monitorização dos perímetros urbanos. Deste modo, a baixo custo é possível obter informação fiável e atualizada e torná-la acessível para consulta aos munícipes através de um e-PDM.

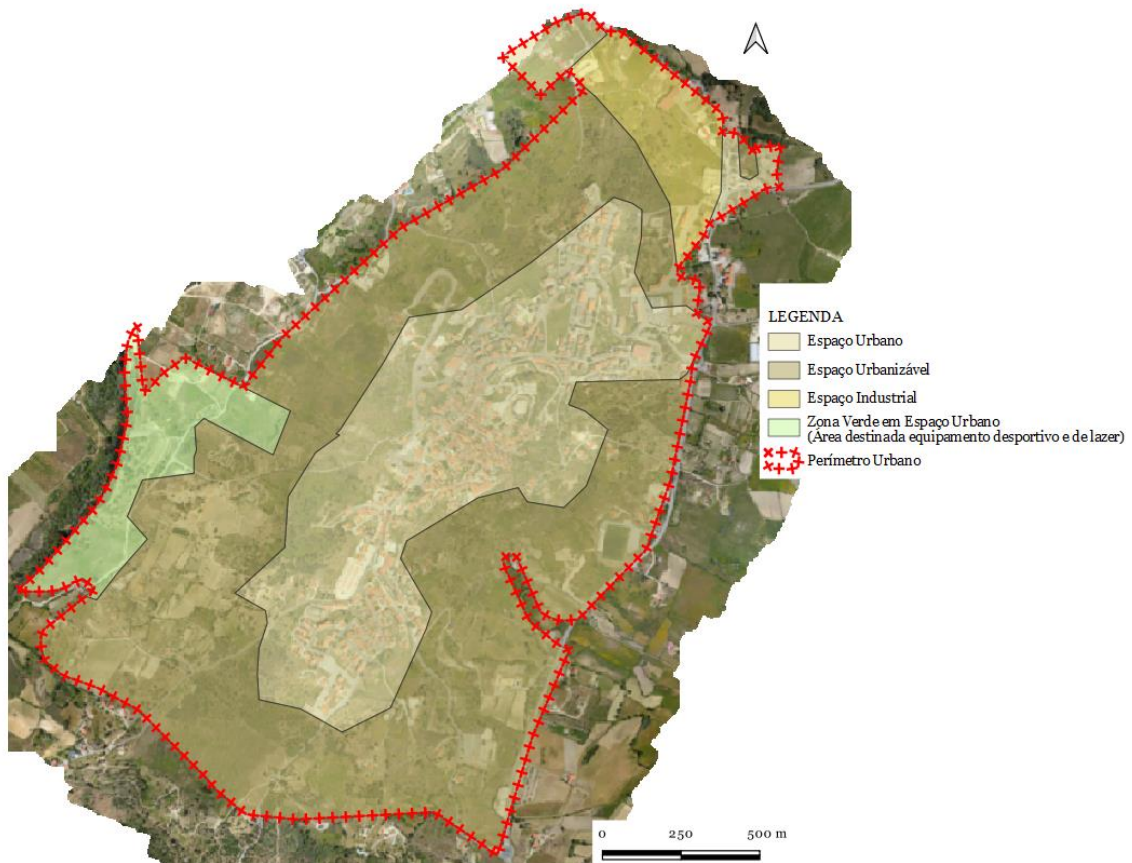


Figura 48- Classes de espaço e categorias de uso do solo no perímetro urbano de Belmonte, sobre a fotografia digital retificada obtida pelo drone.
Fonte: com base no Anexo 4

Num diagnóstico mais detalhado da vila de Belmonte (figuras 47 e 48, tabela 13 e gráfico 15) é verificável que o perímetro urbano possui a superfície total de 316.80 ha, distribuído da seguinte forma: a Norte apresenta-se o espaço industrial com 15.75 ha (5%); a poente na margem esquerda do rio Zêzere afigura-se a zona verde destinada a equipamentos desportivos e lazer com 19.62 ha (6%); espaço urbano 104.39 ha (33%); espaço urbanizável com 117.04 há (56%);

Tabela 13 - Quantificação entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Belmonte.

	Hectares		%
Espaço Urbano	<u>104.39</u>	ha	<u>33%</u>
Espaço Urbanizável	<u>177.04</u>	ha	<u>56%</u>
Espaço Industrial	<u>15.75</u>	ha	<u>5%</u>
Zona Verde em Espaço Urbano	<u>19.62</u>	ha	<u>6%</u>
$\Sigma =$	316.8	ha	

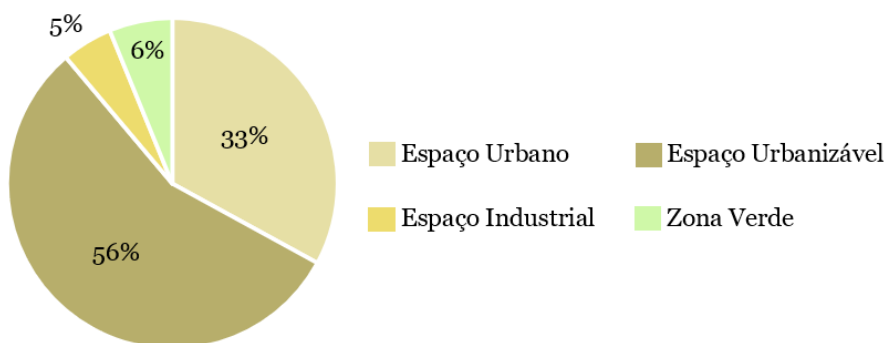


Gráfico 15 - Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Belmonte.

3.2.2. Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta

Uma análise detalhada indica que o aglomerado urbano de Belmonte possui uma área consolidada de 72.3 ha, ou seja, 23% do perímetro urbano estabelecido no PDM (tabela 14, gráfico 16 e figura 49). Da superfície do perímetro urbano, 6% correspondem a arruamentos e a edificações dispersas (19.48 ha). Os vazios urbanos contabilizam 71% (244.5 ha) da área total do perímetro urbano, sendo 198.17 ha (63%) correspondentes a vazios excedentes e 26.85 ha (8%) correspondentes a vazios urbanos considerados úteis.

Tabela 14- Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Belmonte.

	Hectares		%
Área Consolidada	<u>72.3</u>	ha	<u>23%</u>
Vazios Úteis	<u>26.85</u>	ha	<u>8%</u>
Vazios excedentes	<u>198.17</u>	ha	<u>63%</u>
Vias de comunicação e edificação dispersa	<u>19.48</u>	ha	<u>6%</u>
$\Sigma =$	316.8	ha	

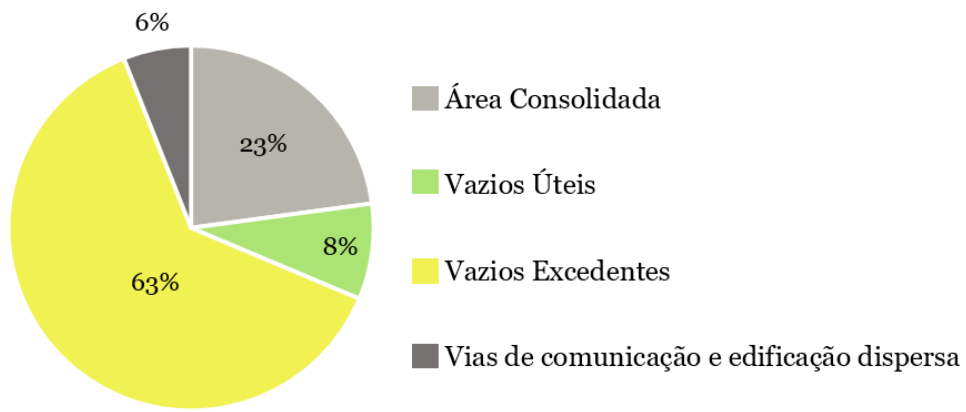


Gráfico 16 - Proporcionalidade dos vazios e área urbana consolidada no perímetro urbano de Belmonte.

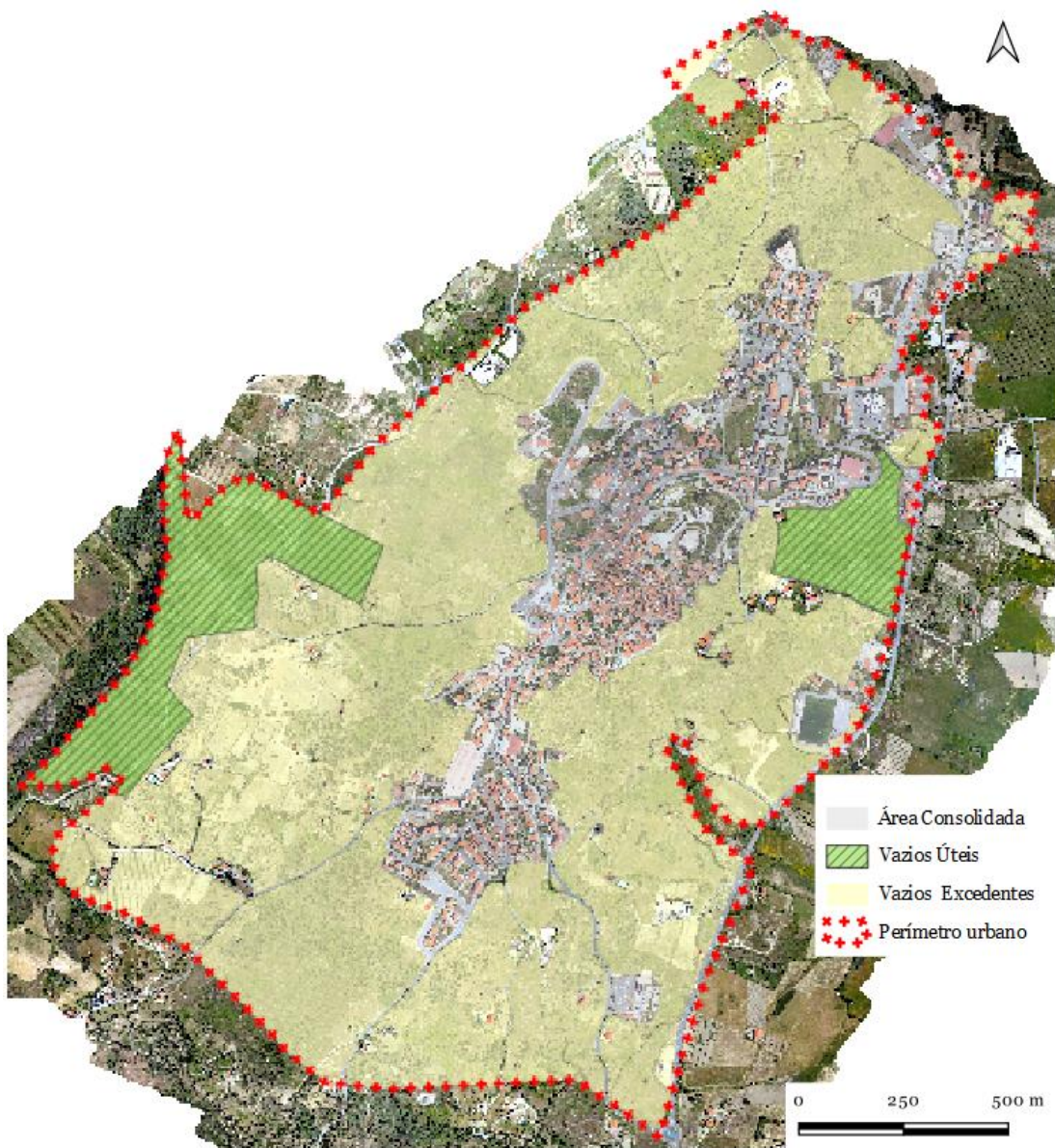
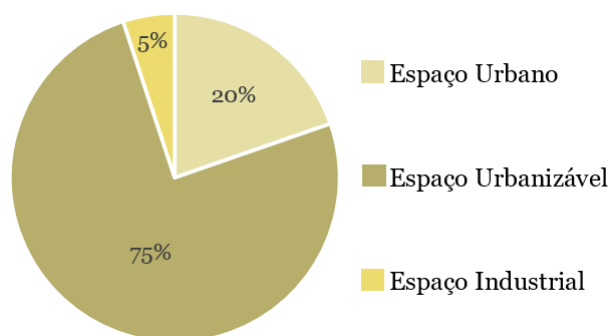


Figura 49 - Vazios e área consolidada do perímetro urbano de Belmonte com utilização do drone.
Fonte: com base no Anexo 4

Em smula, aproximadamente 2/3 do perímetro urbano (71%) de Belmonte está sobredimensionado, sendo que 75% (149,13 ha) destes vazios urbanos são em espaço urbanizável, 20% (39 ha) em espaço urbano e 5% (10.04 ha) em espaço industrial (tabela 15 e gráfico 17), de acordo com a planta de ordenamento do respetivo PDM.

Tabela 15- Quantificao das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.

	Hectares	%
Espaço Urbano	<u>39</u> ha	<u>20%</u>
Espaço Urbanizável	<u>149.13</u> ha	<u>75%</u>
Espaço Industrial	<u>10.04</u> ha	<u>5%</u>
$\Sigma=$	198.17 ha	



Gráfico 17 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.

Observa-se também que os 198.17 ha de vazios excedentes (gráfico 18 e figura 50) localizados em espaço urbano estão ocupados por floresta em 18.04 ha (46%), agricultura em 15.33 ha (39%), matos com 5.26 ha (13%) e pastagens com 0.37 ha (2%). No que se refere ao solo urbanizável, os vazios excedentes estão ocupados com agricultura com 65.74 ha (44%), seguidos de matos 42.44 ha (28%), floresta com 38.74 ha (26%) e pastagens com apenas 2.21 ha (2%). Em solo industrial, os vazios excedentes têm 8.14 ha (81%) ocupados por agricultura, 1.07 ha (11%) por floresta e 0.83 ha (8%) por matos. Em síntese, os vazios urbanos têm maior ocupao agrícola e florestal, nas três classes de espaço. A ocupao florestal (gráfico 18)   maioritária apenas na classe de espaço urbano do PDM e nas restantes classes de usos do solo prevalece a ocupao agrícola, no que concerne aos espaços vazios excedentes identificados para o perímetro urbano de Belmonte.

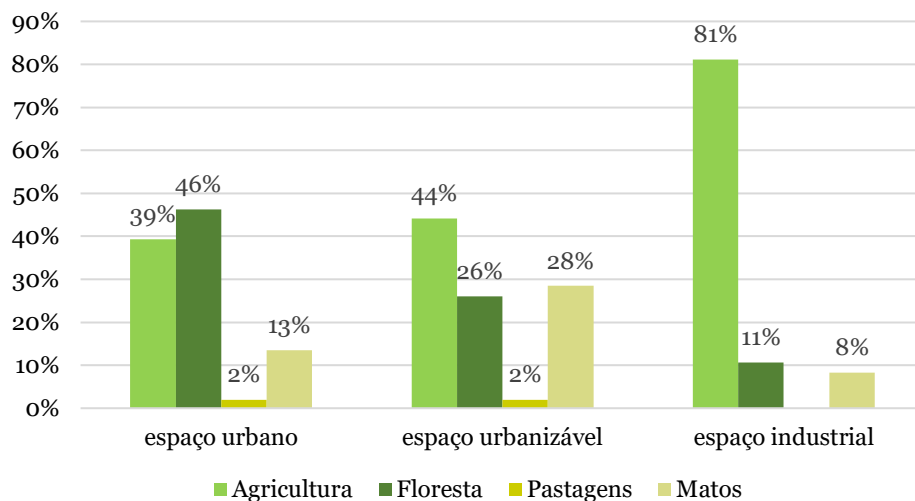


Gráfico 18 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.

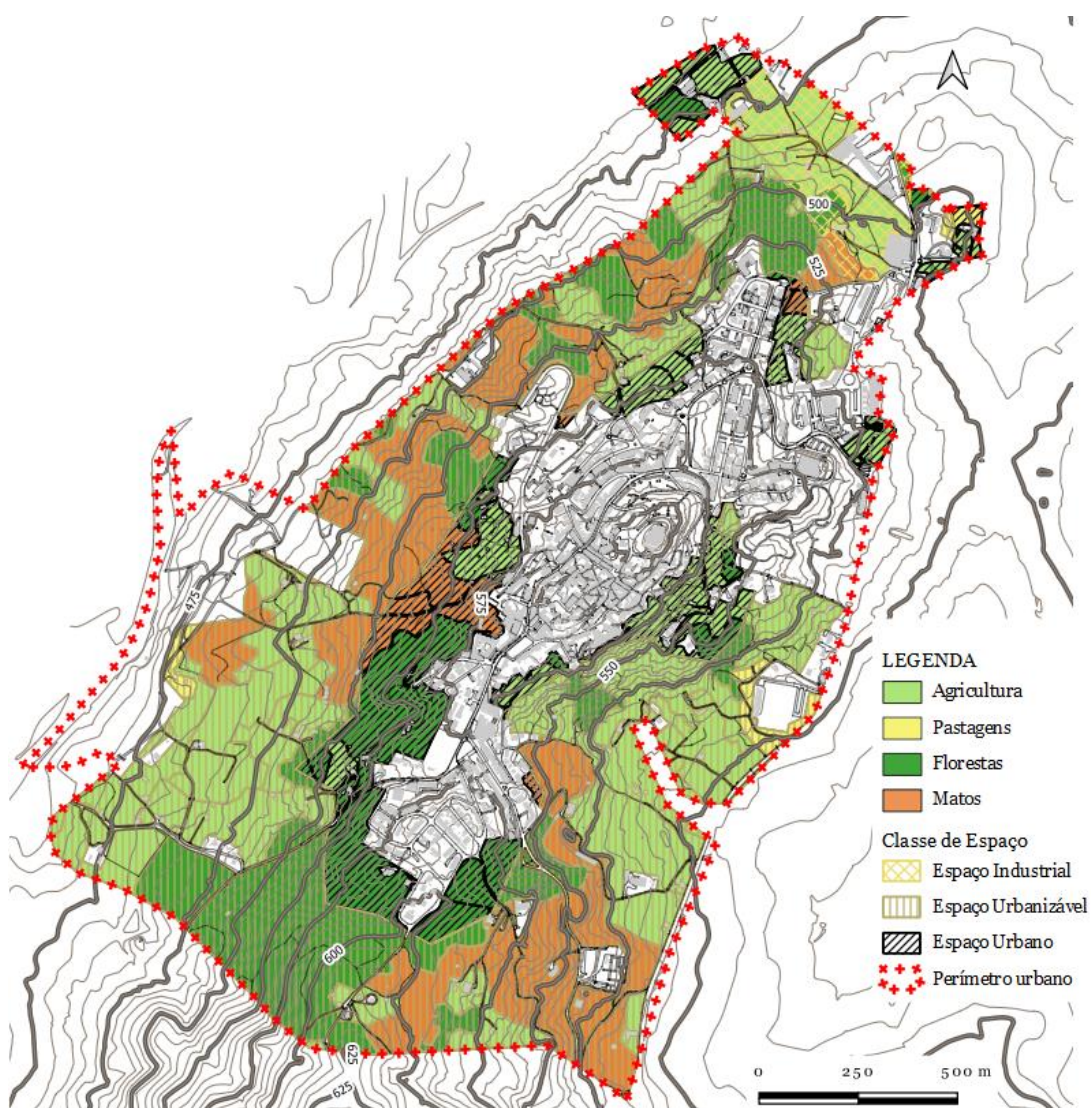


Figura 50 – Tipo de ocupação rústica e classe do espaço no perímetro urbano de Belmonte, com base na utilização do drone.
(Fonte: com base no Anexo 4)

Analisando os declives em espaços urbanos vazios excedentes em Belmonte (tabela 16, gráfico 19 e figura 51), verifica-se que 0.4% do território do perímetro urbano (0.8 ha) possui características médias à urbanização, 0.4% (0.81 ha) muito boas à urbanização e 3% (5.94 ha) boas à urbanização. Todavia, 11.5% (22.69 ha) dos solos são maus à urbanização e 84.7% (167.93 ha) muito maus à urbanização em termos de declives, ou seja, cerca de 96% dos vazios excedentes possuem declives não adequados à urbanização, pelo que é de considerar a sua exclusão do perímetro urbano, até porque se situam nas franjas da área urbana.

Tabela 16 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.

	Hectares		%
[0-2%[- Médio à urbanização	0.8	ha	0.4%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	0.81	ha	0.4%
[3-5%[- Bom à urbanização	5.94	ha	3.0%
[5-8%[- Mau à urbanização	22.69	ha	11.5%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	167.93	ha	84.7%
	$\Sigma=$	198.17	ha

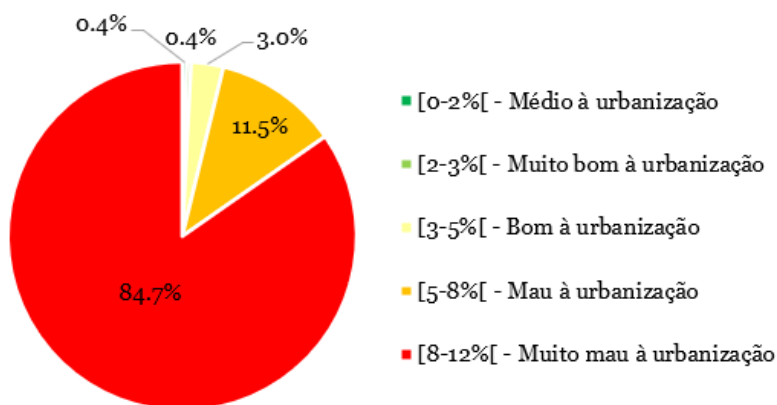


Gráfico 19 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte.

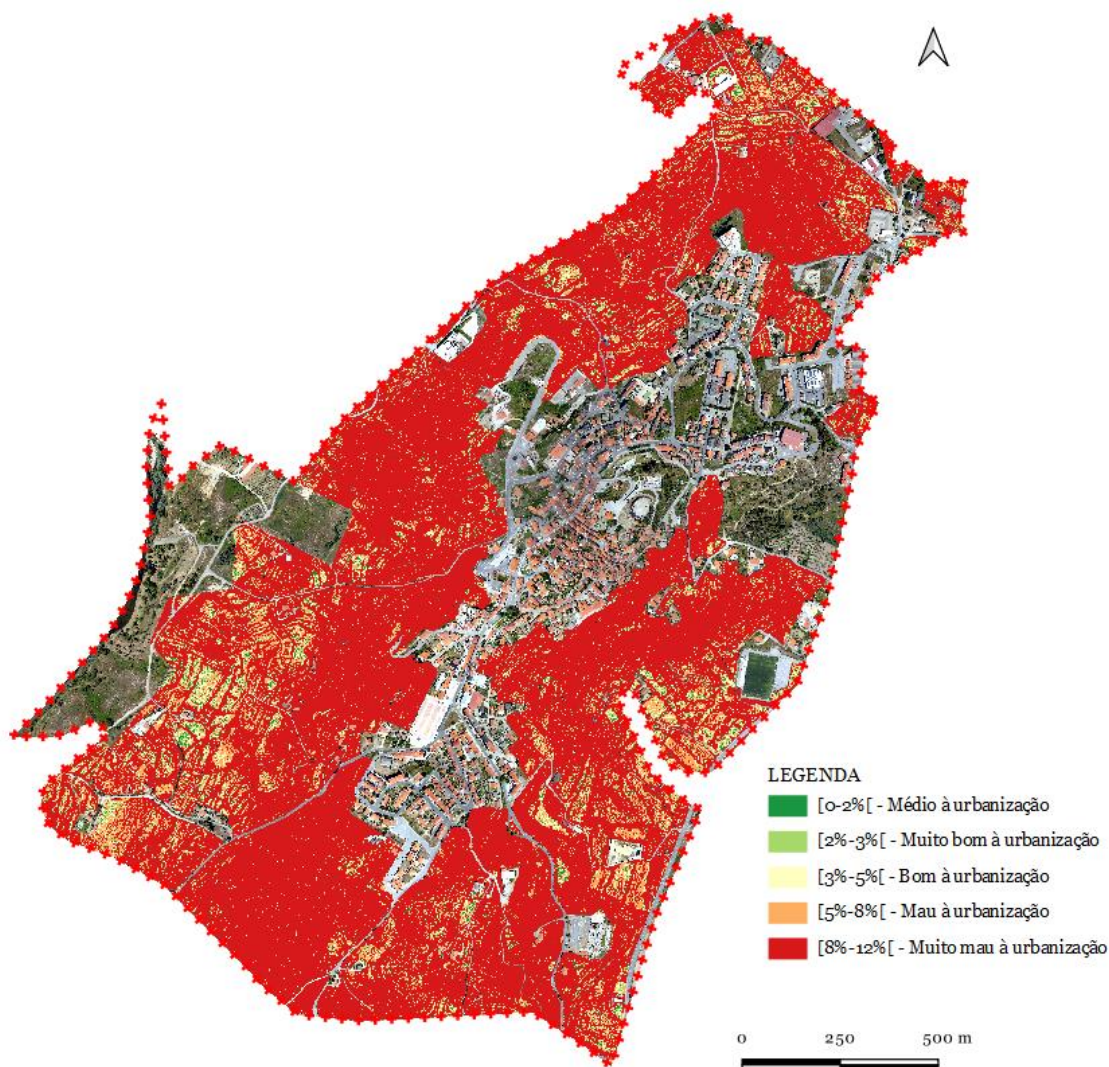


Figura 51 - Planta de declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Belmonte, com o drone.
(Fonte: com base no Anexo 5)

A sobreposição dos vazios excedentes com ocupação agrícola (tabela 17, gráfico 20 e figura 52) com os declives revela que 77% (68.66 ha) são muito maus à urbanização e 17.6% (15.68 ha) maus à urbanização. Consequentemente, sugere-se ponderar remeter estes locais ao espaço rústico, em sede de revisão do PDM. As zonas de vazios excedentes de declives considerados compatíveis (médios, bons e muito bons) com a urbanização correspondem a 5.4%, dos quais 0.4% (0.4 ha) são medianamente favoráveis à urbanização, 0.7% (0.6 ha) muito bons à urbanização e 4.3 % bons para urbanização (3.87 ha).

Tabela 17 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com a ocupação agrícola no perímetro urbano de Belmonte.

	Hectares		%
[0-2%] - Médio à urbanização	0.4	ha	0.4%
[2-3%] - Muito bom à urbanização	0.6	ha	0.7%
[3-5%] - Bom à urbanização	3.87	ha	4.3%
[5-8%] - Mau à urbanização	15.68	ha	17.6%
[8-12%] - Muito mau à urbanização	68.66	ha	77.0%
	89.21	ha	

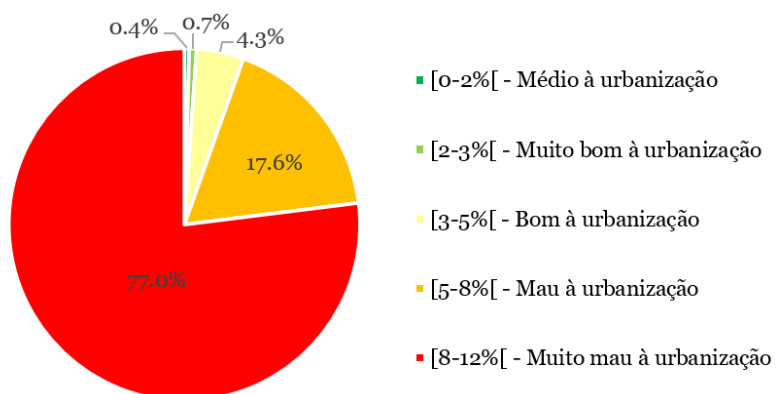


Gráfico 20 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Belmonte.

