



---

Aplicação de SIG na Proteção Civil Municipal de Coimbra  
Utilização de SIG em contexto municipal

---

Ana Luisa Duarte Ferreira

---

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas  
de Informação Geográfica

# C& SIG



UNIGIS PT



# **APLICAÇÃO DOS SIG NA PROTEÇÃO CIVIL MUNICIPAL DE COIMBRA**

Utilização de SIG em contexto municipal

Estágio orientado por

Professor Doutor Marco Octávio Trindade Painho

E coorientada por:

Doutora Joana Benedita Fontoura Pereira Oliveira

Novembro de 2018

# DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE

Declaro que o trabalho contido neste documento é da minha autoria e não de outra pessoa. Toda a assistência recebida de outras pessoas está devidamente assinalada e é efetuada referência a todas as fontes utilizadas (publicadas ou não).

O trabalho não foi anteriormente submetido ou avaliado na NOVA Information Management School ou em qualquer outra instituição.

Coimbra, 15 de Novembro de 2018

Ana Luisa Duarte Ferreira

# AGRADECIMENTOS

Ao Professor Marco Octávio Trindade Painho e Joana Benedita Fontoura Pereira Oliveira por aceitarem orientar o meu estágio.

À minha mãe por me alimentar.

# APLICAÇÃO DOS SIG NA PROTEÇÃO CIVIL MUNICIPAL DE COIMBRA

Utilização de SIG em contexto municipal

## RESUMO

Este documento detalha o trabalho realizado do estágio curricular no serviço de proteção civil municipal de Coimbra, no âmbito do mestrado em Ciências e Sistemas de Informação geográfica.

O estágio decorreu entre Janeiro e Junho de 2018, sendo que durante este período foi maioritariamente elaborada cartografia relativa às faixas de gestão de combustível secundárias, tendo para isso, sido necessário identificar os aglomerados populacionais bem como os edifícios isolados da cidade.

Foi também produzida informação geográfica no âmbito do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios e do Plano Operacional Municipal, assim como Cartografia de Apoio à decisão relativa a este último plano.

A cartografia produzida variou consoante o público alvo, sendo que as plantas das faixas de gestão inicialmente criadas se destinaram a servir de informação para os cidadãos do concelho, e as plantas criadas posteriormente à elaboração do PMDFCI se destinaram aos concursos públicos criados em prol da limpeza das faixas

Este estágio focou-se totalmente no sector florestal, devido às características devido ao Orçamento de Estado para o ano 2018, e nova legislação consequente, desencadeada pelos incêndios de grandes dimensões ocorridos em 2017.

# **APPLICATION OF GIS IN THE MUNICIPAL CIVIL PROTECTION OF COIMBRA**

Use of GIS in the municipal context

## **ABSTRACT**

This document details the work done at the curriculum internship at the municipal civil protection service of Coimbra, within the framework of the master's degree in Geographical Information Systems and Sciences.

The traineeship took place between January and June 2018, during which time cartography on the secondary fuel management areas was drawn up and it was necessary to identify clusters as well as isolated buildings in the city.

Geographical information was also produced within the scope of the Municipal Forest Fire Protection Plan and the Municipal Operational Plan, as well as Cartography to support the decision on the latter plan.

The cartography produced varied according to the target public, as such, the maps of the management areas initially created were intended to serve as information to the citizens of the municipality, and the plans created after the preparation of the PMDFCI were destined to public tenders created for the sake of cleanliness of the tracks

This internship focused entirely on the forestry sector, due to the municipality characteristics and to the State Budget for 2018, and new legislation consequent, triggered by the large fires that occurred in 2017.

## PALAVRAS-CHAVE

Cartografia de Apoio à decisão

Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

Plano Operacional Municipal

Sistemas de Informação Geográfica

Base de dados

## KEYWORDS

Decision Support Cartography

Municipal Forest Fire Protection Plan

Municipal Operational Plan

Geographical Information Systems

Data Base

## ACRÓNIMOS

AFN – Autoridade Florestal Nacional

CAD – Cartografia de Apoio à Decisão

CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal

CLC – Corine Land Cover

COS – Carta da Ocupação do Solo

DGT – Direção Geral do Território

ER – Entidade e Relacionamento

GNR – Guarda Nacional Republicana

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

KML – Keyhole Markup Language

LEE – Lugares de Estacionamento Estratégico

OE – Orçamento de Estado

PDM – Plano Diretor Municipal

PMDFCI – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

POM – Plano Operacional Municipal

PROGIP – Programa de Apoio à Gestão Informatizada de Planos Municipais de Ordenamento do Território

PROSIG – Programa de Apoio à Criação de Nós Locais do SNIG

PSP – Polícia de Segurança Pública

SGD – Sistema de Gestão Documental

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SNIG – Sistema Nacional de Informação Geográfica

QCA II – Quadro Comunitário de Apoio 1994-1999

## Índice de Texto

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE.....	i
AGRADECIMENTOS .....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT .....	iv
PALAVRAS-CHAVE .....	v
KEYWORDS .....	v
ACRÓNIMOS .....	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Município de Coimbra.....	1
1.3. Proteção Civil Municipal de Coimbra.....	5
1.4. Os SIG no contexto municipal .....	6
1.5. Objetivos .....	9
2. Diário mensal de tarefas.....	11
2.1. Janeiro.....	11
2.1.1. Conceção de uma base de dados de trabalhos efetuados e de situações comunicadas .....	12
2.1.2. Fornecimento de informação em KML à GNR .....	15
2.2. Fevereiro .....	16
2.2.1. Identificação de aglomerados populacionais e casas isoladas .....	17
2.2.2. Delimitação inicial das faixas de combustível .....	21
2.3. Março .....	24
2.3.1. Delimitação dos aglomerados populacionais .....	24
2.4. Abril .....	26
2.5. Maio.....	28
2.5.1. Elaboração da Cartografia de Apoio à Decisão .....	28
2.5.2. Plantas para os concursos públicos de limpeza florestal .....	30
2.6. Junho.....	34
2.6.1. Utilização de aplicativos de SIG móveis.....	34
3. Resultados finais .....	36

4. Discussão dos resultados .....	37
5. Bibliografia .....	39

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Áreas das principais ocupações do solo do concelho de Coimbra4	
Tabela 2 – Exemplo da tabela com as relações entre entidades utilizando o software Microsoft Access.....	14
Tabela 3 – Extrato da tabela de atributos do ficheiro edifícios_classe.shp ..	20
Tabela 4 – Área por nível de perigosidade de incendio nas faixas de gestão do PMDFCI.....	32

## Índice de Figuras

Figura 1 - Carta de localização de Coimbra e respetivas freguesias .....	3
Figura 2 – Planta da ocupação do solo do concelho de Coimbra .....	4
Figura 3 – Desenvolvimento do processo de distribuição de informação. Fonte: (Tenedório, et al., 2003) .....	7
Figura 4 – Visualização do PDM na aplicação de WEBSIG da Câmara Municipal de Coimbra. Fonte: website do SIG municipal de Coimbra, visualizado a 15 de Novembro de 2018.....	8
Figura 5 - Diagrama temporal das atividades realizadas .....	10
Figura 6 . Exemplo de um polígono obtido através de levantamento de dados no local com GPS.....	13
Figura 7 – Modelo ER da base de dados conceptualizada .....	14
Figura 8 – Exemplo de um polígono visto com o software Google Earth (ficheiro KML).....	16
Figura 9 - Desenho informativo da limpeza das faixas de gestão. Fonte: site online da câmara municipal de Oleiros. Visitado a 20 de Julho de 2018 .....	18
Figura 10 – Buffer de 50 metros (a azul) aos edifícios (a vermelho) sobre ortofotomapa .....	19
Figura 11 – Dissolve dos buffers anteriores (a laranja) – buffer_50.shp .....	19
Figura 12 –Edifícios classificados como isolados ou aglomerados .....	21
Figura 13 – Extrato da visão de um KML com as faixas de gestão em software Google Earth .....	22
Figura 14 – Exemplo de mapa de enquadramento - freguesia de Almalaguês	23
Figura 15 – À esquerda: Delimitação de uma área residencial, a amarelo (PDM de Coimbra de 2013). À direita: Delimitação de uma zona residencial a vermelho, edifícios a verde (CLC de 2012).....	24
Figura 16 – Delimitação de polígonos usando a ferramenta Aggregate. (retirado do website desktop.arcgis.com a 30 de Agosto de 2018) .....	25
Figura 17 – Exemplo de polígonos criados pela ferramenta Aggregate. Os círculos azuis identificam zonas que não podem constar no polígono segundo o ICNF.....	26
Figura 18 – Plugin para software QGIS de verificação da informação geográfica do PMDFCI.....	27
Figura 19 – Extrato de uma folha da CAD, com botões com ligação à capa, folha em carta militar e seta de navegação.....	29
Figura 20 – Imagem da folha principal da CAD.....	30

Figura 21 – Planta de faixas de gestão do combustível, segundo o PMDFCI, com nível de perigosidade (Torres do Mondego).....	31
Figura 22 – Planta de faixas de gestão do combustível prioritárias para concurso público de limpeza (U.F. de Taveiro, Ameal e Arzila).....	33
Figura 23 – Planta de caminhos municipais para concurso publico de manutenção da via (U.F. de Souselas e Botão, e freguesia de Brasfemes .	34
Figura 24 – Exemplo da vista da aplicação IGIS em IOS.....	35

# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento

O presente documento tem como objetivo descrever o trabalho realizado na Proteção Civil Municipal de Coimbra, no âmbito de um estágio curricular para aquisição do grau de mestre em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica.

O trabalho focou-se principalmente na elaboração de cartografia, transformação e alteração de informação, destinados ao Plano Municipal de Defesa Florestal Contra Incêndios e à delimitação de zonas de intervenção a nível florestal para limpeza de combustíveis nas faixas de gestão, uma vez que foi decretado no fim do ano anterior, em Orçamento de Estado, a importância deste planeamento (Assembleia da República, 2017-12-29).

A câmara municipal de Coimbra é composta por outros serviços que forneceram informação e dados para a realização do trabalho ao longo do estágio, nomeadamente um serviço de Solos, que é responsável pelo SIG Municipal, serviço online que pretende facilitar a pesquisa e a visualização por parte dos técnicos municipais e munícipes, onde está inserida alguma da informação trabalhada neste estágio, nomeadamente as manchas de limpeza florestal e o PMDFCI. Esta câmara considera que os Sistemas de Informação Geográfica um dos principais pilares da modernização administrativa autárquica, tendo por isso, interesse nesta Ciência. (Sistema de Informação Geográfica, 2010).

O trabalho focou-se maioritariamente em situações relacionados com o uso de solo florestal, uma vez que grande parte do planeamento efetuado pelo serviço de Proteção Civil Municipal de Coimbra é desenvolvido para este tipo de ocupação.

## 1.2. Município de Coimbra

O município de Coimbra encontra-se inserido na Região Centro de Portugal Continental, possui uma área de 319,4 km<sup>2</sup> e 143 396 habitantes, estando a população mais concentrada na zona centro do concelho (População residente segundo os Censos 2015).

A câmara municipal de Coimbra disponibiliza desde 2011 um sistema de SIG online, que é possível ser consultado por qualquer cidadão, onde é possível visualizar as peças gráficas dos planos de gestão territorial (Sistema de Informação Geográfica, 2010)

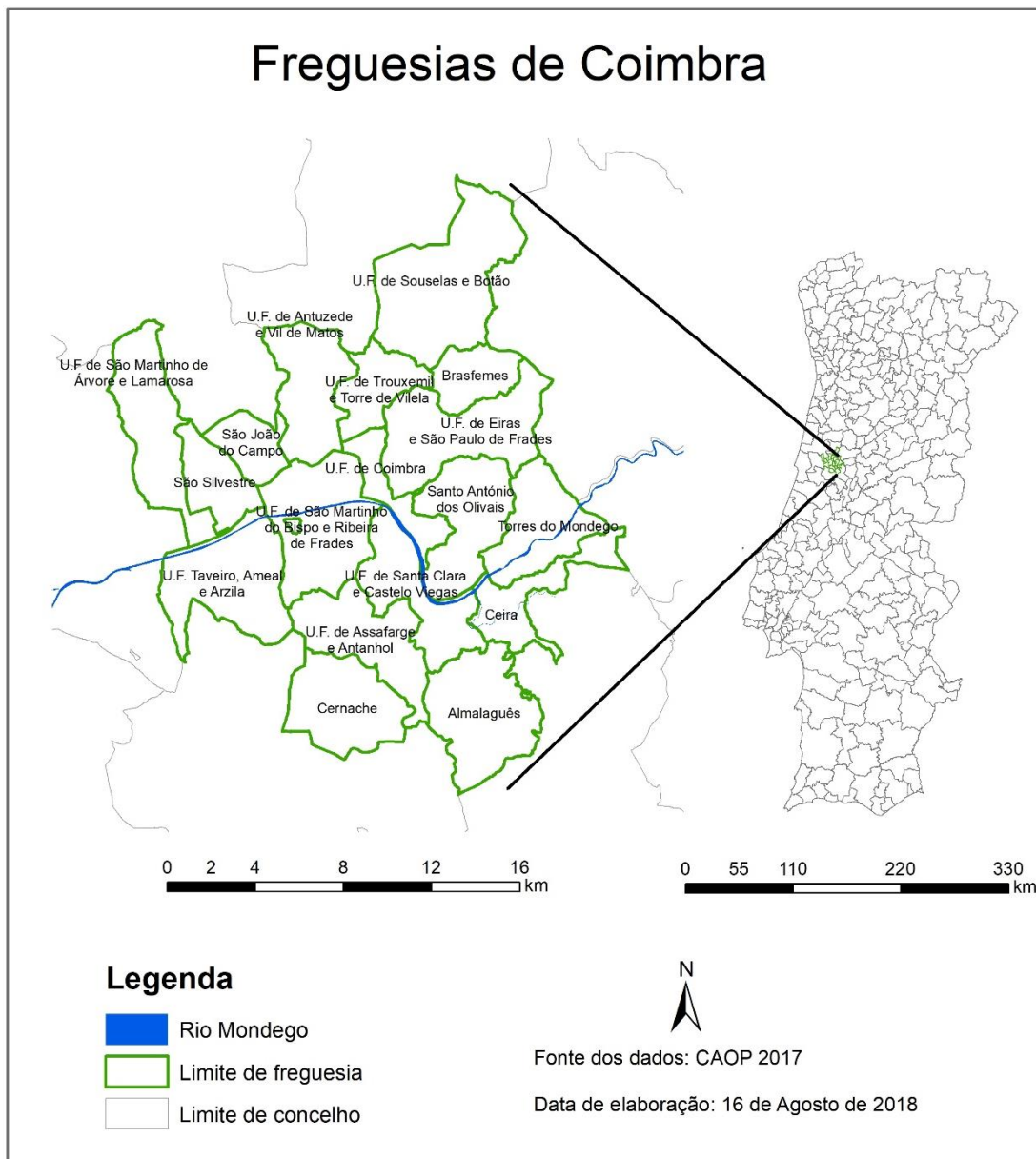
Neste serviço, integram de momento as seguintes plataformas:

- Instrumentos de Gestão Territorial
- Emissão de Plantas de Localização
- Património Mundial da Humanidade UC, Alta e Rua da Sofia
- Informação Geoespacial
- Rede Municipal de Apoio Topográfico

O município é constituído por 19 freguesias (Figura 1) sendo estas:

- União das Freguesias de Antuzede e Vil de Matos
- União das Freguesias de Assafarge e Antanol
- União das Freguesias de Coimbra (Sé Nova, Santa Cruz, Almedina e São Bartolomeu)
- União das Freguesias de Eiras e São Paulo de Frades
- União das Freguesias de Santa Clara e Castelo Viegas
- União das Freguesias de São Martinho de Árvore e Lamarosa
- União das Freguesias de São Martinho do Bispo e Ribeira de Frades
- União das Freguesias de Souselas e Botão
- União das Freguesias de Taveiro, Ameal e Arzila
- União das Freguesias de Trouxemil e Torre de Vilela
- Almalaguês
- Brasfemes
- Ceira
- Cernache
- Santo António dos Olivais
- São João do Campo
- São Silvestre
- Torres do Mondego

Destas freguesias, destacam-se a de Santo António dos Olivais, onde estão concentrados a maior parte dos serviços, sendo também uma das freguesias com maior densidade, e a União das Freguesias de Coimbra, onde se encontra a chamada "Zona Histórica" da cidade, que inclui edifícios protegidos pela UNESCO, nomeadamente a Universidade de Coimbra, Alta da Cidade e Rua da Sofia (University of Coimbra – Alta and Sofia, 2013).



