

Mestrado
Sistemas de Informação Geográfica
e Ordenamento do Território

Sistemas de Apoio à Decisão na Prevenção e Combate a Incêndios Florestais

João Paulo Miranda da
Costa

M

2016



João Paulo Miranda da Costa

**Sistemas de apoio à decisão na prevenção e combate a
incêndios florestais**

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação
Geográfica e Ordenamento do Território, orientada pelo Professor Doutor Carlos
Bateira

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Setembro de 2016

Sistemas de apoio à decisão na prevenção e combate a incêndios florestais

João Paulo Miranda da Costa

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográficos e
Ordenamento do Território, orientada pelo Professor Doutor Carlos Bateira

Membros do Júri

Professora Doutora Laura Maria Pinheiro de Machado Soares
Faculdade de Letras - Universidade do Porto

Professor Doutor Carlos Valdir de Meneses Bateira
Faculdade de Letras – Universidade do Porto

Professor Doutor José Augusto Alves Teixeira
Faculdade de Letras - Universidade do Porto

Classificação obtida: 15 valores

Índice Geral

Agradecimentos	8
Resumo	9
Abstract.....	11
Índice de Figuras	13
Índice de Tabelas	15
Índice de Gráficos.....	16
Lista de abreviaturas e siglas	17
Introdução.....	19
Capítulo 1. – Sistema de Apoio à Decisão	21
1.1. Modelo Conceptual para a elaboração da cartografia de Risco	21
1.1.1 Probabilidade de ocorrência	22
1.1.2 Suscetibilidade	23
1.1.3 Perigosidade	23
1.1.4 Vulnerabilidade	23
1.1.5 Dano Potencial	24
1.1.5 Risco.....	24
1.2. Modelo de Suscetibilidade.....	25
1.2.1 Variável dependente.....	25
1.2.2 Variáveis Independentes	30
1.2.3 Construção do modelo.....	32
Capítulo 2 – Caracterização do Concelho de Barcelos.....	35
2.1. Enquadramento Geográfico	35
2.2. Relevo/topografia.....	40
2.3. Declives	41

2.4. Uso do Solo.....	43
2.5. Exposição de Vertentes.....	44
2.6. Incêndios Florestais	46
2.6.1 Incêndios Florestais em Barcelos.....	47
2.6.2 Agentes de Proteção Civil do Concelho.....	49
Capítulo 3 –Geodatabase (Base de Dados).....	52
3.1. Sistema de Apoio à Decisão	52
3.2. Base de dados – Geodatabase	56
3.2.1Agentes de Proteção Civil.....	56
3.2.2 Cartografia de Apoio.....	57
3.2.3 Cartografia de Suscetibilidade	57
3.2.4 Inventário	58
3.2.5 – Limites administrativos	59
3.2.6 – Redes	60
3.2.7- Mapas de base	61
Capítulo 4. – Caso de estudo – Aplicação da Base de Dados	63
4.1- Cenário de Incêndio Florestal (hipotético).....	63
4.1.1- Georreferenciação e primeiro reconhecimento.....	66
4.1.2- 1º Ponto de situação	68
4.1.3- Montagem de posto de comando	69
Capítulo 5. – Aplicação da Base de Dados - Prevenção.....	75
Considerações finais.....	77
Referências bibliográficas	81
WEBSITES.....	84
ANEXOS	85
Anexo 1 – Dados padrão de velocidade de propagação do fogo.....	4
Anexo 2 – Dados padrão de velocidade de propagação do fogo.....	6

Agradecimentos

O presente trabalho de investigação, é o culminar de um grande esforço, dedicação e trabalho, decorrido no último ano, o seu sucesso só foi possível contando com o apoio de pessoas e de instituições, que não poderia deixar de referir e agradecer, pois o seu contributo foi essencial para alcançar os objetivos e metas traçadas.

Em primeiro lugar, naturalmente, gostaria de agradecer ao Professor Doutor Carlos Bateira, por todo o apoio prestado, dedicação, empenho e motivação que demonstrou para comigo, durante o desenvolver deste trabalho.

