



# RECIPE

REINFORCING CIVIL PROTECTION  
CAPABILITIES INTO MULTI-HAZARD  
RISK ASSESSMENT UNDER  
CLIMATE CHANGE

---

Ferramenta de apoio e diretrizes para  
avaliação do risco de incêndio e  
planeamento das zonas de interface  
urbanoflorestal

PRIORIZAÇÃO DA GESTÃO DE  
COMBUSTÍVEIS NA WUI EM PORTUGAL

Exemplo para o Município de Mafra

**GUIA METODOLÓGICO**

---

NOVEMBRO 2021



Funded by  
European Union  
Humanitarian Aid  
and Civil Protection

**Project name:** Reinforcing civil protection capabilities into multi-hazard risk assessment under climate change (RECIPE)

**Financed by:** DG ECHO 2019 Call for projects on prevention and preparedness in civil protection and marine pollution

**Website:** <http://recipe.ctfc.cat/> **Twitter:** @NATHaz\_recipe

**Partnership:** Forest Science and Technology Centre of Catalonia - CTFC (Coord.), Pau Costa Foundation - PCF, Civil Protection General Directorate of Catalonia - DGPC-CAT, Forest Research Institute Baden-Württemberg - FVA, CIMA Research Foundation - CIMA, Austrian Research Centre for Forest Natural Hazards and Landscape - BFW, Institute of Cartography and Geology of Catalonia - ICGC, Higher Institute of Agronomy- ISA

**Duration:** 2020-2021

**Contact:** recipe@ctfc.cat

**Document reference suggested:** Plana, E., Serra, M., Canaleta, 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. Deliverable 4.6. RECIPE Project (Reinforcing Civil Protection capabilities into multi-hazard risk assessment under climate change). 874402 - UCPM-2019-PP-AG. 51 pp.



## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>SISTEMA DE APOIO À DECISÃO EM GESTÃO DE INCÊNDIOS</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>MÓDULO RECIPE SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA PRIORIZAR A GESTÃO DE COMBUSTÍVEL NA INTERFACE URBANO FLORESTAL EM PORTUGAL</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>MÓDULO RECIPE SAD PARA PRIORIZAR A GESTÃO DE COMBUSTÍVEL NA INTERFACE URBANO FLORESTAL EM PORTUGAL – EXEMPLO MUNICIPIO DE MAFRA</b>	<b>8</b>
	<b>3.1.MUNICIPIO DE MAFRA</b>	<b>8</b>
	<b>3.2.MATERIAL NECESSÁRIO</b>	<b>10</b>
	<b>3.3.PREPARAÇÃO DO MATERIAL E CLASSIFICAÇÃO BINÁRIA</b>	<b>10</b>
	<b>3.4.MAPA DE OBRIGAÇÕES LEGAIS E OPORTUNIDADES DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEL</b>	<b>19</b>
	<b>3.5.RISCO DE INCÊNDIO</b>	<b>21</b>
	<b>3.6.ÁREAS CRITICAS PARA GESTÃO DE COMBUSTÍVEL E FISCALIZAÇÃO</b>	<b>22</b>
<b>4.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAL E PRÓXIMOS PASSOS</b>	<b>25</b>
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>26</b>

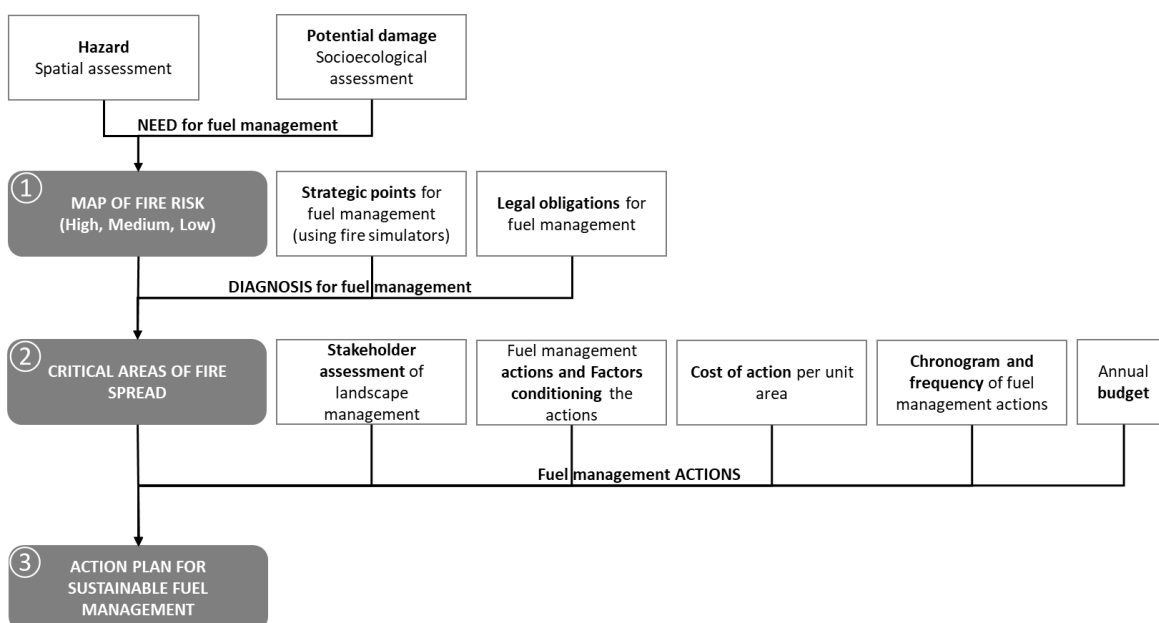
## 1. Sistema de Apoio à Decisão em Gestão de Incêndios

Num contexto de alterações climáticas no qual o contacto com a ocorrência de incêndios florestais é uma constante, cabe à sociedade reaprender a conviver com este risco. No entanto para este risco ser considerado aceitável com o menor impacto possível, é necessário existir uma abordagem integrada do risco, otimizando as sinergias entre as ações de prevenção, preparação, resposta e recuperação. Qualquer intervenção no território deve levar em consideração o ciclo de gestão do risco com vista à resiliência, tanto das comunidades como da própria paisagem e atividades económicas. Os sistemas de apoio à decisão (SAD) são sistemas de informação utilizados para uma melhor tomada de decisão, muito úteis num contexto de gestão de incêndios florestais.

Um SAD tanto pode ser uma ferramenta de tecnologia de informação (TI) robusta, como um fluxograma e um conjunto de diretrizes simples. Independentemente da sua estrutura, os SADs reúnem, integram e analisam dados de várias fontes e usando diferentes interfaces. Os SADs específicos para a tomada de decisão sobre a gestão de incêndios florestais foram revistos em detalhe por Xanthopoulos et al. (2002), Minas et al. (2012), Mavsar et al. (2013), Martell (2015), Pacheco et al. (2015) e Sakellariou et al. (2017). A partir dessas análises, entendeu-se que os SADs de incêndios florestais dependem fortemente de modelos de simulação do comportamento do fogo, que permitem a avaliação do risco de incêndio e o subsequente planeamento de tratamentos preventivos de combustível. Os simuladores de comportamento de fogo mais utilizados são Behave Plus (Andrews, 2014), Farsite (Finney, 1998) e Flammap (Finney, 2006), e os três são baseados no modelo de propagação de fogo da Rothermel (1972), adaptado por Albini (1976).

No entanto, o modelo conceitual de um SAD para gestão de combustível que foi recentemente desenhado dentro do projeto PREVAIL (DG ECHO 2018 Call 826400-PREVAIL-UCPM-2018-PP-AG), mostra uma perspetiva mais holística do que os SADs atrás referidos. O SAD PREVAIL considera o planeamento, a gestão e as visões das partes interessadas existentes na área de interesse, e combina-os com as necessidades da paisagem (Sequeira et al., 2021). O fluxograma apresentado na Figura 1 é o ponto de partida para o desenvolvimento do Módulo SAD RECIPE, cujo objetivo é priorizar as áreas a serem intervencionadas na interface urbano florestal em Portugal.

**Figura 1. Roteiro do Sistema de Apoio à Decisão socioecológico PREVAIL para uma gestão eficiente de combustível, adaptado de (Sequeira et al., 2021)**



## 2. Módulo RECIPE Sistema de Apoio à Decisão para priorizar a gestão de combustível na interface urbano florestal em Portugal

Em Portugal, cada município define o seu Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI), por um período de 10 anos, de acordo com o Guia Técnico do Instituto de Conservação da Natureza e Florestas (AFN-ICNF, 2012). Este guia técnico obedece a todos os requisitos estabelecidos no Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios (Decreto-lei n.º 124/2006, de 28 de Junho), plano regional de ordenamento florestal, e plano distrital de defesa da floresta contra incêndios (DFCI). Cada PMDFCI segue os 5 eixos estratégicos do Plano Nacional DFCI de 2006-2018 e é composta por 3 seções: Diagnóstico, Plano de Ação e Plano Operacional Municipal.

A seção do plano de ação inclui a determinação de faixas de gestão de combustível de acordo com a legislação (Tabela 1), que são de aplicação indiscriminada e nem sempre adequado a todas as áreas de interesse. O plano de ação também define áreas críticas para vigilância e fiscalização constante com base, por exemplo, em episódios anterior de incêndio criminoso e pontos de ignição históricos.

**Tabela 1. Descrição das faixas de gestão de combustível de acordo com a legislação portuguesa (obrigações legais de gestão de combustível)**

Descrição	Largura (m)
Construções em áreas rurais (edifícios, canteiros de obras, armazéns, outros edifícios de construção)	50
Áreas de interface urbano florestal (10 ou mais edifícios com espaçamento não superior a 50 metros)	100
Locais de acampamento e locais de piquenique	100
Rede de estradas florestais	10
Rede de transmissão de gás	10
Rede de transmissão de energia de muito alta tensão	10
Mosaicos de parcelas de gestão de combustível (terras agrícolas, águas interiores, afloramentos rochosos, campos de golfe, parques eólicos)	-
Pontos de água	30
Rede de transmissão de energia de alta tensão	10

Por um lado, a área resultante da aplicação da legislação portuguesa para a gestão de combustíveis é bastante elevada nas interfaces urbano florestais, devido ao elevado número de infraestruturas a considerar na sua conceção. Por outro lado, devido à aplicação indiscriminada da legislação de gestão de combustíveis, nem todas as áreas a serem tratadas têm a mesma prioridade de tratamento de combustíveis. Adicionalmente, existe um prazo legal, definido anualmente, para a conclusão da gestão dos combustíveis antes do início da época de incêndios. Isso significa, não só que o grande número de proprietários privados que possuem parcelas dentro das faixas de gestão de combustível provavelmente terá que ser lembrado do caráter obrigatório dos tratamentos, mas também que as autoridades devem inspecionar todas as parcelas e os respetivos tratamentos de combustível realizados.