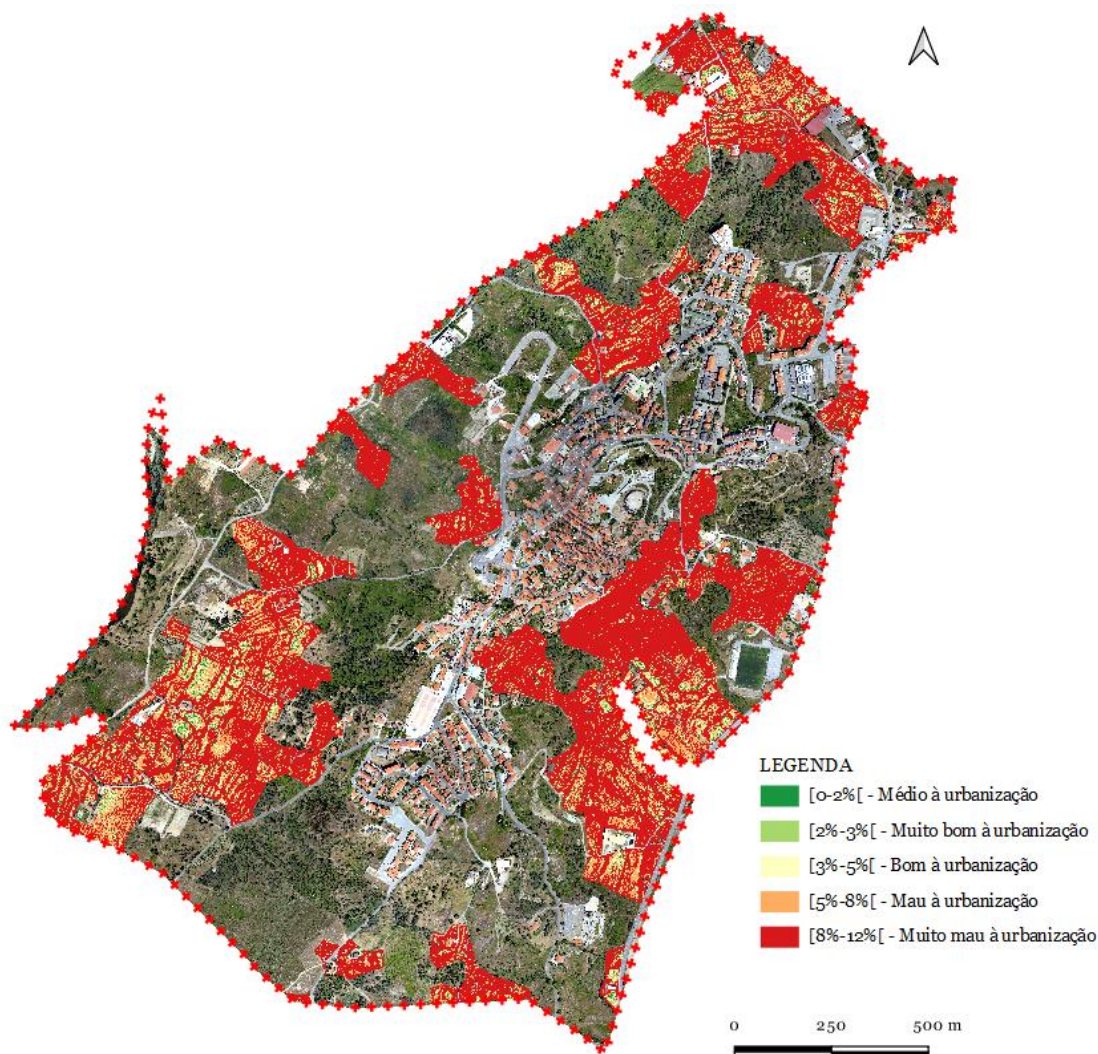


Figura 52- Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Belmonte, com o drone.

3.3. Perímetro urbano de Celorico da Beira

3.3.1. Análise crítica dos usos do solo urbano

Nos termos do regulamento do Plano Diretor Municipal de Celorico da Beira [113], são sete as classes de espaço: 1) urbanos; 2) urbanizáveis; 3) industriais; 4) rurais; 5) naturais; 6) espaços-canaís e; 7) de indústria extrativa.

O regulamento do PDM não apresenta explicitamente a definição de perímetro urbano, contudo, em Celorico da Beira (figuras 53 e 54), contempla os espaços urbanos incluindo a zona verde e os espaços urbanizáveis.

À semelhança do regulamento do PDM de Belmonte, também o de Celorico da Beira definiu o espaço urbano como o conjunto de concentração de edificações com elevado

nível de infraestruturas, sendo interditas as indústrias nocivas e atividades não compatíveis com a habitação. As zonas verdes são uma categoria do espaço urbano. O espaço urbanizável será objeto de plano de urbanização, plano de pormenor ou loteamento²⁴.



Figura 53 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Celorico da Beira do perímetro urbano de Celorico da Beira, 1995.

²⁴ artigo 37.º do Regulamento do PDM de Celorico da Beira – Resolução de Conselho de Ministros n.º 86/95, de 9 de setembro.

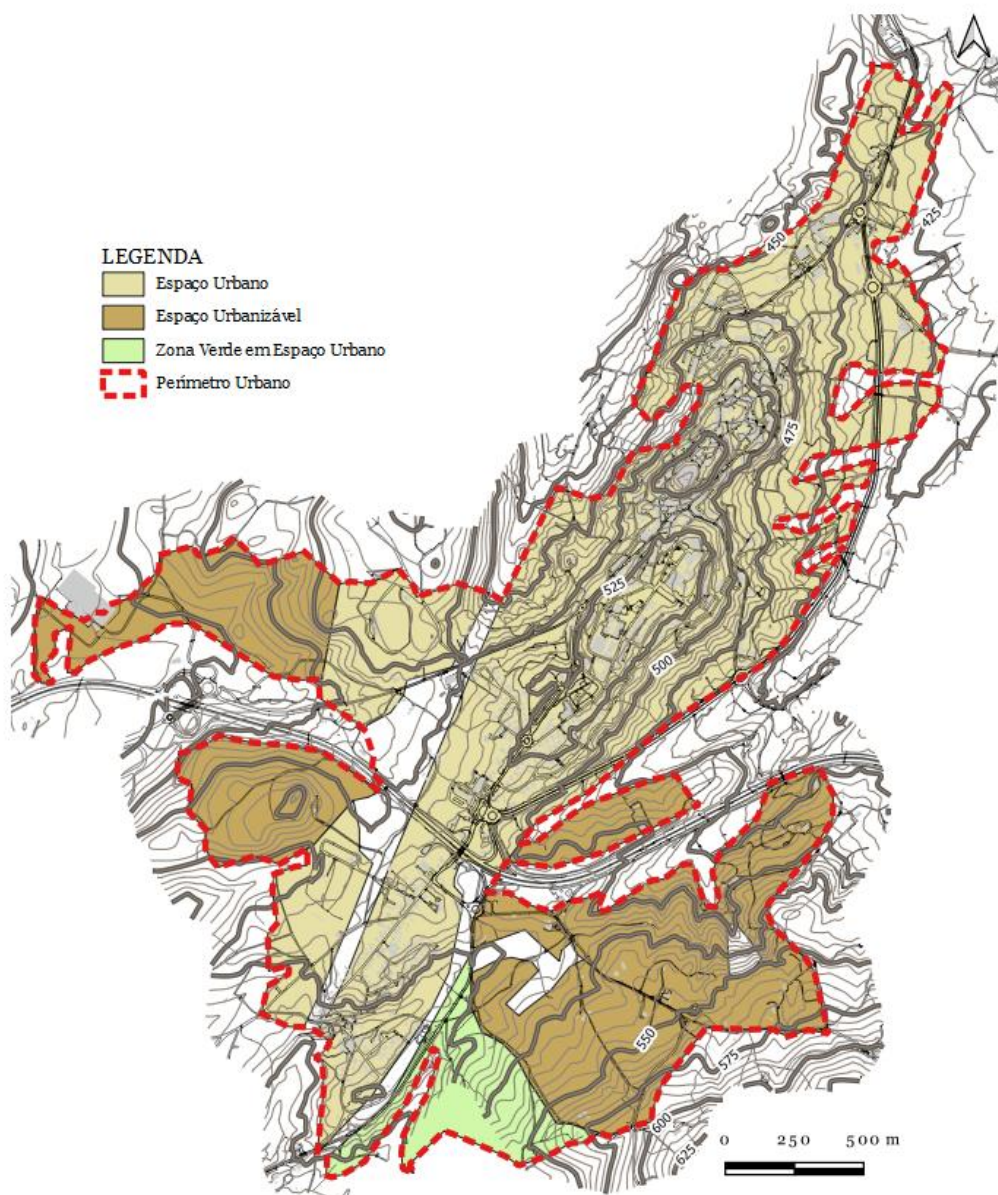


Figura 54 - Classes de espaço e categorias de uso do solo no perímetro urbano de Celorico da Beira.
 Fonte: Com base em CRUS.

Um diagnóstico detalhado do perímetro urbano da vila de Celorico da Beira (figuras 53 e 54) revela uma superfície total de 438.78 ha repartida em duas classes de espaço: urbano com 272.22 ha (62%) acrescido da categoria de zona verde com 24.07 ha (6%) e espaço urbanizável com 142.49 ha (33%) (tabela 18 e gráfico 21).

Tabela 18 - Quantificação entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Celorico da Beira.

	Hectares		%
Espaço Urbano	272.22	ha	62%
Espaço Urbanizável	142.49	ha	33%
Espaço Verde em Espaço Urbano	24.07	ha	6%
S=	438.78	ha	

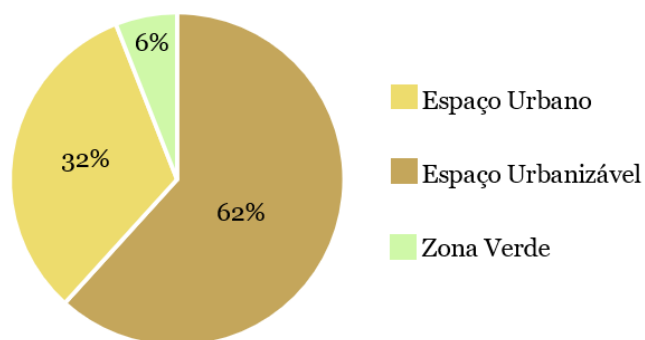


Gráfico 21 - Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Celorico da Beira.

3.3.2. Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta

Um levantamento das áreas urbanas excedentárias da vila de Celorico da Beira demonstra que o perímetro urbano estabelecido no PDM inclui espaços vazios correspondentes a 324.17 ha (74%), sendo a área urbana consolidada de 114.61 ha (26%). A zona verde ocupa 23.22 ha (5%) revelando elevada qualidade e densidade do coberto vegetal [113], considerando-se, portanto, um vazio urbano útil por desempenhar funções de composição e proteção ambiental, com interdição da realização de loteamentos e implantação de edificações.

Centrando o diagnóstico nos espaços urbanos vazios excedentes, observa-se que as ocupações não afetadas a atividades urbanas, correspondem a um total de 286.41 ha, ou seja 65% do perímetro urbano (tabela 19 e gráfico 22). Destes, cerca de 53% (152.35 ha) são classificados em espaço urbano (tabela 20 e gráfico 23) e os restantes 47% (134.06 ha) em espaço urbanizável (figura 55). A área restante do perímetro urbano, 14.54 ha (4%), representa vias de comunicação e edificação dispersa.

Tabela 19 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Celorico da Beira.

	Hectares	%
Área Consolidada	<u>114.61</u> ha	<u>26%</u>
Vazios Úteis	<u>23.22</u> ha	<u>5%</u>
Vazios Excedentes	<u>286.41</u> ha	<u>65%</u>
Vias de Comunicação e Edificação Dispersa	<u>14.54</u> ha	<u>4%</u>
$\Sigma=$	438.78 ha	

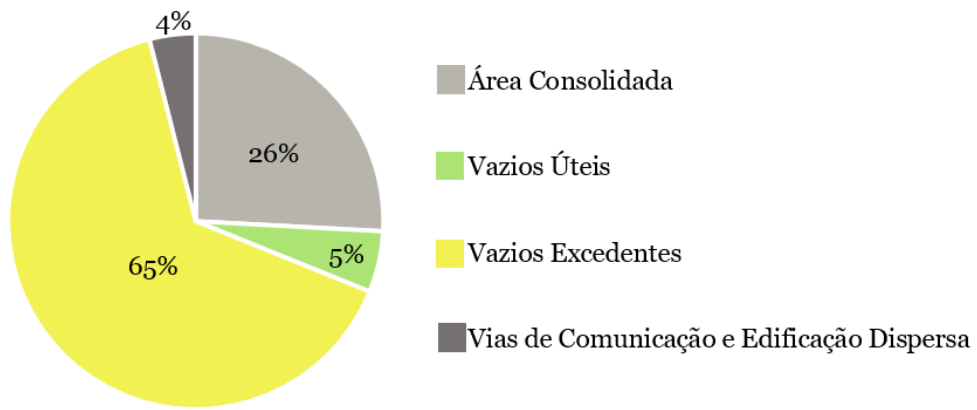


Gráfico 22 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada do perímetro urbano de Celorico da Beira.

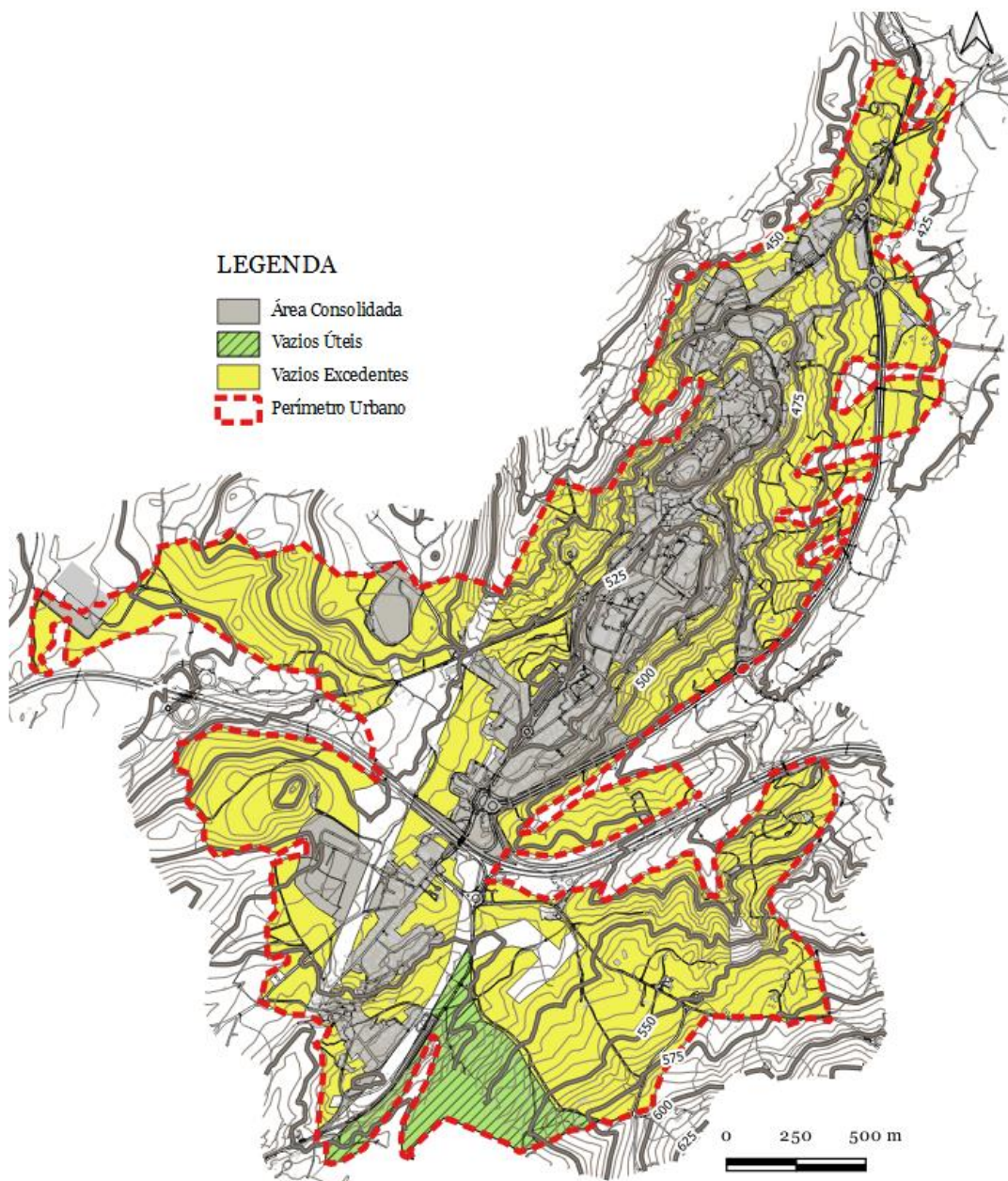


Figura 55 - Vazios e área consolidada no perímetro urbano de Celorico da Beira.

Tabela 20 - Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.

	Hectares	%
Espaço Urbano	<u>152.35</u> ha	<u>53%</u>
Espaço Urbanizável	<u>134.06</u> ha	<u>47%</u>
S=	286.41 ha	

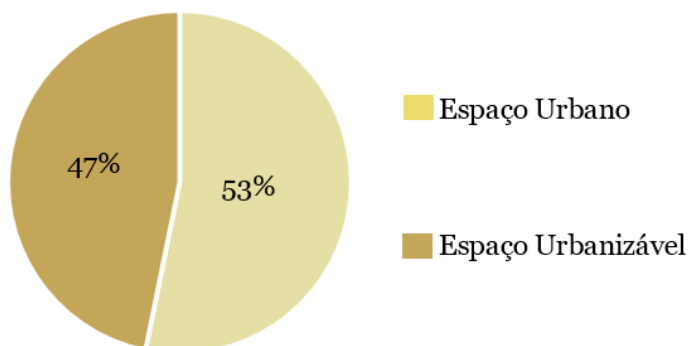


Gráfico 23 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.

Ora, na classe de espaços urbanos, os vazios excedentes têm uma ocupação agrícola de 114.69 ha (75%), floresta 29.6 (19%), pastagens 4.32 ha (3%) e matos 3.74 ha (3%). Em solo urbanizável, a ocupação com agricultura é de 67.46 ha (50%), floresta com 32.03 (24%), matos 30.25 ha (23%) e por fim as pastagens com 4.2 (3%). Em síntese (gráfico 24), nas diferentes classes do espaço do perímetro urbano definido pelo PDM de Celorico da Beira, os vazios excedentes são ocupados maioritariamente por agricultura (gráfico 24 e figura 56), o que traduz que estes solos parecem ser adequados a este tipo de atividade. Consequentemente, quando localizados nas franjas do perímetro urbano (como acontece nos incluídos nos espaços urbanizáveis), devem ser devolvidos ao espaço rústico em futura revisão do PDM.

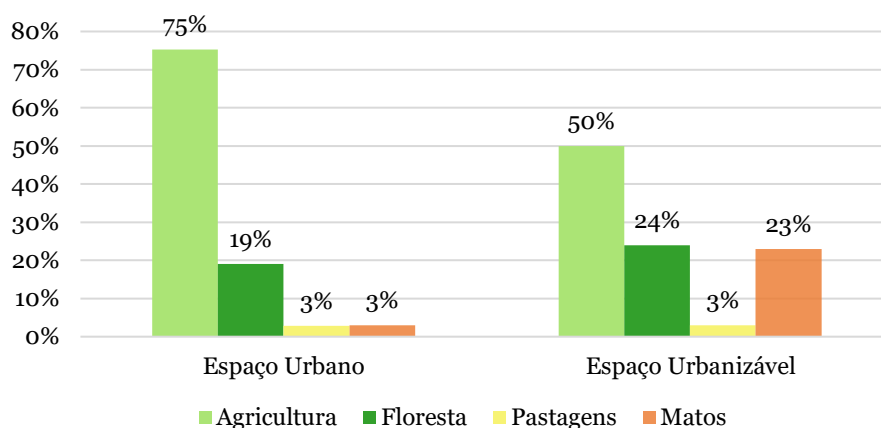


Gráfico 24 – Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.

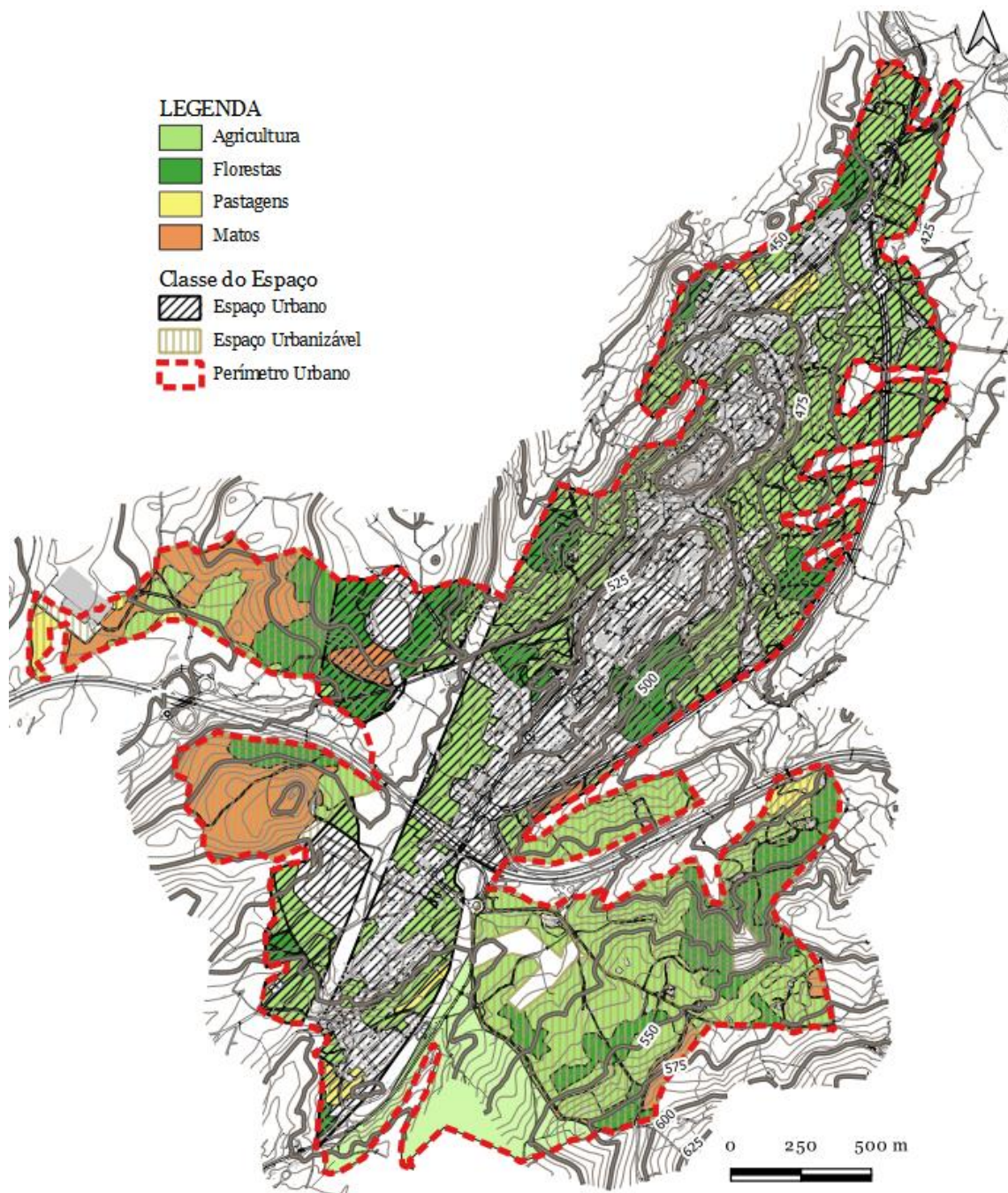


Figura 56 – Tipos de ocupação rústica e classes de espaço no perímetro urbano de Celorico da Beira. (Fonte: Com base na COS 2018- DGT).

Ponderando a temática dos declives em espaços urbanos definidos no PDM, com vazios excedentes na vila de Celorico da Beira (tabela 21, gráfico 25 e figura 57), verifica-se que apenas 1% (2.92 ha) possuem características médias à urbanização, 1.5% (4.21 ha) muito boas à urbanização e 5.2 % (14.95 ha) boas à urbanização. Não obstante, existem cerca de 14% (40.16 ha) inseridos em zonas declivosas consideradas desfavoráveis (maus) à urbanização e 78.3% (224.17 ha) muito desfavoráveis (muito maus) à urbanização. Em outros termos, conclui-se que mais $\frac{3}{4}$ do território de vazios urbanos não é apto à

urbanização, localizando-se sobretudo nas franjas do limite do perímetro urbano. Ora, este declive acentuado não terá sido alheio à sua não transformação em espaço urbano.

Tabela 21 - Quantificação dos declives nos vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.

	Hectares		%
[0-2%[- Médio à urbanização	2.92	ha	1.0%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	4.21	ha	1.5%
[3-5%[- Bom à urbanização	14.95	ha	5.2%
[5-8%[- Mau à urbanização	40.16	ha	14.0%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	224.17	ha	78.3%
	286.41	ha	

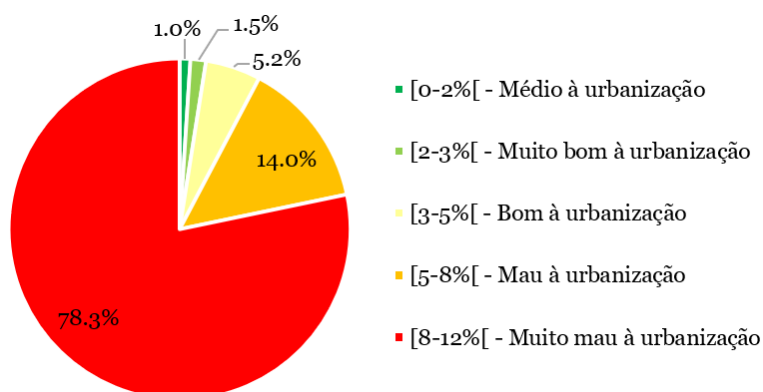


Gráfico 25 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Celorico da Beira.

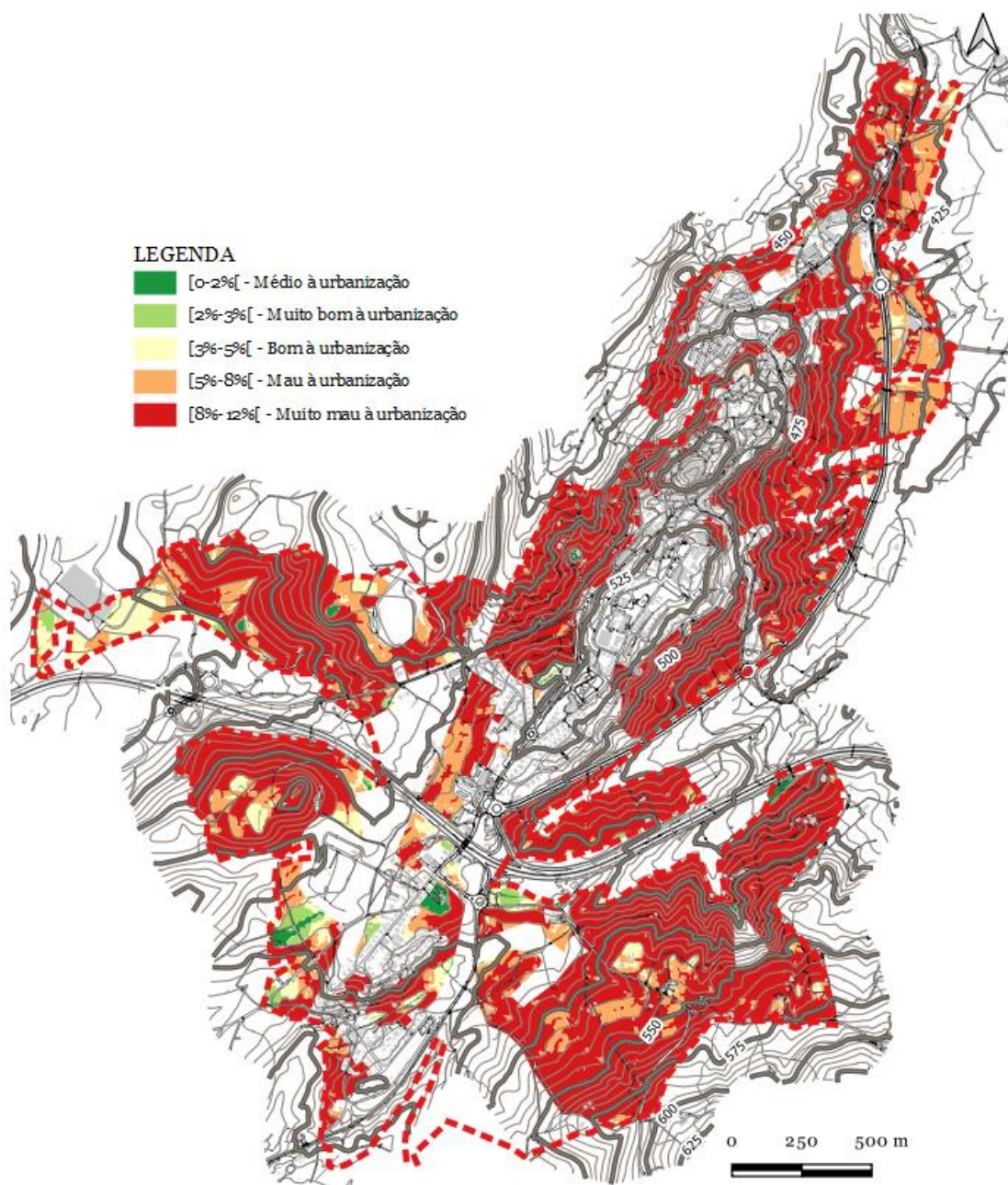


Figura 57 - Planta de declives em vazios excedentes no perímetro urbano Celorico da Beira.