*Figura 1 - Carta de localização de Coimbra e respetivas freguesias*

O município é atravessado pelo rio Mondego, e é imitado a Norte pelo município da Mealhada, a Sul por Condeixa-a-Nova, a Oeste por Montemor-o-Velho e a Este por Penacova, Vila Nova de Poiares e Miranda do Corvo.

O Município é caracterizado por um clima húmido e declives acentuados, sendo propício a cheias em algumas zonas urbanas durante épocas de chuva intensa, assim como a incêndios nas zonas periféricas, que proporcionam posteriormente condições para a ocorrência de cheias em zonas periféricas (Pellegrina & Cunha, 2017).

A nível da ocupação do solo, o Concelho é maioritariamente composto por terreno florestal (Tabela 1), existindo, no entanto, discrepâncias entre as freguesias, sendo a zona centro (freguesia de Santo António dos Olivais) maioritariamente de ocupação urbana (Figura 2).

Existe na freguesia de Torres do Mondego uma zona florestal protegida, denominada de Vale de Canas, que se encontra sob a gestão do ICNF.

<b>OCUPAÇÃO DO SOLO</b>	<b>ÁREA (HA)</b>
<b>AGRICULTURA</b>	10207,02
<b>ÁGUAS INTERIORES E ZONAS HÚMIDAS</b>	444,37
<b>FLORESTA</b>	15248,97
<b>IMPRODUTIVOS</b>	144,51
<b>MATOS E PASTAGENS</b>	1215,58
<b>URBANO</b>	4680,38

Tabela 1 – Áreas das principais ocupações do solo do concelho de Coimbra

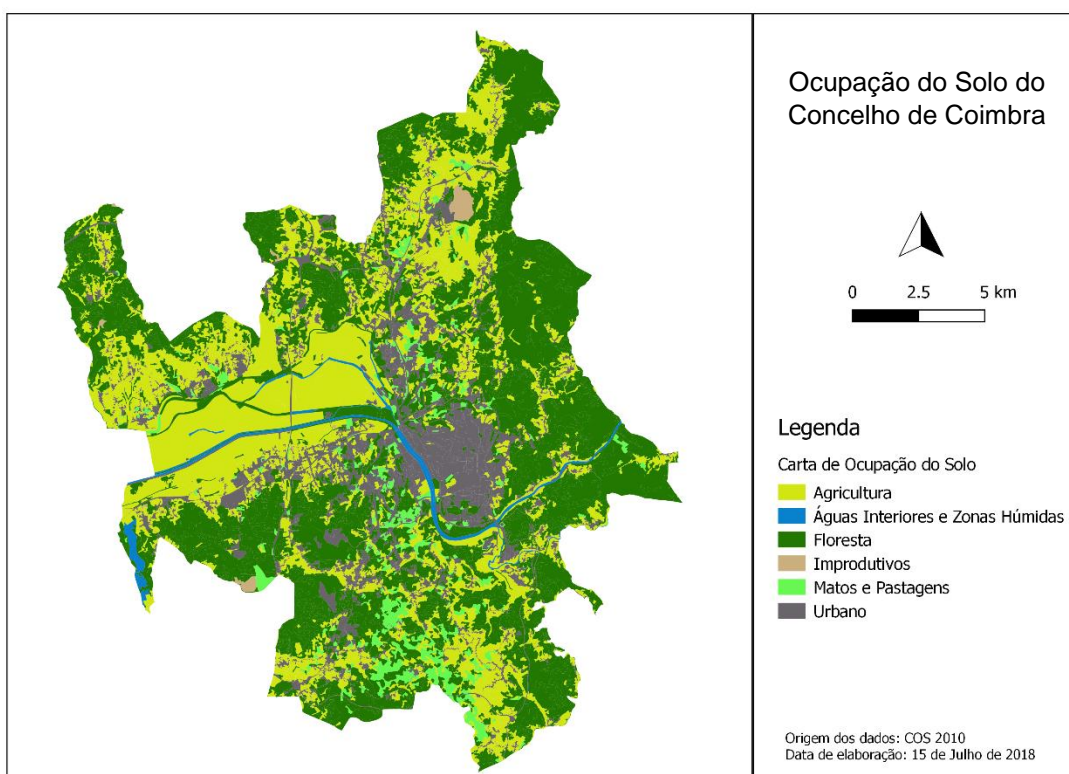


Figura 2 – Planta da ocupação do solo do concelho de Coimbra

### 1.3. Proteção Civil Municipal de Coimbra

O serviço de Proteção Civil Municipal de Coimbra localiza-se na Casa Municipal de Proteção Civil, Av. Dr. Mendes Silva em Coimbra, no mesmo edifício dos Bombeiros Sapadores de Coimbra. Era constituído por duas funcionárias administrativas, quatro funcionárias do gabinete técnico, sendo estas:

- Eng. Joana Benedita
- Eng. Joana Lopes
- Arquiteta Alexandra Dias

O serviço era, à data deste estágio, chefiado pelo Eng. Serra Constantino, sendo atualmente dirigido pela Eng. Ana Matias.

O Serviço inclui também uma equipa de Bombeiros Sapadores, responsável pela execução de trabalhos de limpeza florestal de terrenos e de abate de árvores em áreas urbanas, pertencentes à Câmara municipal de Coimbra.

É da responsabilidade da Proteção Civil municipal, especificamente do Gabinete Técnico Florestal, que se encontra inserido neste serviço, a elaboração de planos de gestão florestal, que incluem o PMDFCI e planos de limpeza.

Outras competências incluem a prevenção, levantamento e análise de riscos, e a elaboração de planos de emergência.

Para além do Gabinete Técnico Florestal, este serviço também dá apoio a outras entidades relacionadas com a segurança do município, nomeadamente:

- Comissão Municipal de Proteção Civil
- Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios
- Ao Centro Operacional Municipal, quando constituído (Proteção Civil, 2007).

O gabinete técnico possui um computador por funcionário, com pré-instalação do *software Esri ArcGis*, sendo que o pessoal técnico tem algum conhecimento básico de como o utilizar, sendo frequente lidarem com ficheiros do tipo *shapefile* e *KML*.

Existe também um levantamento executado pelo serviço de observações de vespa asiática. Este registo advém de relatos feitos por cidadãos ou outros serviços da câmara e são posteriormente inseridos um ficheiro *KML* na aplicação *Mymaps* da *Google*.

Este serviço possui ainda acesso a uma base de dados em *ArcGis Server* comum a outros serviços da câmara, nomeadamente ao serviço de Bombeiros Sapadores Municipais, onde é possível consultar informação relativa a ocorrências. Esta interligação dos serviços é um importante instrumento de gestão dos recursos, uma vez que é possível gerir de forma eficiente os meios disponíveis (Rochette Cordeiro, *et al.* 2008).

## 1.4. Os SIG no contexto municipal

É difícil definir o que são os SIG, existindo, no entanto, algumas definições aceites. Segundo (Cowen, 1988) os SIG são um poderoso sistema de ferramentas, onde é possível recolher, guardar, pesquisar, transformar e visualizar dados espaciais do mundo. Outra definição foi sugerida pelo Federal Interagency Coordinating Committee, onde identificam um SIG como sendo um sistema de hardware, software e procedimentos estruturados de forma a proporcionar a aquisição, gestão, manipulação, análise e visualização de dados espaciais, de modo a que seja possível resolver problemas de planeamento complexos (Cotter, et al., 1988).

Ambas estas definições sugerem que os SIG são um conjunto de ferramentas, físicas ou não, que permitem a análise e manipulação de dados espaciais para dar resposta a problemas.

No contexto do planeamento municipal, existe por isso a possibilidade de recorrer a estas ferramentas para dar resposta a problemas, nomeadamente situações de emergência, onde o acesso e análise da informação em tempo útil é crucial (Cova, 1999) assim como promover uma melhor gestão e planeamento do território, otimizando a utilização dos recursos disponíveis (Adams, 2011).

É importante do ponto de vista da cidadania que exista uma elevada participação pública no planeamento municipal, sendo por isso necessário que o cidadão possa aceder a informação geográfica e se manter informado. Uma das ferramentas fundamentais para o planeamento municipal é o PDM (Plano Diretor Municipal), este plano é um instrumento que define a estratégia municipal de desenvolvimento territorial, a informação deste plano é pública, mas nem sempre foi de fácil acesso (Tenedório, *et al.* 2003).

De modo a interligar os produtores nacionais e locais de informação geográfica, foi criado o SNIG (Sistema Nacional de Informação Geográfica) em 10 de Março de 1986, pretendeu-se que o país possuísse uma infraestrutura nacional de informação geográfica, de modo a ser possível analisar problemas de ordenamento e gestão do território. Assim, em Maio de 1995, esta informação ficou disponível na internet, tendo sido o SNIG a primeira IDE europeia a ser disponibilizada na Internet (DGTerritório - Fase CNIG, 2013).

A necessidade de disponibilizar a informação na internet deve-se também ao facto de existir cada vez mais informação assim como pedidos de informação, tornando os processos tradicionais baseados em suportes analógicos pesados e lentos, tendo sido necessário agilizar estes processos (Figura 3). Este processo de transformação da informação foi possível com o apoio do QCA II (Quadro Comunitário de Apoio 1994-1999) (Tenedório, *et al.* 2003).

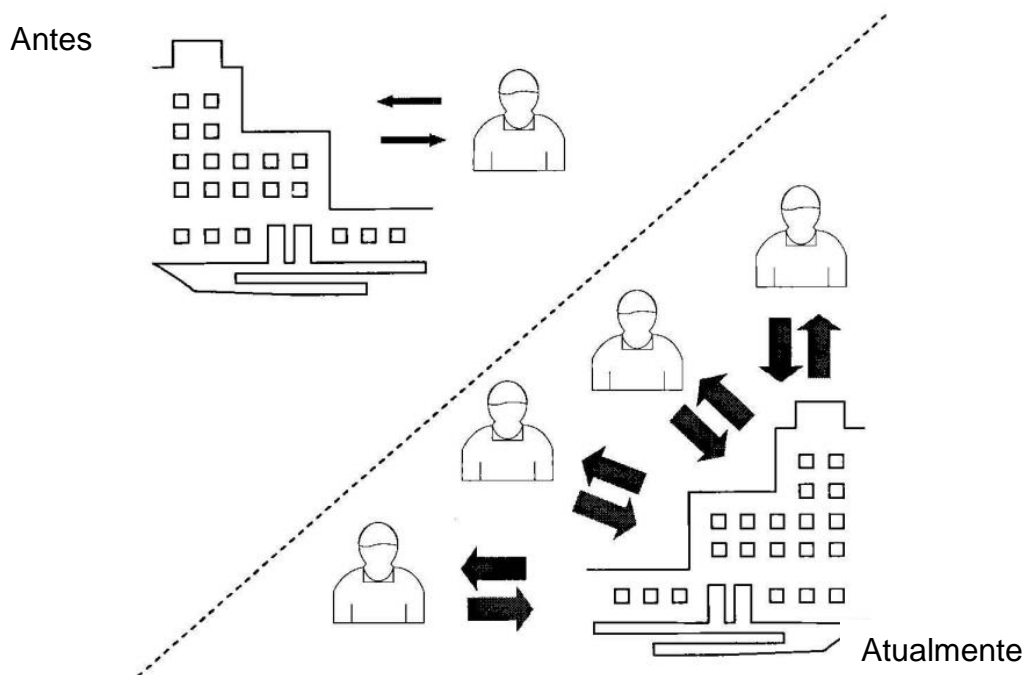


Figura 3 – Desenvolvimento do processo de distribuição de informação. Fonte: (Tenedório, et al., 2003)

O SNIG lançou então, com o apoio do QCA II, um projeto de inclusão dos PDM na rede do SNIG, e de desenvolvimento de aplicações, de modo a que estes planos ficassem disponíveis para toda a população em geral, permitindo uma consulta interativa das diferentes peças gráficas que constituem o PDM (programas PROSIG e PROGIP).

O PROSIG (Programa de Apoio à Criação de Nós Locais do SNIG) possibilitou uma modernização dos serviços municipais, financiando também a aquisição de equipamento informático e o desenvolvimento de aplicações SIG destinadas ao planeamento e gestão do território municipal. O PROGIP (Programa de Apoio à Gestão Informatizada de Planos Municipais de Ordenamento do Território, teve como objetivo o apoio da execução dos planos municipais de ordenamento do território. Este programa teve como principais ações a conversão de formato analógico para digital das plantas dos PDM, o desenvolvimento de uma aplicação informática para gestão de PDM dentro dos municípios e a formação dos técnicos municipais que iriam lidar com as aplicações. Este programa teve uma adesão de 80% dos municípios (Condessa & Monteiro, 2001)

Atualmente a câmara de Coimbra dispõe de um serviço de WEBSIG, onde disponibiliza os seus planos e outra informação geográfica de interesse público acessíveis através da internet. Este serviço possibilita, de forma rápida e acessível, a visualização de legislação e de informação relacionadas à emissão de plantas de localização para as zonas selecionadas.

É possível visualizar a seguinte informação:

- Instrumentos de Gestão Territorial
- Emissão de Plantas de Localização
- Património Mundial da Humanidade UC, Alta e Rua da Sofia
- Informação Geoespacial
- Rede Municipal de Apoio Topográfico

Dentro de cada uma destas secções encontra-se informação específica, que pode ser visualizada com imagem de fundo de carta militar ou ortofotomapa. Na Figura 4 é possível observar um exemplo de visualização do PDM, dentro dos Instrumentos de Gestão Territorial, onde é possível seleccionar diferentes tipos de informação a serem exibidas.