Considerando o exposto, seria útil que os municípios desenvolvessem uma base de dados de parcelas a serem inspecionadas anualmente de acordo com as prioridades de gestão de combustível para prevenção

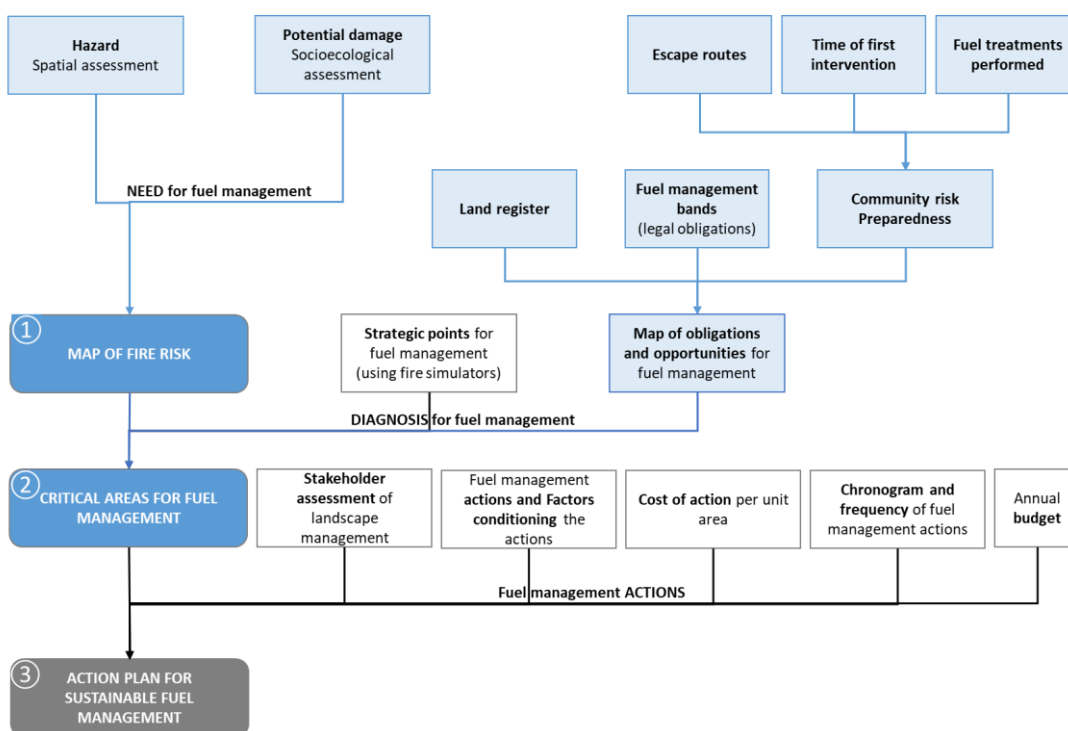
de incêndios. Essa base de dados de parcelas provavelmente ajudará a direcionar melhor a intervenção das autoridades no campo.

O Módulo RECIPE SAD está focado na definição de áreas críticas para a gestão de combustível, dentro das faixas de gestão de combustível, com base na prioridade da gestão de combustível para prevenção de incêndios florestais. O Módulo RECIPE SAD enfatiza as necessidades de proteção civil e as necessidades das comunidades locais, de um ponto de vista técnico. A base de dados resultante é um mapa e uma lista detalhada de parcelas classificadas por prioridade para a gestão de combustível. É útil para os proprietários conhecerem anualmente as prioridades de tratamento de combustível da sua parcela, assim como é útil para as autoridades planejarem as inspeções de acordo com as prioridades atribuídas para a gestão de combustível.

Em resumo, o Módulo RECIPE SAD permite uma intervenção da proteção civil faseada, garantindo a implementação adequada da legislação atual de gestão de combustível, otimizando as operações de proteção civil durante ocorrências de incêndios florestais e aumentando a eficácia das operações na fase de prevenção do ciclo de gestão de risco de desastres. Além disso, o Módulo RECIPE SAD visa aumentar a preparação das comunidades para o risco de incêndio, através de ações de educação sobre a vulnerabilidade das propriedades.

Do ponto de vista técnico, o Módulo RECIPE SAD pretende ser o mais simples possível, de forma a ser adotado por todos os municípios. Visa definir uma metodologia muito clara e fácil de replicar para a identificação de áreas prioritárias para tratamentos de gestão de combustível e respetiva fiscalização. O módulo RECIPE SAD está inserido (caixas azuis) no esquema do PREVAIL (Figura 1) conforme mostrado na Figura 2.

**Figura 2. RECIPE SAD Módulo para priorizar a gestão de combustível na interface urbano florestal (em azul), inserido no SAD PREVAIL para gestão de combustível.**



Será dada prioridade a (1) áreas que demonstram menor preparação da comunidade para o risco de incêndio (a preparação da comunidade para o risco considera a existência de rotas de fuga em caso de incêndio, o tempo necessário para uma brigada de incêndio chegar ao local e a localização dos tratamentos de gestão de combustível realizados recentemente e (2) áreas que apresentam maior risco de incêndio, considerando a perigosidade estrutural e o dano potencial.

Os materiais utilizados estão disponíveis em todos os municípios de Portugal, já que é obrigatória a produção do PMDFCI. O processo é baseado numa matriz binária simples, onde o valor 1 significa “é necessário priorizar” e o valor 0 “não é necessário priorizar”. Esta classificação binária deve ser aplicada a todas as caixas do módulo (shapefile raster ou formato poligonal), conforme a Tabela 2, e então combinadas conforme a Figura 2, usando somas e / ou operações de interseção.

**Tabela 2. Classificação binária geral.**

Objetivo	Tema	Valor = 1	Valor = 0	
Mapa de obrigações legais e oportunidades de gestão de combustível	Obrigações legais de gestão de combustível	Se classificação DFCl da faixa de gestão de combustível é de 1ª, 2ª ou 3ª ordem	Se classificação DFCl da faixa de gestão de combustível <u>não</u> é de 1ª, 2ª ou 3ª ordem	
	Tempo da primeira intervenção em caso de incêndio	Distância ≥ 20 minutos	Distância < 20 minutos	
	Preparação da comunidade para o risco de incêndio	Limpeza de terrenos efetuadas	Se nos últimos 4 anos <u>não foi efetuada</u> nenhuma limpeza de combustível	Se nos últimos 4 anos foi efetuada <u>pelo menos 1</u> limpeza de combustível
	Rotas de escape		Se se trata de um caminho sem saída, ou	Se se trata de <u>mais que 2</u> caminhos, ou
			Apenas 1 caminho de acesso, ou O caminho está em más condições	2 caminhos em <u>direções opostas</u>
Mapa de risco de incêndio	Perigosidade estrutural	Se classificação PMDFCl da Perigosidade é 4 ou 5	Se classificação PMDFCl da Perigosidade <u>não é</u> 4 ou 5	
	Dano potencial em caso de incêndio	Ecológico	Se existe	Se <u>não</u> existe
		Social	Se existe num buffer de 100 m	Se <u>não</u> existe

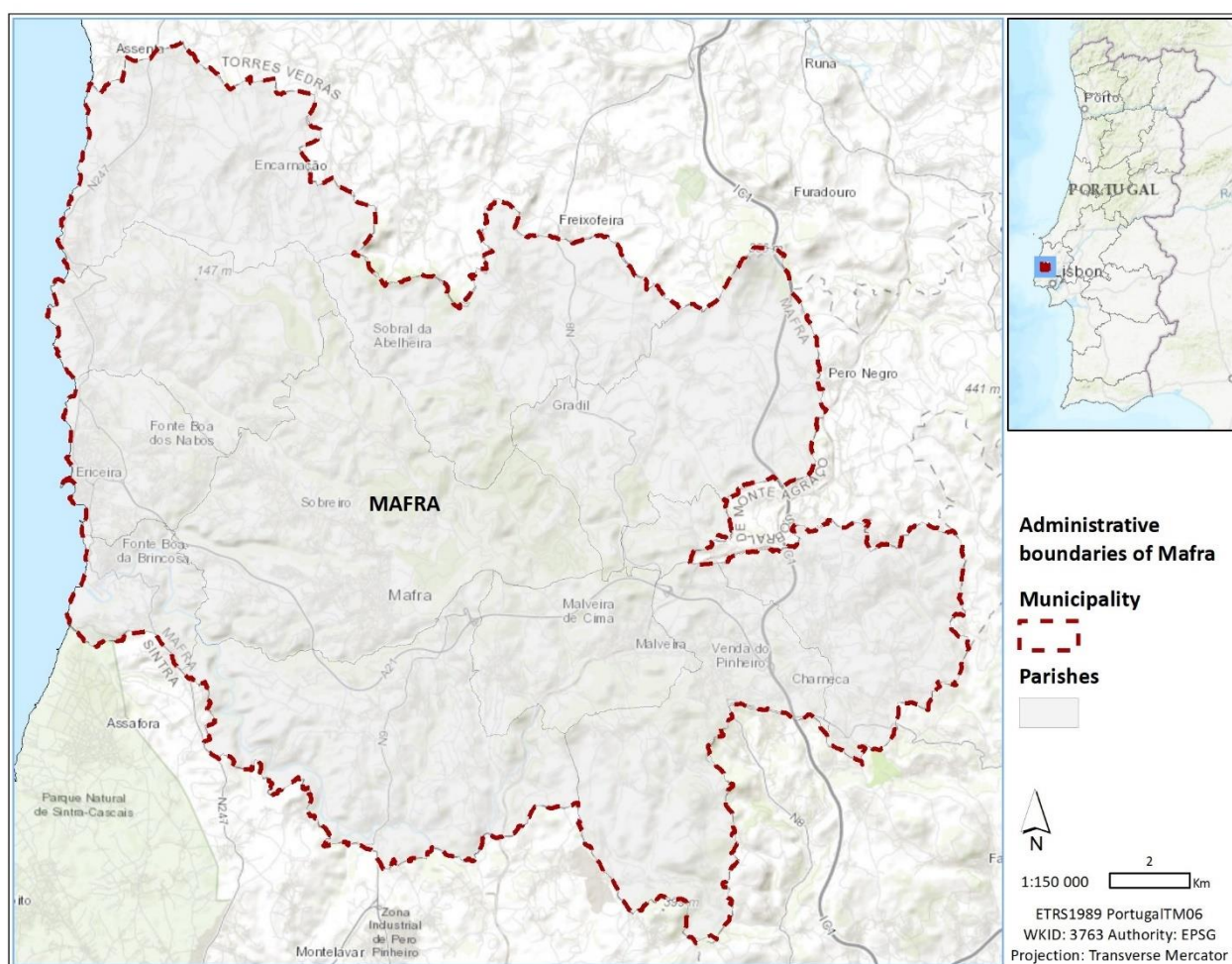
A próxima secção apresenta um exemplo para o município de Mafra, em Portugal. A metodologia é detalhada e apresentada passo a passo.