Em análise detalhada dos espaços urbanos vazios excedentes com ocupação agrícola (tabela 22, gráfico 26 e figura 58), verifica-se em termos de declives que 76% (137.81 ha) são muito maus à urbanização e 17% (30.84 ha) são maus à urbanização. Estão maioritariamente na zona central do perímetro urbano na classe de espaço urbano do PDM e parte na zona de urbanização fragmentada, a Sudeste do perímetro urbano na classe de espaço urbanizável. Por outro lado, as superfícies aptas à urbanização correspondem a apenas 0.8% (1.36 ha) no nível médio, 1.5% (2.74 ha) no nível muito bom e 4.7 % no nível bom (8.5 ha) (figura 59).

Tabela 22 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Celorico da Beira.

	Hectares		%
[0-2%[- Médio à urbanização	1.36	ha	0.8%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	2.74	ha	1.5%
[3-5%[- Bom à urbanização	8.5	ha	4.7%
[5-8%[- Mau à urbanização	30.84	ha	17.0%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	137.81	ha	76.0%
$\Sigma=$	181.25	ha	

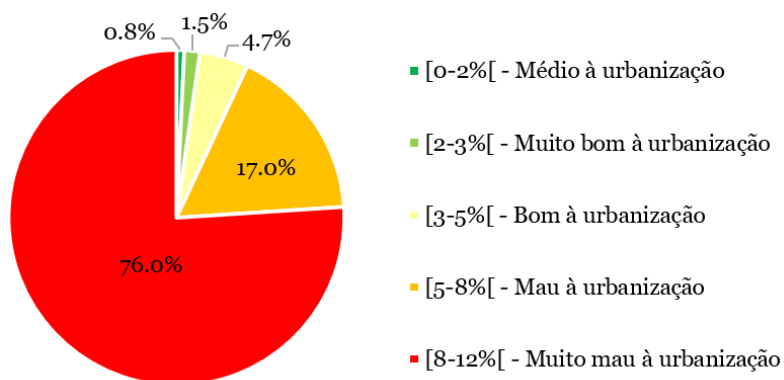


Gráfico 26 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com a ocupação agrícola no perímetro urbano de Celorico da Beira.

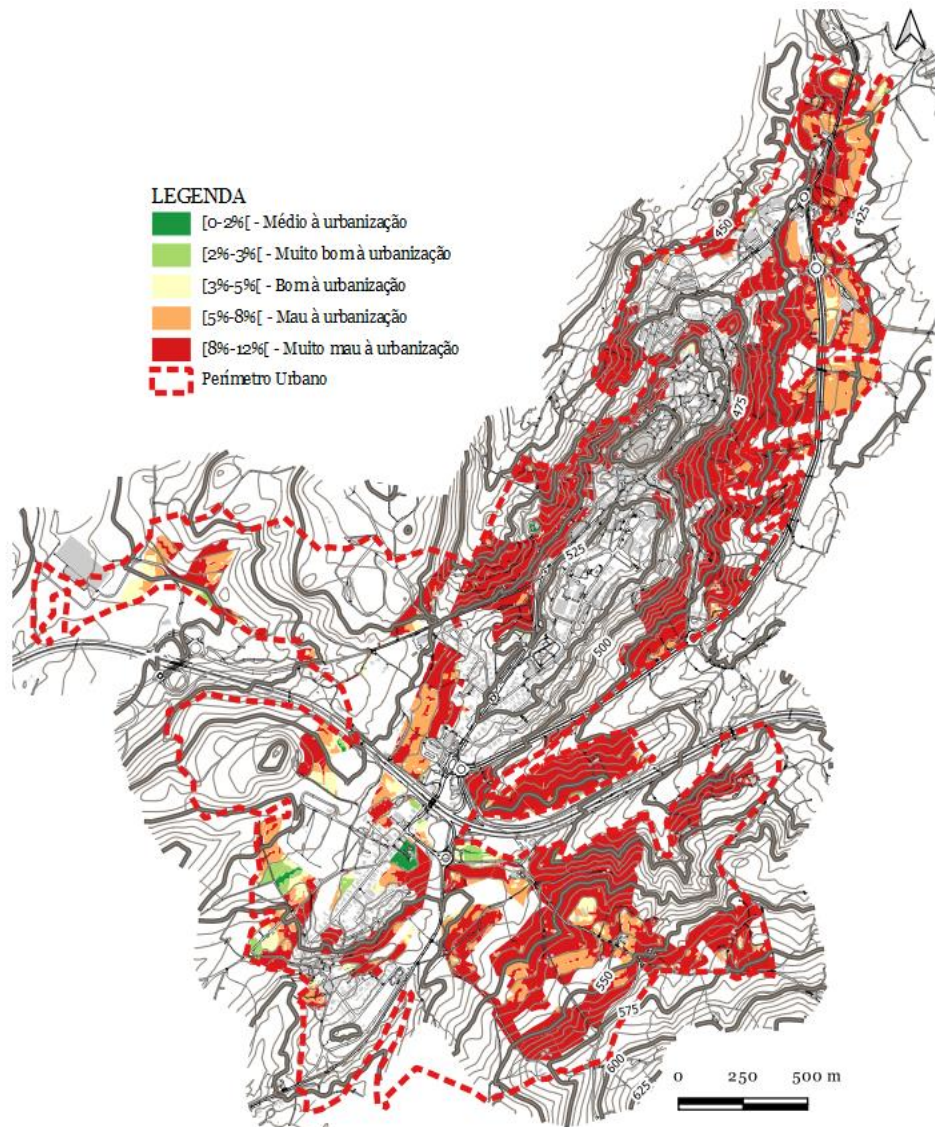


Figura 58 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Celorico da Beira.



Figura 59 - Categoria de espaço urbanizável afeto à ocupação agrícola no perímetro urbano de Celorico da Beira.

3.4. Perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo

3.4.1. Análise crítica dos usos do solo urbano

O território do município de Figueira de Castelo Rodrigo, de acordo com o Regulamento do Plano Diretor Municipal [114], encontra-se organizado em oito classes de espaço: 1) espaços urbanos, 2) espaços urbanizáveis, 3) espaços industriais, 4) espaços para indústrias extrativas 5) espaços agrícolas, 6) espaços florestais, 7) espaços culturais, 8) espaços-canais, ou seja, exatamente as que estão definidas no diploma legislativo²⁵, tal como o conceito de perímetro urbano.

Pelo PDM em vigor, o interior do perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo (figuras 60 e 61) contempla o espaço urbano e o espaço urbanizável. Os perímetros urbanos integram terrenos urbanizados, edificações existentes e respetivas áreas de contacto, numa faixa de 25 metros, que em caso excecionais pode atingir os 50 metros face a um elevado nível de infraestruturação²⁶.

Os espaços urbanos são tipificados pelo elevado nível de infraestruturas, maior densidade populacional, disponíveis para a edificação habitacional, equipamentos, serviços e indústrias compatíveis com os espaços urbanos.

Os espaços urbanizáveis foram delimitados em zonas de baixa densidade de ocupação urbana, mas com adequadas condições para se transformarem em espaço urbano, mediante obras de infraestruturas e edificação. À semelhança do espaço urbano, o espaço urbanizável admite atividades, funções e instalações habitacionais, comerciais e de serviços, incluindo equipamentos públicos ou privados.

²⁵ Decreto-Lei n.º 69/90 de 2 de março.

²⁶ ponto III do Anexo do regulamento do PDM – Resolução de Conselho de Ministro n.º 33/95, de 10 de abril.

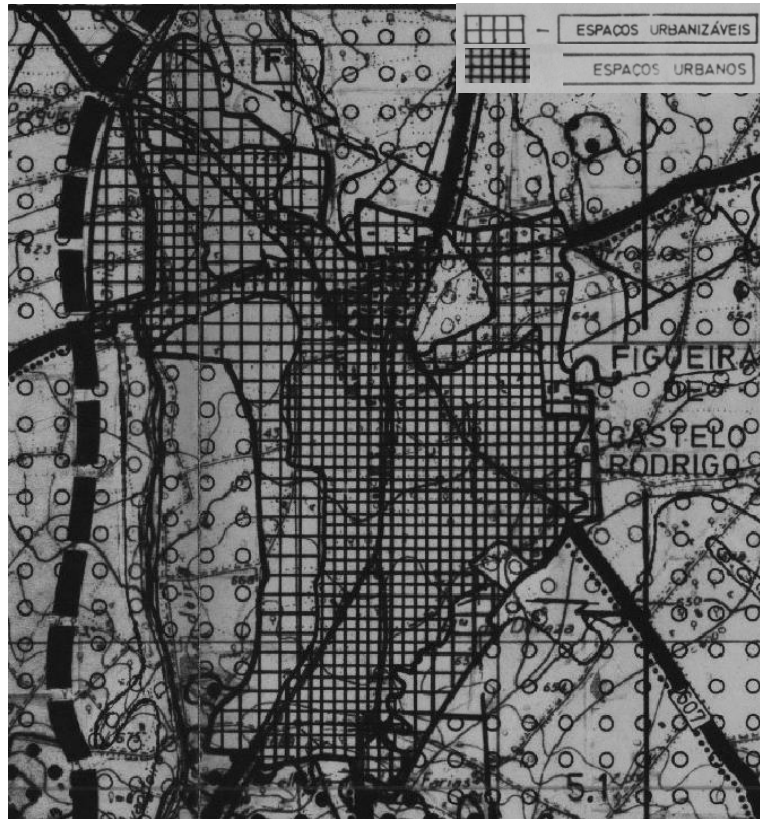


Figura 60 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Figueira de Castelo Rodrigo do perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo, 1995.

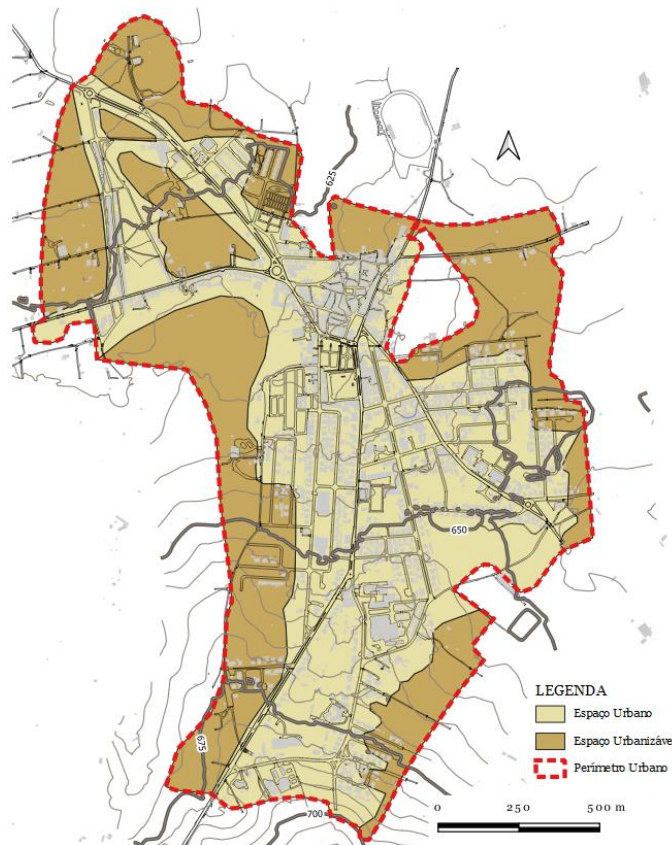


Figura 61 - Classes de espaço e categorias de uso do solo no perímetro urbano de Figueira de Castelo de Rodrigo.
 Fonte: Com base em CRUS.

Por fim, um estudo mais exaustivo revela que o perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo corresponde a uma superfície total de 222.46 ha, disposta na classe de espaço urbano (tabela 23 e gráfico 27) com 130.64 ha (59%) e urbanizável com 91.82 ha (41%).

Tabela 23 - Quantificação entre classes de espaço dentro no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

	Hectares	%
Espaço Urbano	<u>130.64</u> ha	<u>59%</u>
Espaço Urbanizável	<u>91.82</u> ha	<u>41%</u>
$\Sigma=$	222.46 ha	

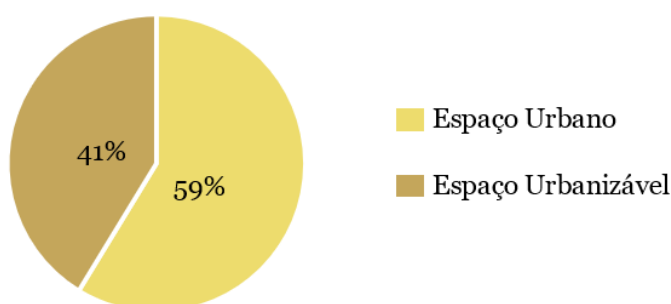


Gráfico 27 - Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

3.4.2. Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta

A área consolidada do perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo (tabela 24 e gráfico 28, figura 62) é de 108.15 ha, praticamente metade (48.6%) da superfície total do perímetro urbano (222.46 ha) estabelecido no PDM. A superfície de 109.83 ha (49.4% do total) corresponde a vazios excedentes que rivaliza com os espaços consolidados do perímetro urbano. As vias de comunicação e a edificação dispersa ocupam uma superfície de 4.48 ha (2% do perímetro urbano).

Tabela 24 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

	Hectares	%
Área Consolidada	<u>108.15</u> ha	<u>48.6%</u>
Vazios Excedentes	<u>109.83</u> ha	<u>49.4%</u>
Vias de comunicação e edificação dispersa	<u>4.48</u> ha	<u>2.0%</u>
$\Sigma=$	222.46 ha	

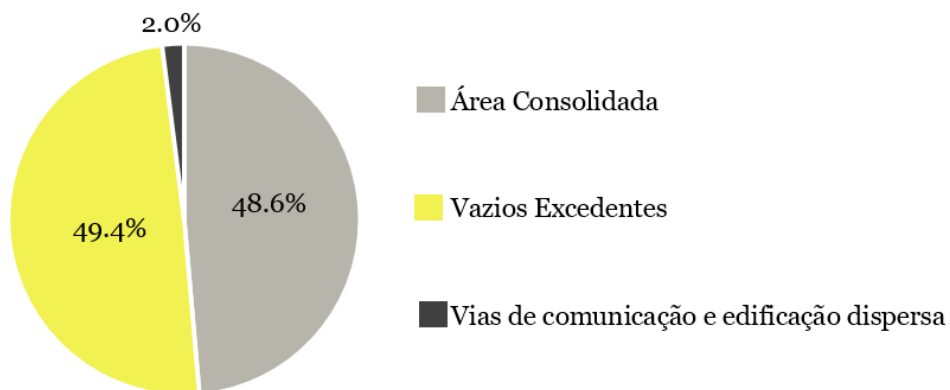


Gráfico 28 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

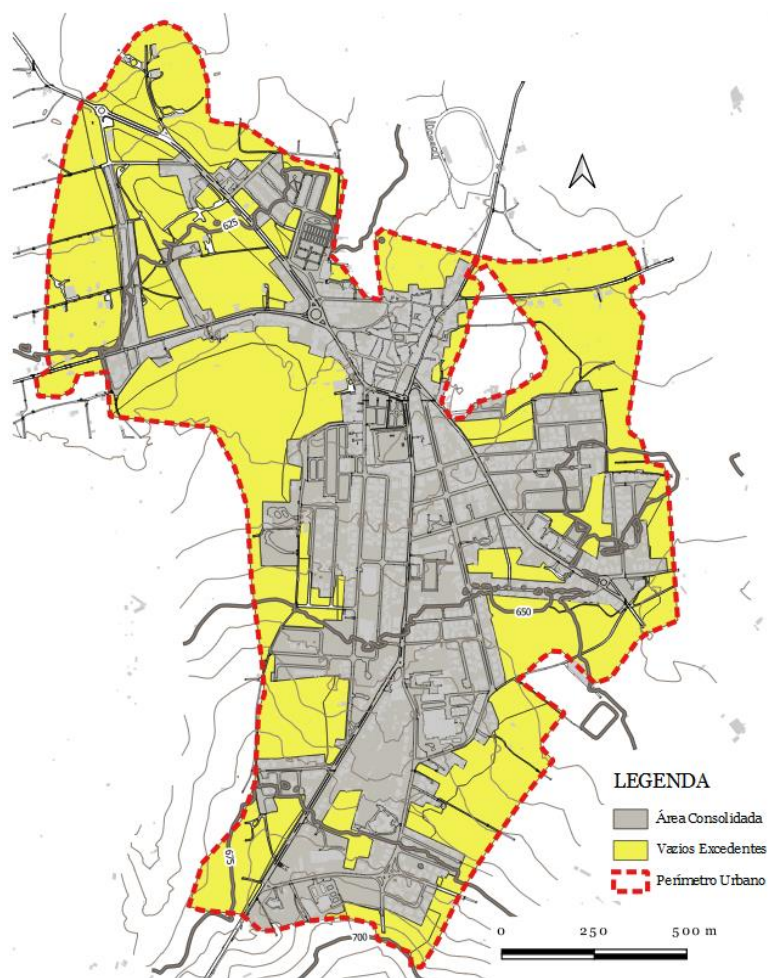


Figura 62 - Vazios e área consolidada no perímetro urbano da vila de Figueira de Castelo Rodrigo.

Destes vazios excedentes (109.83 ha), a maioria 75.11 ha (68%) estão no espaço urbanizável definido no PDM e cerca de metade deste valor 34.72 ha (32%) está na classe de espaço urbano (tabela 25 e gráfico 29). Estes vazios excedentes em espaço

urbanizável, por apresentarem baixa densidade de ocupação urbana, deverão ser devolvidos ao espaço rústico. Em Figueira de Castelo Rodrigo, o perímetro urbano não contempla vazios urbanos considerados úteis.

Tabela 25 - Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

	Hectares	%
Espaço Urbano	34.72 ha	32%
Espaço Urbanizável	75.11 ha	68%
$\Sigma =$	109.83 ha	

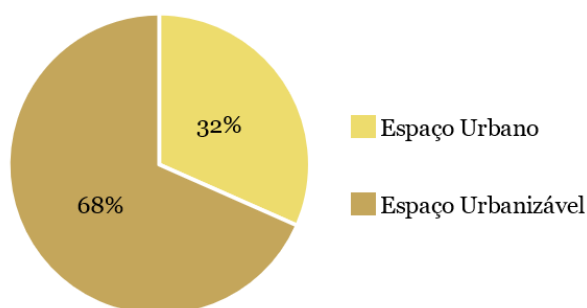


Gráfico 29 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

Os vazios excedentes em espaço urbano (gráfico 30 e figura 63) têm uma ocupação maioritariamente agrícola de 29.74 ha (86%), matos 4.36 ha (12%), sendo residual a ocupação florestal de 0.62 (2%), ou seja, na sua maioria, os vazios urbanos (88% agrícola mais floresta) são utilizados de forma permanente, contudo para atividades de cariz não urbano, não contempladas no perímetro urbano. Dado que os vazios urbanos afetos a atividades rústicas se localizam nas zonas marginais do atual perímetro urbano, sugere-se que possam vir a ser diretamente reclassificados como espaços rústicos, subtraídos aos espaços urbanos em futura revisão do PDM. Os vazios excedentes em espaço urbanizável têm uma ocupação agrícola de 70.53 ha (94%), matos 2.34 ha (3%) e florestal de 2.24 (3%).

Em síntese, os vazios urbanos no perímetro urbano de Figueira de Castelo de Rodrigo têm uma ocupação agrícola esmagadora de 100.27 ha (91%), destes 70.45 ha (70%) estão inseridos em espaço urbano do PDM e o que resta 29.82 ha (30%) em espaço urbanizável. É de ponderar, sobretudo, nos vazios excedentes em solo urbanizável a sua reclassificação como solo rústico, em sede de revisão dos PDM.

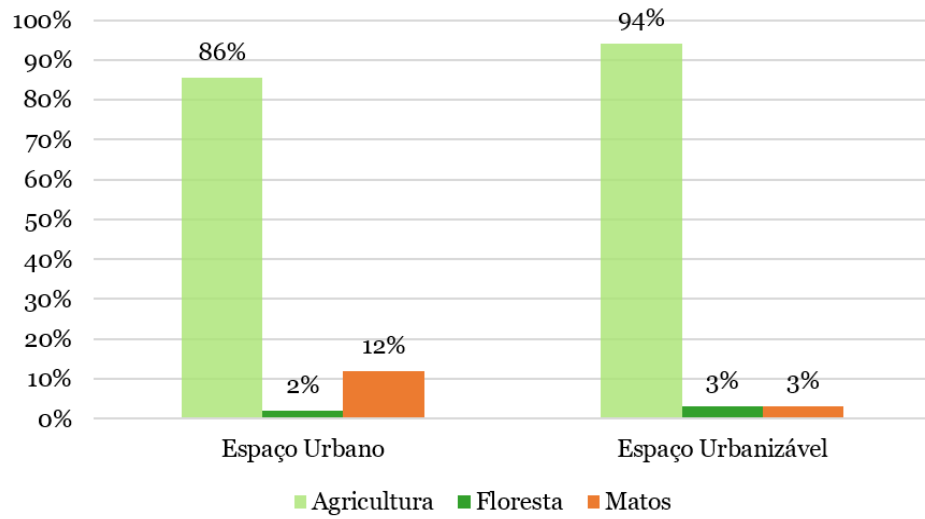


Gráfico 30 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

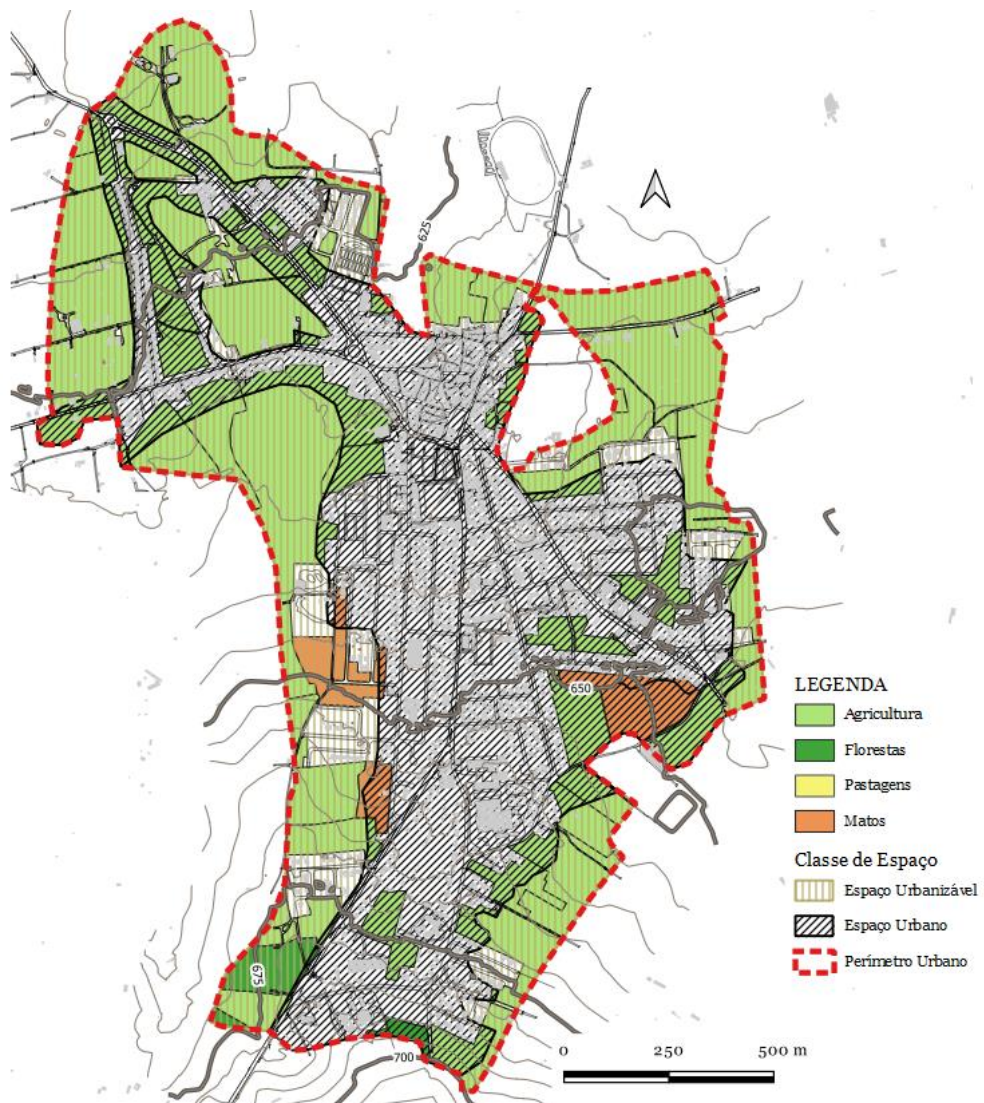


Figura 63 – Tipos de ocupação rústica e classe do espaço no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

Fonte: Com base na COS 2018- DGT.

Em síntese (gráfico 30) a ocupação para agricultura é a mais dominante em ambas as classes de espaço do PDM de Figueira de Castelo Rodrigo, em zonas identificadas como vazios excedentes no perímetro urbano da vila.

Quando analisados os declives em espaços de vazios excedentes urbanos na vila de Figueira de Castelo de Rodrigo (tabela 26 e gráfico 31), é apurado que 17.7% (19.4 ha) possuem características médias para urbanizar e 28.1% (30.81 ha) boas à urbanização, 33.8% (37.11 ha) muito boas à urbanização. No entanto, 14.0% (15.44 ha) são considerados maus à urbanização e 6.4% (7.07 ha) muito maus. Assim, 20% dos vazios excedentes possuem declives não adequados à urbanização (figura 64). Dada a sua localização na periferia do perímetro urbano, com maior incidência na vertente a Sul, considera-se a sua exclusão do perímetro urbano em sede de revisão do PDM.

Tabela 26 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

	Hectares		%
[0-2%[- Médio à urbanização	19.4	ha	17.7%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	37.11	ha	33.8%
[3-5%[- Bom à urbanização	30.81	ha	28.1%
[5-8%[- Mau à urbanização	15.44	ha	14.0%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	7.07	ha	6.4%
$\Sigma=$	109.83	ha	

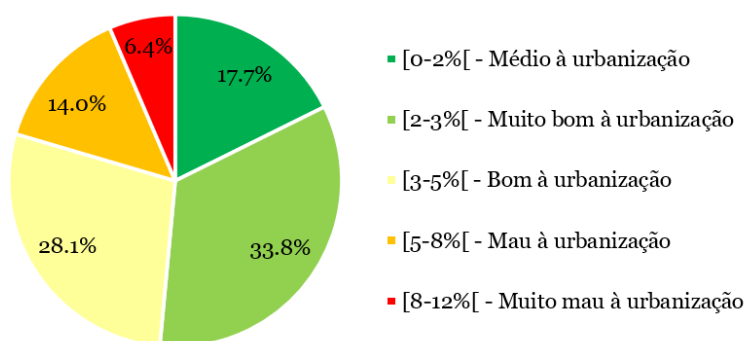


Gráfico 31 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

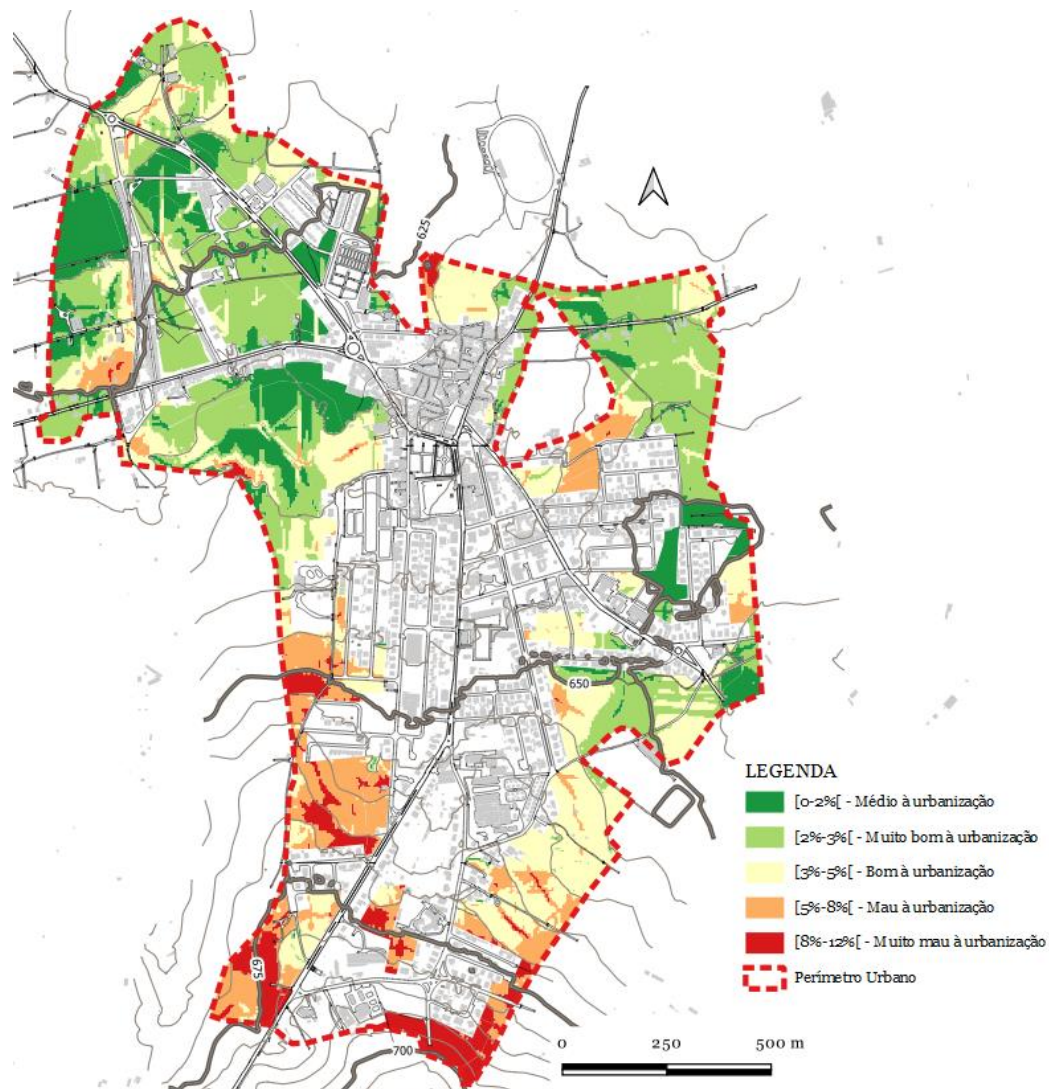


Figura 64- Planta de declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

Dos vazios excedentes ocupados com a atividade agrícola (tabela 27 e gráfico 32), 5.2% (5.21 ha) têm declives considerados muito maus à urbanização e 12.5% (12.53 ha) maus, com maior incidência na franja Norte do perímetro urbano, em espaço urbanizável do PDM. A vertente a Sul é mais plana com declives mais compatíveis à urbanização, 34.7% (34.8 ha) muito bons à urbanização, 28.6 % são bons urbanização (28.65 ha) e 19% (19.08 ha) são médios à urbanização (figura 65 e figura 66).