Ao Gabinete Técnico Florestal, da Câmara Municipal de Barcelos, na pessoa do Engenheiro Miranda, pela cedência de diversa informação, relativamente ao histórico de incêndios florestais, pontos de ignição, caracterização da área do município, entre outros esclarecimentos que prontamente foram fornecidos.

Ao professor António Costa, pela disponibilidade demonstrada e pela ajuda muitas vezes fundamental para me desvencilhar de problemas que surgiram no trabalho com o software SIG;

A minha família e à Vânia Silva, o meu especial agradecimento, pela compreensão, paciência e pelo apoio incondicional.

Resumo

Os incêndios florestais são um fenómeno recorrente em Portugal, o concelho de Barcelos não é exceção. No decorrer dos últimos anos esta problemática tem ganho muita ênfase, uma vez que são vários os problemas associados, tais como: ameaça do desenvolvimento sustentável da floresta, a perda de património, a morte de pessoas decorridas do mau manuseamento do fogo, até mesmo as vítimas mortais e os operacionais feridos no decorrer das operações de combate a incêndios.

Com todos estes fatores, são várias as questões que são colocadas diariamente, às quais muitas das vezes não conseguimos responder. Uma das questões colocada é, sem dúvida, referente ao planeamento e comando de operações, muitas vezes postos em causa.

Assim sendo, o principal objetivo deste trabalho é, desenvolver uma base de dados que possa ser utilizada pelos decisores operacionais, de forma a serem coadjuvados, com uma ferramenta com informação coesa, devidamente fundamentada e credível. Por forma a melhorar as condições para a tomada de decisão, quer na prevenção, quer nas operações de combate.

Numa fase inicial é apresentada a tradicional caracterização do concelho de Barcelos, englobando a análise das ignições de incêndio florestal, através da qual, foi possível caracterizar a suscetibilidade de ignição de incêndio florestal para o concelho, utilizando, para o efeito, a técnica de regressão logística.

No decorrer do trabalho, elaborou-se uma exaustiva análise e recolha de toda a informação, que se demonstre pertinente na matéria de prevenção e supressão de incêndios florestais, com o objetivo, de tratar a informação e proceder à sua compilação numa base de dados, permitindo assim, a construção de uma ferramenta importante para o apoio à decisão na matéria de prevenção e supressão de incêndios florestais.

Pretende-se que esta ferramenta não se torne estanque, isto é, que possa ser enriquecida com mais e melhor informação, e possa ser utilizada no dia-a-dia

Palavras-chave: Planeamento, Prevenção, Combate, Suscetibilidade, Ignição

Abstract

Forest fires are recurrent problems in Portugal and the municipality of Barcelos is not an exception. Over the last few years this problematic situation has become truly relevant, due to its several problems, such as: threat of the sustainable development of the forest, patrimony loss, deaths caused by poor fire handling, even the deaths and the injured professionals over fire fighting operations.

All of these factors lead us to make several questions daily, many of which we cannot answer. One of them, without a doubt, is related to the planning and command of fire fighting operations, which are frequently at issue. Thereby I tried to develop, in this scientific work, a database that could help the operational decision makers, who would have available a tool with cohesive, valid and reliable information. Improving the conditions for the decision making, in prevention and fire fighting operations, was the main purpose.

In the first place it is presented a traditional characterization of Barcelos Municipality, which contains its analysis of the forest fires ignition points. Through this analysis it was possible to characterize the susceptibility of forest fire for this municipality, by using the logistic regression method.

All along this scientific work, it was done an exhaustive gathering and analysis of all the relevant information for prevention and suppression of forest fires, with the purpose of creating an important tool to support decision making in this matter.

It is pretended that this tool do not become finished and untouchable, it must have the possibility to add better and richer information, and must be used on a daily basis.