### 3. Módulo RECIPE SAD para priorizar a gestão de combustível na interface urbano florestal em Portugal – Exemplo Município de Mafra

#### 3.1. Município de Mafra

O município de Mafra situa-se na zona costeira da região centro-sul de Portugal Continental, no distrito de Lisboa (Figura 3). Cobre uma área de 291 km<sup>2</sup> e é composta por 11 freguesias. Mafra possui um importante valor patrimonial cultural e edificado, bem como valiosos recursos naturais e paisagísticos. Este município ainda mantém suas características rurais com as vantagens de um ambiente urbano (CM, 2021).

Figura 3. Localização do município de Mafra.



A população em Mafra tem vindo a aumentar desde 1991, e os resultados preliminares para o censo de 2021 estimam a população em 86.523 (851,4 habitantes por Km<sup>2</sup>) (INE, 2021). O emprego está principalmente relacionado com o setor terciário (aproximadamente 74,5% da população) e apenas parcialmente relacionado com o setor primário (2,6% da população). Apesar da pouca importância do setor primário, existem várias famílias em Mafra que se dedicam à agricultura como actividade secundária,



o que leva a uma utilização mais frequente do fogo nestas áreas. Além disso, o município apresenta um relevo heterogêneo, com áreas costeiras com várias encostas. Essas variações de terreno causam mudanças na direção do vento, na velocidade do vento e na distribuição da vegetação, com implicações significativas para a defesa contra incêndios florestais.

O clima de Maфра é temperado com verões secos e amenos (Csb). A temperatura média anual está em torno de 17,4 ° C, com média máxima de 24,9 ° C em agosto. Junho, julho e setembro apresentam temperaturas semelhantes. As condições geralmente são ideais para a ignição e propagação de um incêndio durante esses meses, visto que altas temperaturas estão associadas a baixa humidade e ausência de chuvas por um longo período (IPAM 2021).

A precipitação média anual é de 774 mm. As chuvas ocorrem durante todo o ano, atingindo o máximo nos meses de outono e inverno. Quando associado a meses de temperatura amena, o crescimento vegetativo é muito alto, o que, no caso de inexistência de tratamentos de gestão de combustível, aumentará a continuidade do combustível.

Maфра tem uma topografia ondulada, sendo maioritariamente ocupada por áreas agrícolas (38,3%). A floresta ocupa 13,9% do município, localizada principalmente nas áreas de maior declive. A floresta é dominada por *Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster* misturado com regeneração natural de *Quercus* sp .. De acordo com a Carta de Ocupação do Solo (COS) mais recente, quase 39,2% da floresta de Maфра são povoamentos puros de Eucalyptos. As áreas florestais degradadas estão localizadas em áreas com declividade superior a 20%, onde a deteção e extinção de incêndios são difíceis. A presença de biomassa florestal inflamável em encostas íngremes contribui para um aumento da velocidade de propagação do fogo devido a uma combinação de declive, vento e fatores de impacto.

Relativamente aos incêndios no município de Maфра, 1990 a 2005 foi o período que registou mais ocorrências de incêndios e mais área ardida. Nas últimas duas décadas (2001-2019), 6563,6 hectares arderam (ou seja, 22,5% da área total do município). Desse total, 9,3% (ou seja, 2.756 hectares) correspondem ao incêndio de setembro de 2003 (CMMaфра, 2020). A partir de 2006 houve uma redução significativa da área ardida e da ocorrência de incêndios, exceto para 2011 e 2017, quando foi observado um ligeiro aumento. Atualmente, pequenos incêndios com menos de 1 hectare representam 86,8% das ocorrências e correspondem a aproximadamente 9,5% da área total ardida. Incêndios com área ardida de 1 a 10 hectares correspondem a 21% da área total ardida.

De acordo com o PMDFCI, o problema dos incêndios florestais em Maфра é sazonal. Julho a outubro foi o período com mais área ardida nas últimas duas décadas, representando 90% da área média ardida no período 2001-2018.

Valores elevados em áreas ardidas são geralmente associados a queimadas para fins agrícolas. Esses incêndios tendem a alastrar para a floresta, pois o teor de humidade nessas áreas é muito baixo durante o verão e o outono. Com exceção do período crítico de julho a outubro, poucas ocorrências de incêndios e áreas ardidas há a registar em Maфра.

Além das causas indeterminadas (77%), as queimadas para fins agrícolas são a principal causa do incêndio (15%), seguidas das linhas elétricas (2,3%) e do incêndio criminoso (1,82%).

Embora as ignições sejam uniformemente distribuídas por todo o município, o padrão de concentração tende a ser maior próximo de áreas mais urbanizadas com maior densidade populacional (CM Maфра, 2020).

Em resumo, Maфра possui várias características territoriais que podem influenciar o comportamento do fogo, tais como, ter quase metade do território com declives superiores a 10%; apresenta mudanças rápidas na velocidade e direção do vento, e a velocidade média do vento predominante (N-NW) é mais forte em

meses críticos; mais da metade do território está voltado a sul, o que promove uma rápida secagem e acumulação de biomassa seca; e, os meses de verão apresentam baixa pluviosidade e altas temperaturas. Adicionalmente, os dados de incêndio mostraram a importância de continuar a sensibilizar a comunidade, de evitar comportamentos de risco em períodos críticos e de melhorar as ações de prevenção, como gestão de combustível e respetiva fiscalização. Portanto, Mafra é um caso de estudo interessante para a aplicação do Módulo RECIPE SAD.

### 3.2. Material necessário

Para aplicação da metodologia definida no Módulo RECIPE, é apenas necessário obter a informação base apresentada na Tabela 3. Todas as *shapefile* que constam da tabela são necessárias à elaboração do PMDFCI e, como tal, já pertencem à base de dados do município.

**Tabela 3. Material necessário para aplicação do Módulo RECIPE.**

	<b>Tema</b>	<b>Shapefile</b>	<b>Formato</b>	<b>Fonte</b>
1	Limites administrativos	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP)	Vectorial (polígono)	DGT
2	Faixas de gestão de combustível	Faixas de gestão de combustível com classificação Rede_DFCI	Vectorial (polígono)	Município
3	Cadastro	Cadastro	Vectorial (polígono)	Município
4	Rede Viária Florestal	Rede Viária Florestal com identificação da classificação DFCI	Vectorial (linha)	Município
5	Limpeza de terrenos	Data das limpezas de terrenos efectuadas nos últimos anos	Vectorial (polígono)	Município
6	Tempo da primeira intervenção	Distância, em minutos, ao quartel de bombeiros	Vectorial (polígono)	Município
7	Dano Ecológico Potencial	Habitats, RedeNatura2000, Fauna	Vectorial (polígono)	Município
8	Dano Social Potencial	Infraestruturas críticas	Vectorial (ponto)	Município
9	Perigosidade	Mapa de perigosidade, elaborada no âmbito do PMDFCI	Vectorial (polígono)	Município

### 3.3. Preparação do material e classificação binária

A preparação do material implica simplificar e uniformizar a informação base, de forma a ser possível aplicar a classificação binária. Para cada *shapefile*, apresentam-se as operações de preparação necessárias, assim como a classificação binária a aplicar de acordo com a Tabela 4. O *software* usado nestas operações foi o ArcGIS 10.7.1 da ESRI, mas são facilmente adaptáveis para *software* livre QGIS.

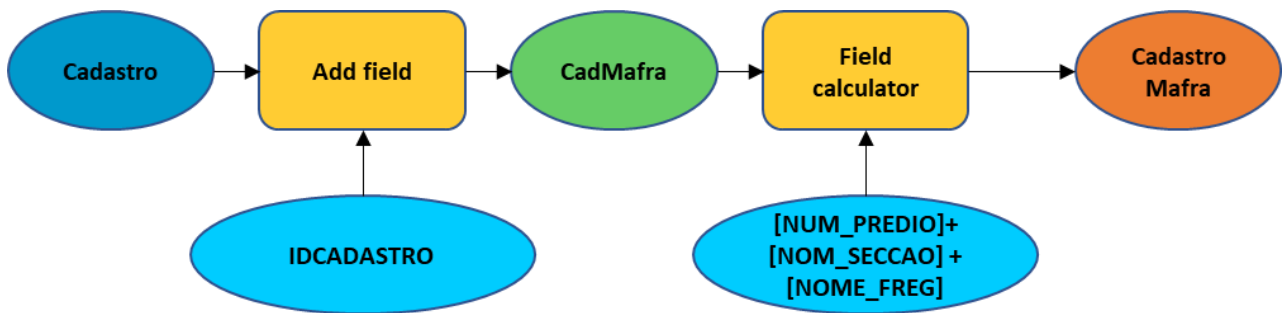
**Tabela 4. Classificação binária geral do material.**

Objetivo	Tema	Shape a classificar	Valor = 1	Valor = 0	
Mapa de obrigações legais e oportunidades de gestão de combustível	Obrigações legais de gestão de combustível	Faixas de gestão de combustível	Se classificação DFCI da faixa de gestão de combustível é de 1ª, 2ª ou 3ª ordem	Se classificação DFCI da faixa de gestão de combustível <u>não é</u> de 1ª, 2ª ou 3ª ordem	
	Preparação da comunidade para o risco de incêndio	Tempo da primeira intervenção em caso de incêndio	Distância ao quartel de bombeiros em minutos	Distância ≥ 20 minutos	Distância < 20 minutos
		Limpeza de terrenos efetuadas	Data das limpezas de terrenos efetuadas nos últimos anos	Se nos últimos 4 anos <u>não foi</u> efetuada nenhuma limpeza de combustível	Se nos últimos 4 anos foi efetuada <u>pelo menos 1</u> limpeza de combustível
		Rotas de escape	Rede viária florestal	Se se trata de um caminho sem saída, ou Apenas 1 caminho de acesso, ou O caminho está em más condições	Se se trata de <u>mais que 2</u> caminhos, ou 2 caminhos em <u>direções opostas</u>
Mapa de risco de incêndio	Perigosidade estrutural	Perigosidade	Se classificação PMDFCI da Perigosidade é 4 ou 5	Se classificação PMDFCI da Perigosidade <u>não é</u> 4 ou 5	
	Dano potencial em caso de incêndio	Ecológico	Rede Natura 2000	Se existe	Se <u>não</u> existe
		Social	Fauna	Se existe	Se <u>não</u> existe
			Infraestruturas críticas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipamentos sociais</li> <li>- Equipamentos saúde</li> <li>- Equipamentos escolares</li> <li>- Serviços</li> <li>- Farmácias</li> <li>- Cultura</li> <li>- Ação social</li> </ul>	Se existe num buffer de 100 m

**- Shapefile Cadastro:** Criação de um campo com um Código Único de Cadastro para cada parcela (IDCADASTRO), já que cada parcela apenas se identifica de forma unívoca quando se combina o Número do Prédio, o Nome da Secção, e o Nome da Freguesia.