Tabela 27 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

	Hectares	%	
[0-2%[- Médio à urbanização	19.08	ha	19.0%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	34.8	ha	34.7%
[3-5%[- Bom à urbanização	28.65	ha	28.6%
[5-8%[- Mau à urbanização	12.53	ha	12.5%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	5.21	ha	5.2%
$\Sigma=$	100.27	ha	

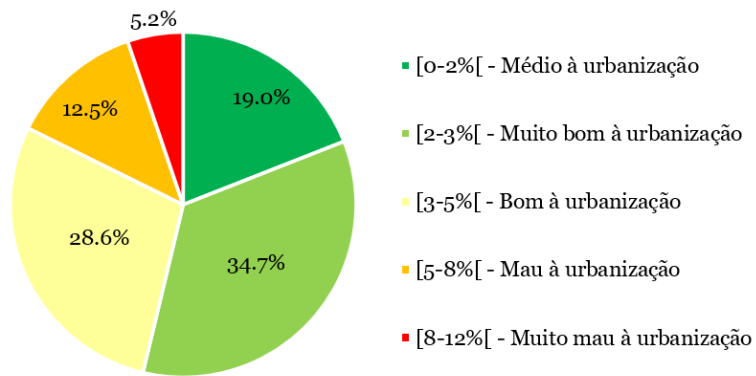


Gráfico 32 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

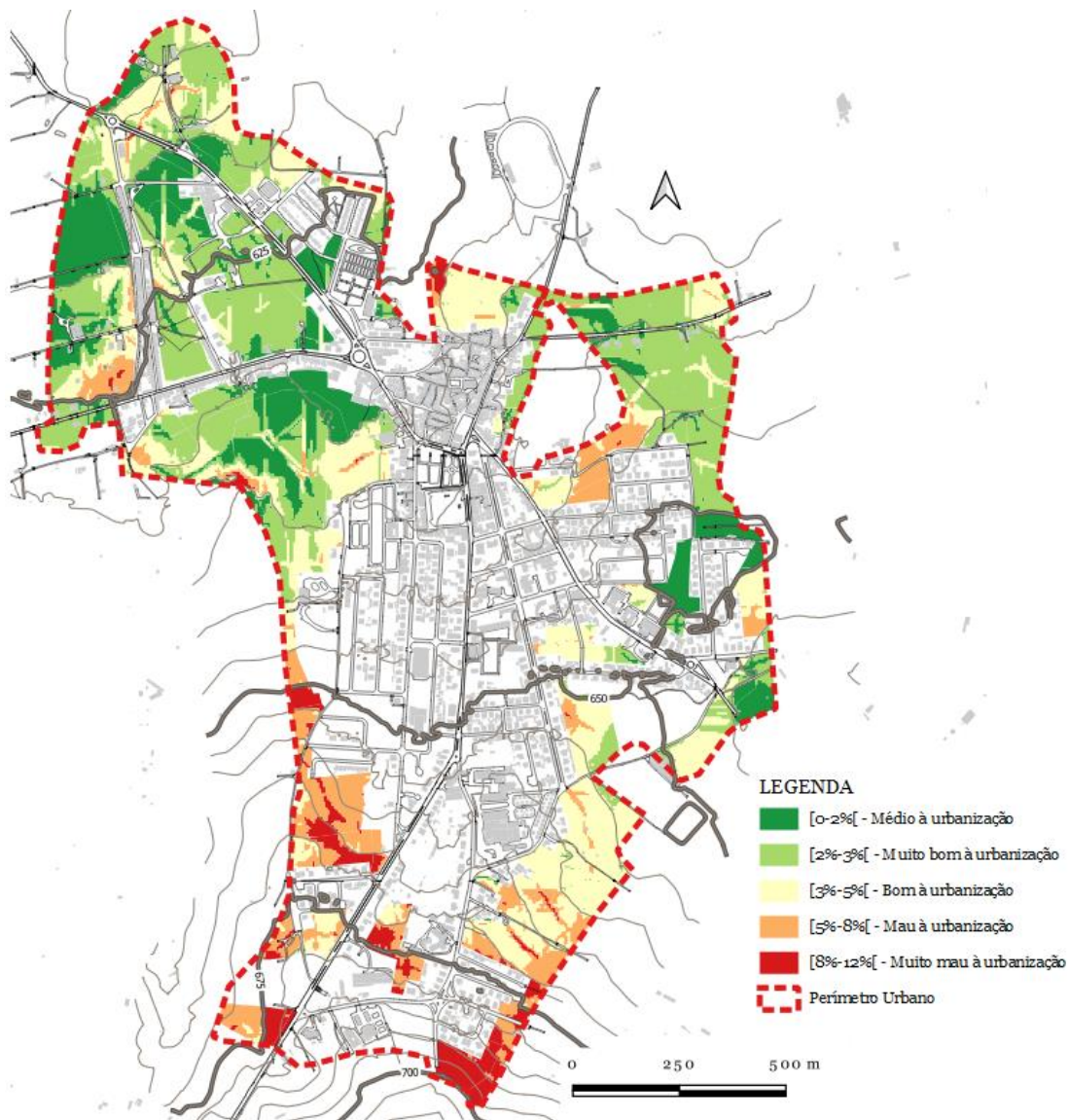


Figura 65 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.



Figura 66 – Categoria de espaço urbanizável afeto à ocupação agrícola no perímetro urbano de Figueira de Castelo Rodrigo.

3.5. Perímetro urbano de Mêda

3.5.1. Análise crítica dos usos do solo urbano

A organização do concelho de Mêda é feita nos termos do regulamento do PDM em seis classes de espaços [115]: 1) urbanos, 2) urbanizáveis, 3) industriais, 4) rurais, 5) indústria extrativa, 6) espaços-canais. Esta nomenclatura é semelhante à do PDM de Celorico da Beira.

A definição de perímetro urbano é omissa no PDM, seguindo a definição proveniente da legislação em vigor na época. Observa-se (figuras 67 e 68) que o perímetro urbano da cidade de Mêda assemelha-se à forma de um peixe “*Antigonia capros*”. A nascente (parte superior da boca do peixe), surge o espaço urbano que contempla a categoria de núcleo histórico; a Oeste, correspondente à cauda do peixe, localiza-se o espaço industrial, na parte central, surge o espaço urbanizável. Ora, a situação descrita no ponto 3 do Capítulo I, verifica-se no perímetro urbano de Mêda, o qual inclui como condicionantes aos usos do solo uma zona de mera restrição de utilidade pública, em RAN. Como se localiza numa zona não periférica do perímetro urbano (figura 69), entende-se poder vir a integrar a estrutura ecológica do sistema urbano (em sede de revisão do PDM), uma vez que é uma das categorias de usos do solo permitidas nos espaços urbanos.

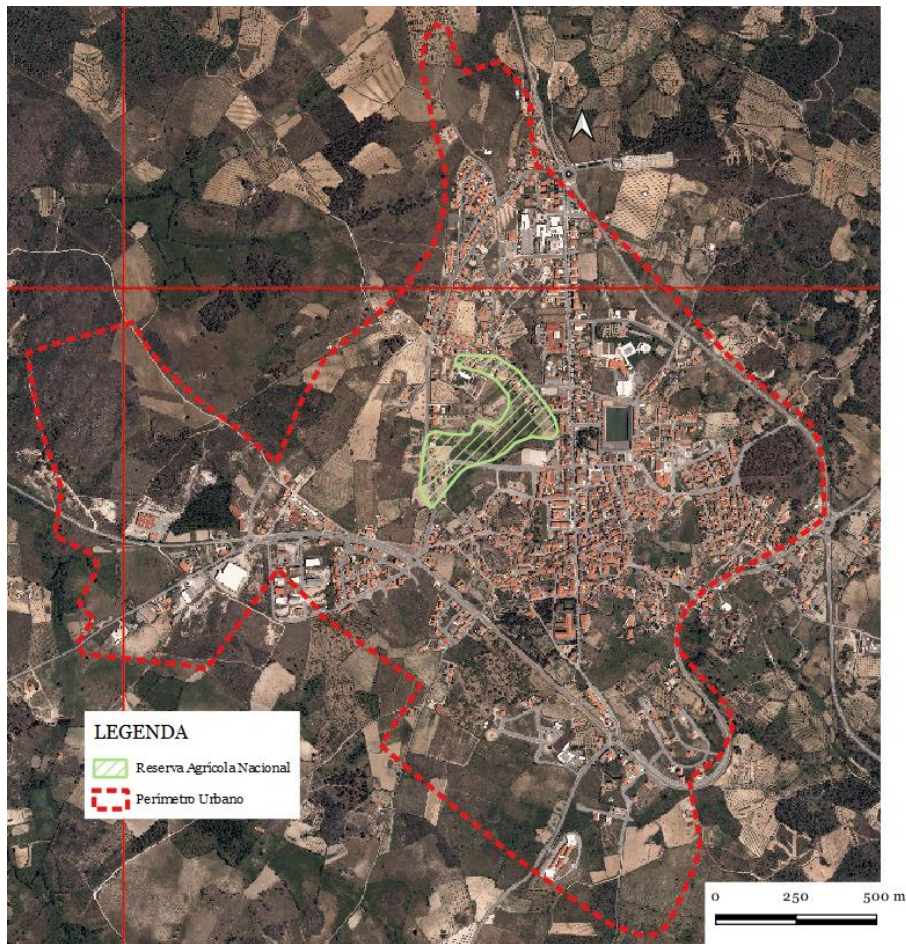


Figura 67 - Espaço incluído na RAN no perímetro urbano de Mêda.

O espaço urbano é caracterizado pela grande concentração de edificado, elevado nível de infraestruturas disponíveis e parcelas com uso do solo destinado à construção. Nele são interditas atividades suscetíveis de colocar em perigo a segurança e a saúde pública. Integra a categoria de usos do solo dos núcleos históricos pelo valor quantitativo e qualitativo de elementos arquitetónicos de interesse histórico, proibindo os loteamentos.

O espaço urbanizável define-se onde o solo toma a função urbana através de operações urbanísticas, convertendo-se em espaço urbano mediante plano de urbanização, plano pormenor ou loteamento. Ainda no perímetro urbano, inclui-se o espaço de uso exclusivo para indústria onde é interdita a construção residencial, cívica ou turística.

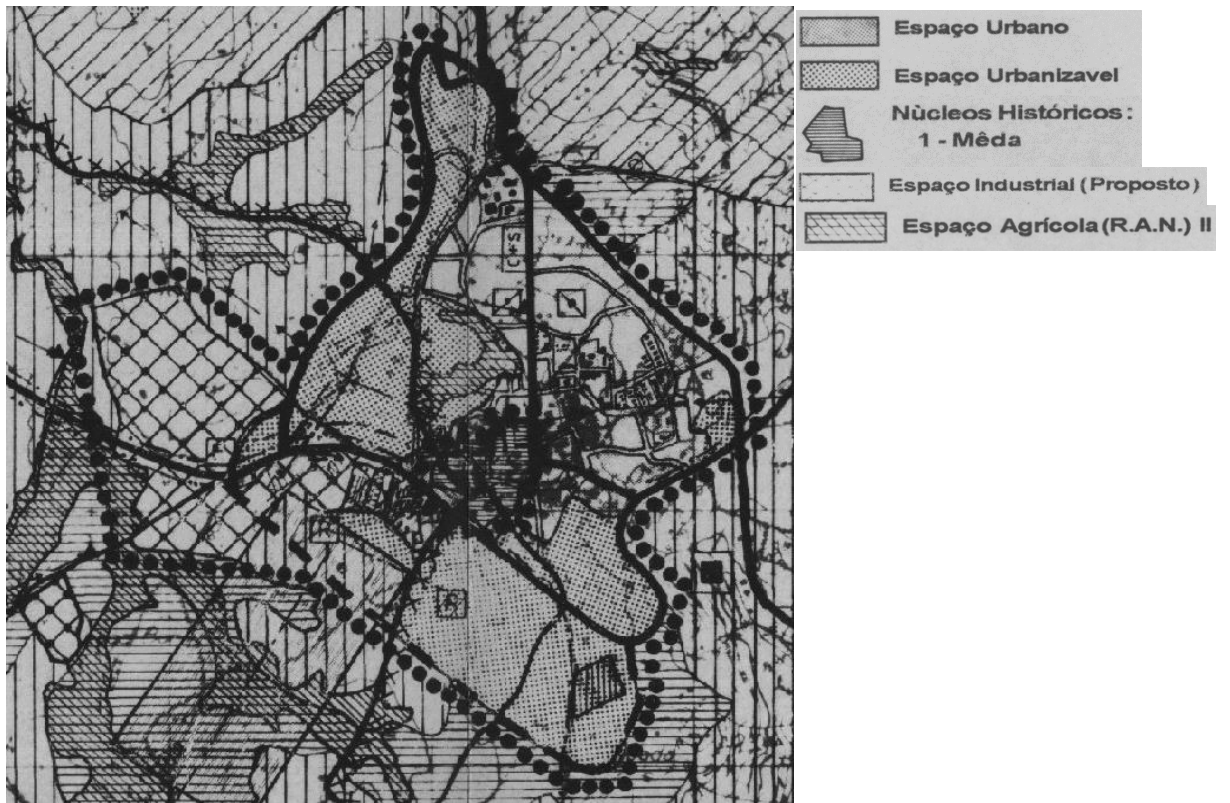


Figura 68 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Mêda do perímetro urbano de Mêda, 1995.

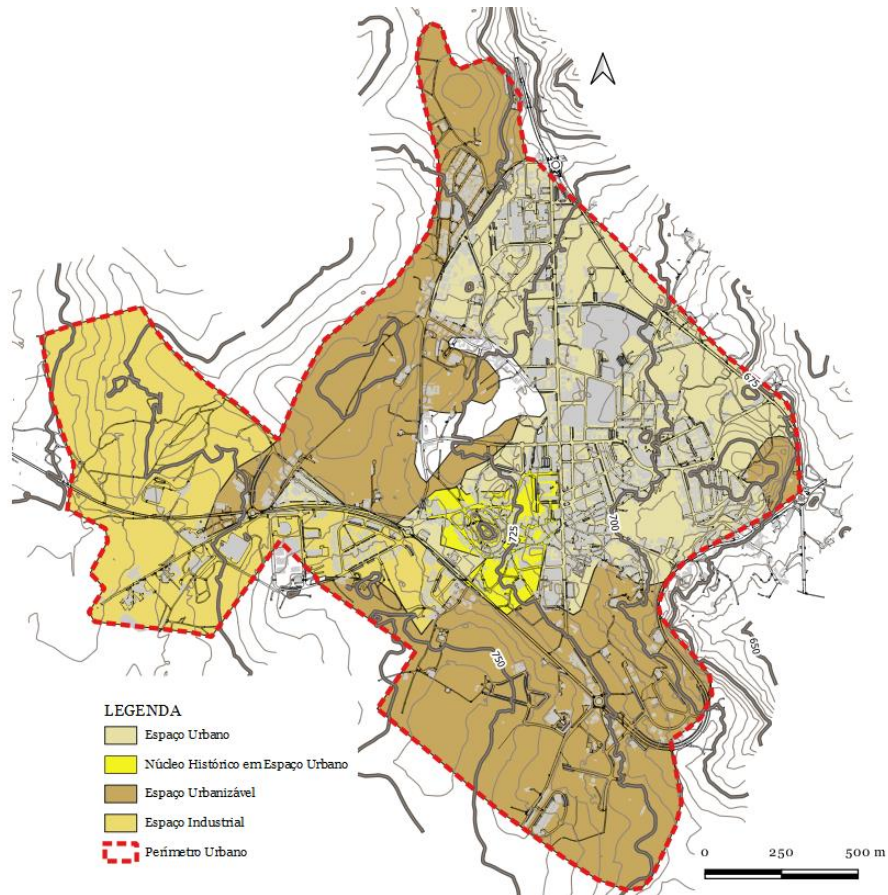


Figura 69- Classes de espaço e categorias de uso do solo no perímetro urbano de Mêda.
Fonte : Com base em CRUS.

Analisando a delimitação do perímetro urbano de Mêda, observa-se que possui a superfície de 306.94 ha. Reduzindo-se-lhe os 7.18 ha de Reserva Agrícola Nacional (por ser uma ocupação relativa a condicionantes aos usos do solo), considera-se a superfície total urbana de 299.76 ha. O espaço urbanizável representa a maior porção do perímetro urbano com 130.99 ha (44%), seguido do espaço urbano não integrado no núcleo histórico com 91.55 ha (31%), do espaço industrial com 64.82 ha (21%) e do núcleo histórico do espaço urbano com 12.4 ha (4%) (tabela 28 e gráfico 33).

Tabela 28 - Quantificação entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Mêda.

	Hectares	%
Espaço Urbano	91.55 ha	31%
Espaço Urbanizável	130.99 ha	44%
Espaço Industrial	64.82 ha	21%
Núcleo Histórico em Espaço Urbano	12.4 ha	4%
$\Sigma =$	299.76 ha	

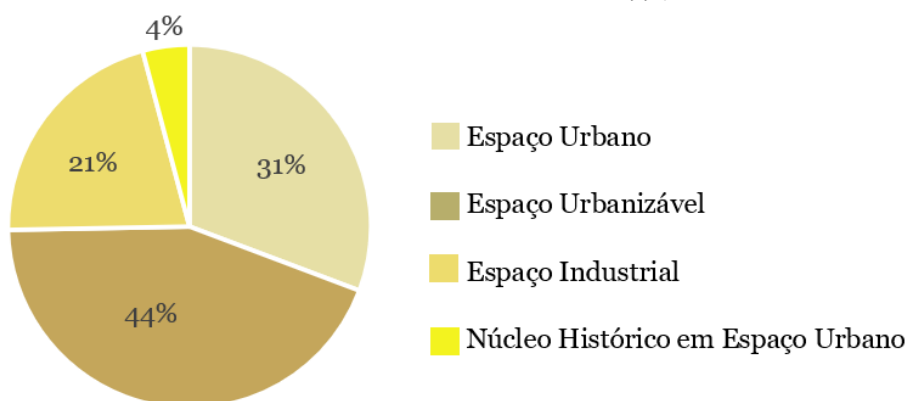


Gráfico 33- Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Mêda.

3.5.2. Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta

Um diagnóstico atento do perímetro urbano de Mêda revela uma área consolidada de 128.4 ha, 43% da superfície total do perímetro urbano estabelecido no PDM. A parte não consolidada do perímetro urbano corresponde a vazios excedentes ocupando 162.93 ha (54%) e 8.43 ha (3%) respeitam a vias de comunicação e a edificações dispersas (tabela 29 e gráfico 34). Face às exigências de continuidade das áreas urbanas (figura 70) recomenda-se a este e a Sul a consolidação desta cidade.

Tabela 29 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Mêda.

	Hectares	%
Área Consolidada	128.4 ha	43%
Vazios Úteis	0 ha	0%
Vazios excedentes	162.93 ha	54%
Vias de comunicação e edificação dispersa	8.43 ha	3%
$\Sigma =$	299.76 ha	

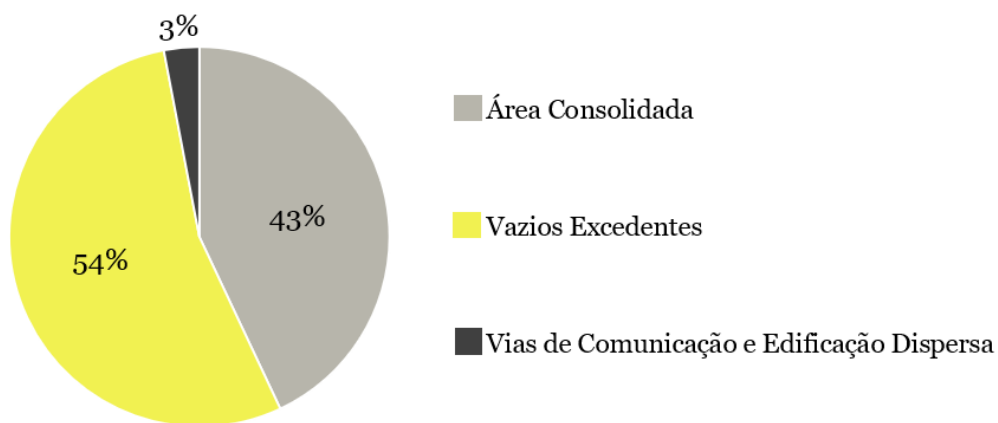


Gráfico 34 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Mêda.

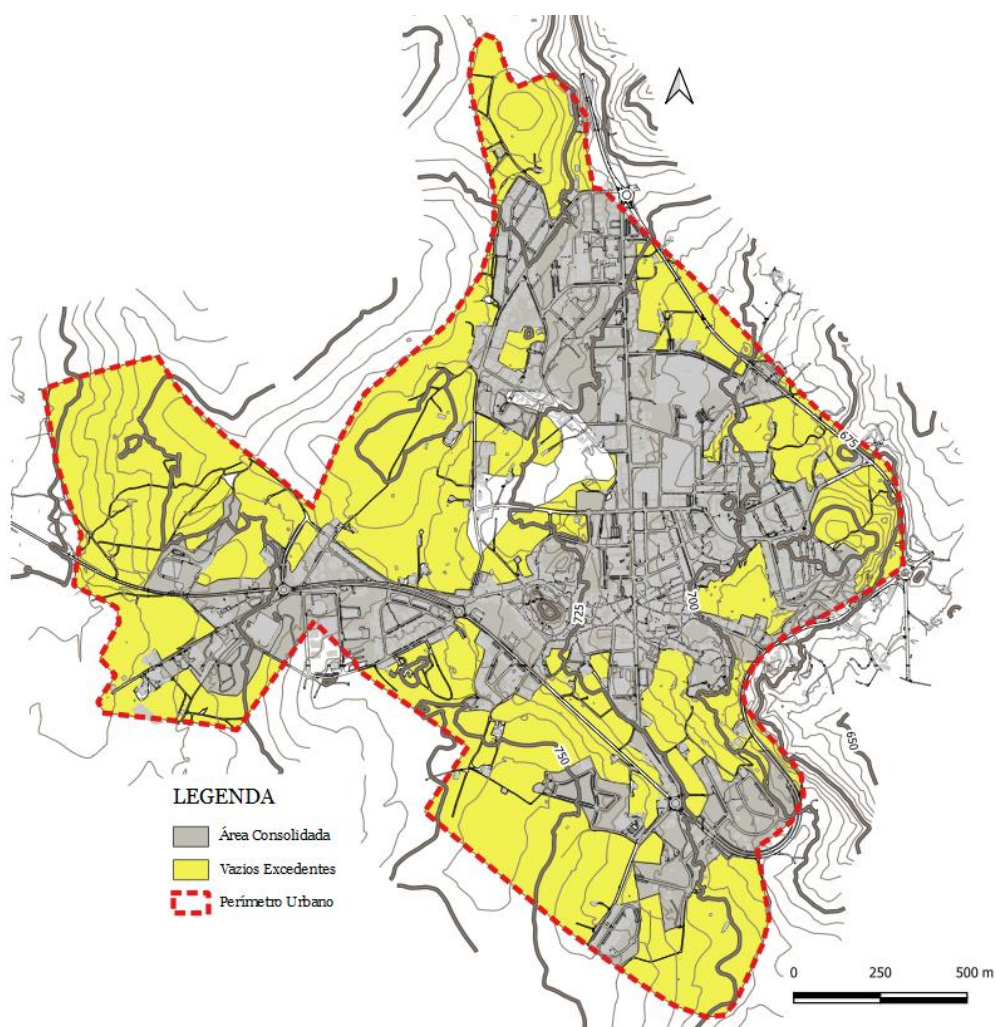


Figura 70 - Vazios e área consolidada no perímetro urbana de Mêda.

Ponderando os vazios excedentes (162.93 ha) (tabela 30 e gráfico 35) a maior porção 59% (95.88 ha) é classificado no PDM no espaço urbanizável, seguidos de espaço industrial

com 42.36 ha (26%), do espaço urbano com 22.59 ha (14%) e, por último, do núcleo histórico com 2.1 ha (1%). Este diagnóstico evidencia, numa primeira leitura, que os espaços urbanizáveis foram os mais sobredimensionados.

Tabela 30- Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda.

	Hectares	%
Espaço Urbano	<u>22.59</u> ha	<u>14%</u>
Espaço Urbanizável	<u>95.88</u> ha	<u>59%</u>
Espaço Industrial	<u>42.36</u> ha	<u>26%</u>
Núcleo Histórico em Espaço Urbano	<u>2.1</u> ha	<u>1%</u>
$\Sigma=$	162.93 ha	

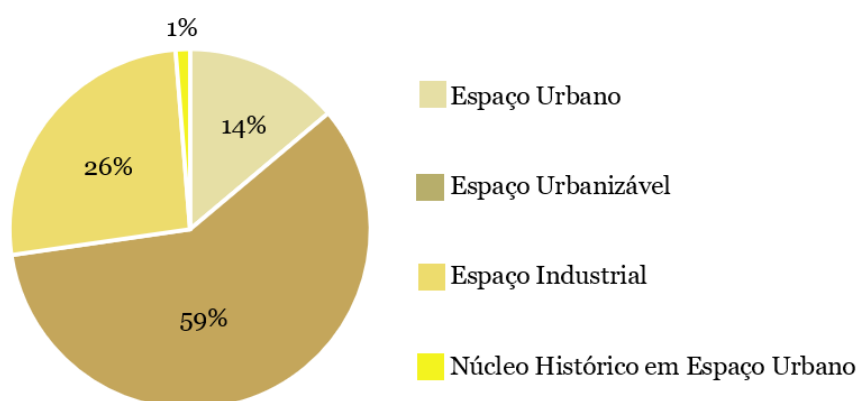


Gráfico 35- Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda. Verifica-se (gráfico 36 e figura 71) que os vazios excedentes em espaço urbano (definido no PDM) têm uma ocupação maioritariamente agrícola de 16.97 ha (75%), floresta com 3.66 (16%), matos com 1.59 ha (7%) e pastagens com 0.37 ha (2%). Também no solo urbanizável a maior ocupação é com a agricultura em 46.41 ha (48%), seguida dos matos com 28.1 ha (29%), da floresta com 11.88 ha (12%) e das pastagens com 9.49 ha (11%). Quanto ao solo industrial, a ocupação com maior expressão é a dos matos com 20.28 ha (48%), seguidos da floresta com 12.07 ha (28%), da agricultura 6.6. ha (16%) e, finalmente, das pastagens 3.41 ha (8%). Quanto ao núcleo histórico, os vazios excedentes estão ocupados por agricultura em 1.64 (78%) e floresta com 0.46 ha (22%), o que, neste caso, poderá ser útil à manutenção do equilíbrio ambiental, por se localizarem na parte central do perímetro urbano, como hortas urbanas, espaços verdes, parques ou jardins. Em síntese, constata-se que a maior ocupação em vazios excedentes é afeta à produção agrícola, pelo que é de ponderar a sua recondução à classe de espaços rústicos. Quanto à ocupação de matos, é predominante nos vazios excedentes identificados no espaço industrial do PDM de Mêda e nas restantes classes de espaço predomina a ocupação agrícola.

