



# **Metodologia para priorização de intervenções e fiscalização de faixas de gestão de combustível inseridas na Interface Urbano-Rural.**

**Madalena João Dias Ferreira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais**

Orientadores: Maria da Conceição Almeida Colaço

Ana Catarina Teixeira Romão Sequeira

**Júri:**

Presidente: Doutora Joana Amaral Paulo, Professora auxiliar do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor João Manuel das Neves Silva, Professor auxiliar do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutora Ana Catarina Teixeira Romão Sequeira, Bolseira de Investigação do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora.

2023

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço às minhas orientadoras, Maria da Conceição Colaço e Ana Catarina Sequeira por terem aceite esta ideia e por se manterem a meu lado ao longo destes dois anos cheios de interregnos.

Em segundo lugar, ao Eng. Carlos Trindade, por esta ideia que surgiu através das nossas discussões durante o meu estágio na SMPC de Mafra, por me dar liberdade e incentivo a explorá-la e permitir que esta tese se concretizasse e ao Eng. Miguel Amaral pelas sugestões feitas. Agradeço também ao Comandante João Pereira pelo seu tempo disponibilizado.

À Inês, ao Mário, à Filipa, ao Filipe, ao Avery, ao Pedro P., ao Pedro A., à Cláudia, ao Tiago, à Sara, à Mónica, ao Diogo e a todos aqueles que me deram alento, que incansavelmente me ouviram ao longo deste tempo e que ajudaram a completar este trabalho.

Ao Tiago Peralta, à Marsia, à Elisabetta, ao Nuno, pelas informações e sugestões que ajudaram a complementar esta tese.

Aos meus colegas dos Bombeiros Voluntários de Mafra, que muitas vezes nas mais diferentes conversas, sem se aperceberem, me foram dando ideias para desenvolver este trabalho.

E claro, aos meus pais, João e Maria João, à minha irmã Rita, e aos meus familiares, que sempre me ouviram de forma incansável a falar sobre este tema e que tanto apoio e ideias deram.

*A todos aqueles que diariamente colocam a sua vida em perigo para salvar a do próximo.*

## RESUMO

Após os grandes incêndios de 2003 e 2005 surge a necessidade de criar medidas de gestão de combustível de forma a garantir a segurança e proteção das populações. Nasce então o Decreto-Lei nº124/2006 de 28 de junho, atualmente revogado pelo Decreto-Lei nº 82/2021 de 13 de outubro, que torna obrigatório a limpeza de faixas de gestão de combustível na Interface Urbano-Rural.

Dada a vastidão do território português, torna-se necessário a priorização das faixas a intervir e fiscalizar, de forma a otimizar os recursos disponíveis.

Esta dissertação desenvolve e explora um sistema de apoio à decisão, de forma a responder a esta necessidade. Com uma metodologia simples e flexível, para ser compatível com as necessidades de cada município, este sistema de apoio á decisão utiliza conjuntos de dados de informação geográfica disponíveis e obrigatórios para todos os municípios, o que garante a uniformização dos seus resultados, onde quer que seja aplicado.

Palavras-chave: Interface Urbano-Rural; Sistema de Apoio à decisão; Incêndios Rurais; Legislação; Gestão de Combustível

## ABSTRACT

After the 2003 and 2005 large wildfires, the need to create fuel management measures arises to maintain the safety and protection of populations. Decree-Law nº124/2006 from 28<sup>th</sup> June, currently revoked by Decree-Law nº82/2021 from 13<sup>th</sup> of October, is created, making mandatory fuel management in the wildland-urban interface. Given the vastness of the Portuguese territory, it is necessary to prioritize the areas to intervene and oversee to optimize the available resources. This thesis develops and explores a decision support system to respond to this need. With a simple and flexible methodology, to be compatible with each municipality's needs, this decision support system uses geographical data mandatory to all municipalities, which guarantees the uniformity of the results wherever it may be used.

Keywords: Wildland-Urban Interface; Decision Support System; Wildfires; Legislation; Fuel Management

Índice de figuras.....	5
Índice de quadros .....	6
Índice de Anexos.....	7
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	8
Introdução.....	10
Enquadramento .....	10
Objetivo da tese .....	11
Contexto.....	13
Os incêndios florestais em portugal.....	13
Histórico da Área ardida .....	13
Histórico de Perdas humanas .....	15
Histórico de Perdas económicas .....	16
Instrumentos Legais .....	17
Legislação aplicada aos incêndios em portugal.....	17
Instrumentos de gestão territorial na interface Urbano florestal .....	18
O papel da fiscalização na auto-proteção.....	21
Apresentação de conceitos .....	22
Risco e Risco de incêndio rural.....	22
Índice de perigosidade de incêndio rural .....	23
Dano Potencial.....	23
Preparação da comunidade para o risco .....	25
Análise de Risco: Matrizes .....	28
Metodologia .....	29
Caso de estudo – concelho de mafra .....	29
Escolha do local.....	29
Caracterização.....	29
Materiais .....	31
Tratamento inicial dos dados.....	31
Método.....	40
Obrigações legais .....	40
Dano potencial.....	40
Nível de preparação da comunidade.....	41
Obrigações e oportunidades.....	41
Risco de Incêndio .....	41
Áreas prioritárias para a gestão de combustível .....	41
Resultados E Discussão .....	42
Obrigações legais .....	42

Dano potencial.....	43
Nível de preparação da comunidade.....	44
Obrigações e oportunidades.....	45
Risco de Incêndio .....	46
Áreas prioritárias para a gestão de combustível .....	47
Validação dos resultados .....	51
Discussão .....	52
Conclusão .....	54
Bibliografia .....	55
Anexos.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Dados relativos à área ardida em 2022 e média anual para o período entre 2006 e 2021. Elaborado com dados do site <a href="https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021">https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021</a> no dia 03/11/2022 .....	13
Figura 2 - Dados relativos ao número de incêndios em 2022 e média anual para o período entre 2006 e 2021. Elaborado com dados do site <a href="https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021">https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021</a> no dia 03/11/2022 .....	14
Figura 3 – Dados relativos à percentagem de área ardida em cada território para o ano de 2022 e em média no período de 2006 a 2021. Elaborado com dados do site <a href="https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021">https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021</a> no dia 03/11/2022 .....	14
Figura 4 - Dados relativos a área ardida e número de ignições para Portugal entre 2012 e 2022. Elaborado do 8º Relatório Provisório de Incêndios Rurais, ICNF (2022). .....	15
Figura 5 - Esquema da metodologia utilizada nesta dissertação. Fonte: RECIPE (2021), figura 22. “ RECIPE DSS Module for prioritizing fuel management at WUI (in blue), inserted in PREVAIL DSS for fuel management”. ....	23
Figura 6 - Cartografia do Cadastro de Mafra. ....	32
Figura 7 - Cartografia das Faixas de Gestão de Combustível de Mafra. ....	33
Figura 8 - Cartografia do resultado da classificação binária do Tempo de 1ª Intervenção e localização das corporações de bombeiros no concelho de Mafra. ....	34
Figura 9 - Cartografia resultado da classificação binária das limpezas executadas. ....	35
Figura 10 - Cartografia do resultado da classificação binária da Rede Viária Florestal. ....	36
Figura 11 - Cartografia do resultado da classificação binária da Perigosidade. ....	37
Figura 12 - Cartografia das áreas ecológicas. ....	38
Figura 13 - Cartografia das áreas sociais, com buffer de 100 metros. ....	39
Figura 14 - Esquema de processamento de dados e do método utilizado.....	40
Figura 15 - Cartografia das obrigações legais no concelho de Mafra.....	42
Figura 16 - Cartografia do dano potencial no concelho de Mafra. ....	43
Figura 17 - Cartografia do nível de preparação da comunidade para o risco de incêndio no concelho de Mafra. ....	44
Figura 18 - Pormenor da cartografia do nível de preparação da comunidade, na zona limítrofe sudeste do concelho de Mafra, lugar de Azenha. União de Freguesias de Venda do Pinheiro e Santo Estevão das Galés. ...	45
Figura 19 - Cartografia das obrigações e oportunidades para a gestão de combustível no concelho de Mafra ..	45
Figura 20 -Cartografia do nível de risco, no concelho de Mafra.....	46
Figura 21 - Cartografia das áreas prioritárias para gestão de combustível, no concelho de Mafra. Resultado do SAD.....	47

Figura 22 - Pormenor da cartografia das áreas prioritárias; Urzal, freguesia da Carvoeira.....	48
Figura 23 - Pormenor das áreas prioritárias; Montesouros, freguesia de Mafra.....	49
Figura 24 - Pormenor das áreas prioritárias; Cachoeira, freguesia do Milharado. ....	49
Figura 25 - Pormenor das áreas prioritárias; Peças, união de freguesias de Cheleiros e Igreja-Nova. ....	50
Figura 26 - Excerto da tabela obtida no software QGIS após o processamento de dados mencionado. Resultado secundário do SAD.....	50
Figura 27 - Excerto dos dados do software QGIS; dados descritivos das propriedades com prioridade muito elevada.....	51

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Número de fatalidades nos anos 1966, 1985 e 1986 e no período 2000 a 2021. Fonte: CTI, 2017; AGIF, 2022.....	16
Quadro 2 - Regras de limpeza de vegetação de acordo com o Decreto-Lei nº124/2006.....	19
Quadro 3 - Regras de limpeza de vegetação de acordo com o Decreto-Lei nº82/2021. Fonte: Decreto-Lei nº82/2021.....	20
Quadro 4 - Medidas de gestão de combustível. Exemplo do caso americano e canadiano Fonte: FireSmart Canada, 2022; FireWise USA, .....	21
Quadro 5 - Tabela descritiva do conjunto de dados utilizados no processamento de dados. ....	31
Quadro 6 - Tabela síntese do tratamento inicial dos dados. ....	39
Quadro 7 - Análise do nível de dano potencial no concelho de Mafra. ....	43
Quadro 8 - Análise do nível de preparação da comunidade no concelho de Mafra. ....	44
Quadro 9 - Análise do nível de preparação das propriedades inseridas dentro das faixas de gestão, em Mafra. ....	46
Quadro 10 - Análise do nível de risco no concelho de Mafra. ....	47
Quadro 11 - Análise do nível de prioridade no concelho de Mafra. ....	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Cartografia das obrigações legais no concelho de Mafra. ....	58
Anexo 2 - Cartografia do dano potencial no concelho de Mafra. ....	59
Anexo 3 - Cartografia do nível de preparação da comunidade, no concelho de Mafra. ....	60
Anexo 4 - Cartografia das obrigações e oportunidades, no concelho de Mafra. ....	61
Anexo 5 - Cartografia do nível de risco, no concelho de Mafra. ....	62
Anexo 6 - Cartografia das áreas prioritárias para gestão de combustível, no concelho de Mafra. Resultado do SAD. ....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

### A

ADAI .....	Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial
AFN .....	Autoridade Florestal Nacional
AGIF .....	Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais
ANEPC .....	Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil
ANPC .....	Autoridade Nacional de Proteção Civil

### C

CMDFCI .....	Comissão Municipal da Defesa da Floresta Contra Incêndios
CMM .....	Câmara Municipal de Mafra
CTI .....	Comissão Técnica Independente

### D

DFCI .....	Defesa da Floresta Contra Incêndios
DL .....	Decreto-Lei
DSS .....	<i>Decision Support System</i>

### E

EFFIS .....	<i>European Forest Fire Information System</i>
EUA .....	Estados Unidos da América

### F

FWI .....	<i>Fire-Weather Index</i>
-----------	---------------------------

### G

GNR .....	Guarda Nacional Republicana
GTF .....	Gabinete Técnico Florestal

### H

ha .....	Hectares
----------	----------

### I

ICNF .....	Instituto da Conservação das Natureza e Florestas
IEFP .....	Instituto do Emprego e Formação Profissional
IMT .....	Instituto da Mobilidade e dos Transportes
INE .....	Instituto Nacional de Estatística
IPMA .....	Instituto Português do Mar e da Atmosfera

ISA..... Instituto Superior de Agronomia

IUF..... Interface Urbano-Florestal

IUR .....Interface Urbano-Rural

**L**

LACES ..... *Lookout, Anchor points, Communication, Escape routes, Safety*

**O**

OTI .....Observatório Técnico Independente

**P**

PDM ..... Plano Diretor Municipal

PMDFCI ..... Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

PNA ..... Plano Nacional de Ação

PNDFCI ..... Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios

PNGIFR ..... Plano Nacional de Gestão Integrada de Fogos Rurais

**S**

SAD ..... Sistema de Apoio à Decisão

SGIF.....Sistema de Gestão de Informação de Incêndios de Florestais

SGIFR..... Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais

SMPC..... Serviço Municipal de Proteção Civil

SNDFCI ..... Sistema Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios

## INTRODUÇÃO

*“os incêndios florestais constituem uma séria ameaça à floresta portuguesa que compromete a sustentabilidade económica e social do País, [...]”* (Decreto-Lei 124/2006 de 28 de junho, 2006)

Esta é uma afirmação anterior ao desastre vivido em 2017 em que a perda de vidas humanas atingiu um número nunca imaginado. A modificação das condições socioeconómicas da população portuguesa tem permitido o crescente usufruto do espaço rural por um número cada vez maior de habitações secundárias ou equipamentos de lazer. Simultaneamente, o abandono crescente das habitações primárias em meio rural, juntamente com a diminuição de trabalhadores do setor primário tem permitido a invasão da floresta nestes espaços. Deste modo a interface urbano-rural é cada vez maior. A floresta deixa assim de ser um espaço distante das populações onde por vezes aconteciam incêndios que traziam maioritariamente prejuízos económicos. Passou a ser um espaço onde vivem, circulam e usufruem cada vez mais pessoas pelo que os incêndios rurais acarretam para além de prejuízo económico um número crescente de perda de vidas humanas.

Em resposta aos grandes incêndios, a legislação que tem vindo a ser desenvolvida define não só as medidas a implementar, mas também a necessidade de fiscalização com um propósito preventivo de novas ocorrências. A competência da fiscalização fica a cargo da Guarda Nacional Republicana (GNR) e das câmaras municipais. Contudo, e na impossibilidade de fiscalizar anualmente a totalidade do território nacional, torna-se necessário a existência de ferramentas que permitam delimitar áreas que, devido às condições de risco exigem prioridade de fiscalização. Esta foi uma dificuldade identificada no Serviço Municipal de Proteção Civil de Maфра (SMPC).

O presente trabalho resulta da tentativa de elencar as condições mais relevantes ou mesmo determinantes para a elaboração de uma ferramenta de forma a otimizar a tomada de decisão na hora de selecionar as parcelas de território nas áreas da interface urbano-rural, prioritárias para ações de fiscalização e limpeza, partindo dos instrumentos de gestão territorial já existentes.

Desta forma, propõe-se uma estratégia de avaliação da rede de faixas de gestão de combustível secundária de forma a obter de forma rápida e concisa quais os locais cuja gestão de combustível e fiscalização é prioritária em cada ano. Pretende-se assim, não só minimizar perdas económicas e ecológicas, mas principalmente humanas.

## ENQUADRAMENTO

*“A floresta é um património essencial ao desenvolvimento sustentável de um país.”* Tal é declarado no preâmbulo do Decreto-Lei nº 124/2006 de 28 de junho, que acrescenta, *“No entanto, em Portugal, onde os espaços florestais constituem dois terços do território continental, tem-se assistido, nas últimas décadas, a uma perda de rentabilidade e competitividade da floresta portuguesa.”*

Este contexto de perda de rentabilidade e competitividade da floresta portuguesa que se vivia em 2006 após os grandes incêndios de 2003 e 2005, conduziu à urgência em *“abordar a natureza estrutural do problema.”* (Decreto-Lei 124/2006 de 28 de junho, 2006). Foram então apresentadas e implementadas várias medidas estruturadas de gestão do território para defesa da floresta através do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios (SNDFCI) e da legislação associada no Decreto-Lei nº124/2006 de 28 de junho.

O SNDFCI é constituído por diversos instrumentos de gestão que pretendem garantir a execução destas medidas. Tal é o caso do Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PNDFCI), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 65/2006, de 26 de maio e que estabelecia 5 eixos estratégicos de ação em função de objetivos estratégicos e operacionais. O objetivo máximo de todas estas ações é garantir a autoproteção das populações.

Embora a ação fiscalizadora já esteja prevista desde 2006, só a partir dos acontecimentos de 2017 se tornou mais sistemática através do programa da GNR, “Operação Floresta Segura”, em articulação com a Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC) e o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), de acordo com os Gabinetes Técnicos Florestais (GTF), tal como previsto na Diretiva Única de Prevenção e Combate, da Resolução do Conselho de Ministros n.º 20 de 2018 (Resolução Do Conselho de Ministros No20/2018, 2018).

A fiscalização tem vindo a focar-se principalmente nas freguesias prioritárias, definidas anualmente por despacho do governo, e nas faixas de gestão de combustível. Ainda assim, o território a fiscalizar é demasiado extenso, tornando-se praticamente impossível de ser fiscalizado na totalidade dentro dos prazos legais estabelecidos, em cada ano.

Em resposta ao paradigma florestal atual, a 13 de outubro de 2021, entrou em vigor o Decreto-Lei nº82/2021, revogando o Decreto-Lei nº124/2006. Esta alteração teve como objetivo a revisão e reforma do antigo decreto, através da aprovação do Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais (SGIFR), que se desenvolverá de acordo com a diretivas descritas no Plano Nacional de Gestão Integrada de Fogos Rurais (PNGIFR) para o período de vigência de 2020-2030.

---

## OBJETIVO DA TESE

*“(…) assumindo que a máxima prioridade na gestão de incêndios florestais é a salvaguarda da vida humana (combatentes e população), podemos seguramente afirmar que os incêndios na IUF (interface urbano-florestal) constituem uma das preocupações mais importantes no processo de tomada de decisão” (Ribeiro, 2016).*

O propósito do presente trabalho é a criação de um sistema expedito e célere de apoio à decisão (SAD) de fiscalização e limpeza. Este deve permitir avaliar o risco associado aos incêndios rurais das faixas de gestão de combustível na interface urbano-rural, priorizando as áreas para intervir. Deve ainda fazê-lo através da utilização dos instrumentos de gestão territorial já existentes.

Tornar-se-á assim possível a hierarquização e priorização do cadastro de parcelas que necessitam de maior atenção por parte das populações e dos agentes de autoridade fiscalizadores. A hierarquização e priorização do cadastro deve focar-se em prevenir os danos que apresentem maior impacto na vida das pessoas. De referir que o impacto pode ser em termos de perda de vidas humanas, de perdas económicas ou ecológicas.

Este SAD, permitirá fasear a intervenção facilitando a aplicação da legislação em vigor, otimizando as ações, reduzindo a dispersão dos meios fiscalizadores e aumentando a eficácia destas ações na fase de prevenção.

Permitirá também aumentar a resiliência e preparação das populações apresentando ao cidadão as vulnerabilidades particulares da sua propriedade, servindo como elo de aproximação entre o decisor, técnicos e o cidadão. Pretende ainda ajudar os decisores durante as ocorrências, no sentido de priorizar os locais passíveis de evacuação.

O método consiste na criação de uma matriz de risco, através do cruzamento do cadastro com os dados de cariz obrigatório, existente nos diferentes instrumentos de gestão de cada município. Pretende-se que a matriz deste modelo seja simples e flexível, ou seja, não necessite de muitos parâmetros para obter resultados fiáveis. Possui ainda a capacidade de ajuste rápido ao local em questão, o que permite ser usado em qualquer parte do país.

HISTÓRICO DA ÁREA ARDIDA

“Comparando os valores do ano de 2022 com o histórico dos 10 anos anteriores, assinala-se que se registaram menos 29% de incêndios rurais e menos 12% de área ardida relativamente à média anual do período). O ano de 2022 apresenta, até ao dia 15 de outubro, o 4.º valor mais reduzido em número de incêndios e o 5.º valor mais elevado de área ardida, desde 2012”.(ICNF, 2022)

Mesmo com a redução que se tem vindo a verificar, Portugal continua a apresentar valores muito elevados de incêndios e área ardida quando comparado com o resto da Europa.

De acordo com os dados recolhidos pela *European Forest Fire Information Systems* (EFFIS), Portugal é o país com maior área ardida entre 2006 e 2022, tendo ardido em média por ano 96625,44 hectares, seguido por Espanha com 66965,13 hectares ardidos (gráfico 1). É de notar que os dados considerados pela EFFIS referem-se exclusivamente a incêndios com áreas iguais ou superiores a 30 hectares. Relativamente ao número de incêndios para o mesmo intervalo de tempo, Itália encontra-se em primeiro lugar com uma média 263 incêndios por ano, seguido por Portugal com uma média de 203 incêndios (gráfico 2). Se analisarmos a área ardida em termos de percentagem da superfície de cada país, verificamos que Portugal continua a ser o país com o valor mais elevado, ardendo em média por ano, 1,05% da área do território (gráfico 3). Em comparação, a Roménia, Croácia e Grécia são os 3 países que apresentam valores mais baixos relativos à área ardida e número de ignições no período de 2006-2021.