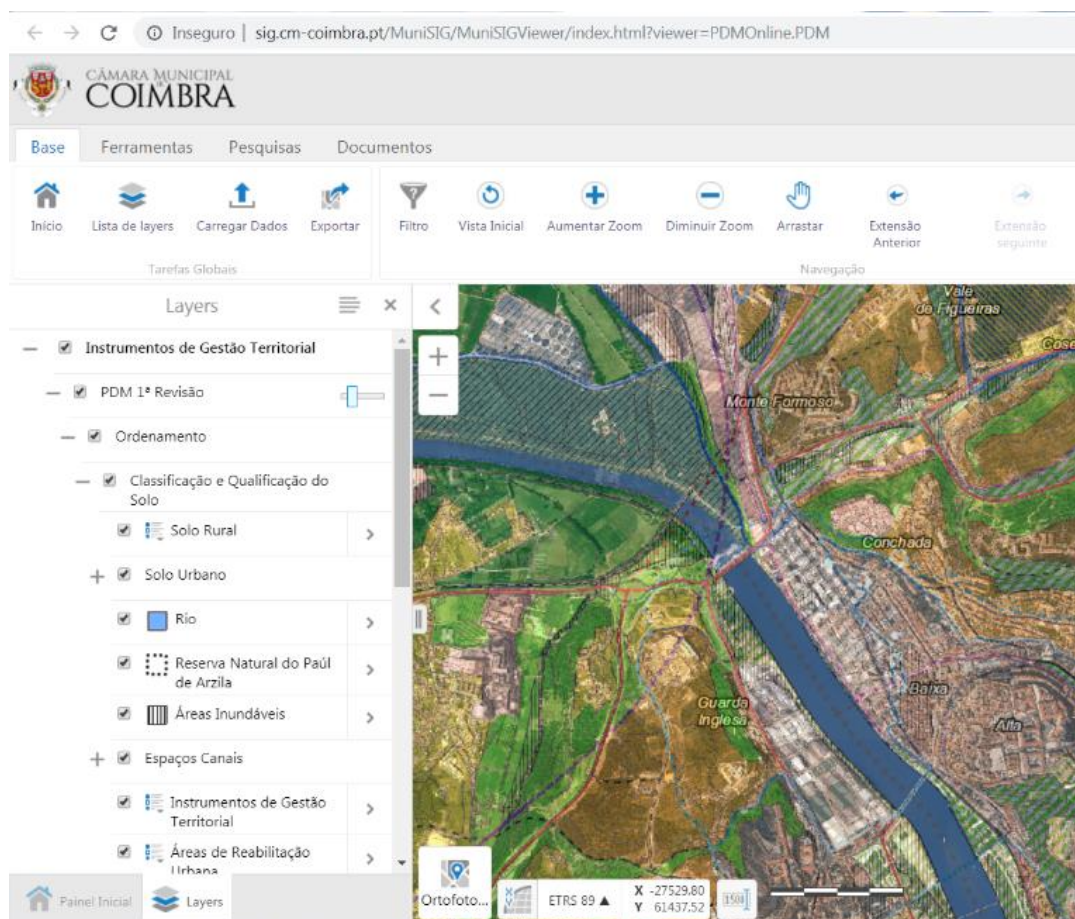


Figura 4 – Visualização do PDM na aplicação de WEBSIG da Câmara Municipal de Coimbra. Fonte: website do SIG municipal de Coimbra, visualizado a 15 de Novembro de 2018

## 1.5. Objetivos

No âmbito do mestrado, foi realizado um estágio curricular, onde se pretendeu utilizar os conhecimentos adquiridos nas diversas disciplinas de modo a dar resposta às necessidades do serviço de Proteção Civil de Coimbra.

O trabalho realizado variou em função de metas estabelecidas pela Câmara Municipal de Coimbra. Genericamente, as tarefas focaram-se no desenvolvimento de cartografia.

Inicialmente foi solicitada a criação de uma base de dados para registar as atividades do corpo de bombeiros sapadores, sendo que este trabalho foi intercalado com pedidos de polígonos das áreas ardidas no concelho em 2017.

Posteriormente foi necessário delimitar áreas de limpeza dos terrenos, consoante o tipo de habitação presente.

Estas atividades decorreram nos dois primeiros meses, durante o restante tempo de estágio, as tarefas focaram-se no desenvolvimento e elaboração das peças gráficas do PMDFCI (Plano Municipal de Defesa Contra Incêndios), sendo este também composto pelo POM (Plano Operacional Municipal).

Já na última fase do estágio, após aprovação do PMDFCI, foi desenvolvida cartografia de apoio à limpeza e fiscalização das FGC (Faixas de Gestão do Combustível).

Por último, uma vez que nem todos os técnicos estão familiarizados com tecnologias e software de SIG, a informação das FGC prioritárias foi tratada de modo a ser possível visualizar e editá-la em aplicações moveis caracterizadas pela facilidade de utilização.

Estas atividades foram realizadas em meses específicos, sendo possível visualizar na Figura 5 o tempo atribuído a cada tarefa.

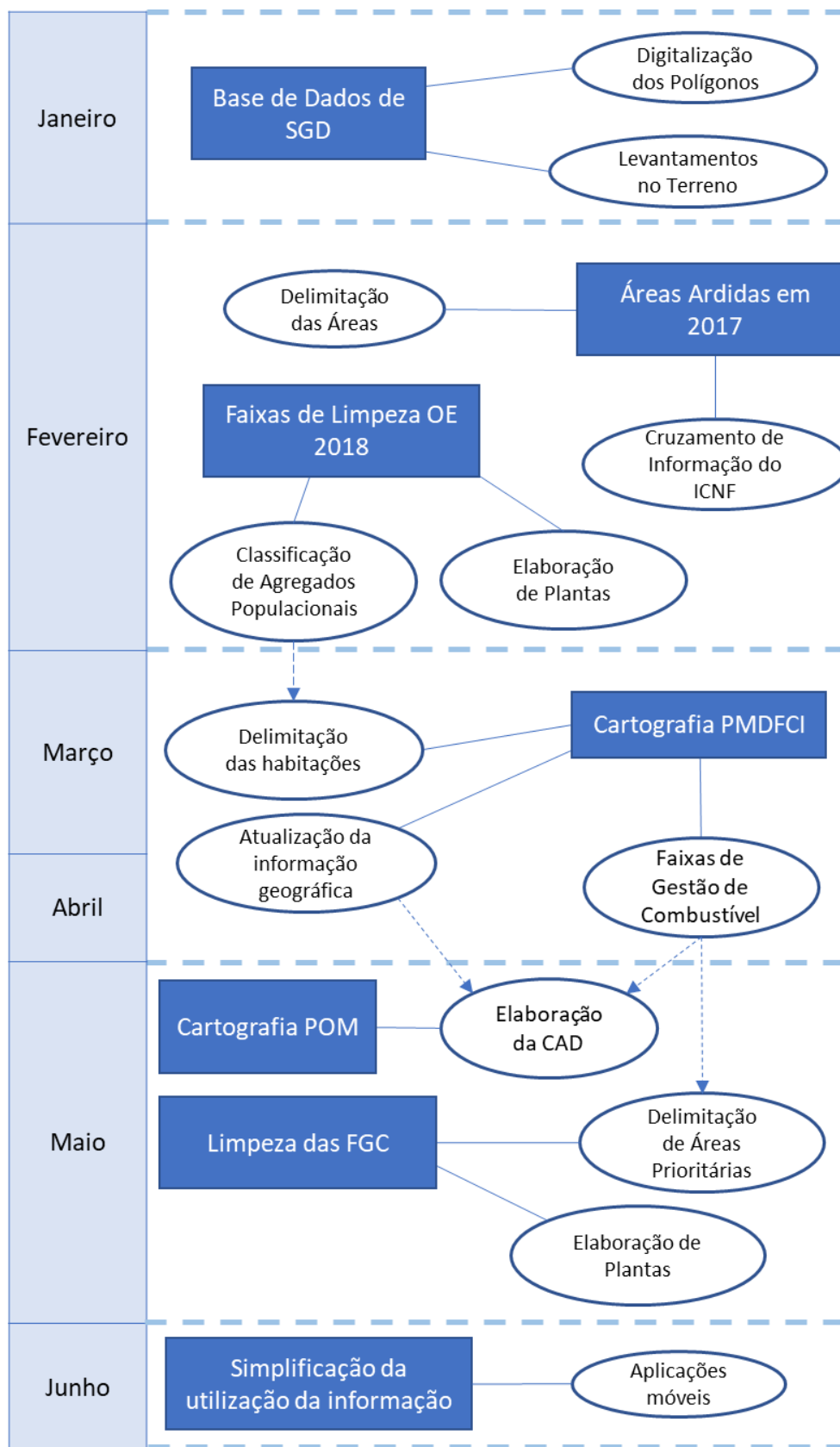


Figura 5 - Diagrama temporal das atividades realizadas

## 2. Diário mensal de tarefas

O trabalho realizado ao longo do estágio focou-se principalmente no apoio à elaboração de peças gráficas do PMDFCI e cartografia de faixas de gestão de combustível.

Este trabalho estendeu-se ao longo dos 6 meses de estágio, de 9 de janeiro a 15 de Junho, tendo sido o primeiro mês destinado ao levantamento de áreas onde houve limpezas de terrenos pertencentes à câmara de Coimbra por parte dos bombeiros sapadores de Coimbra, trabalho interrompido a partir do fim do segundo mês (fevereiro), onde começou a ser elaborado o PMDFCI. Este trabalho foi intercalado com a elaboração de cartografia de faixas de gestão de combustíveis, tendo estas sofrido várias alterações de modo a corresponderem ao pedido nas diferentes alturas, e de modo a, no final, estarem de acordo com o definido e aprovado no PMDFCI. Este trabalho decorreu até abril, sendo que, a partir desse mês o trabalho consistiu na seleção de manchas de limpeza com carácter prioritário e elaboração da respetiva cartografia, e à elaboração de uma estratégia que se traduzisse numa maior facilidade de utilização dessa informação para fiscalização das limpezas de terrenos.

Este relatório está dividido por meses, de modo a descrever as diferentes fases de elaboração da cartografia pedida, uma vez que devido aos prazos definidos por lei para entrega dos planos, o trabalho foi diferente nos diversos meses, consoante a urgência de obtenção da informação.

### 2.1. Janeiro

O Estágio iniciou-se a 9 de Janeiro de 2018, tendo sido a primeira semana destinada a compreender o funcionamento do Gabinete Técnico.

Uma vez que a coorientadora deste mestrado, a Dr. Joana Benedita, pertence ao gabinete técnico florestal, o estágio foi mais orientado no sentido da gestão florestal e análise de riscos nesse sector ao invés de incluir situações de carácter urbano. É de salientar também que grande parte do trabalho realizado pelo serviço de Proteção Civil Municipal de Coimbra está relacionado com áreas rurais, sendo estas as mais fragilizadas aquando o decorrer de incêndios e consequentemente de cheias (Nunes & Lourenço, 2013), estado a zona urbana mais afastada dos rios e zonas florestais e como tal, está mais protegida de perigos naturais. No entanto, ocorrem todos os anos cheias dentro do perímetro urbano em época de chuvas, devido ao relevo da cidade (Santos, Marques, Simões, & Mendes, 2013).

### 2.1.1. Conceção de uma base de dados de trabalhos efetuados e de situações comunicadas

O serviço de Proteção Civil Municipal de Coimbra, recebe pedidos de fiscalização enviados pelos cidadãos e outros organismos públicos, relacionados com situações que podem representar perigo para a população e que obrigam a uma intervenção do serviço. As situações reportadas durante o período de estágio, foram na generalidade:

- Crescimento de arvoredos excessivos;
- Inundações ou risco de inundação na zona fluvial do rio Mondego;
- Inundações em perímetro urbano;

Destas situações, a utilização dos SIG foi usada como resposta à problemática relativamente à limpeza do arvoredo. Em suma, seria necessário realizar o levantamento do terreno em causa, avaliar o seu risco (terreno por limpar, arvoredo excessivo ou outro), contactar o proprietário para que este resolva a situação e caso necessário documentar a intervenção da equipa de sapadores florestais se estes tivessem de intervir.

À data, havia alguma dificuldade em quantificar os trabalhos realizados e onde estes tinham sido efetuados. A resposta idealizada consistiu em criar uma base de dados, que tivesse como código de ligação ao ficheiro o código SGD (Sistema de Gestão Documental), e como outros atributos as diferentes características do seu estado de execução, o perigo reportado, área efetuada, uma ligação a um registo fotográfico do antes e depois do trabalho realizado, entre outros.

Cada situação corresponde a um determinado local, com o limite da área de limpeza passível de ser recolhido através de recolha de pontos geográficos com recurso a um GPS ou através do desenho de um polígono recorrendo ao *software Google Earth*, exportando posteriormente o ficheiro *KML* para o *software Esri ArcMap*. Seria então criado um ficheiro *shapefile* com os polígonos obtidos (Figura 6), e com um campo referente ao código da situação, o qual serviria de ligação à base de dados criada. Este ficheiro teria como atributo adicional apenas um campo de área. Assim, todo o trabalho de alteração de informação seria feito diretamente na base de dados, o que permite que quem não tenha conhecimentos de software de SIG possa proceder a alterações.



Figura 6 . Exemplo de um polígono obtido através de levantamento de dados no local com GPS

Foi conceptualizado um modelo ER (Entidade e Relacionamento), sendo possível visualizá-lo na Figura 7. O campo SGD, que é único para cada processo, seria a chave primária da entidade "SITUACAO", esta entidade possui informação da data do SGD e o nome de quem deu a conhecer a situação aos serviços da Câmara Municipal. Cada situação teria uma localização, composta pelo artigo matricial do prédio onde ocorre a situação, a respetiva freguesia e nome do local, sendo que na mesma localização poderão ocorrer várias situações em diferentes datas. As situações possuem também um estado de resolução, assim como um registo de que equipa está encarregue da situação, tendo o mesmo estado várias situações, ou seja, várias situações podem estar resolvidas ou por resolver. Por fim, cada situação poderá ter informação adicional, tal como registo fotográfico, obtido no local, a razão do registo da ocorrência e uma descrição mais pormenorizada.