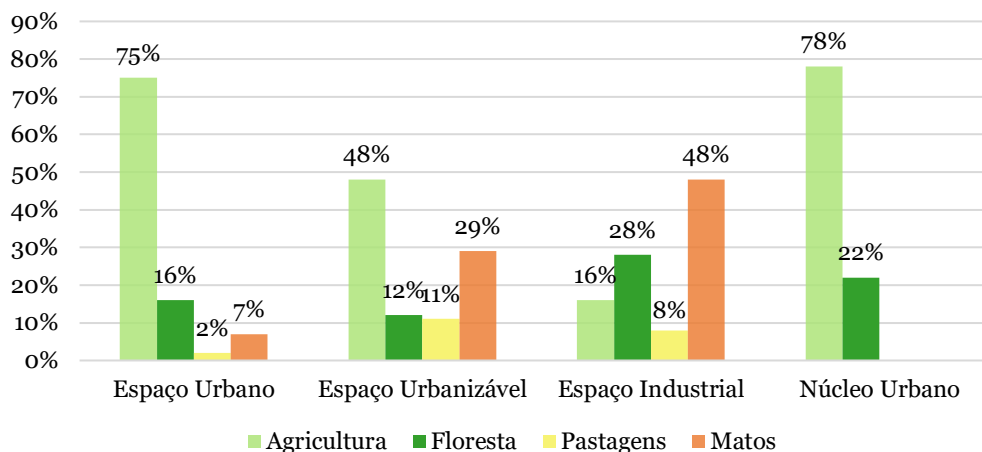


Gráfico 36 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes do perímetro urbano de Mêda.

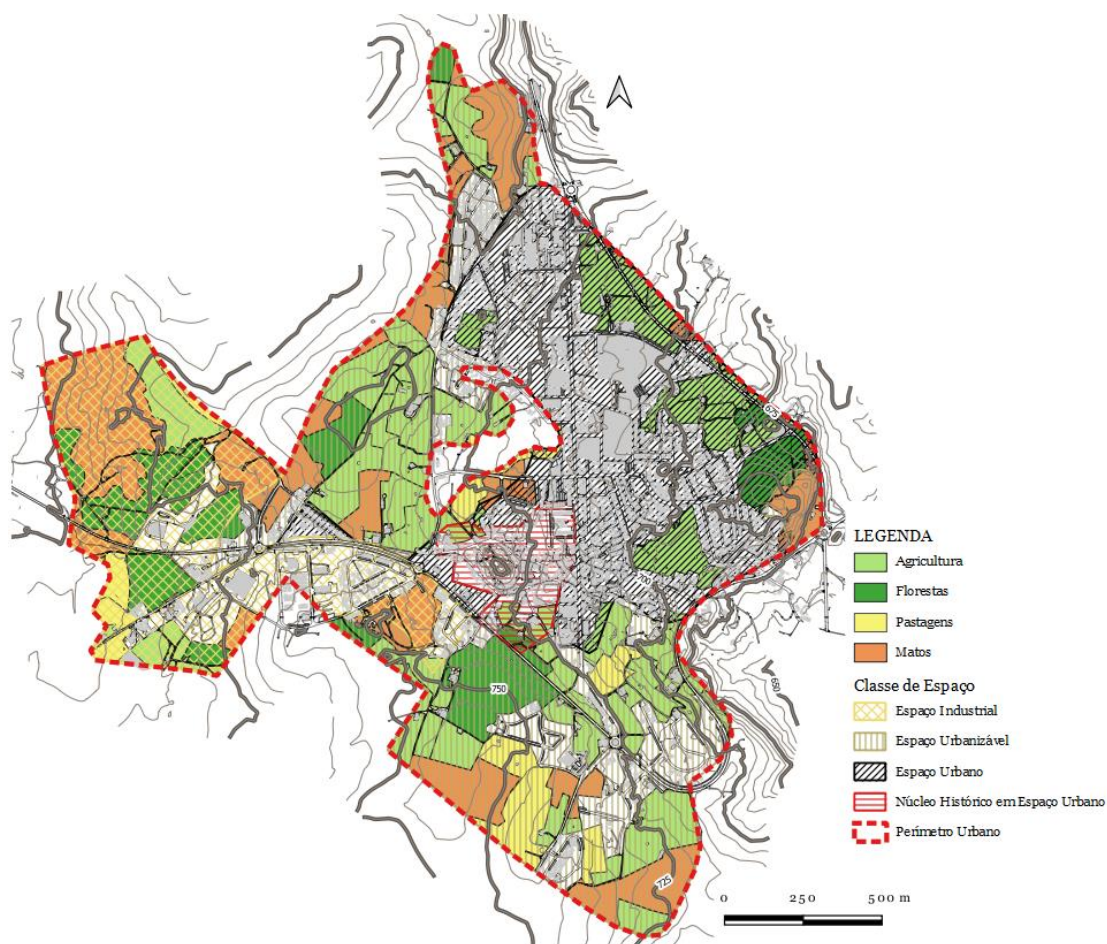


Figura 71- Tipos de ocupação rústica e classes de espaço no perímetro urbano de Mêda.
Fonte: Com base na COS 2018- DGT.

Quanto aos declives, observa-se (tabela 31 e o gráfico 37) que nos vazios excedentes de Mêda dispõem-se 13.2% (21.53 ha) em locais bons, 7.1% (11.62 ha) médios e 3.3% (5.41 ha) muito bons à urbanização. Porém, a maior porção dos vazios excedentes situa-se em

zonas declivosas, tidas como muito más com 42.6% (69.23 ha) e más à urbanização com 33.8% (54.84 ha). Assim sendo, mais de 3/4 do território do perímetro urbano de Mêda regista vazios excedentes, cujos declives são desadequados à urbanização, com maior expressividade nas zonas periféricas (figura 72). A excessiva pendente, superior a 5%, poderá ter vindo a influenciar a sua não procura para urbanizar.

Tabela 31 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda.

	Hectares		%
[0-2%[- Médio à urbanização	11.62	ha	7.1%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	5.41	ha	3.3%
[3-5%[- Bom à urbanização	21.53	ha	13.2%
[5-8%[- Mau à urbanização	54.84	ha	33.8%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	69.23	ha	42.6%
S=	162.63	ha	

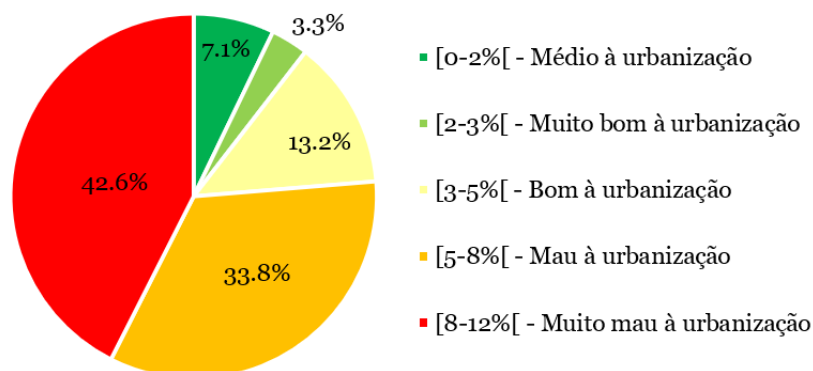


Gráfico 37 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda.

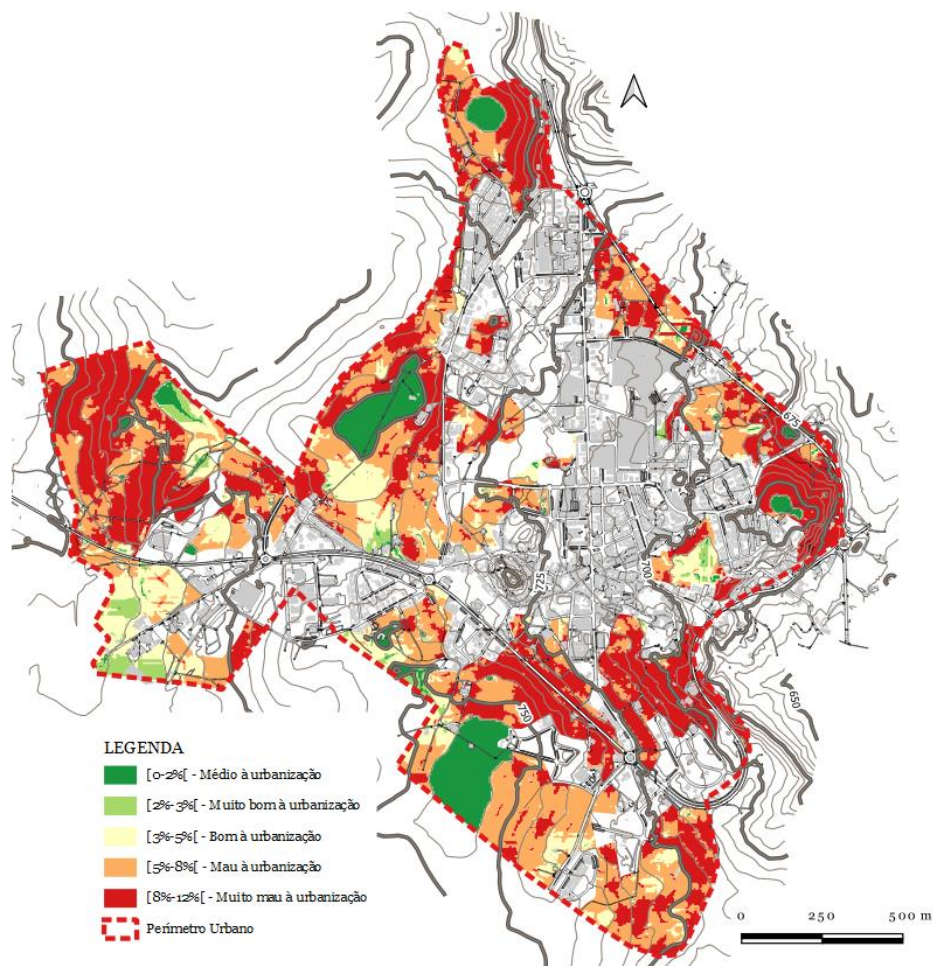


Figura 72 - Planta de declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Mêda.

Considerando os vazios excedentes com a ocupação agrícola (tabela 32 e gráfico 38) situam-se em zonas de declives muito maus (39.9%) e maus à urbanização (34.4%), essencialmente localizados na periferia (figura 73) em espaço urbanizável. Pelo que têm condições para serem excluídos do perímetro urbano e reclassificados como espaços rústicos. Da superfície apta à urbanização em termos de declives, destacam-se as que são boas com 13.5%, seguidas das que são médias à urbanização com 8.1% e das consideradas muito boas à urbanização com 4.1%.

Tabela 32 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Mêda.

	Hectares		%
[0-2%] - Médio à urbanização	5.79	ha	8.1%
[2-3%] - Muito bom à urbanização	2.98	ha	4.1%
[3-5%] - Bom à urbanização	9.67	ha	13.5%
[5-8%] - Mau à urbanização	24.65	ha	34.4%
[8-12%] - Muito mau à urbanização	28.55	ha	39.9%
S=	71.64	ha	

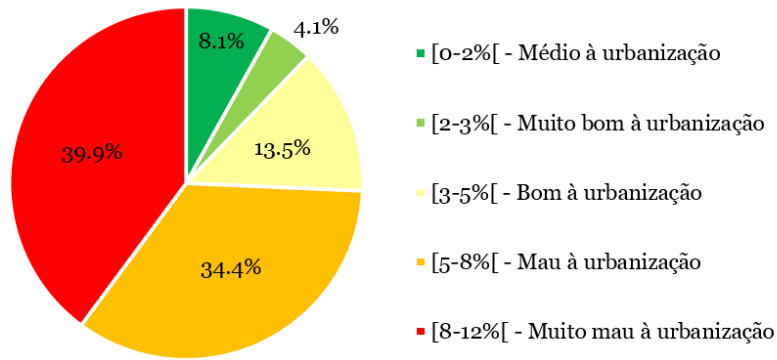


Gráfico 38 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Mêda.

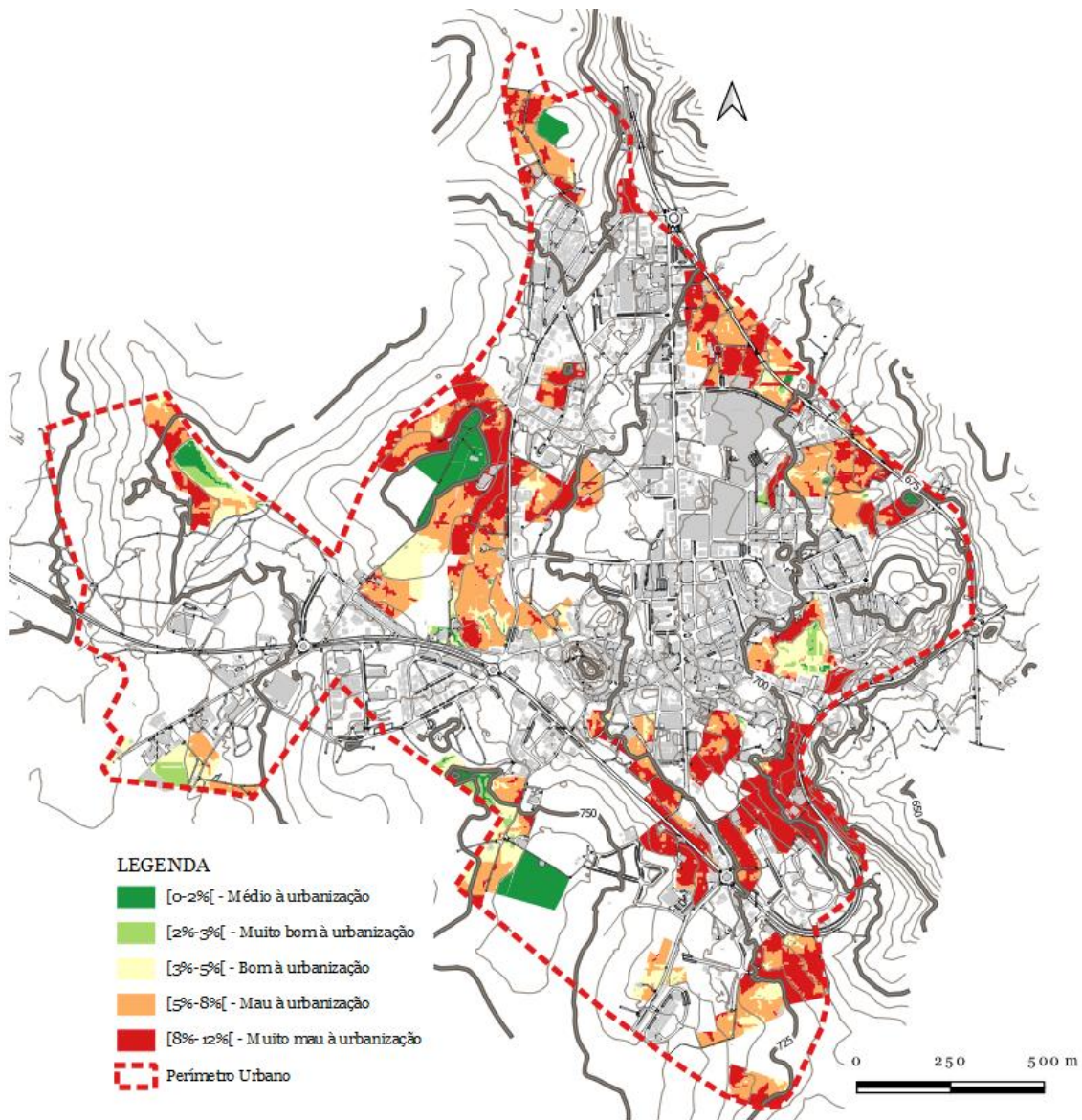


Figura 73 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Mêda.

3.6. Perímetro urbano de Pinhel

3.6.1. Análise crítica dos usos do solo urbano

O regulamento do PDM de Pinhel [116] seguiu as mesmas classes de espaço do PDM de Almeida, em que tomam a designação de: 1) área urbana e urbanizável, 2) área rural, 3) área de salvaguarda estrita.

A definição de perímetro urbano remete ao conjunto da área urbana e urbanizável, na qual se incluem como categorias de uso do solo o núcleo histórico, as zonas de construção condicionada, os equipamentos e as zonas industriais. Assim, o perímetro urbano da cidade de Pinhel (figura 74 e 75) é definido pela classe de solo urbano e urbanizável, cujo uso preferencial são as atividades residenciais, comerciais, serviços e indústria quando compatível com o uso urbano. Subdivide-se em quatro categorias: 1) centro histórico, 2) equipamentos, 3) indústria e 4) construção condicionada. Uma análise mais exaustiva (tabela 33 e gráfico 39) ao perímetro urbano definido no PDM de Pinhel revela que possui uma superfície total de 143.58 ha²⁷. Em zona de construção condicionada estão 91.96 ha (64%), seguidos de indústria 25 ha (18%), do centro histórico 14.81 ha (10%) e de equipamentos com 11.81 ha (8%).

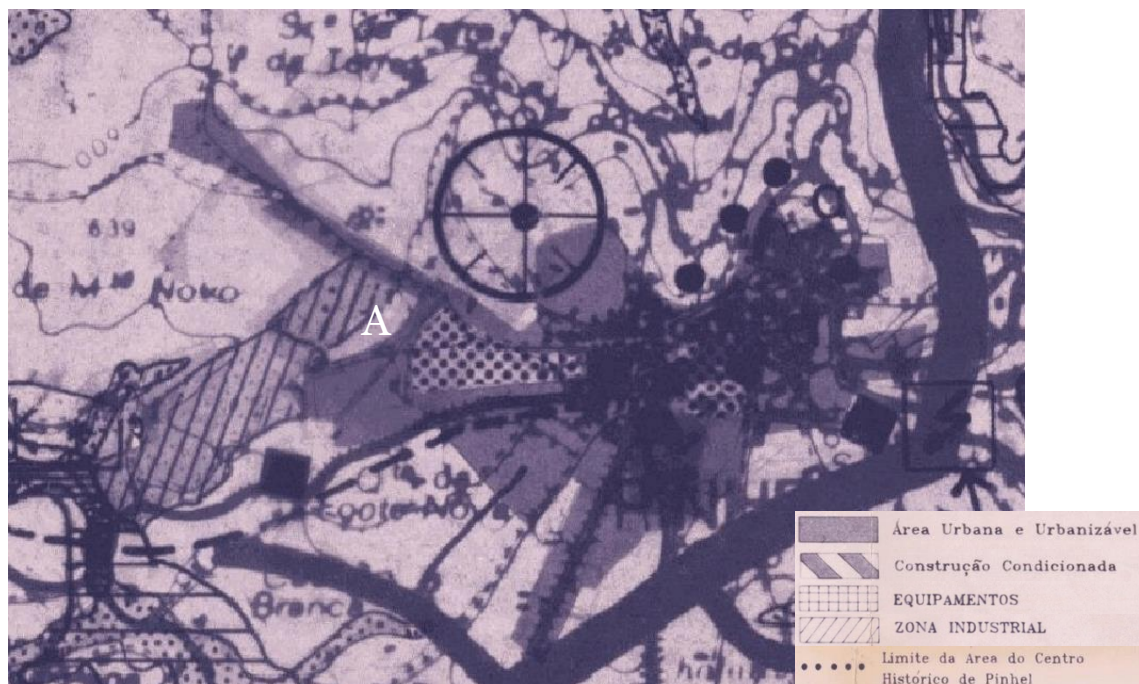


Figura 74 - Extrato da carta de ordenamento do PDM de Pinhel do perímetro urbano de Pinhel, 1995.

²⁷ aparentemente (dada a má qualidade gráfica), a planta de ordenamento do PDM apresenta uma zona agrícola (A) com 2.12 ha que se entende ser um erro de cartografia, pois o artigo 28.º do Decreto Lei n.º 69/90, de 2 de março não admite de forma explícita a classe de espaços agrícola dentro dos perímetros urbanos.

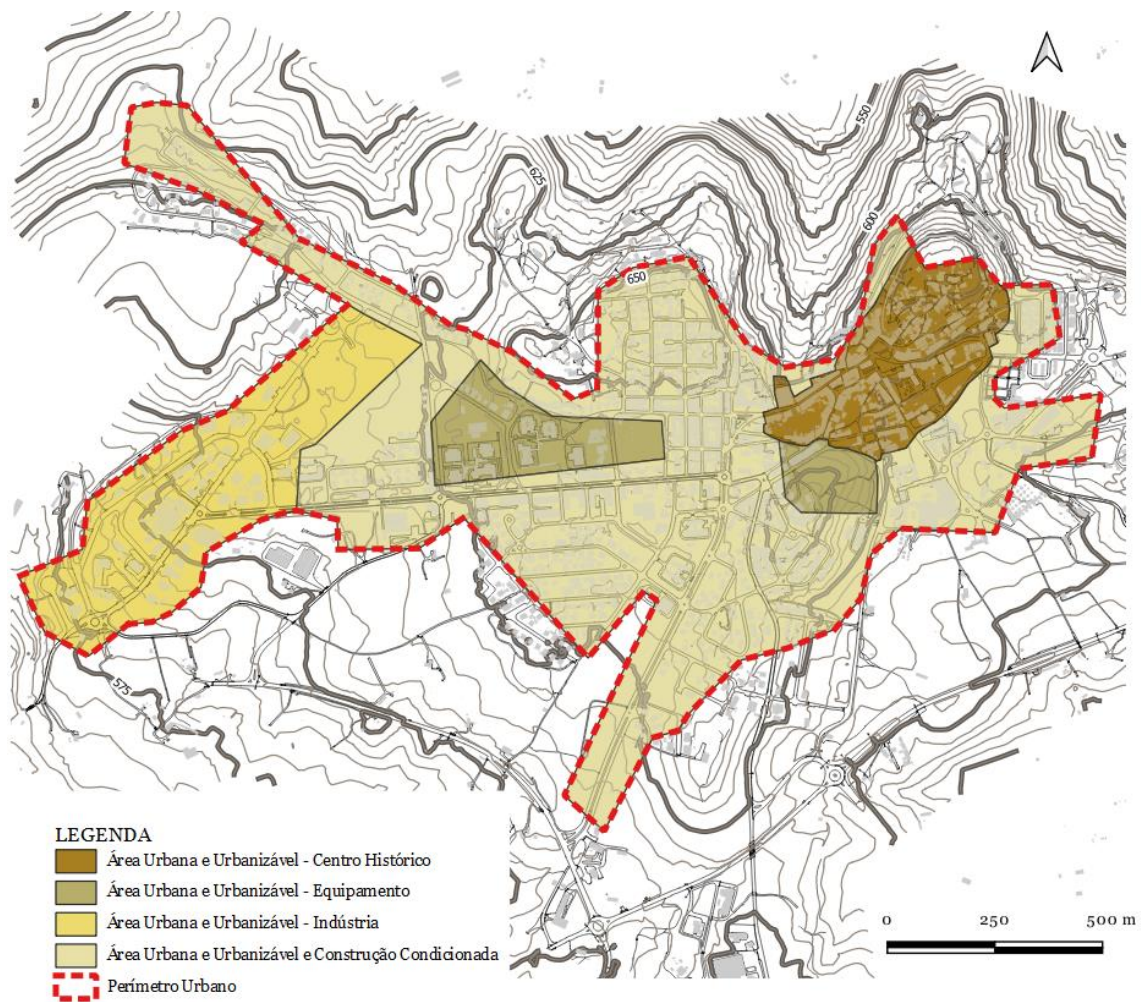


Figura 75 - Classes de espaço e categorias de uso do solo no perímetro urbano de Pinhel.
 Fonte: Com base em CRUS.

Tabela 33 - Quantificação entre classes de espaço dentro no perímetro urbano de Pinhel.

	Hectares	%
Área urbano e urbanizável - centro histórico	14.81 ha	10%
Área urbano e urbanizável - equipamento	11.81 ha	8%
Área urbano e urbanizável - indústria	25 ha	18%
Área urbano e urbanizável e construção condicionada	91.96 ha	64%
$\Sigma=$	143.58 ha	

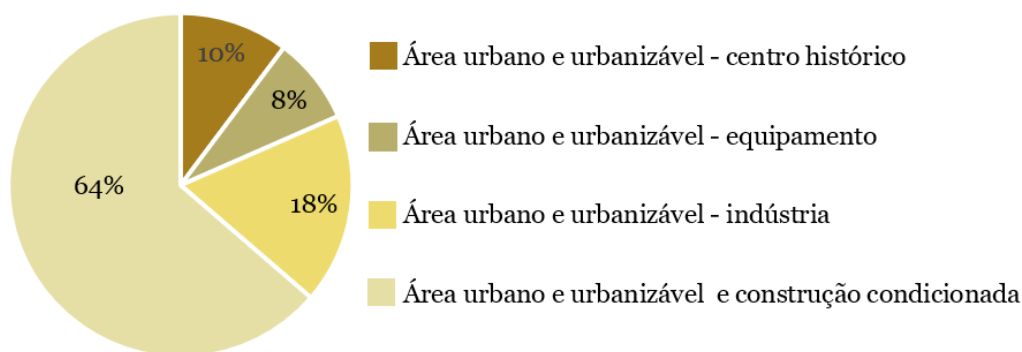


Gráfico 39 - Proporcionalidade entre classes de espaço dentro do perímetro urbano de Pinhel.

3.6.2. Áreas urbanas excedentárias: diagnóstico e proposta

Os vazios excedentes de Pinhel representam 20% (27.91 ha) do perímetro urbano, 1% (2.03 ha) são vazios urbanos úteis correspondentes ao Parque Municipal da Trincheira e 1% (1.89 ha) representam a vias de comunicação e as edificações dispersas (tabela 34, gráfico 40 e figura 76).

Tabela 34 - Quantificação dos vazios e área consolidada no perímetro urbano de Pinhel.

	Hectares	%
Área Consolidada	<u>111.75</u> ha	<u>78%</u>
Vazios Urbanos Úteis	<u>2.03</u> ha	<u>1%</u>
Vazios excedentes	<u>27.91</u> ha	<u>20%</u>
Vias de comunicação e edificação dispersa	<u>1.89</u> ha	<u>1%</u>
$\Sigma =$	143.58 ha	

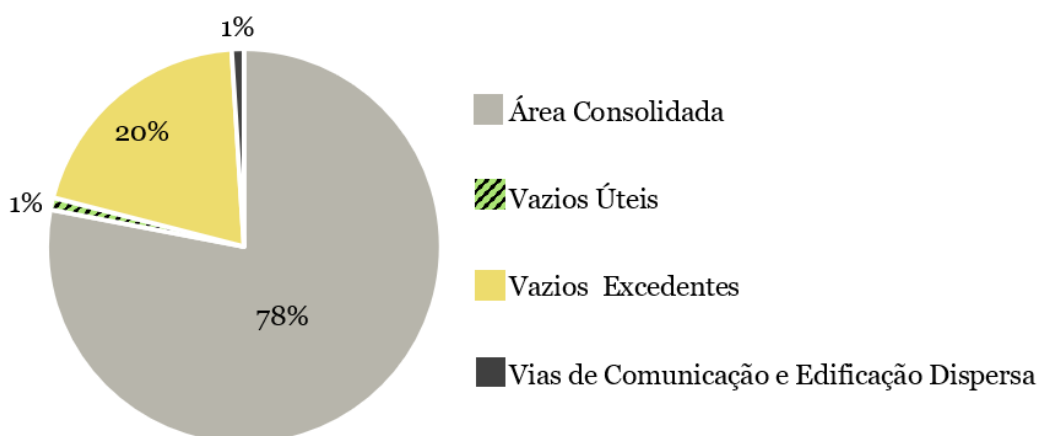


Gráfico 40 - Proporcionalidade dos vazios e área consolidada do perímetro urbano de Pinhel.

Os vazios excedentes (tabela 35 e gráficos 41 e 42) na categoria de construção condicionada são 75% (20.91 ha) do total, dos quais 16.14 ha (77%) são ocupados por agricultura, floresta 9% (1.8 ha), matos 8% (1.62 ha) e pastagens 6% (1.35 ha). Na

categoria de indústria registam-se vazios excedentes em 5.33 ha (19% do total), ocupados por agricultura em 81% (4.3 ha), matos em 13% (0.69 ha), floresta com 5% (0.28 ha) e 1% (0.06 ha) de pastagens. O centro histórico e os equipamentos repartem entre si 6% (0.88 ha e 0.74 ha respetivamente) dos vazios excedentes e em ambos os casos a ocupação que neles se observa é agrícola (gráfico 42 e figura 77). Em suma, somando todos os vazios excedentes conclui-se que têm uma ocupação maioritariamente agrícola (79%), localizados nas franjas do perímetro urbano, pelo que é de ponderar a sua devolução ao espaço rústico em sede de revisão do PDM.