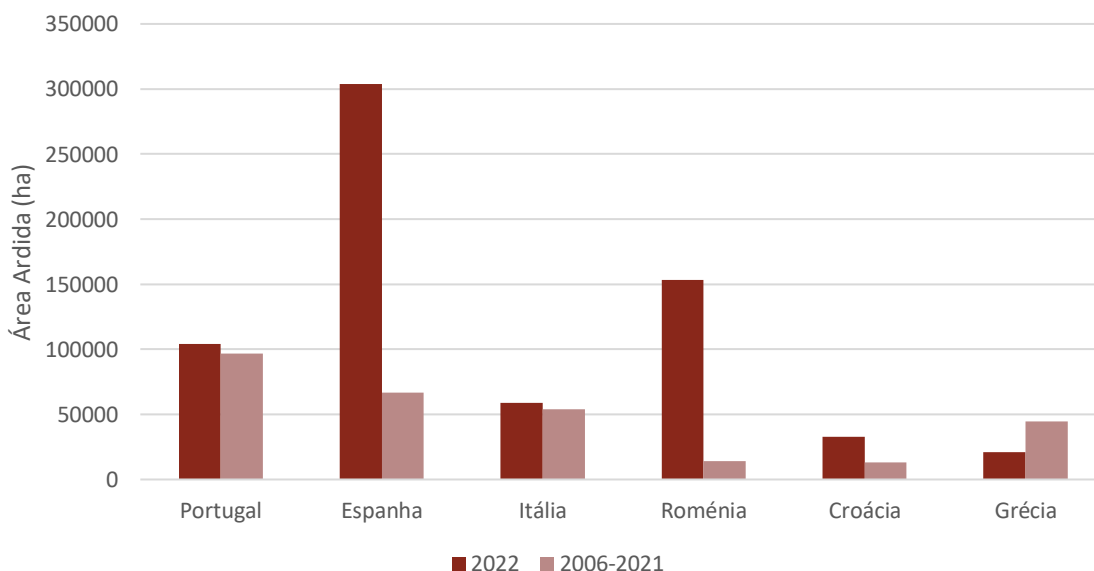


Figura 1 - Dados relativos à área ardida em 2022 e média anual para o período entre 2006 e 2021. Elaborado com dados do site <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021> no dia 03/11/2022

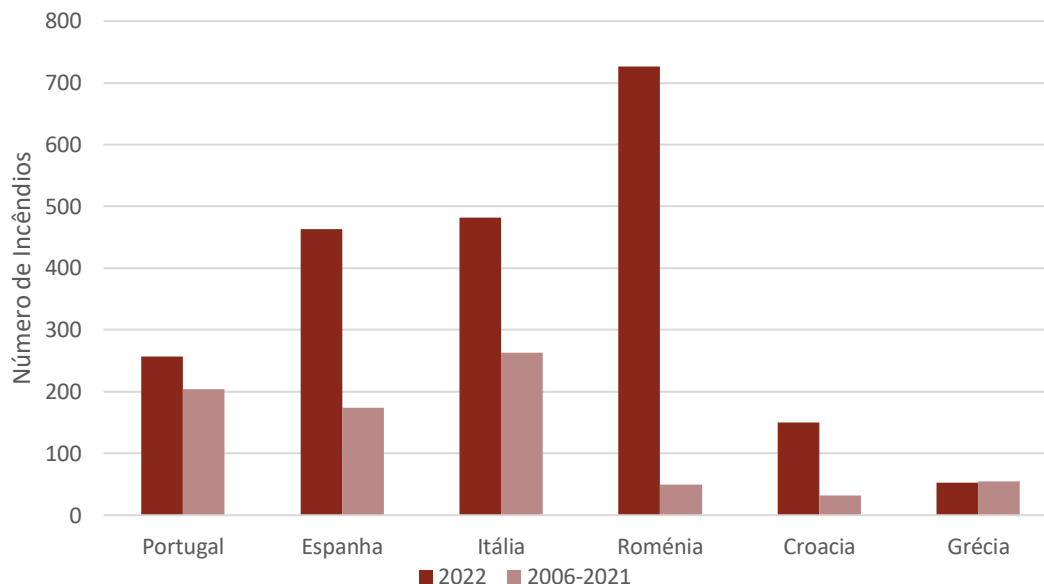


Figura 2 - Dados relativos ao número de incêndios em 2022 e média anual para o período entre 2006 e 2021. Elaborado com dados do site <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021> no dia 03/11/2022

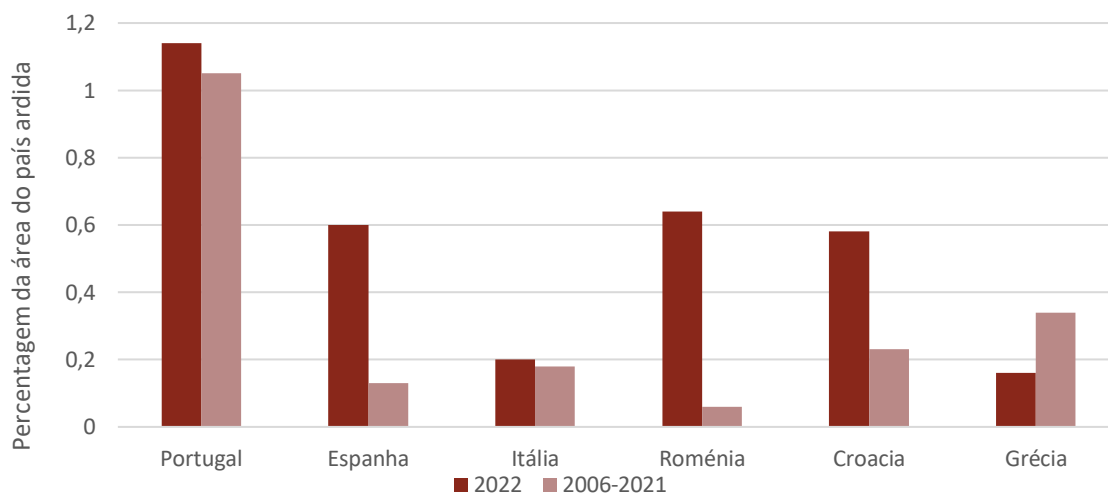


Figura 3 – Dados relativos à percentagem de área ardida em cada território para o ano de 2022 e em média no período de 2006 a 2021. Elaborado com dados do site <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2022/2006/2021> no dia 03/11/2022

Segundo dados de 2022 do ICNF em 2022 arderam 104324 hectares e ocorreram 10449 incêndios rurais (gráfico 4). A classe de incêndios com áreas iguais ou inferiores a 1 hectare (fogachos) é a mais representativa, representando 83% do número de ignições. Em 2022 registaram-se 101 incêndios com áreas iguais ou superiores a 100 hectares (grandes incêndios), de onde resultou 85% da área total ardida. Com áreas iguais ou superiores a 1000 hectares, registaram-se 17 incêndios rurais (ICNF, 2022).

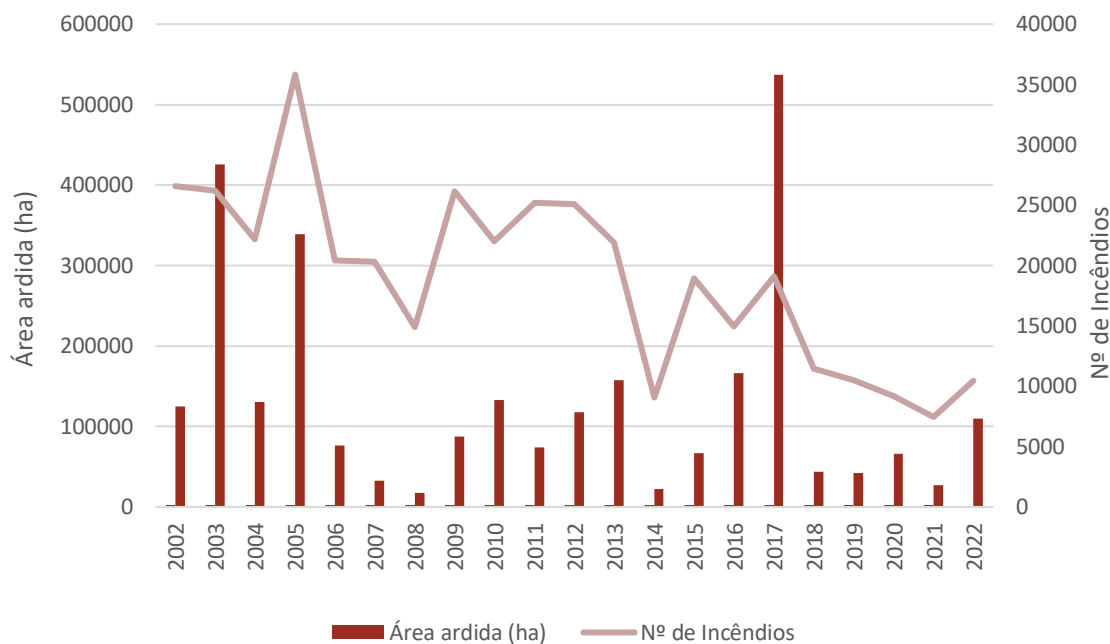


Figura 4 - Dados relativos a área ardida e número de ignições para Portugal entre 2002 e 2022. Elaborado do 8º Relatório Provisório de Incêndios Rurais, ICNF (2022) e Relatório Anual de Áreas Ardidas e Incêndios Florestais em Portugal, ICNF (2012).

Em 2017, de acordo com o relatório publicado pela Comissão Técnica Independente (CTI), o avançado estado de secura da vegetação em junho, resultado de um inverno seco e de uma primavera quente e seca e posteriormente passagem do furacão *Ophelia* em outubro, fizeram com que este tivesse sido o ano com maior área ardida (569406 ha) desde 2003 (Comissão Técnica Independente, 2018).

## HISTÓRICO DE PERDAS HUMANAS

*“Independentemente das áreas ardidas, a morte de pessoas é sempre a consequência mais dramática dos incêndios florestais e o ano de 2017 foi, neste sentido, o mais trágico desde que há registos, muito mais do que os anos de 2003 e 2005 em que a área ardida foi substancialmente superior.”* (CTI (2017) analisando os incêndios de junho de 2017)

Na sua tese de mestrado em 2016, o investigador Luís Ribeiro alertou para a gravidade da problemática dos incêndios na interface urbano-rural, e à qual Portugal continuou a não prestar atenção, mesmo após a perda de vidas humanas nos incêndios de 2003 e 2005 (Ribeiro, 2016). Apesar desta chamada de atenção, no ano seguinte, 2017, Portugal sofreria a perda de 116 cidadãos.

Ao analisar os dados estatísticos sobre a perda de vidas humanas, verificamos que as fatalidades relacionadas com o fogo são comuns, mas não frequentes, tendo atingindo no passado principalmente operacionais que se encontravam no terreno, durante a época de incêndios. Esta tendência tem vindo a mudar nos últimos anos, aumentando o impacto nas vidas de civis, como se pode verificar na tabela apresentada abaixo (AGIF, 2022; CTI, 2018).

Quadro 1 - Número de fatalidades nos anos 1966, 1985 e 1986 e no período 2000 a 2021. Fonte: CTI, 2017; AGIF, 2022

Ano	Civis	Operacionais	Total
1966	0	25	25
1985	0	14	14
1986	3	0	3
2000	0	6	6
2001	0	0	0
2002	3	2	5
2003	17	4	21
2004	2	0	2
2005	10	12	22
2006	3	9	12
2007	5	2	7
2008	3	0	3
2009	2	3	5
2010	1	4	5
2011	1	2	3
2012	5	8	13
2013	1	8	9
2014	1	0	1
2015	7	0	7
2016	1	0	1
2017	116	3	119
2018	12	1	13
2019	10	0	10
2020	3	6	9
2021	2	4	6
<b>Total cumulativo</b>	<b>208</b>	<b>113</b>	<b>321</b>

Segundo o CTI, as vítimas civis são principalmente “[...] agricultores idosos, vítimas de fogueiras, queimas e queimadas em relação às quais perderam o controle” (CTI, 2017). Apesar desta tendência nacional, as perdas humanas vividas nos anos de 2003, 2005 e 2017 ocorreram durante a época de incêndios e no terreno, o que demonstra uma maior proximidade do fogo nos locais onde estão as pessoas.

Ao adicionar às perdas mortais, as assistências médicas por inalação de fumo, queimaduras, ferimentos e outros problemas relacionados com os incêndios, o número de ocorrências é ainda maior, demonstrando o impacto a nível de saúde física e emocional que a convivência próxima com estes pode trazer. Um exemplo é o ano de 2003, onde o número de vítimas mortais foi de 21 e mais de mil pessoas precisaram de assistência médica para problemas de saúde relacionados com os incêndios (European Commission, 2004).

## HISTÓRICO DE PERDAS ECONÓMICAS

*“Este custo social dos incêndios florestais varia, no entanto, muito significativamente de ano para ano, [...] aproximadamente de 10 a 100% da produção de riqueza florestal anual” (CTI, 2017).*

Quanto aos custos associados à Defesa da Floresta Contra Incêndios (prevenção e supressão), segundo o relatório da CTI sobre os incêndios de junho de 2017, estes têm-se mantido relativamente inalterados com

uma média anual próxima dos 92,5 milhões de euros, sendo que 50% a 60% dos custos de supressão se referem aos meios aéreos. Já os custos associados a perdas de bens e serviços e recuperação sofrem anualmente grandes variações em função da extensão da área ardida, tendo oscilado entre 37 milhões em 2008 e 1213 milhões em 2004 (CTI, 2017).

## INSTRUMENTOS LEGAIS

### LEGISLAÇÃO APLICADA AOS INCÊNDIOS EM PORTUGAL

*“A legislação e ferramentas de ordenamento do território, de diversos níveis, origens e objetivos, devem contribuir decisivamente para a segurança das populações em primeira instância e para a salvaguarda do seu património e do ambiente, garantindo que a prevenção e preparação fazem parte do quotidiano, dos cidadãos, a resposta é devidamente coordenada e adequada, e a recuperação célere, conseqüente e economicamente viável.” (Lopes, 2019)*

Após as tragédias de 2003 e 2005, surgiu a necessidade de reestruturação das políticas existentes e a 28 de junho de 2006 surge o Decreto-Lei nº 124/2006, que estrutura e implementa o SNDFCI, tendo sido definida a sua implementação estratégica de acordo com o PNDFCI, aprovado pela Resolução de Ministro nº 65/2006 de 26 de maio. O SNDFCI é um sistema dinâmico e integrado, que através do PNDFCI pretende definir ações num horizonte de médio e longo prazo, integrado nos instrumentos de planeamento já disponíveis e assumindo duas dimensões, a da defesa das pessoas e bens e a defesa dos recursos florestais. Assenta em 5 eixos estratégicos: aumento da resiliência, redução da incidência dos incêndios, melhoria da eficácia do ataque e da gestão dos incêndios, recuperação e reabilitação dos ecossistemas e adaptação de uma estrutura orgânica funcional e eficaz. Este sistema pretende também reforçar a importância da implementação de um planeamento em 4 níveis, desde o nacional até ao local.

Após os incidentes de 2017, a 10 de outubro, é publicada a Resolução do Conselho de Ministros n.º 157-A/2017, que visa aprovar e implementar um conjunto de leis para a reforma florestal, de forma a enfrentar o problema estrutural de ordenamento territorial que se faz sentir em Portugal (Resolução Conselho Ministros nº 157-A/2017, 2017). De acordo com a AGIF, a aplicação desta reforma legislativa refletiu-se na redução do número de ocorrências em 56% e da área ardida em 64%, quando comparado com os 10 anos anteriores (AGIF, 2021).

Em 2018, surge o Decreto-Lei nº10/2018 de 14 de fevereiro que clarifica os “Critérios para a gestão de combustíveis no âmbito das redes secundárias de gestão de combustível” e a 1 de março surge a Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2018 que aprova a Diretiva Única de Prevenção e Combate com o intuito de unificar a abordagem de todas as entidades responsáveis na prevenção e combate de incêndios rurais (Resolução Do Conselho de Ministros Nº 20/2018, 2018).

A 15 de março surge o decreto-lei nº19-A2018, que adapta o regime contraordenacional aplicável à gestão das faixas secundárias de gestão de combustível.

A 21 de Janeiro de 2019, a Resolução do Conselho de Ministros nº12 aprova o SGIFR e determina que seja o PNGIFR, aprovado a 16 de junho de 2020 na Resolução do Conselho de Ministros nº45-A, a definir as linhas de

ação do SGIFR. Com estas duas resoluções, estabelece-se assim as bases para o novo SGIFR que entrou em vigor com a publicação do Decreto-Lei nº 82/2021 de 13 de outubro. Este decreto pretende reformar o SNDFCI utilizando a estrutura definida no SGIFR e cuja estratégia será desenvolvida de acordo com as diretivas descritas no PNGIFR. O PNGIFR é composto por dois documentos: a estratégia 2020-2030 que *“estabelece a visão, a missão, os valores, identifica o contexto, designa as orientações e objetivos estratégicos, apresenta as metas e introduz um novo modelo de governança e de gestão do risco, detalhado no documento específico da Cadeia de Processos.”* (AGIF, 2021a) e o Programa Nacional de Ação (PNA) que *“aprofunda, atribui prioridades e detalha as linhas de ação, ou projetos a implementar, com a respetiva calendarização, orçamento e entidades primariamente responsáveis e participantes, incorporando e reforçando, também, medidas que têm já vindo a ser implementadas nos últimos dois anos.”*(AGIF, 2021a) aprovado a 8 de junho de 2021 pela Resolução do Conselho de Ministros nº71-A/2021. O PNA assenta em quatro orientações estratégicas, ramificando num total de doze objetivos estratégicos, 28 programas e noventa e sete projetos com o objetivo de serem implementados e monitorizados até 2030.

---

## INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL NA INTERFACE URBANO FLORESTAL

*“Ainda assim foi conseguido localmente algum grau de sobreposição das faixas de gestão de combustível, essencial para perturbar a propagação de um grande incêndio e oferecer oportunidades consecutivas de combate.”* (Comissão Técnica Independente, 2018)

O anterior PNDFCI definia como 1<sup>a</sup> eixo estratégico o aumento da resiliência do território aos incêndios florestais (3.1) de forma a reduzir a sua vulnerabilidade, garantindo a autoproteção das pessoas e bens. Este eixo dividia-se em dois objetivos: *“Rever e integrar políticas e legislação”* (3.1.1) e *“Promover a gestão florestal e intervir preventivamente em áreas estratégicas”* (3.1.2). É dentro deste segundo objetivo que se encontrava *“Definir as prioridades de planeamento e execução das infraestruturas de DFCI face ao risco.”* (3.1.2.2), através de *“Criar e manter faixas exteriores de proteção, nos aglomerados populacionais, intervindo prioritariamente nas zonas com maior vulnerabilidade aos incêndios”* (3.1.2.3.1) e *“Fiscalizar a criação de faixas exteriores de proteção (em aglomerados populacionais, [...])”* (3.1.2.3.3), de forma a *“Proteger as zonas de interface urbano/florestal”* (3.1.2.3). Estas faixas exteriores, que ao serem executadas em conjunto, irão criar uma rede divisional de faixas de gestão de combustível, consistindo na remoção parcial ou total de biomassa vegetal e que cria descontinuidade horizontais e verticais nos espaços rurais. Esta rede encontra-se dividida em três níveis de intervenção espacial: a rede primária de interesse distrital, rede secundária de interesse municipal ou local e rede terciária de interesse local.

A rede secundária, desenvolve-se na interface urbano-rural e visa proteger diretamente populações e infraestruturas. É definida na alínea 4 do 13<sup>o</sup> artigo do Decreto-Lei nº 124/2006 e cujas regras de implementação definidas ao longo do 15<sup>o</sup> artigo do mesmo Decreto-Lei. A definição da localização das mesmas compete a cada município, sendo delineadas no PMDFCI.

No âmbito desta dissertação e de forma a facilitar a implementar o sistema apresentado a definição de interface urbano-rural e de faixa de gestão de combustível serão coincidentes. Assim sendo, tem-se que a interface

urbano-rural se define como o limite entre zona habitacional (edificação isolada ou aglomerado) e uma área florestal ou de matos, num intervalo entre 50 a 100 metros da fachada exterior da casa.

Apesar desta dissertação utilizar esta definição, existem outras definições. No caso do projeto *FUME* (2014), a interface urbano-rural, representa a área entre zonas artificiais contínuas e zonas contínuas de combustível vegetal, onde edifícios e infraestruturas se encontram em contacto com combustível vegetal, aumentando o risco de incêndio. De acordo com Pereira et. al (2018) que define a IUR como o conjunto de segmentos onde áreas urbanas se encontram em contacto imediato com vegetação inflamável ou se encontram a menos de uma distância pré-definida dessa mesma vegetação.

No que concerne às regras de execução das faixas, temos:

**Quadro 2 - Regras de limpeza de vegetação de acordo com o Decreto-Lei nº124/2006.**

<b>Estrutura</b>	<b>Especificações da faixa</b>
<b>Edificação isolada em espaço rural (envolvência florestal, matos ou pastagens naturais)</b>	Faixa mínima 50 metros em volta
<b>Aglomerado populacional</b>	Faixa mínima 100 metros em volta
<b>Parque de campismo, equipamento florestal de recreio, parque industrial, plataforma logística e aterro sanitário</b>	Faixa mínima 100 metros em volta
<b>Rede viária e ferroviária</b>	Faixa lateral com largura mínima 10 metros
<b>Linha de transporte de energia elétrica em muito alta e alta tensão</b>	Faixa lateral com largura mínima de 10 metros
<b>Linha de transporte de energia elétrica de média tensão</b>	Faixa lateral com largura mínima de 7 metros
<b>Rede de transporte de gás natural (gasoduto)</b>	Faixa lateral com largura mínima de 5 metros

As faixas devem ser ainda executadas entre o período crítico do ano anterior e 30 de abril de cada ano.

Desde 2006 que se tem verificado a necessidade da correta execução e implementação das faixas de forma a contribuir para o controlo e extinção de incêndios. Um desses casos foi o incêndio de outubro de 2017, que de acordo com o relatório da CTI em 2018, garantiu o controlo passivo e extinção do flanco direito do incêndio de Vide-Seia, através da redução da diminuição da velocidade e intensidade do incêndio, salvaguardado 2600 ha de área florestal (Comissão Técnica Independente, 2018). De forma a clarificar e a facilitar a sua aplicação no terreno, surge a 14 de fevereiro de 2018 o Decreto-Lei nº10/2018.

Com a entrada em vigor do Decreto-Lei nº82/2021, a implementação e manutenção das faixas de gestão de combustível passa a estar definida na 2ª Orientação Estratégica (OE2) *“Cuidar dos Espaços Rurais”*, dividido em 2 objetivos estratégicos, *“Diminuir a carga de combustível à escala da paisagem”* (OB2.2) e *“Aumentar a eficácia da proteção das populações e do território edificado”* (OB2.3). No primeiro OB, dentro do programa *“Executar o programa plurianual de gestão de combustível”* (P2.2.1) encontramos o projeto *“Garantir a gestão da rede*

*secundária*” (2.2.1.3) que se foca na gestão de combustível nas infraestruturas críticas (vias de comunicação, infraestruturas e equipamentos de interesse público) cuja gestão esteja ao cargo de entidades públicas e entidades gestoras das infraestruturas. Relativamente ao OB2.3, dentro do Programa “Apoiar a implementação dos programas de autoproteção de pessoas e infraestruturas” (P2.3.1.), encontramos 2 projetos dedicados à execução das faixas a cargo dos proprietários privados; “Revisão e implementação das regras das redes de defesa pelos privados” (2.3.1.1) e “Gestão de combustível nos aglomerados rurais e envolvente de áreas edificadas” (2.3.1.2.).

Relativamente às regras de execução das faixas de combustível, as enunciadas acima mantêm-se inalteradas, exceto a subdivisão das regras de limpeza em volta de edifícios isolados, tendo sido adicionado (a negrito):

**Quadro 3 - Regras de limpeza de vegetação de acordo com o Decreto-Lei nº82/2021. Fonte: Decreto-Lei nº82/2021**

<b>Estrutura</b>	<b>Especificações da faixa</b>	
Edificação isolada em espaço rural	<b>Se faixa abrange territórios florestais</b>	Faixa envolvente mínima de 50 metros
	<b>Se faixa abrange territórios agrícolas</b>	Faixa envolvente mínima de 10 metros
Aglomerado populacional		Faixa envolvente mínima de 100 metros
Parque de campismo, equipamento florestal de recreio, parque industrial, plataforma logística e aterro sanitário		Faixa envolvente mínima de 100 metros
Rede viária e ferroviária		Faixa lateral com largura mínima 10 metros
Linha de transporte de energia elétrica em muito alta e alta tensão		Faixa lateral com largura mínima de 10 metros
Linha de transporte de energia elétrica de média tensão		Faixa lateral com largura mínima de 7 metros
Rede de transporte de gás (gasoduto)		Faixa lateral com largura mínima de 7 metros
<b>Linha de transporte de energia elétrica de baixa tensão</b>		Faixa lateral com largura mínima de 3 metros
<b>Infraestruturas de suporte ao SIRESP</b>		Faixa envolvente com largura 7 metros

De acordo com a alínea 12 do 49º Artigo do mesmo decreto, o prazo de execução das faixas é definido por despachos dos membros do governo, podendo ser diferenciado a nível regional (Decreto-Lei nº 82/2021 de 13 de outubro de 2021 Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais, 2021).