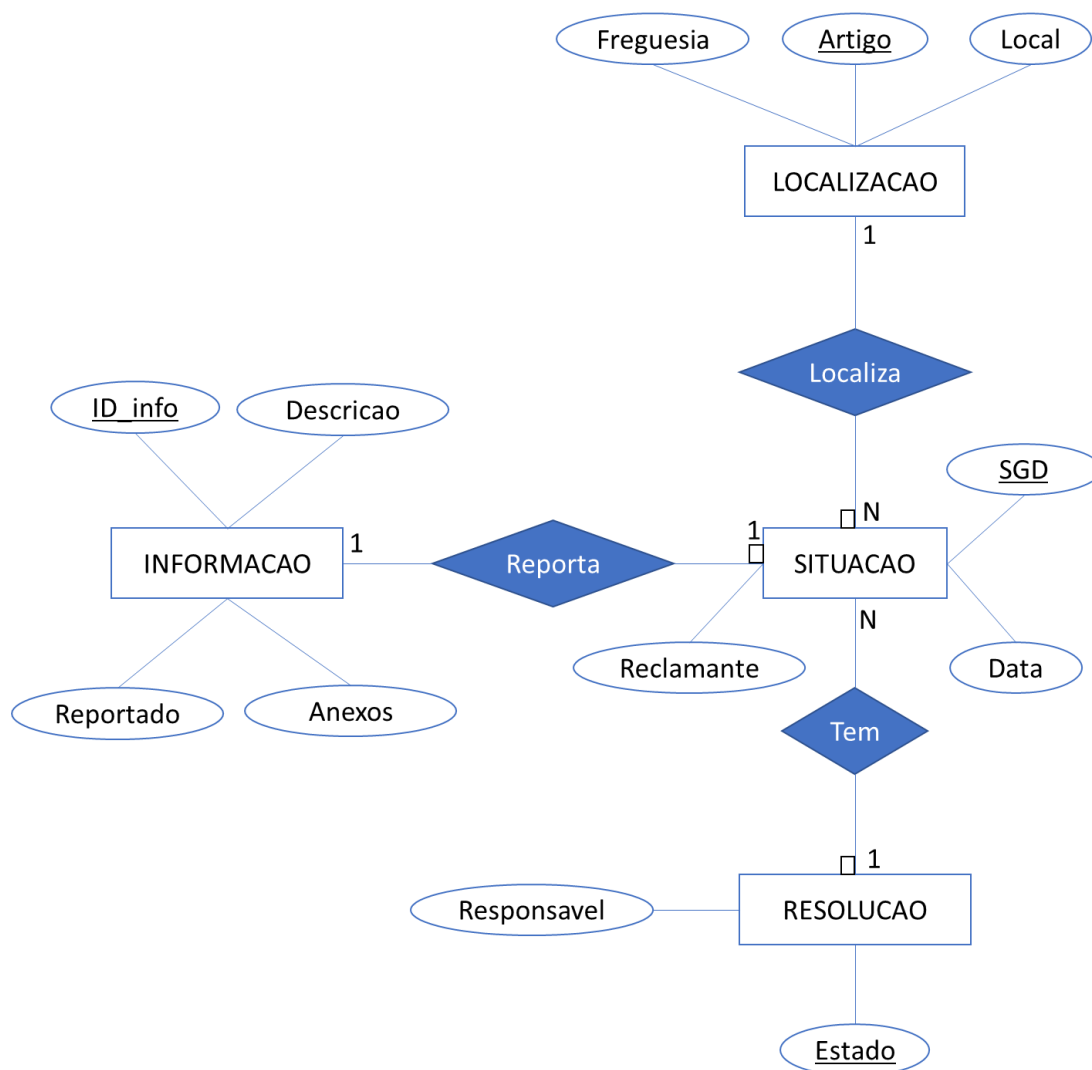


Figura 7 – Modelo ER da base de dados conceptualizada

Deveria ser possível também, agrupar as várias situações por estado (concluído, em tratamento, em análise). Idealmente, seria possível verificar o número de processos e área total em cada estado, as zonas do município mais afetadas, ter uma contabilização da área que é intervencionada por um dado período de tempo, entre outros (Tabela 2).

Tabela 2 – Exemplo da tabela com as relações entre entidades utilizando o software Microsoft Access

Feito S/N	Responsavel	Clícicar para Adicionar					
784	GNR	12/01/2018	hora	Clícicar para Ai			
Reportado		Descricao					
Abate de eucaliptos (faixa de 100m)		Mancha de Eucaliptos a menos de 100m da zona industrial de taveiro					
Freguesia	Local	Artigo	Clícicar para Ai				
União das fregu	Parque industri	2					
*		0					
*							
Em Resolucao							
S/I							

Esta tarefa acabou por não ser finalizada uma vez que se interpôs uma tarefa com carácter de urgência no fim do mês. A nível das relações entre tabelas, estas foram só um protótipo e teriam de sofrer alterações para ser funcional. Um eventual problema com este protótipo poderia acontecer mais tarde, quando SGD diferentes se situassem na mesma área. Apesar dos polígonos refletirem a área a intervencionar, passados alguns anos, e em caso de muito tempo apenas, estes poderiam ser sinalizados de novo, levando a uma sobreposição de polígonos. Uma possível solução para este problema seria a criar um determinado número de campos relativos a várias datas (Data1, Data2, etc.), não seria necessário um número elevado destes campos, uma vez que por norma não existem mais que duas intervenções no mesmo terreno por ano.

### 2.1.2. Fornecimento de informação em KML à GNR

Após a época de incêndios de 2017, foram criados vários programas de apoio aos proprietários afetados. O ICNF disponibiliza ficheiros *shapefile*, constituídos pelas áreas ardidas, que foram elaborados a partir de métodos de deteção remota de imagens de satélite *Landsat*, *Sentinel* e *Modis* (Departamento de Gestão de Áreas Públicas e de Proteção Florestal, 2017).

Estas imagens servem de base para o levantamento dos terrenos afetados, não sendo, no entanto, suficientes, uma vez que o detalhe é baixo e algumas áreas ardidas não têm área suficiente ou o fogo não teve intensidade suficiente para ser detetado pelos sensores dos satélites. A pedido dos serviços da PSP e GNR, foi necessário identificar algumas destas áreas.

Nestes casos, é necessário o levantamento manual das áreas afetadas, existindo duas maneiras economicamente viáveis para o fazer:

- Levantamento a partir de equipamentos de GPS
- Delimitação de um polígono em software *ArcGis* ou *Google Earth*, através do relato de um agente da autoridade que conheça a área afetada.

Tendo em conta que a primeira opção levaria a um gasto de tempo elevado, uma vez que as áreas ardidas se situam em todo o município, a segunda hipótese foi a mais utilizada. Neste contexto, durante este mês, realizaram-se alguns levantamentos, utilizando para além dos ficheiros disponibilizados pelo ICNF referentes às áreas ardidas, o software *Google Earth*, onde foram marcadas as áreas a partir dos relatos dos agentes da GNR (Figura 8).

Apenas foi pedido o ficheiro KML gerado, com indicação do código do incendio em cada polígono e a área correspondente.



Figura 8 – Exemplo de um polígono visto com o software Google Earth (ficheiro KML)

## 2.2. Fevereiro

No que toca à gestão da floresta em Portugal, esta foca-se na prevenção e resposta a incêndios florestais, assim como na relação entre o perímetro urbano e o espaço florestal em volta. Este planeamento têm uma natureza intrinsecamente geográfica, uma vez que se baseia nas condições de um determinado lugar. Os SIG desempenham um papel fundamental na elaboração destes planos uma vez que dão respostas de fácil interpretação, normalmente sobre a forma de mapas, ou ajudam a perceber a forma como as variáveis de um dado local dão origem a certos eventos, neste caso incêndios (Autoridade Florestal Nacional - Direcção Nacional para a Defesa da Floresta, 2011).

Devido aos incêndios de 2017, o planeamento florestal e a defesa contra incêndios passaram a ter um cariz de alta importância, obrigando a uma mudança de atuação por parte dos organismos de gestão.

No artigo 153 da Lei n.º 114/2017, foi decretado um regime excepcional para as faixas de gestão de combustível, especificamente para as redes secundarias. Estas faixas teriam limpeza obrigatória até dia 15 de março de 2018, ao fim desta data, os proprietários dos terrenos por limpar seriam multados com uma coisa duas vezes superior ao regulado pelo artigo 38.º do Decreto-Lei n.º 124/2006, de 28 de junho. Até 31 de maio de 2018, teriam de ser as câmaras municipais a proceder aos trabalhos de gestão de combustível caso os proprietários não o

fizessem, após comunicação e ausência de resposta. Teriam de se afixar também no terreno, indicação que se iria proceder à limpeza deste. Ao não efetuar estas limpezas, as câmaras sofreriam uma coima de 20 % do duodécimo das transferências correntes do Fundo de Equilíbrio Financeiro (FEF) (Assembleia da República, 2017-12-29).

Esta lei gerou algumas dúvidas na sua interpretação, nomeadamente na questão das datas, pois devido às condições climatéricas (chuvas intensas) não era possível efetuar as limpezas dos terrenos, e posteriormente, dois meses não seriam suficientes para a camara realizar todo o processo que envolveria levantamento dos terrenos por limpar, os seus proprietários, e os concursos para contratação de empresas de terrenos florestais. Mais tarde esta lei sofreu mudanças, alterando a data limite dos proprietários de 15 de março para 31 de maio de 2018, o que colocou em maior dúvida a data limite para as câmaras (Administração Interna, 2018-03-15).

Foi então necessário elaborar mapas de fácil consulta para o cidadão, para que estes conseguissem identificar se os seus terrenos se situam numa zona com limpeza obrigatória, e em caso afirmativo, que parte do terreno teriam de limpar.

### 2.2.1. Identificação de aglomerados populacionais e casas isoladas

As faixas de gestão da rede secundária referem-se à área que deve estar limpa ao redor dos edifícios e estradas, de modo a provocar uma descontinuidade de combustível caso haja um incêndio florestal.

Define-se como povoamento florestal, um terreno com área maior ou igual a meio hectare e largura a partir de 20 metros onde existam árvores florestais (pinheiros, eucaliptos entre outras) com uma área de coberto igual ou maior a 10% e cujas árvores tenham ou possam vir a ter cinco metros de altura (Assembleia da República, 2017-08-17).

Nestas faixas de gestão de combustível, não devem existir árvores com distância entre copas inferior a 4 metros, e no caso de pinheiros ou eucaliptos a distância mínima entre copas sobe para 10 metros. Em ambos os casos, a distância das copas ao edifício deve ser no mínimo cinco metros (Assembleia da República, 2017-08-17).

A dimensão das faixas é diferente consoante se trata de uma faixa à rede viária, e no caso de ser a um edifício, se este está inserido dentro de um aglomerado populacional.

No caso da rede viária, a largura mínima da faixa é de 10 metros, medida a partir da berma.

No caso dos edifícios, considera-se que um edifício pertence a um aglomerado populacional se este estiver inserido num conjunto de 10 ou mais edifícios com

distancia entre si inferior a 50 metros. Caso esta situação se verifique, a largura da faixa de gestão é no mínimo de 100 metros, caso contrário o edifício designa-se por isolado e a largura mínima da faixa é de 50 metros (Figura 9) (Assembleia da República, 2017-08-17).



Figura 9 - Desenho informativo da limpeza das faixas de gestão. Fonte: site online da câmara municipal de Oleiros. Visitado a 20 de Julho de 2018

Para uma maior facilidade de consulta das faixas de gestão por parte dos proprietários dos terrenos, e de modo a que estes pudessem saber se o seu terreno precisa ou não de ser limpo, decidiu-se desenhar os polígonos que representassem as faixas de gestão

A câmara possui informação geográfica dos edifícios, em formato shapefile de polígonos, tendo sido digitalizada a partir de cartas militares com escala 1:25000, no entanto esta não identifica os edifícios como isolados ou de aglomerado, tendo apenas informação relativa ao uso do imóvel bem como o seu estado (em ruína ou não).

Para poder diferenciar os edifícios como isolados ou de aglomerado usou-se o software *ArcMap* e utilizou-se o seguinte processo:

- Numa primeira fase foram retirados os edifícios em ruínas, identificados como tal na trabela de atributos do ficheiro, sendo que com recurso a ortofotomapas foi também possível visualizar o estado destes edifícios (Figura 10).

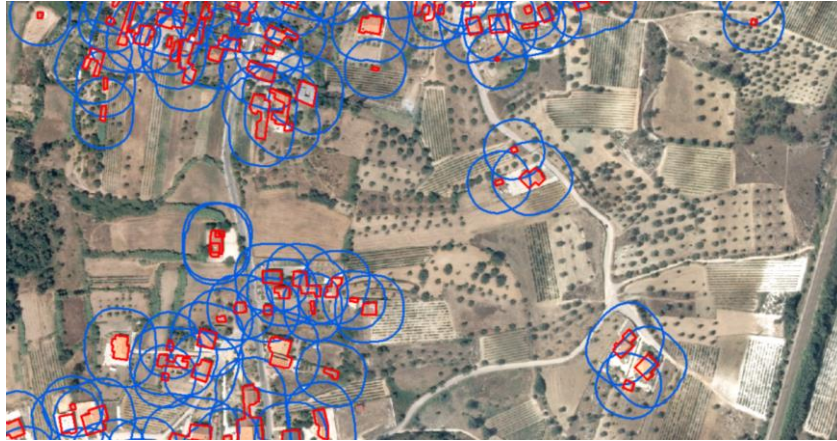


Figura 10 – Buffer de 50 metros (a azul) aos edifícios (a vermelho) sobre ortofotomapa

- Em seguida, utilizando a ferramenta buffer, criaram-se polígonos de 50m em redor de todos os edifícios e conseqüentemente utilizou-se a ferramenta dissolve neste ficheiro, de modo a que todos os polígonos sobrepostos formassem um único polígono. A distância de 25 metros do buffer significa que se um edifício estiver a 50 metros ou menos de outro, os respetivos polígonos de buffer irão sobrepor-se. Como este ficheiro tinha só um elemento, no modo de edição utilizou-se a ferramenta *explosion*, o que fez com que cada polígono geograficamente separado fosse um elemento (Figura 11), e posteriormente a cada elemento foi atribuído um número único. A este ficheiro deu-se o nome *buffer\_50.shp*.



Figura 11 – Dissolve dos buffers anteriores (a laranja) – *buffer\_50.shp*

- Com este ficheiro, intersectou-se o ficheiro dos edifícios, de modo a que em cada elemento, consta-se nos seus atributos o número do polígono do ficheiro de buffer em que o edifício estava inserido, ao qual foi atribuído o nome *edificios\_num.shp*.
- De seguida, com a função *summarize*, obteve-se uma tabela em que consta o somatório do número de vezes que cada identificador único se repete. Em suma, este somatório reflete o número de edifícios inseridos em cada polígono do ficheiro de *buffer\_50.shp*.
- Por fim, fez-se uma união do ficheiro *edificios\_num.shp* com a tabela obtida, utilizando a função *join*, utilizando o campo do identificador único como atributo de união e gravou-se uma cópia deste ficheiro com a união de tabelas com o nome *edificios\_classe.shp*. Obteve-se assim um ficheiro cujos elementos têm como novos atributos um valor de somatório. Assim, para identificar um edifício como pertencente a um aglomerado populacional, basta que este tenha como valor de somatório um número igual ou maior que 10. Caso o número seja inferior a 10, trata-se de um edifício isolado. Na Tabela 3 é possível observar esta atribuição do tipo de edifício.