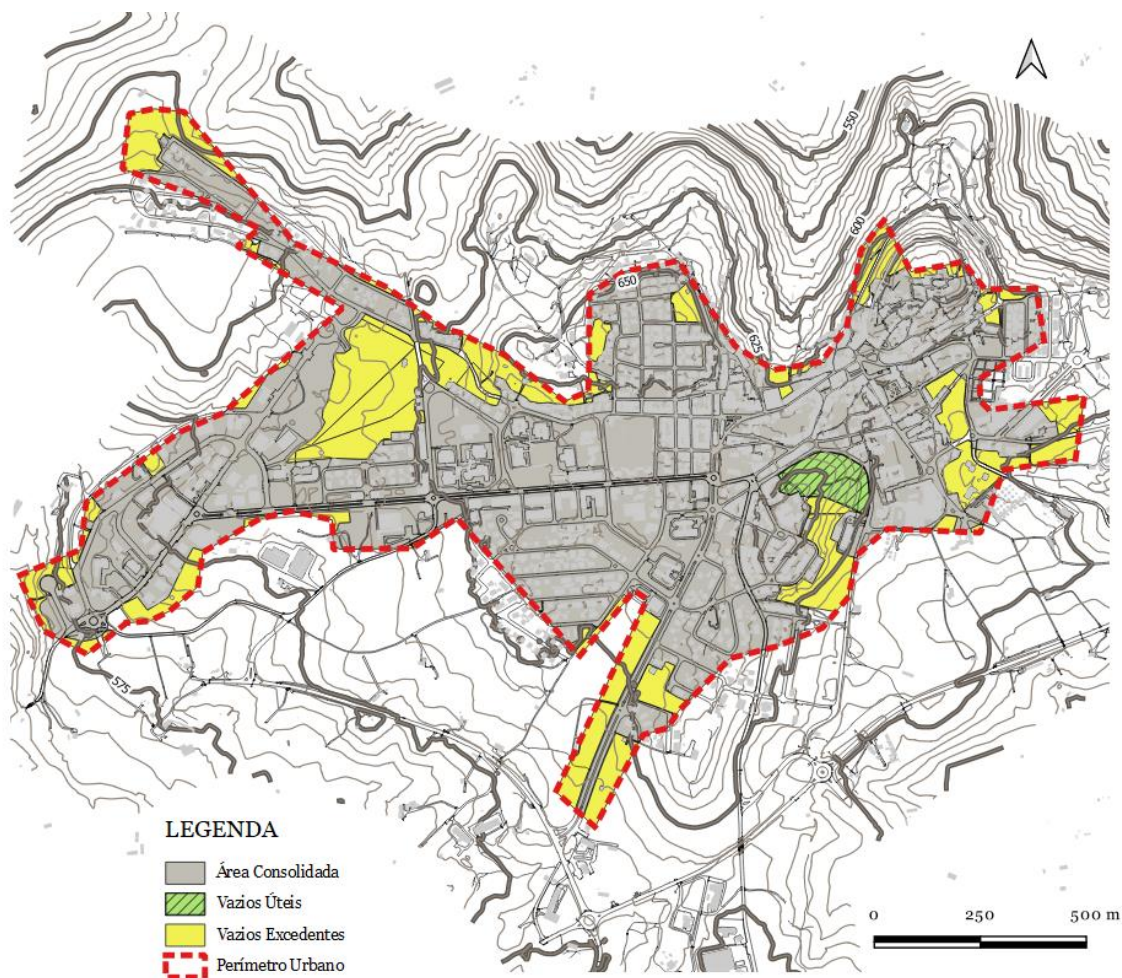


Figura 76 - Vazios e área consolidada no perímetro urbana de Pinhel.

Tabela 35 - Quantificação das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel.

	Hectares	%
Urbano e - centro histórico	0.88 ha	3%
Urbano e Urbanizável - equipamento	0.74 ha	3%
Urbano e Urbanizável - Indústria	5.33 ha	19%
Urbano e Urbanizável e construção condicionada	20.96 ha	75%
	27.91 ha	

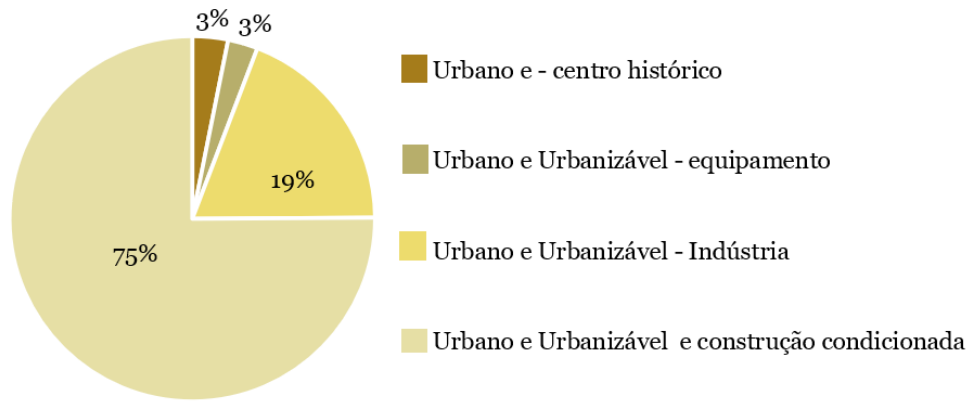


Gráfico 41 - Proporcionalidade das classes do espaço em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel.

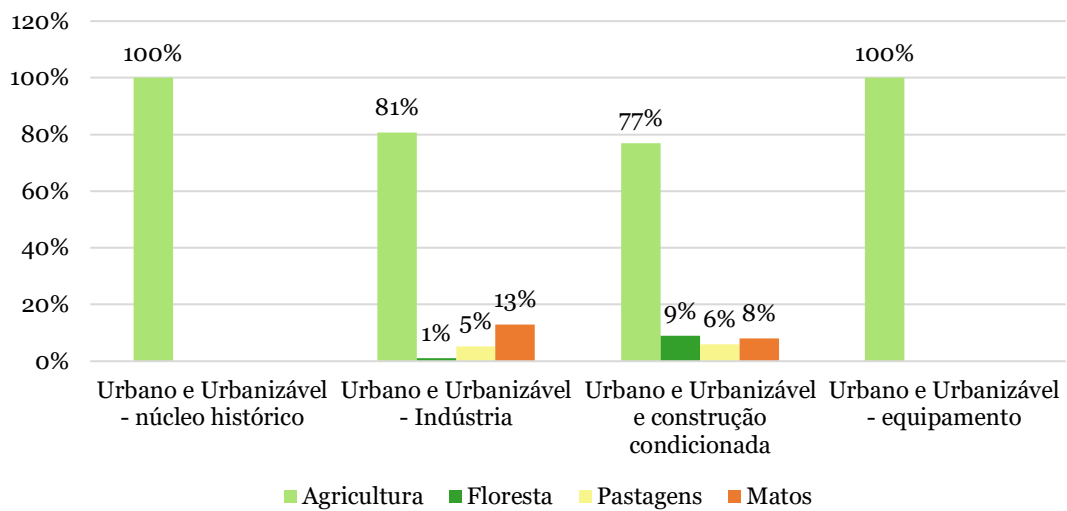


Gráfico 42 - Quantificação de ocupação do solo nas classes de espaços em vazios excedentes do perímetro urbano de Pinhel.

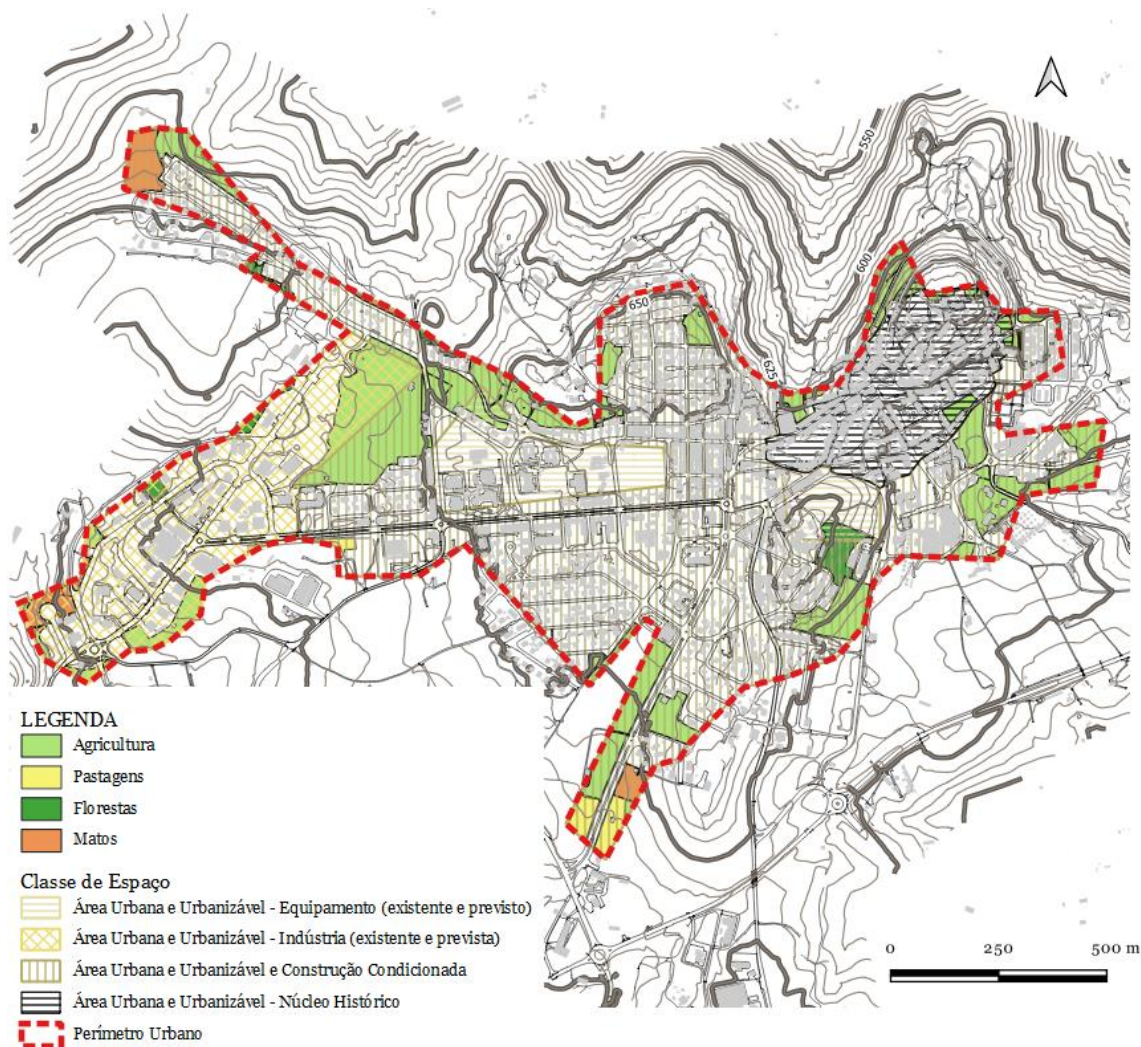


Figura 77 – Tipo de ocupação rústica e classe do espaço no perímetro urbano de Pinhel.
 Fonte: Com base na COS 2018- DGT.

Verifica-se (tabela 36, gráfico 43 e figura 78) que a maioria, 4/5 dos vazios excedentes, é desfavorável à urbanização em termos de declive, 54.5% (15.23 ha) são maus e 24.4% (6.8 ha) muito maus. Apenas 1/5 possuem características favoráveis à urbanização, boas (16.6% ou seja 4.63 ha), muito boas (2.7% ou seja 0.76 ha) e médias (1.8% ou seja 0.5 ha).

Tabela 36 - Quantificação dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel

	Hectares		%	
[0-2%] - Médio à urbanização	0.5	ha	1.8%	
[2-3%] - Muito bom à urbanização	0.76	ha	2.7%	
[3-5%] - Bom à urbanização	4.63	ha	16.6%	
[5-8%] - Mau à urbanização	6.8	ha	24.4%	
[8-12%] - Muito mau à urbanização	15.23	ha	54.5%	
Σ=	27.92	ha		

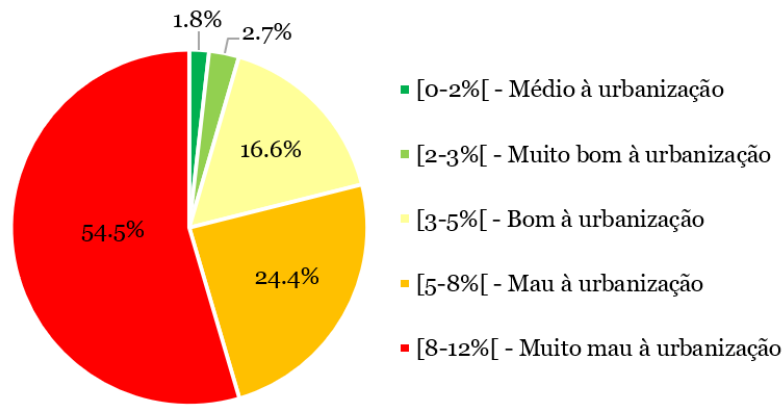


Gráfico 43 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel.

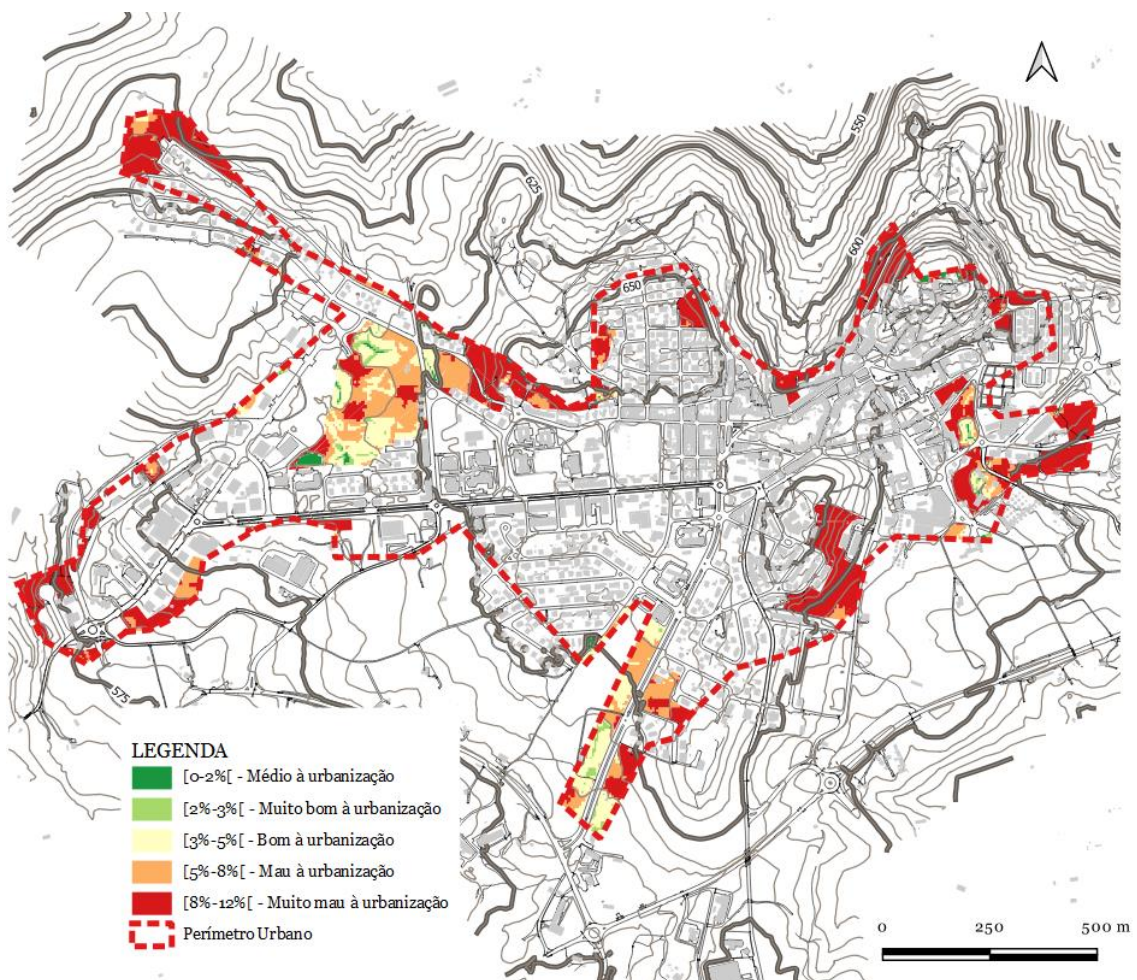


Figura 78 - Planta de declives em vazios excedentes no perímetro urbano de Pinhel.

Observa-se ainda, que os vazios excedentes com ocupação agrícola (tabela 37, gráfico 44, figuras 79 e 80), registam declives muito maus e maus à urbanização correspondem a 52.1% (11.9 ha) e 26% (5.94 ha) respetivamente, maioritariamente localizados na periferia do perímetro urbano, em zonas de construção condicionada. Os locais com

declives favoráveis à urbanização são apenas 16.9 % bons, 2.8% muito bons e 2.2% médios.

Tabela 37 - Quantificação dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Pinhel.

	Hectares		%
[0-2%[- Médio à urbanização	0.47	ha	2.2%
[2-3%[- Muito bom à urbanização	0.65	ha	2.8%
[3-5%[- Bom à urbanização	3.86	ha	16.9%
[5-8%[- Mau à urbanização	5.94	ha	26.0%
[8-12%[- Muito mau à urbanização	11.9	ha	52.1%
$\Sigma =$	22.82	ha	

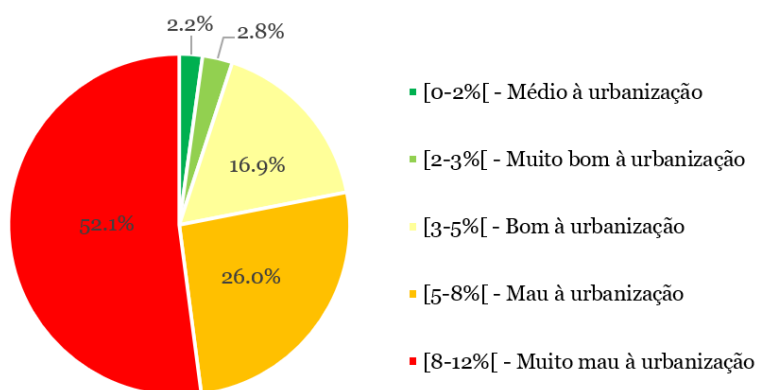


Gráfico 44 - Proporcionalidade dos declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Pinhel.

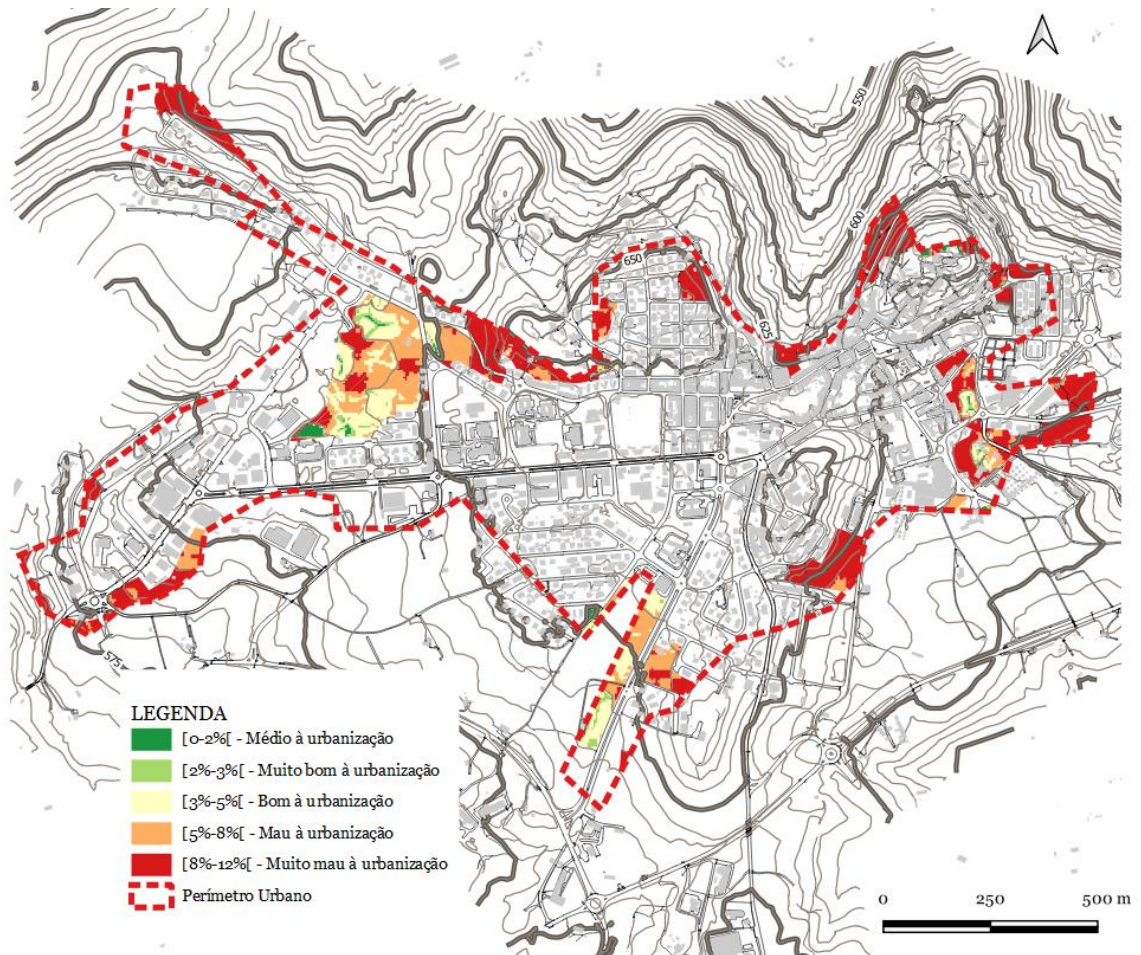


Figura 79 - Planta de declives em vazios excedentes com ocupação agrícola no perímetro urbano de Pinhel.



Figura 80 – Categoria de espaço urbanizável afeto à ocupação agrícola no perímetro urbano de Pinhel.

4. Síntese

Conforme se pôde constatar, a informação base ao estudo deste capítulo centrou-se em: 1) informação geográfica em código aberto²⁸ em formato vetorial; 2) cartografia em formato *raster* proveniente dos PDM em análise; 3) cartografia em formato vetorial (escala 1:10.000)²⁹; 4) ortofoto obtido pelo drone para Belmonte com recurso ao *software* Agisoft Photoscan®.

Conclui-se do ponto 2 que nos estudos de caso, o Plano Diretor Municipal continua a ser o instrumento regulador na definição dos usos do solo. Todos foram aprovados entre 1994-1996, sendo o mais antigo o de Almeida (1994) e o menos antigo (1996) o de Belmonte. Por fim, refira-se que os PDM de Almeida e Pinhel, mantêm-se fiéis às suas primeiras versões (sem nenhuma alteração). Por conseguinte, os seus conteúdos estão absolutamente obsoletos face à realidade territorial e urbanística hodierna. Os restantes PDM sofreram alterações pontuais ou por adaptação a outros planos de hierarquia superior ou por questões de regularização de atividades económicas.

Tabela 38 – Análise comparativa das classes de espaço incluídas nos perímetros urbanos em análise.

	Perímetro Urbano					
	Almeida	Belmonte	Celorico da Beira	Figueira de Castelo Rodrigo	Mêda	Pinhel
Área Urbana e Urbanizável	x					x
Área de Salvaguarda Estrita	x					
Espaço Urbano		x	x	x	x	
Espaço Urbanizável		x	x	x	x	
Espaço Industrial		x			x	

Uma análise comparativa (tabela 38) entre os seis casos permite concluir que, de acordo com os respetivos PDM, os perímetros urbanos de Almeida e Pinhel possuem uma única classe de espaço, área urbana e urbanizável. Consequentemente, não distinguem a área consolidada das áreas de expansão urbana. Os restantes PDM separam as classes de espaço urbano e de espaço urbanizável. Por último, verifica-se que os PDM de Belmonte e Mêda são os únicos que propõem a atividade industrial como classe de espaço do

²⁸ acedido pelo serviço WMS: a Carta de Ocupação e Uso do Solo para 2018 (COS2018) e a Carta do Regime do Uso do Solo.

²⁹ cedida pela AMCB.

perímetro urbano. Por outro lado, conclui-se que o perímetro urbano de Mêda é o único que inclui condicionantes aos usos do solo, neste caso a reserva agrícola nacional.

Dos seis estudos de caso, verifica-se que a cidade de Pinhel tem sido a que regista maior sucesso no preenchimento do perímetro urbano, com uma área consolidada de 78%, seguido de Almeida e Figueira de Castelo Rodrigo, ambos com 49%, Mêda com 43%, Celorico da Beira 26% e, por fim, Belmonte com 23% (tabela 39). Pode concluir-se que os casos de Celorico da Beira e Belmonte possuem maiores superfícies de vazios excedentes, 65% e 63% (tabela 39) respetivamente e que, paralelamente, incluem maiores extensões 92.3% e 96.2% (tabela 40), respetivamente, de declives superiores a 5% (tabela 40) não aptos à urbanização (soma dos maus e muito maus). Figueira de Castelo Rodrigo é o que oferece melhores condições à urbanização com 79,6% dos vazios excedentes com declives inferiores a 5%. O perímetro urbano de Pinhel com 20% (tabela 39) é o que apresenta menor extensão de vazios urbanos, ao passo que Figueira de Castelo e Pinhel possuem os vazios urbanos com maior ocupação agrícola, 91% e 79% respetivamente (tabela 41).

Poder-se-á também concluir (tabela 39) através da análise comparativa dos estudos de caso que os espaços vazios urbanos estão presentes com alguma relevância em todos os perímetros urbanos. A situação menos grave é a de Pinhel onde apenas 1/3 da superfície de todo o perímetro urbano se encontra nesta situação. Nas restantes, os vazios urbanos representam mais de metade do perímetro urbano dos PDM, decorridas quase três décadas da sua delimitação. As situações mais graves ocorrem em Celorico da Beira e Belmonte, onde mais de 60% do perímetro urbano não cumpriu a função para a qual foi definida no PDM.

Tabela 39 – Percentagem de vazios excedente nos perímetros urbanos dos PDM em análise.

	Vazios Urbanos Excedentes %	Área Urbana Consolidada %	Área do perímetro urbano (ha)
Almeida	33%	49%	172.45
Belmonte	63%	23%	316.8
Celorico da Beira	65%	26%	438.78
Figueira de Castelo Rodrigo	49%	49%	222.46
Mêda	54%	43%	299.76
Pinhel	20%	78%	143.58

Por outro lado (tabela 39), os casos onde a presença de vazios urbanos é mais relevante (Celorico da Beira e Belmonte) são também os que apresentam maior dimensão desses

perímetros (438.78 ha e 316.8 ha, respetivamente). Do lado oposto, situa-se o caso de Pinhel cuja menor percentagem de vazios urbanos coincide também com o perímetro urbano de menor dimensão (143.58 ha) entre os estudos de caso. Um olhar comparativo mais pormenorizado dos espaços vazios excedentes (tabela 41) permite afirmar que a ocupação agrícola é a mais expressiva em todos os casos, exceto em Almeida onde rivaliza com as pastagens. Em metade dos casos (Celorico da Beira, Pinhel e Figueira de Castelo Rodrigo), corresponde a uma percentagem elevada (63%, 79% e 91%, respetivamente) do perímetro urbano. Por outro lado, os matos que se consideram ser o tipo de ocupação menos intencional ocupam cerca de 1/3 quer em Belmonte (25%) quer em Mêda (31%), os casos mais relevantes.

Tabela 40 - Declives nos vazios excedentes dos perímetros urbanos dos PDM em análise.

	[0%-2%[Médio à urbanização	[2%-3%[Muito bom à urbanização	[3%-5%[Bom à urbanização	Σ	[5%-8%[Mau à urbanização	[8,12%[Muito mau à urbanização	Σ
Almeida	2.0%	11.4%	26.2%	39.6%	23.1%	37.3%	60.4%
Belmonte	0.4%	0.4%	3.0%	3.8%	11.5%	84.7%	96.1%
Celorico da Beira	1.0%	1.5%	5.2%	7.7%	14.0%	78.3%	92.3%
Figueira de Castelo Rodrigo	17.7%	33.8%	28.1%	79.6%	14.0%	6.4%	20.4%
Mêda	7.1%	3.3%	13.2%	23.6%	33.8%	42.6%	76.3%
Pinhel	1.8%	2.7%	16.6%	21.1%	24.4%	54.5%	78.9%

Tabela 41 - Tipos de ocupação dos vazios excedentes nos perímetros urbanos dos PDM em análise.

	Agricultura	Floresta	Pastagens	Matos
Almeida	48%	0%	49%	3%
Belmonte	45%	29%	1%	25%
Celorico da Beira	63%	22%	3%	12%
Figueira de Castelo Rodrigo	91%	3%	0%	6%
Mêda	44%	17%	8%	31%
Pinhel	79%	5%	8%	8%

Em suma, espera-se uma redução dos perímetros urbanos das sedes de concelho analisadas, capaz de consolidar e garantir a continuidade da malha urbana, aproveitar as infraestruturas existentes e promover com maior eficácia ações de valorização urbana. Como refere J. Carvalho, a continuidade edificatória que caracteriza os territórios urbanizados traduz-se, quase sempre, na inexistência no seu interior de áreas não edificadas, de uso ainda agrícola ou florestal [118].