Esta dissertação irá focar-se apenas nas faixas de gestão de combustível cuja execução está à responsabilidade de proprietários privados, visto que as faixas secundárias de gestão da vegetação associadas às infraestruturas críticas (vias de comunicação, infraestruturas e equipamentos de interesse público) estarem ao cargo de empresas público-privadas e terem toda uma gestão própria e bem definida. No entanto, é de salientar que apesar de não serem focadas neste trabalho, ambas as faixas de gestão de combustível mencionadas são de cariz obrigatório.

Portugal não é o único país a utilizar faixas de gestão de combustível como medida de autoproteção das populações. A nível internacional, diferentes países têm vindo a adotar estas medidas, como é o caso de França, Estados Unidos da América (EUA), Canadá e Espanha. Em França, desde 2001 que é obrigatório por lei a redução da continuidade da carga combustível, sendo a especificidade de cada tipo de intervenção definido pelos diferentes departamentos regionais. Em 2002, Rigolot e o seu grupo de trabalho, definiram o primeiro conjunto de medidas generalizadas a aplicar em França, nomeadamente a limpeza de uma faixa de 50 metros em volta do edificado, tendo em consideração que as copas das árvores não devem estar a menos de 5 metros do exterior do edificado e que as árvores não abatidas devem ser desramadas até 2 metros de altura ou entre 30% a 50% da sua altura total. Estes são apenas alguns exemplos definidos e que têm vindo a ser desenvolvidos ao longo dos anos em França. No caso espanhol, o guia de diretrizes de proteção civil determina as medidas obrigatórias a aplicar em todo o país, neste caso, a limpeza de uma faixa com 30 metros em volta das zonas de interface. Esta medida deve ser articulada em conjunto com o pacote de medidas determinado por cada região autónoma relacionado com este tema (Pastor et al., 2019). Nos EUA, ao contrário do que é exercido em Portugal, França e Espanha, a limpeza de vegetação não é de cariz obrigatório, sendo aconselhado como medida de autoproteção das populações. Desta forma, a informação relativa a este assunto é disseminada através do projeto *Firewise* (<https://www.nfpa.org/Public-Education/Fire-causes-and-risks/Wildfire/Firewise-USA>). O caso Canadano é similar ao americano, não existe obrigatoriedade legal na execução das faixas pelo que as medidas de autoproteção das populações são partilhadas através das matérias promocionais do projeto *FireSmart* (<https://firesmartcanada.ca/>).

**Quadro 4 - Medidas de gestão de combustível. Exemplo do caso americano e canadiano** Fonte: FireSmart Canada, 2022; FireWise USA,

<i>Firewise</i> (EUA)	<i>FireSmart</i> (Canada)
<b>Faixa de 3 metros em volta da habitação</b>	Faixa de 10 metros em volta da habitação + 1,5 metros de zona não inflamável em volta da habitação
<b>Relva com altura inferior a 4 centímetros</b>	Relva com altura inferior a 4 centímetros
<b>Desrame de árvores entre 1,80 e 3 metros</b>	Desrame de resinosas que se encontrem até 30 metros da habitação, até 2 metros de altura
<b>Distância entre copas de pelo menos 5 metros</b>	Limpeza de todo o subcoberto, em especial do proveniente de resinosas.

## O PAPEL DA FISCALIZAÇÃO NA AUTO-PROTEÇÃO

*“Portugal tem cerca de 8 milhões e 400 mil hectares sujeitos a incêndios rurais, com variáveis graus de propensão e vulnerabilidade ao fogo.”* (Resolução Do Conselho de Ministros Nº 20/2018, 2018)

As regras de autoproteção e de DFCl só serão eficazes se forem implementadas e cumpridas pelos atores locais. A verificação do cumprimento da legislação em termos de DFCl compete à GNR, em todo o território português. Dada a vastidão do território, e após o desastre de 2017, tornou-se necessário definir quais as freguesias prioritárias a fiscalizar, tendo sido definidas no Despacho nº1913/2018 de 22 de fevereiro (2018), procedendo-se assim *“à identificação das freguesias prioritárias e com probabilidade de incêndios em áreas*

*superiores a 250 ha.*” (AGIF, 2021). Desde 2018 que a determinação das freguesias prioritárias para fiscalização tem sido feita de forma anual, através de despacho publicado no diário da república.

Assim, a GNR implementou a 15 de janeiro de 2020 a operação “Floresta Segura 2020”. O objetivo é contribuir *“para a segurança das pessoas e para a preservação do património florestal, salvaguardando, a segurança dos militares envolvidos na operação”* (Administração Interna, 2020). Esta operação envolveu ações de sensibilização dirigidas aos cidadãos e organizações com vista à modificação de comportamentos e à adoção das melhores práticas de segurança individual e coletiva, tentando despertar consciências para a importância da adoção de medidas de autoproteção e para redução do risco de ocorrência de incêndios rurais, envolvendo também atividades de fiscalização de gestão de combustível. A prioridade da fiscalização foi nas freguesias identificadas como prioritárias pelo Despacho n.º 2616/2020 (2020), 26 de fevereiro.

De acordo com o relatório da operação “Floresta Segura” de 2020, como resultado destas ações de fiscalização, 86% das situações de incumprimentos foram monitorizadas, obtendo uma taxa de 50% de cumprimento, (Administração Interna, 2020) o que demonstra que a fiscalização ativa tem um papel relevante na limpeza das faixas e conseqüentemente na autoproteção das populações.

## APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS

### RISCO E RISCO DE INCÊNDIO RURAL

De acordo com a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC, atualmente ANEPC), Risco encontra-se definido como *“a probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e respetiva estimativa das suas conseqüências sobre pessoas, bens e ambiente.”* (ANPC, 2009) e pode ser agrupado em 3 tipos:

- Riscos naturais, que engloba situações resultantes dos sistemas naturais;
- Riscos tecnológicos, que agrupa acidentes maioritariamente súbitos e não planeados resultantes da atividade humana;
- Riscos mistos, que engloba situações que resultam da combinação de ações continuada da atividade humana sobre os sistemas naturais.

Os incêndios florestais encontram-se classificados como Risco Misto devido ao elevado número de variáveis antrópicas e naturais que se encontram presentes na sua génese.

De acordo com o artigo publicado em 2012 por Rego & Colaço, o risco é comumente definido como a “quantificação da probabilidade da perda” calculado através do produto do dano com o perigo associado ao evento. Esta fórmula permite-nos quantificar a perda, em termos monetários, algo que nem sempre é possível aplicar no setor florestal, por não ser possível quantificar de forma exata quais os valores associados aos danos (Rego & Colaço, 2012).

No mesmo artigo, Rego & Colaço propõem como definição do risco de incêndio rural, a estimativa de todas as perdas associadas a um regime de incêndio. Assim sendo, esta estimativa para um determinado evento é o somatório de todos os danos causados por diferentes incêndios nos diferentes elementos que se encontram em risco. Este dano que deve considerar o valor económico dos diferentes elementos, a sua vulnerabilidade e a

resiliência. Esta definição será a definição adotada na metodologia deste trabalho e que se encontra estruturada de acordo com o esquema apresentado no relatório do projeto RECIPE (Plana et al., 2021) (figura 1). É de notar que nesta dissertação serão apenas considerados e utilizados os conceitos e processos associados às caixas azuis.

## ÍNDICE DE PERIGOSIDADE DE INCÊNDIO RURAL

De acordo com o no Guia Técnico de elaboração dos PMDFCI (AFN, 2012), disponível no site do ICNF, a definição de perigosidade é a seguinte:

*“Perigosidade de Incêndio Florestal, resulta da combinação da probabilidade com a suscetibilidade, apresentando o potencial de um território para a ocorrência do fenómeno.”* (AFN, 2012)

A perigosidade tem como objetivo apresentar quais as áreas que com maior probabilidade de ocorrência anual e com maior potencial de severidade.

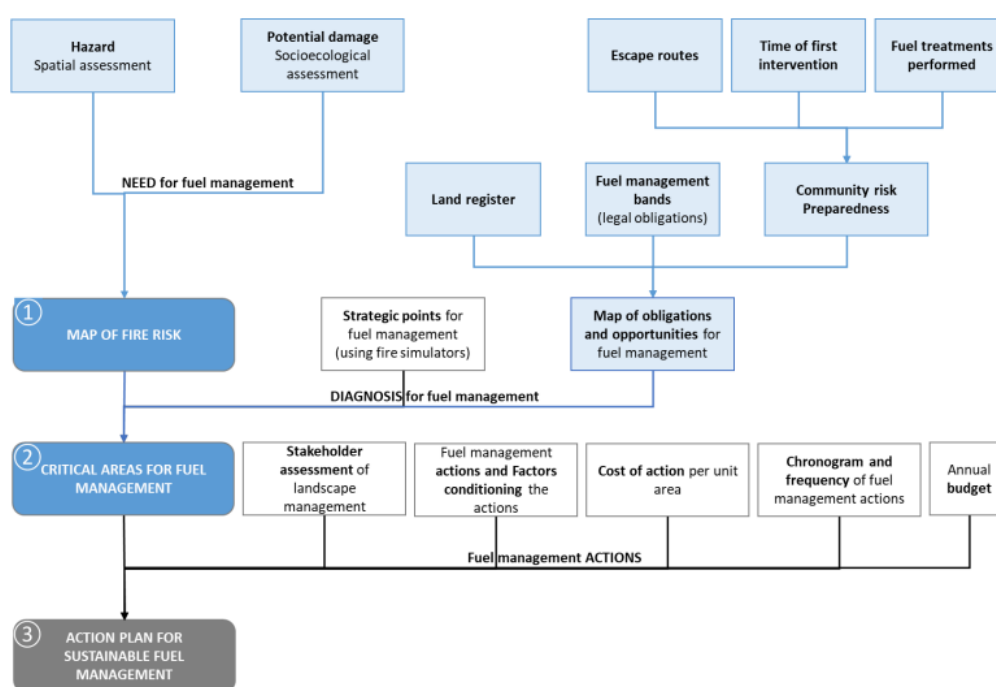


Figura 5 - Esquema da metodologia utilizada nesta dissertação. Fonte: RECIPE (2021), figura 22. “RECIPE DSS Module for prioritizing fuel management at WUI (in blue), inserted in PREVAIL DSS for fuel management”.

## DANO POTENCIAL

Conforme Rego & Colaço (2012), o dano potencial define-se como a perda associada ao acontecimento de um evento, sendo calculado em função dos elementos em risco (Sequeira et al., 2021). Os elementos em risco são considerados e calculados em função dos seguintes parâmetros: vulnerabilidade, valor socio ecológico e tempo de recuperação do elemento analisado. Nesta dissertação, apenas a vulnerabilidade do elemento será considerada para o cálculo dos elementos em risco, sendo o dano potencial obtido em função das vulnerabilidades de cada elemento em risco.

---

## VULNERABILIDADE

Consultando o glossário da UNDRR, a vulnerabilidade define-se como “*The conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes which increase the susceptibility of an individual, a community, assets or systems to the impacts of hazards.*”<sup>1</sup> (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2021) e que pretende medir a fração do elemento em risco que é impactada de forma instantânea (Rego & Colaço, 2012), pelo que será a definição de vulnerabilidade utilizada neste trabalho.

---

### VULNERABILIDADE ECOLÓGICA

Conforme Rego & Colaço (2012), a vulnerabilidade da fauna está dependente da mobilidade de cada espécie. Espécies com mobilidade reduzida ou nula têm grandes taxas de mortalidade enquanto espécies cuja locomoção não se encontre limitada têm maiores chances de escapar e encontrar refúgio. Pequenos mamíferos têm tendência para encontrar refúgio debaixo de terra dentro da zona queimada enquanto os grandes mamíferos se refugiam em zona não afetadas pelo incêndio, na sua periferia.

Desta forma, influenciado pela baixa mobilidade ou até nula (caso da flora), pelas rotas de escape dos pequenos mamíferos ou pela distância necessária a percorrer pelos grandes mamíferos para encontrar refúgio, torna-se necessário quantificar a vulnerabilidade ecológica das diferentes espécies. Neste trabalho, será feito através da sua localização, utilizando a distribuição geográfica de espécies e habitat.

---

### VULNERABILIDADE SOCIAL

Segundo Rego & Colaço (2012) a vulnerabilidade social depende principalmente da capacidade de deslocação e condição física das pessoas (a população mais idosa, crianças e dependentes são os mais vulneráveis) e da capacidade de encontrar refúgio, o que faz com que a demarcação de rotas de escape para visitantes ocasionais do espaço rural seja importante. No entanto, para moradores de zonas rurais, existe uma grande relutância em abandonar a sua habitação e os seus terrenos. Esta relutância atrasa a evacuação e na maioria das vezes quando os populares aceitam a sua realocação, já é demasiado arriscado, pelo que se torna mais seguro manterem-se na sua habitação. Desta forma, podemos considerar que a vulnerabilidade social se pode dividir em dois tipos, a *vulnerabilidade social física*, que está relacionada com a localização da propriedade e/ou bens materiais e a *vulnerabilidade social processual*, relacionada com o processo de movimentação de pessoas (mobilidade). Como este trabalho se foca principalmente na proteção dos habitantes dos espaços rurais, nesta dissertação, a vulnerabilidade social considerada para o cálculo da vulnerabilidade foi apenas a física; onde se encontra o equipamento social e qual a sua distância à IUR, visto que em caso do incêndio atingir a área considerada, existe a chance da perda do equipamento social e consequente perda de vidas humanas.

Como definido, a vulnerabilidade processual depende principalmente da mobilidade, independentemente do processo de movimento ter início na zona da ocorrência, em direção ao exterior (escape) ou com início no exterior em direção à ocorrência (intervenção). A mobilidade está então relacionada com fatores como, o planeamento e localização das estradas/caminhos, condições físicas (materiais, larguras,

---

<sup>1</sup> Tradução(livre): “As condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, económicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, comunidade, ativos ou sistemas aos impactos do risco”

limpeza), e visto que estes fatores podem ser intervencionados ao longo do tempo, melhorando a capacidade de resposta da comunidade em caso de desastre, este fator foi incluído no parâmetro *preparação da comunidade para o risco*.

---

## PREPARAÇÃO DA COMUNIDADE PARA O RISCO

A preparação da comunidade para o risco pretende analisar os fatores que podem ser intervencionados pelas comunidades de forma a melhorar a sua capacidade de resposta em caso de incêndio e cuja influência no resultado do SAD varia em cada ano. Para esta dissertação foram escolhidas apenas três; rotas de escape, tempo de 1ª intervenção e data da última limpeza de cada terreno, estando à consideração da gestão dos concelhos a adição de outros parâmetros que considerem relevantes, de acordo com o paradigma do seu município.

---

## ROTAS DE ESCAPE

*“Vulnerability of people from large high-intensity wildfires depends mainly on their mobility and the possibility of finding refuge.”* (Rego & Colaço, 2012)

Em emergências a sociedade depende das estradas para poder manter a sua funcionalidade, por permitirem evacuações e servir de acesso às instalações de emergência (Guth et al., 2019).

No incêndio de Pedrógão Grande de 2017, faleceram 64 pessoas, sendo que 75% das fatalidades ocorreram nas estradas, enquanto evacuavam dos locais (Comissão Técnica Independente, 2018).

De acordo com o *Comprehensive Guide for Planning Mass Evacuations in Natural Disasters* (MEND Guide, 2014), na decisão de evacuação de populações existem vários fatores relevantes a ter em consideração, sendo uma delas as rotas de evacuação.

O guia define também quais as características e fatores a considerar na seleção das rotas:

- A rota mais curta para a área de destino;
- Capacidade da rota suportar o uso do transporte escolhido;
- Capacidade máxima e densidade máxima de tráfego a da estrada/caminho;
- Quais e quantos pontos de risco, como pontes ou túneis;
- Avaliação de danos das rotas.

Outro ponto a considerar aquando da escolha prévia da rota principal é a avaliação e escolha de rotas alternativas para serem usadas em caso da rota principal se encontrar bloqueada ou inacessível.

Em 1991, Gleason desenvolveu o protocolo de segurança *LACES*, (inicialmente designado *LCES*) que significa Vigias (*Lookout*), Pontos de Ancoragem (*Anchor Points*), Comunicações (*Communication*), Rotas de Escape (*Escape routes*) e Segurança (*Safety*). Este protocolo surge da análise das fatalidades e falhas mais comuns presentes na supressão de incêndios e tem como objetivo garantir a segurança de todos os intervenientes no combate a incêndios. Tal como referido acima, um dos pontos que este protocolo pretende assegurar são as

rotas de escape, definidas como *“Escape Routes are the paths firefighters take from their current location, in which they are exposed to danger, to an area free from danger.”*<sup>2</sup> (Gleason, 1991), acrescentando ainda que perante a natureza esquiva e dinâmica de um incêndio é a necessário definir mais do que uma rota escape de forma a garantir a evacuação dos elementos. Desta forma, vemos que apesar da necessidade da avaliação da rota principal para evacuação, o número de rotas é um fator relevante sendo que uma única rota não é aconselhada.

Tendo em conta a dificuldade da aplicação de todos os parâmetros mencionados nesta definição, foi utilizado o critério da possibilidade da circulação de duas viaturas em dois eixos paralelos, ou seja, segundo o *“Documento normativo para aplicação a arruamentos urbanos”*, publicado em 2019 pelo Instituto da Mobilidade e Transportes (IMT): *“Em rodovias de elevados volumes de tráfego e velocidade de circulação devem ser adotadas larguras de via de 3,75 m ou 3,50 m; [...]”*, (IMT, 2019) pelo que se considera para este parâmetro a existência de rodovias com pelo menos 6 metros de largura de via.

---

### TEMPO DE 1ª INTERVENÇÃO

Um fator geralmente apontado como determinante do sucesso do combate é a rapidez da primeira intervenção. O PNDFCI de 2006 já refletia a importância atribuída a esse fator, apontando a necessidade de se garantir uma capacidade de reação que permitisse uma primeira intervenção em menos de 20 minutos em 90% das ocorrências.

O objetivo da atual doutrina de garantir uma primeira intervenção em menos de 20 minutos parece adequada, mas sobretudo particularmente necessária em condições meteorológicas mais severas. Este fator para o sucesso do combate veio a ser comprovado no estudo sobre a valorização da primeira intervenção no combate a incêndios rurais, realizado em 2019 pelo Observatório Técnico Independente (OTI) (Observatório Técnico Independente, 2019).

Ao observar a análise do histórico de dados do Sistema de Gestão de Informação Sobre Incêndios Florestais (SGIF) de 2001 a 2019, realizado neste estudo, verifica-se que em tempos de intervenção inferior a 10 minutos, 0,42% das ocorrências ultrapassou os 100 hectares, dos quais 0,06% ultrapassaram os 1000 hectares. Quando o tempo de intervenção foi superior a 50 minutos, cerca de 2% das ocorrências ultrapassou os 100 hectares e 0,43% ultrapassou os 1000 hectares. Desta forma, o estudo conclui que existe uma relação clara entre os tempos de primeira intervenção e a dimensão final do incêndio, principalmente em épocas de grande severidade meteorológica.

Nas áreas em que o número total de ocorrências é maior, está associada uma maior rapidez de intervenção, e o objetivo do PNDFCI era que a primeira intervenção ocorresse em menos de 20 minutos, o que está ainda longe de ser conseguido em áreas significativas do território. A maioria destas áreas coincidem com áreas de menor densidade populacional e onde costumam ocorrer os grandes incêndios.

---

<sup>2</sup> Tradução(livre): “Rotas de escape são os caminhos tomados pelos bombeiros, desde a localização onde se encontram exposto ao perigo, até a um local seguro.”

Apesar de não ser indicador oficial, tem-se considerado como medida do sucesso do ataque inicial, a percentagem de ocorrências em que o tempo de resolução (tempo entre o alerta e o momento em que o incêndio é considerado dominado) é inferior a 90 minutos.

A informação sobre a primeira intervenção está incluída no SGIF à responsabilidade do ICNF, incluindo a informação relevante fornecida pela ANEPC. A recolha sistemática destes dados iniciou-se em 2001.

Desta forma, a análise deste parâmetro permite identificar quais os locais com tempos de resposta mais elevados, através da representação do potencial do tempo de chegada para a primeira intervenção, através do cálculo e desenho das isócronas, que medem o tempo mínimo de deslocação sobre a rede viária florestal e cujo ponto de partida são as corporações.

---

## LIMPEZA DOS TERRENOS

*“Estas circunstâncias proporcionam uma produtividade notável, geradora de quantidades consideráveis de combustível que a seca torna apetecível para o fogo mais ou menos intensos.” (Fernandes, 2007)*

Como verificado ao longo deste trabalho, um dos fatores relevantes no sucesso da autoproteção das populações é a limpeza das faixas de gestão de combustível em torno das habitações, atividade que deve estar adequada ao tipo de vegetação onde se insere, de forma ser regular para garantir que não existe acumulação de carga combustível. Tal é suportado por Fernandes (2007), *“A gestão florestal deve ser compatível com o piroambiente ou o fogo catastrófico será inevitável”*, o que, considerando os diferentes tipos de coberto de vegetação no território e na taxa de recuperação da mesma, influenciadas pela meteorologia local, deve ser ajustado a cada município.

Desta forma, o tempo de retorno da vegetação considerada foi de 4 anos, baseada na informação e diretiva do ICNF aquando da elaboração do PMDFCI de Mafra. Apesar do intervalo de intervenção mencionado ser de 3 anos, a decisão de considerar mais um ano deve-se ao facto de 4 anos ser o limite máximo superior para intervenções.

---

## ANÁLISE DE RISCO: MATRIZES

De acordo com “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide, 1996), a gestão de riscos é o processo sistémico de identificação, análise e respostas ao risco, de forma a maximizar consequências positivas e reduzir impactos ou eventos adversos, e que se encontra subdividido nos seguintes processos:

- Planeamento da gestão do risco
- Identificação do risco
- Análise qualitativa do risco
- Análise quantitativa do risco
- Planeamento das respostas ao risco
- Controlo e monitorização do risco

A análise do risco é feita através de uma matriz de risco, que se baseia na definição de risco combinada com a severidade das consequências de um dado acontecimento e a sua probabilidade/frequência de ocorrência (Markowski & Mannan, 2008).

Ainda de acordo com Markowski & Mannan (2008), a construção de uma matriz de risco tradicional pressupõe as seguintes etapas, com a seguinte organização:

- Categorização e ordenamento da gravidade das consequências e frequência;
- Categorização e ordenação do índice de risco do *output*;
- Construção do conhecimento do risco baseado em regras;

Esta definição de matriz de risco foi a considerada para esta dissertação.

---

#### ESCOLHA DO LOCAL

De forma a poder estudar a aplicação prática do método apresentado foi necessário escolher um local que servisse de caso de estudo, tendo optado pelo concelho de Mafra.

A decisão da escolha deste concelho prende-se com o facto de ter sido o concelho onde realizei um estágio profissional do Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP) no Serviço Municipal de Proteção Civil, o que me permitiu trabalhar e ter acesso a um conjunto de dados interessantes para esta dissertação.