OBJECTID	area	ids	OID	ids	Count ids	
2063	148,72649	1	0	1	192	aglomerado
2063	148,72649	2	1	2	412	aglomerado
2063	148,72649	2	1	2	412	aglomerado
2063	148,72649	2	1	2	412	aglomerado
2063	148,72649	2	1	2	412	aglomerado
2063	148,72649	1	0	1	192	aglomerado
2063	148,72649	1	0	1	192	aglomerado
2063	148,72649	2	1	2	412	aglomerado
2063	148,72649	1	0	1	192	aglomerado
2063	148,72649	3	2	3	6	isolado
2063	148,72649	2	1	2	412	aglomerado
2063	148,72649	2	1	2	412	aglomerado

Tabela 3 – Extrato da tabela de atributos do ficheiro *edificios\_classe.shp*

O resultado deste processo pode ser visualizado na Figura 12, onde é possível verificar que a designação atribuída aos edifícios é consistente com as distâncias entre sim.

Este processo foi baseado em dados que, no entanto, não refletem a realidade atual, uma vez que se tratam de dados anteriores a 2015, e desde aí foram construídos novos edifícios. Este ficheiro tem também o problema de vários alguns edifícios estarem desenhados com um único polígono, observou-se, no entanto, que este problema acontecia maioritariamente em zonas de agregados populacionais, e por isso não afeta substancialmente esta classificação. De

modo a ter uma solução perfeita teria de ser feito um levantamento atualizado de todos os edifícios do concelho.

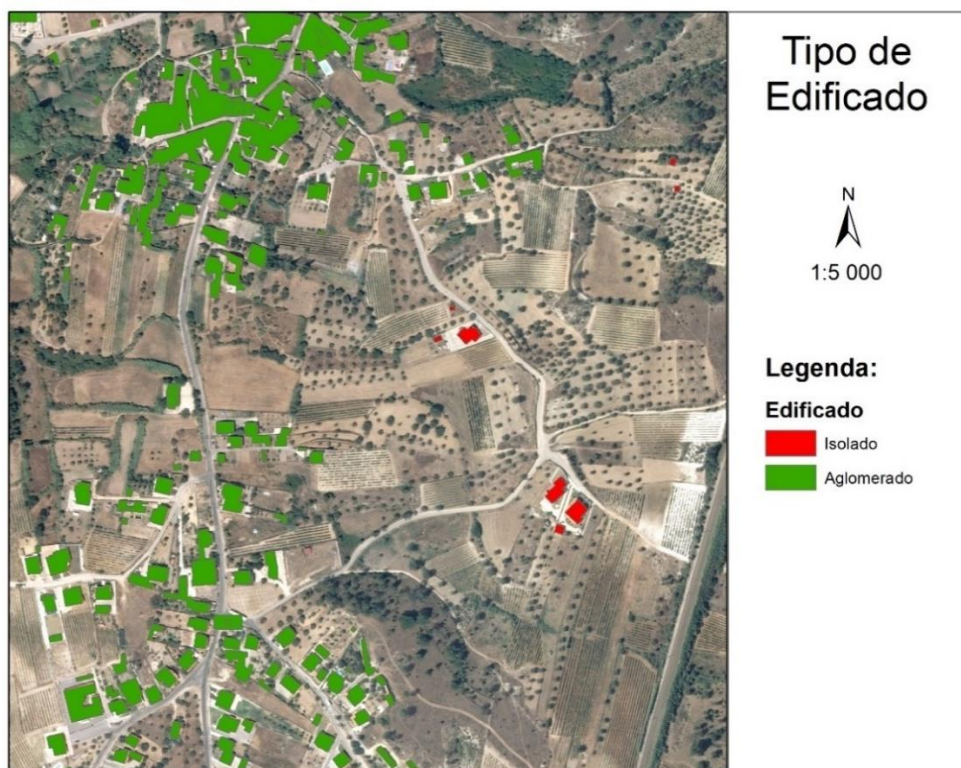


Figura 12 – Edifícios classificados como isolados ou aglomerados<sup>1</sup>

### 2.2.2. Delimitação inicial das faixas de combustível

Com a distinção entre edifícios isolados e aglomerados, foi possível delimitar as faixas de gestão do combustível. Estas faixas seriam meramente indicativas uma vez que não há conhecimento atualizado do terreno nem da totalidade dos edifícios construídos no concelho.

Foram feitos buffers com distâncias de 50 metros no caso dos edifícios isolados e de 100 metros para os edifícios aglomerados, e foi proposta a criação de um ficheiro KML por freguesia, de modo a que este fosse disponibilizado no web site da câmara, com instruções de download do software *Google Earth* e da sua utilização básica.

Os cidadãos poderiam assim consultar se o seu terreno estava inserido em alguma das faixas através da morada ou de um ponto de referência (Figura 13).

---

<sup>1</sup> A escala do mapa não reflete a realidade uma vez que a imagem foi redimensionada 2

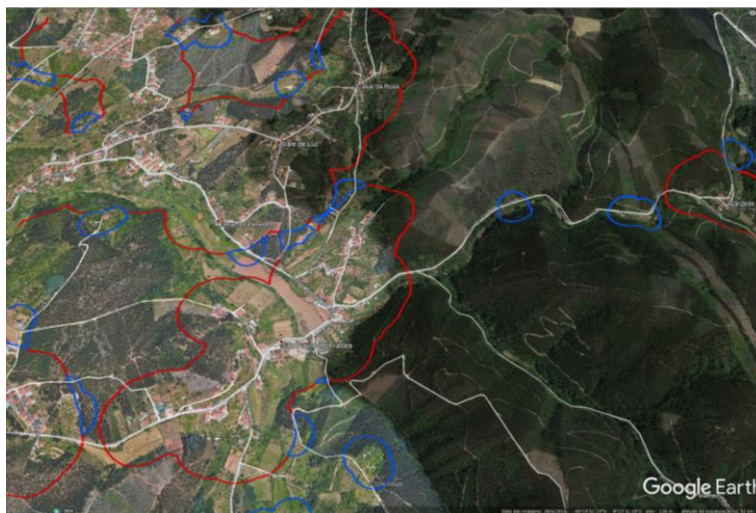


Figura 13 – Extrato da visão de um KML com as faixas de gestão em software Google Earth

No entanto, este formato de informação foi considerado pelo dirigente da câmara como sendo demasiado complicado de entender pelo cidadão comum, pelo que foram elaboradas plantas à escala 1:5 000 em folhas de dimensão A2, que seriam distribuídas pelas respetivas câmaras.

Estas plantas foram elaboradas diversas vezes, uma vez que, a informação pretendida variava. Foi também pedida a área a limpar efetivamente, para cada tipo de faixa, tendo esta sido calculada retirando a área dos polígonos dos edifícios à área das faixas e delimitando a área florestal nestas faixas

Este procedimento teve de ser executado digitalizando as manchas florestais com auxílio a ortofotomapas uma vez que não existe outra maneira de obter a informação, sendo que quer a *Corine Land Cover* quer a Carta de Ocupação do Solo não têm detalhe suficiente. Esta informação não pode no entanto ser considerada como correta, uma vez que os ortofotomapas foram elaborados em 2008, 10 anos antes deste trabalho, e como tal o coberto florestal estava bastante alterado. Por esta razão, estas áreas florestais delimitadas foram eventualmente retiradas, servindo apenas para dar uma estimativa da área do concelho que necessitava de limpeza.

Foi também pedido em algumas alturas as faixas de gestão à rede viária. Esta foi elaborada a partir de um ficheiro vetorial de linhas, que não continha informação sobre a sua largura, pelo que foi atribuída uma largura consoante a designação da linha.

Posteriormente fez-se um buffer utilizando este campo, gerando um ficheiro de polígonos correspondendo à suposta largura das estradas, a este ficheiro produziu-se outro buffer com distância de 10 metros, apenas do exterior, e fez-se um dissolve do resultado, uma vez que existiam sobreposições. Por fim, os ficheiros das faixas foram divididos por freguesias.

Uma vez que a produção desta cartografia necessitava de ser repetida várias vezes, por cada freguesia foi criado um projeto individual, de modo a ter a informação filtrada para cada freguesia e foram elaborados ficheiros com uma grelha poligonal de retângulos, de modo a cobrir cada freguesia com o menor número possível de retângulos, os quais foram numerados, e utilizou-se este ficheiro para gerar um *Data Driven Pages*, uma ferramenta que possibilita a exportação de vários mapas para formato *pdf* automaticamente. Para melhor visualização, foi elaborado um mapa por freguesia com o enquadramento de cada retângulo, de modo a poder selecionar a folha da área que se pretende visualizar (Figura 14).

Assim, para cada freguesia ficou disponível a capa da freguesia com o respetivo enquadramento, e as folhas com escala 1:10 000 relativas à área coberta por cada retângulo. Na folha da capa foi também criada uma tabela com um sumário das áreas a limpar consoante se tratam de áreas pertencentes a aglomerados populacionais, edifícios isolados ou rede viária.

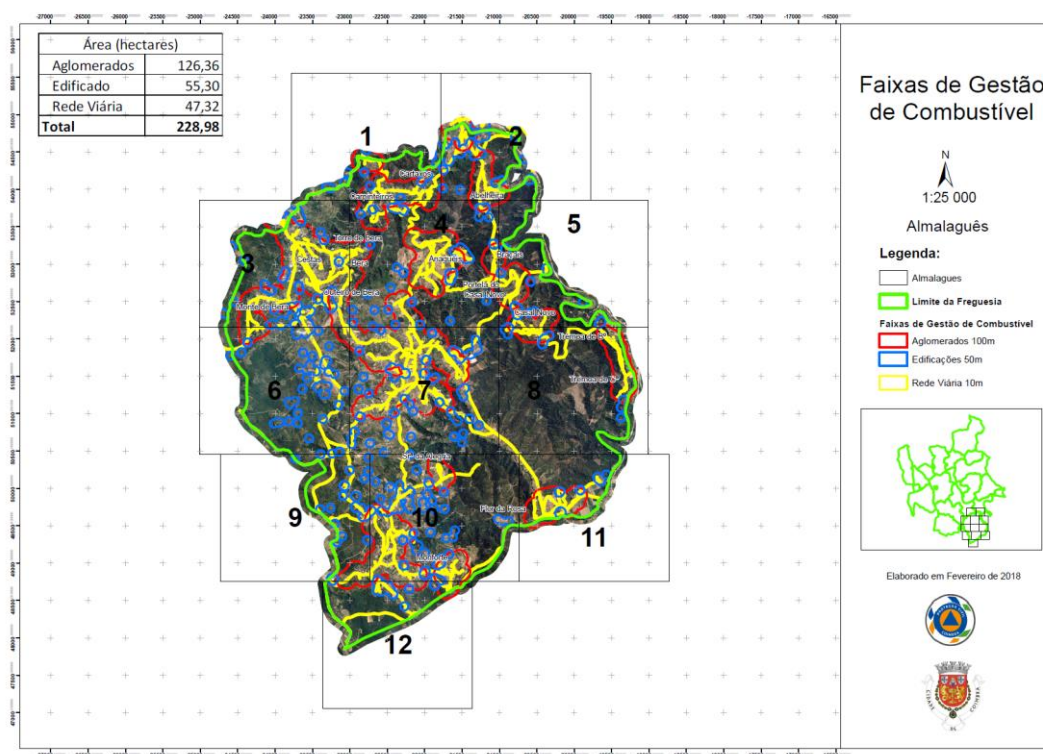


Figura 14 – Exemplo de mapa de enquadramento - freguesia de Almalaguês<sup>2</sup>

<sup>2</sup> A escala do mapa não reflete a realidade uma vez que a imagem foi redimensionada a partir de um mapa em folha A2

## 2.3. Março

A elaboração do PMDFCI é obrigatória, e desde o início de 2018, a ausência deste plano auferiu de uma coima avultada às câmaras em incumprimento.

No município de Coimbra, este plano tinha expirado em 2015, tendo sido contratada a empresa *Geolayer* para a elaboração de um novo plano. Esta empresa não conseguiu, no entanto, a aprovação do plano, uma vez que a câmara não dispõe a informação de base necessária para a elaboração do plano.

Uma vez que a lei indica que os PMDFCI devem estar aprovados ou atualizados até 31 de março de 2018 e que em caso de incumprimento é retido em Abril, 20 % do duodécimo das transferências correntes do Fundo de Equilíbrio Financeiro (FEF), tentou-se elaborar o plano juntamente com a empresa desde o início do mês.

### 2.3.1. Delimitação dos aglomerados populacionais

A maior falha de informação para o plano que foi detetada refere-se à delimitação dos agregados populacionais, uma vez que anteriormente nem a distinção dos edifícios neste contexto estava disponível. Esta informação é fundamental para delimitar as áreas de proteção.

Inicialmente pensou-se em utilizar a informação que consta no Plano Diretor Municipal, ou, na CLC, no entanto esta não possuía detalhe suficiente (Figura 15) e não está em concordância com o disposto pelo ICNF, que especifica que o aglomerado deve ser delimitado pela alvenaria dos edifícios de forma a construir um polígono com a menor área possível. Esta informação foi, no entanto, utilizada como base para o nível de perigosidade de incêndio (Assembleia da República, 2017-08-17).



Figura 15 – À esquerda: Delimitação de uma área residencial, a amarelo (PDM de Coimbra de 2013). À direita: Delimitação de uma zona residencial a vermelho, edifícios a verde (CLC de 2012)

Para acelerar o processo de delimitação dos edifícios, experimentou-se utilizar procedimentos automáticos, sendo que o que obteve melhor resultados foi a ferramenta *Aggregate* do *ArcMap*.

Esta ferramenta permite a criação de polígonos através de um outro ficheiro, neste caso o de edifícios (Figura 16), especificar a distância máxima que os edifícios podem ter para constar no mesmo polígono, a área mínima que os espaços vazios nos polígonos podem ter e ainda se os polígonos devem ter ou não uma forma ortogonal (ESRI, n.d.).

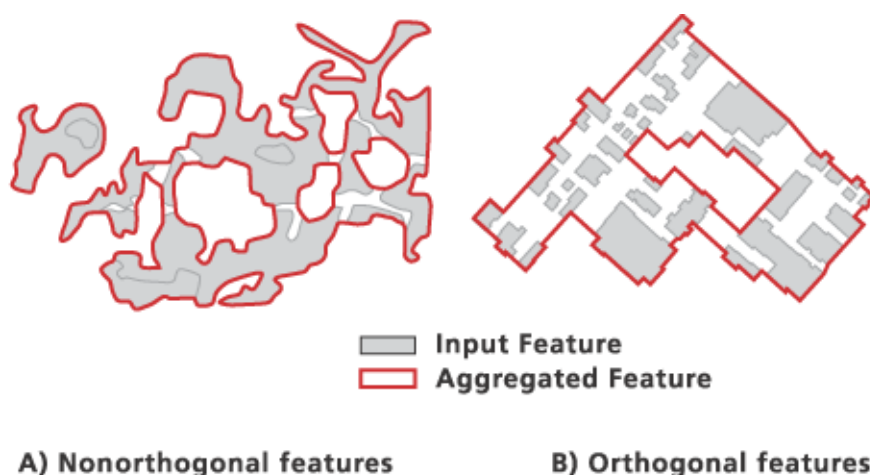


Figura 16 – Delimitação de polígonos usando a ferramenta *Aggregate*. (retirado do website [desktop.arcgis.com](http://desktop.arcgis.com) a 30 de Agosto de 2018)

Os resultados obtidos utilizando esta ferramenta, não foram, no entanto, suficientemente bons para o que foi requisitado pelo ICNF, uma vez que existem zonas que, apesar de terem menos de 50 metros de largura (distância entre as casas), não poderiam constar dentro da delimitação dos polígonos devido a conterem vegetação segundo os ortofotomapas (Figura 17). Não foi possível retirar estas áreas de modo automático, uma vez que a única informação que indica com algum detalhe qual será a ocupação do solo são os ortofotomapas.