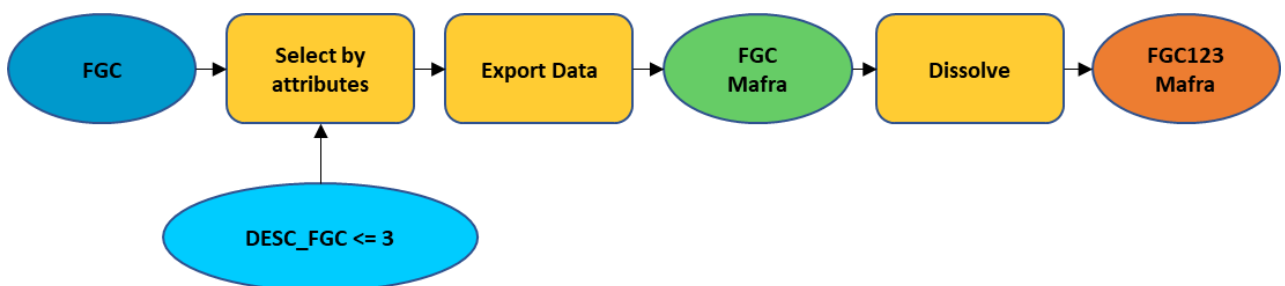
Nota: Não se aplica a classificação binária à *shapefile* Cadastro.

Figura 4. Fluxograma Preparação da shapefile Cadastro Mafra.



- **Shapefile Faixas de gestão de combustível:** Apenas as faixas de combustíveis classificadas no âmbito da DFCI como sendo de 1ª, 2ª ou 3ª ordem serão usadas. Como tal, selecionam-se essas 3 ordens e aplica-se a ferramenta *dissolve*, de forma a resultar apenas na área de interesse.

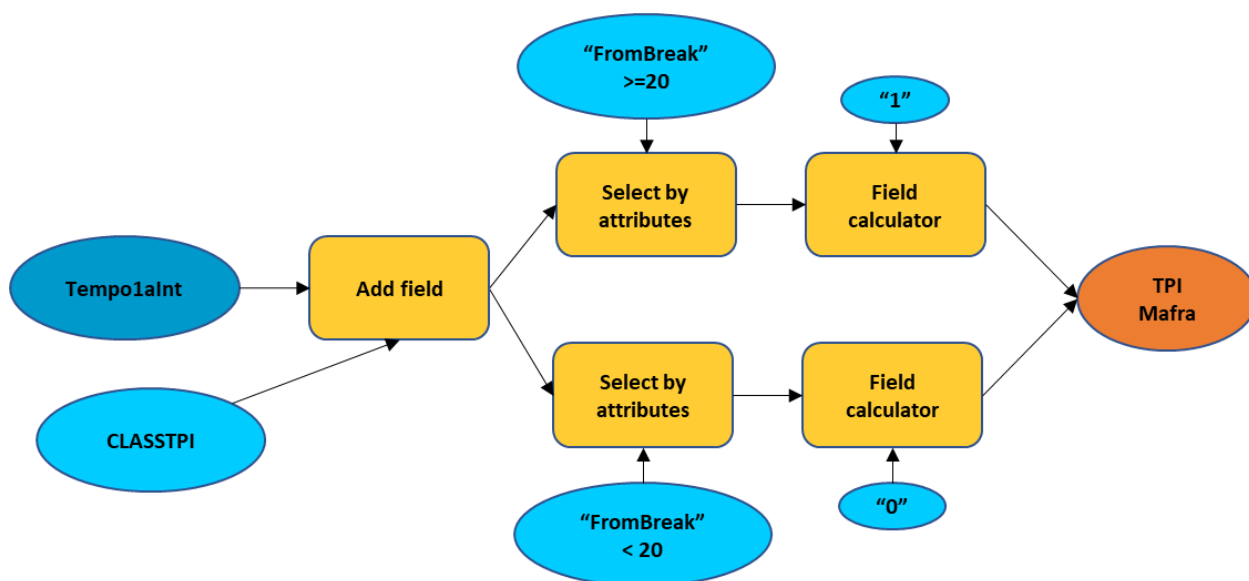
Figura 5. Fluxograma Preparação da shapefile Faixas de gestão de combustível 1, 2, e 3 - Mafra.



- **Shapefile Tempo da primeira intervenção:** Esta *shapefile* contém um campo com a distância ao quartel de bombeiros, portanto dispensa preparação.

Para a classificação binária, cria-se um campo "CLASSTPI" e aplica-se o valor "1" (prioridade máxima de efetuar gestão de combustível e de inspeção das atividades) se a distância ao quartel de bombeiros em minutos é superior a 20 minutos e, aplica-se o valor "0" (prioridade mínima) se a distância é igual ou inferior a 20 minutos.

Figura 6. Fluxograma Preparação da shapefile Tempo da primeira intervenção - Mafra.

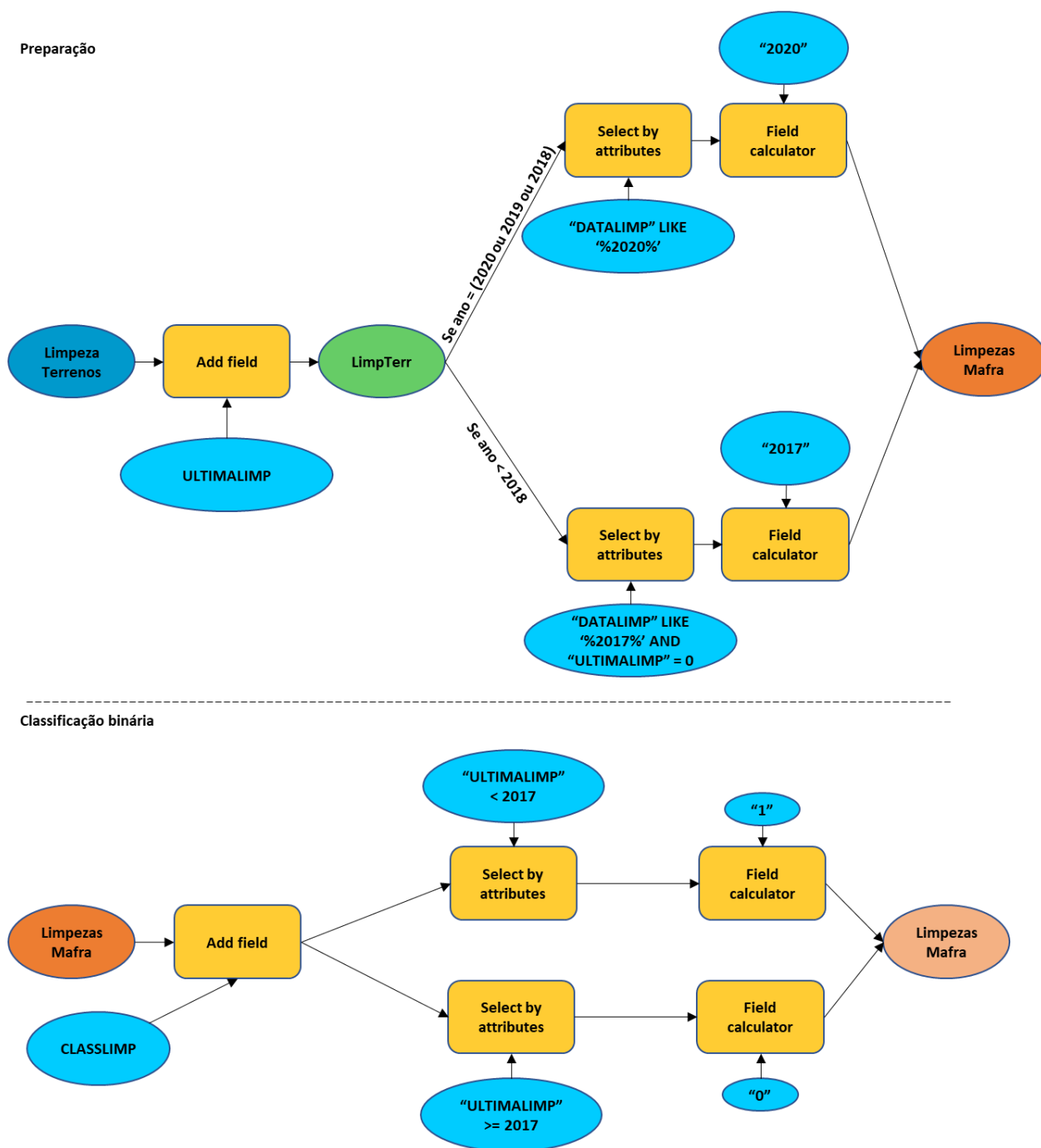


- **Shapefile Limpeza de terrenos:** Criação de um campo com a data da última limpeza efetuada (ULTIMALIMP), já que o campo atual que contem essa informação é um campo de texto com vários formatos e informação desnecessária.

Para os anos mais recentes, basta fazer uma seleção por atributos que inclua o ano em análise. No entanto, para os anos anteriores a 2018, em que provavelmente houve mais que uma limpeza, é necessário assegurar que o campo “ULTIMALIMP” ainda não tem nenhum valor, e preencher com o ano correspondente.

Quanto à classificação binária: cria-se um campo “CLASSLIMP” e, visto que os dados usados neste caso de estudo são de 2020, aplica-se o valor “1” (prioridade máxima de efetuar gestão de combustível e de inspeção das atividades) se nos últimos 4 anos (período definido pelo município) não foi efetuada nenhuma limpeza de combustível, i.e., se a última limpeza foi efetuada em 2017; aplica-se o valor “0” (prioridade mínima) se nos últimos 4 anos foi efetuada pelo menos 1 limpeza de combustível.

