

MESTRADO EM GESTÃO DE EMERGÊNCIA E SOCORRO

**METODOLOGIAS DE COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS,
BASEADAS NA MODELAÇÃO DA PROPAGAÇÃO**

Mestrando: Ana Margarida da Silva Laranjeiro Matias

Número de aluno: 10258

Orientador: Luís Paulo Costa Pita

Co-orientador Externo: António José Pedroso Moura Correia

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão de Emergência e Socorro, realizada sob a orientação científica do Exmo. Sr. Mestre Luís Paulo Costa Pita e coorientação pelo Exmo. Sr. Professor Doutor António José Pedroso Moura Correia do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

AGRADECIMENTOS

Em contexto de pandemia causada pelo Coronavírus – COVID-19, sentido em todo o lado, causador de ansiedade, preocupação, confusão e de ameaça inédita, ao António Correia e ao Luís Pita, pela força, amizade, e profissionalismo que me dedicaram e me impulsionaram a concluir esta etapa final.

Ao Ramiro Ramos, aluno do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Ao Carlos Luís Tavares, Comandante Distrital de Operações de Socorro de Coimbra.

Ao Vasco Viseu, 2º Comandante do Corpo de Bombeiros Voluntários de Penacova.

À Maria João Martins, Técnica Superior do Serviço Municipal de Proteção Civil de Coimbra.

RESUMO

O combate aos incêndios florestais tem sido efetuado no nosso país, com base em protocolos e normas de operacionais permanentes que definem o despacho de meios, a metodologia da intervenção e o modo como atuar, com base em conhecimentos fundamentados na experiência e no que se verificava ser adequado em cada situação, nomeadamente em função do tempo de duração das ocorrências ou em função de condições meteorológicas adversas.

Nos últimos tempos, as alterações climáticas vieram expor o património e as populações do nosso país a eventos extremos que têm condicionado de forma muito negativa o combate e a extinção de incêndios florestais. De facto, as vagas de calor, a reduzida humidade do ar, os ventos ciclónicos e a acumulação sucessiva de combustível que se tem associado aos incêndios, fizeram deles, o centro de atenções de 2017, em dois complexos mega-incêndios que correram o mundo como exemplos trágicos de devastação.

Estes acontecimentos vieram provar que não é possível continuar a combater os incêndios da mesma forma. A gestão dos meios aéreos, a utilização de mão de obra para trabalho sapador, mesmo durante o evento dos incêndios, a abertura de aceiros com máquinas de rasto durante o combate, têm de passar a ser vistos de forma diferente.

Neste trabalho, pretende-se apoiar uma metodologia de combate a incêndios, englobando todos estes aspetos, que serão estudados com base em software de simulação de propagação de incêndio *FlamMap*. Neste software, serão utilizados modelos digitais do terreno, modelos de combustíveis e dados meteorológicos como temperatura, humidade do ar, intensidades e direções de vento, para que, com base na evolução do incêndio se possa em tempo real, decidir pela melhor estratégia de combate e consequentemente os métodos de supressão a aplicar.

O resultado esperado, será uma melhoria da prevenção e combate aos incêndios florestais, e a integração destes softwares como ferramentas de apoio à decisão, apurando a sua aplicação perante a evolução de um incêndio florestal, em contexto real.

Palavras-chaves: Incêndios Florestais; Métodos de Combate, Estratégia, Despacho de meios, Modelação Computacional

ABSTRACT

The suppression has been carried out in our country, based on protocols and permanent operational rules, which define suppression resources dispatch, intervention methodology and performance procedures, based on field experience and on what was verified to be appropriate in each situation, namely according to the occurrences duration or due to adverse meteorological conditions.

In recent times, climate change has exposed our country's heritage and populations to extreme events, that have negatively conditioned the forest fire suppression activities. In fact, the heat waves, low air humidity, cyclonic winds and the increment of fuels load, that have been associated with the fires, have made our fires the center of attention of 2017, in two mega-complexes fires, that ran cross the world as tragic examples of devastation.

These events proved that it is not possible anymore extinguish fires with the same tactics and methods that were applied in the past. The aerial means management, the use of forest sapper in suppression and mop-up activities during the events, firebreaks opening with heavy machines (bulldozer) during suppression, must now be seen differently.

In this work, it is intended to apply a new suppressing methodology, approaching all these aspects, which will be studied base on *FlamMap*, fire propagation simulation software. In this software, it will be used digital terrain models, fuel models and meteorological data such as air temperatures, air humidity, direction and intensities, based on this facts fire evolution will be simulated and based on that, the best strategy and suppression method can decide and applied in real time.

The expected result will be an improvement in the prevention and fire suppression protocols, and the integration of this software as a suport decision, refining its aplicacion in a fire evolution in a real situation.

Keywords: Forest Firest; Suppression methods; strategy; computational modeling; resources dispatch

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
1.2 OBJETIVOS E METODOLOGIA	4
1.2.2 Metodologia	4
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	5
2. EVOLUÇÃO E IMPACTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS EM PORTUGAL	6
3. GESTÃO DE OPERAÇÕES E PROTOCOLOS DE MEIOS DE COMBATE	11
3.1 O SISTEMA INTEGRADO DE OPERAÇÕES DE PROTEÇÃO E SOCORRO (SIOPS), EM PORTUGAL	11
3.1.1 O estado de alerta especial para o SIOPS	11
3.1.2 Os dispositivos de resposta operacional	12
3.2 O SISTEMA DE GESTÃO DE OPERAÇÕES (SGO).....	14
3.2.1 A célula de planeamento (CEPLAN)	17
4. SIMULAÇÃO DE PROPAGAÇÃO E SUA APLICAÇÃO	18
4.1 SIMULADORES E SOFTWARES DE PROPAGAÇÃO	18
4.2 O SOFTWARE, <i>FlamMap</i>	27
4.2.1 Princípios Base Modelos e métodos de calculo.....	27
4.2.2 Modelos e métodos de calculo	28
4.2.3 Motivação da escolha: A sua utilização como ferramenta de apoio à decisão.....	30
5. CASO ESTUDO – CASAL DA MISARELA JULHO2020	31
5.1 ENQUADRAMENTO	31
5.2 METODOLOGIA APLICADA	31
5.3 O CONTEXTO DO INCÊNDIO.....	31
5.3.1 O início e alerta do incêndio	31
5.3.2 A topografia	34
5.3.3 O uso do solo.....	35
5.3.4 A gestão de combustíveis	36
5.3.5 A perigosidade de incêndio	37
5.3.6 O risco de incêndio	38
5.3.7 As condições meteorológicas	39
5.3.8 A mobilização e empenhamento de meios	41
5.4 SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO E COMBATE DO INCÊNDIO.....	44
5.4.1 SIMULAÇÃO - PROGRESSÃO LIVRE 2217h56JUL20 a 2220h58JUL20	44
5.4.2 SIMULAÇÃO - PROGRESSÃO LIVRE INTERVALOS DE TEMPO	47
5.4.3 SIMULAÇÃO - COM AÇÕES DE COMBATE INTERVALOS DE TEMPO	50
6. CONCLUSÕES	85
7. ESTUDOS FUTUROS.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Estatísticas concelhias de fogos rurais (1980-2004); a) número de ocorrências; b) área queimada (ha) Fonte (José Pereira, et al., 2006)	7
Figura 2 - Estatísticas concelhias de fogos rurais (2010-2019): número de ocorrências e área ardida (ha) Fonte: (Dados Estatísticos, Instituto Nacional de Estatística INE; Elaboração própria).....	7
Figura 3 - A evolução das áreas ardidas (milhares de ha) em povoamentos florestais em matos desde 2000 Fonte: (CTI,2017)	8
Figura 4 - Número de fatalidades de 2000 a 2017, verificando-se a situação do ano de 2017 (até 30 de setembro de 2017), com valores muito superiores aos dos anos de 2003 a 2005, em que as áreas ardidas foram muito superiores Fonte: (CTI,2017).	10
Figura 5 - Configuração dos níveis do sistema geral de operações (SGO)	15
Figura 6- Esquema do organograma de referência do SGO para a Fase III Fonte: SGO,2018	16
Figura 7 – Esquema do organograma de referência do SGO para a Fase VI Fonte: SGO, 2018	16
Figura 8 - Tipos de cobertura vegetal da Floresta Nacional de Gila usados no estudo Fonte: (Keane et al., 2000)	19
Figura 9- Dados de input para a criação de uma landscape no programa FlamMap Fonte: (Finney,2006)	20
Figura 10 - Exemplos de outputs do programa FlamMap: comprimento de chama, atividade do incêndio de copas, progressão do incêndio e caminhos preferenciais do incêndio (Finney, 2006)	21
Figura 11 - Fluxo de informação do módulo CROWN, do programa BehavePlus Fonte: (Andrews, 2007)	22
Figura 12 - Resultados do FlamMap de comprimento de chama, taxa de propagação, direção de máxima propagação, e tempos de chegada (Forghani et al., 2007)	23
Figura 13 - Demonstrações de variação da taxa de propagação do incêndio, em função da variação das condições meteorológicas locais (Finney et al., 2011)	24
Figura 14 - Potencial de incêndio florestal na zona norte-central do Colorado, sob extremas condições de combustível e ventos instantâneos de 74 km/h (Yavuz et al., 2018).....	25
Figura 15 - Resultados do Flammap para o Distrito Bayam, Turquia: a) Mapa de tipo de combustível, b) Mapa de comprimento de chama, c) Mapa de velocidade de propagação, d) Mapa de intensidade de linha de fogo (Yavuz et al., 2018).	26
Figura 16 - Mapeamento de resultados de comprimento de chama e probabilidade de elevada intensidade de queima (Alcasena et al., 2019)	27
Figura 17 - Localização do ponto de ignição, perímetro e área ardida do Incêndio Casal da Misarela.....	33
Figura 18 -Cartografia Topografia Curvas de nível Área ardida do Incêndio Casal da Misarela.....	34
Figura 19 -Cartografia Ocupação do solo (COS ¹ 2018) Área ardida do Incêndio Casal da Misarela	35
Figura 20 - Cartografia Faixas de Gestão de Combustível – PMDFCI do Município de Coimbra 2017/2028 Área ardida do Incêndio Casal da Misarela	36

Figura 21 - Cartografia Perigosidade – PMDFCI do Município de Coimbra 2017/2028 Área ardida do Incêndio Casal da Misarela	37
Figura 22 - Cartografia Risco de Incêndio – PMDFCI do Município de Coimbra 2017/2028 Área ardida do Incêndio Casal da Misarela	38
Figura 23 - AROME Meteograma para: Coimbra/Torres de Mondego-Humidade Relativa (%) (linha a preto a 2 m)	39
Figura 24 - AROME Meteograma para: Coimbra/Torres de Mondego-Temperatura (oC) (linha a preto a 2 m)	39
Figura 25 - AROME Meteograma para: Coimbra/Torres de Mondego- Intensidade do vento (km/h) e Direção do vento média (linha a preto a 2 m)	40
Figura 26 - Esquema ilustrativo dos acessos terrestres Incêndio Casal da Misarela.....	41
Figura 27 - Esquema ilustrativo da mobilização e atuação dos meios terrestres e aéreos Incêndio Casal da Misarela	42
Figura 28 - Fotografias da progressão do incêndio Incêndio Casal da Misarela.....	42
Figura 29 - Flame Length-FlamMap Incêndio Casal da Misarela	45
Figura 30 - Rate of Spread-FlamMap Incêndio Casal da Misarela	45
Figura 31 - Fireline Intensity-FlamMap Incêndio Casal da Misarela	46
Figura 32 - MTT Arrival Time-FlamMap Incêndio Casal da Misarela.....	46
Figura 33 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Tempo Total	47
Figura 34 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 1	48
Figura 35 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 2.....	48
Figura 36 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 3.....	49
Figura 37 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 4.....	49
Figura 38 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 5.....	50
Figura 39 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 1 ...	54
Figura 40 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 1	54
Figura 41 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 2...	56
Figura 42 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 2.....	56
Figura 43 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 3...	58
Figura 44 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 3.....	58

Figura 45 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 4...	60
Figura 46 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 4.....	60
Figura 47 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 5...	62
Figura 48 - Simulação-FlamMap Sobreposição-Imagem GoogleEarth Incêndio Casal da Misarela Intervalo 5.....	62
Figura 49 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 6...	64
Figura 50 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 7...	66
Figura 51 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 8...	68
Figura 52 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 9...	70
Figura 53 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 10.	72
Figura 54 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 11.	74
Figura 55 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 12.	76
Figura 56 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 13.	78
Figura 57 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 14.	80
Figura 58 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 15.	82
Figura 59 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres Incêndio Casal da Misarela Intervalo 16.	84

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de níveis de empenhamento operacional Fonte: (DON2, 2020)	13
Tabela 2 - Teor de Humidade dos Combustíveis para 22 de julho de 2020 Fonte: MCFIRE/ADAI	40
Tabela 3 - Legenda de designação dos meios de combate aéreos e terrestres	51
Tabela 4 - Legenda que designa a ação dos meios aéreos e terrestres	51
Tabela 5 - Valores de referência de comprimentos de extinção considerados para os meios de combate	51
Tabela 6 - Valores de referência de limitações de supressão, considerados para os meios de combate Fonte: Verónica Catarino, Escola Nacional de Bombeiros, 2006	52
Tabela 7 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 1	53
Tabela 8 – Fita de Tempo-Estado Incêndio Casal da Misarela Intervalo 1	53
Tabela 9 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 2	55
Tabela 10 - Fita de Tempo-Estado Incêndio Casal da Misarela Intervalo 2	55
Tabela 11 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 3	57
Tabela 12 - Fita de Tempo-Estado Incêndio Casal da Misarela Intervalo 3	58
Tabela 13 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 4	59
Tabela 14 - Tabela – Fita de Tempo-Estado Incêndio Casal da Misarela Intervalo 4	60
Tabela 15 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 5	61
Tabela 16 - Fita de Tempo-Estado Incêndio Casal da Misarela Intervalo 5	62
Tabela 17 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 6	63
Tabela 18 - Fita de Tempo-Estado Incêndio Casal da Misarela Intervalo 6	64
Tabela 19 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 7	65
Tabela 20 - Fita de Tempo-Estado Incêndio Casal da Misarela Intervalo 7	66
Tabela 21 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 8	67
Tabela 22 - Fita de Tempo-Estado Incêndio Casal da Misarela Intervalo 8	68
Tabela 23 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 9	69
Tabela 24 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 9	70
Tabela 25 – Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 10	71
Tabela 26 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 10	72
Tabela 27 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 11	73
Tabela 28 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 11	74
Tabela 29 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 12	75
Tabela 30 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 12	76
Tabela 31 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 13	77
Tabela 32 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 13	78
Tabela 33 – Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 14	79
Tabela 34 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 14	80
Tabela 35 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 15	81

Tabela 36 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 15.....	82
Tabela 37 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 16.....	83
Tabela 38 - Fita de Tempo-Meios Incêndio Casal da Misarela Intervalo 16.....	84

SIGLAS E ACRÓNIMOS

ATI – Ataque Inicial

ATA – Ataque Ampliado

COS¹ – Carta de Uso e Ocupação do Solo

CEPLAN – Célula de Planeamento

COS – Comandante das Operações de Socorro

CCO - Centro de Coordenação Operacional

CCON - Centro de Coordenação Operacional Nacional

CCOD-Centro de Coordenação Operacional Distrital

CTI – Comissão Técnica Independente

DECIR – Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais

DON – Diretiva Operacional Nacional

DGT-Direção Geral do Território

EAE- Estados de Alerta Especial

FGC – Faixas de Gestão de Combustíveis

PCO – Posto de Comando Operacional

PEA – Plano Estratégico de Ação

PMDFCI – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

SIOPS - Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro

SGO – Sistema de Gestão de Operações

TO – Teatro de Operações

VFCI – Veículo Florestal de Combate a Incêndios

VLCI – Veículo Ligeiro de Combate a Incêndios

VTTR – Veículo Tanque Tático Rural

VRCI – Veículo Rural de Combate a Incêndios

HEBL – Helicóptero Bombardeiro Ligeiro

AVBM – Avião Bombardeiro Médio

POSIT – Ponto de Situação

1. INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

O combate aos incêndios florestais reflete-se sobretudo em protocolos e normas operacionais permanentes que definem o despacho de meios, a metodologia da intervenção e o modo como atuar, traduzindo-se estes em conhecimentos baseados na experiência e no que se verificava, outrora, ser adequado em cada ocorrência, nomeadamente em função do tempo de duração das ocorrências ou em função de condições meteorológicas adversas.

Nos últimos quarenta anos, as alterações climáticas vieram expor o património e as populações do nosso país a eventos extremos que têm condicionado de forma muito negativa o combate e a extinção de incêndios florestais. De facto, as vagas de calor, a reduzida humidade do ar, os ventos ciclónicos e a acumulação excessiva de combustível que se tem associado aos incêndios, fizeram deles, o centro de atenções de 2017, em dois complexos mega-incêndios que correram o mundo como exemplos trágicos de devastação. Estes acontecimentos vieram provar que não é possível continuar a combater os incêndios da mesma forma.

Em décadas anteriores, o combate refletia sobretudo, a experiência dos operacionais, a sua visão de combate aliada ao conhecimento e familiaridade com o terreno. A ausência da prática de reflexões ou estudos científicos, não permitiu a evolução, em paralelo, da busca de conhecimento, de uma análise específica a determinados fenómenos e da utilização de ferramentas de apoio à decisão.

A evolução tecnológica das aplicações informáticas, permite-nos, atualmente, uma análise espacial dos incêndios florestais em função da sua progressão e potencial.

Neste trabalho, pretende-se apoiar e avaliar a eficácia da análise no combate a incêndios, englobando todos estes aspetos, que serão estudados com base em software de simulação de propagação de incêndio *FlamMap*. Neste software, serão adotados modelos digitais do terreno, modelos de combustíveis e dados meteorológicos como temperatura, humidade do ar, intensidades e direções de vento, para que, com base na evolução do incêndio se possa em tempo real, decidir pela melhor estratégia e métodos de combate.

O resultado esperado será uma melhoria dos protocolos de combate dos incêndios florestais, aplicando a modelação do comportamento do fogo no planeamento de uma ocorrência, que possa ser usada em eventos extremos, como os que se verificaram em Portugal em 2017.

1.2 OBJETIVOS E METODOLOGIA

1.2.1 Principais objetivos

Para além da pretensão de consolidar conhecimentos na preparação e planeamento da resposta aos incêndios florestais, pretende-se ainda abordar a modelação e o desenvolvimento do software de simulação de propagação de incêndio *FlamMap*, incluindo a sua utilização como ferramenta de apoio à decisão, nos teatros de operações.

Pretende-se, simultaneamente, avaliar os resultados obtidos através da simulação de propagação de um incêndio, apurando a sua proximidade perante a evolução de um incêndio rural em contexto real.

As duas abordagens, deverão, por fim, permitir avaliar a sua aplicabilidade e efeito no despacho de meios operacionais, para os quais podem resultar melhorias na definição dos protocolos existentes que caracterizam o combate a incêndios. Através da análise de um incêndio em contexto real e observado *in loco*, é simulada a sua propagação acrescida dos meios de combate efetivamente empenhados, com o objetivo de calibrar e validar o uso do software *FlamMap*.

1.2.2 Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho foi a seguinte:

- Revisão bibliográfica;
- Atualização de conhecimentos sobre incêndios florestais;
- Enquadramento do sistema geral de operações e protocolos de meios de combate;
- Estudo e seleção do software de simulação de propagação e aplicação;
- Avaliação e seleção de um caso prático;

- Estudo e interpretação dos resultados;
- Conclusões

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos:

Neste capítulo, “Introdução”, é apresentado o enquadramento do trabalho, a necessidade da presente investigação e a metodologia seguida para a sua realização.

No capítulo dois, “Evolução e impacte dos incêndios florestais em Portugal”, é contextualizada uma breve abordagem às características dos incêndios florestais e aos parâmetros de referência e fatores que influenciam os incêndios.

No capítulo três, “Gestão de Operações e Protocolos de Meios de Combate”, é apresentada um breve resumo da organização operacional de combate a incêndios, direcionada para o comando das operações, as suas missões e atribuições.

No capítulo quatro, “Simulação de Propagação e sua aplicação” são referenciados os modelos, ferramentas, métodos de análise e simuladores utilizados como ferramenta de apoio à decisão e caracterizado o software *FlamMap*, justificado como opção de escolha.

No capítulo cinco, “Caso estudo-Casal da Misarela | Julho 2020”, caracteriza-se a evolução de um incêndio em contexto real, com a apresentação da análise comparativa aos resultados de modelação da sua propagação, através da utilização do *FlamMap*.

No capítulo seis, “Conclusões”, apresentam-se as principais conclusões e implicações do trabalho que incluem uma análise comparativa entre o contexto real de um incêndio e a propagação expectável do incêndio modelado.

No capítulo sete, “Estudos Futuros”, apresenta-se uma reflexão genérica de aplicação e de investimentos futuros.

2. EVOLUÇÃO E IMPACTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS EM PORTUGAL

Tem-se vindo a assistir a investimentos crescentes e tentativas de melhoria organizacional, fundamentada sobretudo numa estratégia de prevenção baseada numa tentativa de adequação da gestão do território, associada a um combate especializado. Ainda assim, gradualmente e anualmente, tem-se verificado um aumento da área ardida no território nacional.

Tal como refere José Pereira *et al.* (2006), até 2004, a crescente ocorrência de incêndios florestais, de maior extensão e intensidade, evidenciou a necessidade de encetar esforços de reflexão, a escalas maiores de prevenção e intervenção. A gestão de recursos na prevenção e no combate, deve ser repensada e adotada uma forma de gestão mais apropriada, garantindo a minimização de efeitos adversos causados por incêndios florestais. Tendencialmente a maior parte da área ardida concentra-se num pequeno número de ocorrências significativas, sendo este número determinante para a dimensão das perdas e danos verificados num determinado ano.

Tem-se vindo a verificar que a maior dificuldade na contenção de incêndios florestais, incide no sistema de prevenção, deteção e combate.

A relação entre o número de incêndios e a área ardida varia bastante no território nacional, pressupondo-se que, transversalmente, deveria ter implicações nas políticas de prevenção e combate. (José Pereira, *et al.*, 2006).

Em parte do território, um grande número de incêndios ocorre em zonas densamente povoadas, onde a cobertura vegetal e o uso do solo são muito fragmentados e sem grandes manchas contínuas de floresta, impossibilitando a propagação de grandes incêndios. A elevada densidade populacional, ainda que origine mais ignições, permite uma maior rapidez na sua deteção, facilitando a prontidão do ataque inicial concretizada pela presença de um maior número da força operacional mais presente, os corpos de bombeiros (José Pereira, *et al.*, 2006). Em contrapartida, noutra parte do território, com números de ignições relativamente reduzidas, mas com grandes extensões de área ardida, encontram-se zonas sujeitas a forte abandono rural, despovoadas e envelhecidas, com grandes manchas contínuas de floresta.