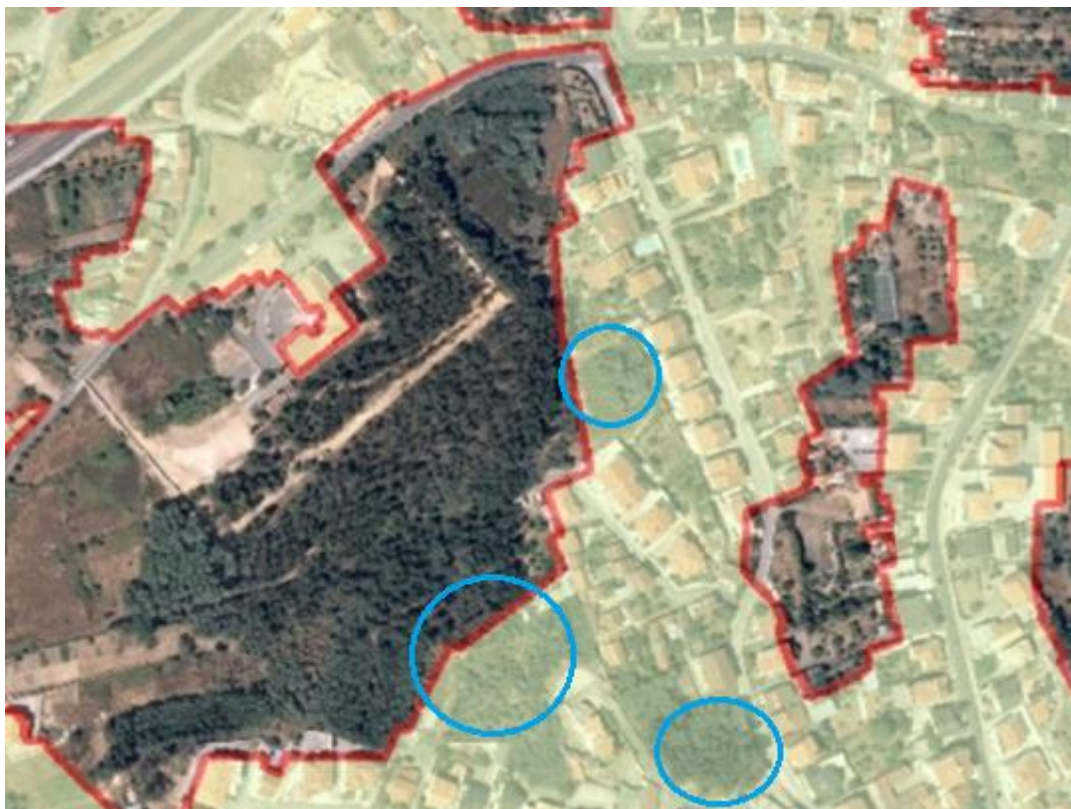


Figura 17 – Exemplo de polígonos criados pela ferramenta Aggregate. Os círculos azuis identificam zonas que não podem constar no polígono segundo o ICNF.

Uma vez que não houve tempo útil para pesquisar por outras formas automatizadas de produzir os polígonos segundo as especificações, estes foram digitalizados, a partir do ficheiro CLC de 2012, tendo como base visual os ortofotomapas online disponibilizados pelos serviços online da *ESRI*. Foi então, por instrução do ICNF, criado um novo ficheiro CLC, com os polígonos urbanos definidos consoante as especificações técnicas.

## 2.4. Abril

Não tendo sido possível finalizar o PMDFCI, este trabalho prolongou-se durante o mês de Abril, tendo a delimitação dos aglomerados ocupado a maior parte do tempo.

Esta informação é a base para a maior parte do plano, nomeadamente das faixas de gestão de combustível, pelo que só depois de concluída esta tarefa foi possível fazer o plano concretamente.

A Elaboração da informação geográfica do plano é simples, existindo um guia técnico que detalha os ficheiros que devem ser entregues, e as suas

características, nomeadamente o sistema de coordenadas, idealmente DATUM LISBOA (IGEOE), e a configuração dos atributos de cada ficheiro.

O ICNF disponibilizou também um plugin para o software QGIS, criado pela Eng. Maria de Lurdes Gaspar, que verifica os ficheiros de informação geográfica requeridos no plano.

Este plugin verifica o sistema de coordenadas, os atributos dos ficheiros e se cada elemento está conforme o especificado pelo guia técnico, bastando colocar todos os ficheiros na mesma pasta e indicar o nome dos ficheiros *raster* (Figura 18). Posteriormente o plugin cria um ficheiro de texto com informação da conformidade da informação, identificando os atributos em falta, ou se existem atributos que não correspondem ao esperado (Direcção de Unidade de Defesa da Floresta, 2012).

Verifica IG PMDFCI - V 1.1

Seleccione o municipio:

Distrito: AVEIRO

Concelho:

Codigo INE: [ ]

Codigo 3 Digitos: [ ]

Nome segundo Guia PMDFCI: [ ]

Ano de Aprovação: [ ]

Anos de Vigencia do Plano: De: [ ] a: [ ]

Anos Planeamento: [ ]

De: [ ] a: [ ]

Seleccione a directoria onde está a IG

Será verificada a IG, em formato SHP, existente na seguinte directoria e respectivas sub-directorias:

[ ]

Indique o nome da informação geográfica, em formato raster, de perigosidade e de risco

Raster "Risco": [ ]

Raster "Perigosidade": [ ]

Guardar o ficheiro relatório em ...

O relatório será gravado em: [ ]

Guia de Ajuda

Video Exemplificativo

Restaurar OK Descartar

Figura 18 – Plugin para software QGIS de verificação da informação geográfica do PMDFCI

O plano foi concluído e entregue no final do mês, sendo que, a cartografia foi maioritariamente elaborada pela empresa responsável.

A informação geográfica referente aos *shapefiles*, que não tinham como base os aglomerados populacionais, como por exemplo pontos de água, LEE, entre outros, foi atualizada a partir do PMDFCI elaborado anteriormente, tendo sido feitas alterações aos campos, com a informação de ações que constam no novo plano, e criado novos polígonos ou pontos, consoante o ficheiro, relativos a novas infraestruturas.

## 2.5. Maio

Com o PMDFCI entregue, o passo seguinte é a elaboração do Plano Operacional Municipal, que corresponde ao Caderno III do PMDFCI, mas cuja sua entrega pode ser posterior aos restantes cadernos. Este é utilizado em concordância com o PMDFCI e a sua elaboração também está descrita no guia técnico.

Os elementos de informação geográfica são elaborados por norma com base nos planos anteriores, uma vez que o POM representa a operacionalização do PMDFCI, especificamente:

- Ações de vigilância,
- Ações de Deteção,
- Ações de fiscalização,
- 1.<sup>a</sup> intervenção,
- Combate do incêndio,
- Rescaldo e vigilância pós-incêndio

Estes elementos estão geograficamente estáticos desde o último plano, necessitando, no entanto, de ser atualizados quando ao seu estado de funcionamentos, datas de manutenção e criação de novos pontos estratégicos. Esta informação é atualizada na tabela de atributos de cada elemento pertencente ao POM.

### 2.5.1. Elaboração da Cartografia de Apoio à Decisão

A CAD é uma ferramenta pertencente ao POM, que deve ser simples, precisa e de fácil interpretação, de modo a tornar eficiente as ações definidas no POM. Deve também ter uma leitura uniforme entre os vários organismos públicos responsáveis por cada ação.

Para tal, esta cartografia tem regras de elaboração definidas (Direcção de Unidade de Defesa da Floresta, 2012). A cartografia cobre a totalidade do concelho à escala 1:25 000 tendo como base uma quadrícula 1x1 km, estabelecida pela AFN. É feita em duplicado, de modo a que a cada quadrícula

corresponda um mapa sobre Carta Militar de Portugal, Série M888, e a um mapa sobre ortofotomapa (Direcção de Unidade de Defesa da Floresta, 2012).

Para elaborar esta cartografia, foram usados os dados concebidos anteriormente, e a quadricula foi utilizada para gerar um *Data Driven Pages*.

Posteriormente, com recurso ao *software Adobe Acrobat*, os mapas foram alterados, de modo a que cada um tivesse um botão com ligação para a mesma quadricula em carta militar ou ortofotomapa, assim como um botão com ligação para a capa da CAD (Figura 19).

Em cada mapa foram também acrescentadas setas com ligação ao mapa adjacente, conforme a direcção da seta.

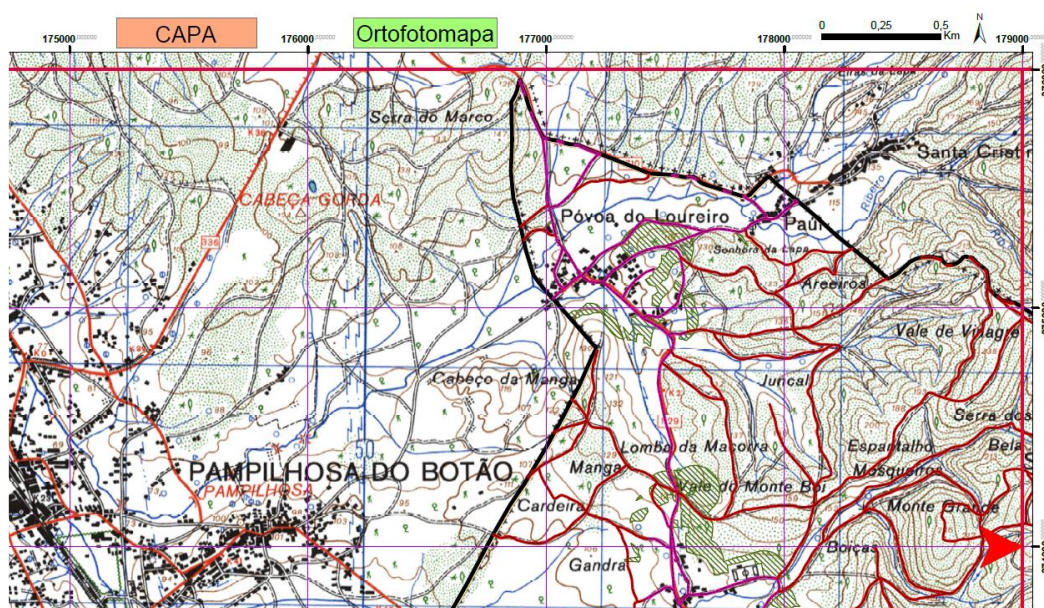


Figura 19 – Extrato de uma folha da CAD, com botões com ligação à capa, folha em carta militar e seta de navegação.

A capa da CAD inclui o enquadramento das quadriculas, sendo que cada uma contém uma ligação para a respectiva folha, e a legenda das várias infraestruturas presentes no POM (Figura 20). Cada quadricula é numerada consoante o seu par de coordenadas, de acordo com sistema de projecção de a Hayford-Gauss-Lisboa.

Esta cartografia tem no entanto a desvantagem das ligações só funcionarem se os ficheiros forem abertos com *software Adobe Acrobat*.

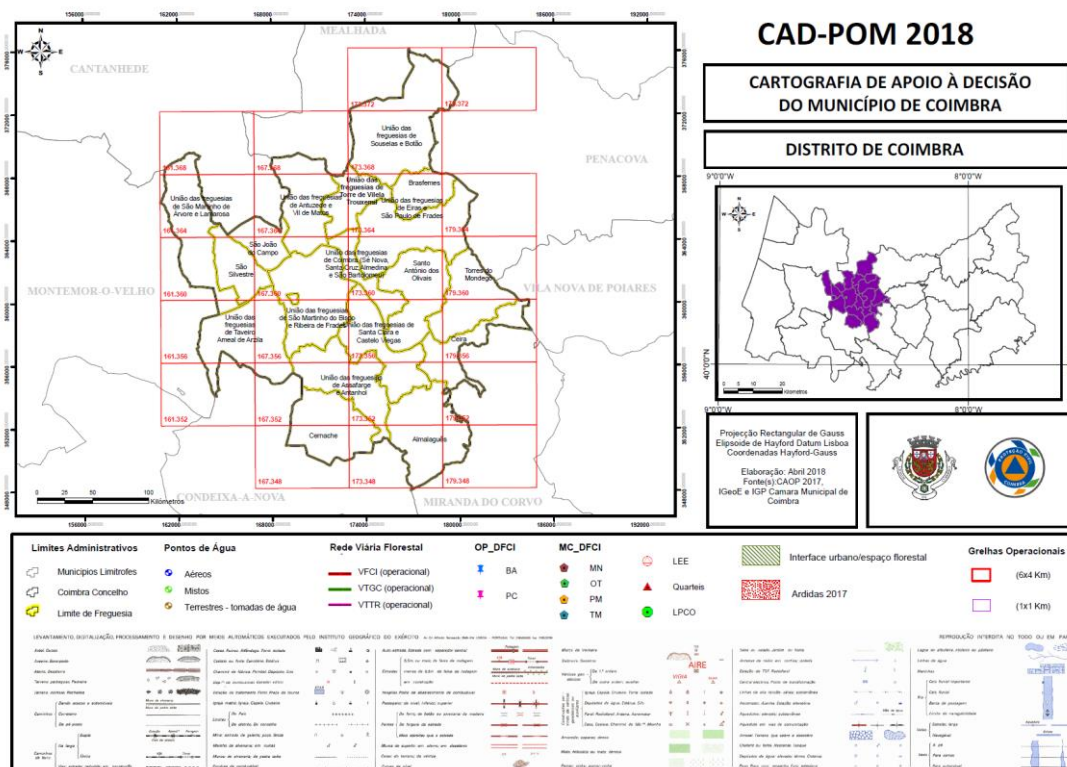


Figura 20 – Imagem da folha principal da CAD<sup>3</sup>.

## 2.5.2. Plantas para os concursos públicos de limpeza florestal

Uma vez que o plano foi entregue, tendo já as faixas de gestão finais definidas e no seguimento da obrigatoriedade por parte da câmara em realizar as limpezas dos terrenos que não forma feitas pelos proprietários, foi necessário definir áreas e abrir concursos públicos para a limpeza dos terrenos.

Visto a área total das faixas de gestão ser demasiado grande para executar em tempo útil, definiram-se áreas prioritárias, utilizando o nível de perigosidade de incendio como classificação.