---

#### CARACTERIZAÇÃO

A caracterização do concelho foi feita com base na informação disponibilizada no caderno I e II do PMDFCI de Mafra.

---

#### FÍSICA E SÓCIO-ECONÓMICA

Mafra é um concelho costeiro que se situa no limite noroeste da área metropolitana de Lisboa. Ocupa uma extensão de 291 km<sup>2</sup> dividido entre 11 freguesias. Apesar de se encontrar perto de Lisboa, é um concelho que ainda mantém bem marcadas as suas características rurais, apresentando um conjunto paisagístico e cultural de grande valor.

Devido à proximidade com Lisboa, tem-se verificado desde 1991 um aumento significativo na população do concelho, apresentando atualmente uma densidade populacional de 297,6 pessoas por km<sup>2</sup> (Instituto Nacional de Estatística, 2022). As zonas de maior concentração de população encontram-se ao longo do eixo Ericeira – Venda do Pinheiro, eixo onde se situa a autoestrada A21.

O setor terciário é o mais prevalente com 74,5% da população, tendo o setor primário reduzido em 80%, o que demonstra um afastamento crescente em relação à agricultura e floresta. Apesar desta diminuição, ainda existem agregados familiares que mantêm a prática da agricultura como atividade secundária.

De acordo com a classificação climática de *Köppen*, Mafra apresenta um clima temperado com verão seco e suave (Csb) (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, n.d.). A temperatura média anual é de 17,4 °C atingindo uma temperatura máxima média de 24,9 °C na época crítica (junho-setembro). Anualmente, chove em média 774 mm, que se encontram espalhados ao longo do ano, atingindo um máximo de pluviosidade nos meses de outono e inverno. Ao associar estas duas condições, estamos perante condições favoráveis de crescimento da vegetação, que caso não sofra intervenção irá aumentar a continuidade combustível, seguido de uma época com condições ideais de ignição e propagação, caracterizada por pluviosidade nula por longos períodos, baixa humidade e temperaturas elevadas.

Mafra apresenta uma topografia bastante sinuosa com sucessivos vales encaixados, traçados pela rede hidrográfica (orientação N-NW), sendo que 49% do território apresenta inclinações superiores a 10%. Os ventos

dominantes são N-NW (nortada - encontrando-se orientados com as bacias hidrográficas), sendo que apresentam uma velocidade média superior ao normal nos meses críticos e que conduzem a rápidas alterações na velocidade e direção do vento o que influencia fortemente o comportamento do fogo.

A área agrícola ocupa cerca de 38,3% da área do concelho sendo a principal ocupação do solo. A área florestal ocupa cerca de 13,9%, sendo as principais espécies florestais existentes do concelho o Eucalipto com 2461 hectares (povoamento puro – cerca de 39,2% da área florestal) e 2293,8 hectares (povoamentos mistos) e Carvalhos (*Quercus Spp.*) com 625,6 hectares (povoamento puro). A zona com maior carga de combustível e com maior perigosidade estrutural em termos de incêndios rurais encontra-se ao longo das encostas (declives acentuados, superiores a 20%) das bacias hidrográficas principais com orientação O-SE e exposição a ventos N-NW.

Em termos de interface urbano-rural esta totaliza cerca de 22,2% (6.470 ha) do total do território onde se insere 48,9% da área total florestal do concelho (2.826 ha) e 52,2% da área total de matos e pastagens (3.644 ha). Nesta zona, 2.617ha estão colocados em declives superiores a 30% (limite de segurança para a maquinaria pesada), locais onde existe a possibilidade de incêndios de maior velocidade e de maior potencial de dano.

---

## HISTÓRICO DE INCÊNDIOS

Entre 2001 e 2019 ardeu cerca de 22,5% da área total do concelho, tendo-se vindo a verificar um decréscimo acentuado na área ardida e no número de ocorrências. Destes 22,5%, 9,3% estão relacionados com o grande incêndio de 2003, que queimou uma extensão de 2756ha. O ponto de viragem dá-se em 2006 colocando 50% das ocorrências e 78% da área ardida até essa data. Desde então, só ocorreram dois grandes incêndios (área ardida superior a 100ha), ambos em outubro de 2017.

Atualmente as ocorrências menores a 1 hectare (fogachos), representam 86,8% das ocorrências, o que corresponde a 9,5% da área total ardida, e as áreas percorridas pelos incêndios são principalmente matos, representando cerca de 76% da área total. Incêndios com áreas ardidas entre 1ha e 10ha correspondem a 21% da área total.

A problemática dos incêndios florestais no concelho de Mafra é sazonal, sendo os meses de setembro e outubro aqueles que reúnem o maior número de ignições e de área ardida, o que é demonstrada pela distribuição anual do número de acontecimentos e do espaço queimado: última quinzena de julho; primeira quinzena de setembro e a primeira do mês de outubro, com maior incidência na 1.ª quinzena de setembro.

Relativamente às causas, 77% apresenta causas indeterminadas. Dentro dos 23% de causas determinadas, 89% corresponde ao uso negligente do fogo associado à agricultura.

Após analisar o paradigma existente no concelho de Mafra, podemos concluir que apresenta um conjunto de características territoriais que influencia o comportamento do fogo, nomeadamente, verões secos e relativamente quentes, com ventos fortes e predominantes de N-NW e que se encontram orientados com as bacias hidrográficas principais, onde se encontra a maioria da biomassa vegetal do concelho e em inclinações do terreno superiores a 10%.

## MATERIAIS

Os materiais utilizados na metodologia desta dissertação encontram-se definidos na tabela 5 e são obtidos através dos dados presentes na preparação dos diferentes PMDFCI e Plano Diretor Municipal (PDM) presentes em quaisquer bases de dados municipais. Neste caso específico, foram cedidos pela Câmara Municipal de Mafra (CMM) e SMPC de Mafra.

**Quadro 5 - Tabela descritiva do conjunto de dados utilizados no processamento de dados.**

<b>Título</b>	<b>Fonte/cedido por</b>	<b>Formato</b>	<b>Data</b>
Limites administrativos	Direção Geral do Território	Polígono vetorial	2021
Cadastro de propriedade	Cedido pela CMM	Polígono vetorial	S/D
Perigosidade	GTF	Polígono vetorial	2020
Faixas de Gestão de Combustível do concelho de Mafra	GTF	Polígono vetorial	2020
Rede Viária Florestal	GTF	Linha vetorial	2020
Tempo de 1ª Intervenção	GTF	Polígono vetorial	2020
Fauna do concelho de Mafra	PDM (cedido pela CMM)	Polígono vetorial	2015
Rede Natura 2000	PDM (cedido pela CMM)	Polígono vetorial	2015
Ação Social	PDM (cedido pela CMM)	Ponto vetorial	2015
Espaços Culturais	PDM (cedido pela CMM)	Ponto vetorial	2015
Equipamentos Desportivos	PDM (cedido pela CMM)	Ponto vetorial	2015
Equipamentos Escolares	PDM (cedido pela CMM)	Ponto vetorial	2015
Equipamentos Sociais	PDM (cedido pela CMM)	Ponto vetorial	2015
Farmácias	PDM (cedido pela CMM)	Ponto vetorial	2015
Serviços	PDM (cedido pela CMM)	Ponto vetorial	2015
Servidões	PDM (cedido pela CMM)	Polígono vetorial	2015

## TRATAMENTO INICIAL DOS DADOS

De forma a garantir uma simplificação e normalização dos dados a utilizar, foi necessário proceder à sua preparação através da utilização do método binário. O processamento é baseado numa matriz binária simples, onde o valor 1 representa a presença do parâmetro e o valor 0 representa a sua ausência e que será aplicado em cada um dos conjuntos de dados referentes às camadas de dados iniciais. A razão da escolha deste método para a classificação de cada parâmetro, ao invés do uso de níveis, deve-se ao facto de no fim do processamento dos dados, cada terreno irá apresentar uma classificação resultante do somatório da classificação de cada parâmetro. Desta forma, facilitará a hierarquização de cada elemento e tornará claro quantos parâmetros se encontram presentes. Para cada camada, foi feito um conjunto de processamentos descritos infra, realizados com o software QGIS versão 3.14.

**Camada Cadastro de propriedade:** criação de um campo que permita a identificação única de cada parcela de terreno, através da combinação do número de parcela, nome da secção e freguesia.

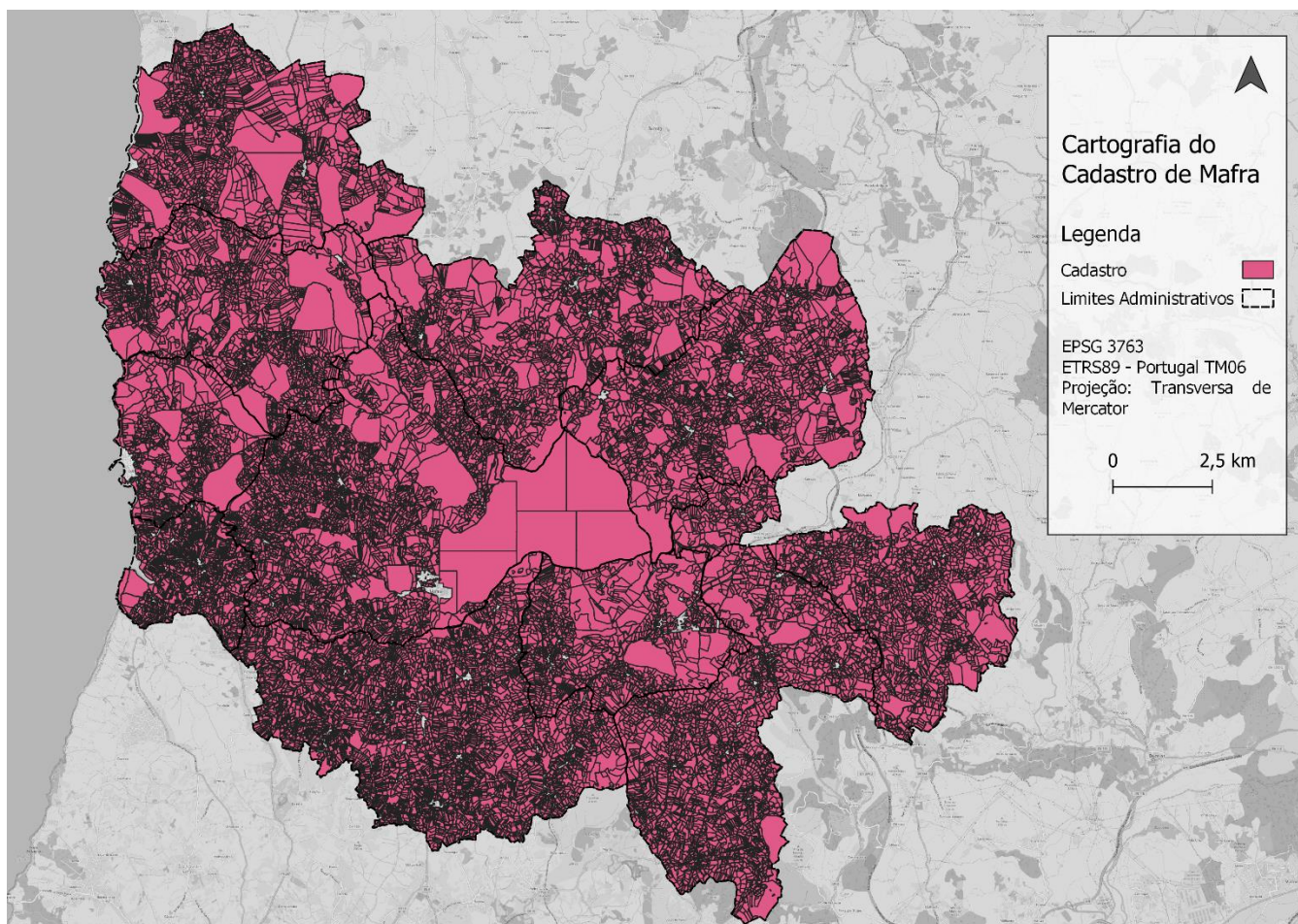
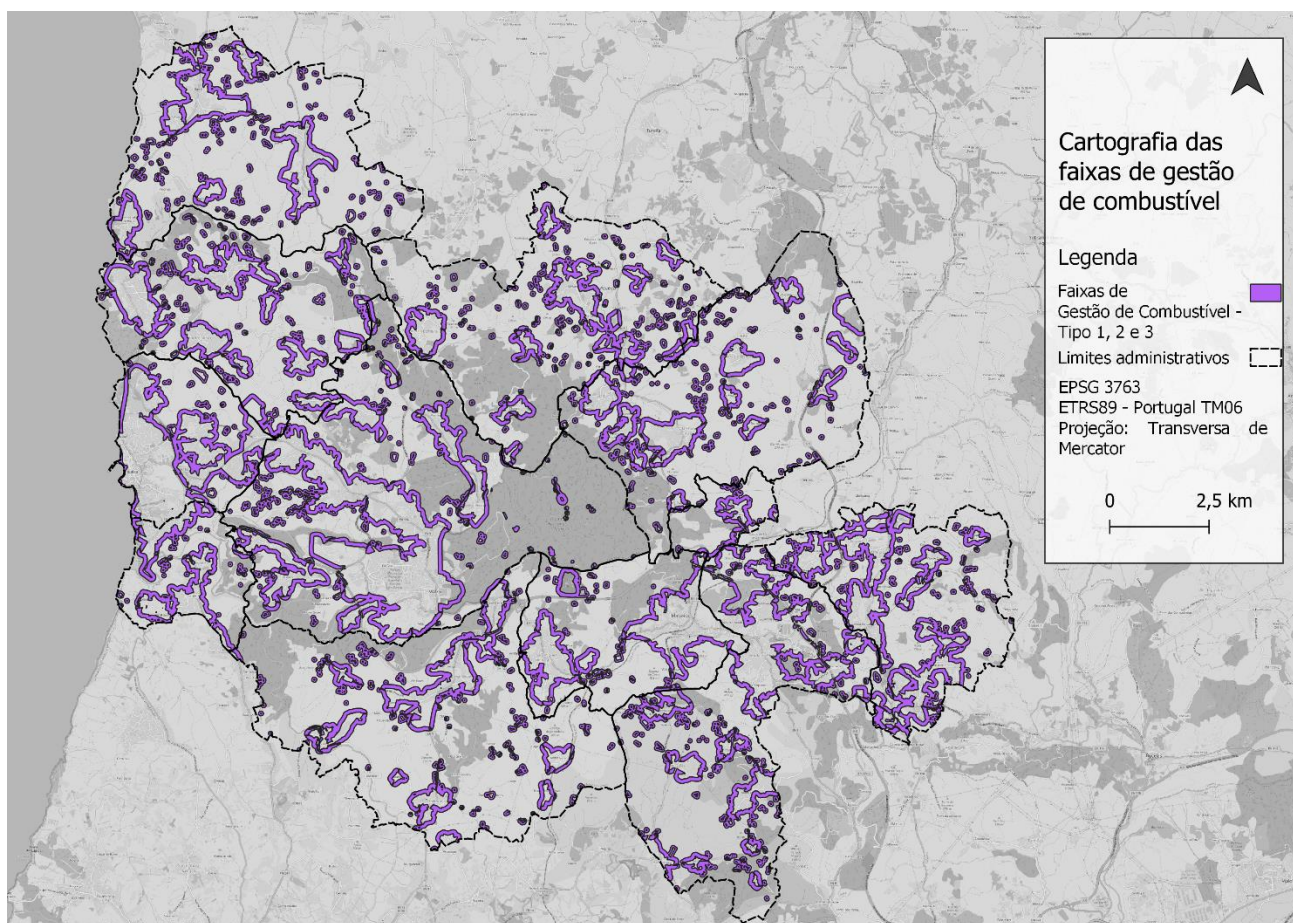


Figura 6 - Cartografia do Cadastro de Mafra.

**Camada Faixas de Gestão de Combustível:** Foram seleccionados os atributos 1, 2 e 3 do campo “DESC\_FGC”, que representam as faixas de gestão de combustível associadas a edifícios isolados, aglomerados populacionais e áreas de lazer. Eliminou-se os atributos que não se encontrassem inseridos dentro desta classificação e aplicou-se a ferramenta “agregar” de forma a obter um único atributo e área de interesse.



**Figura 7 - Cartografia das Faixas de Gestão de Combustível de Mafra.**

**Camada Tempo de 1ª Intervenção:** De forma a aplicar a classificação binária nesta camada, foi criada uma coluna, "CLASS\_INTE", e procedeu-se à classificação de cada atributo com valor "1" para distâncias cuja tempo de chegada do socorro é superior a 20 minutos e "0" para distâncias com tempo de chegada igual ou inferior a 20 minutos. Após a esta classificação foi utilizada a ferramenta agregar onde se efetuou a dissolução por campos, neste caso pelo campo "CLASS\_INTE", resultando apenas 2 atributos.

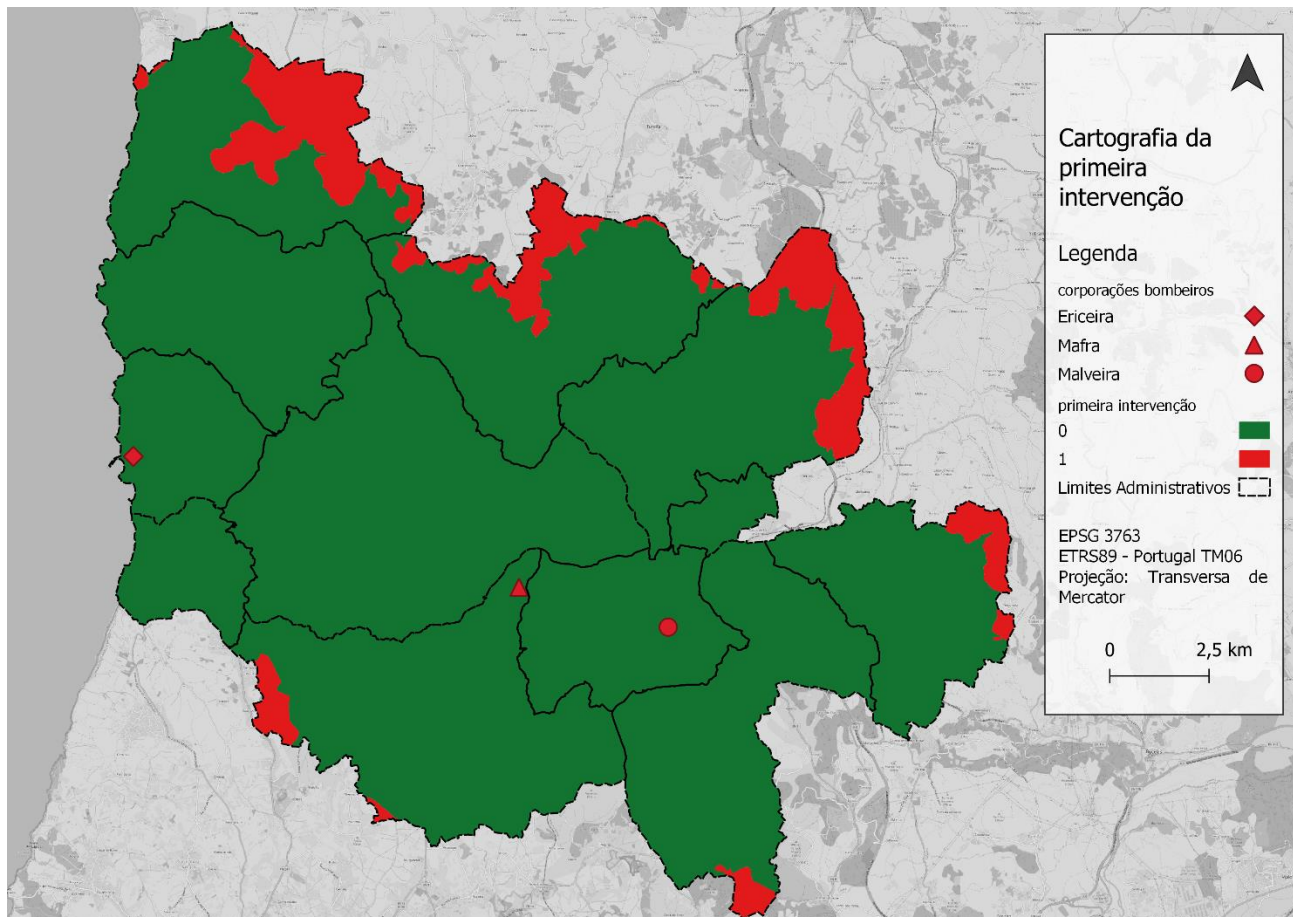


Figura 8 - Cartografia do resultado da classificação binária do Tempo de 1ª Intervenção e localização das corporações de bombeiros no concelho de Mafra.

**Camada Dados da última limpeza executada:** Criou-se um campo, “ULT\_LIMP”, onde se colocou o ano da última limpeza efetuada no terreno. Após esta classificação, e de forma a aplicar a classificação binária, criou-se outra coluna “CLASSLIMP” e sendo que os dados desta dissertação são de 2020, “1” para terrenos cujas limpezas foram executadas há mais de 4 anos e “0” para terrenos cuja limpeza tenha sido executada pelo menos uma vez nos últimos 4 anos. Escolheu-se o valor de 4 por ser o limite máximo superior de intervalo de limpeza dos terrenos.