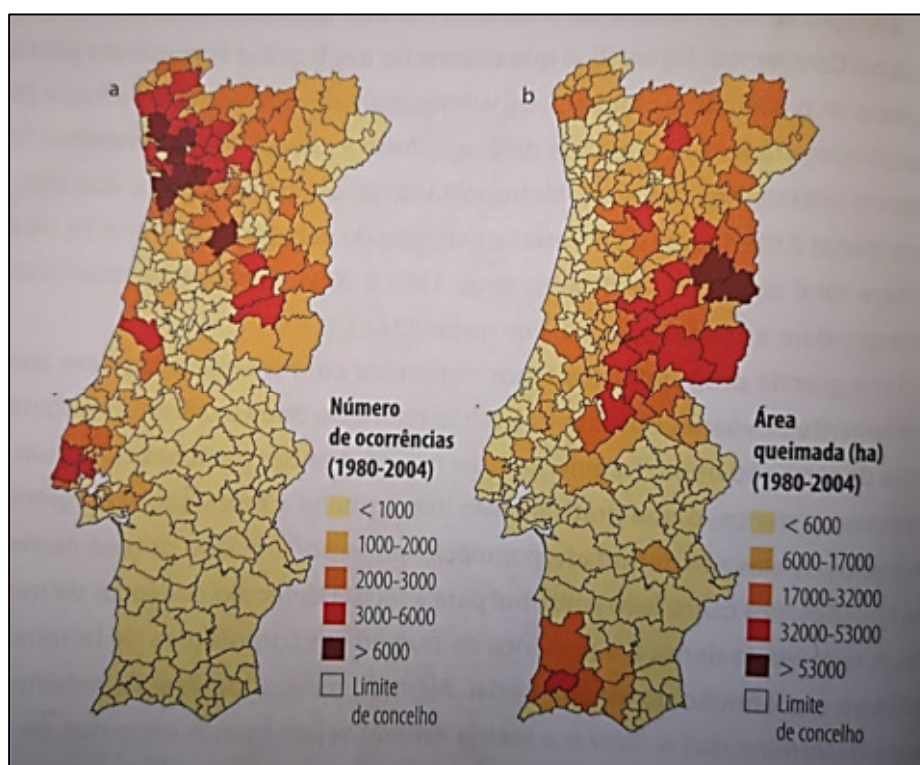


Figura 1- Estatísticas concelhias de fogos rurais (1980-2004); a) número de ocorrências; b) área queimada (ha)|

Fonte (José Pereira, *et al.*, 2006)

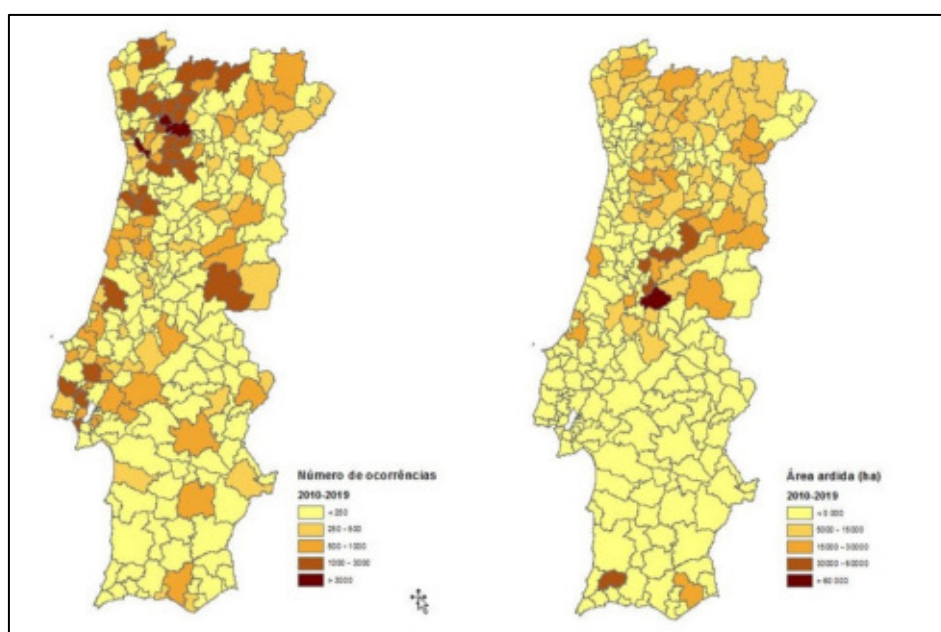


Figura 2 - Estatísticas concelhias de fogos rurais (2010-2019): número de ocorrências e área ardida (ha) | Fonte: (Dados Estatísticos, Instituto Nacional de Estatística INE; Elaboração própria)

Pode então ser desaconselhada a construção de uma reflexão baseada em valores médios nacionais, já que podem mascarar a heterogeneidade do território observável. Concluiu-se, já em 2006, que a ocorrência de grandes números de ignições, não se revestem da gravidade que frequentemente lhes é atribuída, muito por ausência de danos substanciais. A preocupação incide sobretudo nas ignições capazes de proporcionar a propagação de grandes incêndios que, ainda em menor número, determinam as maiores perdas (José Pereira, *et al.*, 2006).

Com os incêndios florestais de 2006 e em sequência aos acontecimentos relacionados com os incêndios de Pedrógão Grande e de Góis de 2017, e da análise desenvolvida pela Comissão Técnica Independente (CTI, 2017), produzida no Relatório de “*Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrógão Grande, Castanheira de Pêra, Ansião, Alvaiázere, Figueiró dos Vinhos, Arganil, Góis, Penela, Pampilhosa da Serra, Oleiros e Sertã, entre 17 e 24 de junho de 2017*”, para comparação do impacto dos incêndios foi também avaliada a evolução da área ardida, comparando os valores de 2017, com as de anos anteriores. Nessa análise concluiu-se que 2017 foi o pior ano desde que há registos, ultrapassado apenas, desde 2000, em dois anos (2003 e 2005), ainda que não evidencie na íntegra os números totais do ano de 2017, por se tratar de dados apurados até setembro de 2017.

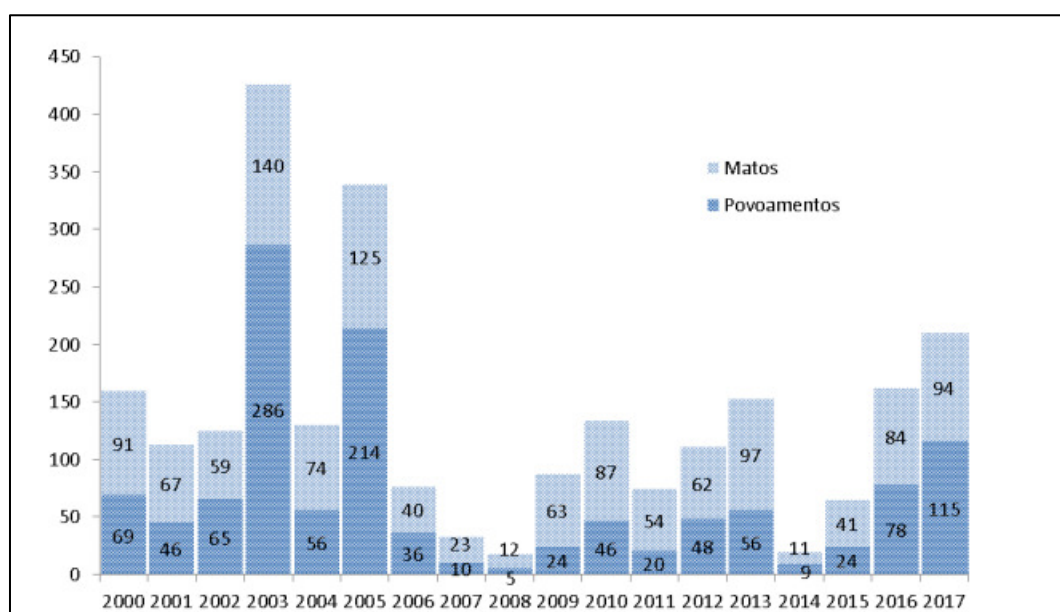


Figura 3 - A evolução das áreas ardidas (milhares de ha) em povoamentos florestais em matos desde 2000 | Fonte: (CTI, 2017)

Ainda no mesmo relatório, concluiu-se que, a tendência das designadas ocorrências significativas é preocupante, pois prevê um quadro crescentemente mais severo com todas as implicações socioeconómicas e ambientais que tal acarreta. Esta tendência não será alheia ao aumento da continuidade do espaço florestal, por diminuição das áreas afetadas a uso agrícola, à homogeneidade estrutural imposta pela ocorrência de grandes incêndios, e à dinâmica natural de acumulação de combustível permitida pela menor pressão humana.

A severidade dos incêndios depende ainda das condições meteorológicas, que podem, ou não, ser favoráveis à sua propagação.

O conhecimento e a aplicação desses fatores é, claramente relevante para a prevenção, controlo e extinção dos incêndios.

A distribuição sazonal de determinadas condições meteorológicas, tais como temperatura, humidade relativa do ar, associados a fenómenos extremos na sua frequência e duração, traduzem-se no número de dias secos e quentes, na intensidade de ondas de calor e na extensão da denominada época de incêndios. (Rita Melo e João Corte-Real, 2006).

Ainda no ano de 2017, o mais trágico de sempre, a consequência mais dramática foi o número de morte de pessoas.

As estatísticas referem-nos a existência comum aos incêndios de fatalidades humanas, como se pode verificar na figura seguinte, ainda que esta não evidencie na íntegra os números totais do ano de 2017, por se tratar de dados apurados até setembro de 2017.

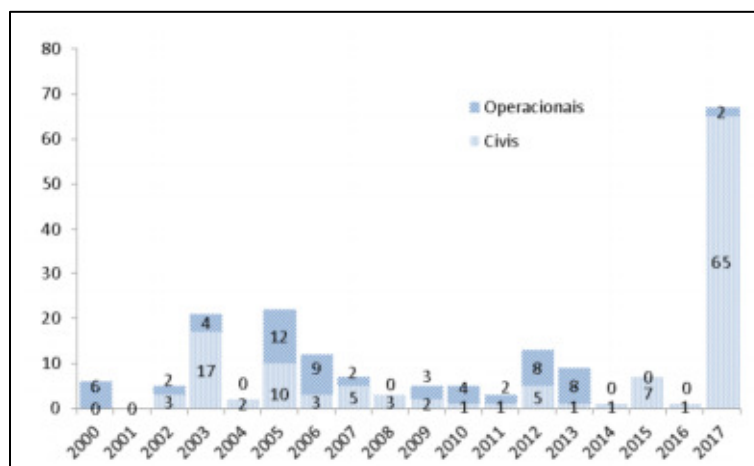


Figura 4 - Número de fatalidades de 2000 a 2017, verificando-se a situação do ano de 2017 (até 30 de setembro de 2017), com valores muito superiores aos dos anos de 2003 a 2005, em que as áreas ardidas foram muito superiores
| Fonte: (CTI,2017).

A tendência que se tem vindo a verificar, indica um crescendo mais severo, sobretudo nas implicações socioeconómicas e ambientais.

3. GESTÃO DE OPERAÇÕES E PROTOCOLOS DE MEIOS DE COMBATE

3.1 O SISTEMA INTEGRADO DE OPERAÇÕES DE PROTEÇÃO E SOCORRO (SIOPS), EM PORTUGAL

O Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro (SIOPS), regulado pelo Decreto-Lei n.º 72/2013, de 31 de maio, que procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 134/2006, de 25 de julho, estabelece um conjunto de estruturas, normas e procedimentos entre agentes de proteção civil que atuam, articuladamente, no plano operacional, sob um comando único assente em duas dimensões (coordenação institucional e comando operacional) e que visa responder a situações de iminência ou de ocorrência de um acidente grave ou catástrofe.

A coordenação institucional é assegurada a nível nacional e distrital pelos centros de coordenação operacional (CCO), respetivamente centro de coordenação operacional nacional (CCON) e centro de coordenação operacional distrital (CCOD), sendo responsáveis pela gestão da participação operacional de cada força ou serviço em todas as operações de socorro (SIOPS, 2013).

Todas as instituições representadas nos CCO dispõem de estruturas de intervenção próprias que funcionam sob a direção ou comando previstos nas respetivas leis orgânicas e a Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil dispõe de uma estrutura operacional própria, competindo-lhe, assegurar o comando operacional das operações de socorro e ainda o comando operacional integrado de todos os corpos de bombeiros de acordo com o previsto no regime jurídico dos bombeiros portugueses. (SIOPS, 2013).

3.1.1 O estado de alerta especial para o SIOPS

Quando se preveja condições de risco ou emergência, de especial relevância, são emitidos estados de alerta especial (EAE) para que as estruturas e organizações integradas no SIOPS, intensifiquem as ações e a alocação de recursos de resposta.

Compreende os níveis azul, amarelo, laranja e vermelho, consoante a gravidade da situação e a prontidão dos meios adequada ao efeito (SIOPS, 2013).

3.1.2 Os dispositivos de resposta operacional

Ao abrigo do SIOPS, são definidos e constituídos dispositivos de resposta operacional, com equipas de intervenção destinadas a uma intervenção prioritária, para fazer face a uma ocorrência ou a um conjunto de ocorrências previsíveis, sendo da competência do CCON a determinação das regras, da preparação e formação desses dispositivos.

Entre outros, o dispositivo especial de combate a incêndios rurais (DECIR) é um dispositivo, que permite garantir permanente a prioridade da intervenção terrestre e aérea nas zonas de maior risco florestal, a organização, comando e segurança dos operacionais assim como a defesa de pessoas e bens.

Decorrente da Resolução de Conselho de Ministros n.º 20/2018, de 01 de março, é criada uma diretiva única de prevenção e combate aos incêndios rurais, que visa estabelecer a coordenação do dispositivo operacional terrestre e aéreo, em função do índice de risco, que garante uma resposta adequada ao grau de gravidade e à probabilidade de ocorrência de incêndios em determinados períodos de perigo, designada de diretiva operacional nacional n.º 2 (DON) que estabelece o dispositivo especial de combate a incêndios rurais (DECIR), aplicável a todo o território continental.

Conforme disposto na diretiva operacional nacional n.º 2, *“O DECIR organiza-se e funciona de forma permanente, sendo reforçado, em conformidade com os níveis de empenhamento operacional em função dos níveis de probabilidade de ocorrência de incêndios rurais e do estado de alerta do SIOPS ativado – estado normal (monitorização) ou Estado de Alerta Especial (EAE) “.*

Tabela 1 – Tabela de níveis de empenhamento operacional | Fonte: (DON2, 2020)

NÍVEIS DE EMPENHAMENTO OPERACIONAL	PERÍODO
PERMANENTE – NÍVEL I	De 01 janeiro a 14 maio
REFORÇADO – NÍVEL II	De 15 maio a 31 maio
REFORÇADO – NÍVEL III	De 01 junho a 30 junho
REFORÇADO – NÍVEL IV	De 01 julho a 30 setembro
REFORÇADO – NÍVEL III	De 01 outubro a 15 de outubro
REFORÇADO – NÍVEL II	De 16 outubro a 31 outubro
PERMANENTE – NÍVEL I	De 01 novembro a 31 dezembro

O DECIR contempla várias ações operacionais e as respetivas forças, organizações e entidades:

- Antecipação (estrutura de apoio à decisão, prevendo mecanismos de interpretação meteorológica e aviso às populações, ações de vigilância e pré-posicionamentos de meios em função do histórico de ocorrências e da evolução dos níveis de risco de incêndio rural).
- Ataque inicial (ATI), (intervenção organizada e integrada, sustentada por um despacho de meios aéreos e terrestres, em triangulação, até dois minutos depois de confirmada a localização do incêndio).
- Ataque ampliado (ATA), (atingidos os 90 minutos de intervenção após o ATI o incêndio não tenha sido dominado ou, antes do limite dos 90 minutos, caso o COS assim o determine, perante a evolução do incêndio).
- Reforço de meios (meios intradistritais, meios interdistritais e cooperação de outros organismos ou instituições nacionais e estrangeiras).
- Rescaldo (eliminação da combustão viva e isolar material em combustão lenta, prioritariamente com ferramentas manuais, tratores agrícolas e máquinas de rasto).
- Extinção (todos os focos de combustão extintos, declarado pelo Comandante de Operações de Socorro (COS) após verificação de todos os sectores e perímetro do incêndio).
- Vigilância ativa (Equipas e meios de vigilância para evitar que surjam reacendimentos).

3.2 O SISTEMA DE GESTÃO DE OPERAÇÕES (SGO)

A organização da resposta operacional a uma ocorrência de qualquer natureza e que inclui os incêndios florestais, é estabelecida através um conjunto de estruturas, normas e procedimentos que asseguram a atuação de todos os agentes de proteção civil, de acordo com a importância, o tipo de ocorrência e a sua evolução, regulada e definida pelo Sistema de Gestão de Operações (SGO, 2018).

Pretende-se, de uma forma articulada que num teatro de operações (TO) seja organizada a intervenção, a gestão dos meios, a comunicação e planeada a antecipação da evolução de cada ocorrência. Através de uma configuração modelar e evolutiva os vários agentes e entidades dinamizam implementa uma reposta global em função da importância da ocorrência, o tipo e a sua evolução.

O Sistema de Gestão de Operações (SGO) configura-se nos níveis estratégico que assegura a gestão de operação: tático em que se dirigem as atividades operacionais e manobra onde essas atividades se executam.

Na gestão da operação, assegurada no nível estratégico, é concretizada a elaboração e permanente atualização de um plano estratégico de ação (PEA), a previsão e planeamento de resultados, a fixação de objetivos específicos, a identificação das necessidades e o planeamento logístico global da operação. O PEA é *“um conjunto de ações que evoluem num determinado enquadramento, com o objetivo de antever a evolução da ocorrência e antecipar e maximizar oportunidades, conduzir as forças na execução e conduta da operação e identificar as medidas de comando e controlo necessárias para a concretização dos objetivos.”* (SGO, 2018).



Figura 5 - Configuração dos níveis do sistema geral de operações (SGO)

O comandante das operações de socorro (COS) é o responsável por toda a operação que comanda, *"dotado de autoridade para atribuir missões operacionais, articular as forças que lhe forem atribuídas, dirigir e regular aspetos logísticos de interesse imediato para as operações, bem como gerir a informação operacional."* (SGO, 2018), sendo apoiado na tomada de decisões pelo órgão diretor das operações, implementado no local da ocorrência e designado por posto de comando operacional (PCO). As decisões são diretamente influenciadas pelos meios disponíveis para a intervenção e pela previsão do potencial dos danos.

"O PCO é constituído pelas células de planeamento, de operações e de logística, cada uma com um responsável nomeado pelo COS" (SGO, 2018). As células são conduzidas pelo COS que nomeia um responsável para cada uma das células, designados, respetivamente, por oficial de planeamento, oficial de operações e oficial de logística. A sua dinâmica e crescimento, evolui de acordo com a ocorrência e por conseguinte, com as necessidades de resposta operacional, podendo ainda ser integrados núcleos específicos. No SGO essa evolução é tipificada por fases (I, II, III, IV...) adequando a organização às necessidades e sustentação da operação, incrementando, proporcionalmente, núcleos, áreas, ferramentas e equipas.

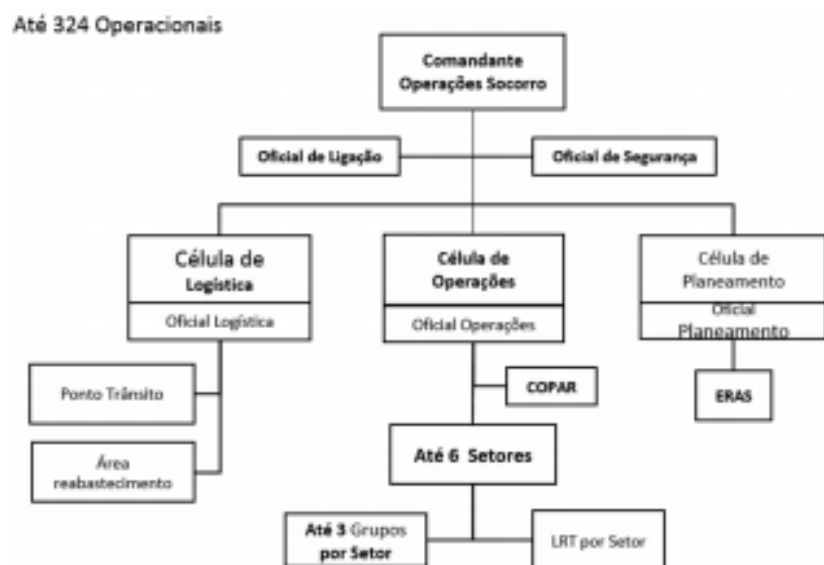


Figura 6- Esquema do organograma de referência do SGO para a Fase III | Fonte: SGO,2018

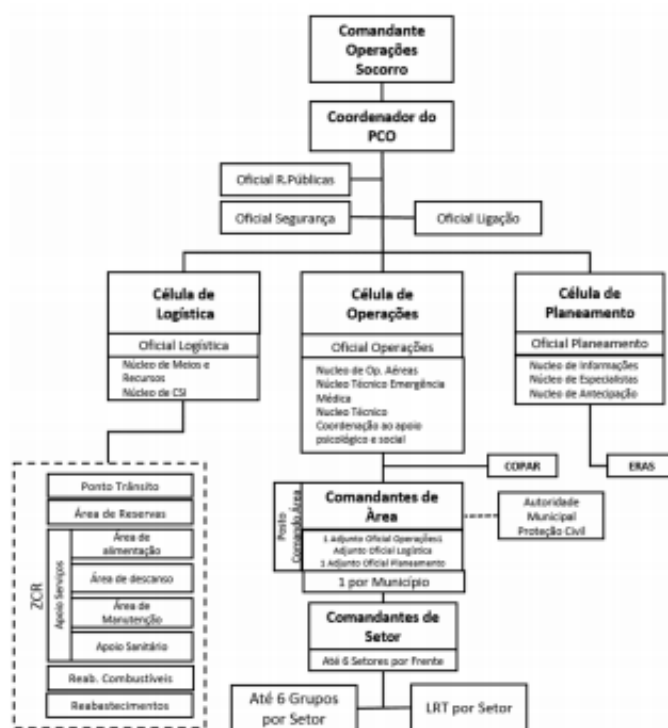


Figura 7 – Esquema do organograma de referência do SGO para a Fase VI | Fonte: SGO, 2018

3.2.1 A célula de planeamento (CEPLAN)

Perante a organização instituída e implementada pelo SGO importa, neste trabalho, conhecer as células em que incidem e recaem as necessidades de utilizar as ferramentas de apoio à decisão.

A célula de planeamento (CEPLAN) tem como principais missões, a recolha, avaliação, processamento e difusão das informações necessárias ao processo de decisão do COS, sendo-lhe atribuídas as tarefas de ativar os núcleos de informações, de antecipação e de especialistas em função da natureza e desenvolvimento da ocorrência, elaborar propostas de modalidades de ação e avaliar as necessidades de evacuações, face aos cenários previsíveis.

É nesta célula que deverá ser recolhida, avaliada, processada e difundida a informação para a tomada de decisão. Compete-lhe ainda a elaboração e análise de risco da operação, a antecipação da necessidade de meios e recursos de reforço e/ou especializados e a elaboração de cenários previsíveis para o desenvolvimento do sinistro.

4. SIMULAÇÃO DE PROPAGAÇÃO E SUA APLICAÇÃO

Os grandes incêndios florestais são um fenómeno que afetam um grande número de pessoas e bens, numa extensiva área. Têm uma característica específica que influencia o seu comportamento: depende do que encontra e onde encontra e dessas interseções caracterizadas pela disposição espacial da paisagem. É por isso importante, estudar o comportamento do fogo (expectável) e a sua evolução perante determinadas condições meteorológicas e de humidade dos combustíveis florestais.

Existem vários modelos, ferramentas, métodos de análise e simuladores do comportamento propagação dos incêndios, utilizados como ferramenta de apoio à decisão.

“A modelação é uma simplificação ou aproximação da realidade e, portanto, não refletirá toda a realidade” (Burnham e Anderson *et al.*, 1998).

Compete ao utilizador, selecionar a ferramenta mais adequada, interpretar os seus resultados, conhecer as suas limitações e determinar a sua utilidade ao momento certo, consciente de que um modelo é uma ferramenta de suporte à decisão e não uma ferramenta decisora.

Concluiu-se assim que uma análise espacial de um incêndio deve partilhar uma base comum: meteorologia, combustível e topografia.

Um dos desideratos de quantos estudam os incêndios, seja a capacidade de modelação e de previsão do seu comportamento, tendo obviamente as suas vantagens, na altura de decidir as medidas de prevenção a adotar, face a cenários possíveis, permitindo planejar antecipadamente as ações de combate de forma a localizar os recursos disponíveis de modo mais racional e seguro (Viegas, 2006).