Conclusões

Conforme debatido no Capítulo I, à luz do quadro legal vigente dos instrumentos de gestão territorial, existem duas classificações: solo como urbano e solo como rústico. A figura de espaço urbanizável constante nos vários PDM da primeira geração desaparecerá com a obrigatoriedade de adaptação às novas regras. Ora, os espaços urbanizáveis do perímetro urbano que correspondam a vazios excedentes serão reclassificados como solo rústico. Em territórios com recessão demográfica e de vazios excedentes, como os analisados, dificilmente haverá situações de reclassificação do solo rústico em urbano. Pela abordagem do ponto 2.3 do Capítulo I, conclui-se que as áreas urbanas excedentárias ou vazios excedentes respeitam a superfícies que em geral não estão ocupadas, nem por edificações, nem por outras infraestruturas urbanas. No caso de estarem incluídas em restrições de utilidade pública, como o exemplo da RAN (diagnosticado em Mêda no ponto 3.5 do Capítulo IV) e em locais não periféricos, entende-se poderem vir a integrar a estrutura ecológica do sistema urbano (categoria de uso do solo dos espaços urbanos).

Como se pode concluir do Capítulo II, os SIG aparecem como poderosos instrumentos de apoio à tomada de decisão, capazes de armazenar e gerir informação geográfica e alfanumérica de uma forma interligada e estruturada. Os dados georreferenciados são uma chave no Plano Diretor Municipal digital, para uma maior qualidade dos instrumentos de gestão territorial em geral, com representação mais rigorosa da realidade. O recurso aos WebSIG garante maior transparência e satisfação na relação entre as autoridades locais e os cidadãos, permitindo dar a conhecer as regras de edificação e urbanização emanados no e-PDM, com recurso a um acesso prático e fácil na ótica do utilizados acerca dos conteúdos deste plano. Como se constatou no Capítulo II, a evolução tecnológica associada ao *software* da fotogrametria e *hardware* dos drones introduz um elevado grau de inovação no tratamento e análise dos dados, que informam os conteúdos dos instrumentos de gestão territorial, pela obtenção de cartografia digital atualizada com rápido processamento e baixo custo. Como demonstrado com o exemplo de Belmonte, através do drone foi possível obter o ortofoto da área urbana com a excelente resolução de 5 cm/pixel. Nem a ausência momentânea de uma fiada de imagens, devido à falha de sinal do drone, impediu o processamento fotogramétrico completo. Dos vários cenários de verificação de erros residuais apresentados, conclui-se que, em termos planimétricos, quanto mais pontos de verificação forem utilizados, menor será o erro residual com valores inferiores a 5 cm. Ora, o controlo de qualidade

obtido pelo *software* de processamento fotográfico Agisoft PhotoScan® demonstrou-se fiável, não sendo necessário o recurso a outras ferramentas de verificação.

Pelo diagnóstico efetuado no Capítulo III conclui-se que os territórios de baixa densidade do Interior de Portugal refletem uma diminuição crónica e acentuada da população (cada vez mais envelhecida), na ordem dos -30% em média, nos últimos 20 anos nas seis áreas urbanas analisadas. Contudo, o aumento do número de edifícios tem sido gradual em todos eles, com períodos de crescimento ora mais acelerados ora mais comedidos. A este propósito, sugere-se como trabalhos futuros, proceder ao diagnóstico do parque habitacional existente de modo a identificar o que está devoluto, e que, consequentemente, corroborará a necessidade de reduzir os perímetros urbanos.

Pelo exposto no Capítulo IV conclui-se que de acordo com os respetivos PDM, os perímetros urbanos de Almeida e Pinhel possuem uma única classe de espaço, área urbana e urbanizável, não distinguindo a área consolidada das áreas de expansão, e que Belmonte e Mêda são os únicos que propõem a atividade industrial como classe de espaço do perímetro urbano.

O intuito de reduzir os vazios nos perímetros urbanos sobredimensionados, de valorizar a gestão dos recursos existentes, de promover o desenvolvimento sustentável ou de recuperar o património edificado nas áreas consolidadas há muito que ocupam o topo da agenda urbanística em Portugal. Contudo, não escasseiam os estudos académicos que afirmam de modo mensurável tais problemáticas. Consequentemente, os resultados alcançados nesta tese são absolutamente inovadores e não desprovidos de interesse científico. Neste sentido, conclui-se que a cidade de Pinhel tem sido a que tem vindo a registar o maior sucesso no preenchimento do perímetro urbano, com uma área consolidada de 78%. Paralelamente, (como se verificou no ponto 2 do Capítulo III), é a única que apresenta uma densidade populacional acima dos 3000 hab/km² no espaço urbano consolidado. Nos demais casos, este valor nem sequer atinge metade da superfície do perímetro urbano definido nos respetivos PDM. Almeida e Figueira de Castelo Rodrigo com 49%, Mêda com 43% e Celorico da Beira e Belmonte com apenas ¼ dos seus espaços urbanos já consolidados, 26% e 23% respetivamente.

Outra conclusão inédita, tendo em consideração os seis casos, é a constatação de que as áreas urbanas excedentárias são diretamente proporcionais à dimensão dos perímetros urbanos. Quanto maiores são os perímetros urbanos, maior percentagem se verifica de vazios excedentes. Observou-se que a cidade de Pinhel possui o perímetro urbano menor (143.58 ha) entre os casos e apresenta também a menor percentagem de vazios urbanos,

cerca de 20%, ao passo que Celorico da Beira é o que tem um perímetro urbano de maior dimensão (438.78 ha) e a maior representatividade de vazios excedentes a ocuparem 65% de toda a vila.

Se por um lado, as áreas urbanas mais íngremes são, em geral, as menos procuradas para a urbanização, nomeadamente quando existem outros terrenos livres mais planos para este fim, o diagnóstico efetuado no ponto 3 do Capítulo IV, evidencia que os seis estudos de caso têm em média cerca 2/3 (71%) dos vazios excedentes situados em zonas com declives superiores a 5%, considerados maus ou muito maus à urbanização. Neste sentido, uma das medidas mais urgentes é a adaptação dos perímetros urbanos à topografia, excluindo as zonas inaptas para urbanizar. Ora, o conhecimento produzido nesta matéria nesta tese permitirá informar quais os espaços dos perímetros urbanos em encostas íngremes, que foram efetivamente urbanizados, e quais permanecem à espera, como vazios urbanos.

Para além da sua quantificação, localização ou expressividade no contexto do perímetro urbano, esta tese levou mais adiante o estudo das áreas urbanas excedentárias. O objetivo traçado foi identificar as suas características também em termos de ocupação do solo, de modo a perceber se se tratava de zonas realmente vazias (desprovidas de qualquer tipo de ocupação), ou se, pelo contrário, tinham algum tipo de utilização pelas populações residentes. Assim, verifica-se que nos designados espaços vazios excedentes a ocupação agrícola é a mais expressiva em cinco estudos de casos (com o máximo na vila de Figueira de Castelo Rodrigo, onde representa 91%), excluindo-se Almeida onde rivaliza (meio por meio) com as pastagens.

Torna-se inequívoco, pelos resultados aqui alcançados, que em territórios do Interior do país, com tendências demográficas recessivas, a existência de vazios urbanos constitui um fator que não contribui para a qualificação dos espaços urbanos. A fim de assegurar a continuidade do tecido urbano e a utilização das infraestruturas existentes, os vazios urbanos devem ser excluídos dos perímetros urbanos. O processo de revisão em curso dos planos diretores é a oportunidade para que tal se realize, sugerindo-se uma abordagem conjunta que interligue a evolução demográfica com os vazios urbanos, através dos conteúdos dos e-PDM adequados às características territoriais reais. Desta forma, é necessário que os perímetros urbanos reflitam a realidade local em prol da continuidade e sustentabilidade urbana.

Como trabalhos futuros e entre as inúmeras ações oportunas no âmbito da temática e dos estudos de caso em análise, destacam-se duas tarefas, consideradas particularmente relevantes.

A primeira tarefa diz respeito à utilização do drone como ferramenta metodológica que permite a recolha de informação fotográfica aérea acerca dos tipos de ocupação do solo, de modo informar a definição das classes e categorias de usos do solo, nomeadamente dentro dos perímetros urbanos. Esta metodologia utilizada, no caso exemplar do perímetro urbano de Belmonte, deverá ser aplicada também aos restantes estudos de caso, de modo a permitir a produção cartográfica rigorosa, atualizada e em suporte digital, essencial aos futuros e-PDM. Por outro lado, sugere-se como aspeto a melhorar na utilização desta técnica a realização do controlo de qualidade planimétrica e altimétrica, na escolha dos pontos de verificação, identificáveis tanto no terreno como no ortofotomosaico (montagem das várias fotografias). Isto porque uma das aprendizagens a retirar da aplicação do drone a Belmonte advém da opção de terem sido selecionados pontos de verificação junto a lancis (com diferenças de cota entre a base e o topo de cerca de 12 cm), prejudicando o controlo de qualidade (descrito no ponto 2.4 do Capítulo II). Assim, é conveniente na utilização do drone que a escolha de pontos de verificação seja efetuada, por exemplo, sobre pinturas da rede viária (com contraste claro de cor branco/preto), ficando bem identificáveis quer no terreno quer no ortofotomosaico.

A segunda tarefa prende-se com a urgência dos municípios, em especial em territórios de baixa densidade como os das Beiras e Serra da Estrela, procederem ao levantamento do cadastro predial de modo rigoroso, atualizado e em suporte digital, informação esta essencial nos futuros e-PDM, em particular nos perímetros urbanos. O cadastro predial permitirá analisar em pormenor as áreas urbanas, os seus limites e informar acerca da decisão sobre quais devem permanecer nesta classe de espaço ou ser reclassificadas em solo rústico. Por outro lado, a disponibilização desta informação em suporte digital, e-Plataforma, municípios permitirá o acesso aos conteúdos dos instrumentos de gestão territorial em tempo útil.

Por fim, espera-se que os resultados alcançados com esta tese possam vir a informar os municípios em geral e os estudos de caso em particular sobre os perímetros urbanos. Contribuirão para promover espaços urbanos com delimitações rigorosas, oportunas e aptas a responder às necessidades quer das populações, quer da administração municipal, no âmbito dos processos de revisão do PDM em curso.

Bibliografia

- 1 Gonçalves, O. & Virtudes, A.. “Smart Urban Planning at Local Scale: e-Master” Plan, STARTCON19 - Internacional Doctorate Students Conference + Wokshop in Civil Engineering, University of Beira Interior, 26-28 June 2019, Covilhã, 2020. DOI 10.18502/keg.v5i5.6943.
- 2 Diário da República. Lei n.º 31/2014, de 30 de maio. Diário da República n.º 104, I Série, 2988–3003. (Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos de Ordenamento do Território e de Urbanismo).
- 3 Diário da República. Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio. Diário da República n.º 93, I Série, 2469–2512.
- 4 XXI Governo Constitucional - República Portuguesa.
<https://www.portugal.gov.pt/pt/gc21/comunicacao/comunicado?i=novo-programa-nacional-da-politica-do-ordenamento-do-territorio-entra-em-vigor>.
- 5 Oliveira, F. P. (2017). Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial - Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio - Comentado (Edições Almedina (ed.)).
- 6 Diário da República. Decreto-Lei n.º 400/84, de 31 de dezembro, Diário da República n.º 301/1984, Série I de 1984-12-31, páginas 3946 – 3960.
- 7 Diário da República. Decreto-Lei n.º 69/90, de 2 de março, Diário da República n.º 51/1990, Série I de 1990-03-02.
- 8 Diário da República. Decreto Regulamentar n.º 15/2015 de 19 de agosto. Diário da República n.º 161, I Série, 6137–6143.
- 9 Diário da República. Decreto-Lei nº 380/99 de 22 de setembro, Diário da República n.º 222/1999, Série I-A de 1999-09-22, páginas 6590 – 6622.
- 10 Diário da República. Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, Diário da República n.º 184/1998, Série I-A de 1998-08-11, páginas 3869 – 3875.

- 11 Reis, João Pereira & Loureiro, Margarida (2002). “Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (Decreto-Lei n.º 555/99 , de 16 de Dezembro): Anotado” (Edições Almedina (ed.)), Coimbra.
- 12 Pais, C., & Carvalho, J. (n.d.). (2013) “Monitorização de processos de execução urbanística”. 2.º Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono (13 a 15 Marco de 2013); 1–12.
https://ria.ua.pt/bitstream/10773/10594/1/Pais_Boo6cihelo2.pdf
- 13 Virtudes, A. (2019). Urban Rehabilitation: A Glimpse from the Spatial Planning Law. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471(8).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/8/082032>
- 14 Gonçalves, O., & Virtudes, A. (2021). “Urban perimeters issues in low-density areas”. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1203(3), 032065.
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/1203/3/032065>
- 15 Diário da República. Decreto Regulamentar n.º 5/2019. Conceitos Técnicos. Diário da República n.º 186/2019, Série I de 2019-09-27, páginas 7 – 121
- 16 CCDRC. (2011). Proposta de PROT-CENTRO.
http://www.ccdrc.pt/index.php?option=com_docman&view=download&id=1846&Itemid=739
- 17 Ferreira, J. A. & Condessa, B. (2012). “Defining expansion areas in small urban settlements - An application to the municipality of Tomar (Portugal)”. *Landscape and Urban Planning*, 107(3), 283–292.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.008>
- 18 Dittmar, A. C. C. (2006). “Paisagem e morfologia de vazios urbanos: análise da transformação dos espaços residuais e remanescentes urbanos ferroviários em Curitiba – PR”, (dissertação de mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.
- 19 Janeiro, P. A. (2009). “Cheios inúteis: a imagem do vazio na cidade.”, *Artitextos*, (8), 181-193.
<http://hdl.handle.net/10400.5/1488>

- 20 CCDR-LVT. (2016). “Classificação do Solo e Urbanismo. In Atas de Comunicações Classificação do Solo e Urbanismo.”
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:WPzZNN_GX-UJ:www.ccdr-lvt.pt/uploader/index.php%3Faction%3Ddownload%26field%3Dhttp://www.ccdr-lvt.pt/files/2cd2300778f2f41df7e3e2863742e05fae4044ad.pdf%26fileDesc%3DATas-Classif_Solo_Final_out_2016+&cd=
- 21 Lee, S. J., & Hwang, S., & Lee, D. (n.d.). “Urban Voids: As a Chance for Sustainable Urban Design. True Smart and Green City? Proceedings of the 8th Conf. Int. Forum Urban”. Published: 09 June 2015 by MDPI in 8th Conference of the International Forum on Urbanism (IFoU) session True Smart & Green Urban Design and Visions.
<https://doi.org/10.3390/ifou-D007>
- 22 Sousa, C. A. (2010). “Do cheio para o vazio: metodologia e estratégia na avaliação de espaços urbanos obsoletos”, (dissertação de mestrado), Universidade de Lisboa, Lisboa.
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/ma/dissertacao/2353642310053>
- 23 Portas, N. (2000). “Do vazio ao cheio: vazios e o planeamento das cidades”, Caderno de Urbanismo, n.º. 2.
<https://pt.scribd.com/document/281926629/PORTAS-Nuno-Do-Vazio-Ao-Cheio>
- 24 Borde, A.P.L. (2006). “Vazios urbanos: perspectivas contemporâneas” (tese de doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- 25 Nicolau, R., & Cavaco, C. (2018). “Automated delimitation of urban areas comprising small-sized towns – Comparison of two methodologies applied to mainland Portugal”. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 45(1), 180–201.
<https://doi.org/10.1177/0265813516668856>, pp.3
- 26 Oliveira, H. P. de (2015). “Modernidade e espaço urbano – vazios urbanos”. Universidade da Beira Interior, Covilhã.
https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/.../VF_1_HPO_TD_VAZIOS_URBANOS.pdf

- 27 Pardal, S. C. & Correia, P. V. D. & Lobo, M. C., (1998). “Normas Urbanísticas, Desenho Urbano, Apreciação de Planos, Perímetros Urbanos”, Volume II, Direção Geral do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Urbano & U. T. de Lisboa (eds.); 2a edição).
- 28 Gusmão, P. S. & Bovo M. C. (2019). “Análise dos impactos dos vazios urbanos na produção do espaço da cidade de Terra Boa (PR)”, *Brasil. Geografia (Londrina)*, 28(1), 81.; pp. 83.
<https://doi.org/10.5433/2447-1747.2019v28n1p81>
- 29 Kato, S. & Huang H. (2009). “Ventilation efficiency of void space surrounded by buildings with wind blowing over built-up urban area”, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 97, 358–367.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jweia.2009.05.003>.
- 30 Shach-Pinsly & D., Fisher-Gewirtzman, D. & Burt, M. (2011). “Visual exposure and visual openness: An integrated approach and comparative evaluation”, *Journal of Urban Design*, 16, 233–256.
<http://dx.doi.org/10.1080/13574809.2011.548979>.
- 31 Gomes, A. (2012). “De vazio urbano a bairro residencia: projecto de intervenção entre os ramais da estação, Covilhã”.
<https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/3599>
- 32 Costa, Lobo M. L. & Simões, Junior J. G. (2012). “Urbanismo de Colina. Uma tradição luso-brasileira”, Editora: IST Press, Instituto Superior Técnico. ISBN: 978-85-7916-072-1, 445.
- 33 Corrêa, R. (1989). “O Espaço Urbano”, In E. Á. S.A. (Ed.), Editora Ática, Série Princípios (Vol. 3).
<https://www.facebook.com/filosofiaesocio/photos/o-espaco%3%A7o-urbano-por-roberto-lobato-corr%C3%AAa-em-pdf-para-download-gratuito-link-do-1508142356160559/>
- 34 Sá, J., & Virtudes, A. (2017). Towards Rural Land Use: Challenges for Oversizing Urban Perimeters in Shrinking Towns. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 95(5).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/95/5/052016>

- 35 Craveiro, João Lutas & Almeida Isabel Duarte. (2013). “Uma conceção sobre os vazios urbanos e a reabilitação do natural: de espaços intersticiais a zonas de lazer e transição”. Cihel.
- 36 Carvalho J. & Oliveira F. P. (2015). “Classificação e reclassificação do solo urbano no novo quadro legal”. Encontro AD URBEM 2015, n.º 80, 19 a 36. http://www.ordenaracidade.pt/site/assets/files/2866/a_2016class_solo_jc_fpo.pdf
- 37 Branco, M. C., & Coito, A. (2011). “Servidões e restrições de utilidade pública. Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano”.
- 38 Costa, A. P. da C. (2000). “Direito dos solos e da construção as restrições por utilidade pública sobre a propriedade - Regime dos Solos - O Direito da Construção” (L. Minho (ed.)).
- 39 Diário da República. Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março, Diário da República n.º 63/2009, Série I de 2009-03-31, páginas 1988 – 2000, com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 199/2015, de 16 de setembro (Diário da República n.º 181/2015, Série I de 2015-09-16, páginas 8123 – 8140).
- 40 Diário da República. Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, aprova o Jurídico da Reserva Ecológica Nacional (RJREN), Diário da República n.º 162/2008, Série I de 2008-08-22, páginas 5865 – 5884, alterado pelo Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, Diário da República n.º 164/2019, Série I de 2019-08-28, páginas 60 – 118.
- 41 Severino, E. (2006). “SIG’s nas Autarquias Locais”, Universidade Nova de Lisboa.
<https://run.unl.pt/bitstream/10362/3633/1/TSIG0015.pdf>
- 42 Gonçalves, O., Gonçalves, J., Chmielewski, J., & Olenkiewicz-Trempała, P. (2021). Low-Cost Geographic Information System for Municipal Road Signs Management in Depopulated and Low-Density Areas. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1203(3), 032006.
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/1203/3/032006>

- 43 Gonçalves, O., & Belmonte, M. De. (n.d.). Sistema de Informação Geográfica na gestão e monitorização de sinalização vertical em zonas de baixa densidade. Caso de estudo : vila de Belmonte Geographic Information System in the management and monitoring of traffic signs in low density areas . Case study : Belmonte village.
- 44 Furtado, D. N. (2007). “Serviço de visualização de informação geográfica na WEB - A publicação do atlas de Portugal utilizando a especificação Web Map Service”. (dissertação), Universidade Nova.
<http://run.unl.pt/handle/10362/2606%5Cnhttp://run.unl.pt/bitstream/10362/2606/1/TSIG0020.pdf>
- 45 Tenedório, J. A. & Delgado Henriques, C. & Carlos Silva, J. (2004). “Municípios, Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica”.
https://doi.org/10.47907/clq2018_a04
- 46 S. Almeida. "Modelo de proposta para a divulgação de informação geográfica entre as autoridades locais" (tese de mestrado). Universidade do Minho.
<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8156/1/Tese.pdf>
- 47 Virtudes, A., & Sá, J. (2017). Approach of ICT Application to Governance in Urban Planning. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 245(5).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/5/052086>
- 48 Carvalho, J. Á. (2010). “Tecnologias e sistemas de informação: uma área científica orientada às necessidades de conhecimento dos profissionais envolvidos na contínua transformação das organizações através das tecnologias da informação”. Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência Da Informação.
<https://doi.org/10.5007/1518-2924.2010v15nesp2p1>
- 49 Gil, Fernando (2012). “Sistemas de Informação Geográfica aplicados à Rede Ferroviária”.
<https://pt.slideshare.net/FernandoGil/sistemas-de-informao-geografica-aplicados-rede-ferrovia-15714190>
- 50 Polidoro, M. & Barroa, M. V. F.. “Utilização de Geotecnologias no suporte a gestão de políticas públicas”. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos

Brasileiros, Seção Três Lagoas - (ISSN 1808-2653), n. 11, p. 81-98, 1 maio 2010.

<https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/656>

- 51 Cunha, Sara. (2009). “O SIG ao serviço do ordenamento serviço do ordenamento do território: modelo de implementação: Trabalho de Projecto aplicado ao Município de Felgueiras”.

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/20358/2/mestsaracunhasig000085086.pdf>

- 52 Nossa, Paulo. (2005). “Abordagem geográfica da oferta e consumo de cuidados de saúde (tese de doutoramento), Universidade do Minho.

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/4379>

- 53 Pina, Maria F. (2000). “Armazenamento dos Dados em SIG”. In Carvalho, Marília S. & Pina, Maria F. & Santos, Simone M., Org.(2000) – Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, OPAS/OMS.

- 54 Anselin, L. (1995). “Local Indicators of Spatial Association–LISA”, *Geographical Analysis*, Vol. 27.

<https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>

- 55 Fischer, M. & Scholten H. J., & Unwin, D. (1996). “Spatial analytical perspectives on GIS. *Spatial Analytical Perspectives on GIS*”, Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9780203211779>

- 56 Davis, B. (2001). “GIS: A Visual Approach” 2nd Edition, Delmar Thomson Learning (ed.), ISBN 076682764X

- 57 Cunha, S. M. M. (2009). “O SIG ao Serviço do Ordenamento do Território: Modelo de Implementação - Trabalho de projeto aplicado ao Município de Felgueiras”.

<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/20358>

- 58 Gonçalves, O. & Virtudes, A. (2019). “E-City Planning: Geospatial Data Technologies”, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(2).

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/603/2/0220256>

- 59 Brito, E. P. P. de. (2011). “Publicação de Informação Geográfica na Web: Um Configurador assente em Software de Código Aberto”, Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
http://repositorio.ipv.pt/bitstream/20.500.11960/1554/1/Eugenio_Brito.pdf
- 60 Abrantes, G. 1998. “Sistemas de Informação Geográfica – Conceitos”.
<http://www.isa.utl.pt/dm/sig/sig/SIGconceitos.html>
- 61 ASPRS. (2009), “Guidelines for procurement of professional aerial imagery, photogrammetry, lidar and related remote sensor-based geospatial mapping services”. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, (August), 1346–1365.
https://globalrangelands.org/sites/globalrangelands.org/files/dlio/38013/Procurement_Guidelines.pdf
- 62 AA. VV. (2019). “Como era a fotogrametria antes dos drones ? A fotogrametria e suas aplicações Vantagens da fotogrametria A fotogrametria e os Drones”.
<https://www.santiagoocintra.com.br/blog/geo-tecnologias/como-era-a-fotogrametria-antes-dos-drones>
- 63 Tommaselli, A. M. G. (2009). “Fotogrametria Básica”, 1.º ed.
www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/891/introducao_a_fotogrametria.pdf
- 64 Vidal, A. M. F. & Gonçalves, J. A., & Pereira, L. M. G. (2013). “Extração e avaliação de geo-informação pelo uso de imagens adquiridas por veículos aéreos não tripulados Extração e avaliação de geo- informação pelo uso de imagens adquiridas por veículos aéreos não tripulados”. (dissertação de mestrado). Universidade do Porto.
https://sigarra.up.pt/fcup/pt/pub_geral.show_file?pi_doc_id=6106
- 65 Brito, J. & Coelho L. (2009). “Fotogrametria Digital”, Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
http://files.labtopope.webnode.com/200000166-592785a262/APOSTILA_FOTOGAMETRIA_DIGITAL_UERJ_2009.pdf
- 66 Dzoom(2021)

- <https://www.dzoom.org.es/la-distancia-focal-todo-lo-que-necesitas-saber-explicado-con-ejemplos/>
- 67 Temba, P. (2000). “Fundamentos da Fotogrametria”. UFMG, Departamento de Cartografia.
csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/fotogrametria.pdf
- 68 Fontes, L. C. A. de A. (2005). “Levantamentos Aerofotogramétricos Aplicados à Topografia”, Universidade Federal da Bahia. UFBA, Departamento de Transpostes.
[www.topografia.ufba.br/nocoos de aerofotogrametriapdf.pdf](http://www.topografia.ufba.br/nocoos%20de%20aerofotogrametriapdf.pdf)
- 69 Santos, A. R.. “Noções Teóricas e Práticas de Fotogrametria” (Capítulo 2).
https://www.mundogeomatica.com/Fotogrametria/Livro_Fotogrametria/Capitulo2_Nocoos_Teoricas_Praticas_Fotogrametria.pdf
- 70 Zelaya, C. & René, A. & Aguilar, G. & Enrique, A. & Pacas, C. & Ricardo, N. (2016). “Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados”, Universidad de el Salvador, Falcultad Multidisciplinar Oriental.
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14218/1/50108282.pdf>
- 71 Rosado, E. Q. (2014). “Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil”, Universidad. de Extramadura, Ed..
https://mascvuex.unex.es/ebooks/sites/mascvuex.unex.es.mascvuex.ebooks/files/files/file/Fotogrametria_9788469713174_0.pdf
- 72 National, G. & Pillars H. (2011). “Análise da Estrutura de Metadados utilizada por softwares de Gerenciamento de Imagens”, Universidae Federal de Santa Catarina.
https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/115681/TCC_Camila_Ribeiro_Valerim.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 73 MAOTE. (2014). Decreto-Lei n.º 141/2014 de 19 de setembro, Diário da República n.º 181/2014, Série I de 2014-09-19, páginas 5012 - 5020
- 74 Paredes, C. A. da C. A. (2015). “Cartografia para a monitorização e controlo de áreas de HaKea Sericea com processos de detecção remota (satélite e drone)”, Universidade de Vigo.