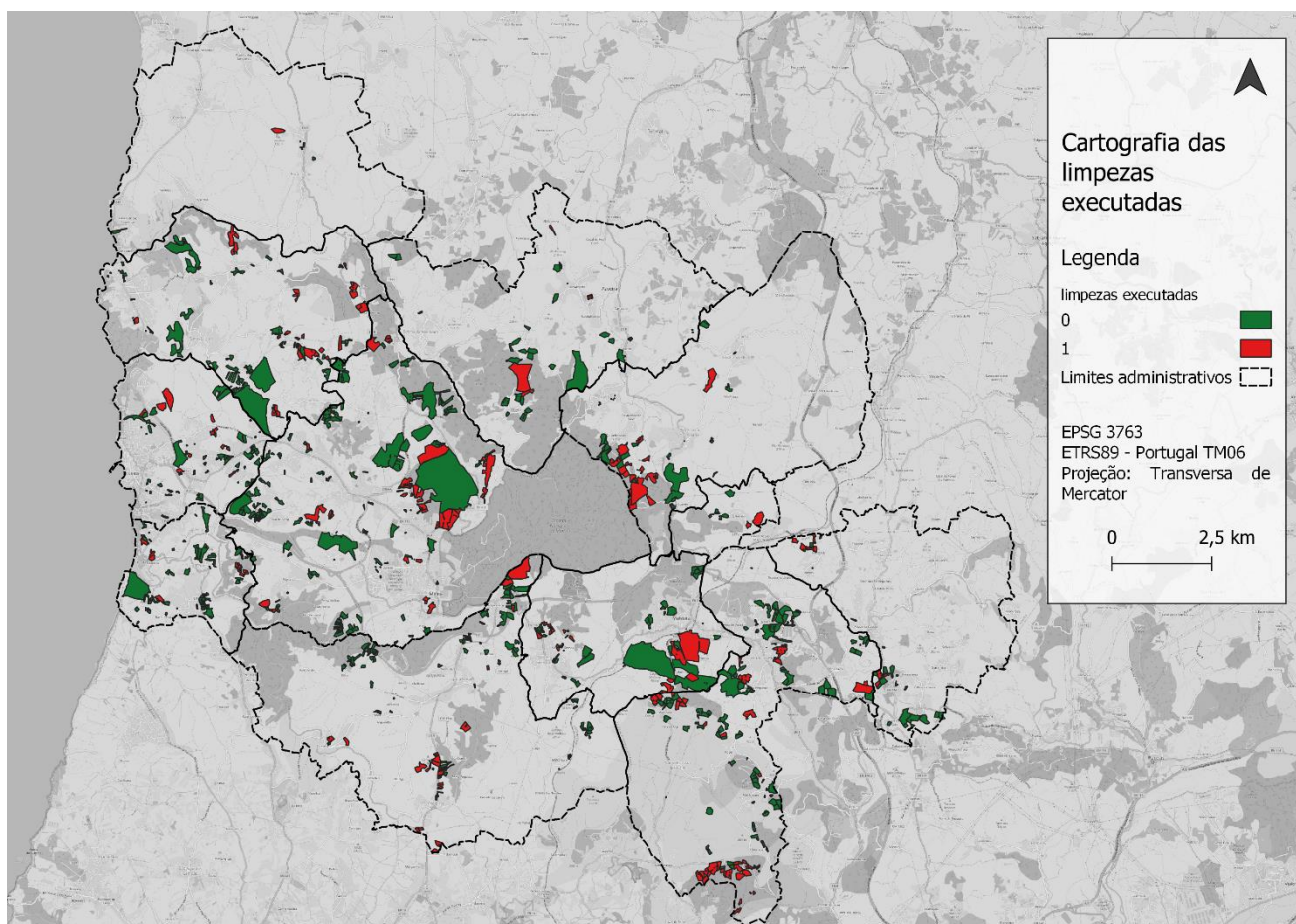


Figura 9 - Cartografia resultado da classificação binária das limpezas executadas.

**Camada Rede Viária Florestal:** Esta camada encontra-se em formato de linha e como tal, teve de ser convertida em polígono. De forma a convertê-la, foi feito um buffer com 10 metros de cada lado, dando um total de 20 metros de buffer. A escolha deste valor deve-se ao facto de no guia do PMDFCI ser obrigatório uma faixa de limpeza de 10 metros para cada lado da via. Para a classificação binária, foi feita uma nova coluna, "CLASSDFCI", onde se aplicou a seguinte classificação, utilizando os atributos presentes na camada; "1" para estradas com faixa de rodagem com largura inferior a 6 metros e "0" para estradas com faixas de rodagem com largura superior a 6 metros, de acordo com o que foi mencionado no capítulo anterior.

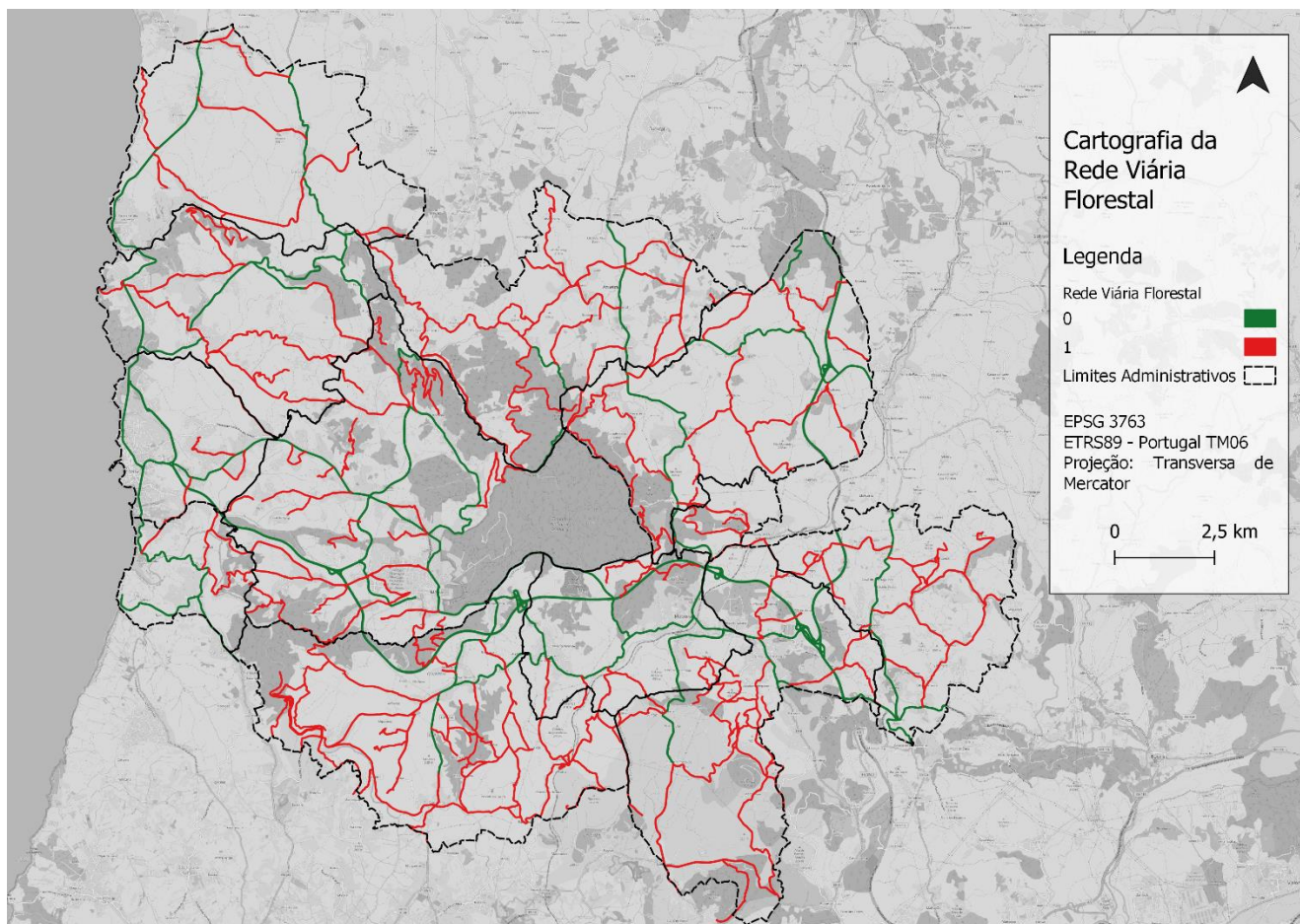


Figura 10 - Cartografia do resultado da classificação binária da Rede Viária Florestal.

**Camada Perigosidade:** Para classificar de forma binária a camada da perigosidade, foi criado um campo, “CLASS\_PER”, onde se classificou como “1” atributos cuja perigosidade seja igual ou superior a 4 e “0” atributos cuja perigosidade seja inferior a 4. Após a classificação foi utilizada a ferramenta agregar, dissolvendo de acordo com a classificação atribuída em “CLASS\_PER”, resultando apenas 2 atributos.

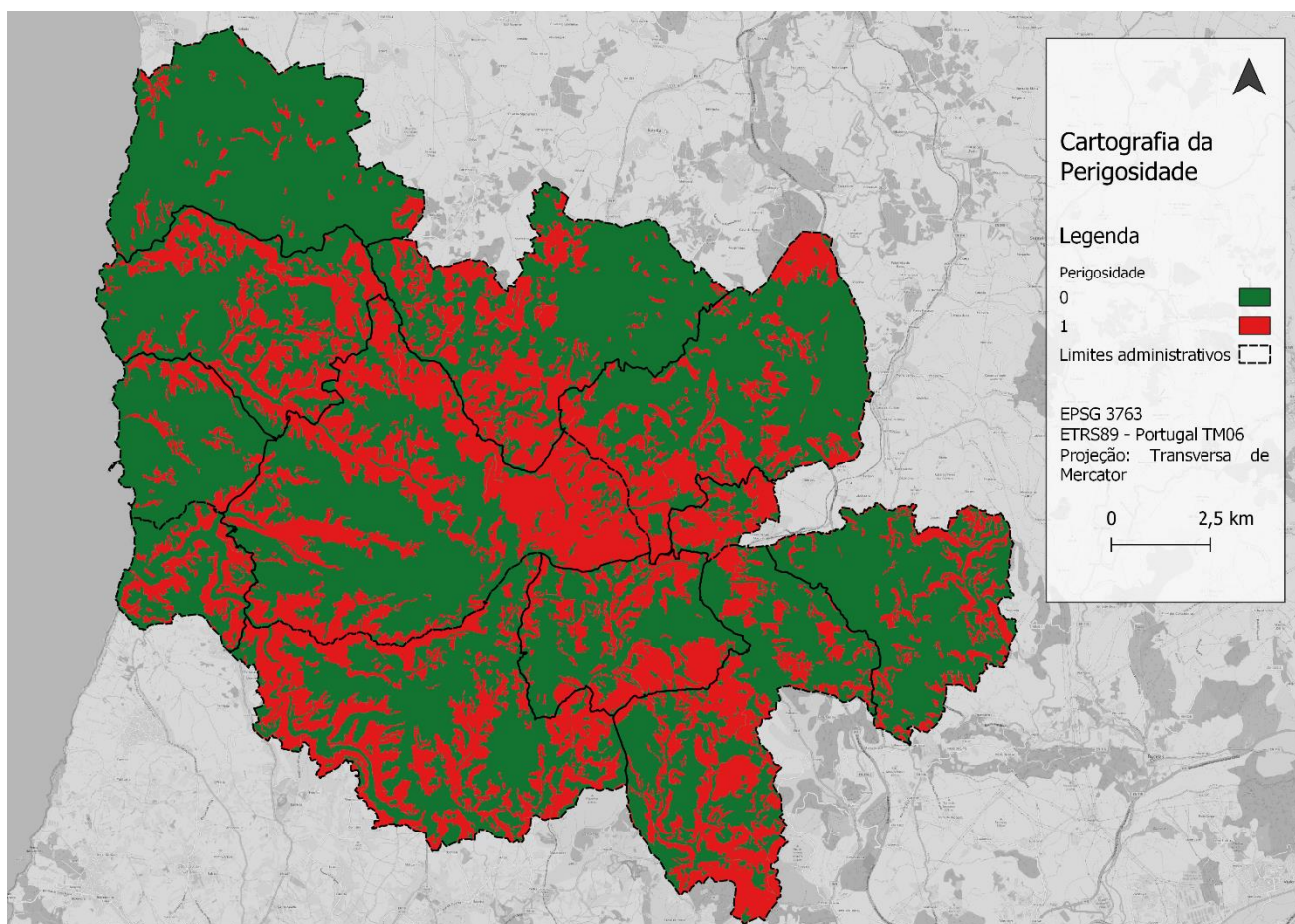


Figura 11 - Cartografia do resultado da classificação binária da Perigosidade.

**Camada Ecológico:** Usando como base as camadas “Natura 2000 Mafra”, que define as áreas da Rede Natura 2000 do concelho e a camada “Fauna Concelho”, que delimita as áreas onde se encontram as espécies relevantes do território, utilizou-se a ferramenta “juntar camadas vetoriais”. Após esta junção e de forma a obter uma única camada vetorial, utilizou-se a ferramenta agregar. Criação de um novo campo, “CLASS\_ECO”, à qual se atribui o valor de “1”.

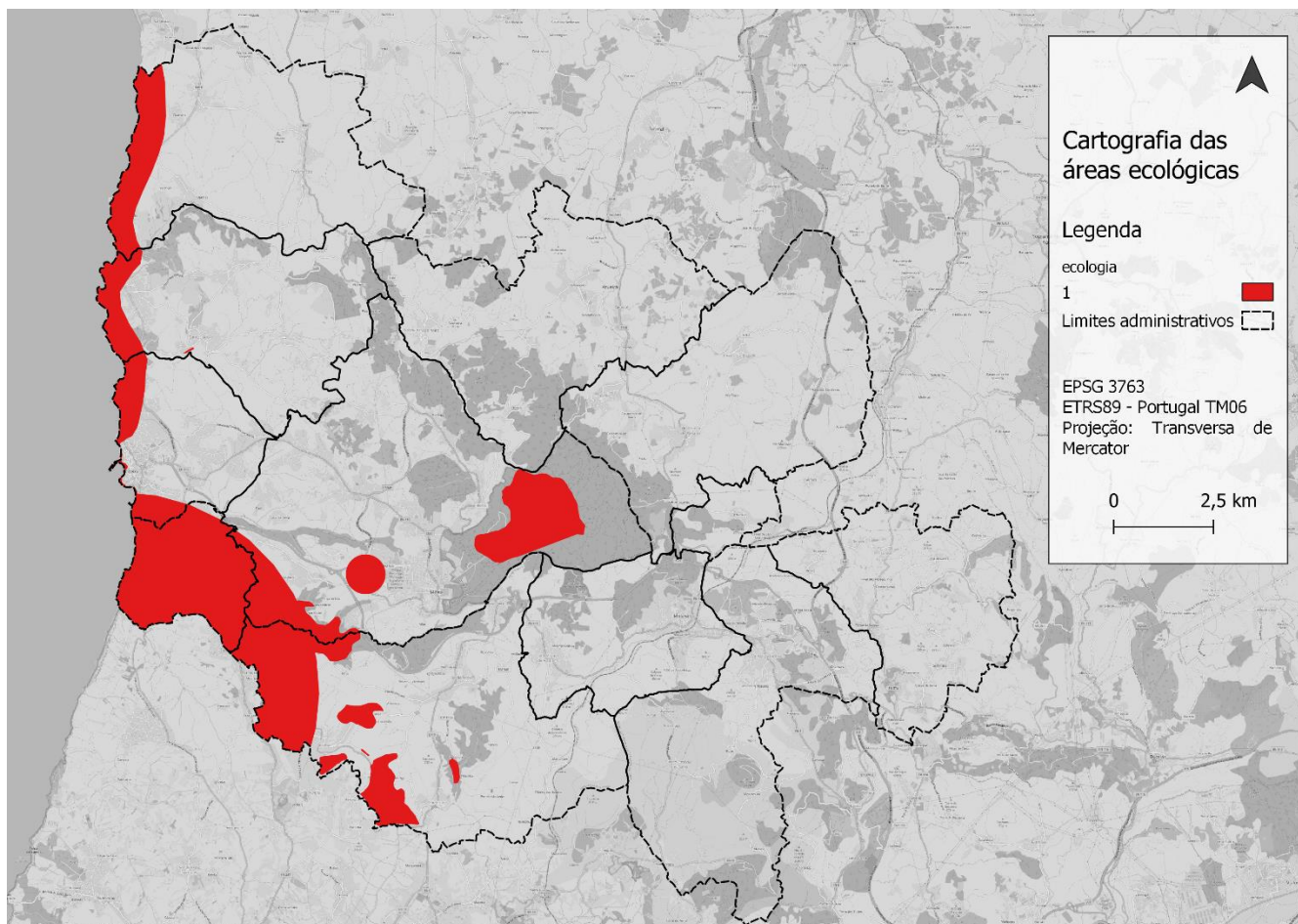


Figura 12 - Cartografia das áreas ecológicas.

**Camada Social:** Utilizando as camadas “Ação Social”, “Equipamentos desportivos”, “Equipamentos Escolares”, “Equipamentos Sociais”, “Espaços Culturais”, “Farmácias” e “Serviços”, foi utilizada a ferramenta “juntar camadas vetoriais”. Após esta união, foi aplicado um buffer de 100 metros. Decidiu-se utilizar este valor visto os equipamentos se encontrarem dentro de aglomerados populacionais e ser esta a distância mínima recomendada para efetuar a limpeza nos mesmos. Utilizou-se a ferramenta agregar para obter apenas um elemento, e adicionou-se uma coluna, “CLASS\_IC”, a qual se atribui o valor “1”.

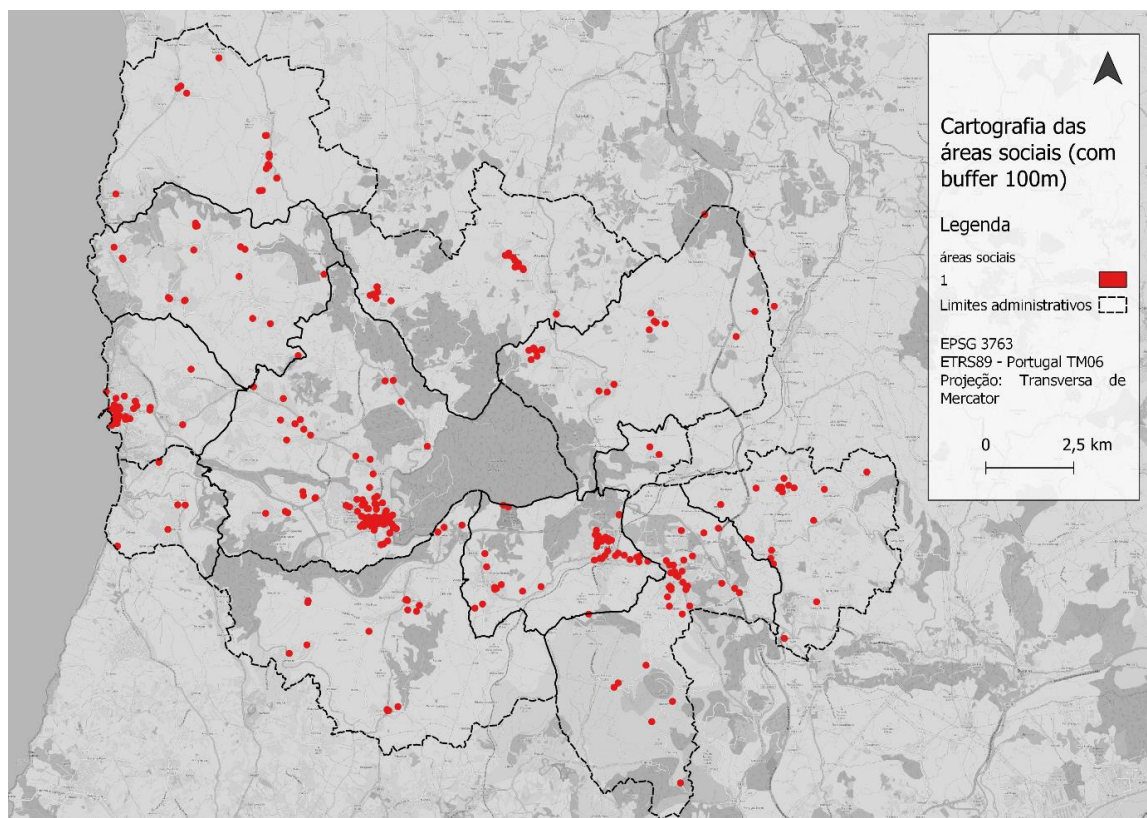


Figura 13 - Cartografia das áreas sociais, com buffer de 100 metros.

A cada uma das camadas acima mencionadas foram eliminadas todas as colunas com informação não relevante para o processamento feito no capítulo seguinte.

Quadro 6 - Tabela síntese do tratamento inicial dos dados.

Camada	Valor = 1 (presença)	Valor = 0 (ausência)
<b>Tempo de 1ª intervenção</b>	Se distância de chegada superior a 20 minutos	Se distância de chegada igual ou inferior a 20 minutos
<b>Última limpeza executada</b>	Nenhuma limpeza executada nos últimos 4 anos	Pelo menos 1 limpeza executada nos últimos 4 anos
<b>Rotas de escape</b>	Estradas com largura inferior a 6 metros	Estradas com largura igual ou superior a 6 metros
<b>Perigosidade</b>	Elementos com classificação perigosidade 4 e 5	Elementos com classificação perigosidade 1, 2 e 3
<b>Vulnerabilidade Ecológica</b>	Presença de atributos ecológicos	Ausências de atributos ecológicos
<b>Vulnerabilidade Social</b>	Presença de elementos sociais num buffer de 100 metros	Ausência de elementos sociais num buffer de 100 metros

## MÉTODO

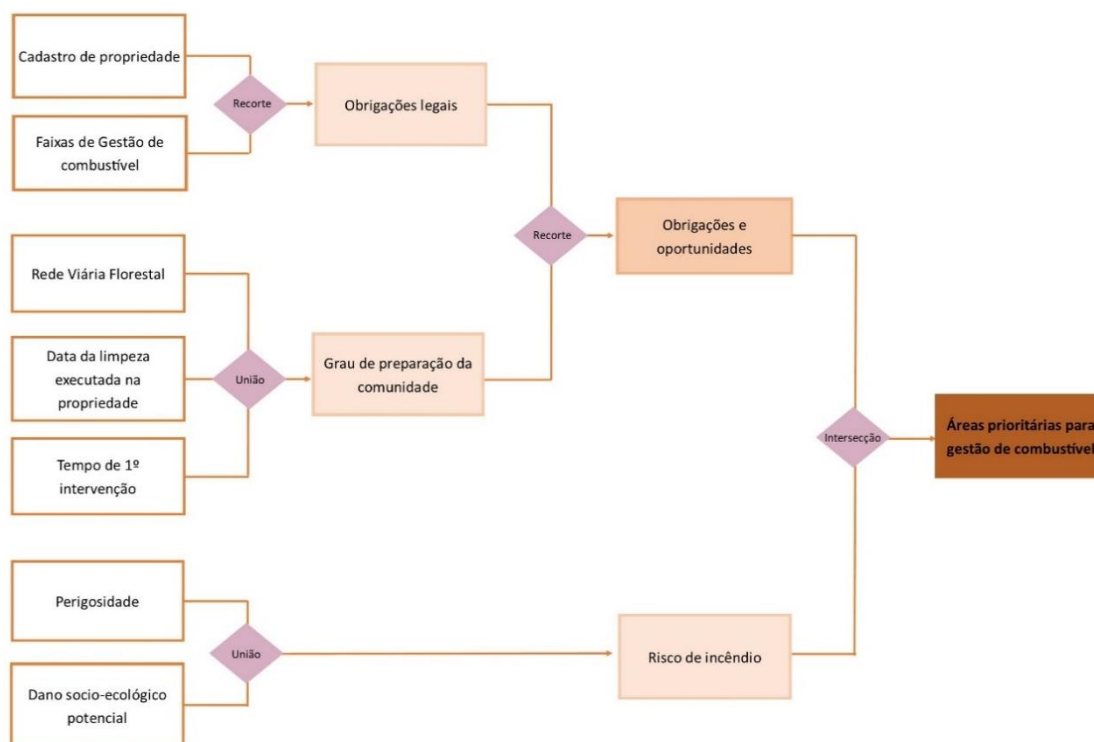


Figura 14 - Esquema de processamento de dados e do método utilizado

Após o tratamento inicial dos dados, foi usado o esquema de processamento de dados presente na figura 2, que se baseia no esquema apresentado na figura 1. No fim, o resultado (caixa vermelha) será o somatório de todos os parâmetros com valor 1, sendo que quanto maior o valor do somatório, mais parâmetros presentes, maior a necessidade de priorização de gestão de combustível. O valor mínimo é 0 e o máximo é 5.