4.1 SIMULADORES E SOFTWARES DE PROPAGAÇÃO

Keane *et al.* (2000), e a sua equipa de investigadores do Rocky Mountain Research Station, do United States Forest Service, desenvolvem há longos anos uma investigação de extrema importância no desenvolvimento de metodologias e Software para a simulação da propagação de incêndios florestais. Em 2000 começaram por fazer um

mapeamento de vegetação e combustíveis na floresta nacional de Gila, no Novo México. As camadas (*layers*) de dados espaciais de combustíveis exigidas pelo crescimento espacial do fogo explícito modelo *Farsite*, foram desenvolvidas para todas as áreas dentro e ao redor da Floresta Nacional de Gila em Novo México. Imagens de satélite, modelação de terreno e simulação biofísica foram usadas para criar as três camadas de dados espaciais de vegetação, de configurações biofísicas, tipo de cobertura e estágio estrutural. Modelos de combustível e de comportamento de fogo necessários para *Farsite*, foram atribuídos a combinações de categorias em mapas desenvolvidos a partir de amostras de dados de campo e também de estimativas de gestores locais, ecologistas e especialistas em recursos florestais.

Cover type code	Cover type name	Description	Mapped percent GNFC landscape (%)
100	Water	lakes, ponds, reservoirs	0.1
201	Rock	rock, gravel, scree	17.0
202	Barren Ground	dominated by bare soil with <10% vegetation cover	12.3
203	Mine-Quarry	mines, quarries, tailing piles	0.4
205	Urban	urban and urban-interface areas	0.2
310	Herblands	grass and/or forb dominated communities	23.0
321	Xeric Shrublands	desert scrub, mountain mahogany or other communities dominated by sclerophyllous shrubs	6.0
322	Mesic Shrublands	riparian shrub(willows) or high elevation deciduous shrub communities	0.9
401	Broadleaf Riparian Forest	cottonwood, alder, boxelder, sycamore or other broadleaf riparian communities	1.0
402	Broadleaf/Conifer Forest	ponderosa pine mixed with broadleaf riparian trees or aspen mixed with conifers	0.7
403	Conifer-Gambel Oak Forest	conifers mixed with gambel oak	1.5
404	Conifer Forest-Woodland Mix	ponderosa pine and/or Douglas-fir mixed with pinyon, juniper and/or evergreen oaks	2.2
405	Mixed Woodland	pinyon and/or junipers mixed with evergreen oaks	3.9
406	Mesic Mixed Conifer	stands dominated by white fir and/or blue spruce usually mixed with other conifers	3.4
407	Xeric Mixed Conifer	stands dominated by mix of ponderosa pine, douglas-fir and/or southwestern white pine	2.6
410	Aspen	stands dominated by aspen	0.2
411	Gambel Oak	stands dominated by gambel oak	0.3
412	Juniper	juniper dominated communities	5.0
413	Pinyon	pinyon dominated communities	6.2
414	Evergreen Oak	Emory, gray, netleaf and/or silverleaf oaks	3.4
415	Ponderosa Pine	stands dominated by ponderosa pine	5.7
416	Douglas-fir	stands dominated by douglas-fir	0.5
421	Pinyon-Juniper	pinyon mixed with any species of juniper	3.0
424	Spruce-Fir	stands dominated by subalpine fir and/or Engelmann spruce	0.3

Figura 8 - Tipos de cobertura vegetal da Floresta Nacional de Gila usados no estudo| Fonte: (Keane *et al.*, 2000)

Os mapas de combustíveis são usados para simular a propagação de incêndios na Floresta Nacional de Gila com o *Farsite*, auxiliando gestores no planejamento e alocação de recursos para gestão do fogo. Uma extensa avaliação de precisão de todos os mapas

indicou uma razoável precisão para os combustíveis de superfície e de copas. Esta metodologia foi projetada para ser replicada para outras áreas do oeste dos Estados Unidos.

Em 2006, Mark Finney fez uma análise das capacidades de simulação de incêndios florestais do *FlamMap*. Trabalhou com a versão 3.0 do *FlamMap*, e identificou os principais recursos do programa:

- Determinação do comportamento do fogo de superfície e de copas, tendo em conta as humidades dos combustíveis finos mortos;
- Simulação da evolução do incêndio para condições constantes, usando o algoritmo do mínimo tempo de viagem (MTT);
- Modelação da otimização do tratamento de combustível (TOM), para retardar o crescimento de grandes incêndios.

Estes recursos básicos são úteis para caracterizar o perigo de combustível ou o comportamento potencial sob condições específicas ambientais. Novos recursos de MTT e TOM têm potencial para a análise do movimento do incêndio e tratamento de interações de combustíveis.

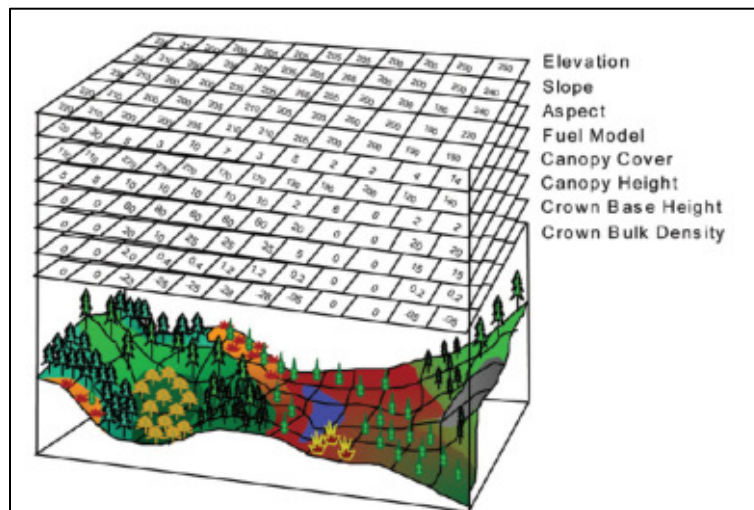


Figura 9- Dados de input para a criação de uma landscape no programa FlamMap |Fonte: (Finney,2006)

A Figura 9 mostra os várias *layers* que são necessários para a construção do ficheiro “*landscape*”, que conta com os seguintes dados: Topografia (elevação, inclinação, exposição), modelos de combustível e de comportamento de fogo, tipo de coberto vegetal, altura do leito, altura da base das copas, densidade das copas.

Os resultados básicos do comportamento do fogo são gerados em formato *raster* para o fogo de superfície e para o fogo de copas. Eles podem ser exibidos e exportados em diferentes formatos de imagem, conforme se mostra na Figura 10. Pode também ser configurada uma saída de resultados combinada, com a exibição de vetores de propagação que mostram a taxa de propagação e a direção de máxima propagação.

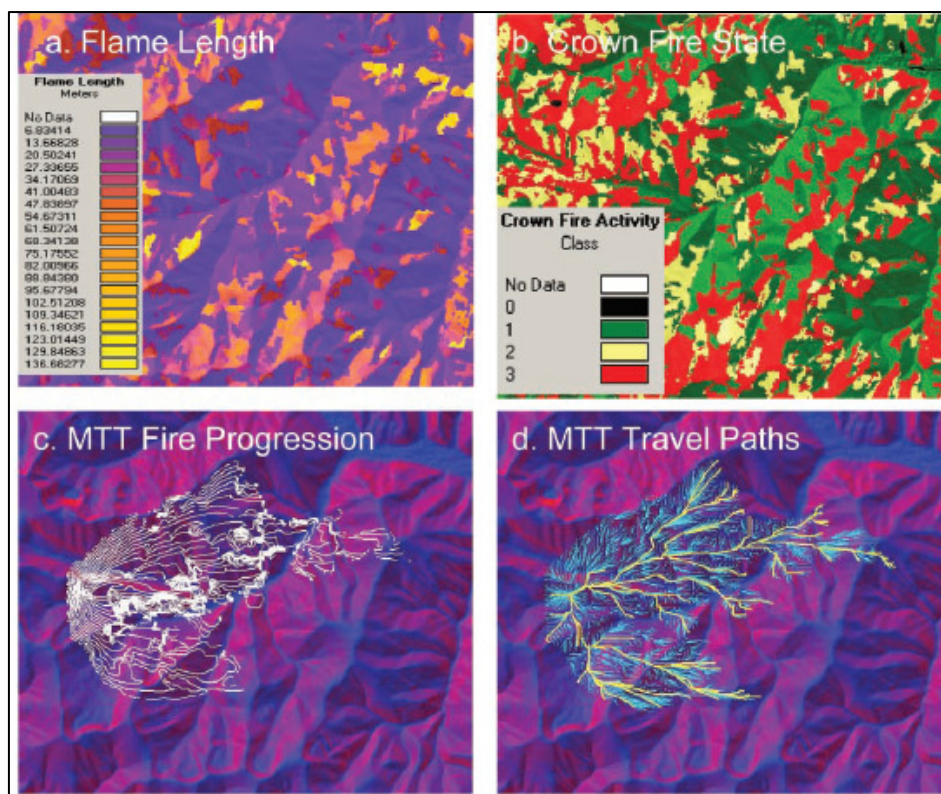


Figura 10 - Exemplos de outputs do programa *FlamMap*: comprimento de chama, atividade do incêndio de copas, progressão do incêndio e caminhos preferenciais do incêndio (Finney, 2006)

Andrews, em 2007, do US Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Missoula, Montana, apresentou um estudo sobre modelação de incêndios florestais com o software *BehavePlus*. Neste trabalho avaliou o passado, o presente e o futuro da utilização da ferramenta *BehavePlus*, à data de 2007.

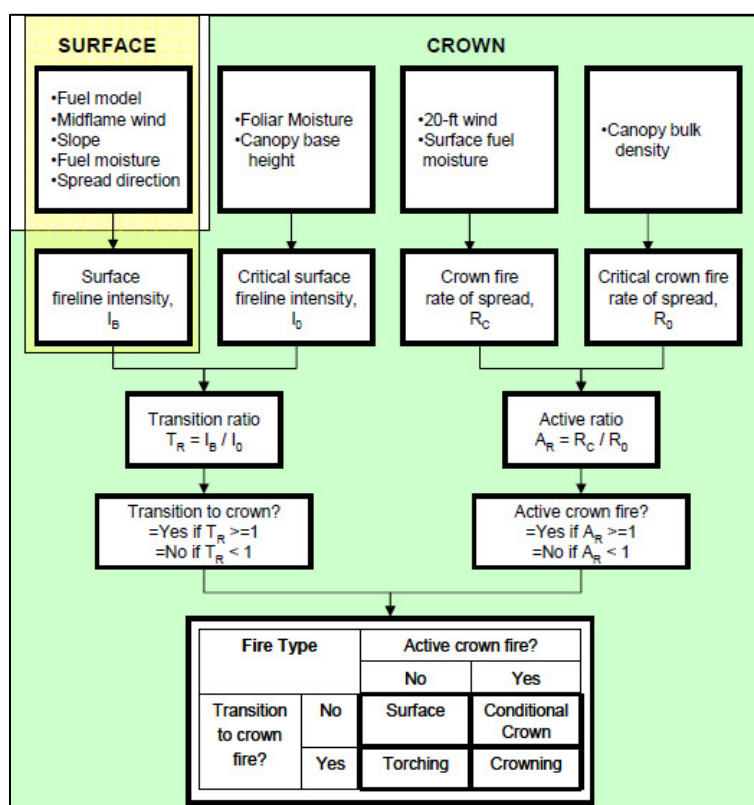


Figura 11 - Fluxo de informação do módulo *CROWN*, do programa *BehavePlus* | Fonte: (Andrews, 2007)

O principal objetivo do trabalho, foi analisar as capacidades do software *BehavePlus*, para a introdução de mais informação, designadamente relativa a modelos de combustíveis, dados sobre as copas, topografia e dados sobre a meteorologia (ver Figura 11). Este trabalho teve uma grande importância na criação de software como o *FlamMap* e o *Farsite*, que surgiram como um desenvolvimento com maiores capacidades gráficas e de introdução de dados, com origem no *BehavePlus*.

Forghani *et al.*, 2007, do Australian Centre for Remote Sensing (ACRES), em conjunto com a Universidade da Califórnia e o Missoula Fire Sciences Laboratory, dos Estados Unidos, realizaram um estudo sobre o uso de simulações de propagação de incêndios com o *FlamMap* e o *Farsite*. Neste trabalho de investigação, fizeram um estudo sobre a aplicação e as limitações dos dois programas de simulação. Utilizaram informação sobre modelos de combustíveis obtidos de imagens de satélite, e modelos digitais do terreno construídos especificamente para o estudo.

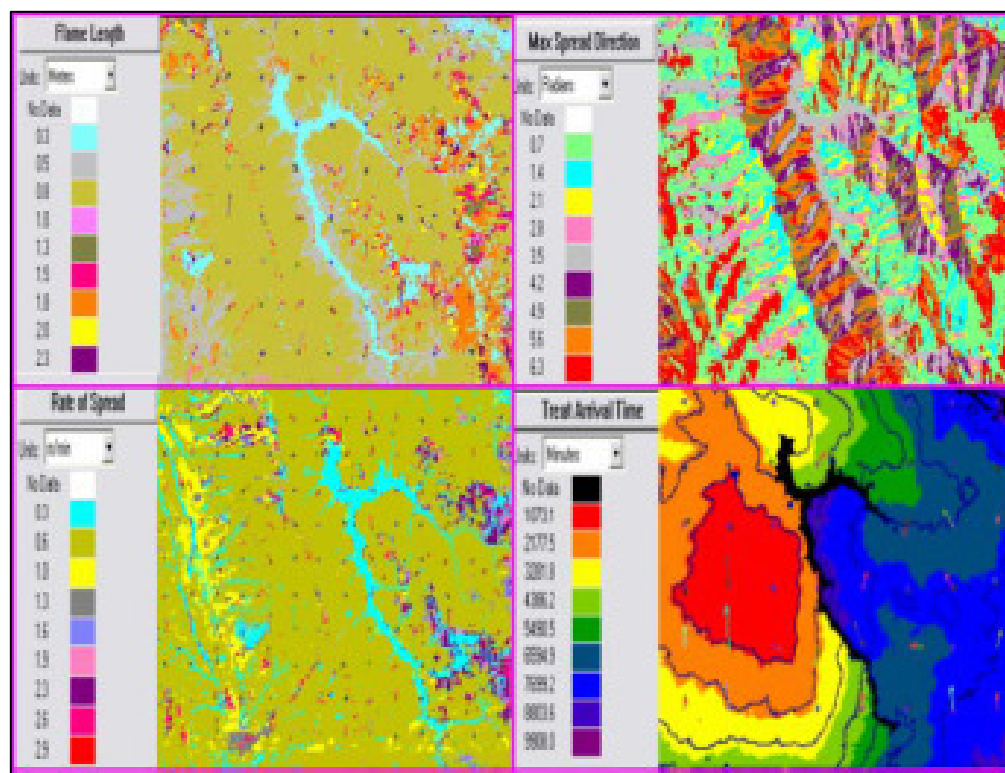


Figura 12 - Resultados do *Flammap* de comprimento de chama, taxa de propagação, direção de máxima propagação, e tempos de chegada (Forghani *et al.*, 2007)

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar as capacidades das tecnologias de simulação de incêndios para a previsão da evolução e da propagação dos incêndios florestais, com base em diferentes condições de topografia, meteorologia e condições do combustível (ver exemplos de resultados das simulações na Figura 12). De realçar que neste estudo, é referido pelos autores não ter sido possível uma calibração dos modelos envolvendo uma comparação da evolução do incêndio prevista e observada num incêndio real, devido à falta de dados reais de incêndios, o que é uma lacuna considerável do trabalho.

Finney et al. (2011), apresentaram um método inovador com um sistema de simulação de incêndios florestais que tem em conta a incerteza de longo-prazo na variação das condições meteorológicas. Este trabalho teve uma particular preocupação de calibração, com a comparação de resultados de 91 incêndios que ocorreram entre 2007 e 2009 nos Estados Unidos da América. Neste trabalho, concluíram que a metodologia utilizada oferece grande capacidade para análise de risco de incêndios florestais. O método permite em função da probabilidade de ocorrência de diferentes valores de humidade do

ambiente e dos combustíveis, avaliar as zonas que podem ser mais fustigadas pelos incêndios florestais (ver exemplos de resultados das simulações na Figura 13). Os autores referem que a comparação com os 91 incêndios reais analisados, mostrou boa correlação de resultados.

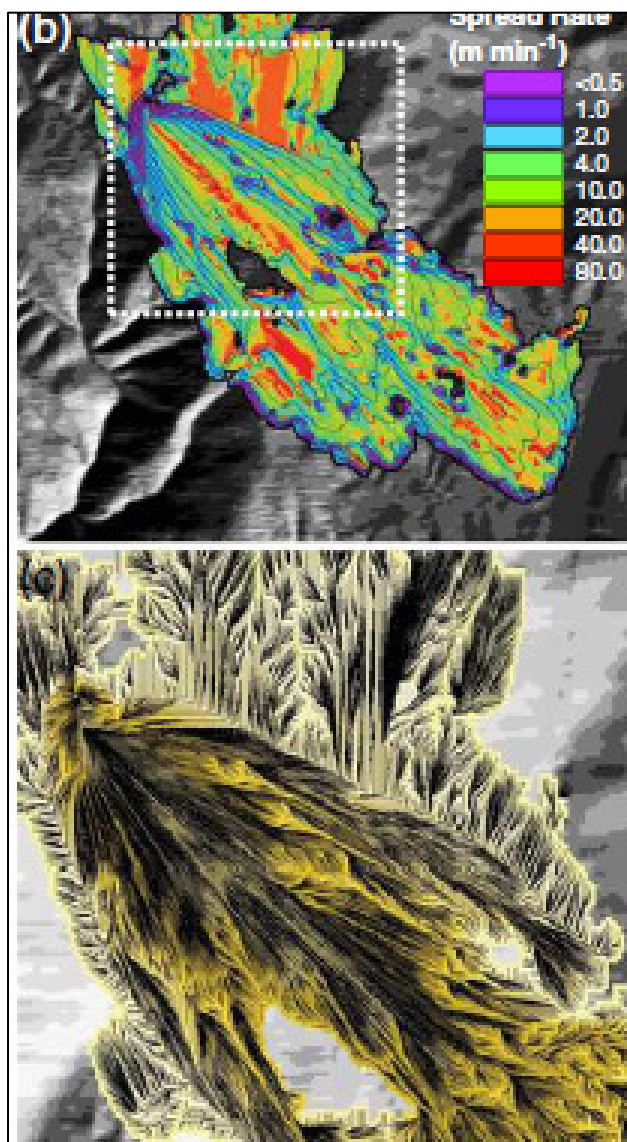


Figura 13 - Demonstrações de variação da taxa de propagação do incêndio, em função da variação das condições meteorológicas locais (Finney *et al.*, 2011)

Platt *et al.*(2011) realizaram uma modelação de incêndios na interface urbano-florestal, com especial incidência no potencial dos incêndios rurais nas parcelas residenciais. O caso de estudo centrou-se na zona norte-centro do Colorado, nos Estados Unidos da

América. Para a realização deste estudo, os autores desenvolveram modelos de propagação de incêndios florestais com o software *FlamMap*, utilizando modelos de combustível, com recurso a imagens de satélite. Os resultados obtidos mostraram que os modelos de potencial de incêndio permitiram avaliar a perigosidade de construção em lotes na IUF, partindo da intensidade da linha de fogo e da atividade do fogo de copas. Neste estudo, foi também avaliada a adequabilidade dos regulamentos que regulam o zonamento da construção em zonas rurais. Foi realçado o interesse a aplicabilidade deste estudo a outras zonas, com o objetivo de avaliar a possibilidade de construções novas em parcelas localizadas na interface urbano-florestal.

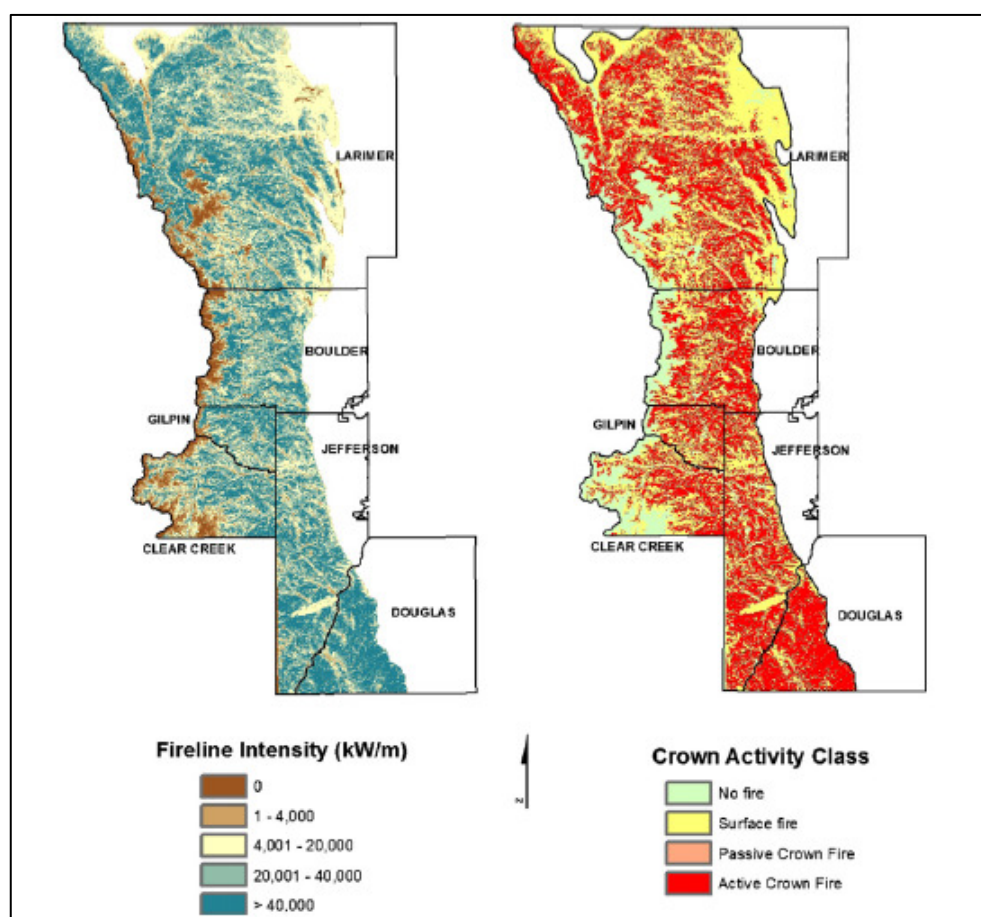


Figura 14 - Potencial de incêndio florestal na zona norte-central do Colorado, sob extremas condições de combustível e ventos instantâneos de 74 km/h (Yavuz *et al.*, 2018).

Em 2018, na Universidade de Kastamonu, na Turquia, Yavuz *et al.* (2018), apresentou um estudo sobre o comportamento de incêndios florestais na zona Oeste da Turquia. Neste trabalho, foi feita uma análise da propagação de incêndios para diferentes situações de combustíveis, humidade dos combustíveis, declives, velocidade e rumo do

vento. Os parâmetros mais relevantes para o estudo foram a intensidade da frente de chama, velocidade de propagação e o comprimento da chama. Foi possível quantificar que percentagem da região apresentou baixa, moderada ou elevada taxa de propagação do incêndio.