Para obter esta informação, intersectou-se o ficheiro das faixas com o da perigosidade. Como a perigosidade é feita utilizando como restrição as zonas definidas em PDM como urbanas ou urbanizáveis, e as faixas são elaboradas tendo como base a CLC anteriormente modificada, algumas zonas das faixas não têm classificação de perigosidade, uma vez que não existe perigosidade nem risco de incendio definido em zonas urbanas. Esta restrição impede que existam condicionantes à construção, em zonas definidas em PDM para este

<sup>3</sup>A escala do mapa não reflete a realidade uma vez que a imagem foi redimensionada a partir de um mapa em folha A3

feito, uma vez que não é permitida a construção em zonas classificadas como tendo perigosidade de incêndio elevada..

Para contornar este problema, as áreas sem classificação de perigosidade foram classificadas como urbanas segundo o PDM, e foram utilizadas consoante a necessidade. Foi produzida cartografia com esta informação (Figura 21), com a qual foram posteriormente definidas áreas críticas, tendo sido selecionadas áreas com perigosidade elevada, junto a aglomerados populacionais que se encontrassem perto de zonas florestais, assim como edificações que contribuíssem para um grande risco de incêndio, nomeadamente postos de abastecimento de combustível. Estas áreas foram delimitadas pelo pessoal técnico da proteção civil.

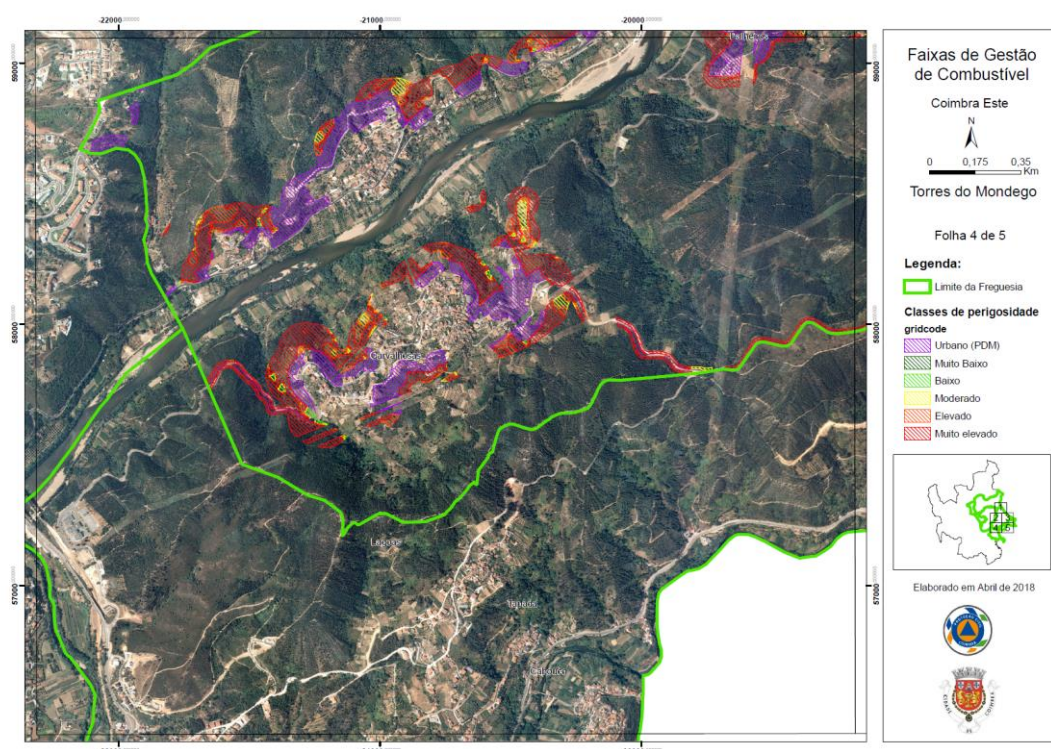


Figura 21 – Planta de faixas de gestão do combustível, segundo o PMDFCI, com nível de perigosidade (Torres do Mondego)<sup>4</sup>

Devido à dimensão dos incêndios que ocorreram em 2017, e, no caso específico de Coimbra, existe a necessidade de intervenções de estabilização de emergência pós incêndio na zona de Carvalhosas, estando abrangidas as freguesias de Ceira e Torres do Mondego (ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas). Para além desta obrigatoriedade, estas freguesias, juntamente com Almaguês e Santo António dos Olivais detém uma área

<sup>4</sup> A escala do mapa não reflete a realidade uma vez que a imagem foi redimensionada a partir de um mapa em folha A3

considerável de manchas florestais dentro das faixas de gestão delimitadas pelo PMDFCI com um alto índice de perigosidade de incêndio, sendo por isso consideradas prioritárias a nível dos trabalhos de limpeza. No caso da União de freguesias de Coimbra, esta não possui classes de perigo elevado uma vez que está maioritariamente inserida como zona urbana em PDM, tratando-se de uma zona histórica (Tabela 4).

FREGUESIAS	ÁREA (HECTARES)		
	Urbano (PDM)	Alto	Muito Alto
ALMALAGUÊS	7,55	19,42	22,59
BRASFEMES	0,91	5,27	6,82
CEIRA	9,23	5,66	17,93
CERNACHE	12,87	5,41	2,02
SANTO ANTÓNIO DOS OLIVAIS	34,61	11,49	22,06
SÃO JOÃO DO CAMPO	2,19	-	-
SÃO SILVESTRE	0,54	1,03	2,04
TORRES DO MONDEGO	41,95	16,32	55,99
U.F. DE ANTUZEDE E VIL DE MATOS	8,94	4,25	3,17
U.F. DE ASSAFARGE E ANTANHOL	25,73	15,56	8,65
U.F. DE COIMBRA (SÉ NOVA, SANTA CRUZ, ALMEDINA E SÃO BARTOLOMEU)	2,58	-	-
U.F. DE EIRAS E SÃO PAULO DE FRADES	27,78	10,09	18,6
U.F. DE SANTA CLARA E CASTELO VIEGAS	24,1	6,48	9,86
U.F. DE SÃO MARTINHO DE ÁRVORE E LAMAROSA	6,36	0,92	0,62
U.F. DE SÃO MARTINHO DO BISPO E RIBEIRA DE FRADES	46,42	5,9	1,31
U.F. DE SOUSELAS E BOTÃO	6,12	5,63	7,71
U.F. DE TAVEIRO, AMEAL E ARZILA	3,84	1,52	0,2
U.F. DE TROUXEMIL E TORRE DE VILELA	1,06	6,1	4,02

Tabela 4 – Área por nível de perigosidade de incêndio nas faixas de gestão do PMDFCI

Tendo em consideração as freguesias com maior área de perigo elevado, assim como as outras áreas selecionadas, foi elaborada a cartografia final para os concursos (Figura 22). Foram abertos três concursos, divididos pela zona Norte, Sul e Este do concelho, tendo sido as freguesias dos concelhos distribuídas segundo a sua localização, topografia e uso do solo distintas destas três áreas.

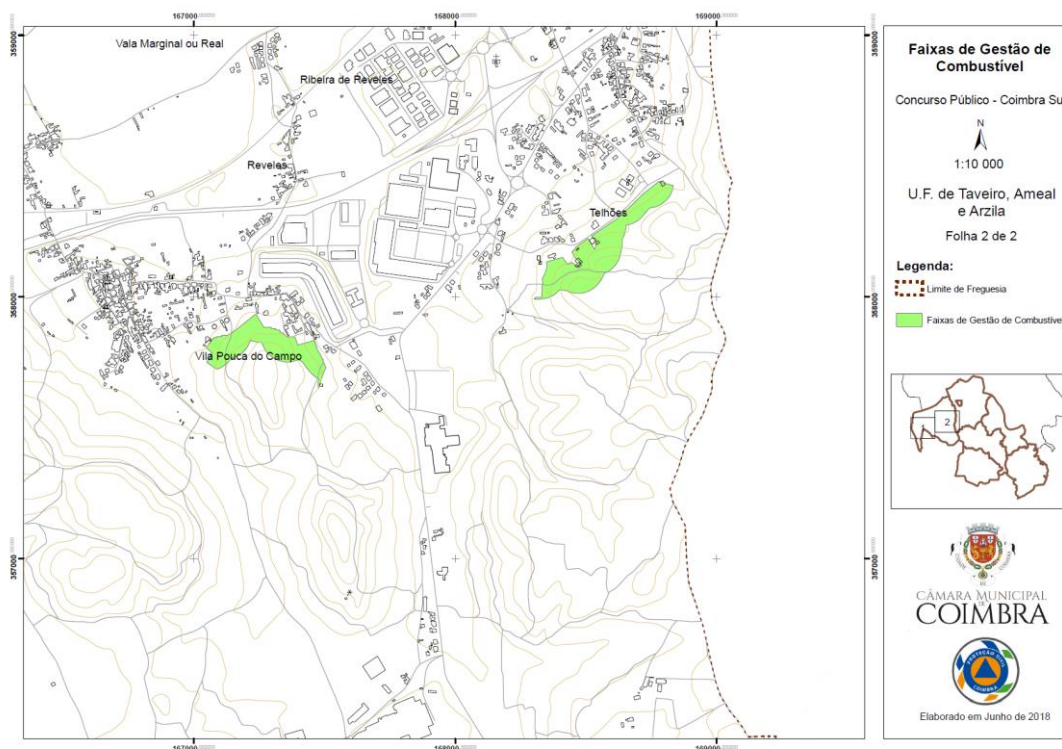


Figura 22 – Planta de faixas de gestão do combustível prioritárias para concurso público de limpeza (U.F. de Taveiro, Ameal e Arzila)<sup>5</sup>

Para além das áreas críticas, foram também sujeitos a intervenção alguns caminhos municipais, que foram identificados no PMDFCI como possíveis caminhos de evasão em caso de incêndio. Estes caminhos localizam-se em áreas florestais, e ligam zonas residenciais da periferia entre si, ou a estradas seguras em bom estado (Figura 23Figura 24).

Embora a cartografia elaborada seja uma parte fundamental para a documentação dos concursos, as empresas elegidas preferiram a informação em *shapefile* ou *KML*, tendo a cartografia sido maioritariamente utilizada como documentação do concurso.

---

<sup>5</sup> A escala do mapa não reflete a realidade uma vez que a imagem foi redimensionada a partir de um mapa em folha A3

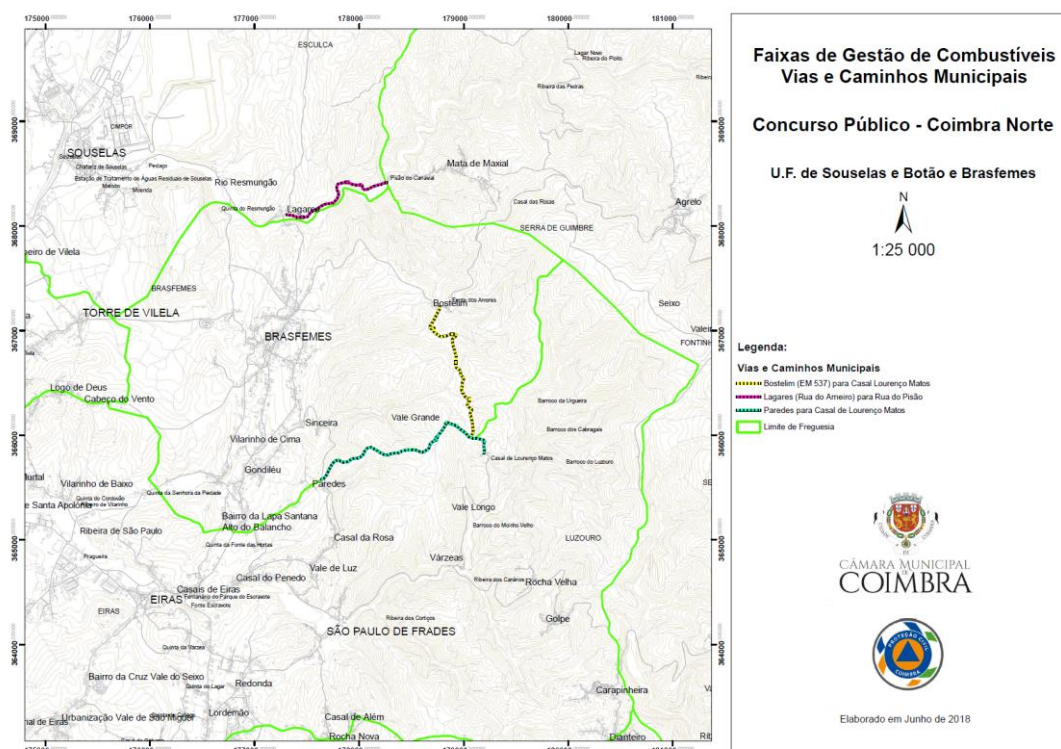


Figura 23 – Planta de caminhos municipais para concurso público de manutenção da via (U.F. de Souselas e Botão, e freguesia de Brasfemes)

## 2.6. Junho

No início do mês, foi publicada a aprovação do PMDFCI, legitimando assim as faixas de gestão elaboradas. Esse foi o último mês do estágio, tendo este terminado no dia 15 de Junho, perfazendo o total de duas semanas.

Estas semanas foram destinadas a fazer alterações estéticas às plantas dos concursos e a tentar encontrar um método que facilitasse a fiscalização dos trabalhos de limpeza.

### 2.6.1. Utilização de aplicativos de SIG móveis

No serviço existem dois GPS, já descontinuados e com difícil instalação nos computadores do serviço, uma vez que os sistemas operativos já não são compatíveis. Como única alternativa, a fiscalização teria de ser feita com recurso ao mapa físico da zona, não sendo fácil a identificação dos limites ou da posição de quem iria fiscalizar.

Uma vez que o pessoal do serviço possuía telemóveis com sistema operativo IOS, e visto que a base de dados de ocorrências foi atualizada de modo a ser compatível com este sistema operativo, foi feita uma pesquisa sobre as várias

aplicações móveis que existem, que fossem gratuitas, onde fosse possível carregar ficheiros *shapefile*, e modificá-los.

Estas aplicações por norma têm uma versão paga e uma gratuita, que regra geral tem alguma limitação. Entre as limitações encontradas, a mais frequente era não poder gravar alterações no ficheiro.

Após alguma pesquisa, foi encontrada a aplicação IGIS (Geometry, 2017), tendo sido esta a aplicação mais simples de utilizar descoberta (Figura 24). Esta aplicação respondia às necessidades uma vez que permite a edição do ficheiro no dispositivo móvel, sendo também possível distinguir cada polígono consoante o grau de perigosidade e carregar mais que uma camada, podendo assim adicionar um shapefile com informação dos limites de freguesia, facilitando assim a interpretação da informação.