### OBRIGAÇÕES LEGAIS

As obrigações legais correspondem ao cruzamento das camadas das faixas de gestão de combustível do tipo “1”, “2” e “3” com o cadastro de propriedade. Ao fazer este cruzamento, torna-se nítido quais os locais do concelho nos quais a gestão de combustível é obrigatória. Este cruzamento foi feito através da ferramenta recorte, utilizando o conjunto de dados do cadastro como camada de entrada e o conjunto de dados das faixas de gestão como camada de sobreposição.

### DANO POTENCIAL

O dano potencial socio-ecológico foi obtido através do cruzamento dos conjuntos de dados ecológicos e sociais, através da ferramenta união. Após este processamento, foi adicionado um novo campo, “DANO”, onde foi feita a soma dos valores de “CLASS\_ECO” e “CLASS\_IC” de acordo com o apresentado em cada elemento. A criação desta camada permite avaliar quais são os locais que em caso de incêndio são prioritários.

---

## NÍVEL DE PREPARAÇÃO DA COMUNIDADE

De acordo com o esquema inserido acima (fig.2), o nível de preparação do município foi obtido através do cruzamento de três conjuntos de dados: rede viária florestal, limpezas executadas nos últimos anos e tempo de primeira intervenção. Esta camada permite analisar e diferenciar quais os locais mais e menos preparados dentro do concelho em caso de incêndio. Para interseção das camadas mencionadas foi utilizada a ferramenta união. Após este processamento foi adicionada uma coluna nova, "CLASS\_PREP" onde foi feita a soma das colunas "CLASSDFCI", "CLASS\_INTE" e "CLASSLIMP" utilizando a calculadora de atributos.

---

## OBRIGAÇÕES E OPORTUNIDADES

A cartografia de obrigações e oportunidades pretende apresentar qual o nível de preparação dos locais dentro das faixas de gestão de combustível. Para obter este resultado, foi feita a combinação da camada "nível de preparação da comunidade" com a camada "obrigações legais" através da ferramenta recortar, utilizando a camada "nível de preparação" como camada de entrada e a camada "obrigações legais" como camada de sobreposição.

---

## RISCO DE INCÊNDIO

De forma a poder obter a cartografia associada ao risco de incêndio, foi cruzada a camada da perigosidade com a camada do dano potencial, através da ferramenta união. Após este processamento, foi criada uma coluna, "CLASS\_RISC", onde foi feita a soma das colunas "DANO" e "CLASS\_PER".

---

## ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A GESTÃO DE COMBUSTÍVEL

A obtenção das áreas prioritárias para a gestão de combustível é feita através do cruzamento dos conjuntos de dados acima utilizados, neste caso, "Risco de Incêndio" e "Obrigações e Oportunidades para a Gestão de Combustível". Este cruzamento foi feito através da ferramenta interseção. Após este processamento, foi adicionado um campo, "CLASS\_AREAS", no qual foi feita a soma das colunas "CLASS\_RISC" e "CLASS\_PREP", utilizando a calculadora de atributos. De forma a reduzir o número de elementos apenas para o número de resultados obtidos, foi utilizada a ferramenta agregar por expressão, onde se fez a dissolução pelo campo "IDCADASTRO" utilizando como parâmetro o valor mais elevado presente na coluna "CLASS\_AREAS". Como após este processamento existem terrenos que estarão a ser notificados/fiscalizados por terem apenas 100m<sup>2</sup> em risco, estes foram retirados do resultado de modo a obter terrenos cujas áreas de limpeza sejam superiores a esse valor. Esta decisão dependerá de cada município.

Tal como explicado anteriormente, a prioridade de gestão de combustível em cada área é definida através do somatório dos parâmetros anteriormente calculados com recurso à classificação binária (utilização exclusiva de valores 0 e 1). Assim, o valor final desta soma irá representar quantos parâmetros se encontram afetados, logo as parcelas que apresentarem um valor mais elevado serão aquelas que necessitam de intervenção imediata.

### OBRIGAÇÕES LEGAIS

A cartografia das obrigações legais do concelho, representa o cadastro que se insere dentro das faixas de gestão de combustível. Assim, torna-se mais célere a identificação de quais os terrenos cuja limpeza é mais urgente, passando de 30978 terrenos, o número total de parcelas do município, para 13726 terrenos dentro das faixas, o que representa uma redução de 55,7% (figura 3, para maior definição consultar anexo1).

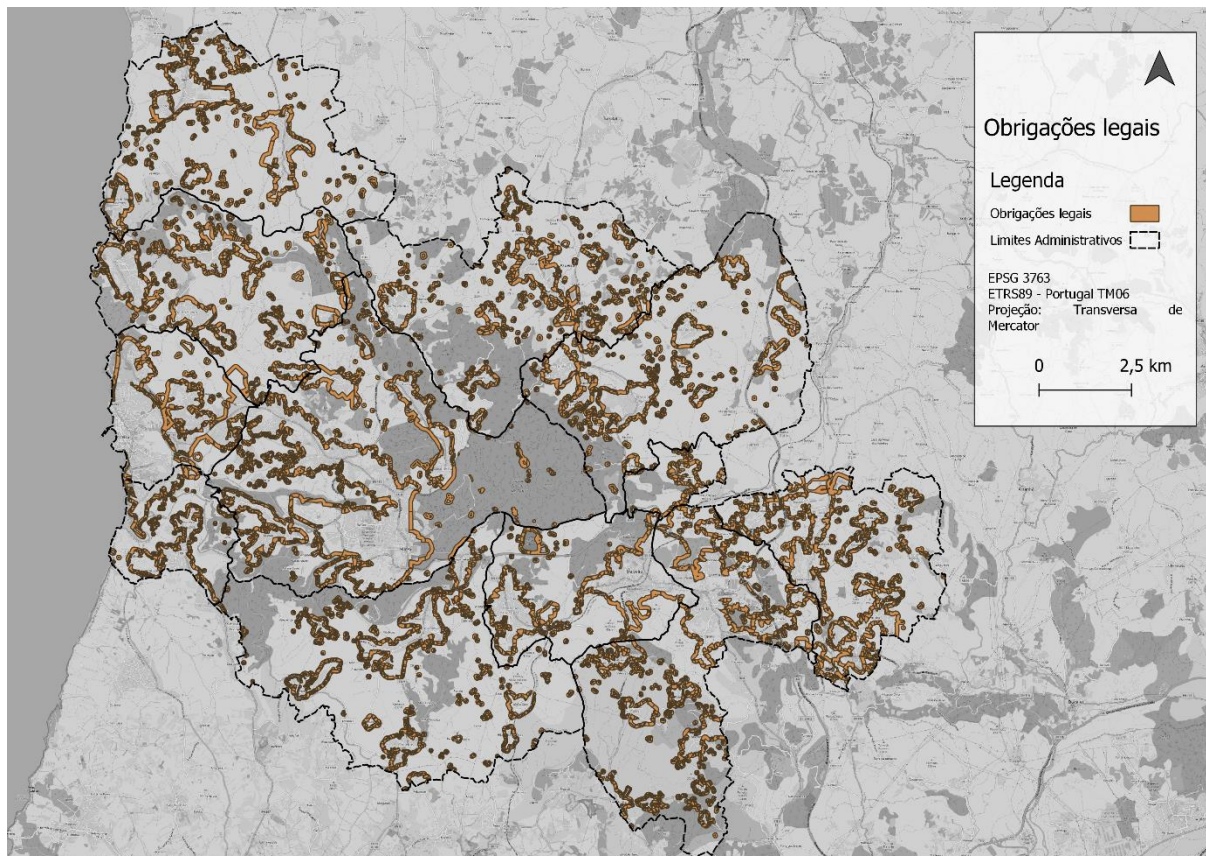


Figura 15 - Cartografia das obrigações legais no concelho de Mafra

## DANO POTENCIAL

A cartografia do dano potencial do concelho representa todos os locais que em caso de ocorrência de um evento, neste caso de um incêndio rural, se encontram em risco de perda (figura 4, ou anexo 2 para maior definição).

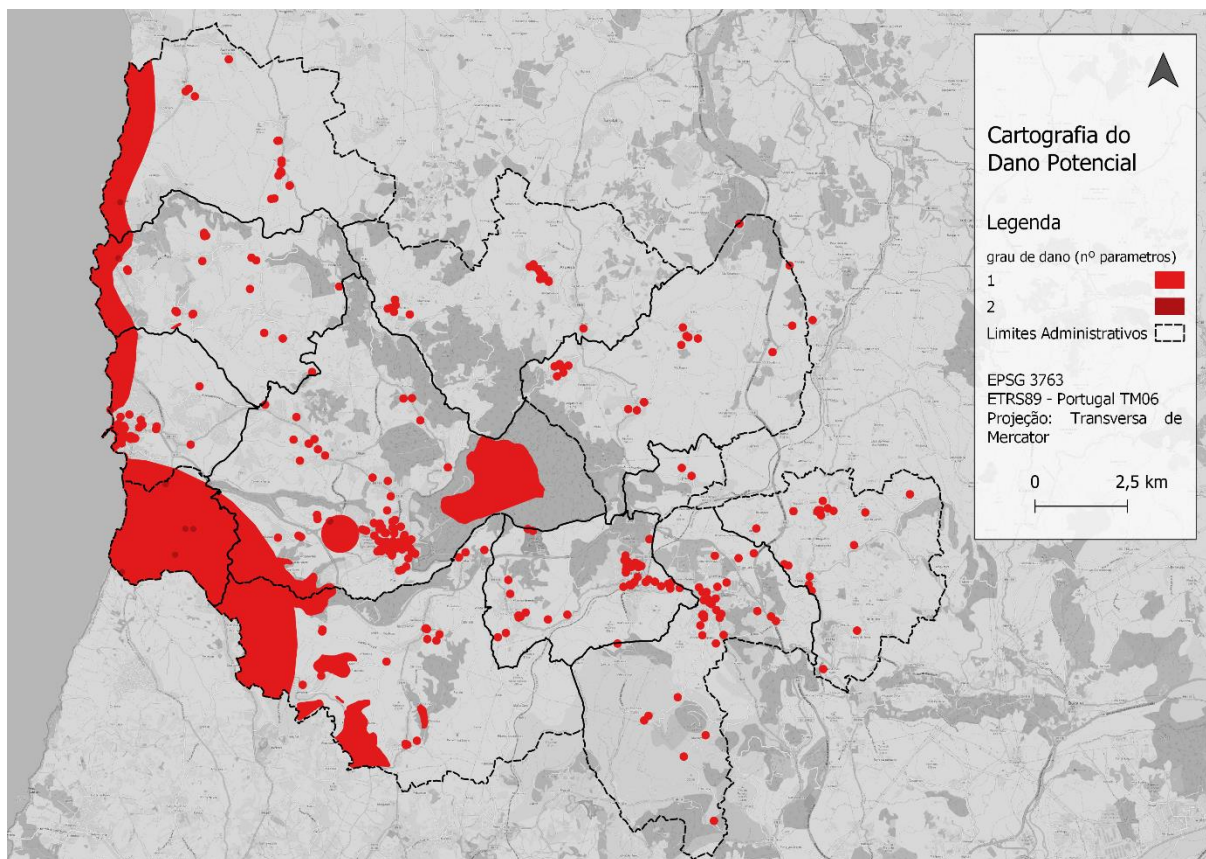


Figura 16 - Cartografia do dano potencial no concelho de Mafra.

Tal como os outros parâmetros, apesar da classificação binária, o resultado do seu cruzamento é cumulativo. Desta forma temos:

Nº de parâmetros	Área (ha)	% da área do concelho
0	25528,23	87,72
1	3571,767	12,27
2	30,97	0,10

Quadro 7 - Análise do nível de dano potencial no concelho de Mafra.

Assim, verificamos que 87% do concelho não apresenta parâmetros de dano potencial em caso de incêndio rural e que aquelas 12,37% apresenta pelo menos um parâmetro.

## NÍVEL DE PREPARAÇÃO DA COMUNIDADE

O nível de preparação da comunidade para o risco de incêndio apresenta quais os locais com mais e menos capacidade de resposta em caso de incêndio, dentro do concelho (figura 5 e Anexo 3).

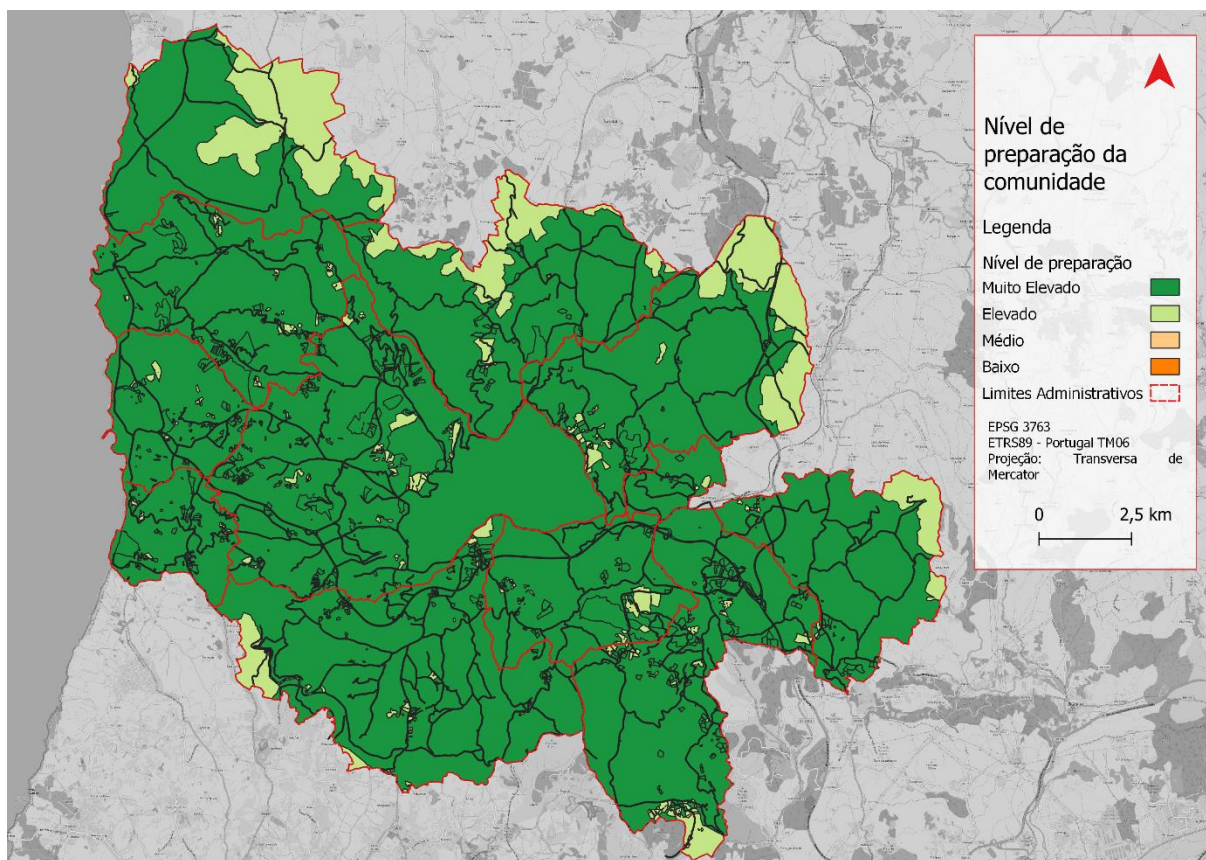


Figura 17 - Cartografia do nível de preparação da comunidade para o risco de incêndio no concelho de Mafra.

Ao analisar as áreas resultantes, verificamos que:

Nível de preparação	Nº de parâmetros	Área (ha)	% da área do concelho
<b>Muito Elevado</b>	0	25355,387	87,13
<b>Elevado</b>	1	3807,371	13,08
<b>Médio</b>	2	20,386	0,07
<b>Baixo</b>	3	0,235	0,0008

Quadro 8 - Análise do nível de preparação da comunidade no concelho de Mafra.

O nível de preparação mais representativo é o “*Muito Elevado*”, cobrindo 87,13% do concelho, seguido pelo nível “*Elevado*” com 13,08%. A zona que apresenta baixo nível de preparação, que representa apenas 0,0008% da área do concelho, encontra-se na zona limítrofe a sudeste do concelho, como se pode verificar na figura 6.

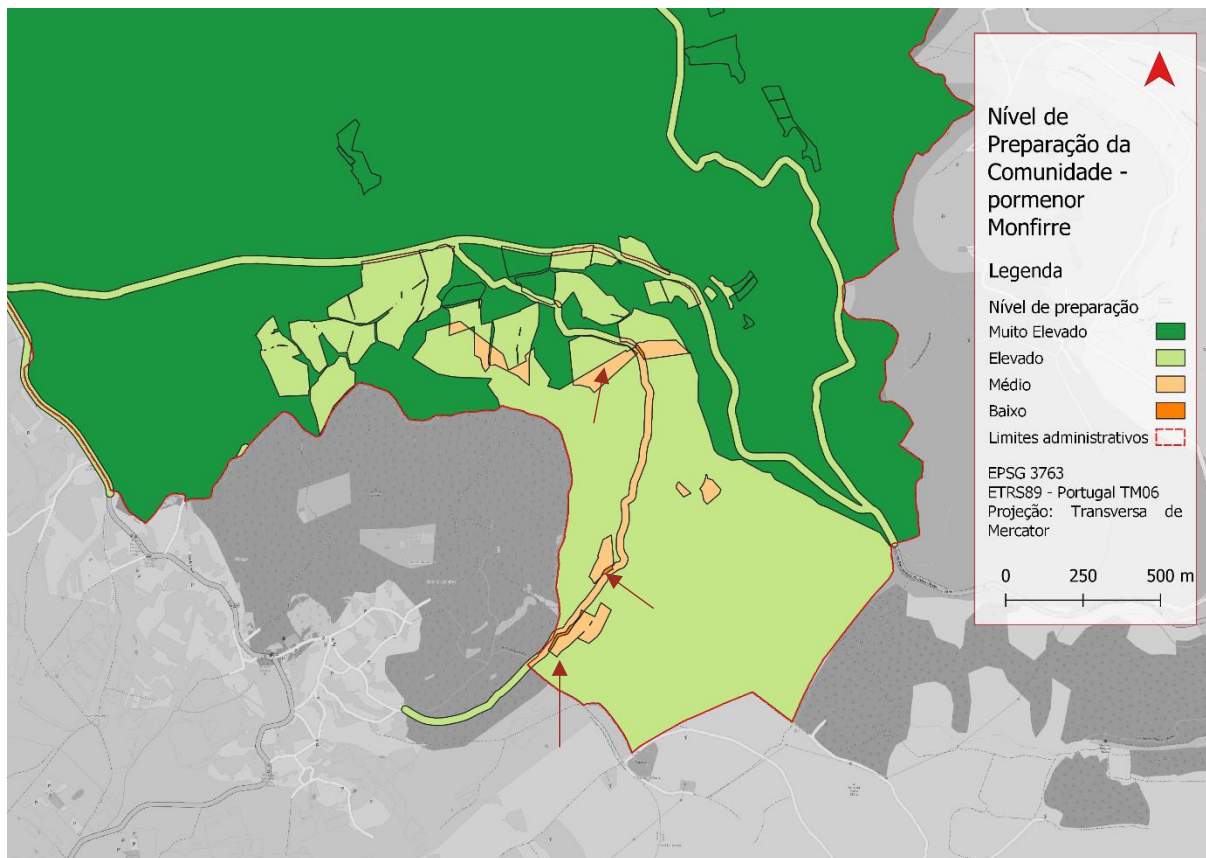


Figura 18 - Pormenor da cartografia do nível de preparação da comunidade, na zona limítrofe sudeste do concelho de Mafra, lugar de Azenha. União de Freguesias de Venda do Pinheiro e Santo Estevão das Galés.

## OBRIGAÇÕES E OPORTUNIDADES

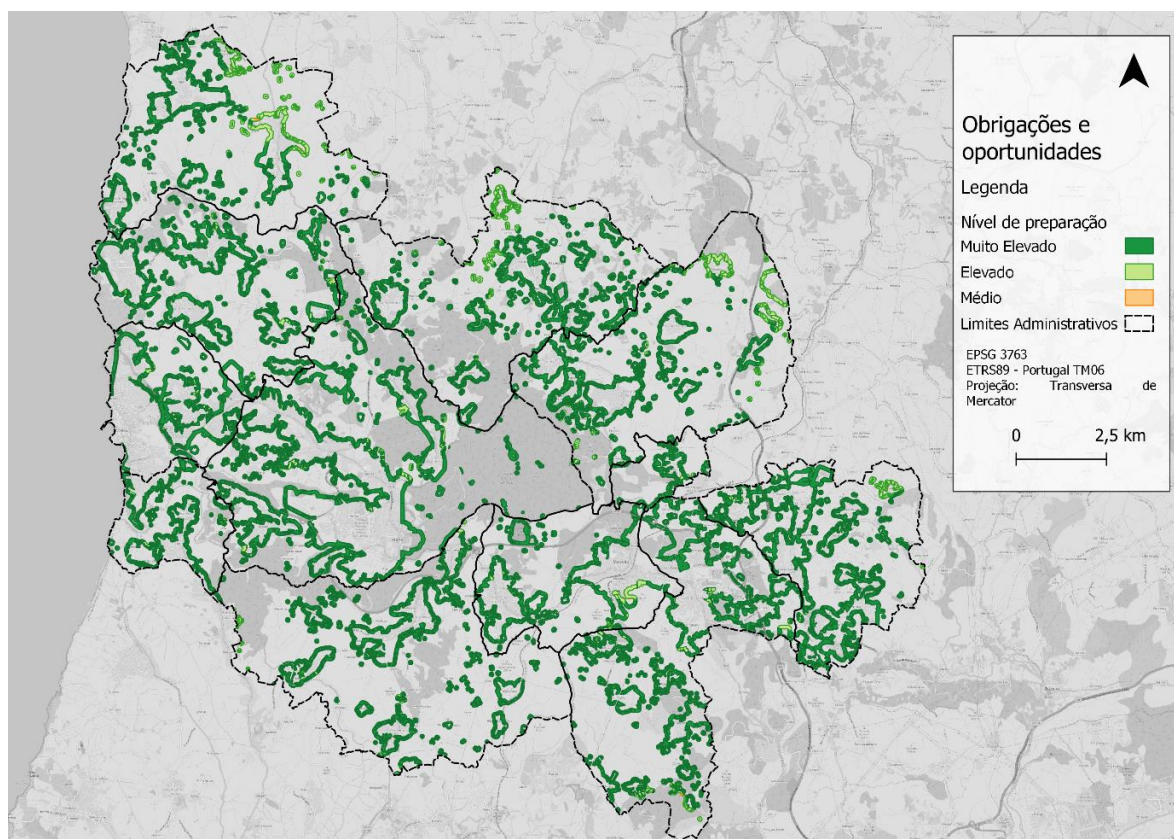


Figura 19 - Cartografia das obrigações e oportunidades para a gestão de combustível no concelho de Mafra

Tal como o nível de preparação da comunidade para o risco de incêndio, a cartografia das obrigações e oportunidades para a gestão de combustível demonstra quais os locais com mais e menos capacidade de resposta, mas neste caso, dentro das faixas de gestão de combustível (figura 7 e anexo 4).