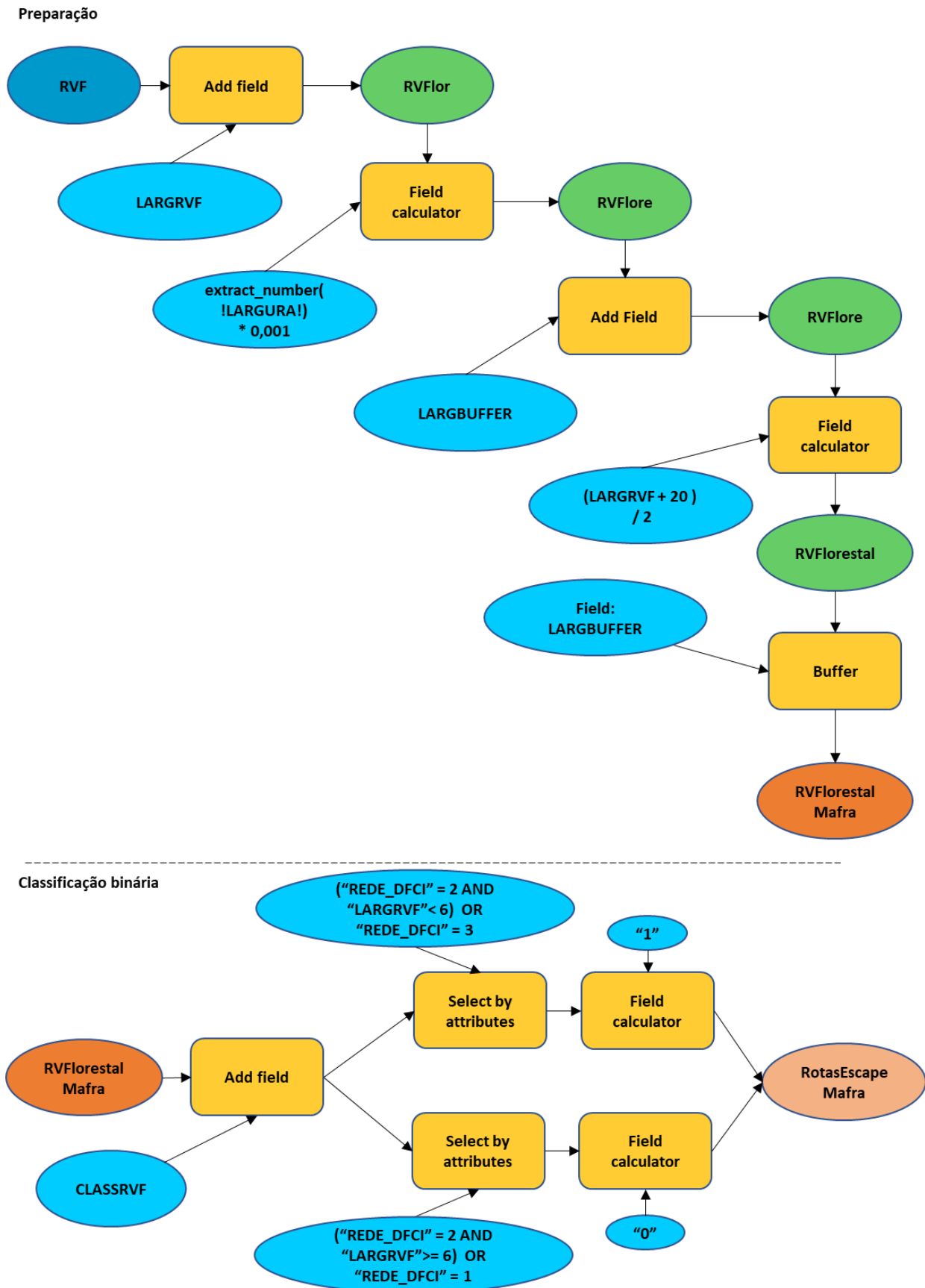
Figura 7. Fluxograma Preparação da shapefile Limpeza de terrenos - Mafra.



**- Shapefile rede viária florestal:** Criação de um campo com a largura do buffer que deve ser aplicado para conversão da *shapefile* vetorial de linhas em vetorial de polígonos. Segundo o PMDFCI, é obrigatório fazer gestão de combustível numa largura de 10 metros para cada lado da rede viária florestal, i.e., no total serão 20 metros de largura somados à largura da estrada.

Quanto à classificação binária: cria-se o campo "CLASSRVF" e a atribuição da classificação binária depende da classificação atribuída pelo município do âmbito do PMDFCI. Aplica-se o valor "1" (prioridade máxima de efetuar gestão de combustível e de inspeção das atividades) se a classificação DFCE = 2, e com largura inferior a 6 metros, ou se a classificação DFCE = 3. Por outro lado, atribui-se o valor "0" (prioridade mínima) se a classificação DFCE = 2, e com largura superior ou igual a 6 metros, ou se a classificação DFCE = 1.

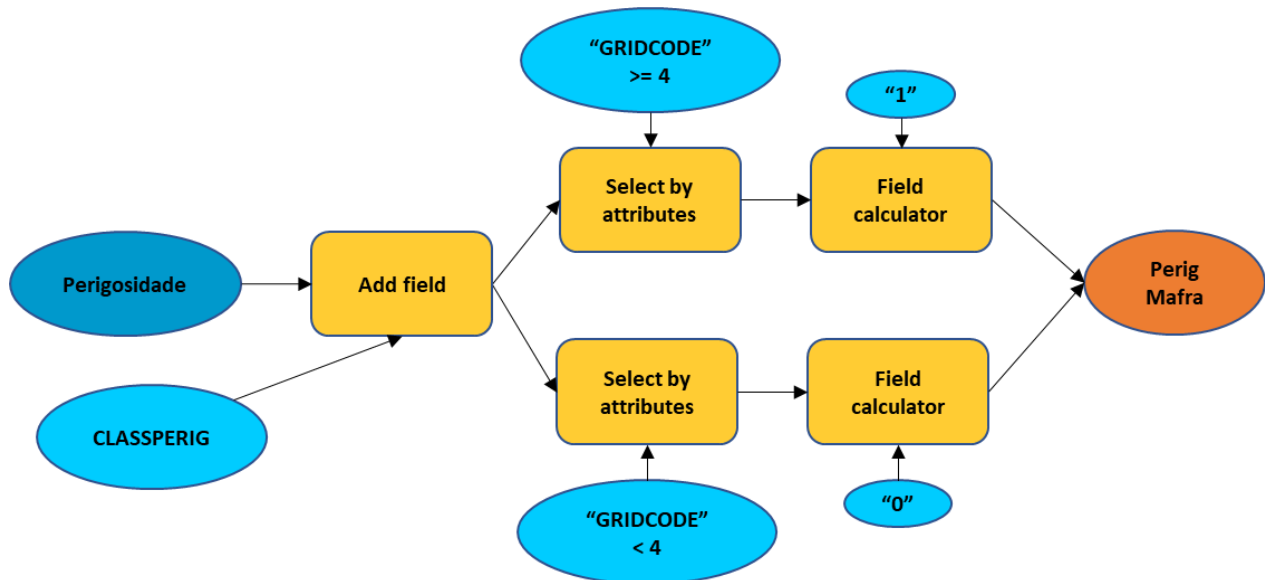
Figura 8. Fluxograma Preparação da shapefile Rotas de escape Mafra.



- **Shapefile Perigosidade:** Esta shapefile vem diretamente do PMDFCI e dispensa preparação.

Para a classificação binária, cria-se um campo “CLASSPERIG” e aplica-se o valor “1” (prioridade máxima de efetuar gestão de combustível e de inspeção das atividades) se a perigosidade é igual ou superior a 4 e, aplica-se o valor “0” (prioridade mínima) se a perigosidade é inferior a 4.

Figura 9. Fluxograma Preparação da shapefile Perigosidade - Mafra.



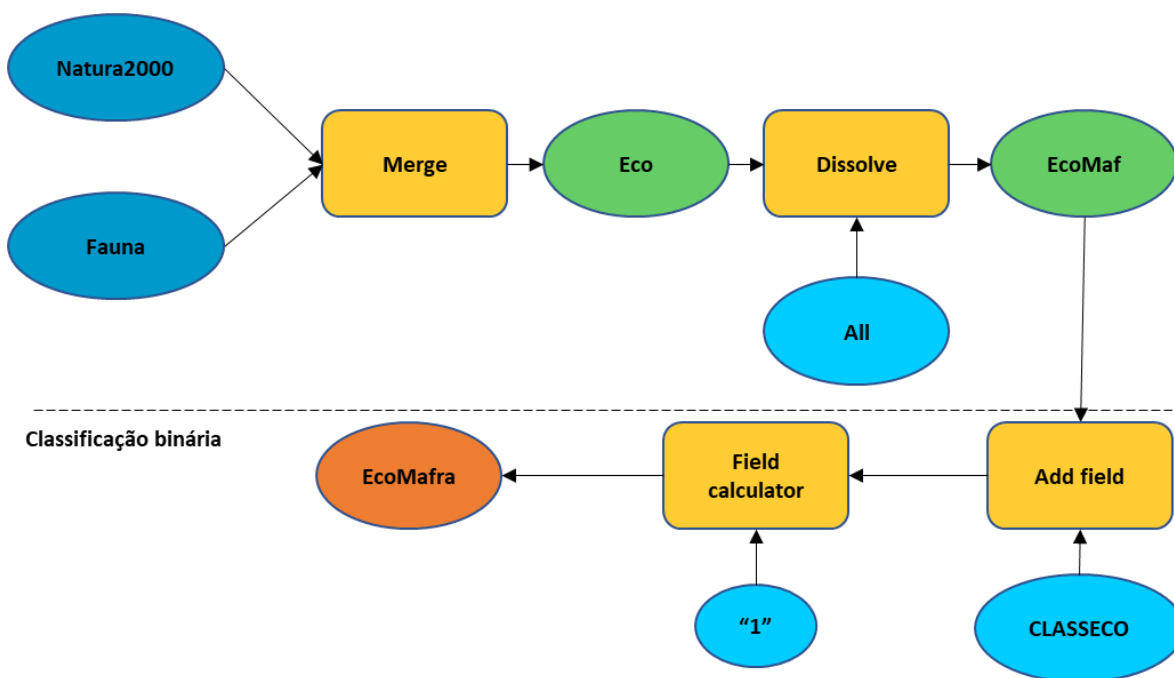
- **Dano potencial:** Ao contrário da perigosidade, em que se usa diretamente o mapa de perigosidade dividido em 5 classes elaborado no âmbito do PMDFCI, o dano potencial (ecológico e social) será reelaborado já que o PMDFCI dá mais ênfase ao coberto e não às infraestruturas críticas. Portanto, é necessário combinar as várias *shapefile* relacionadas com ecologia e com as infraestruturas críticas, como se exemplifica abaixo.

- **Dano potencial ecológico:** Criação da *shapefile*, através de uma combinação de todas as *shapefile* pertencentes a este tema, sendo no caso de Mafra, *Shapefile* RedeNatura2000 e *Shapefile* Fauna.

Para a classificação binária, cria-se o campo “CLASSECO” e aplica-se o valor 1 (prioridade máxima de efetuar gestão de combustível e de inspeção das atividades) a toda a *shapefile*.