- <http://www.investigobiblioteca.uvigo.es/.../Cartografia> para a monitorização.pdf?
- 75 Júnior, L. R. A. (2015). “Análise de produtos cartográficos obtidos com câmara digital não numérica acoplada a um veículo aéreo não tripulado em áreas urbanas e rurais no estado de Goiás” (dissertação de mestrado), Universidade Federal De Goiás Instituto De Estudos Socioambientais [https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4952/5/Dissertação - Leomar Rufino Alves Júnior - 2015.pdf](https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4952/5/Dissertação_Leomar_Rufino_Alves_Júnior_-_2015.pdf)
- 76 Bazan, W. S. (2018). “Drones aplicados à gestão ambiental - Geração de produtos métricos, edição e visualização dos dados em 3D” Congresso Brasileiro Geotecnologias para o meio ambiente. http://www.clickgeo.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Wimerson_Bazan_Palestra_CBGEO.pdf
- 77 Breunig F. M. & Prudkin, G. (2019). “Drones e Ciência -Teoria e aplicações metodológicas”, Volume I FACOS-UFSM: Vol. I.
- 78 Lourenço J. (2017). “Etapas e Metodologias de Produção de Ortofotomapas Digitais” Universidade de Lisboa. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/30486/1/TM_igotulo09647.pdf
- 79 Lino R. S. (2018). “Composição de Ortomosaicos de Fotografia Aérea do Arquivo da Câmara Municipal do Porto”. 1–75.
- 80 Brito, J. & Coelho, L. (2009). “Fotogrametria Digital” http://files.labtopope.webnode.com/200000166-592785a262/APOSTILA_FOTOGAMETRIA_DIGITAL_UERJ_2009.pdf
- 81 LSGeo. <https://lsgeoconsultoria.wixsite.com/lsgeo/single-post/2017/06/20/modelos-de-eleva%C3%A7%C3%A3o-mde-mdt-e-mds-qual-a-diferen%C3%A7a-entre-eles>
- 82 Oliveira, H. C. de & Jesus, H. P. de (2018). “Análise Comparativa de Levantamentos Planialtimétricos - Topografia Convencional, GPS e Drone” http://www.eec.ufg.br/up/140/o/ANÁLISE_COMPARATIVA_DE_LEVANTAMENTOS_PLANIALTIMÉTRICOS_-_TOPOGRAFIA_CONVENCIONAL__GPS_E_DRONE.pdf

- 83 Fernandes, F. (2016). S. D. F. F. L. e D. E., “Levantamento e Diagnóstico Estrutural com recuso a Fotogrametria”, Universidade do Minho. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/48369>
- 84 Agisoft (2018). Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition. Agisoft LLC. http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_4_en.pdf
- 85 https://fenix.ciencias.ulisboa.pt/downloadFile/844562369085459/Precisoess_para_1k_2k_5k_10k.pdf
- 86 Catalão, J. (2007). “GeodPTo8–Um modelo de geóide para Portugal continental.” Igeo. <http://www.igeo.pt/produtos/Geodesia/GeodPTo8/GeodPTo8.pdf>
- 87 CIC Deliberação n.º 55/2015 PORTUGAL https://www.portugal2020.pt/sites/default/files/legislacao/deliberacoes_cic/deliberacaocic_55_2015.pdf
- 88 De Jong, W. & Vogels, J. & Van, Wijk, K. & Cazemier, O. (2011). “The key factors for providing successful public transport in low-density areas in the Netherlands”. Research in Transportation Business and Management. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2011.07.002>
- 89 Gonçalves, O., & Virtudes, A. (2021). Urban perimeters issues in low-density areas. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1203(3), 032065. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1203/3/032065>
- 90 Guadalupe, S. & Cardoso J. (2018). “As redes informais de apoio social como fontes de prestação social em Portugal: O caso da população idosa.”, Sociedade e Estado, 33(1), 215-250. <https://doi.org/10.1590/s0102-699220183301009>.
- 91 Pittini, Alice & Gerald, Koessl & Julien, Dijol & Edit, Lakatos & Laurent, Ghekiere (2017). “The State of Housing in the EU 2017”. A Housing Europe Review Report (Relatório de Análise da Habitação na Europa). Bruxelas: Housing Europe, a Federação Europeia de Habitação Pública, Cooperativa e Social Bruxelas

- 92 Myers, D. & Ryu S. H. (2008). "Aging Baby Boomers and the Generational Housing Bubble: Foresight and Mitigation of an Epic Transition", *Journal of the American Planning Association*.
<https://doi.org/10.1080/01944360701802006>
- 93 Myers, D. & Pitki, J. (2009). "Demographic Forces and Turning Points in the American City, 1950-2040", *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 626(1), 91-111.
<https://doi.org/10.1177/0002716209344838>
- 94 Clark, William A. V. & Frans, M. Dieleman (1996). "Households and Housing. Choice and Outcomes in the Housing Market", Rutgers University Center for Urban Policy Research. New Brunswick: Transaction Publishers, ISBN 9781412850506
- 95 Myers, Dowell (1990). "Housing demography: linking demographic structure and housing markets", Madison: University of Wisconsin Press.
- 96 Azevedo Alda Botelho (2016) "Habitação e Dinâmica Familiar no Sul da Europa", Universitat Autònoma de Barcelona.
- 97 Lindh, T. & Malmberg, B. (1999). "Age structure effects and growth in the OECD, 1950-1990", *Journal of Population Economics*, 12(3), 431-449.
<https://doi.org/10.1007/s001480050107>
- 98 Myers, D. & Pitkin, J. & Park, J. (2002). "Estimation of housing needs amid population growth and change", *Housing Policy Debate*, 13(3), 567-596.
<https://doi.org/10.1080/10511482.2002.9521455>
- 99 Garha, N. S. & Azevedo, A. B. (2021). "Population and Housing (Mis)match in Lisbon, 1981-2018. A Challenge for an Aging Society" Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa.
<https://doi.org/10.3390/socsci10030102>
- 100 Liu, Z. & He C. & Zhou, Y. & Wu, J. (2014). "How much of the world's land has been urbanized, really? A hierarchical framework for avoiding confusion", *Landscape Ecology*, 29(5), 763-771.
<https://doi.org/10.1007/s10980-014-0034-y>, pp3-4
- 101 Município de Almeida.

- <https://www.cm-almeida.pt/wp-content/uploads/2018/08/ORU-Almeida-V7-Final.pdf>
- 102 [https://pt.wikipedia.org/wiki/Belmonte_\(Portugal\)#Hist%C3%B3ria](https://pt.wikipedia.org/wiki/Belmonte_(Portugal)#Hist%C3%B3ria)
- 103 https://www.e-cultura.pt/patrimonio_item/10279
- 104 https://www.e-cultura.pt/patrimonio_item/10400
- 105 Câmara Municipal de Figueira de Castelo Rodrigo(2007). “Plano de urbanização da vila de figueira de Castelo Rodrigo - Relatório II”.
https://cm-fcr.pt/wp-content/uploads/2018/09/1-Relatorio_dezembro_2007.pdf
- 106 <https://raiahistorica.org/raia-historica/zona-de-intervencao/meda/meda>
- 107 <https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%AAdamedas>
- 108 <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/70409>
- 109 [https://www.infopedia.pt/\\$castelo-de-pinhel](https://www.infopedia.pt/$castelo-de-pinhel)
- 110 <https://snig.dgterritorio.gov.pt/partilhar/servicos/o-que-sao>
- 111 Direção-Geral do Território (2019). “Especificações técnicas da Carta de uso e ocupação do solo (COS) de Portugal Continental para 2018”, Snig.dgterritorio.Gov.
http://mapas.dgterritorio.pt/atom-dgt/pdf-cous/COS2018/ET-COS-2018_v1.pdf.
- 112 Plano Diretor Municipal de Almeida. (1994). Resolução do Conselho de Ministros nº 120/94, de 2 de dezembro, Diário da República nº 278, I-Série B, de 1994.12.02.
- 113 Plano Diretor Municipal de Celorico da Beira (1995). Resolução do Conselho de Ministros nº 86/95, de 9 de setembro, Diário da República nº 209, I-Série B, de 1995.09.09.
- 114 Plano Diretor Municipal de Figueira de Castelo Rodrigo (1995). R.C.M. nº 33/95, de 10 de abril, Diário da República nº 85, I-Série B, de 1995.04.10

- 115 Plano Diretor Municipal de Mêda (1995). Resolução do Conselho de Ministros nr. 137/95, de 14 de novembro, Diário da República nr. 263, I-Série B, de 1995.11.14.
- 116 Plano Diretor Municipal de Pinhel (1995). Resolução do Conselho de Ministros n.º 83/95, de 1 de setembro, Diário da República n.º 263, I-Série B, de 1995.09.01.
- 117 Plano Diretor Municipal de Belmonte (1996). Resolução do Conselho de Ministros n.º 23/96, de 13 de março, Diário da República n.º 62, I-Série B, de 1996.03.13
- 118 Carvalho, J. (2013). “Ocupação dispersa, custos e benefícios à escala local”, edição e impressão: Direção Geral do Território, Universidade de Aveiro e Universidade de Évora. ISBN 978-989-98156-0-5

**Anexo 1 – Controlo de qualidade do
ortofotomosaico sem verificação, obtido do
drone (cenário 1)**

SEM PONTO DE VERIFICAÇÃO

ID_point	Qgis			Δ Geoide-elipsoide	Z cor	GPS			Qgis_versus_GPS					
	X_ETRS89	Y_ETRS89	Z			X_ETRS89	Y_ETRS89	Z	X_error (m)	Y_error (m)	Z_error (m)	Error_2D (m)	Error_3D (m)	
10	66970.2374	76666.0223	557.5249	55.87893	501.64597	66970.5015	76665.82972	504.72795	-0.2641 €	0.1926 €	-3.0820 €	0.3268 €	3.0993 €	
11	66980.9894	76647.8061	557.60632	55.87893	501.72739	66981.2173	76647.43534	504.80297	-0.2279 €	0.3708 €	-3.0756 €	0.4352 €	3.1062 €	
12	67020.3703	76640.9132	557.47479	55.87723	501.59756	67020.6879	76640.51788	504.81121	-0.3176 €	0.3953 €	-3.2136 €	0.5071 €	3.2534 €	
13	67036.7137	76654.355	557.37445	55.87723	501.49722	67037.0562	76654.13181	504.71568	-0.3425 €	0.2232 €	-3.2185 €	0.4088 €	3.2443 €	
14	67027.6907	76603.0667	557.35822	55.87723	501.48099	67027.9857	76602.718	504.7403	-0.2950 €	0.3487 €	-3.2593 €	0.4568 €	3.2912 €	
15	66994.4905	76608.9232	557.69849	55.87723	501.82126	66994.689	76608.5712	504.94023	-0.1985 €	0.3520 €	-3.1190 €	0.4041 €	3.1450 €	
16	66961.2953	76614.7943	557.54785	55.87893	501.66892	66961.3851	76614.46431	504.73513	-0.0898 €	0.3300 €	-3.0662 €	0.3420 €	3.0852 €	
17	66952.0784	76563.3244	557.52155	55.87701	501.64454	66952.2825	76562.92858	504.71166	-0.2041 €	0.3958 €	-3.0671 €	0.4453 €	3.0993 €	
18	66968.3775	76576.8452	557.66321	55.87893	501.78428	66968.6212	76576.54849	504.80657	-0.2437 €	0.2967 €	-3.0223 €	0.3840 €	3.0466 €	
19	67007.8407	76569.8558	557.55078	55.87723	501.67355	67008.1415	76569.61806	504.82668	-0.3008 €	0.2377 €	-3.1531 €	0.3834 €	3.1764 €	
20	67018.5811	76551.548	557.44574	55.87537	501.57037	67018.855	76551.20836	504.73388	-0.2739 €	0.3396 €	-3.1635 €	0.4363 €	3.1935 €	
21	67037.0201	76584.8821	557.12823	55.87723	501.251	67037.2842	76584.50037	504.42434	-0.2641 €	0.3817 €	-3.1733 €	0.4642 €	3.2071 €	
22	67056.0599	76581.5116	556.99329	55.87723	501.11606	67056.523	76581.06613	504.32422	-0.4631 €	0.4455 €	-3.2082 €	0.6426 €	3.2719 €	
23	67065.9879	76646.315	556.90186	55.87723	501.02463	67066.2654	76645.97029	504.32462	-0.2775 €	0.3447 €	-3.3000 €	0.4425 €	3.3295 €	
24	67051.696	76651.2507	556.99011	55.87723	501.11288	67051.9968	76650.89751	504.42329	-0.3008 €	0.3532 €	-3.3104 €	0.4639 €	3.3428 €	
25	67249.5015	77164.3832	571.7934	55.88284	515.91056	67250.1557	77164.43838	520.21614	-0.6542 €	-0.0552 €	-4.3056 €	0.6565 €	4.3553 €	
26	67333.1609	77704.3912	551.38867	55.89281	495.49586	67334.0205	77705.11817	502.53274	-0.8596 €	-0.7270 €	-7.0369 €	1.1258 €	7.1264 €	
27	66939.3503	77492.9607	600.00146	55.89679	544.10467	66939.6296	77493.36684	548.58994	-0.2793 €	-0.4061 €	-4.4853 €	0.4929 €	4.5123 €	
28	66774.1633	77311.4195	619.3783	55.89653	563.48177	66774.2944	77311.61839	567.05776	-0.1311 €	-0.1989 €	-3.5760 €	0.2382 €	3.5839 €	
29	66642.8095	77174.4973	634.85205	55.89635	578.9557	66642.7887	77174.52608	581.66181	0.0208 €	-0.0288 €	-2.7061 €	0.0355 €	2.7063 €	
50	66295.7604	76868.5758	640.61743	55.89562	584.72181	66295.6343	76868.59886	587.68884	0.1261 €	-0.0231 €	-2.9670 €	0.1282 €	2.9698 €	
51	66472.4883	77136.5643	629.57843	55.89803	573.6804	66472.4169	77136.62065	576.72731	0.0714 €	-0.0563 €	-3.0469 €	0.0910 €	3.0483 €	
52	66405.2785	77455.0658	583.09119	55.9048	527.18639	66405.033	77455.32001	530.70489	0.2455 €	-0.2542 €	-3.5185 €	0.3534 €	3.5362 €	
53	66159.3912	76555.5342	628.24609	55.8904	572.35569	66159.2407	76555.42993	575.26985	0.1505 €	0.1043 €	-2.9142 €	0.1831 €	2.9199 €	
54	66192.4479	76539.2626	628.43927	55.88873	572.55054	66192.4012	76539.03603	575.27503	0.0467 €	0.2266 €	-2.7245 €	0.2313 €	2.7343 €	
55	66113.9036	76461.9003	628.06909	55.88818	572.18091	66113.7017	76461.71403	575.06214	0.2019 €	0.1863 €	-2.8812 €	0.2747 €	2.8943 €	
56	66146.1974	76446.3821	628.1452	55.88818	572.25702	66146.1468	76446.18073	575.04633	0.0506 €	0.2014 €	-2.7893 €	0.2076 €	2.7970 €	
57	66092.482	76222.6359	639.90277	55.88374	584.01903	66092.4589	76222.54687	586.8876	0.0231 €	0.0890 €	-2.8686 €	0.0920 €	2.8700 €	
58	66046.201	76063.5231	654.25409	55.88089	598.3732	66045.8904	76063.28513	601.3806	0.3106 €	0.2380 €	-3.0074 €	0.3913 €	3.0327 €	
59	66638.1757	77056.6995	658.17468	55.89218	602.2825	66638.2259	77056.57771	605.27524	-0.0502 €	0.1218 €	-2.9927 €	0.1317 €	2.9956 €	
60	66704.3697	77038.2192	665.23676	55.89032	609.34644	66704.3966	77038.00973	612.22967	-0.0269 €	0.2095 €	-2.8832 €	0.2112 €	2.8910 €	
61	66709.4443	77037.4471	665.33984	55.89032	609.44952	66709.4914	77037.32237	612.07879	-0.0471 €	0.1247 €	-2.6293 €	0.1333 €	2.6326 €	
62	66530.6457	75945.9401	588.79712	55.87128	532.92584	66530.3008	75945.5096	535.77475	0.3449 €	0.4305 €	-2.8489 €	0.5516 €	2.9018 €	
									média	-0.1369	0.1573	-3.2610	0.3658	3.2848
									mediana	-0.1985	0.2232	-3.0756	0.3840	3.0993
									erro médio quadrático (EMQ)	0.2586	0.2576	0.7685	0.2071	0.7819
									máximo	0.3449	0.4455	-2.6293	1.1258	7.1264
									mínimo	-0.8596	-0.7270	-7.0369	0.0355	2.6326

**Anexo 2 - Controlo de qualidade do
ortofotomosaico com 7 pontos de verificação,
obtido do drone (cenário 2)**

**Anexo 3 - Controlo de qualidade do
ortofotomosaico com 16 pontos de
verificação, obtido do drone (cenário 3)**

16 PONTOS DE VERIFICAÇÃO

Ponto de verificação	ID_point	Qgis			GPS			Error Qgis_versus_GPS					Software Agisoft PhotoScan®			Error Agisoft versus GPS				
		X_ETRS89	Y_ETRS89	Z_ETRS89	X_ETRS89	Y_ETRS89	Z_ETRS89	X_error (m)	Y_error (m)	Z_error (m)	Error_2D (m)	Error_3D (m)	X_ETRS89	Y_ETRS89	Z_ETRS89	X_error (m)	Y_error (m)	Z_error (m)	Error_2D (m)	Error_3D (m)
x	10	66970.4568	76665.8184	504.82275	66970.5015	76665.82972	504.72795	-0.0447	-0.0113	0.0948	0.0461	0.1054	66970.5479	76665.7613	504.691366	0.04638	-0.068409	-0.036584	0.090384	0.0904
	11	66981.2603	76647.464	504.91003	66981.2173	76647.43534	504.80297	0.0430	0.0287	0.1071	0.0517	0.1189	66981.278	76647.4826	504.834974	0.060747	0.047234	0.032008	0.083341	0.0833
	12	67020.5802	76640.592	504.91321	67020.6879	76640.51788	504.81121	-0.1077	0.0741	0.1020	0.1307	0.1658	67020.6382	76640.6019	504.866059	-0.049694	0.083991	0.05485	0.111949	0.1119
	13	67036.9617	76654.0852	504.78244	67037.0562	76654.13181	504.71568	-0.0945	-0.0466	0.0668	0.1053	0.1247	67037.0037	76654.0489	504.749275	-0.05252	-0.082952	0.033592	0.103768	0.1038
	14	67027.9303	76602.727	504.87238	67027.9857	76602.718	504.74093	-0.0554	0.0090	0.1321	0.0562	0.1435	67027.9633	76602.6834	504.824434	-0.022447	-0.034641	0.084133	0.093714	0.0937
	15	66994.6966	76608.6117	505.13348	66994.689	76608.5712	504.94023	0.0076	0.0405	0.1933	0.0412	0.1976	66994.689	76608.5712	504.94023	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	16	66961.4347	76614.4964	504.87991	66961.3851	76614.46431	504.73513	0.0496	0.0321	0.1448	0.0591	0.1564	66961.3104	76614.3804	504.845632	-0.07468	-0.089399	0.1105	0.157585	0.1576
	17	66952.2233	76562.9788	505.03101	66952.2825	76562.92858	504.71166	-0.0592	0.0502	0.3193	0.0776	0.3286	66952.3583	76563.0009	504.964155	0.075804	0.072342	0.252494	0.273373	0.2734
	18	66968.5586	76576.5453	505.16809	66968.6212	76576.54849	504.80657	-0.0626	-0.0032	0.3615	0.0627	0.3669	66968.6547	76576.497	505.041509	0.033473	-0.051531	0.234942	0.242845	0.2428
	19	67008.0317	76569.5268	505.09882	67008.1415	76569.61806	504.82668	-0.1098	-0.0913	0.2721	0.1428	0.3073	67008.0891	76569.559	505.113044	-0.052402	-0.059094	0.286365	0.297057	0.2971
	20	67018.7368	76551.2325	505.04272	67018.855	76551.20836	504.73388	-0.1182	0.0241	0.3088	0.1207	0.3316	67018.7904	76551.2276	504.971695	-0.06463	0.019223	0.237815	0.247189	0.2472
	21	67037.1873	76584.4835	504.70813	67037.2842	76584.50037	504.42434	-0.0969	-0.0169	0.2838	0.0984	0.3004	67037.3226	76584.5332	504.510733	0.038333	0.0328	0.086393	0.100045	0.1000
	22	67056.4033	76581.1805	504.57327	67056.523	76581.06613	504.32422	-0.1197	0.1144	0.2491	0.1655	0.2991	67056.5387	76581.0805	504.443383	0.015681	0.01436	0.119164	0.121046	0.1210
	23	67066.3005	76645.9664	504.40521	67066.2654	76645.97029	504.32462	0.0351	-0.0039	0.0806	0.0353	0.0880	67066.2361	76645.9847	504.353537	-0.029259	0.014379	0.028922	0.043581	0.0436
x	24	67052.0129	76650.9179	504.45288	67051.9968	76650.89751	504.42329	0.0161	0.0204	0.0296	0.0260	0.0394	67051.9876	76650.9407	504.46439	-0.009216	0.04318	0.041097	0.06032	0.0603
x	25	67250.1574	77164.4503	520.29218	67250.1557	77164.43838	520.21614	0.0017	0.0119	0.0760	0.0120	0.0770	67250.1534	77164.4498	520.216315	-0.002251	0.011457	0.000173	0.011677	0.0117
x	26	67333.9935	77705.1657	502.55814	67334.0205	77705.11817	502.53274	-0.0270	0.0475	0.0254	0.0547	0.0603	67334.0329	77705.1217	502.526367	0.012426	0.003519	-0.006368	0.014399	0.0144
x	27	66939.5348	77493.3261	548.63428	66939.6296	77493.36684	548.58994	-0.0948	-0.0407	0.0443	0.1032	0.1123	66939.6318	77493.3391	548.598095	0.002182	-0.027785	0.008153	0.029039	0.0290
x	28	66774.2999	77311.6479	567.10455	66774.2944	77311.61839	567.05776	0.0055	0.0295	0.0468	0.0300	0.0556	66774.2676	77311.5993	567.037586	-0.026769	-0.019056	-0.020177	0.038559	0.0386
x	29	66642.8051	77174.5281	581.66541	66642.7887	77174.52608	581.66181	0.0164	0.0020	0.0036	0.0165	0.0169	66642.757	77174.5149	581.692175	-0.031639	-0.01117	0.030361	0.04525	0.0453
x	50	66295.6659	76868.569	587.74957	66295.6343	76868.59886	587.68884	0.0316	-0.0299	0.0607	0.0435	0.0747	66295.6447	76868.584	587.728318	0.010409	-0.01485	0.039478	0.043444	0.0434
x	51	66472.4337	77136.6386	576.71918	66472.4169	77136.62065	576.72731	0.0168	0.0180	-0.0081	0.0246	0.0259	66472.4539	77136.654	576.707075	0.037066	0.033401	-0.020239	0.053843	0.0538
x	52	66405.1232	77455.3749	530.77295	66405.033	77455.32001	530.70489	0.0902	0.0549	0.0681	0.1056	0.1257	66405.0129	77455.3392	530.707084	-0.020059	0.019166	0.002197	0.027831	0.0278
x	53	66159.2479	76555.4397	575.34216	66159.2407	76555.42993	575.26985	0.0072	0.0098	0.0723	0.0122	0.0733	66159.2308	76555.4534	575.271591	-0.009894	0.023507	0.001739	0.025563	0.0256
	54	66192.3118	76539.0736	575.39337	66192.4012	76539.03603	575.27503	-0.0894	0.0376	0.1183	0.0969	0.1530	66192.3013	76539.0823	575.293643	-0.099898	0.046322	0.018609	0.111676	0.1117
	55	66113.7615	76461.7264	575.09229	66113.7017	76461.71403	575.06214	0.0598	0.0124	0.0301	0.0611	0.0681	66113.6947	76461.777	575.007844	-0.006936	0.063003	-0.0543	0.083462	0.0835
	56	66146.0619	76446.2472	575.08734	66146.1468	76446.18073	575.04633	-0.0849	0.0665	0.0410	0.1078	0.1154	66146.1164	76446.2246	575.029387	-0.03038	0.043863	-0.016939	0.05598	0.0560
x	57	66092.4404	76222.5662	586.8725	66092.4589	76222.54687	586.8876	-0.0185	0.0193	-0.0151	0.0268	0.0307	66092.3894	76222.5179	586.886796	-0.069539	-0.028927	-0.000806	0.07532	0.0753
x	58	66045.8837	76063.282	601.37708	66045.8904	76063.28513	601.3806	-0.0067	-0.0031	-0.0035	0.0074	0.0082	66045.9249	76063.3078	601.388769	0.034533	0.022641	0.008169	0.042093	0.0421
	59	66638.2492	77056.6292	605.10712	66638.2259	77056.57771	605.27524	0.0233	0.0515	-0.1681	0.0565	0.1774	66638.154	77056.5772	605.087101	-0.071913	-0.000535	-0.188137	0.201414	0.2014
x	60	66704.4306	77038.0168	612.19769	66704.3966	77038.00973	612.22967	0.0340	0.0071	-0.0320	0.0347	0.0472	66704.4157	77038.0081	612.21633	0.019143	-0.001619	-0.013342	0.023389	0.0234
x	61	66709.4992	77037.3237	612.10254	66709.4914	77037.32237	612.07879	0.0078	0.0013	0.0238	0.0080	0.0250	66709.4779	77037.3275	612.16244	-0.013443	0.005165	0.083651	0.084881	0.0849
x	62	66530.3656	75945.5309	535.82782	66530.3008	75945.5096	535.77475	0.0648	0.0213	0.0531	0.0682	0.0864	66530.3245	75945.5202	535.77657	0.023686	0.010614	0.00182	0.026019	0.0260

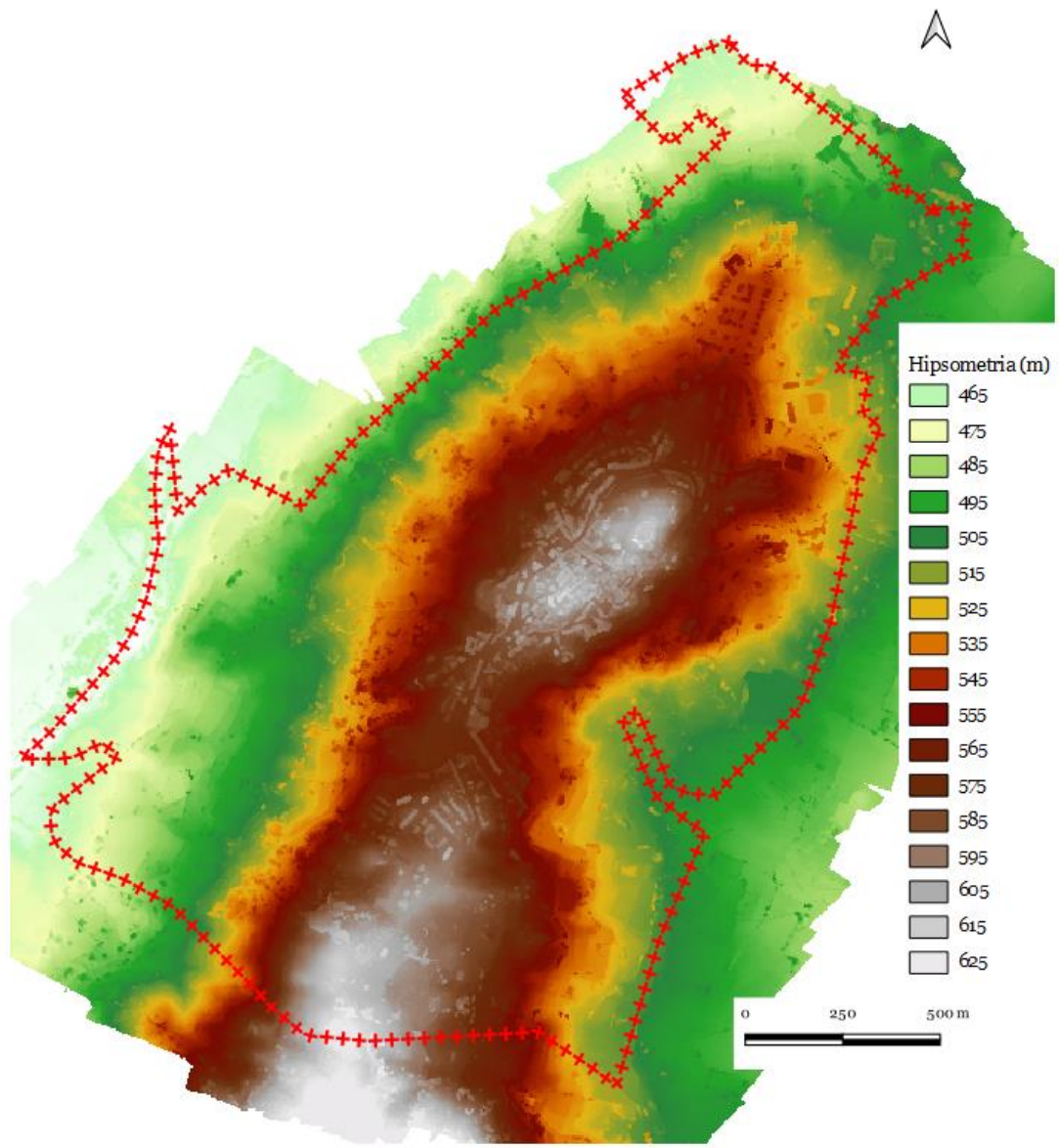
média	-0.0206	0.0163	0.0964	0.0633	0.1335		média	-0.0099	0.0038	0.0436	0.0915	0.0915
mediana	0.0017	0.0180	0.0681	0.0562	0.1123		mediana	-0.0092	0.0106	0.0186	0.0753	0.0753
erro médio quadrático (EMQ)	0.0601	0.0376	0.1141	0.0413	0.1011		erro médio quadrático (EMQ)	0.0417	0.0415	0.0944	0.0776	0.0776
máximo	0.0902	0.1144	0.3615	0.1655	0.3669		máximo	0.0758	0.0840	0.2864	0.2971	0.2971
mínimo	-0.1197	-0.0913	-0.1681	0.0074	0.0082		mínimo	-0.0999	-0.0839	-0.1881	0.0000	0.0000
											0.1326	0.1326

Anexo 4 – Ortofoto da vila de Belmonte, obtido do drone



Ortofoto obtido pelo drone da vila de Belmonte
Resolução 5 cm/px

Anexo 5 – Modelo Digital do Terreno da vila de Belmonte, obtido do drone



Anexo 6 – Curvas de nível da vila de Belmonte (subproduto obtido pelo MDT)



Curvas de nível obtido pelo drone no perímetro urbano da vila de Belmonte