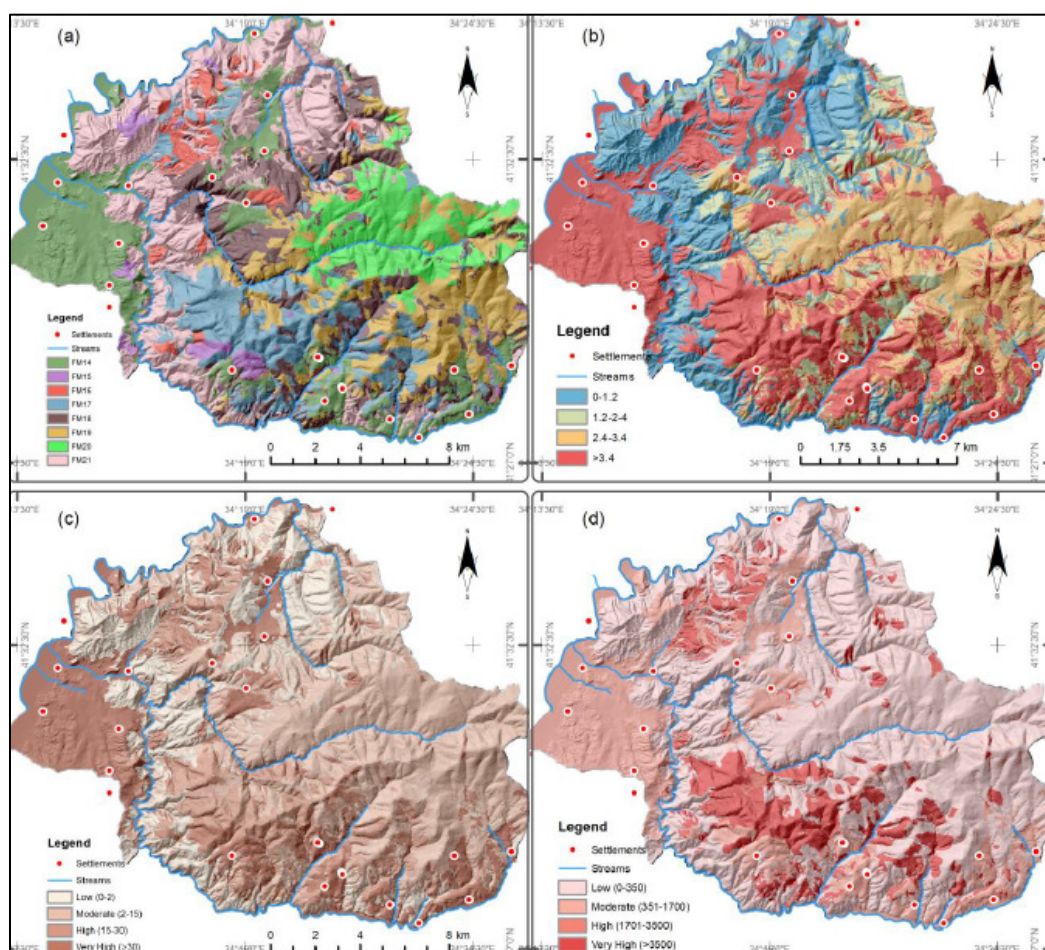


Figura 15 - Resultados do Flammap para o Distrito Bayam, Turquia: a) Mapa de tipo de combustível, b) Mapa de comprimento de chama, c) Mapa de velocidade de propagação, d) Mapa de intensidade de linha de fogo (Yavuz *et al.*, 2018).

Mais recentemente, em 2019, Alcasena *et al.*, da Universidade de Lérida, em Espanha, em conjunto com vários investigadores da Oregon State University e da Universidade da Catalunha, desenvolveram uma abordagem holística e de longo prazo, com base em mapas de prioridades para implementação de diversas opções de gestão destinadas a criar paisagens resilientes ao fogo. O estudo foi desenvolvido para zona da Catalunha, no nordeste de Espanha. Neste estudo usaram métodos avançados de simulação de incêndios florestais, e com esses resultados construíram mapas de uso do solo, para

priorizar diferentes combustíveis e gestão da ocupação do solo a nível municipal. A figura seguinte mostra um exemplo dos resultados obtidos.

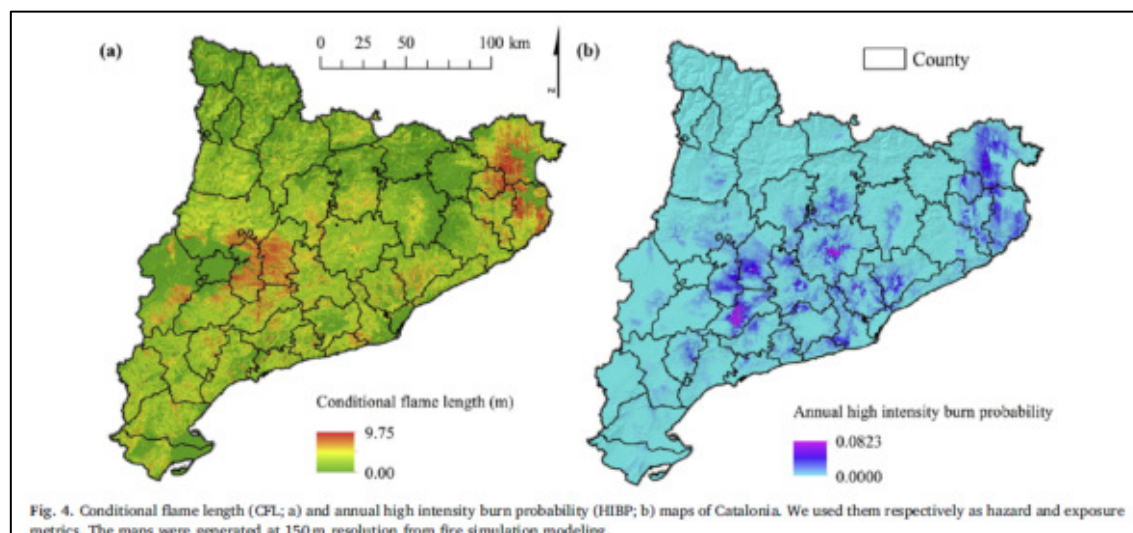


Figura 16 - Mapeamento de resultados de comprimento de chama e probabilidade de elevada intensidade de queima (Alcasena *et al.*, 2019)

4.2 O SOFTWARE, *FLAMMAP*

FlamMap é um software de análise de incêndios que funciona num ambiente de sistema operacional *Windows*. Tem a capacidade de simular as características do comportamento potencial do fogo (taxa de propagação, comprimento da chama, intensidade da linha de fogo, etc.), crescimento e propagação do fogo e probabilidades de queima condicional sob condições ambientais constantes (meteorologia e humidade do combustível). Com a inclusão do *Farsite*, agora pode calcular o crescimento e o comportamento do incêndio florestal por períodos mais longos sob condições heterogêneas de terreno, combustíveis, humidade do combustível e meteorologia.

4.2.1 Princípios Base Modelos e métodos de calculo

O sistema de mapeamento e análise de fogo *FlamMap* (Finney, 2006) descreve o comportamento potencial do fogo para condições ambientais constantes (meteorologia e humidade do combustível). O comportamento do fogo é calculado para cada pixel no

arquivo de paisagem de forma independente. Os cálculos do comportamento potencial do fogo incluem propagação do fogo na superfície, comprimento da chama, tipo de atividade do fogo de copas, ignição do fogo das copas e propagação do fogo das copas, humidade de combustível morto e condicionamento de combustíveis mortos em cada pixel com base na inclinação, sombreamento, elevação, exposição e meteorologia. Com a inclusão no *Farsite*, o *FlamMap* agora pode calcular o crescimento e o comportamento do incêndio com sequências detalhadas das condições meteorológicas.

4.2.2 Modelos e métodos de calculo

O sistema de mapeamento e análise de incêndio *FlamMap* inclui *Farsite* (Finney 1998, 2004) e *FlamMap* BASIC (Finney, 2006), Tempo Mínimo de Viagem (MTT, Finney, 2002, 2006), Modelo de Otimização de Tratamento (Finney, 2001, 2006, 2007) e Probabilidade de Queima Condicional (Finney, 2005, 2006). Ele incorpora os seguintes modelos de comportamento ao fogo e métodos de cálculo:

- Modelo de propagação de fogo de superfície de Rothermel (1972)
- Modelo de iniciação do fogo de copa de Van Wagner (1977)
- Modelo de propagação do fogo de copa de Rothermel (1991)
- Modelo de localização de Albini (1979)
- Método de cálculo do fogo de copas de Finney (1998) ou Scott e Reinhardt (2001)
- Modelo de humidade dos combustíveis finos mortos de Nelson (2000) que permite o condicionamento de combustíveis mortos em cada pixel com base na inclinação, sombreamento, elevação, exposição e meteorologia.

Como as condições ambientais permanecem constantes ao usar *FlamMap*, MTT, Burn Probability e TOM, este não simulará variações temporais no comportamento do fogo causadas pela meteorologia e flutuações diurnas como o *Farsite*, nem exibirá variações espaciais causadas pelo comportamento do fogo de cauda ou de flanco. Essas limitações precisam ser consideradas ao visualizar a saída do *FlamMap* usando esses modelos num sentido absoluto e não relativo. No entanto, essas saídas são adequadas para comparações de nível de paisagem da eficácia do tratamento de combustível uma

vez que combustível é a única variável que muda. Resultados e comparações podem ser usadas para identificar combinações de combustível perigoso e topografia, ajudando a priorizar os tratamentos de combustível.

O software *FlamMap* cria uma variedade de mapas vetoriais e *raster* de características potenciais do comportamento do fogo (por exemplo, velocidade de propagação, comprimento da chama, atividade do fogo de copas) e condições ambientais (humidade de combustível morto, velocidades de vento a meia altura de chama e irradiação solar) sobre um paisagem inteira ou para aplicações de modelagem específicas, esses mesmos resultados são limitados à pegada de simulação (MTT e *Farsite*). Esses mapas *raster* podem ser visualizados no *FlamMap* ou exportados para uso num Sistema de Informação Geográfica ou formato de imagem.

O software *FlamMap* também cria uma variedade de saídas vetoriais específicas para cada sistema de modelação dentro do aplicativo. Vetores de vento são produzidos quando o *WindNinja* é usado no aplicativo e informações sobre localização (formato tabular e *shapefile*) também são criadas. MTT cria caminhos de fluxo MTT e contornos de chegada MTT. No *Farsite*, podem ser produzidos vetores de vento e propagação, bem como perímetros de contorno para vários intervalos de tempo.

Para se criarem modelos de simulação são necessários dados geoespaciais da paisagem.

O programa *FlamMap* requer oito camadas de dados geoespaciais para criar um arquivo de paisagem válido (.LCP):

- Topográfico (elevação, inclinação, exposição)
- Modelos de combustível
- Cobertura de copas
- Altura das copas
- Altura da base das copas
- Densidade das copas

O *FlamMap* requer ainda, informações sobre humidade de combustível vivo e morto, informações meteorológicas. O *WindNinja* foi incorporado ao *FlamMap*, permitindo o uso

de informações de intensidade de vento geradas dentro do programa para qualquer simulação.

4.2.3 Motivação da escolha: A sua utilização como ferramenta de apoio à decisão

O *FlamMap*, através do cálculo da velocidade de propagação, comprimento de chama e intensidade da chama, simula o potencial comportamento do fogo e a probabilidade da sua propagação, sob determinadas condições meteorológicas, tendo em conta a humidade dos combustíveis.

A utilização do *Flammap*, permite conjugar os fatores de risco, as interações entre estes e o incêndio, e determinar as características e o seu comportamento num determinado local e num determinado momento.

Para além da pretensão de consolidar conhecimentos na preparação e planeamento da resposta aos incêndios florestais, pretende-se ainda abordar a modelação como ferramenta de apoio à decisão, nos teatros de operações, avaliando os resultados obtidos através da simulação de propagação de um incêndio e apurando a sua proximidade ao contexto real de um incêndio.

As duas abordagens, deverão, por fim, permitir avaliar a sua aplicabilidade e efeito no despacho de meios operacionais para os quais podem resultar melhorias na definição dos protocolos existentes que caracterizam o combate a incêndios.

5. CASO ESTUDO – CASAL DA MISARELA |JULHO2020

5.1 ENQUADRAMENTO

No presente capítulo, caracteriza-se a evolução do incêndio em contexto real, tendo por base a fita de tempo respetiva, bem como a visualização e acompanhamento in loco da ocorrência. É relacionada a análise pretendida, demonstrando o efeito do combate dos meios empenhados comparativamente aos resultados da modelação da propagação com recurso ao *FlamMap*.

5.2 METODOLOGIA APLICADA

Contextualizado, em primeiro lugar o incêndio na data, hora e condições do local, são posteriormente, apresentados os resultados do comportamento do fogo, com recurso ao *FlamMap*, considerando os dados introduzidos dos modelos de gestão de combustíveis, o teor de humidade dos combustíveis e as condições meteorológicas.

Após a ocorrência, são repartidas, em intervalos de tempo (10 min), nos quais serão descritas as ações dos meios terrestres e aéreos, acompanhando a sua(eventual) eficácia, através dos resultados da simulação por modelação.

5.3 O CONTEXTO DO INCÊNDIO

5.3.1 O início e alerta do incêndio

O incêndio identificado como “*Casal da Misarela*”, foi selecionado para o caso prático para uma análise mais detalhada, atendendo a que é conhecido o contexto em que ocorreu, as condições da sua ocorrência, desde a sua origem até à sua conclusão, bem como todas as ações de combate, nomeadamente meios e recursos empenhados. O caso selecionado ocorreu em contexto real.

Este incêndio, ocorreu em 22 de julho de 2020, próximo do lugar de Casal da Misarela, Freguesia de Torres de Mondego, no concelho de Coimbra.

O alerta para o incêndio foi dado por populares por volta das 17h58m sendo a sua localização direcionada para o concelho de Penacova. Durante o despacho de meios, foram ainda recebidos vários alertas de populares, que direcionavam a sua localização para o concelho de Coimbra.

Quando a primeira equipa (Corpo de Bombeiros de Penacova) chega ao local, confirma a localização do incêndio no concelho de Coimbra.

Para efeitos de modelação, foi considerada a hora e coordenada geográfica do ponto de ignição:

- Coordenadas: N -8,341495; W 40,218981;
- Hora de início: 17h56 m (2 minutos antes do alerta).

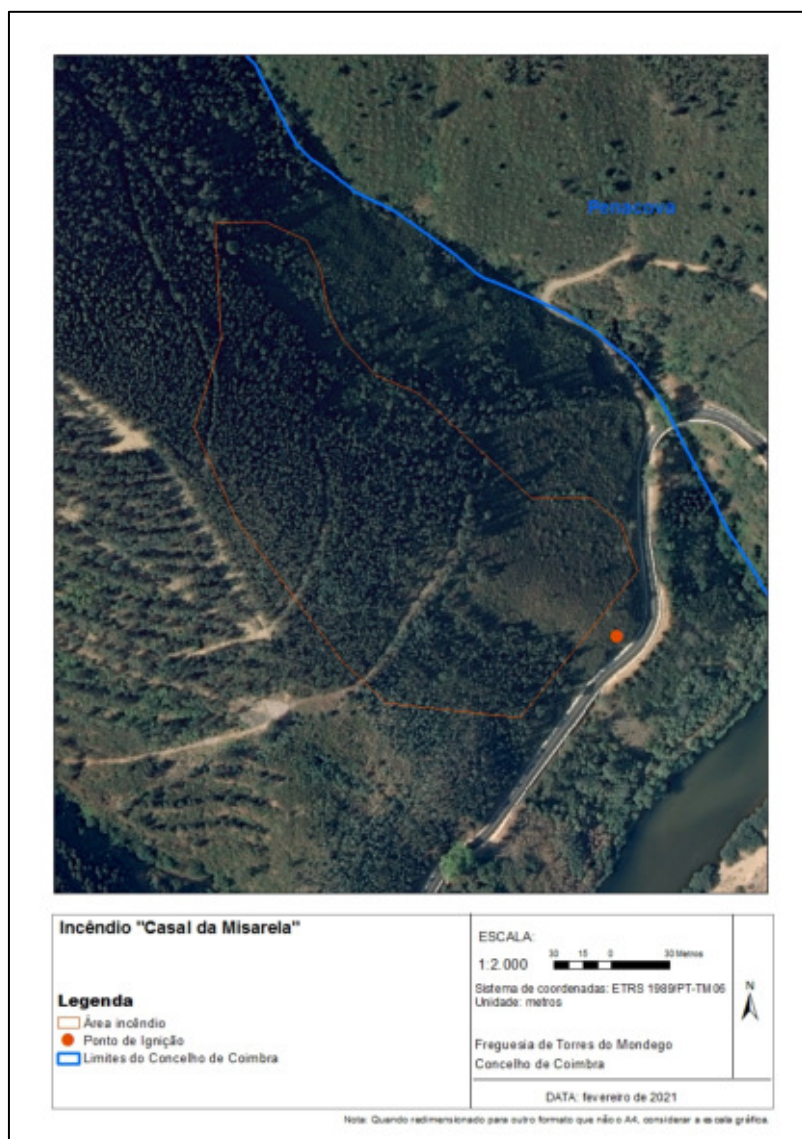


Figura 17 - Localização do ponto de ignição, perímetro e área ardida do Incêndio Casal da Misarela

Para efeitos da presente análise foi considerada como fim, a hora de referência 20h58m, correspondente ao ponto de situação (POSIT): Dominado. Este incêndio teve uma área ardida de aproximadamente 3 hectares. Apesar de ser ter verificado uma área ardida com pouca relevância, este incêndio ocorreu numa data em que as condições meteorológicas eram adversas e num local com potencial agravado em termos morfológicos.

5.3.2 A topografia

O incêndio iniciou próximo de uma linha de água confinante com uma encosta com declives acentuados entre os 100 e os 150 metros de altitude, progredindo para uma área com altitude superior, chegando aos 230 metros. Há uma variabilidade importante em função dos declives, mas tendo sido o incêndio dominado, a maior parte da área ardida situou-se em zonas altitude de 200 metros. Caso não tivesse sido dominado, o cenário apontava para uma zona com declives bastante superiores. Os declives acentuados terão tido efeitos na progressão e empenhamento dos meios de combate terrestres, tendo sido fulcral a atuação dos meios aéreos para o controlo inicial do incêndio.

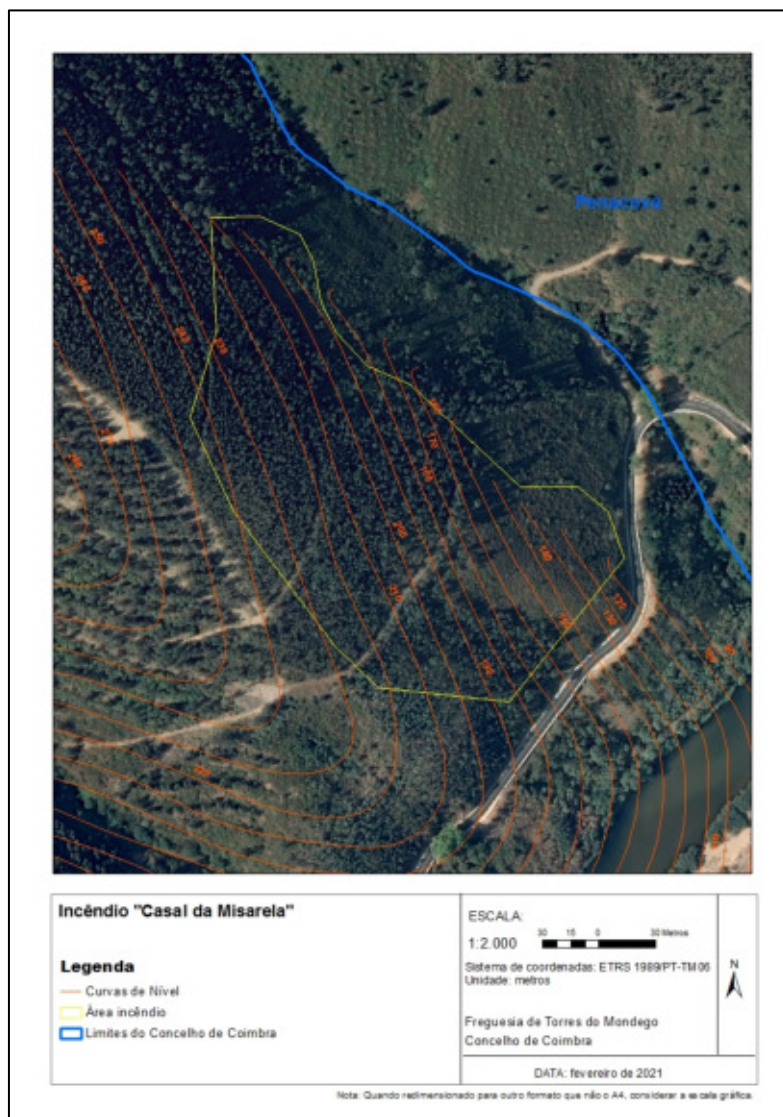


Figura 18 -Cartografia| Topografia | Curvas de nível| Área ardida do Incêndio Casal da Misarela

5.3.3 O uso do solo

O uso do solo no território é outro elemento de contexto essencial porque dele depende em grande parte o combustível dos incêndios.

Os dados retirados da Carta de Uso e Ocupação do Solo – 2018 (COS¹) da Direção Geral do Território (DGT), apontam para uma vegetação percorrida pelo incêndio, que consistia numa composição florestal dominada por 2 hectares de eucalipto, a que corresponde 67% da área ardida e 1.04 hectares de pinheiro bravo, a que corresponde 33% da área ardida.

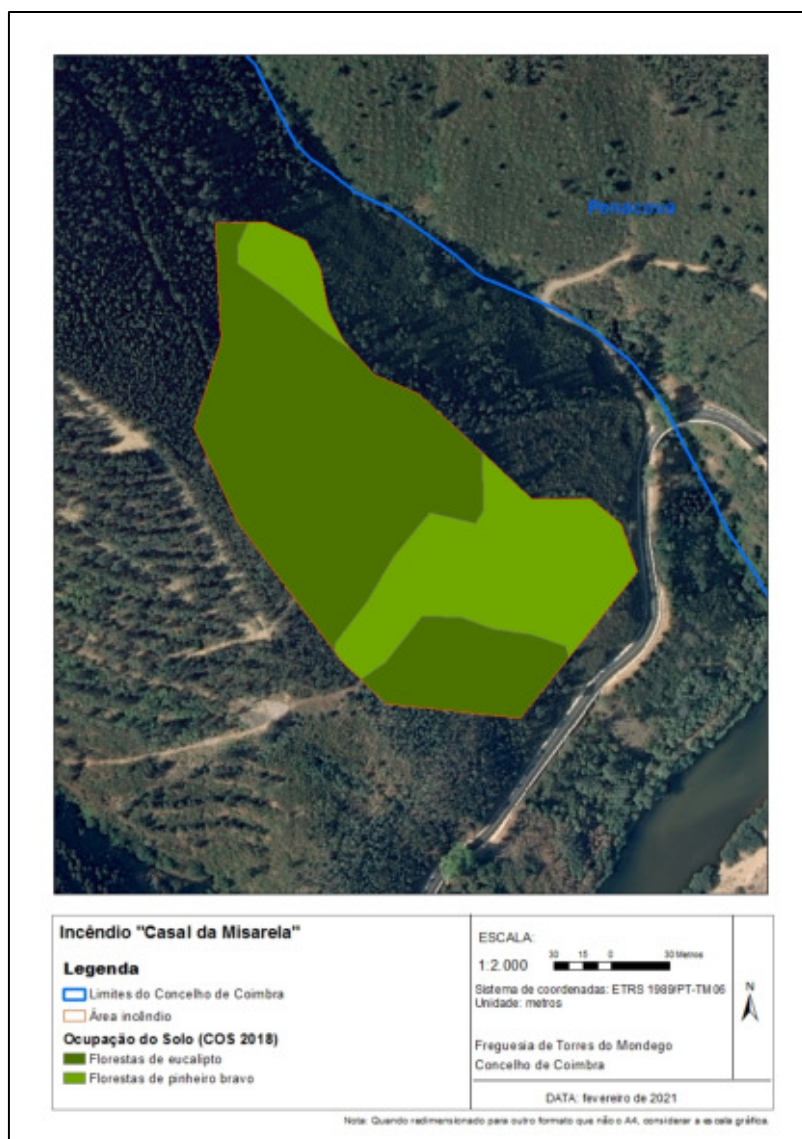


Figura 19 -Cartografia| Ocupação do solo (COS¹ 2018) | Área ardida do Incêndio Casal da Misarela

5.3.4 A gestão de combustíveis

A gestão de combustíveis é outro elemento fundamental, estando a mesma prevista nos Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PDMFCI).