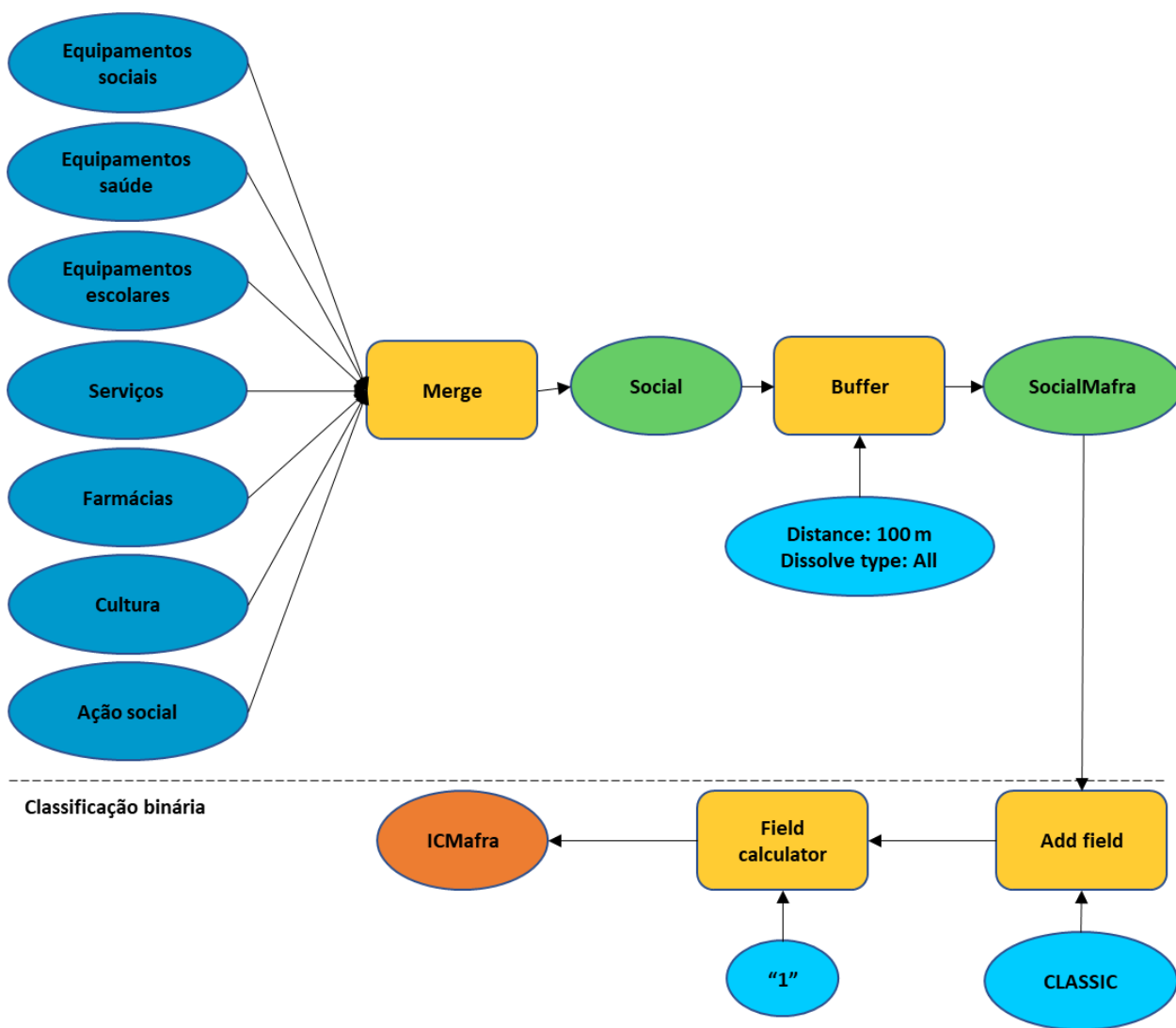
Figura 10. Fluxograma Preparação da shapefile Dano Potencial Ecológico - Mafra.



- **Dano potencial social:** Criação da *shapefile*, através de uma combinação de todas as *shapefile* pertencentes ao tema de infraestruturas críticas, sendo no caso de Mafra, *Shapefile* Equipamentos sociais, *Shapefile* Equipamentos saúde, *Shapefile* Equipamentos escolares, *Shapefile* Serviços, *Shapefile* Farmácias, *Shapefile* Cultura, e *Shapefile* Ação social. Após a combinação das *shapefile*, e seguindo as obrigações legais de gestão de combustível em Portugal, aplica-se a ferramenta *buffer* com uma distância de 100 metros.

Para a classificação binária, cria-se o campo "CLASSIC" e aplica-se o valor 1 (prioridade máxima de efetuar gestão de combustível e de inspeção das atividades) a toda a *shapefile*.

Figura 11. Fluxograma Preparação da shapefile Dano Potencial Social - Mafra.



### 3.4. Mapa de obrigações legais e oportunidades de gestão de combustível

De acordo com o RECIPE DSS (ver Figura 2), as obrigações legais e oportunidades de gestão de combustível nas faixas de gestão de 1ª, 2ª, ou 3ª ordem resultam da intersecção da *shapefile* de preparação da comunidade para o risco de incêndio e da *shapefile* do cadastro.

A preparação da comunidade para o risco de incêndio decorre da combinação das prioridades relacionadas com o tempo da primeira intervenção, a limpeza de terrenos efetuadas, e as rotas de escape. O método implica dissolver, individualmente, as 3 *shapefile* (tempo da primeira intervenção, limpeza de terrenos efetuadas, e rotas de escape) e, posteriormente, unir as 3 *shapefile* resultantes. A classificação final consiste na soma das classificações binárias das 3 *shapefile* anteriores. Em seguida, combinam-se, por intersecção, a *shapefile* obtida (Preparação da Comunidade para o risco de incêndio) e a *shapefile* do CadastroMafra. Por último, através de um clip, obtém-se o mapa de obrigações legais e oportunidades de gestão de combustível na área de interesse, i.e., apenas dentro das faixas de gestão de combustível de 1ª, 2ª ou 3ª ordem.

A legenda resultante será 0 a 3, sendo que quanto mais elevado, menos preparada está a comunidade para o risco de incêndio.

No caso de Mafra, a preparação da comunidade para o risco de incêndio encontra-se entre 0 (Alta) e 2 (Baixa), não existindo a classe 3 (Muito baixa) (Figura 13).

Figura 12. Fluxograma Mapa preparação da comunidade para o risco de incêndio.

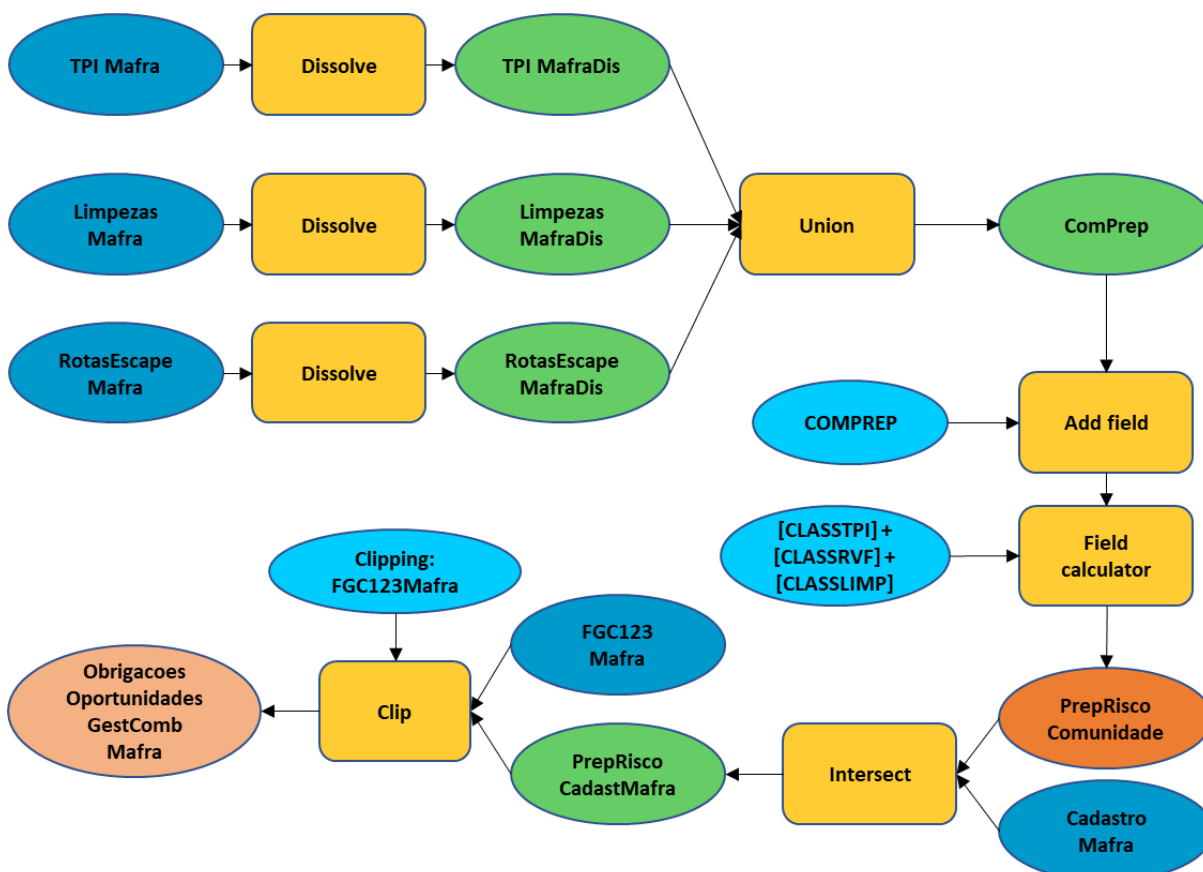
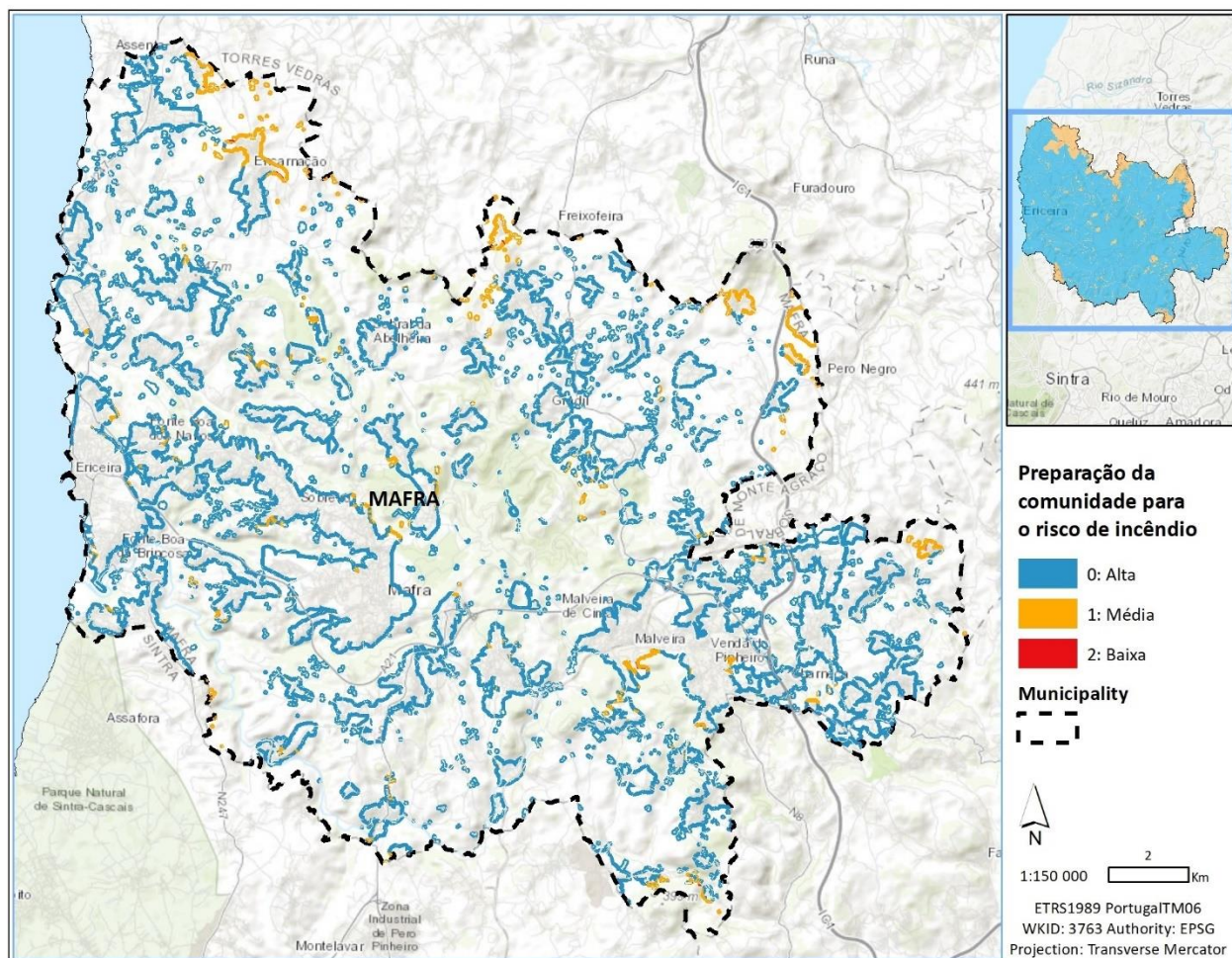