Keywords: Planning, Prevention, Fight, Susceptibility, Ignition

Índice de Figuras

Figura 1 - Modelo Conceptual para a elaboração da cartografia de risco (Verde e Zêzere 2007).....	22
Figura 2 - Pontos de ignição do concelho de Barcelos.....	26
Figura 3 - Não pontos de ignição do concelho de Barcelos.	29
Figura 4 - Suscetibilidade de ignição de incêndio florestal no concelho de Barcelos....	34
Figura 5 - Enquadramento do concelho de Barcelos.....	35
Figura 6 - Limites administrativos das freguesias (anterior á Lei nº 11-A/2013).....	37
Figura 7 - Hipsometria do concelho de Barcelos.	41
Figura 8 - Declives do concelho de Barcelos (em percentagem).	42
Figura 9 - Ocupação do solo do concelho de Barcelos.....	44
Figura 10 - Orientação de vertente do concelho de Barcelos.	45
Figura 11 - Área de atuação própria dos corpos de Bombeiros do concelho de Barcelos.	49
Figura 12 - Área de atuação própria da equipa de sapadores florestais do concelho de Barcelos.	50
Figura 13 - FireStation - Software de simulação do comportamento do fogo.	55
Figura 14 - Aspeto da geodatabase (base de dados) criada.	56
Figura 15 - Parte integrante da geodatabase (inventário).....	57
Figura 16 - Parte integrante da geodatabase (limites administrativos).....	59
Figura 17 - Parte integrante da geodatabase (redes).....	60
Figura 18 - Enquadramento da ocorrência de incêndio florestal simulada.	63
Figura 20 - Temperatura para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).	64
Figura 19 – Humidade relativa para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST). ...	64
Figura 21 - Nebulosidade para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).....	65
Figura 22 – Precipitação para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).	65
Figura 23 - Velocidade e direção do vento para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).....	65
Figura 24 - Parâmetros integrantes do reconhecimento (Fonte: curso ERAS - ENB). ...	66
Figura 25 - Enquadramento do teatro de operações simulado com base de carta militar.	67

Figura 26 - Enquadramento do teatro de operações simulado com base em ortofotomapas.	67
Figura 27 - Identificação dos pontos de água (geodatabase).....	68
Figura 28 - Visualização do ponto de água recorrendo à geodatabase.....	69
Figura 29 - Elaboração da situação tática através da geodatabase.	70
Figura 30 - Situação tática - atualização 1.....	71
Figura 31 - Situação tática - atualização 1 carta militar.	71
Figura 32 - Exemplo de rádio SIRESP portátil.	72
Figura 33 - Esquema de recolha de dados para atualização da geodatabase (Fomte: curso ERAS - ENB).	74
Figura 34 - Esquema de condução de queima (curso de fogo controlado - Coimbra 2016).....	76

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição anual dos pontos de ignição.....	27
Tabela 2 - Intervalos de reclassificação dos declives.....	30
Tabela 3 - Intervalos de reclassificação daa exposições de vertentes.....	31
Tabela 4 - Intervalos de reclassificação da distância á rede viária.....	31
Tabela 5 - Intervalos de reclassificação da distância a áreas urbanizadas.....	31
Tabela 6 - Denominação das freguesias conforme figura 5.....	36
Tabela 7 - Denominação das freguesias conforme figura 6.....	37
Tabela 8 - População residente e área administrativa do território das freguesias do concelho de Barcelos (Fonte - Instituto Nacional de Estatística e Carta Administrativa Oficial de Portugal).....	39
Tabela 9 - Declives do concelho de Barcelos (Fonte: PMDFCI 2016).....	42
Tabela 10 - Tabela de atributos do nível de informação sobre os agentes de proteção civil.....	57
Tabela 11 - Tabela de atributos do nível de informação sobre os pontos de ignição.....	59
Tabela 12 - Tabela de atributos dos níveis de informação da rede de pontos de água... 60	
Tabela 13 - Tabela de atributos dos níveis de informação da rede de pontos de água (continuação).....	60
Tabela 14 - Tabela de atributos dos níveis de informação sobre rede de pontos de água (continuação).....	61
Tabela 15 - Tabela de atributos dos níveis de informação sobre a rede viária.....	61
Tabela 16 - Tabela de atributos dos níveis de informação sobre a rede viária (continuação).....	61

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Curva ROC.....	33
Gráfico 2 - Distribuição anual do número de ignições no concelho de Barcelos (Fonte: ICNF).....	47
Gráfico 3 - Distribuição anual da área ardida do concelho de Barcelos (Fonte: ICNF).	48