Analisada a Rede de Faixas de Gestão de Combustível (FGC) do PMDFCI de Coimbra na zona onde teve início o incêndio verifica-se a existência de uma faixa associada à rede viária classificada como “com intervenção” para o decénio de vigência do referido plano, sendo a sua execução numa largura não inferior a 10 metros.

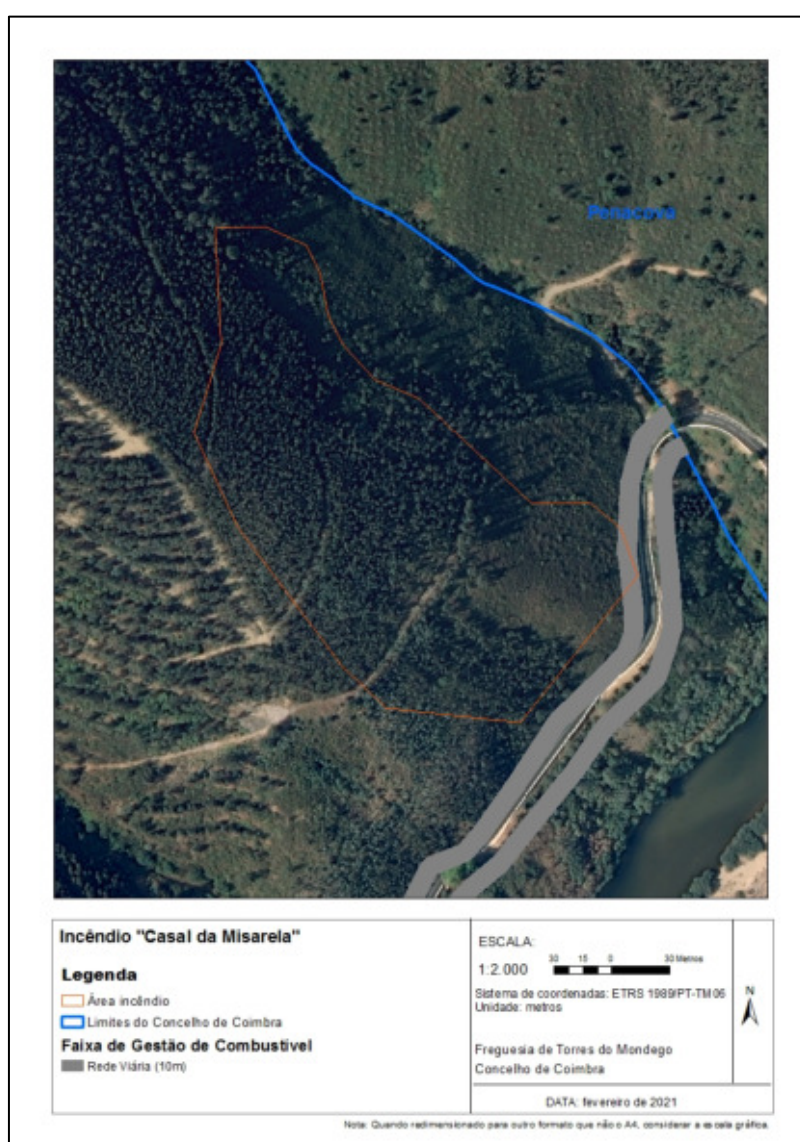


Figura 20 - Cartografia| Faixas de Gestão de Combustível – PMDFCI do Município de Coimbra 2017/2028 | Área ardida do Incêndio Casal da Misarela

5.3.5 A perigosidade de incêndio

Da análise do mapa de perigosidade do PMDFCI do concelho de Coimbra, pode verificar-se que a zona do incêndio é essencialmente classificada de Muito Alta.

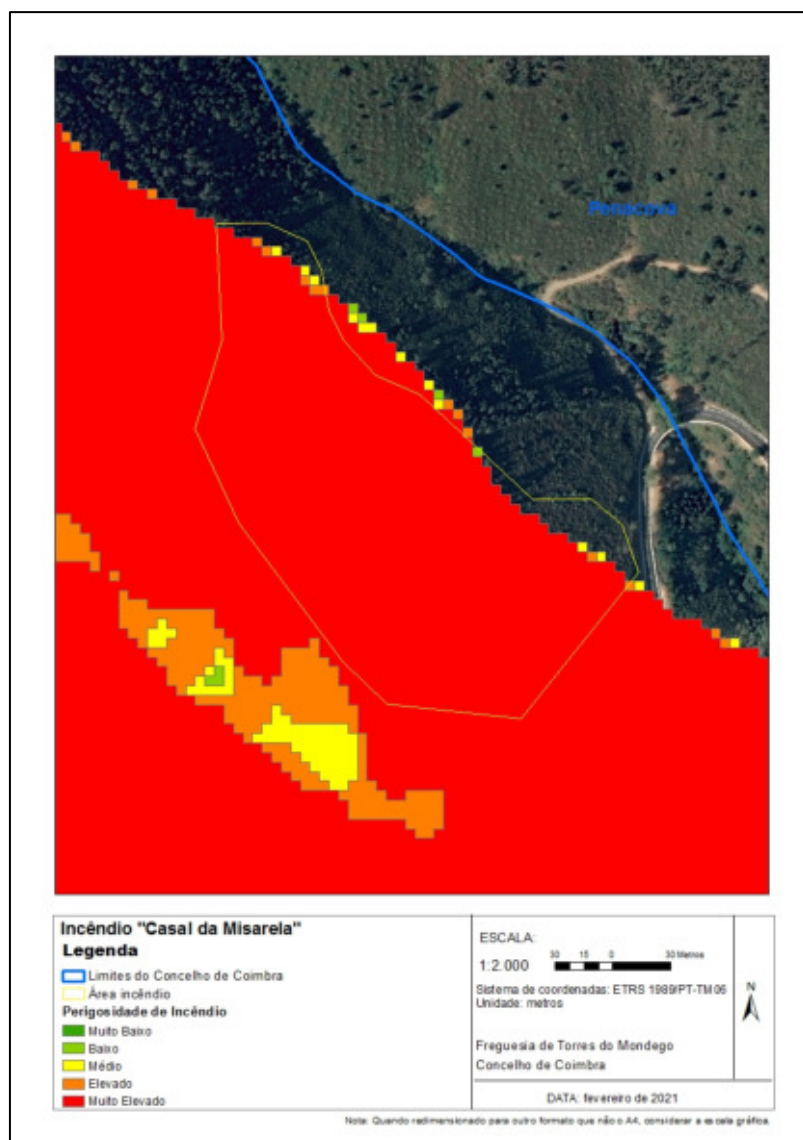


Figura 21 - Cartografia| Perigosidade – PMDFCI do Município de Coimbra 2017/2028 | Área ardida do Incêndio Casal da Misarela

5.3.6 O risco de incêndio

Da análise à cartografia de risco de incêndio do PMDFCI do concelho de Coimbra, pode verificar-se que a zona do incêndio é maioritariamente de Risco Médio.

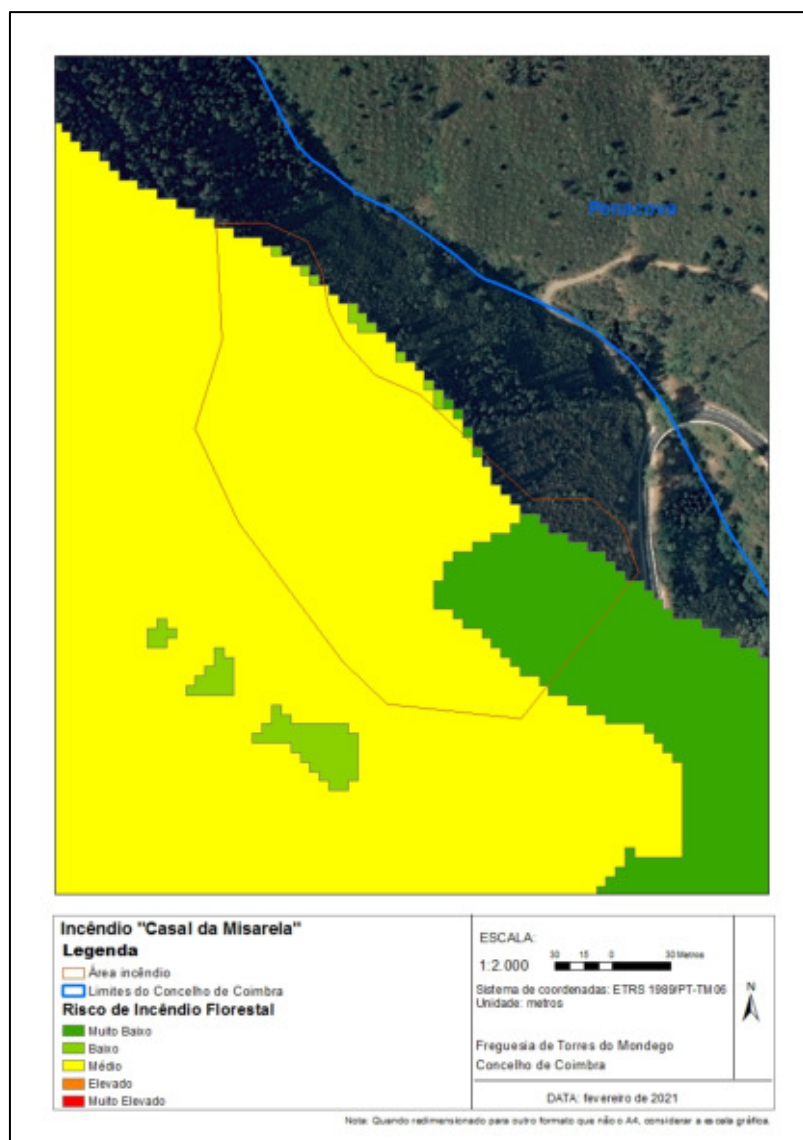


Figura 22 - Cartografia| Risco de Incêndio – PMDFCI do Município de Coimbra 2017/2028 | Área ardida do Incêndio Casal da Misarela

5.3.7 As condições meteorológicas

As temperaturas apresentaram um padrão típico de dias de verão, com valores máximos de 33 °C mas com arrefecimento noturno significativo

Os valores de referência da temperatura do ar, humidade relativa, direção e velocidade do vento, utilizados no *FlamMap* tiveram por base os meteogramas AROME disponibilizados durante a ocorrência, habitualmente fornecidos ao posto de comando, para apoio à decisão do comando das operações de socorro

O AROME é um modelo de previsão numérica do tempo de área limitada e alta resolução com leitura dos principais parâmetros de superfície e de altitude, onde se obtém informação meteorológica com variação horária relativa a um ponto, com três níveis de previsão (superfície, 950hPa e 900hPa) (IPMA, 2020).

O AROME utilizado corresponde à previsão de 22-07-2020, 06:00:0, Alt.Real: 34 m, alt. Do modelo:188 m; Coordenadas 40.2 N-8.366666666667W| Alt do geop 950 hPa(max:591 min:576 m) 900hPa (max:1054 min:1039 m) (IPMA, 2020).

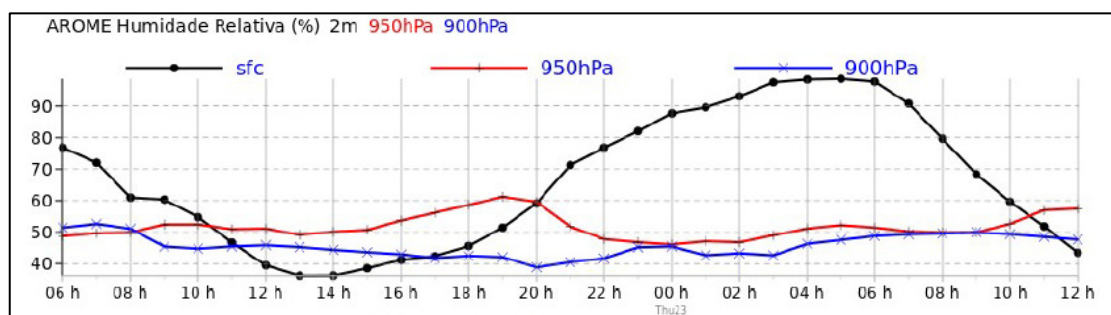


Figura 23 - AROME| Meteograma para: Coimbra/Torres de Mondego-Humidade Relativa (%) (linha a preto a 2 m)

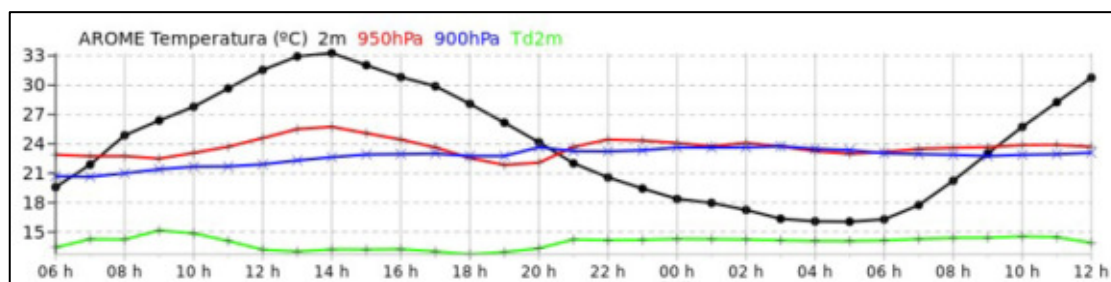


Figura 24 - AROME |Meteograma para: Coimbra/Torres de Mondego-Temperatura (oC) (linha a preto a 2 m)

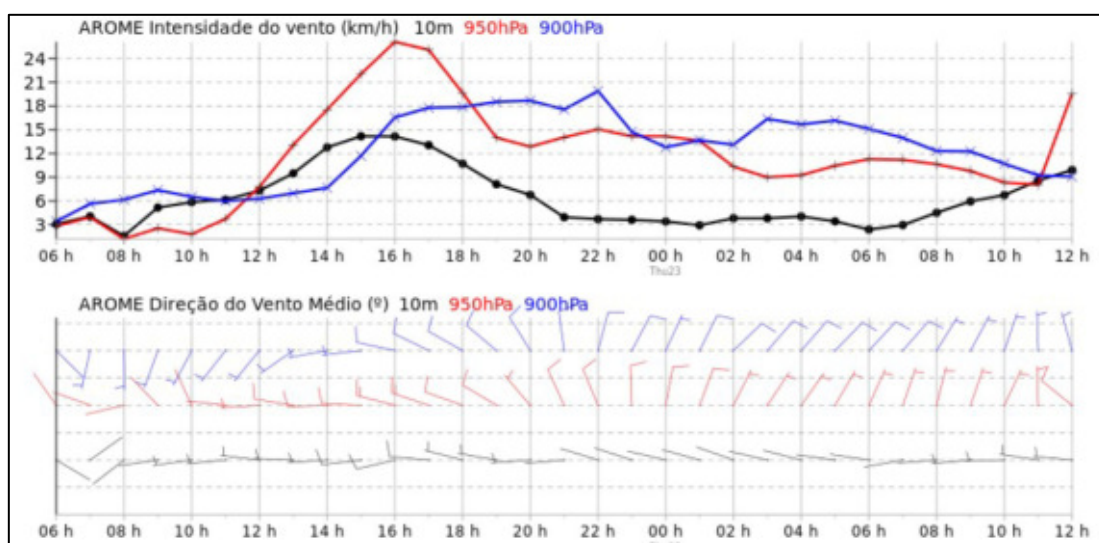


Figura 25 - AROME| Meteograma para: Coimbra/Torres de Mondego- Intensidade do vento (km/h) e Direção do vento média (linha a preto a 2 m)

5.3.8 O teor de humidade dos combustíveis

O teor de humidade dos combustíveis pode ser definido como sendo a quantidade de água existente num determinado combustível, expressa em percentagem do seu peso seco podendo condicionar a sua inflamabilidade e combustibilidade, e consequentemente a possibilidade de eclosão e facilidade de propagação dos incêndios florestais (Pita *et al.*, 2005).

Os valores apresentados foram fornecidos pelo projeto MCFIRE da Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI), através do Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais (CEIF), considerando a data da ocorrência.

Tabela 2 -Teor de Humidade dos Combustíveis para 22 de julho de 2020| Fonte: MCFIRE/ADAI

	Pin.(caruma)	Pin.(vivo)	Euc.(folhada)	Euc.(vivo)	Urze (vivo)	Carq.(vivo)
22-jul	9,95	170,43	6,84	102,79	80,25	64,02

5.3.8 A mobilização e empenhamento de meios

Chegados ao local, os meios terrestres tiveram bastantes dificuldades no seu posicionamento bem como ao acesso do incêndio. Verificou-se apenas a existência de um caminho junto à linha de água, onde foram posicionados os primeiros meios terrestres, tendo as equipas progredido apeadas e iniciado combate. Dada a altura das barreiras, junto à Estrada Nacional 110 (EN110), as equipas depararam-se, novamente, com dificuldades, no entanto algumas delas conseguiram progredir apeadas e iniciar combate.



Figura 26 - Esquema ilustrativo dos acessos terrestres| Incêndio Casal da Misarela

A maior parte do combate inicial foi concretizado com sucesso, com as descargas dos meios aéreos mobilizados para o teatro de operações, tendo sido essa ação dominante na propagação do incêndio na encosta.

Grande parte dos meios terrestres entrou num caminho a cerca de 3 km do local do incêndio, junto à Estrada Nacional 110, deslocando-se no topo superior da encosta, em direção à cabeça do incêndio.



Figura 27 - Esquema ilustrativo da mobilização e atuação dos meios terrestres e aéreos| Incêndio Casal da Misarela

|Legenda: → Meios terrestres → Meios aéreos



Figura 28 - Fotografias da progressão do incêndio| Incêndio Casal da Misarela

A ação dos meios terrestres consistiu sobretudo, na consolidação do incêndio, após as descargas dos meios aéreos e posteriormente na fase de rescaldo. Enquanto se concretizavam as descargas sucessivas dos meios aéreos, as equipas terrestres iam-se posicionando e progredindo com linhas de combate.

5.4 SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO E COMBATE DO INCÊNDIO

5.4.1 SIMULAÇÃO - PROGRESSÃO LIVRE |2217h56JUL20 a 2220h58JUL20

Utilizado o *FlamMap*, foi simulado o potencial do comportamento do incêndio e a probabilidade da sua propagação. A simulação correu no intervalo de tempo 2217h56JUL20 a 2220h58JUL20, com duração de 3 horas e dois minutos, momento em que o incêndio foi considerado dominado. Em simultâneo foram sendo retirados os resultados, por intervalo de tempo do incêndio, para facilitar a análise comparativa pretendida.

Foi apenas inserida a barreira (sem combustível) relativa à via existente, a estrada Nacional 110.

Foram considerados as condições meteorológicas expressas no AROME, agregado à ocorrência/fita de tempo, nomeadamente a velocidade e a direção do vento e ainda o teor de humidade dos combustíveis.

Da simulação resultaram uma variedade de mapas vetoriais e *raster* que caracterizam o comportamento do incêndio, sendo apresentados os considerados mais relevantes para a interpretação dos resultados e que, podem servir de apoio à decisão. A tradução dos valores de referência foi adaptada aos termos aproximados aos operacionais.

- Flame Length – Comprimento de chama
- Rate of Spread – Velocidade de propagação
- Fireline Intensity – Intensidade da frente de chamas
- MTT Arrival Time – Caminhos preferenciais do fogo

Esses mapas podem ser visualizados diretamente no *FlamMap* ou exportados para uso num Sistema de Informação Geográfica ou formato de imagem. Por uma questão de facilidade de leitura, no presente trabalho, optou-se pela apresentação em formato de imagem, tendo agregado a respetiva unidade de medida e escala de intensidade/legenda de cada fator. Na mesma perspetiva, foi sobreposto um ortofotomapa do local, para melhor enquadramento.