Figura 13. Mapa de obrigações legais e oportunidades de gestão de combustível no município de Mafra, e nas faixas de gestão de combustível.



### 3.5. Risco de incêndio

O risco de incêndio obtêm-se pela combinação da perigosidade estrutural com o dano potencial (ver Figura 2).

Primeiro, calcula-se o dano potencial através da união das *shapefile* de eco e social de Mafra, e posterior soma das classificações binárias das 2 *shapefile*. Segundo, efetua-se uma união, desta vez entre o dano potencial e a perigosidade. Por último, obtêm-se a classificação final através da soma das 2 classificações binárias anteriores.

A legenda resultante será 0 a 4, sendo que quanto mais elevado, maior é o risco de incêndio. No caso de Mafra, o risco de incêndio encontra-se entre 0 (Muito baixo) e 3 (Alto), não existindo a classe 4 (Muito Alto) (Figura 15).

Figura 14. Fluxograma Risco de incêndio.

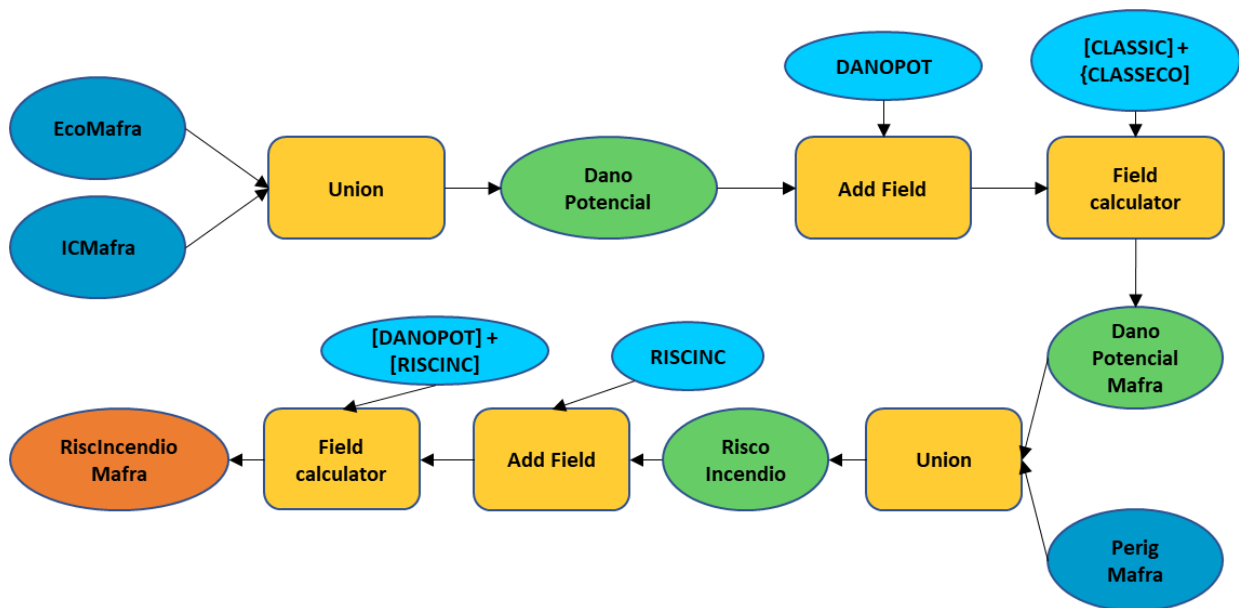
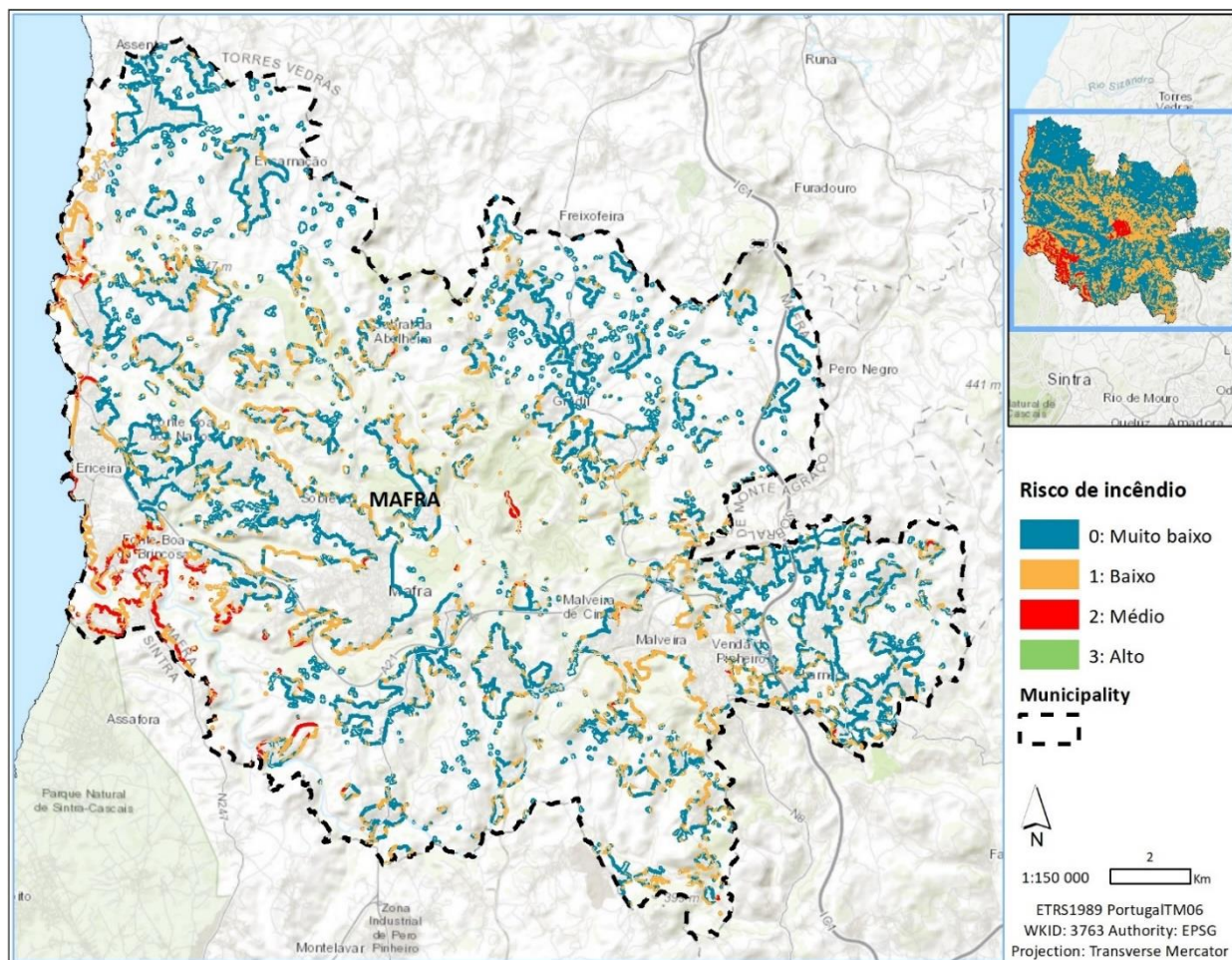


Figura 15. Mapa de Risco de incêndio no município de Mafra, e nas faixas de gestão de combustível.



### 3.6. Áreas críticas para gestão de combustível e fiscalização

As áreas críticas para gestão de combustível e respetiva fiscalização obtêm-se pela intersecção do Mapa de obrigações legais e oportunidades de gestão de combustível e do Mapa de risco de incêndio (ver Figura 2), e a classificação final resulta da soma das legendas dos referidos mapas. Em seguida, aplica-se a ferramenta *dissolve* de forma individualizar as parcelas cadastrais, que devido às operações anteriores se encontram segmentadas. Simultaneamente, classifica-se cada parcela com o valor máximo de prioridade obtido anteriormente, i.e., se uma parcela se encontrava dividida e as várias partes tinham atribuída diferentes classificações de prioridade, é importante que a classificação final da parcela seja a maior dessas classificações. Dessa forma a prioridade assumida para a parcela será a máxima de todas as partes da parcela. Por fim, classificam-se as parcelas com área inferior a 100m<sup>2</sup> como “0 (Não prioritárias)”, independentemente da sua classificação final, devido à sua reduzida dimensão. A área limite, que neste caso são 100m<sup>2</sup> terá que ser definida por cada município.

Figura 16. Fluxograma Mapa de áreas críticas para gestão de combustível e fiscalização.



O resultado final é um mapa (Figura 17) e a respetiva tabela (Figura 18) que serão usados no planeamento das atividades do município.

Figura 17. Mapa de áreas críticas para gestão de combustível e fiscalização, no município de Mafra.