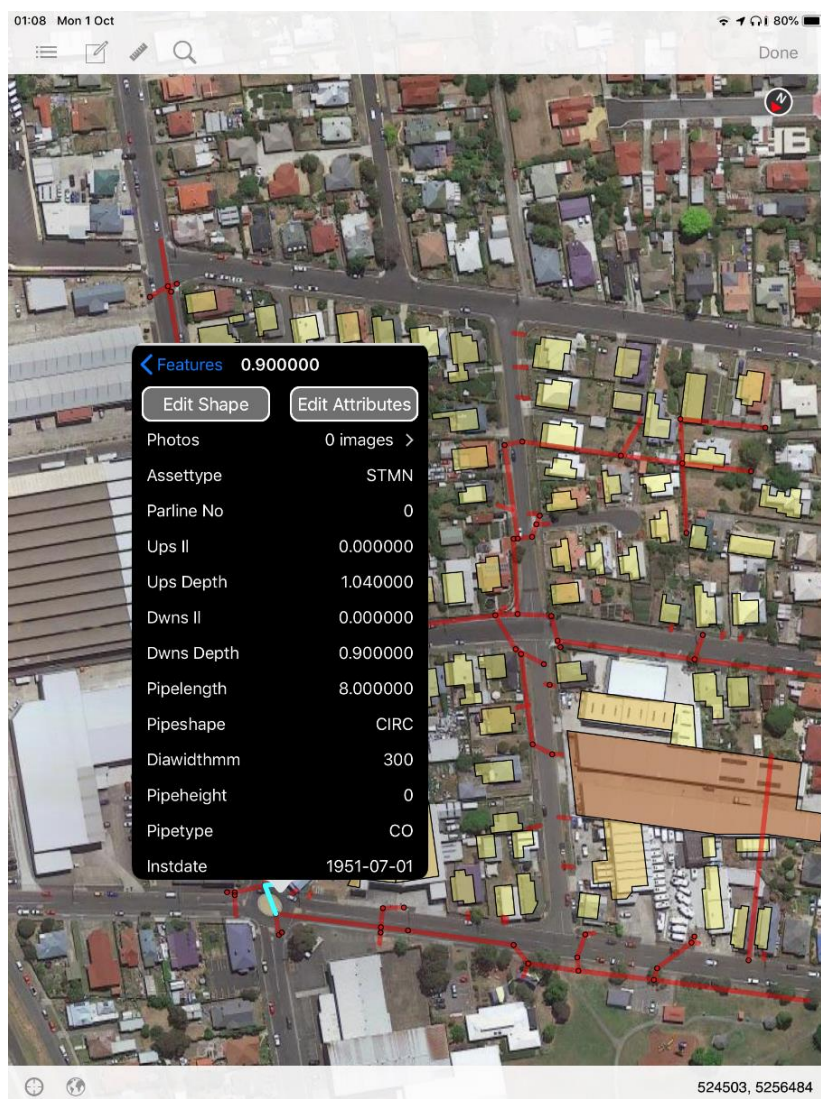


Figura 24 – Exemplo da vista da aplicação IGIS em IOS

A parte mais complicada da aplicação ocorre durante a criação do ambiente de trabalho inicial, sendo necessário preparar de antemão a tabela de atributos, uma vez que apenas é possível editar e não criar novos atributos.

Para que cada polígono tenha uma cor distinta, é necessário criar um atributo correspondente à cor do polígono, onde cada elemento tem um código hexadecimal correspondendo à cor do nível de perigosidade.

Foram então criados três ficheiros *shapefile*, correspondentes a cada um dos concursos e uma vez que cada técnica do serviço é responsável por um dos concursos, não sendo possível a transferência direta dos ficheiros *shapefile* entre o computador e o telemóvel, foi necessário criar contas *Dropbox* assim como instalar a aplicação no telemóvel.

Uma vez configuradas as contas e o telemóvel, a informação foi compactada e importada para a aplicação, tendo sido configurado um novo projeto com esta informação.

Com a aplicação configurada, basta a técnica estar no terreno e vê a sua localização, assim como a informação do polígono que pretender. Para além dos atributos de nível de perigosidade, área, freguesia e identificador único foi criado um atributo correspondente ao estado do polígono e outro atributo para observações. Para os ficheiros serem depois alterados no computador, devem ser exportados, sendo necessário por isso, algum cuidado com cópias e versões dos ficheiros.

### 3. Resultados finais

No início deste estágio foi desenvolvida um modelo de uma base de dados que permitisse a visualização e análise das áreas intervencionadas pela equipa de Sapadores Florestais. Esta base de dados pode ser ligada a um *shapefile* através do campo *SGD*, permitindo que a informação seja editada separadamente, de modo a facilitar a sua atualização por parte de quem não detém conhecimentos do software *ArcGis*.

Foi também criada informação em *KML* para os serviços da *PSP* e *GNR*, contendo a delimitação de áreas ardidas em 2017. Para obter estas áreas foram digitalizados polígonos em software *Google Earth* a partir de relatos dos agentes da autoridade, assim como a partir de informação geográfica fornecida pelo *ICNF*, contendo as áreas ardidas do país.

De seguida, foi elaborada cartografia relativa às áreas a limpar pelos proprietários conforme o disposto no OE 2018. Esta cartografia foi meramente informativa, não sendo vinculativa como faixas de gestão florestal, estas só foram elaboradas posteriormente, fazendo parte do *PMDFCI* Para a elaboração

destas cartas foi necessário identificar os edifícios classificados como aglomerados ou isolados, sendo necessário recorrer a ferramentas do *ArcMap*.

Esta informação foi posteriormente utilizada para o desenvolvimento do PMDFCI, possibilitando a delimitação dos agregados populacionais conforme as especificações técnicas do ICNF. Estes agregados foram digitalizados a partir de ortofotomapas, modificando o shapefile da CLC de 2012. Esta informação foi em seguida utilizada para a elaboração das faixas de gestão do combustível. Esta informação é vinculativa e obriga os proprietários a procederem à limpeza dos seus terrenos conforme as áreas delimitadas no plano de 2018, atualmente em vigor.

Após aprovação do plano, compete à câmara proceder à limpeza dos seus terrenos, assim como dos terrenos que não foram limpos. Devido à dimensão de área que seria necessário limpar, foram abertos concursos de adjudicação das limpezas dos terrenos e foram selecionadas áreas prioritárias, tendo em conta a classe de perigosidade definida anteriormente no PMDFCI e as características próprias dos locais. Foi também elaborada cartografia como parte da documentação de cada concurso.

De modo a facilitar o trabalho dos técnicos que fossem fiscalizar os trabalhos de limpeza a serem executados por parte das empresas contratadas, procurou-se utilizar uma aplicação em dispositivo móvel IOS. A alternativa seria usar um método analógico, e não possuir informação da posição no terreno aquando a fiscalização, nem dos limites da área a limpar.

Foi selecionada uma aplicação que permitisse visualizar uma variedade de informação sobreposta, tal como os limites de freguesias e as manchas onde seria efetuada a limpeza, com informação do seu nível de perigosidade. Esta aplicação permitia também editar os shapefile e adicionar informação quanto ao estado de execução da limpeza, permitindo quantificar a área efetivamente limpa.

## 4. Discussão dos resultados

Relativamente à base de dados conceptualizada, não foi possível testá-la em um ambiente real, não sendo por isso possível perceber até que ponto responderia às necessidades. Uma vez que esta tarefa teve como objetivo tornar mais simplificada a inserção e alteração de informação, talvez fosse mais simples criar um mapa de pontos, podendo este ser editado numa aplicação online como por exemplo o Mymaps da Google, de modo a que um funcionário sem conhecimentos prévios de SIG conseguisse inserir a informação colocando pontos no local indicado na reclamação e preenchendo de seguida a informação necessária diretamente na tabela do KML gerado.

Em relação à informação de limpeza dos terrenos elaborada anteriormente ao PMDFCI, foi utilizada nos casos em que alguns proprietários se deslocaram à proteção civil municipal, para perceber se o seu terreno teria de ser limpo, e que área teriam de limpar, uma vez que não sabiam se os seus terrenos estavam inseridos em aglomerados populacionais ou zonas de edifícios isolados. O fornecimento desta informação foi feito com recurso aos KML gerados e software *Google Earth*, enquanto que a cartografia elaborada foi distribuída pelas respetivas juntas de freguesias.

A metodologia desenvolvida para classificar os edifícios como pertencentes a um aglomerado populacional ou como isolados apresenta algumas limitações, uma vez que os polígonos não estão atualizados e alguns incluem mais que um edifício, um modo de contornar este problema seria ter acesso à informação cadastral dos edifícios do município. No entanto esta não foi disponibilizada, existindo algumas barreiras na partilha de informação entre alguns serviços. Talvez fosse do interesse da população uma unificação desta informação ao invés de cada serviço ter informação diferente para a mesmo âmbito. Seria também interessante estabelecer uma ligação entre o organismo responsável pelo registo predial e o departamento de SIG. Embora fosse um processo moroso criar um ficheiro vetorial com a informação predial e o polígono correspondente de todos os edifícios do concelho, esta informação seria uma mais valia para o planeamento regional, podendo evitar constrangimentos como os encontrados com a elaboração deste PMDFCI.

A elaboração do PMDFCI foi um processo fatigante, uma vez que foi necessário desenvolver informação de base, especificamente a CLC para delimitação dos aglomerados populacionais, o que atrasou a entrega do plano, uma vez que a restante informação a desenvolver se baseava maioritariamente na delimitação destas áreas.

É de notar como o desenvolvimento das tecnologias afetaram o processo de elaboração e análise da informação geográfica, sendo nomeadamente possível a utilização de dispositivos móveis comuns para algumas tarefas de recolha e edição de informação, sendo atualmente praticamente prescindível o uso de métodos analógicos. Neste trabalho, a cartografia elaborada em papel foi maioritariamente utilizada como documentação, sendo que a consulta de informação propriamente dita foi geralmente efetuada utilizando algum tipo de aplicação de SIG.

## 5. Bibliografia

- Adams, I. A. (2011). *Using Geographic Information Systems to provide better e-services*. Obtido em 28 de Setembro de 2018, de SmartCities: [http://www.smartcities.info/files/Using\\_GIS\\_for\\_better\\_e-services\\_Smart\\_Cities.pdf](http://www.smartcities.info/files/Using_GIS_for_better_e-services_Smart_Cities.pdf)
- Autoridade Florestal Nacional - Direcção Nacional para a Defesa da Floresta. (Junho de 2011). *Gestão de combustíveis para protecção de edificações — Manual*.
- Condessa, B., & Monteiro, R. (2001). *Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território. 1as Jornadas de Ordenamento em Espaço Rural - Santarém, 9 e 10 de Maio de 2001*.
- Cotter, D., Gibson, R., Listen, R., Tom, H., Trainor, T., & VanWyhe, H. P. (1988). *A PROCESS FOR EVALUATING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS*. Technology Exchange Working Group-Technical Report 1, Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography, U.S. Geological Survey Open.
- Cova, T. J. (25 de Janeiro de 1999). GIS in emergency management. *Geographical information systems*, 845-858.
- Cowen, D. J. (11 de Novembro de 1988). GIS versus CAD versus DBMS: What Are the Differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54, 1551-1555.
- Departamento de Gestão de Áreas Públicas e de Protecção Florestal. (2017). *9.º RELATÓRIO PROVISÓRIO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS - 2017*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.
- Direcção de Unidade de Defesa da Floresta. (Abril de 2012). *Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios (PMDFCI) - Guia Técnico*. Autoridade Florestal Nacional.
- Nunes, N. A., & Lourenço, L. (2013). *PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS INTENSOS NA SEQUÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM PORTUGAL: ANÁLISE DE ESTUDOS DE CASO. GRANDES INCÊNDIOS FLORESTAIS, EROSÃO, DEGRADAÇÃO E MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DOS SOLOS*, 161-179.
- Pellegrina, G. J., & Cunha, L. (Maio de 2017). Banco de dados para a gestão de riscos de movimentos em massa em Coimbra. Análise da influência dos principais condicionantes atmosféricos. *IV Congresso Internacional de Riscos - UC - PT*. Coimbra: RISCOS – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.

Rochette Cordeiro, A. M., Caridade, P. J., Cunha, F. L., & Paciência, A. F. (2008). Sistemas de Informação Geográfica na gestão do risco. *Cadernos de Geografia*, 203-207.

Santos, F. S., Marques, J. A., Simões, N., & Mendes, P. A. (2013). Modelação numérica de cheias fluviais e urbanas na bacia do Mondego. *Riscos naturais, antrópicos e mistos*, 463-479.

Tenedório, J. A., Henriques, C., & Silva, J. (2003). Municípios, Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica. *GeoNova, Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Vol. 7*, 201-219.

### **Legislação:**

Administração Interna. (2018-03-15). Decreto-Lei n.º 19-A/2018. *Diário da República n.º 53/2018, 1º Suplemento, Série I*.

Assembleia da República. (2017-08-17). Lei n.º 76/2017. *Diário da República n.º 158/2017, Série I*.

Assembleia da República. (2017-08-17). Lei n.º 77/2017. *Diário da República n.º 158/2017, Série I*.

Assembleia da República. (2017-12-29). Lei n.º 114/2017. *Diário da República n.º 249/2017, Série I*.

### **Sites da internet:**

DGTerritório - Fase CNIG. (22 de Maio de 2013). Obtido em 24 de Outubro de 2018, de DGTerritório: [http://www.dgterritorio.pt/sistemas\\_de\\_informacao/snig/o\\_que\\_e\\_o\\_snig/\\_evolucao\\_do\\_snig/fase\\_cnig/](http://www.dgterritorio.pt/sistemas_de_informacao/snig/o_que_e_o_snig/_evolucao_do_snig/fase_cnig/)

ESRI. (s.d.). *How Aggregate works*. Obtido em 11 de Setembro de 2018, de ArcGis for Desktop: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-aggregate-works.htm>

Geometry. (2017). Obtido em 2 de Junho de 2018, de IGIS: <https://www.geometryit.com/igis/>

ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (s.d.). Obtido em 20 de Fevereiro de 2018, de Relatórios de Estabilização de Emergência - 2017: [http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/relat/raa/resource/doc/ree-2017/ree/REE\\_COIMBRA\\_CARVALHOSAS.pdf](http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/relat/raa/resource/doc/ree-2017/ree/REE_COIMBRA_CARVALHOSAS.pdf)

*População residente segundo os Censos: total e por grandes grupos etários*. (26 de Junho de 2015). Obtido em 14 de Julho de 2018, de Pordata.pt:

<https://www.pordata.pt/Municipios/Popula%C3%A7%C3%A3o+residente+segundo+os+Censos+total+e+por+grandes+grupos+et%C3%A1rios-22>

*Proteção Civil.* (Maio de 2007). Obtido em 20 de Agosto de 2018, de Município de Coimbra: <https://www.cm-coimbra.pt/index.php/servicos/servicos-gerais/servicos-municipais/protecao-civil/item/1143-apresentacao>

*Sistema de Informação Geográfica.* (06 de Julho de 2010). Obtido em 24 de Setembro de 2018, de Município de Coimbra: <https://www.cm-coimbra.pt/index.php/areas-de-intervencao/urbanismo/item/1574-sistema-de-informacao-geografica>

*University of Coimbra – Alta and Sofia.* (2013). Obtido em 16 de Setembro de 2018, de unesco: <http://whc.unesco.org/en/list/1387>