5.4.1.1 Resultados – Progressão livre | 2217h56JUL20 a 2220h58JUL20

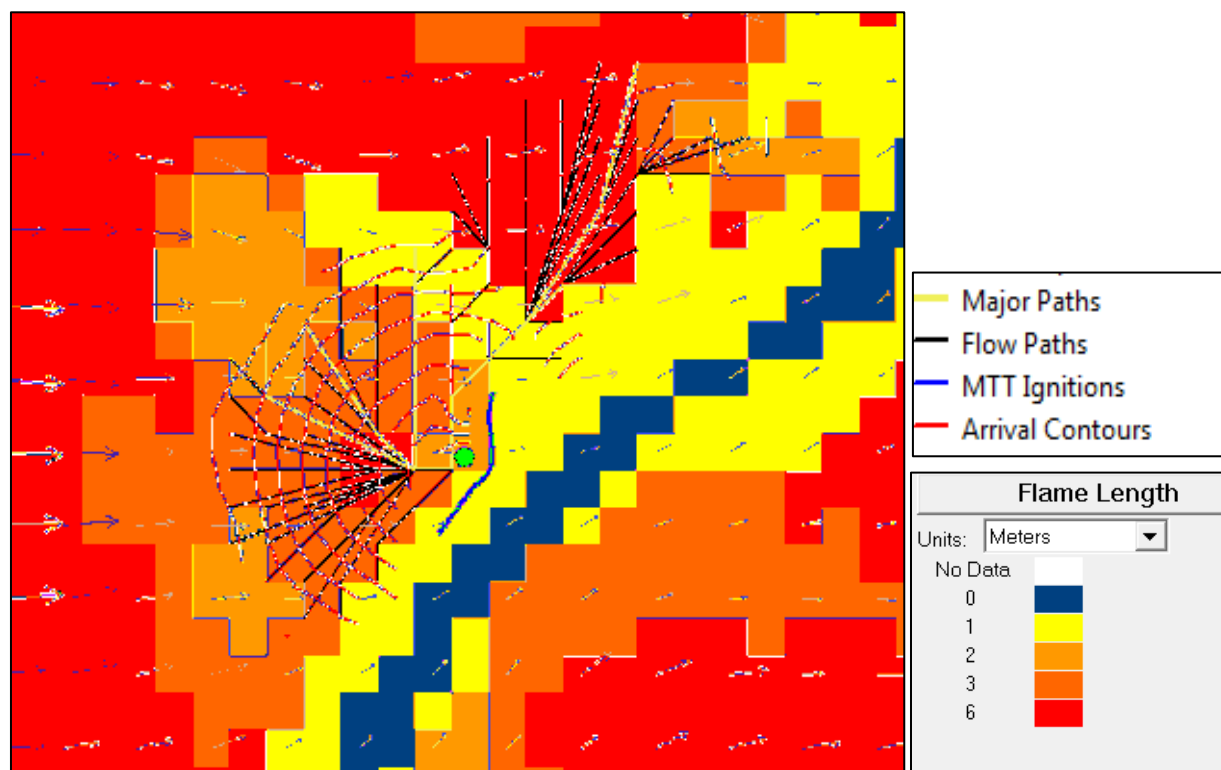


Figura 29 - Flame Length-FlamMap | Incêndio Casal da Misarela

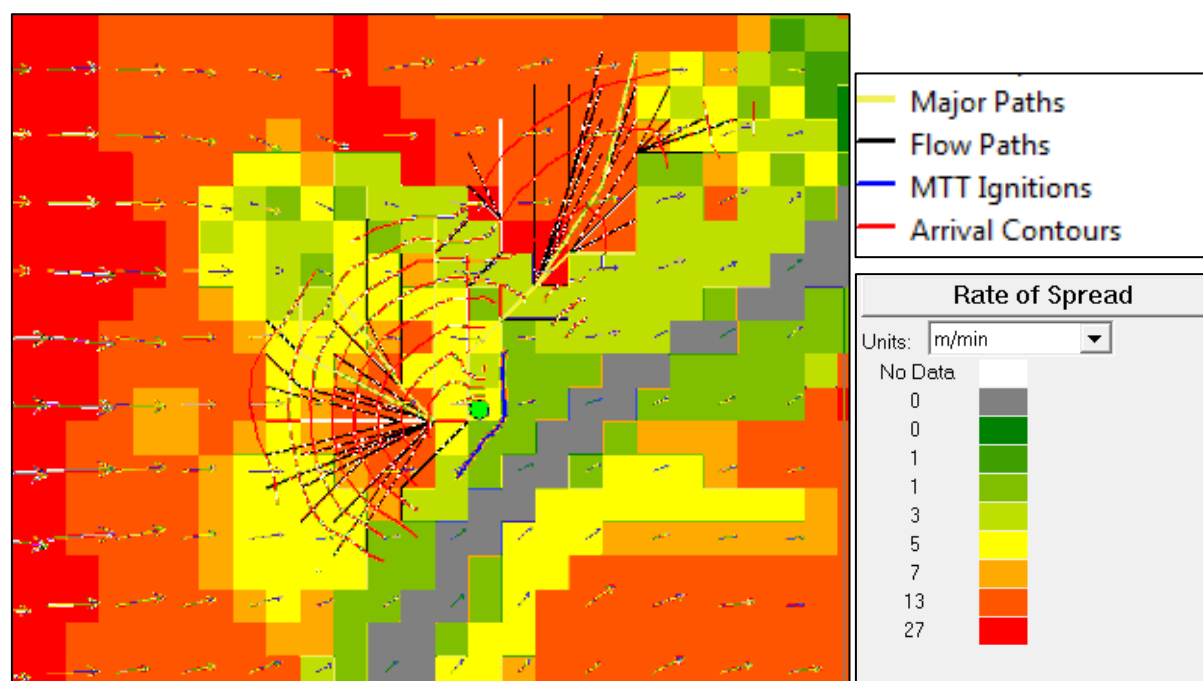


Figura 30 - Rate of Spread-FlamMap | Incêndio Casal da Misarela

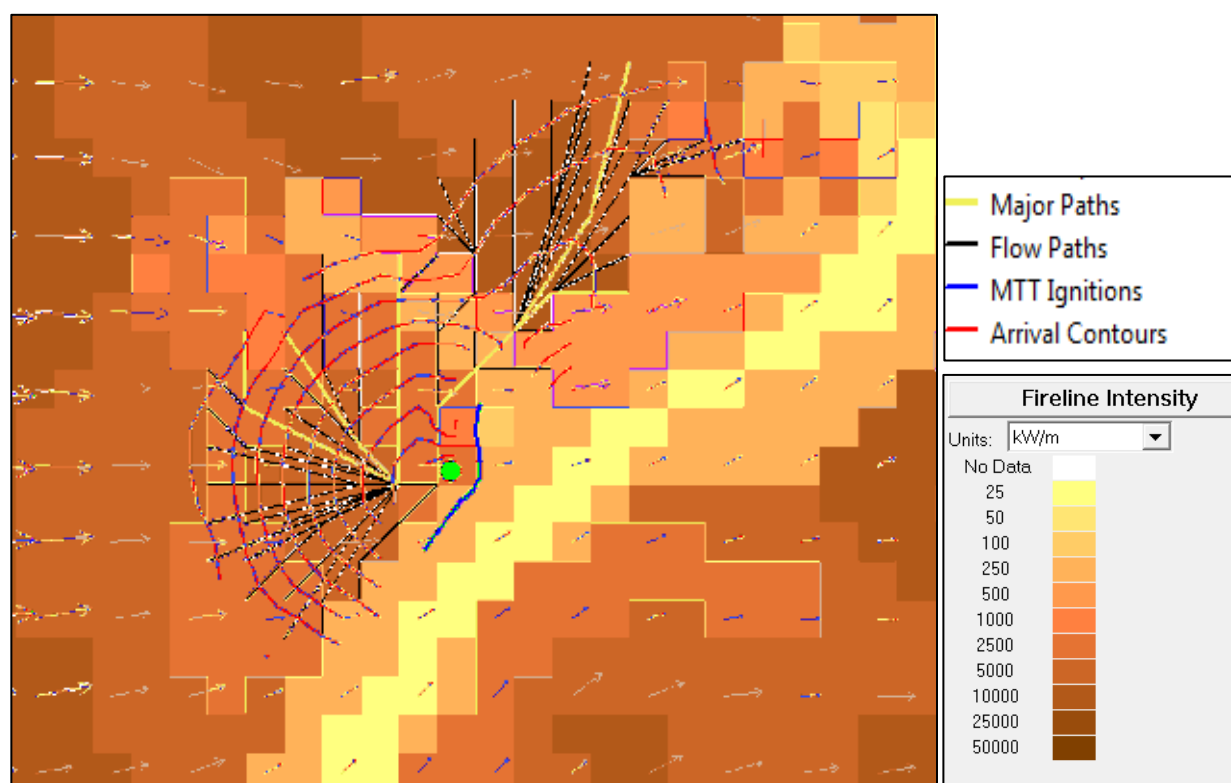


Figura 31 - Fireline Intensity-FlamMap | Incêndio Casal da Misarela

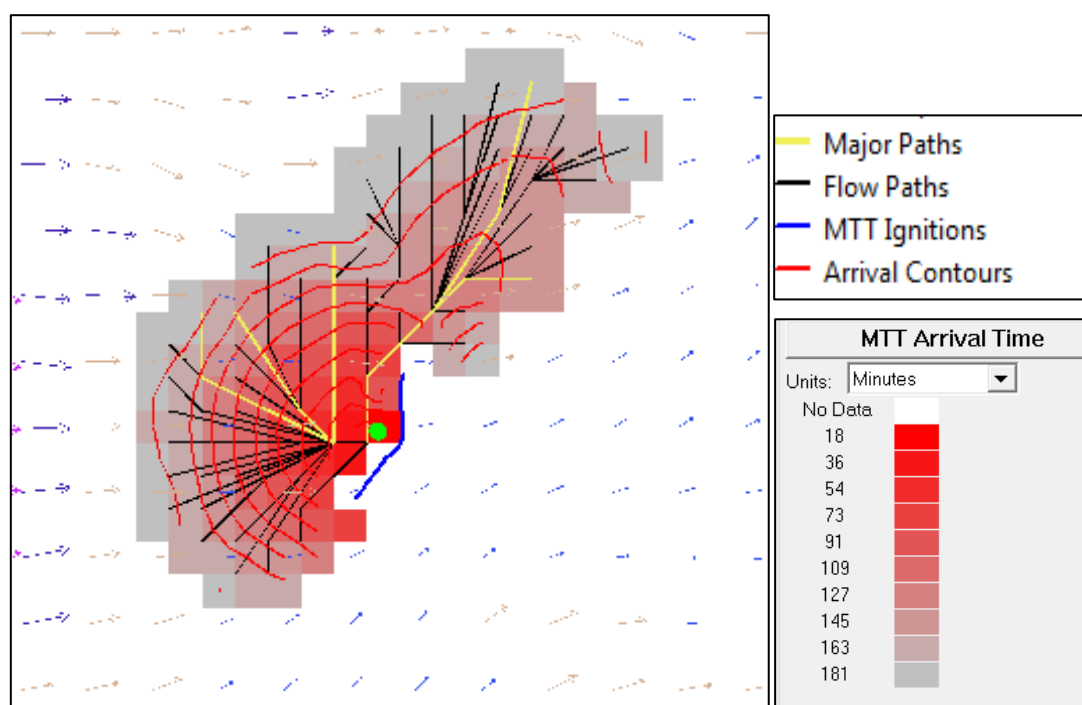


Figura 32 - MTT Arrival Time-FlamMap | Incêndio Casal da Misarela

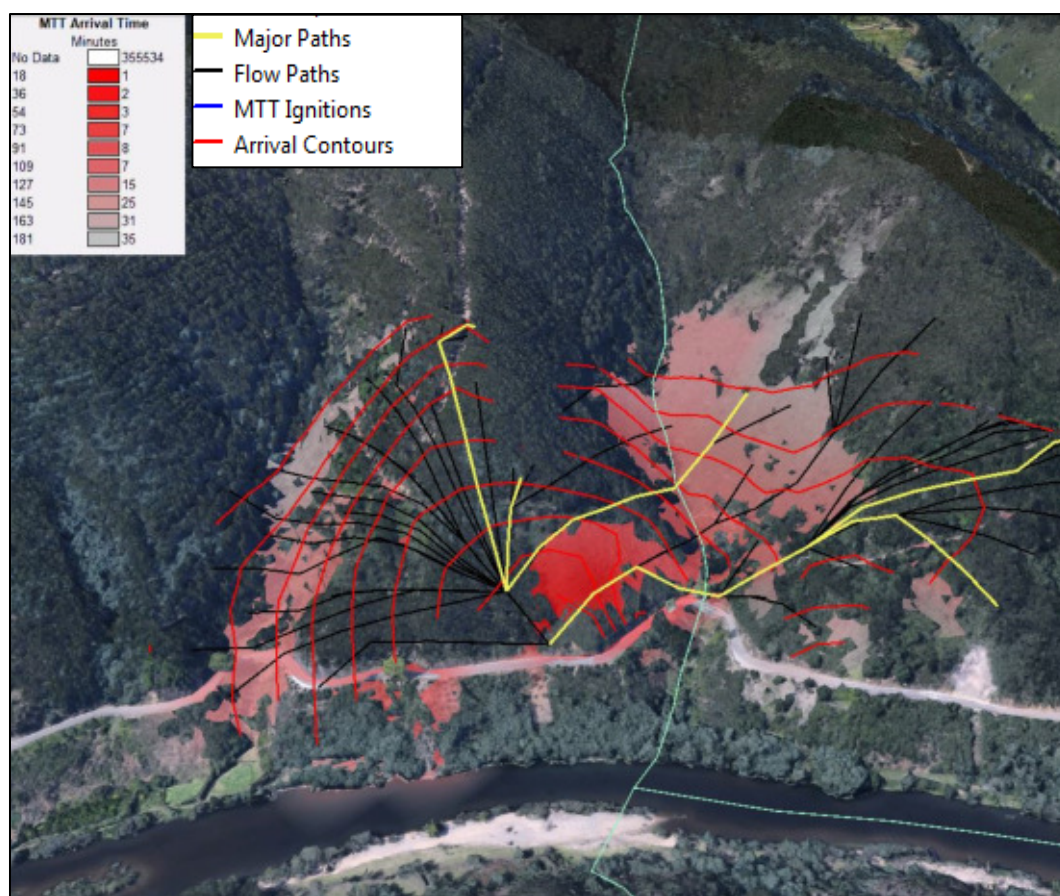


Figura 33 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Tempo Total

Na Figura 33, no intervalo total considerado, é possível verificar o potencial do incêndio, e a sua progressão em termos geográficos, constatando-se que no flanco direito perspectivava-se o seu desenvolvimento com intensidade e rapidez, sendo inferior no flanco esquerdo.

5.4.2 SIMULAÇÃO - PROGRESSÃO LIVRE | INTERVALOS DE TEMPO

Na simulação do potencial do comportamento do incêndio e a probabilidade da sua propagação, considerando os intervalos de análise para o combate, são apenas apresentados os resultados até ao intervalo de tempo 5, a que corresponde cerca de 62 minutos, momento em que o software considerou ausência de ignição.

5.4.2.1 Resultados| Progressão livre | Intervalos de tempo 1- T0+10|2217h56JUL20 a 2218h06JUL20

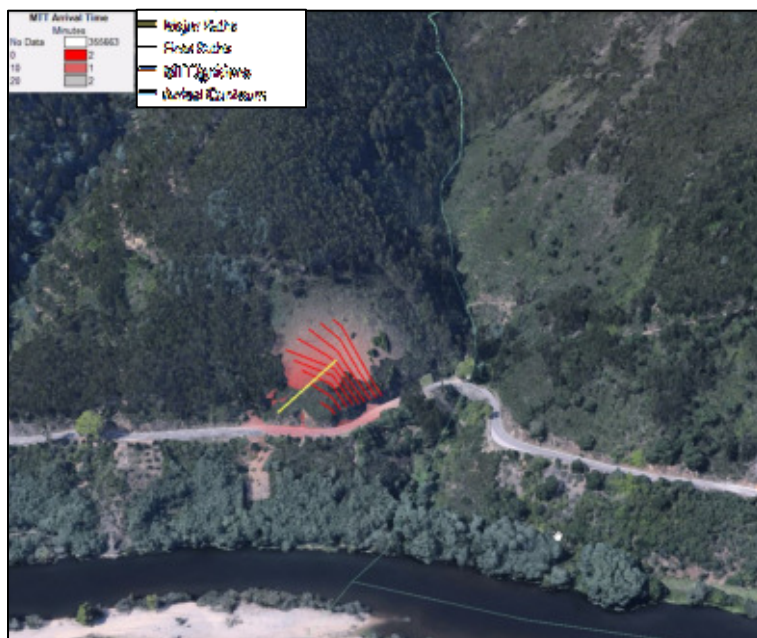


Figura 34 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 1

5.4.2.2 Resultados| Progressão livre | Intervalo de tempo 2- T0+20|2218h07JUL20 a 2218h17JUL20

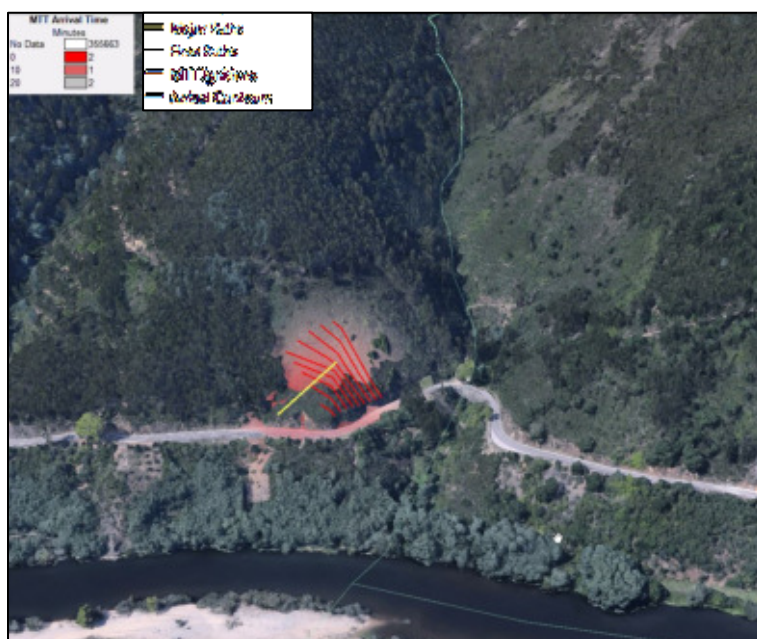


Figura 35 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 2

5.4.2.3 Resultados| Progressão livre | Intervalo de tempo 3- T0+30|2218h18JUL20 a 2218h28JUL20

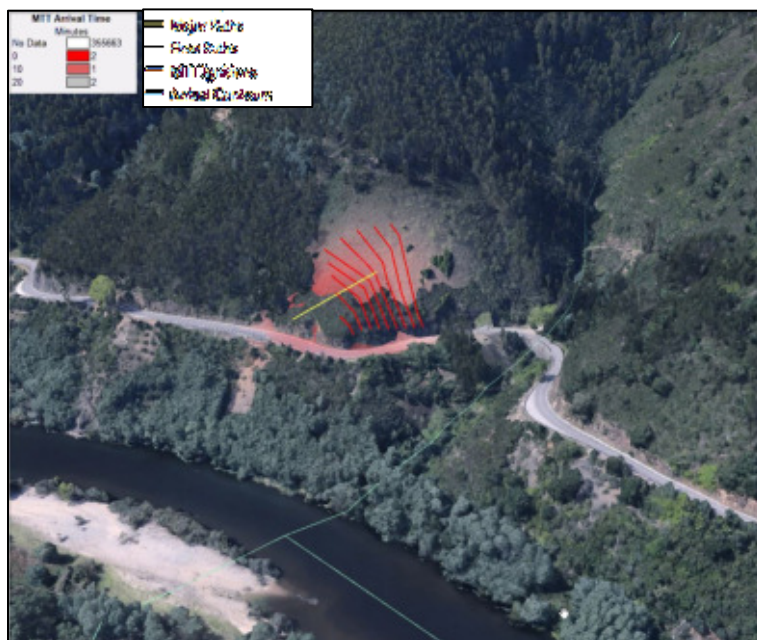


Figura 36 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 3

5.4.2.4 Resultados| Progressão livre | Intervalo de tempo 4- T0+40|2218h29JUL20 a 2218h39JUL20

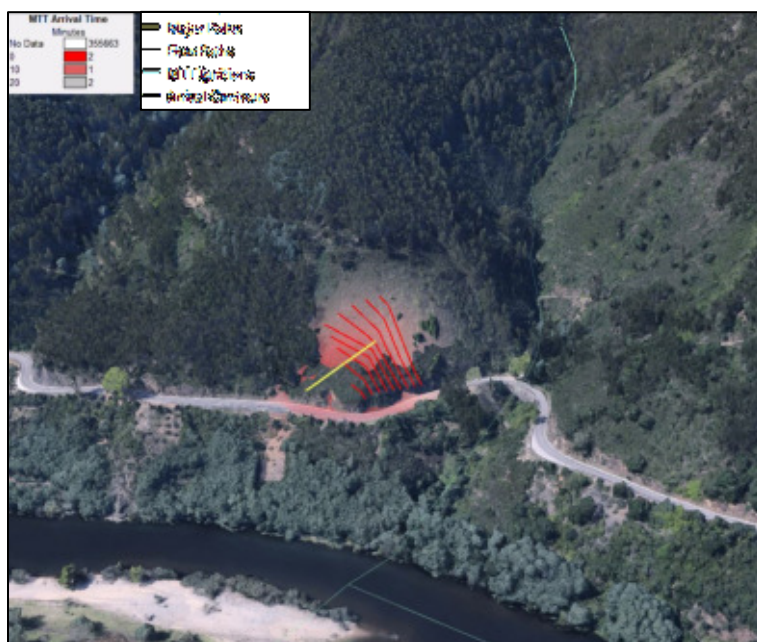


Figura 37 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 4

5.4.2.5 Resultados| Progressão livre | Intervalo de tempo 5-T0+50|2218h40JUL20 a 2218h50JUL20

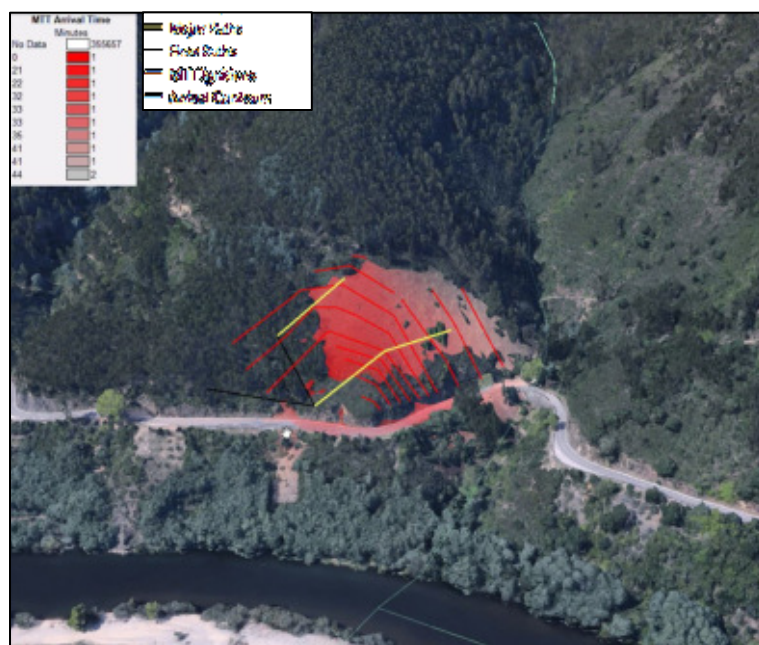


Figura 38 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 5

5.4.3 SIMULAÇÃO - COM AÇÕES DE COMBATE |INTERVALOS DE TEMPO

O incêndio foi caracterizado por intervalos de tempo de 10 min, sequenciais, designados de T e referenciados ao momento 0 (zero) da hora de início 20h56m (T0+n), com exceção do último intervalo que se considerou 20 min, por não se ter verificado ações de combate distintas, do intervalo anterior.

Em simultâneo, através da informação retirada da fita de tempo da ocorrência e da observação in loco, em contexto real, são caracterizadas as ações de combate dos meios terrestres e meios aéreos, bem como os pontos de situação, comunicados pelo Comandante das Operações de Socorro (COS).

Esta caracterização traduz-se na apresentação de uma tabela, designada de fita de tempo, com a indicação das ações dos meios em imagem ilustrativa, produzida em cartograma, que reflete a movimentação dos meios terrestres e aéreos e as linhas de influência/alcance de extinção, inseridas como barreiras no *FlamMap*.

Para melhor leitura dos resultados a seguir apresentados, devem ser considerados os seguintes pressupostos:

Tabela 3 - Legenda de designação dos meios de combate aéreos e terrestres

VFCI	VEÍCULO FLORESTAL DE COMBATE A INCÊNDIOS
HBL	HELICÓPTERO BOMBARDEIRO LIGEIRO
VLCI	VEÍCULO LIGEIRO DE COMBATE A INCÊNDIOS
AVBM	AVIÃO BOMBARDEIRO MÉDIO
VTTR	VEÍCULO TANQUE TÁTICA RURAL
VRCI	VEÍCULO RURAL DE COMBATE A INCÊNDIOS
MR	MÁQUINA DE RASTOS

Tabela 4 - Legenda que designa a ação dos meios aéreos e terrestres

ACIONAMENTO DE MEIOS	EM TRÂNSITO	NO TEATRO DE OPERAÇÕES	EM AÇÃO DE COMBATE
----------------------	-------------	------------------------	--------------------

Para efeitos da presente simulação, considerou-se, para os meios aéreos, um valor de referência de comprimento de descarga e para os meios terrestres um valor de referência de supressão:

Tabela 5 - Valores de referência de comprimentos de extinção considerados para os meios de combate

TIPO DE MEIO	DESIGNAÇÃO	COMPRIMENTO DE DESCARGA /EXTINÇÃO (METROS)
AÉREO	HELICÓPTERO BOMBARDEIRO LIGEIRO (HBL)	50 ^(a)
TERRESTRE	VEÍCULO LIGEIRO DE COMBATE A INCÊNDIOS (VLCI)	5 ^(b)
AÉREO	AVIÃO BOMBARDEIRO MÉDIO (AVBM)	100 ^(a)
TERRESTRE	VEÍCULO TANQUE TÁTICA RURAL(VTTR)	5 ^(b)
TERRESTRE	VEÍCULO RURAL DE COMBATE A INCÊNDIOS (VRCI)	5 ^(b)

- (a) O valor considerado tem por base o valor médio para as diferentes aberturas de descarga que levam a diferentes coberturas e diferentes concentrações das operações dos meios aéreos
- (b) Valores de referência de limitações de supressão, considerados para os meios de combate, conforme tabela seguinte

Tabela 6 - Valores de referência de limitações de supressão, considerados para os meios de combate| Fonte: Verónica Catarino, Escola Nacional de Bombeiros, 2006

Limitações na supressão	
Comprimento da chama (m)	Manobras
< 1,2	Pode ser atacado na cabeça ou nos flancos por equipas usando ferramentas manuais. As faixas construídas à mão, com ferramentas devem conter o incêndio.
1,2 a 2,4	Demasiado intenso para ataque direto na cabeça por equipas com material de sapador (ferramentas manuais). É necessário equipamento pesado (veículos / máquinas) ou meios aéreos (aviões / helicópteros). O incêndio é potencialmente perigoso para os combatentes.
2,4 a 3,4	Pode representar sérios problemas de controlo (passagem às copas, incêndios de copas ativos, focos secundários). Atacar na cabeça será provavelmente ineficaz.
3,4	É provável a ocorrência de incêndios de copas, a formação de focos secundários e incêndios muito rápidos. Atacar a cabeça será ineficaz e perigoso. O ataque indireto pode ser a melhor alternativa.