Ao comparar com os dados anteriores, verificamos que após o cruzamento das camadas “nível de preparação da comunidade” com o cadastro, o nível de preparação baixo desaparece.

Ao analisar os dados, inferimos que a maioria das propriedades, 77% têm um nível de preparação muito elevado e que apenas 1% tem nível de preparação médio (tabela 9).

Nível de preparação	Nº de Parâmetros	Nº de propriedade	%
Muito elevado	0	10494	76,53151
Elevado	1	3065	22,35268
Médio	2	153	1,115811

Quadro 9 - Análise do nível de preparação das propriedades inseridas dentro das faixas de gestão, em Mafra.

## RISCO DE INCÊNDIO

O risco de incêndio resulta do cruzamento do dano potencial com a perigosidade (figura 8 e anexo 5) definindo quais as áreas que tendo maior probabilidade de incêndio rural, trazem maiores danos para a população.

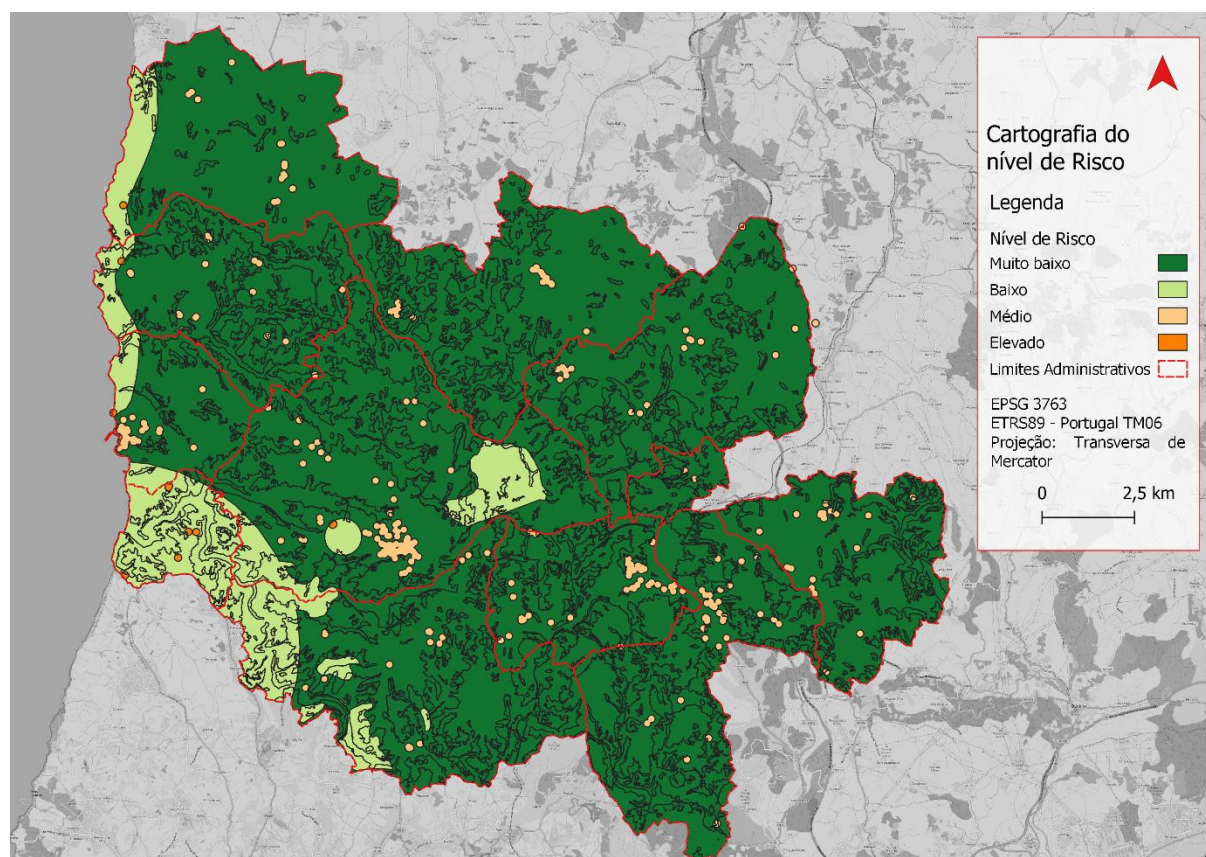


Figura 20 -Cartografia do nível de risco, no concelho de Mafra

Ao analisar os dados obtidos verificamos que a classificação mais representativa é o nível “*Muito Baixo*”, com 87,81% da área do concelho, seguido pelo nível “*Baixo*” com 9,9% (tabela 10). Relativamente ao nível “*Elevado*”, podemos verificar que se refere a locais pontuais e que se situam principalmente no Oeste e Sudoeste do concelho.

Nível de Risco	Nº de Parâmetros	Área (ha)	% da área do concelho
Muito baixo	0	25553,10265	87,81134931
Baixo	1	2901,357926	9,97030215
Médio	2	670,4078261	2,303806963
Elevado	3	30,09682964	0,103425531

Quadro 10 - Análise do nível de risco no concelho de Mafra.

## ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A GESTÃO DE COMBUSTÍVEL

As áreas prioritárias para a gestão de combustível, como enunciado anteriormente, resulta da combinação de todas as camadas e pretende demonstrar quais os locais cuja intervenção e fiscalização deve ser privilegiado, de forma hierárquica (figura 9 e anexo 6).

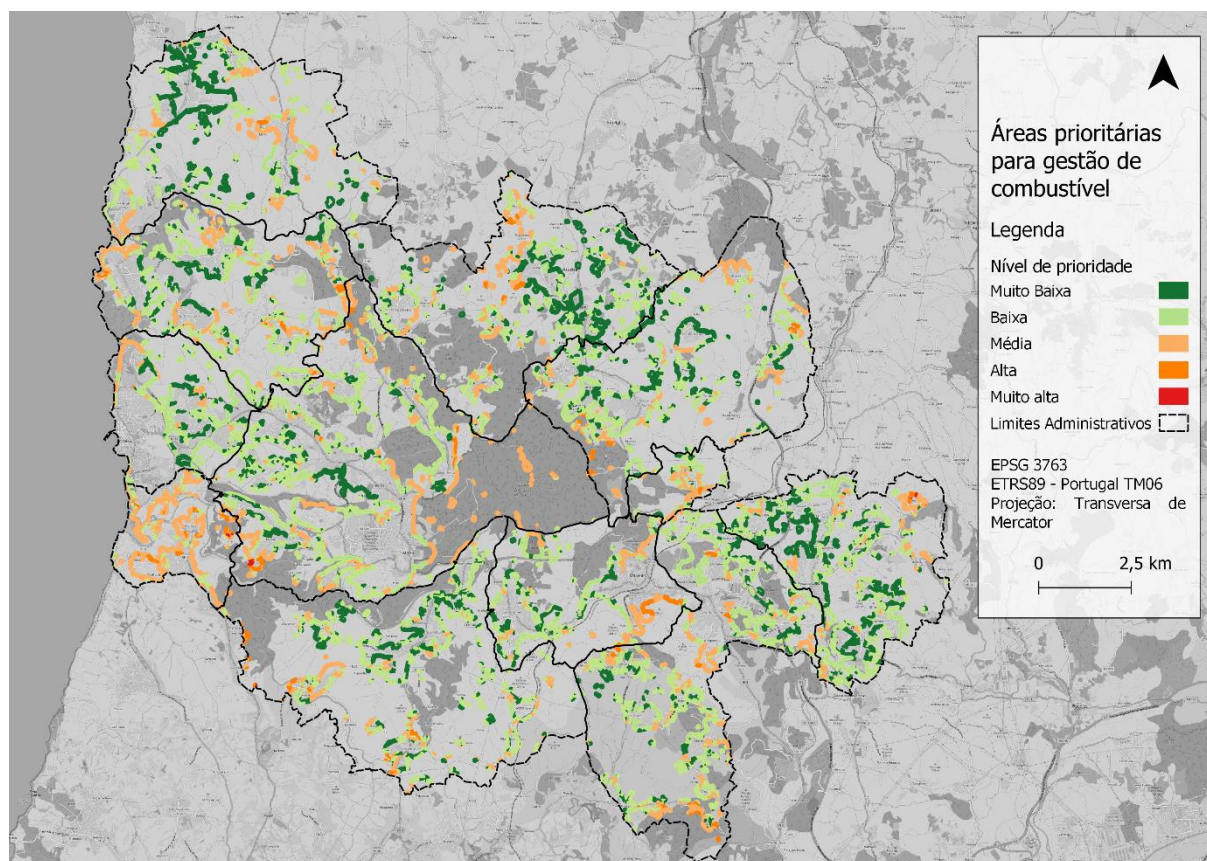


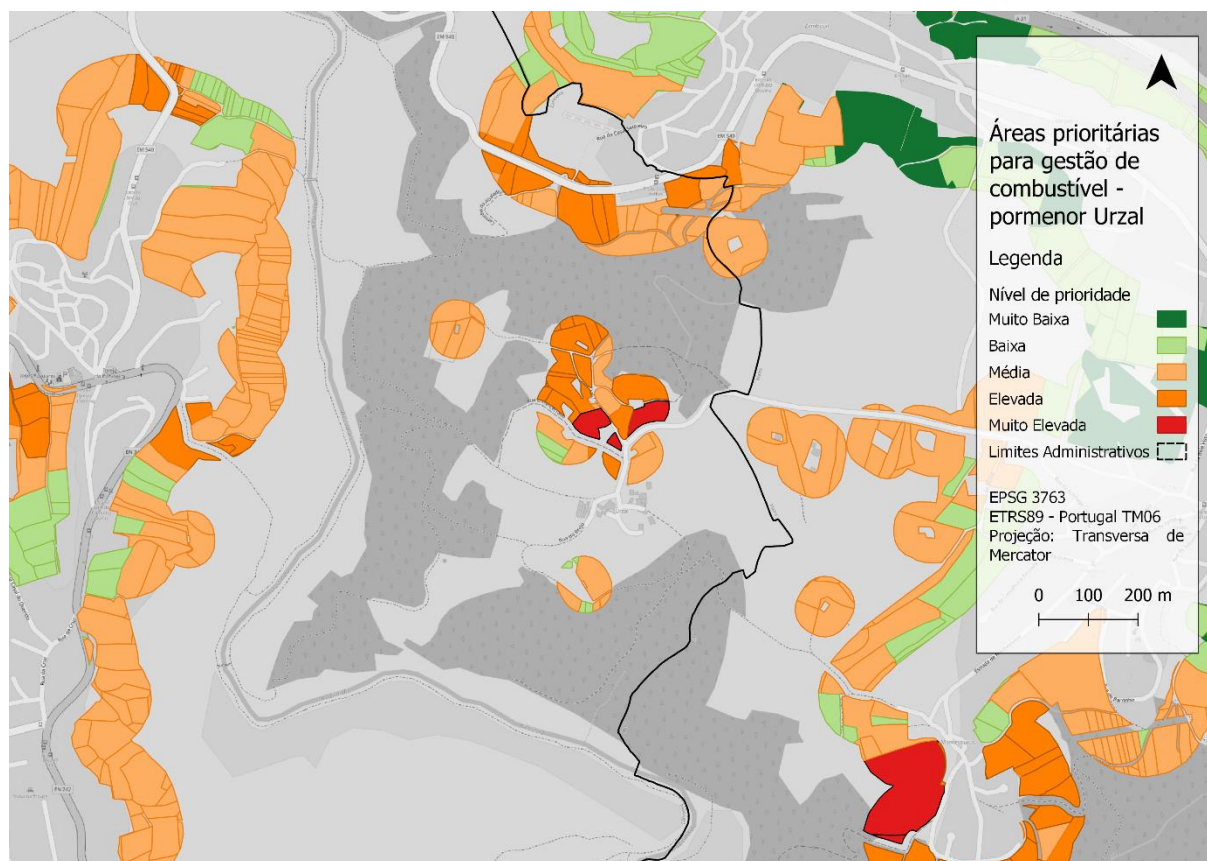
Figura 21 - Cartografia das áreas prioritárias para gestão de combustível, no concelho de Mafra. Resultado do SAD.

Analisando os 13722 terrenos dentro das faixas, aferimos que apenas 1,66% dos terrenos apresenta prioridade “Alta” ou “Muito Alta”, num total de 238 terrenos, correspondendo a 113,25 ha (tabela 11).

Nível de prioridade	Número de parâmetros	Número de terrenos	%	Área (ha)
Muito Baixa	0	4466	32,5%	1276,06
Baixa	1	6736	49,0%	2774,20
Média	2	2282	16,6%	1172,32
Elevada	3	229	1,6%	108,90
Muito elevada	4	9	0,06%	4,34
	<b>Total</b>	<b>13722</b>	<b>100%</b>	<b>5335,82</b>

**Quadro 11 - Análise do nível de prioridade no concelho de Mafra.**

Estes nove terrenos encontram-se divididos da seguinte forma; dois na freguesia da Carvoeira (figura 10), dois na freguesia de Mafra (figura 11), três na freguesia do Milharado (figura 12) e dois na freguesia de Cheleiros e Igreja-Nova (figura 13), sendo todos eles contíguos dentro de cada freguesia. Verificamos que os resultados se encontram espalhados de forma heterogénea pelo território.



**Figura 22 - Pormenor da cartografia das áreas prioritárias; Urzal, freguesia da Carvoeira.**

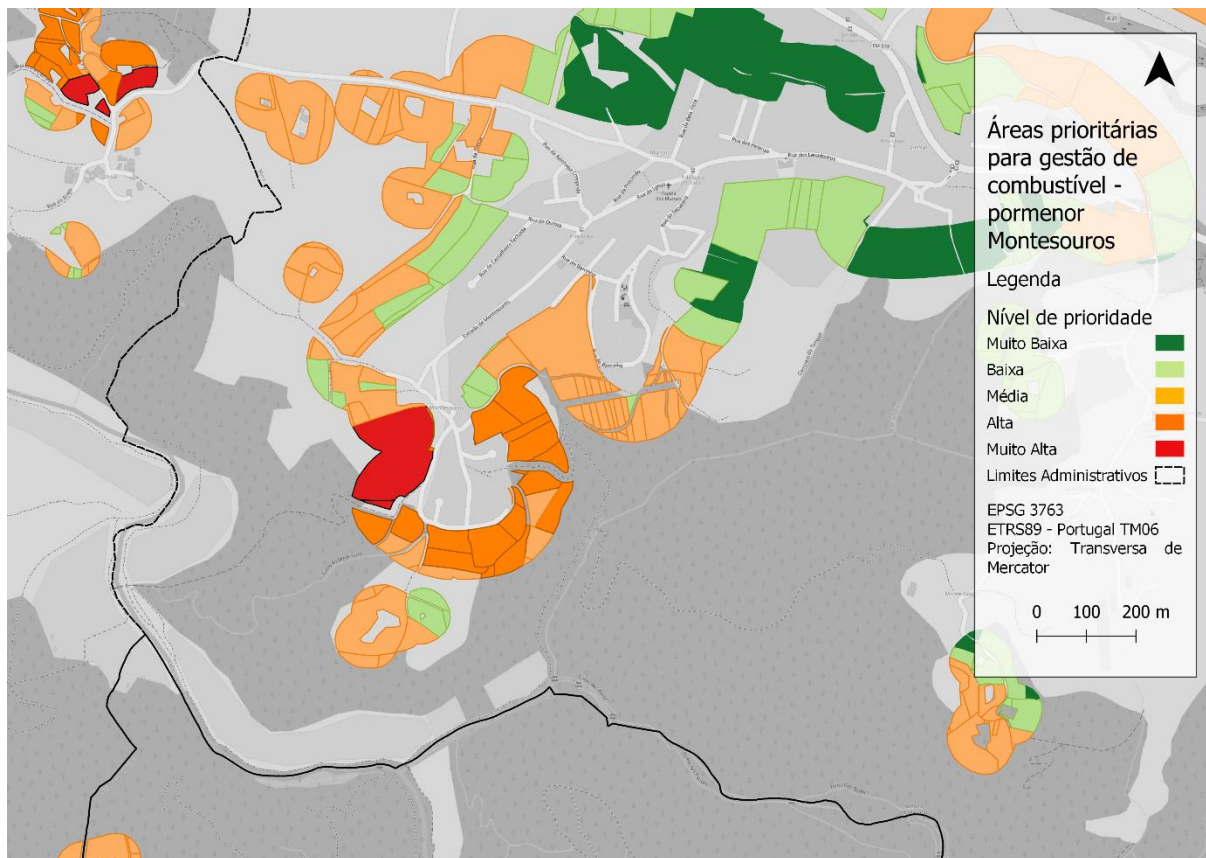


Figura 23 - Pormenor das áreas prioritárias; Montesouros, freguesia de Mafra

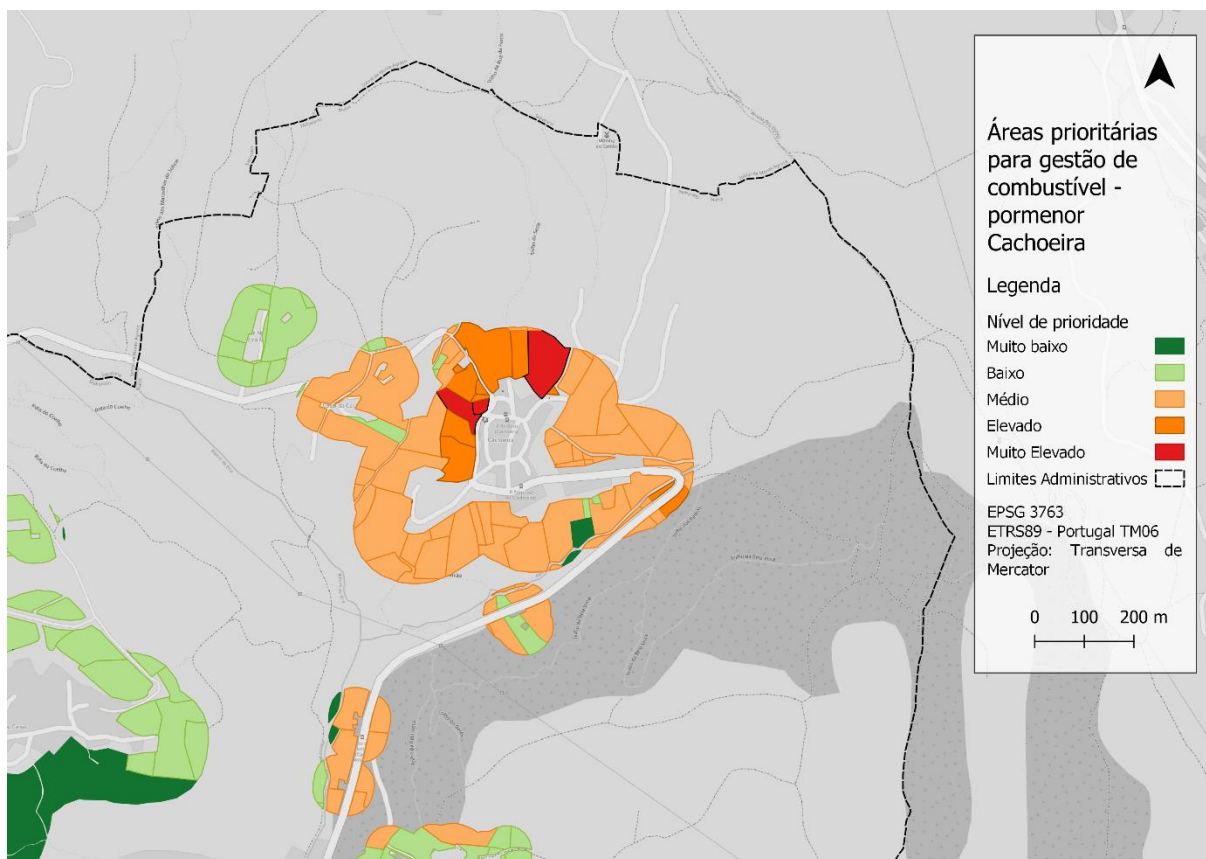


Figura 24 - Pormenor das áreas prioritárias; Cachoeira, freguesia do Milharado.

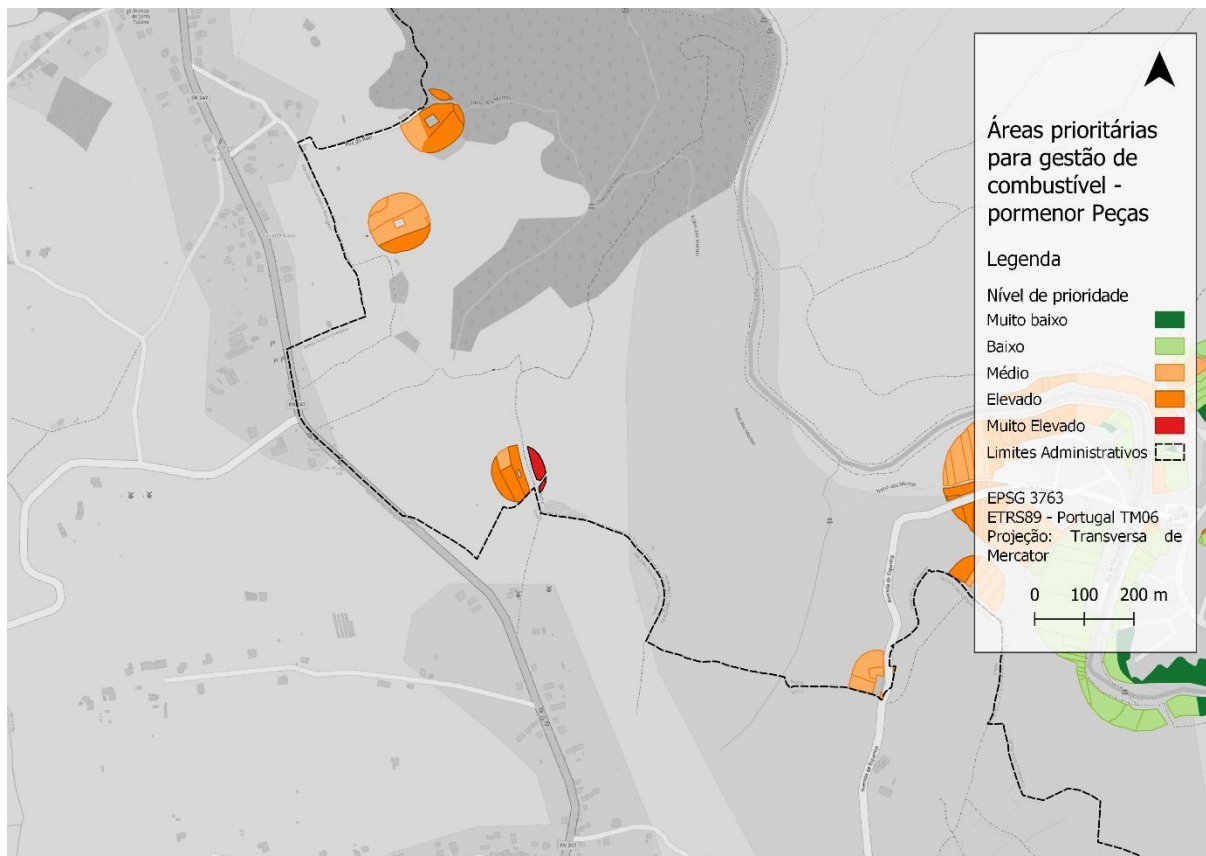


Figura 25 - Pormenor das áreas prioritárias; Peças, união de freguesias de Cheleiros e Igreja-Nova.