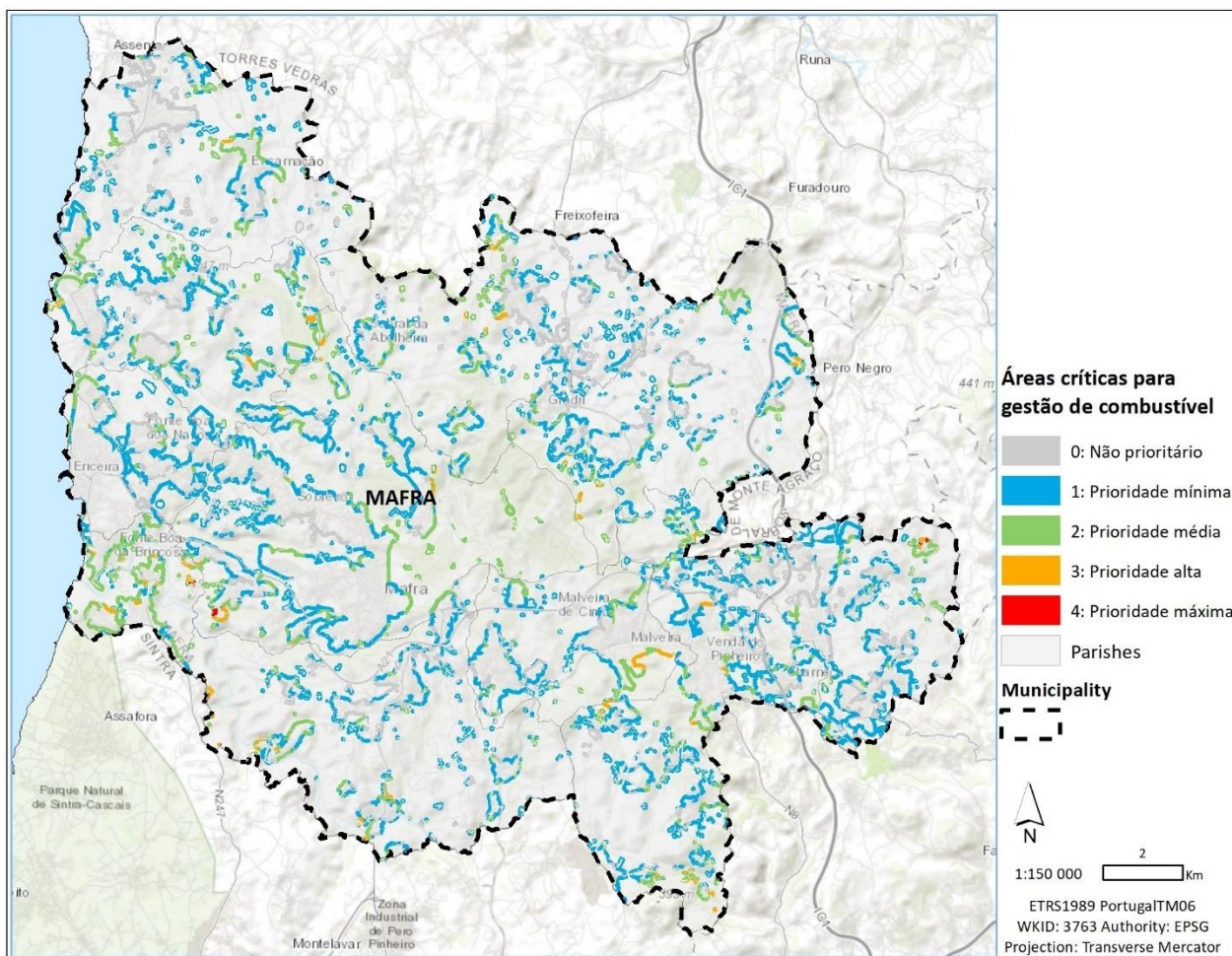


Figura 18. Tabela de obrigações legais e oportunidades de gestão de combustível no município de Mafra, e nas faixas de gestão de combustível.

	A	B	C	D	E
	IDCADASTRO	PRIORIDADE DE LIMPEZA (sem limite de área)	AREA (M2)	LIMITE LIMPEZA (100M2)	PRIORIDADE DE LIMPEZA (com limite de área)
1					
2	1-A-AZUEIRA	1	3359,13	Superior	1
3	1-A-CARVOEIRA	1	17548,05	Superior	1
4	1-A-GRADIL	1	2785,11	Superior	1
5	1-A-MALVEIRA	1	6700,62	Superior	1
6	1-A-SOBRAL DA ABELHEIRA	0	15089,54	Superior	0
7	1-B-AZUEIRA	2	5536,63	Superior	2
8	1-B-CARVOEIRA	2	11537,99	Superior	2
9	1-B-MILHARADO	2	5381,06	Superior	2
10	1-B-SANTO ISIDORO	2	9290,34	Superior	2
11	1-C-CARVOEIRA	1	666,74	Superior	1
12	1-C-GRADIL	1	658,20	Superior	1
13	1-C-MALVEIRA	1	1158,39	Superior	1
14	1-C-SANTO ISIDORO	2	1718,70	Superior	2
15	1-D-AZUEIRA	0	4186,70	Superior	0
16	1-D-CARVOEIRA	2	24761,44	Superior	2
17	1-D-CHELEIROS	1	3050,23	Superior	1
18	1-D-ENXARA DO BISPO	2	34449,48	Superior	2
19	1-D-GRADIL	1	301,47	Superior	1
20	1-D-MALVEIRA	2	126,23	Superior	2
21	1-D-SANTO ESTEVBO DAS GALOS	1	1123,85	Superior	1
22	1-D-VILA FRANCA DO ROSGRIO	1	3307,05	Superior	1
23	1-E-CARVOEIRA	2	3806,75	Superior	2
24	1-E-ENCARNA	1	4826,64	Superior	1
25	1-E-ENXARA DO BISPO	1	6404,52	Superior	1
26	1-E-SANTO ISIDORO	1	14061,11	Superior	1



Mafra tem um total de 30.974 parcelas cadastrais. Aproximadamente 44% do total das parcelas (5579 ha) estão localizadas em faixas de gestão de combustível em que a gestão de combustível é indiscriminadamente obrigatória, assim como a sua inspeção. Recorrendo ao Módulo RECIPE, cerca de 1279 ha, correspondentes a 5070 parcelas, classificam-se como “não prioritário para gestão de combustível para prevenção de incêndios”. Isto corresponde a uma otimização de recursos de fiscalização e de sensibilização da comunidade, visto que usando o Módulo RECIPE estas atividades serão direcionadas para outras parcelas mais prioritárias, tais como as 227 parcelas que apresentam prioridade máxima (4) e alta (3) após a aplicação do Módulo RECIPE.

## 4. Considerações final e próximos passos

Mafra tem um total de 30.974 parcelas registadas, com diferentes titulares. Aproximadamente 44% do total das parcelas (5.579 ha) estão localizadas em faixas de gestão de combustível onde a gestão de combustível é obrigatória para os proprietários, assim como a fiscalização é obrigatória para as autoridades. Após a utilização do módulo RECIPE, aproximadamente 1279 ha, correspondendo a 5070 parcelas, foram classificadas como “não prioritários para gestão de combustível para prevenção de incêndios”. Isto corresponde a uma otimização dos recursos de fiscalização e consciencialização da comunidade, uma vez que essas atividades serão direcionadas para outras parcelas de maior prioridade, como as 227 parcelas que têm prioridade máxima (4) e alta (3) após a aplicação do Módulo RECIPE.

A metodologia apresentada para obter o mapa e a base de dados de todas as parcelas que em cada ano terão prioridade para a realização de atividades de gestão de combustíveis, bem como prioridade para fiscalização, foi validada positivamente pela protecção civil de Mafra. Desta forma, fica comprovada sua utilidade e facilidade de aplicação. De forma a enriquecer os resultados obtidos, nas próximas etapas será estabelecido um método que irá produzir uma lista de parcelas com prioridade de gestão de combustível sem ter em conta o ano em que a propriedade foi tratada pela última vez. Assim, gerar-se-á um mapa com dados de todas as parcelas que (1) devem ser mantidos sempre limpas de combustível, (2) devem ser tratadas 3 vezes em cada 10 anos, e (3) devem ser tratados 1 a 2 vezes em cada 10 anos.

## 5. Bibliografia

- AFN-ICNF. (2012). *Guia Técnico para a elaboração do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI)*. [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)
- Albini, F. (1976). *Estimating wildfire behavior and effects*.
- Andrews, P. L. (2014). Current status and future needs of the BehavePlus Fire Modeling System. *International Journal Of Wildland Fire*, 23, 21–33.
- CM Mafra. (2020). *Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios, Município de Mafra (PMDFCI-Mafra) - Caderno I Informação Base*.
- CM Mafra. (2021). O Município de Mafra. Retrieved August 24, 2021, from <https://www.camara-municipal.pt/municipio-mafra.html>
- Finney, M. A. (1998). FARSITE: Fire Area Simulator - Model Development and Evaluation. *USDA Forest Service - Research Papers RMRS, RMRS-RP-4*, 1–36. <https://doi.org/10.2737/RMRS-RP-4>
- Finney, M. A. (2006). An overview of FlamMap fire modeling capabilities. *Fuels Management—How to Measure Success: Conference Proceedings*, 213–220.
- INE (Instituto Nacional de Estatística). (2021). CENSOS 2021. Resultados preliminares. Retrieved August 24, 2021, from [https://www.ine.pt/scripts/db\\_censos\\_2021.html](https://www.ine.pt/scripts/db_censos_2021.html)
- IPAM ( Instituto Português do Mar e da Atmosfera). (2021). Normais Climatológicas. Retrieved August 24, 2021, from <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>
- Martell, D. L. (2015). A review of recent forest and wildland fire management decision support systems research. *Current Forestry Reports*, 1(2), 128–137. <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0011-y>
- Mavsar, R., González, A., & Varela, E. (2013). The state of development of fire management decision support systems in America and Europe. *Forest Policy and Economics*, 29, 45–55.
- Minas, J. P., Hearne, J. W., & Handmer, J. W. (2012). A review of operations research methods applicable to wildfire management. *International Journal Of Wildland Fire* 2012, 21, 189–196.
- Pacheco, A. P., Claro, J., Fernandes, P. M., de Neufville, R., Oliveira, T. M., Borges, J. G., & Rodrigues, J. C. (2015). Cohesive fire management within an uncertain environment: A review of risk handling and decision support systems. *Forest Ecology and Management*, 347, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.02.033>
- Rothermel, R. (1972). *A Mathematical Model for Predicting Fire Spread* (Issue INT-115).
- Sakellariou, S., Tampekis, S., Samara, F., Sfougaris, A., & Christopoulou, O. (2017). Review of state-of-the-art decision support systems (DSSs) for prevention and suppression of forest fires. *Journal of Forestry Research*, 28(6), 1107–1117. <https://doi.org/10.1007/s11676-017-0452-1>
- Sequeira, A. C., Colaço, M. C., Acácio, V., Rego, F., & Xanthopoulos, G. (2021). *PREVAIL (Prevention Action Increases Large Fire Response Preparedness) project | Deliverable 5.1 – Decision support system for effective fuel management: application to Cascais Case Study (Portugal) (DG ECHO 2018 Call 826400-PREVAIL-UCPM-2018-PP-AG)*.
- Xanthopoulos, G., Varela, V., Fernandes, P., Ribeiro, L., & Guarnieri, F. (2002). *EUFIRELAB: Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a “wall-less” Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region - Deliverable D-06-02: Decision support systems and tools: a state of the art*.