Paralelamente e nos mesmos termos da simulação anterior, são apresentados os resultados da simulação do *FlamMap*, em formato de imagem, tendo agregado a respetiva unidade de medida e escala de intensidade/legenda de cada fator, sobreposto no ortofotomapa do local, para melhor leitura e análise comparativa. Os resultados desta simulação, já consideram as barreiras inseridas, que pretendem traduzir as ações de combate implementadas no contexto real do incêndio.

Na simulação no *FlamMap*, com combate, são apenas apresentados os resultados até ao intervalo de tempo 5, a que corresponde cerca de 62 minutos, momento em que o software considerou ausência de ignição. Julga-se que esta informação do software está relacionada com o número de barreiras introduzidas, que se refletem no software como ausência de combustível, motivo pelo qual o *FlamMap* considerou, a partir desse momento, não ter qualquer ignição.

5.4.3.1 Resultados| Com ações de combate Intervalo de tempo 1| T0+10| 2217h56JUL20 a 2218h06JUL20

Tabela 7 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 1

INÍCIO	ALERTA	DESPACHO DE 1ª ALERTA	EM CURSO		
17H56	17H58	17H59	18H01	18H03	18H06
		VFCI 09 Penacova	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
		VFCI 03 Lousã	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
		VFCI 06 Miranda do Corvo	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
		VFCI 07 VN Poiães	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
		HEBL13 Lousã	HEBL13	HEBL13	HEBL13
			HEBL7 SCDão	HEBL7	HEBL7
		VFCI 03 Serpins	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
					VFCI 02 Góis
17H56	17H58	17H59	18H01	18H03	18H06

Tabela 8 – Fita de Tempo-Estado | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 1

Estado	Ignição Alerta Despacho do 1º alerta Em curso
Ação	Despacho de meios Meios em trânsito
POSIT	Alerta para incêndio no concelho de Penacova



Figura 39 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 1



Figura 40 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 1

5.4.3.2 Resultados| Com ações de combate Intervalo de tempo 2| T0+20| 2218h07JUL20 a 2218h17JUL20

Tabela 9 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 2

EM CURSO								
18H07	18H08	18H09	18H10	18H11	18H13	18H15	18H16	18H17
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
	AVBM15 Cernache	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
	AVBM19 Cernache	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
	VFCI 08 CBSCoimbra	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
			VTTF 03 CBSCoimbra	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
						AVBM07 Viseu	AVBM07	AVBM07
						AVBM08 Viseu	AVBM08	AVBM08
			VLCI 06 CBSCoimbra	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
					VFCI 07 Penacova	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
					VFCI 08 Penela	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VLCI 207 Afocelca	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
		VFCI E22 Afocelca	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
18H07	18H08	18H09	18H10	18H11	18H13	18H15	18H16	18H17

Tabela 10 - Fita de Tempo-Estado | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 2

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Chegada ao teatro de operações do primeiro meio terrestre e dois meios aéreos
POSIT	18H09 Incêndio em zona de declive muito acentuado e com grande potencial de desenvolver um grande incêndio 18H16 Incêndio a subir encosta com grande continuidade de combustível e sem acessos na cabeça. Solicita-se reforço de meios



Figura 41 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 2



Figura 42 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 2

5.4.3.3 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 3| T0+30 |2218h18JUL20 a 2218h28JUL20

Tabela 11 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 3

EM CURSO						
18H18	18H20	18H23	18H25	18H26	18H27	18H28
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
	VFCI 01 Penacova	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06 Lagares da Beira	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
					VFCI 07 Montemor-o- Velho	VFCI 07
			VFCI 02 Penacova	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
				VFCI 03 Condeixa	VFCI 03	VFCI 03
			VFCI 07 Penacova	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
18H18	18H20	18H23	18H25	18H26	18H27	18H28

Tabela 12 - Fita de Tempo-Estado | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 3

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios aéreos
POSIT	18H25 Incêndio em encosta a progredir com intensidade. Muito vento no local



Figura 43 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 3



Figura 44 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 3

5.4.3.4 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 4| T0+40 |2218h29JUL20 a 2218h39JUL20

Tabela 13 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 4

EM CURSO						
18H29	18H30	18H35	18H36	18H37	18H38	18H39
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
		VFCI 02 Figueira Foz	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
			VFCI 010 Cantanhede	VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010
				VFCI 03 Mira	VFCI 03	VFCI 03
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
18H29	18H30	18H35	18H36	18H37	18H38	18H39

Tabela 14 - Tabela – Fita de Tempo-Estado | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 4

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos
POSIT	sem informação



Figura 45 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 4



Figura 46 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 4

5.4.3.5 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 5| T0+50 |2218h40JUL20 a 2218h50JUL20

Tabela 15 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 5

EM CURSO				
18H40	18H45	18H46	18H48	18H50
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
	VRCI 06 Penacova	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
18H40	18H45	18H46	18H48	18H50

Tabela 16 - Fita de Tempo-Estado | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 5

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos
POSIT	sem informação



Figura 47 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 5



Figura 48 - Simulação-FlamMap| Sobreposição-Imagem GoogleEarth | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 5

5.4.3.6 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 6| T0+60 |2218h51JUL20 a 2219h01JUL20

Tabela 17 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 6

EM CURSO						
18H51	18H54	18H55	18H58	18H59	19H00	19H01
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010	VFCI 010
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
18H51	18H54	18H55	18H58	18H59	19H00	19H01

Tabela 18 - Fita de Tempo-Estado | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 6

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Scooping
POSIT	sem informação



Figura 49 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 6

5.4.3.7 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 7| T0+70|2219h02JUL20 a 2219h12JUL20

Tabela 19 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 7

EM CURSO					
19H02	19H05	19H06	19H10	19H11	19H12
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13	HEBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 010	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08 Brasfemes	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
					MR ICNF 04
			VFCI 04 Penacova HEBL45 Cernache	VFCI 04 Penacova HEBL45 Cernache	VFCI 04 HEBL45
19H02	19H05	19H06	19H10	19H11	19H12

Tabela 20 - Fita de Tempo-Estado | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 7

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	sem informação

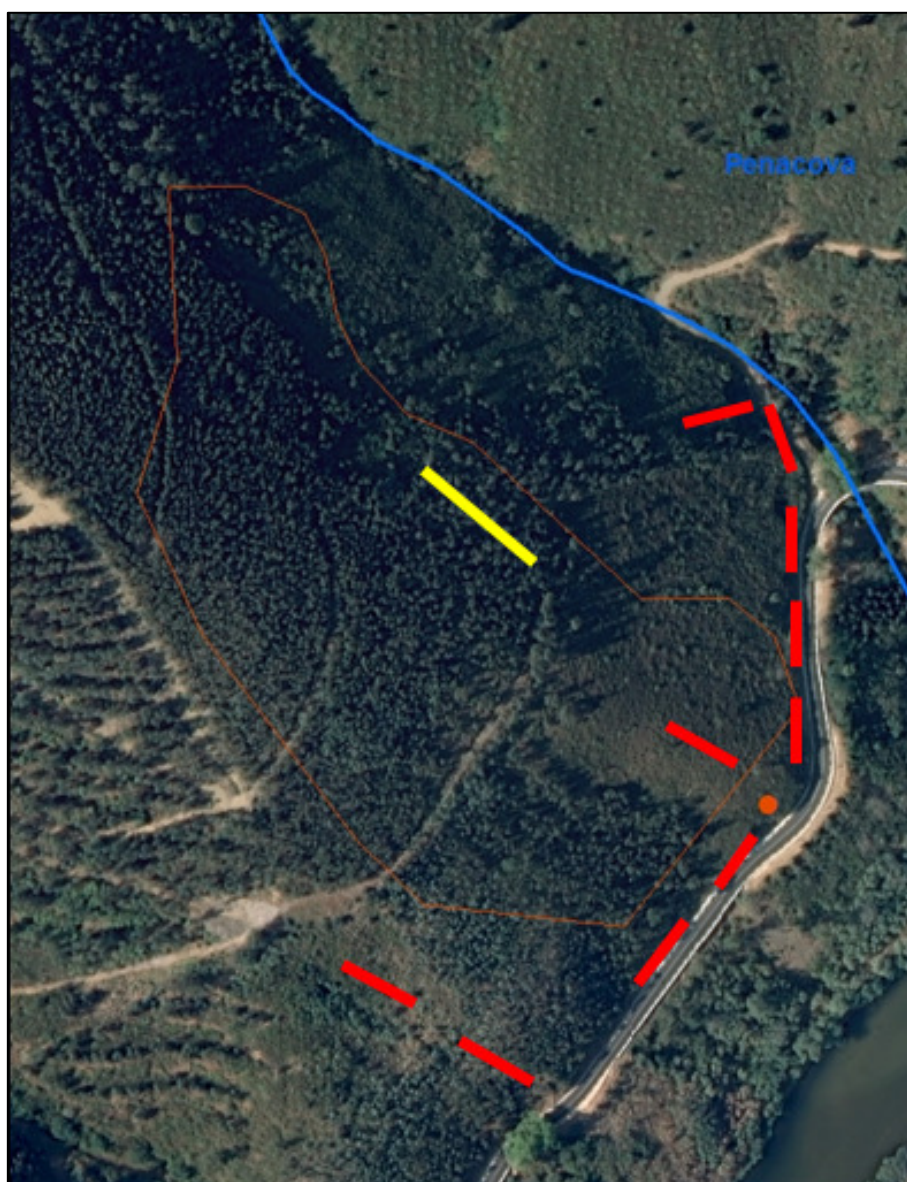


Figura 50 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 7

5.4.3.8 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 8| T0+80|2219h13JUL20 a 2219h23JUL20

Tabela 21 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 8

EM CURSO					
19H13	19H15	19H16	19H20	19H21	19H23
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HEBL13	HBL13	HBL13	HBL13	HBL13	HBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
MR04	MR04	MR04	MR04	MR04	MR04
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45
19H13	19H15	19H16	19H20	19H21	19H23

Tabela 22 - Fita de Tempo-Estado | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 8

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	sem informação

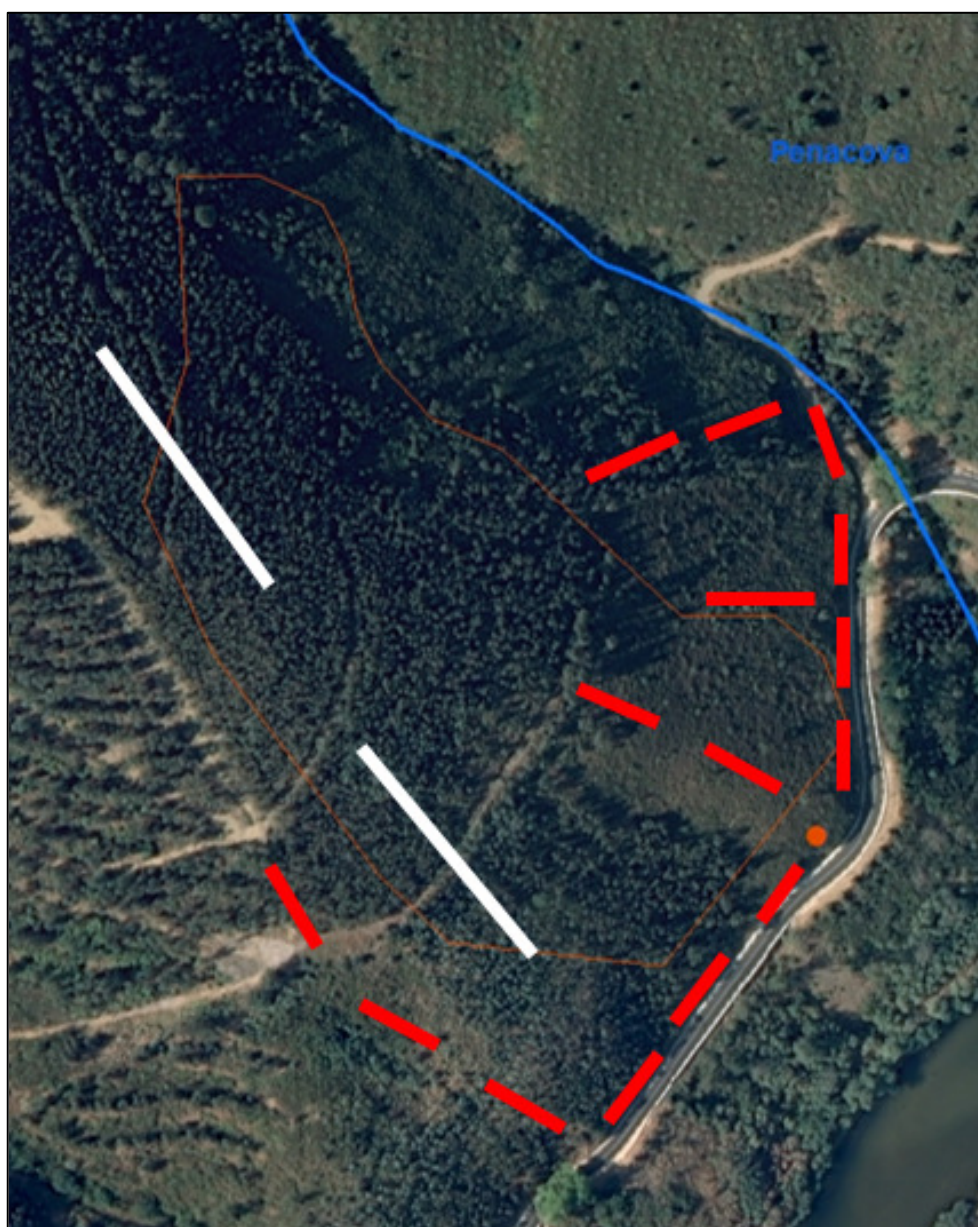


Figura 51 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 8

5.4.3.9 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 9| T0+90|2219h24JUL20 a 2219h34JUL20

Tabela 23 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 9

EM CURSO					
19H24	19H25	19H26	19H30	19H31	19H34
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HBL13	HBL13	HBL13	HBL13	HBL13	HBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
MR04	MR04	MR04	MR04	MR04	MR04
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45
				MR SMPC 07	MR07
19H24	19H25	19H26	19H30	19H31	19H34

Tabela 24 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 9

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	Sem informação

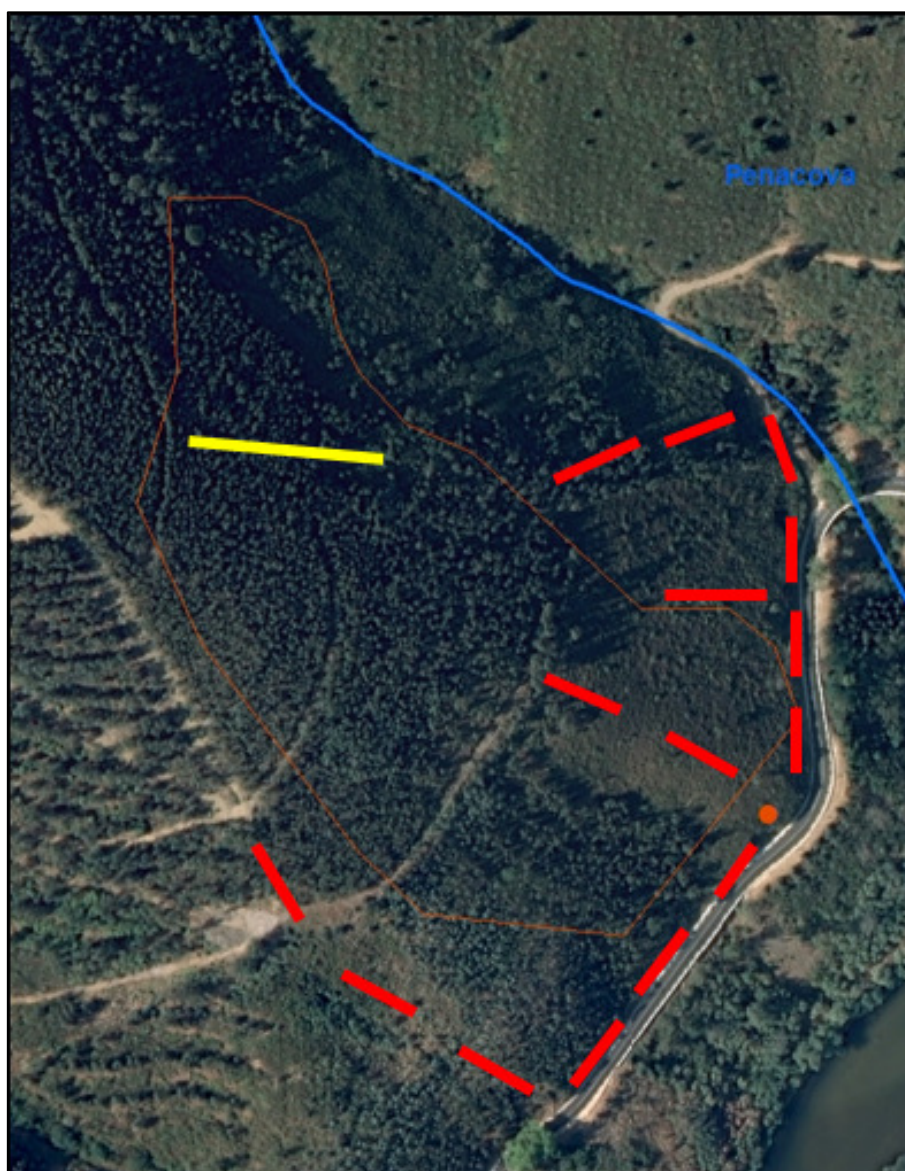


Figura 52 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 9

5.4.3.10 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 10| T0+100|2219h35JUL20 a 2219h45JUL20

Tabela 25 – Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 10

EM CURSO	
19H35	19H45
VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07
HBL13	HBL13
HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02
VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08	VFCI 08
MR04	MR04
VFCI 04	VFCI 04
HEBL45	HEBL45
MR07	MR07
19H35	19H45

Tabela 26 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 10

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	Sem informação

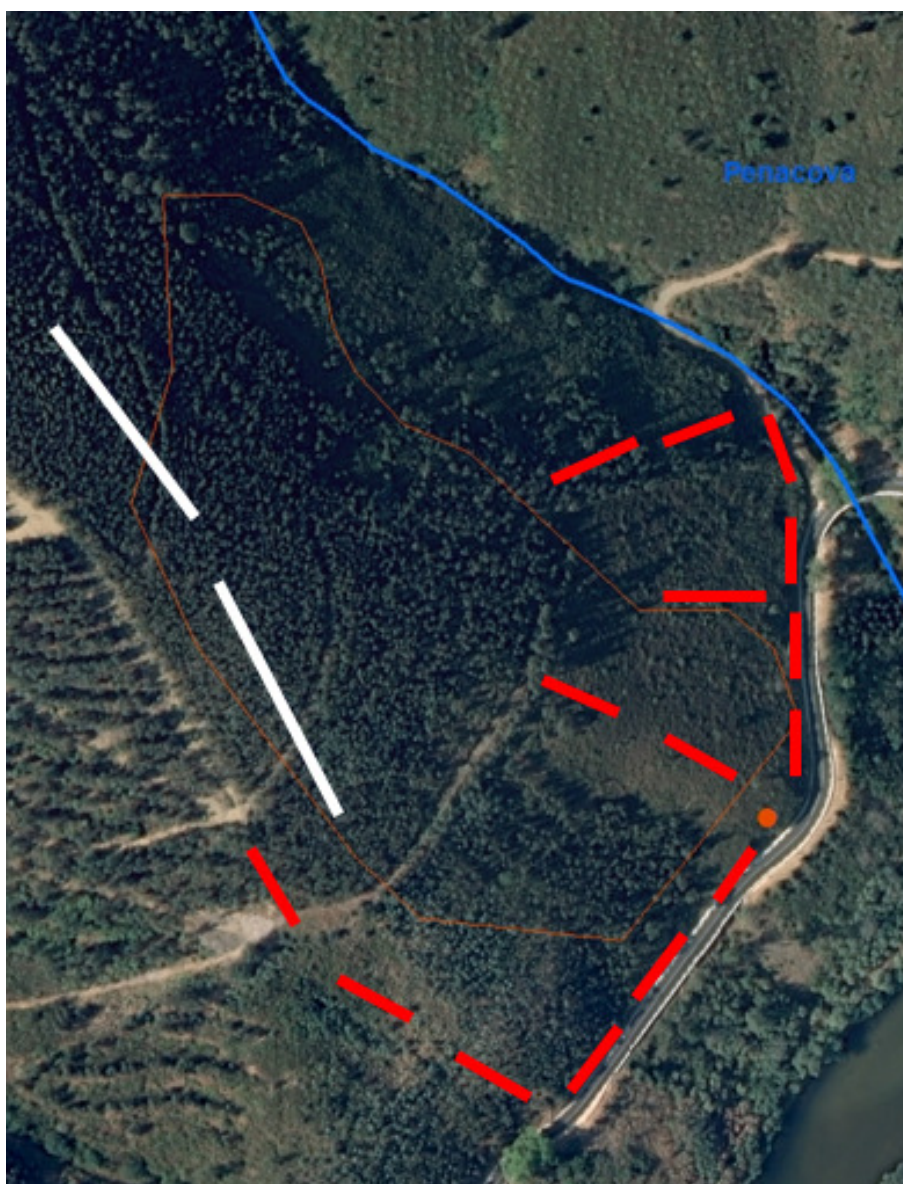


Figura 53 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 10

5.4.3.11 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 11| T0+110|2219h46JUL20 a 2219h56JUL20

Tabela 27 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 11

EM CURSO			
19H46	19H53	19H54	19H56
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HBL13	HBL13	HBL13	HBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
MR04	MR04	MR04	MR04
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45
MR07	MR07	MR07	MR07
19H46	19H53	19H54	19H56

Tabela 28 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 11

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	Sem informação



Figura 54 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 11

5.4.3.12 Resultados | Com ações de combate| Intervalo de tempo 12| T0+120|2219h57JUL20 a 2220h04JUL20

Tabela 29 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 12

EM CURSO		
19H57	20H03	20H04
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HBL13	HBL13	HBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
MR04	MR04	MR04
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
HEBL45	HEBL45	HEBL45
MR07	MR07	MR07
19H57	20H03	20H04

Tabela 30 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 12

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	20H04 Pequenas ignições na cabeça a serem debeladas