Como último resultado, foi possível obter uma base de dados que permite a consulta cadastral dos terrenos a notificar e a fiscalizar (figura 14). A referida tabela contém os seguintes campos úteis à equipa operacional de fiscalização; IDCADASTRO, ClassAreas e AREA.

resultado — Features Total: 13722, Filtered: 13722, Selected: 1			
IDCADASTRO	ClassAreas	AREA	LIMITE_100
100-A-AZUEIRA	1	2751,988561816...	superior
100-A-CARVOEIRA,100-A-CARVOEIRA	2	1138,152916469...	superior
100-A-GRADIL,100-A-GRADIL	1	2157,282427159...	superior
100-A-MAFRA,100-A-MAFRA,100-A-MAFRA	1	250,0666870614...	superior
100-A-MILHARADO,100-A-MILHARADO	1	606,9377433996...	superior
100-A-SANTO ESTEVBO DAS GALOS,100-A-SANTO ESTEVBO DAS GALOS,100-A-SANTO ESTEVBO DAS GALOS,100-A-SANTO EST...	1	7258,788343913...	superior
100-A-SANTO ISIDORO,100-A-SANTO ISIDORO	1	2299,368788935...	superior
100-A-VILA FRANCA DO ROSGRIO,100-A-VILA FRANCA DO ROSGRIO	1	1958,714986402...	superior
100-B-ENXARA DO BISPO	1	1077,627827938...	superior
100-B-ERICEIRA,100-B-ERICEIRA,100-B-ERICEIRA,100-B-ERICEIRA	1	7502,431191083...	superior
100-B-GRADIL,100-B-GRADIL	1	1872,249494399...	superior
100-B-IGREJA NOVA	0	2032,571232168...	superior
100-B-MALVEIRA,100-B-MALVEIRA	1	6423,229502602...	superior
100-B-MILHARADO,100-B-MILHARADO,100-B-MILHARADO,100-B-MILHARADO	2	5715,056182810...	superior
100-B-SANTO ESTEVBO DAS GALOS,100-B-SANTO ESTEVBO DAS GALOS	1	515,822220886...	superior

Figura 26 - Excerto da tabela obtida no software QGIS após o processamento de dados mencionado. Resultado secundário do SAD.

Como exemplo, apresentam-se na figura 15 os dados relativos às 9 propriedades com prioridade muito elevada.

	IDCADASTRO	ClassAreas ▼	AREA	LIMITE_100
1	98-U-MILHARADO,98-U-MILH...	4	816,722216886...	superior
2	355-B-CARVOEIRA,355-B-CAR...	4	3088,95334378...	superior
3	65-G-MAFRA,65-G-MAFRA,65...	4	22783,6174765...	superior
4	114-U-MILHARADO,114-U-MI...	4	8129,18771471...	superior
5	99-U-MILHARADO,99-U-MILH...	4	3106,88631574...	superior
6	70-G-MAFRA,70-G-MAFRA,70...	4	628,816777951...	superior
7	88-C-CHELEIROS,88-C-CHELEI...	4	1273,35655284...	superior
8	87-C-CHELEIROS,87-C-CHELEI...	4	189,967190182...	superior
9	353-B-CARVOEIRA,353-B-CAR...	4	3386,91218334...	superior

Figura 27 - Excerto dos dados do software QGIS; dados descritivos das propriedades com prioridade muito elevada.

---

## VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

De forma a validar os resultados obtidos, foram contactados os agentes de autoridade locais; chefe de divisão do Serviço Municipal de Proteção Civil, Engenheiro Carlos Trindade, o Engenheiro Miguel Amaral e o Comandante Municipal de Mafra, Comandante João Pereira, com vista à realização de um questionário. O questionário foi constituído pelas seguintes perguntas:

- Com base na sua experiência, os resultados obtidos correspondem à realidade do concelho? Estão adequados?
- Considera relevantes os parâmetros utilizados? Que outro parâmetro sugere?
- Considera a ferramenta apresentada relevante? Considera que tem aplicação prática?
- Sugestões de melhoria?

A resposta à primeira questão foi positiva, os resultados obtidos correspondem em parte à realidade do concelho, existindo pontos/áreas que não se encontram ajustados à sua realidade.

Quanto à segunda questão, a resposta dada pelos três é que sim, os parâmetros utilizados são relevantes, tendo sido sugerido a inclusão ainda do tipo de cobertura vegetal e o estado de operacionalidade da rede viária. Foi ainda sugerido, numa fase futura, incluir parâmetros associados ao valor monetário intrínseco às estruturas/imóveis bem como o valor associado à recuperação destes.

Sobre a terceira questão, a resposta foi unânime. A ferramenta foi considerada relevante por ser polivalente, flexível, necessitar de pouca informação de entrada e essa informação se encontrar disponível, tem grande

aplicação prática. Foi ainda mencionado que poderá inclusive ser utilizada em sede da Comissão Municipal da Defesa da Floresta Contra Incêndios (CMDFCI) nas diferentes tomadas de decisão que possam surgir.

Relativamente à última questão, a criação de uma aplicação que traduza os resultados para uma base de dados consultável e criação automática de mapas e simplificando a captação de dados, de forma que o utilizador operacional possa operar e concretizar o seu trabalho. Foi sugerido ainda o cruzamento deste SAD com novas tecnologias, nomeadamente vãos de drone de forma a poder atualizar os dados relativos à limpeza de vegetação dos locais.

---

## DISCUSSÃO

Os resultados anteriores demonstram de forma clara que metade da área das faixas de gestão de combustível do concelho de Mafra se encontra no nível de prioridade baixo (1 parâmetro), e só 230 terrenos é que apresentam prioridade elevada e muito elevada (contabilizando 3 e 4 parâmetros, respetivamente).

Ao analisar os dados intermédios, os resultados são diferentes, já que no caso da preparação da comunidade, a maioria do concelho não tem parâmetros associados. O resultado é similar no caso do dano potencial e do risco, a maioria do concelho apresenta áreas sem parâmetro associado.

Apesar de apresentar resultados que podem não estar ajustados à experiência dos atores locais, de acordo com o processamento, encontra-se correto. A Cachoeira é um desses exemplos, zona que apesar de apresentar baixa perigosidade estrutural (ocupação do solo, biomassa presente, etc.), é uma localidade que anualmente apresenta um grande número de ignições, fator com peso para o cálculo da perigosidade; que se encontra a mais de 20 minutos do quartel mais próximo; com um habitat protegido e cuja largura da estrada principal é inferior a 6 metros, o que resulta num somatório de 4 parâmetros.

De forma a melhorar e rentabilizar este sistema de apoio à decisão, o ideal seria converter o seu resultado numa base de dados com atualização automática, que permite a consulta da informação do cadastro de forma ainda mais facilitada. Uma das sugestões seria a atualização automática do parâmetro da limpeza de “0” para “1”, após os 4 anos sem introdução de dados relativos a intervenções no terreno por parte do proprietário. Para além disso, a identificação dos parâmetros associados a cada terreno classificado com “1”, facilitaria a perceção daqueles que estão a influenciar o valor final de cada terreno. Com estas alterações, a matriz tornar-se-ia ainda mais dinâmica, não estando dependente do processamento frequente do técnico, para fazer a sua atualização. Desta forma, e não sendo possível a atualização automática dos dados, propõe-se que este processamento de dados seja feito de forma anual, ou, em caso de não ser possível, sempre que haja a alteração de um dos parâmetros de forma que os resultados estejam atualizados.

Considerando o método utilizado, de aplicação direta e fácil, é ainda possível adicionar os parâmetros que cada município ou entidade considerem pertinentes sob a forma de camadas.

Relativamente a outros SADs desenvolvidos internacionalmente em âmbitos semelhantes, há a mencionar os 3 seguintes:

- *The Landscape Decision Support System* (2021) (<https://www.flarewildfire.com/software/decision-support-system/>) desenvolvido pela FLARE em Melbourne, é um SAD dirigido aos proprietários florestais e que

pretende propor mudanças nos tipos de gestão de forma a adequá-los ao regime de fogo local, utiliza um leque complexo e vasto de informação e índices.

- *Wildland Fire Decision Support System* (WFDSS) (2019) ([https://wfdss.usgs.gov/wfdss/WFDSS\\_About.shtml](https://wfdss.usgs.gov/wfdss/WFDSS_About.shtml)), criado pelo *National Wildland Coordinating Group* (NWCG), que em 2005 veio substituir o *Wildland Fire Situation Analysis* (WFSA), que pretende facilitar a toma de decisão utilizando modelação do comportamento do fogo e informação geoespacial.
- *Intelligent Management for Wildfires* (IMFIRE) (2019) (<https://adai.pt/imfire/project/>), desenvolvido pela Associação de Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI) cujo objetivo é facilitar a tomada de decisão no que toca a prevenção, planeamento e combate, ajustado a cada local e de forma diária. No módulo de prevenção é utilizado essencialmente valores do *Fire-Weather Index* (FWI) e histórico de área ardida e de ocorrências para cada local.

Comparando estes softwares com o que é apresentado nesta dissertação, e que já foi testado no projeto RECIPE, as diferenças e mais valias são, este utilizar informação sócio ecológica intrínseca a cada município, ser direcionado principalmente para a fiscalização e utilizar um leque de informação simples e disponível para uso de cada município. No entanto, há alguns desafios a apontar ocorridos durante o processamento dos dados e desenho deste SAD: Inicialmente alguns dos dados apresentados eram processados e analisados manualmente. Esta era uma das situações que poderia dificultar a implementação do SAD junto dos utilizadores futuros, por se basear em análise subjetiva. Esta dificuldade foi ultrapassada em conjunto com a equipa do Instituto Superior de Agronomia (ISA), através do desenvolvimento do modelo de processamento de dados apresentado neste documento, que colmata as falhas anteriormente sentidas e que veio a ser publicado no *Deliverable 2.6* do projeto RECIPE e também aplicado na presente tese.

Tendo em conta o paradigma que se tem vivido atualmente no setor florestal e a crescente necessidade de otimizar os recursos disponíveis, relacionados com a intervenção e fiscalização de faixas de gestão de combustível, esta ferramenta é inovadora, e ao ser explorada e desenvolvida nesta dissertação ajuda a responder a algumas das necessidades sentidas. O objetivo de priorizar e otimizar as intervenções nos terrenos, foi atingido e validado pelas autoridades locais. Desta forma, é possível intervir no terreno de forma gradual, prática e orientada. Relativamente ao sistema utilizado, seguindo os passos apresentados, é com rapidez que se obtêm os resultados. O modo como o método está construído, permite adicionar parâmetros sob a forma de camadas, o que faz com que este seja um método flexível e adaptável às necessidades de cada concelho. As novas camadas podem ser adicionadas quer no dano potencial, quer no nível de preparação da comunidade

Apesar deste trabalho se focar apenas nas áreas a priorizar dentro das faixas, seria interessante utilizar o mesmo método, retirando a camada das faixas de gestão de combustível, de forma a obter as áreas a priorizar dentro do concelho, e mantendo a informação do cadastro disponível. Desta forma, obter-se-á cartografia, que em caso de combate e supressão, dará informações relevantes no que concerne a proteção de equipamentos, habitações e evacuações de pessoas. Ao incluir este conjunto de dados, a ferramenta torna-se polivalente, podendo ser utilizada na estratégia de combate sem necessitar de refazer ou alterar o processo.

Analisando o modo como os dados são apresentados, é possível aferir de forma rápida e sucinta quais as propriedades dentro do concelho que necessitam de ser intervencionadas ou fiscalizadas de forma prioritária, de forma a garantir a proteção das pessoas. Como é observado, os resultados são claros e diretos, o que permite uma maior facilidade na sua compreensão. Esta clareza ajuda não só os técnicos e agentes de autoridade, que necessitarão de menos informação de background/experiência para os compreender, mas facilita também a transmissão da informação para a população, de forma a aumentar a sua consciencialização. O modo como os dados surgem, possibilita explicitar aos cidadãos quais as vulnerabilidades particulares da sua propriedade e qual a influência direta que a limpeza do seu terreno terá na proteção da sua comunidade. Apesar desta facilidade de disseminação da informação, continua a ser necessária a análise técnica.

De futuro, pretende-se desenvolver código para ser aplicado na consola de *Python* presente no *software* QGIS, de forma a automatizar o processamento de dados. Este passo tornará a ferramenta ainda mais acessível, visto que a partilha e execução de código implica a introdução de menos erros sistemáticos ou aleatórios que surgem da utilização do SAD por diferentes utilizadores.

Pretende-se ainda aplicar a ferramenta aos conjuntos de dados de outros municípios, de forma a poder validar a sua flexibilidade e adaptabilidade, bem como comparar os resultados obtidos com a experiência das autoridades locais, da mesma forma que foi feito com o concelho de Mafra.

- Administração Interna. (2020). Operação Floresta Segura 2020.  
<https://app.parlamento.pt/webutils/docs/doc.pdf?path=6148523063446f764c324679626d56304c334e706447567a4c31684a566b786c5a793944543030764d554e425130524d52793942636e463161585a765132397461584e7a59573876556d56735958544473334a7062334d764d693743716955794d464e6c633350446f32386c4d6a424d5a5764706332786864476c32595339506347567959634f6e77364e764a544977526d7876636d567a6447456c4d6a42545a576431636d456c4d6a41794d4449774c6e426b5a673d3d&fich=Opera%C3%A7%C3%A3o+Floresta+Segura+2020.pdf&Inline=true>
- Administração Interna e Agricultura Florestas e Desenvolvimento Rural. (2018, February 22). Despacho 1913/2018, de 22 de Fevereiro. Diário Da República n.o 38/2018, Série II de 2018-02-22.
- Despacho n.o 2616/2020, de 26 de fevereiro, 35 (2020) (testimony of Administração Interna e Ambiente e Ação Climática). <https://files.dre.pt/2s/2020/02/040000000/0003500056.pdf>
- AFN, A. F. N. (2012). Guia Técnico para a elaboração do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI). 1–118. [http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/Guia-Tecnico-PMDFCI-AFN-Abril2012-v1.pdf/at\\_download/file](http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/Guia-Tecnico-PMDFCI-AFN-Abril2012-v1.pdf/at_download/file)
- AGIF. (2021a). PLANO NACIONAL DE GESTÃO INTEGRADA DE FOGOS RURAIS 20-30.  
<https://www.agif.pt/pt/plano-nacional-de-gestao-integrada-de-fogos-rurais-20-30>
- AGIF. (2021b). SÍNTESE DE RESULTADOS 2018-2020. <https://www.agif.pt/pt/portugal-chama-por-si-por-todos>
- AGIF. (2022). Relatório anual de atividades do Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais (SGIFR) 2021.  
[https://www.agif.pt/app/uploads/2022/06/Relatório\\_Atividades\\_SGIFR2021-1.pdf](https://www.agif.pt/app/uploads/2022/06/Relatório_Atividades_SGIFR2021-1.pdf)
- Associação para o Desenvolvimento Aeroespacial Industrial (ADAI). (2019). IMFIRE.  
<https://adai.pt/imfire/project/>
- Comissão Técnica Independente. (2018). Relatório - Avaliação dos incêndios ocorridos entre 14 e 16 de outubro de 2017 em Portugal Continental.
- CTI, C. T. I. (2017). Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrógão Grande, Castanheira de Pera, Ansião, Avaiázere, Figueiró dos Vinhos, Arganil, Góis, Penela, Pampilhosa da Serra, Oleiros e Sertã, entre 17 e 24 de junho de 2017.  
[https://www.parlamento.pt/Documents/2017/Outubro/RelatórioCTI\\_VF.pdf](https://www.parlamento.pt/Documents/2017/Outubro/RelatórioCTI_VF.pdf)
- European Commission. (2004). Forest Fires in Europe 2003 (Issue 4).
- Fernandes, P. (2007). Entender porque arde tanto a floresta em Portugal. *Árvores e Florestas de Portugal*, May 2007, 69–91.  
[https://www.researchgate.net/publication/258505602\\_Entender\\_porque\\_arde\\_tanto\\_a\\_floresta\\_em\\_Portugal](https://www.researchgate.net/publication/258505602_Entender_porque_arde_tanto_a_floresta_em_Portugal)
- FireSmart Canada. (2022). Protect Your Home. <https://firesmartcanada.ca/homeowners/protect-your-home/>
- FireWise USA. (n.d.). How To Prepare Your Home For Wildfires. In 2022. <https://www.nfpa.org/Public-Education/Fire-causes-and-risks/Wildfire/Preparing-homes-for-wildfire>
- FLARE Wildfire Research. (2021). The Landscape Decision Support System (DSS).  
<https://www.flarewildfire.com/software/decision-support-system/>

- FUME project. (2014). Forest fires under climate, social and economic changes in Europe, the Mediterranean and other fire-affected areas of the world – Lessons learned and outlook. [https://www.dropbox.com/s/i87r6bukcugrnkn/FUME\\_Lessons%20Learned%20and%20Outlook.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/i87r6bukcugrnkn/FUME_Lessons%20Learned%20and%20Outlook.pdf?dl=0)
- Gabinete Técnico Florestal de Mafra (2021), Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios. [https://fogos.icnf.pt/pmdfci/11\\_Lisboa/1109/3G/](https://fogos.icnf.pt/pmdfci/11_Lisboa/1109/3G/)
- Gleason, P. (1991). Lookouts, Communication, Escape Routes and Safety Zones &quot;LCES&quot; Wildland Fire Leadership Development. [https://www.fireleadership.gov/toolbox/documents/lces\\_gleason.html](https://www.fireleadership.gov/toolbox/documents/lces_gleason.html)
- Guth, J., Wursthorn, S., Braun, A. C., & Keller, S. (2019). Development of a generic concept to analyze the accessibility of emergency facilities in critical road infrastructure for disaster scenarios: exemplary application for the 2017 wildfires in Chile and Portugal. *Natural Hazards*, 97(3), 979–999. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03672-7>
- ICNF, I. da C. da N. e das F. (2022). 8.o relatório provisório de incêndios rurais – 2022 – 1. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/4e8a66514175d0f7>
- ICNF, I. da C. da N. e das F. (2012). Relatório Anual de Áreas Ardidadas e Incêndios Florestais em Portugal – 2012 – 1. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/6d368619a56aec8d>
- IMT, I. da M. e dos T. I. P. (2019). Documento normativo para aplicação a arruamentos urbanos. Fascículo I: Fundamentos sobre utentes e rede rodoviária. [https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/Documents/ANO 2019/PENSE-2020/F\\_I\\_12-03-2021\\_assinado.pdf](https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/Documents/ANO%202019/PENSE-2020/F_I_12-03-2021_assinado.pdf)
- Instituto Nacional de Estatística. (2022, June 14). Densidade populacional (N.o/ km2) por Local de residência (NUTS - 2013); Anual - Mafra. [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_unid\\_territorial&menuBOUI=13707095&contexto=ut&selTab=tab3](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_unid_territorial&menuBOUI=13707095&contexto=ut&selTab=tab3)
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (n.d.). Normais Climatológicas. Retrieved August 8, 2021, from <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>
- Lopes, L. M. da S. A. e. (2019). Os Incêndios Florestais Na Interface Urbano-Florestal. Caracterização Em 2017 E Medidas De Autoproteção Nos Aglomerados. O Exemplo De Vieira De Leiria. Os Incêndios Florestais Na Interface Urbano-Florestal. Caracterização Em 2017 E Medidas De Autoproteção Nos Aglomerados. O Exemplo De Vieira De Leiria.
- Markowski, A. S., & Mannan, M. S. (2008). Fuzzy risk matrix. *Journal of Hazardous Materials*, 159(1), 152–157. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.03.055>
- Decreto-lei 124/2006 de 28 de Junho, 123 Diário Da República - I Série-A 4586 (2006). <https://dre.pt/pesquisa/-/search/358491/details/maximized>
- National Wildland Coordinating Group (NWCWG). (2019). Wildland Fire Decision Support System (WFDSS). [https://wfdss.usgs.gov/wfdss/WFDSS\\_About.shtml](https://wfdss.usgs.gov/wfdss/WFDSS_About.shtml)
- Observatório Técnico Independente. (2019). ESTUDO TÉCNICO - A valorização da primeira intervenção no combate a incêndios rurais. Estudo Técnico OTI, 38.
- Pastor, E., Munoz-Navarro, J. A., Caballero, D., & Àgueda, A. (2019). Wildland-Urban Interface fires in Spain: summary of the policy framework and recommendations for improvement. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/172446/WUI%20Spain%20DRAC.pdf>
- Plana, E., Serra, M., Canaletta, G., Vendrell, J., Pagès, D., Gasulla, N., Sequeira, A. C., Skulska, Y., Acácio, V., Ferreira, M., & Colaço, M. C. (2021). Support tool and guidelines for integrated risk assessment and planning for landscapes and wild-land urban interface. <http://recipe.ctfc.cat/>

- Pereira, J., Alexandre, P., & Campagnolo, M., & Bar-Massada, A., & Radeloff, V., & Silva, P. (2018). Defining and Mapping the Wildland-Urban Interface in Portugal.
- Resolução Conselho Ministros n.o157-A/2017, 5818 (2017) (testimony of Presidência do Conselho de Ministros).
- Resolução do Conselho de Ministros no20/2018, 1132 (2018) (testimony of Presidência do Conselho de Ministros).
- Decreto-Lei n.o 82/2021 de 13 de outubro de 2021 Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais, Diário da República - I Série-B 5 (2021). [https://dre.pt/web/guest/home/-/dre/172745163/details/maximized?p\\_p\\_auth=dqvZeK2T](https://dre.pt/web/guest/home/-/dre/172745163/details/maximized?p_p_auth=dqvZeK2T)
- Rego, F. C., & Colaço, M. D. C. A. (2012). Wildfire risk analysis. Encyclopedia of Environmetrics. <https://doi.org/10.1002/9780470057339.vnn023>
- Ribeiro, L. M. da S. (2016). Os Incêndios Na Interface Urbano-Florestal Em Portugal: Uma Análise De Diagnóstico. Universidade De Coimbra.
- Rigolot, E., Castelli, L., Cohen, M., Costa, M., Duché Y., (2004) *Recommendations for fuel-break design and fuel management at the wildland urban interface: an empirical approach in South Eastern France*. Institute of Mediterranean forest ecosystems and forest products warm international workshop, Athènes, 2004, pp 131–142, <http://www.fria.gr/WARM/chapters/warmCh16Rigolot.pdf>
- Sequeira, A. C., Colaço, M. C., & Acácio, V. (2021). *Decision support system for effective fuel management: application to Cascais Case Study (Portugal)* (Issue 826400).
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2021). *Vulnerability (definition)*. <https://www.undrr.org/terminology/vulnerability>