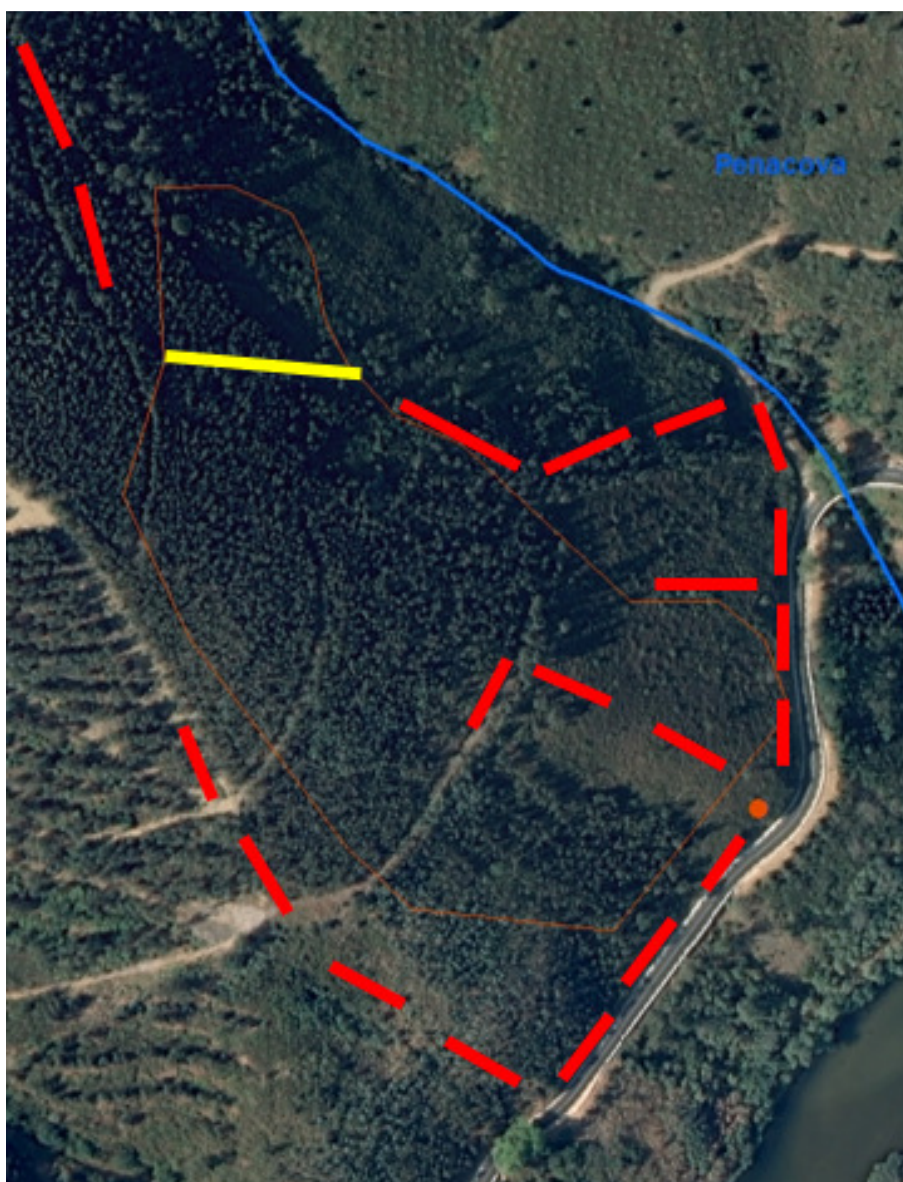


Figura 55 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 12

5.4.3.13 Resultados | Com ações de combate| Intervalo de tempo 13| T0+130|2220h05JUL20 a 2220h15JUL20

Tabela 31 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 13

EM CURSO		
20H05	20H14	20H15
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HBL13	HBL13	HBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
MR04	MR04	MR04
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
HEBL45	HEBL45	HEBL45
MR07	MR07	MR07
20H05	20H14	20H15

Tabela 32 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 13

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	Sem informação



Figura 56 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 13

5.4.3.14 Resultados | Com ações de combate| Intervalo de tempo 14| T0+140|2220h16JUL20 a 2220h26JUL20

Tabela 33 – Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 14

EM CURSO				
20H16	20H18	20H20	20H24	20H26
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
HBL13	HBL13	HBL13	HBL13	HBL13
HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02
VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08
MR04	MR04	MR04	MR04	MR04
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04
HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45	HEBL45
MR07	MR07	MR07	MR07	MR07
20H16	20H18	20H20	20H24	20H26

Tabela 34 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 14

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	Sem informação

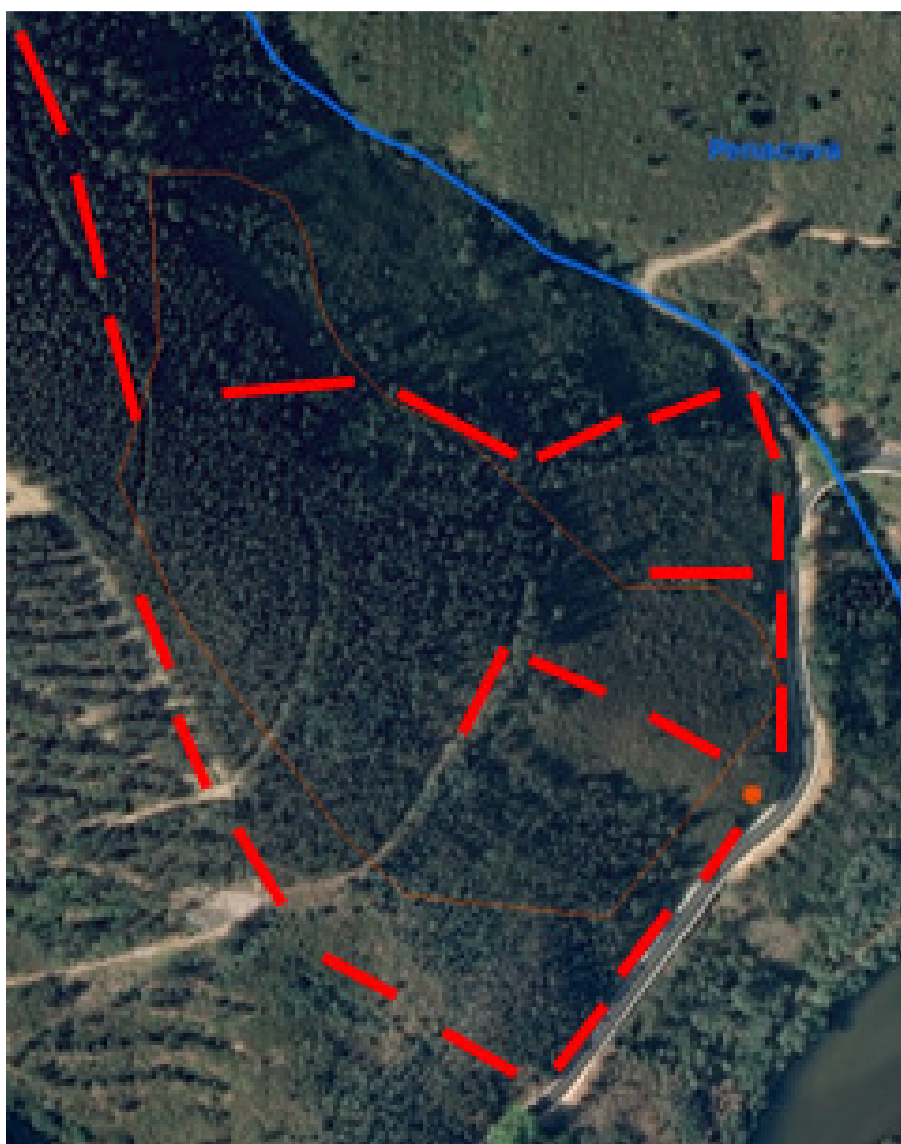


Figura 57 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 14

5.4.3.15 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 15| T0+150|2220h27JUL20 a 2220h37JUL20

Tabela 35 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 15

EM CURSO	
20H27	20H37
VFCI 09	VFCI 09
VFCI 03	VFCI 03
VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07
HBL13	HBL13
HEBL7	HEBL7
VFCI 03	VFCI 03
AVBM15	AVBM15
AVBM19	AVBM19
VFCI 08	VFCI 08
VFCI 02	VFCI 02
VTTF 03	VTTF 03
AVBM07	AVBM07
AVBM08	AVBM08
VLCI 06	VLCI 06
VFCI 07	VFCI 07
VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02
VLCI 04	VLCI 04
VFCI 08	VFCI 08
VFCI 08	VFCI 08
VFCI 04	VFCI 04
VFCI 01	VFCI 01
VFCI 08	VFCI 08
VFCI 06	VFCI 06
VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02
VFCI 03	VFCI 03
VFCI 07	VFCI 07
VFCI 02	VFCI 02
VFCI 10	VFCI 10
VFCI 03	VFCI 03
VRCI 06	VRCI 06
VLCI 207	VLCI 207
VFCI E22	VFCI E22
VFCI 08	VFCI 08
MR04	MR04
VFCI 04	VFCI 04
HEBL45	HEBL45
MR07	MR07
20H27	20H37

Tabela 36 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 15

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	20H27 Incêndio a ceder aos meios, com combate favorável



Figura 58 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 15

5.4.3.16 Resultados| Com ações de combate| Intervalo de tempo 16| T0+170|2220h38JUL20 a 2220h58JUL20

Tabela 37 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 16

EM CURSO			DOMINADO
20H38	20H42	20H44	
VFCI 09	VFCI 09	VFCI 09	20H58
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	
HBL13	HBL13	HBL13	
HEBL7	HEBL7	HEBL7	
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	
AVBM15	AVBM15	AVBM15	
AVBM19	AVBM19	AVBM19	
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	
VTTF 03	VTTF 03	VTTF 03	
AVBM07	AVBM07	AVBM07	
AVBM08	AVBM08	AVBM08	
VLCI 06	VLCI 06	VLCI 06	
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	
VLCI 04	VLCI 04	VLCI 04	
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	
VFCI 01	VFCI 01	VFCI 01	
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	
VFCI 06	VFCI 06	VFCI 06	
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	
VFCI 07	VFCI 07	VFCI 07	
VFCI 02	VFCI 02	VFCI 02	
VFCI 10	VFCI 10	VFCI 10	
VFCI 03	VFCI 03	VFCI 03	
VRCI 06	VRCI 06	VRCI 06	
VLCI 207	VLCI 207	VLCI 207	
VFCI E22	VFCI E22	VFCI E22	
VFCI 08	VFCI 08	VFCI 08	
MR04	MR04	MR04	20H58
VFCI 04	VFCI 04	VFCI 04	
HEBL45	HEBL45	HEBL45	
MR07	MR07	MR07	
20H38	20H42	20H44	20H58

Tabela 38 - Fita de Tempo-Meios | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 16

Estado	Em curso
Ação	Meios em trânsito Empenhamento de meios terrestres e combate de meios terrestres e aéreos Meios terrestres mobilizam-se em acesso no topo da encosta Scooping
POSIT	20H58 Incêndio Dominado

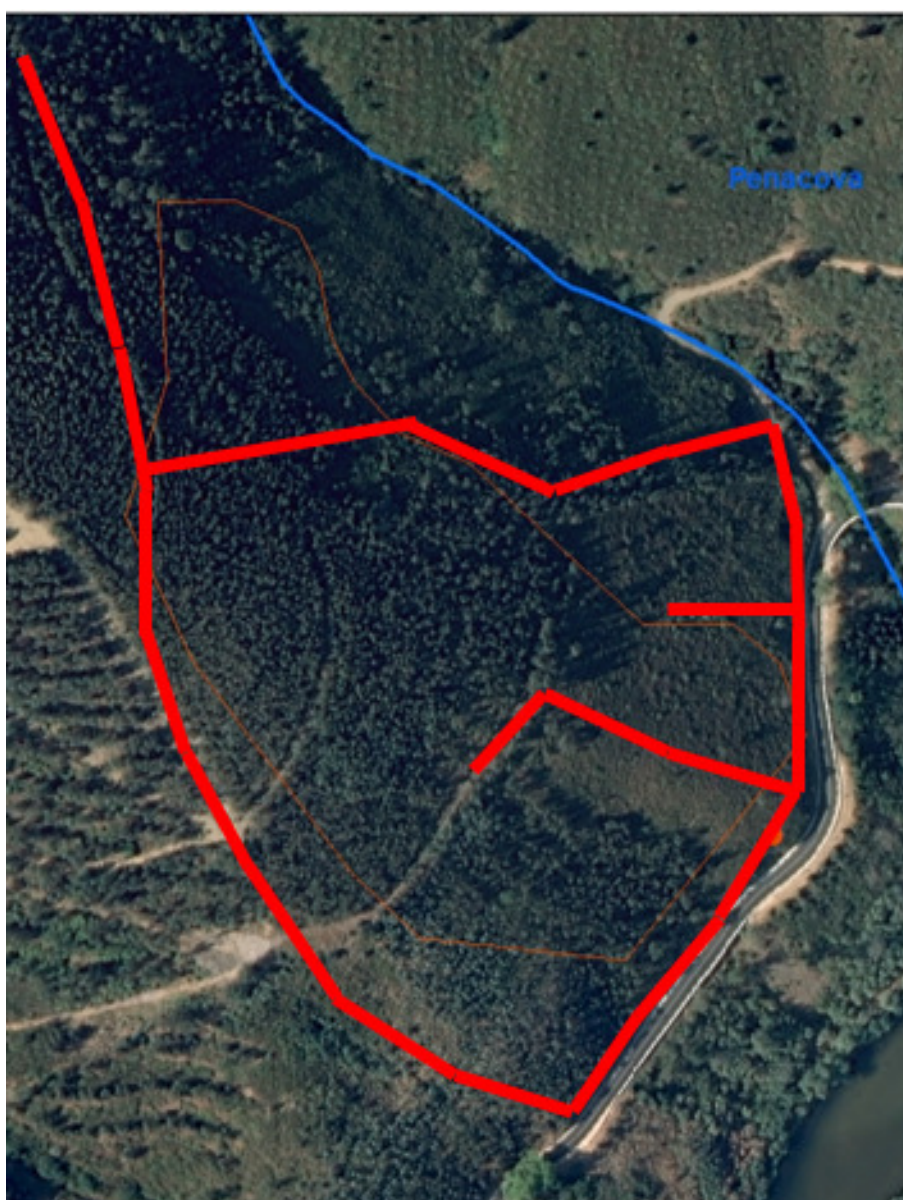


Figura 59 - Ação de combate dos meios aéreos e terrestres | Incêndio Casal da Misarela| Intervalo 16

6. CONCLUSÕES

As alterações socioeconómicas que tem verificado no nosso país nos últimos 30, 40 anos, associados às alterações climáticas e à exclusão do fogo da paisagem, têm contribuído para a criação de um ambiente de fogo, com condições propícias à ocorrência de incêndios rurais graves.

Consequentemente a estas alterações, o comportamento do fogo, a supressão a incêndios florestais, na sua conceção tradicional, começa a pecar por parca e a manifestar toda a sua ineficácia, por falta de capacidade de extinção. A forma como se tem vindo a combater os incêndios, não pode continuar a ser a mesma, porque o comportamento do fogo é hoje, diferente.

As condições no terreno e a conjuntura meteorológica típica da bacia mediterrânica, contribui para que os incêndios, logo na sua fase inicial, fiquem fora da capacidade de supressão e, muito rapidamente, atinjam grandes dimensões.

Neste sentido, o desenvolvimento e aplicação de ferramentas de apoio à decisão, revelam-se cada vez mais, com um papel determinante no apoio às operações de supressão, pela informação que podem transmitir e integrar aquando a definição de uma estratégia ou tática de combate.

Os simuladores de comportamento do fogo, têm um papel importante na prevenção, nomeadamente, na definição de estratégias de gestão de combustíveis, mas representam, também, uma excelente oportunidade no combate a incêndios, com especial destaque no apoio que podem dar à célula de planeamento.

No caso particular do *FlamMap*, este software de simulação de comportamento do fogo, apresenta muito potencial pelos outputs que providencia.

Com este trabalho pretendeu ilustrar-se a utilização do software *FlamMap* aplicada a um incêndio real, do qual se conhecem tanto os dados meteorológicos, como o despacho dos meios de combate e a sua consequente evolução temporal. É uma etapa importantíssima em qualquer processo de simulação de fenómenos físicos que se pretende que reproduzam o mais fielmente possível a realidade. Houve, pois, uma grande preocupação nesta dissertação em obter e aplicar os dados com o maior rigor

possível, para efetivamente validar a utilização do software *FlamMap* em outras situações.

Apesar de o caso de estudo ter sido de reduzidas dimensões, concluiu-se que foi obtida uma muito boa correlação dos resultados numéricos contra a situação real, o que mostra que a utilização do software pode ser adotada, com o objetivo de conhecer o potencial de risco de um incêndio, que ocorra num dado local, com determinadas características que têm que ser conhecidas *à priori*.

Foram ainda detetadas algumas limitações do funcionamento do *FlamMap*, desde logo a grande incógnita, que se prende com a forma como o *software* terá ou não em conta, as correntes de convecção criadas pelo próprio incêndio, a eventual ocorrência do fenómeno de *downburst*, que se caracteriza pelo colapso da atmosfera localizado na vertical do incêndio, e que introduz uma violência anormal no fenómeno de propagação com a geração de ventos ciclónicos, e por último a grande dificuldade de introdução de barreiras para simular o combate durante a progressão da simulação.

Em resultado das simulações, concluiu-se ainda que a estratégia de posicionar os meios no flanco direito, foi a opção mais acertada, uma vez que o incêndio tinha um potencial de abertura enorme, o que levaria a que a área ardida final, pudesse ser muito maior.

Isto revela também o facto de estes simuladores poderem ser uma mais valia em incêndios nascentes, ao contrário da sua utilização em grandes incêndios. Nos incêndios nascentes é possível avaliar de imediato o seu potencial, em progressão livre, e determinar quais as zonas mais críticas e prioritárias para o empenhamento e a ação dos meios de combate.

A utilização de meios computacionais para auxílio na tomada de decisão no combate aos incêndios rurais tem sido até à data muito escassa. A este facto não é alheia a elevada complexidade de utilização destas ferramentas, que requerem uma grande quantidade de dados de input, como os modelos digitais do terreno, os modelos de combustíveis com informações muito precisas, por exemplo sobre as alturas e densidades das copas, para além do tipo do coberto vegetal mais superficial, bem como dados meteorológicos e de humidade dos combustíveis finos mortos, que controlam fortemente tanto a ignição como a propagação. Também a manipulação de todos os dados em ambiente de SIG

(Sistemas de Informação Geográfica) torna o tratamento do problema muito mais complexo. Este tipo de gestão da informação ainda não está muito difundido pelas instituições do nosso país, e os softwares, para o efeito, também não existe em muitos dos organismos que lidam com o assunto dos fogos rurais, pelo que este pormenor torna o uso do software *FlamMap* ainda mais distante.

Nos últimos 20 anos, como se pretendeu mostrar na pesquisa bibliográfica, este tipo de softwares tem vindo a ser desenvolvido, desde a criação de modelos de combustíveis, passando por software simples como o *Behave* e *Behaveplus*, até às versões que conhecemos atualmente do *FlamMap* e *Farsite*. Contudo, também importa referir que não existem ainda muitos artigos científicos com a utilização destes softwares, o que torna a sua exploração por técnicos sem experiência e formação específica para o seu uso ainda mais difícil.

Como fatores a favor, destaca-se a necessidade reduzida de meios computacionais, e a rapidez de modelação para a obtenção de resultados, o que pode constituir no futuro uma vantagem para o seu uso no teatro de operações.

Este tipo de simulações de propagação, tem potencial de utilização por técnicos com a função do combate, no teatro de operações, mas também por um grande número de entidades, sejam elas municipais ou outras como Instituto de Conservação da Natureza e Florestas, Corpos de Bombeiros, como já acontece atualmente na Agência Integrada para a Gestão de Incêndios Florestais. Esta utilização não se restringe ao contexto do combate, mas até com maioria de razão deve ser implementada para as fases de planeamento das operações preventivas, e manutenção dos espaços florestais, designadamente na interface urbano-florestal e industrial-florestal.

Importa aqui referir o papel importante das instituições de investigação e de ensino superior, que têm neste caso um papel importante em percorrer um caminho de maior difusão do uso destas ferramentas.

Por tudo o exposto, considera-se que existe ainda um grande caminho a percorrer, no sentido de tornar mais disponíveis estes recursos de apoio à decisão, em fenómenos que têm uma importância tão dramática no nosso país, e em muitos outros países do mundo, quer do ponto de vista social, quer económico. Este trabalho pretendeu constituir

mais um passo nesse sentido, desvendando um pouco a forma de utilizar estes simuladores, e contribuindo para uma avaliação da adequabilidade do seu uso. Tendo em conta a boa correlação obtida, considera-se que a utilização do *software* foi muito positiva.

7. ESTUDOS FUTUROS

Importa ainda uma pequena reflexão sobre o que falta fazer, para que estas ferramentas de apoio à decisão, se tornem de uso mais frequente no meio do combate e prevenção aos incêndios. Mais aplicações, em casos como este, possam ser levados a cabo, por forma a aferir o bom funcionamento do programa.

Importa também que o *software* tenha algumas atualizações de melhoria, por forma a acolher todas as recomendações sobre as limitações que apresenta, algumas delas já realçadas neste trabalho.

É necessário que instituições de ensino possam difundir a sua utilização por entre os técnicos ou operacionais, que desempenham funções nesta área.

Em suma, interessa que este instrumento de apoio à decisão seja mais difundido e possa contribuir para o principal objetivo do país, que é aumentar a eficácia no combate, por forma a permitir reduzir consideravelmente a área ardida anualmente.

BIBLIOGRAFIA

- Viegas ,2006. *Modelação do Comportamento do Fogo*, Domingos Xavier Viegas | Capítulo 11, Incêndios Florestais em Portugal, Caracterização, Impactes e Prevenção, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa Portugal, 2006
- José Pereira, et al., 2006. *Alguns conceitos básicos sobre os fogos rurais em Portugal*, José M, Cardoso Pereira, João Brito Carreiras. João M. Neves Silva, Maria J. Vasconcelos| Capítulo 6, Incêndios Florestais em Portugal, Caracterização, Impactes e Prevenção, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa Portugal, 2006
- Rita Melo, João Corte-Real, 2006. *Alterações climáticas: Futuro dos acontecimentos extremos e do risco de incêndio*, Rita de Melo Durão e João Corte-Real| Capítulo 9, Incêndios Florestais em Portugal, Caracterização, Impactes e Prevenção, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa Portugal, 2006
- DON2, 2020, Diretiva Operacional n.º 2-DECIR, Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais, Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, 2020.
- SIOPS,2013 Decreto-Lei n.º 72/2013 de 31 de maio que procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 134/2006, de 25 de julho, que regula o Sistema integrado de Operações de Proteção e Socorro (SIOPS).
- SGO, 2018, Despacho n.º 3317-A/2018 de 03 de abril de 2018, que regula a revisão do Sistema Gestão de Operações (SGO)
- Comissão Técnica Independente (CTI), 2017, Relatório de “*Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrógão Grande, Castanheira de Pêra, Ansião, Alvaiázere, Figueiró dos Vinhos, Arganil, Góis, Penela, Pampilhosa da Serra, Oleiros e Sertão, entre 17 e 24 de junho de 2017*” |.
- Keane R., Mincemoyer S., Schmidt K., Long D., Garner J. (2000) “Mapping Vegetation and Fuels for Fire Management on the Gila National Forest Complex, New Mexico”, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-46-CD., Rocky Mountain Research Station, 2000
- Finney M., 2006 “An Overview of FlamMap Fire Modeling Capabilities”, USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-41., Rocky Mountain Research Station,

- Andrews P., 2007 “BehavePlus Fire Modeling System: Past, Present and Future”, US Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Missoula, Montana, 2007
- Forghani A., Cechet B., Radke J., Finney M., Butler B., 2007 “Applying fire spread simulation over two study sites in California – Lessons learned and future plans”, 1-4244-1212-9/07/\$25.00, 2007, IEEE
- Platt R., Schoennagel T., Veblen T., Sherriff R., 2011 “Modelling wildfire potential in residential parcels: A case study of the north-central Colorado Front Range, Landscape and Urban Planning, doi:10.1016/j.landurbplan.2011.03.015
- Finney M., Grenfell I., McHugh C., Seli R., Trethewey D., Stratton R., Brittain S., 2011 “A Method for Ensemble Wildland Fire Simulation”, 2011, 16:153-167 DOI 10.1007/s10666-010-9241-3
- Yavuz M., Saglam B., Kuçuk O., Tufekçioğlu A., 2018 “Assessing forest fire behaviour simulation using FlamMap software and remote sensing techniques in Western Black Sea Region, Turkey, Journal of Forestry Faculty, Kastmonu, 2018, 18 (2): 171-188
- Alcasena F., Ager A., Bailey J., Pineda N., Veja-Garcia C., 2019 “Towards a comprehensive wildfire management strategy for Mediterranean areas: Framework development and implementation in Catalonia, Spain”, Journal of Environmental Management 231 (2019) 303-320.
- Pita, L.P.C.; Cruz, M. G.; Ribeiro, L. M. S.; Palheiro, P. M.; Viegas, D. X., 2005. Manual do Curso “Curso Sobre o Comportamento de um Incêndio Florestal”. 17-18 Fevereiro. Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra, Portugal 96p.
- IPMA, 2021, <https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/otempo/previsao.numerica/index.html?page=arome.xml>, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I. P., 2021
- Manual Operacional de Emprego dos Meios Aéreos em Operações de Proteção Civil, Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, 2009