Lista de abreviaturas e siglas

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil;

APC – Agente de Proteção Civil;

CBV – Corpo de Bombeiros Voluntários;

CDOS – Comando Distrital de Operações de Socorro;

DFCI – Defesa da Floresta Contra Incêndios;

DRAEDM – Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho;

ERAS – Equipa de Reconhecimento e Avaliação da Situação;

GIPS – Grupo de Intervenção Proteção e Socorro;

GNR – Guarda Nacional Republicana;

GPS – Sistema de Posicionamento Global;

GTF – Gabinete Técnico Florestal;

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e Florestas;

INAG – Instituto da Água;

PCO – Posto de Comando Operacional;

PCOC – Posto de Comando Operacional Conjunto;

PDM – Plano Diretor Municipal;

PMDFCI – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios;

PROF – Plano Regional Ordenamento Florestal;

SF – Sapadores Florestais;

SGO – Sistema de gestão de operações;

SIOPS – Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro;

SIRESP – Sistema Integrado das Redes de Emergência e Segurança de Portugal;

SITAC – Situação tática;

SMPC – Serviço Municipal de Proteção Civil;

SPNA – Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente;

VCOC – Veículo de Comando e Comunicações;

VCOT – Veículo de Comando Tático;

VFCI – Veículo Florestal de Combate a incêndios;

VLCI – Veículo Ligeiro de Combate a incêndios;

VTTU – Veículo Tanque Tático Urbano;

ZIF – Zona de Intervenção Florestal;

Introdução

O fogo faz parte da natureza desde sempre e não deve ser eliminado por completo. Muitas das espécies que existem hoje na nossa floresta, foram modeladas pelo fogo. Em Portugal nos últimos anos tem aumentado a incidência dos incêndios florestais e também a percepção da sua grande importância, no âmbito da organização da resposta a este flagelo, nas suas diversas vertentes, sendo elas a prevenção, vigilância/deteção, combate e supressão e até mesmo reabilitação após os incêndios.

Assim sendo, cada vez mais os decisores operacionais carecem de falta de informação para poderem tomar as decisões adequadas, de forma a minimizarem/mitigarem os riscos associados aos incêndios florestais. Obviamente que só conseguimos defender/proteger a nossa floresta, se a conhecermos muito bem, o mesmo se aplica aos incêndios, é necessário um grande conhecimento de todos os fatores que influenciam o seu comportamento de forma a podermos tomar decisões, o mais acertadas possíveis.

Atendendo ao meu fascínio e gosto pela temática da proteção e socorro e proteção Civil, pertencendo eu, ao quadro de Oficiais Bombeiros e sendo esta a minha profissão, posso afirmar que, juntei o útil ao agradável, desenvolvendo um trabalho interessante e que pode ser por mim implementado no dia-adia.

Desta forma, é necessário levar a cabo uma minuciosa recolha de informação, sendo que a mesma informação terá de ser posteriormente tratada e validada, de forma a filtrar e organizar a mesma, para que a sua utilização seja o mais eficiente possível. Um dos princípios que deve estar subjacente nas bases de dados que compilam este tipo de informação, é sem dúvida alguma, a sua progressiva atualização, pois se a mesma não for atualizada convenientemente torna-se muitas vezes fonte de erros, demonstrando muitas vezes cenários que são falaciosos.

Com este trabalho pretende-se criar uma ferramenta útil e ágil, para apoiar nas decisões relacionadas com as medidas e ações estruturais e operacionais relativas à prevenção e proteção da floresta contra incêndio, nas vertentes de vigilância, deteção, combate e rescaldo, bem como a fiscalização a levar a cabo pelas entidades públicas com competência na defesa da floresta contra incêndios.

Num desenrolar de um trabalho deste tipo são vários os obstáculos que se enfrentam, muitas das vezes impotentes, não dependemos somente de nós para desenvolver o trabalho, assim sendo, só com muito empenho, dedicação, gosto e persistência se consegue ultrapassar as metas definidas.

Capítulo 1. – Sistema de Apoio à Decisão

O principal objetivo deste trabalho de investigação foi, caracterizar de forma expedita, as principais variáveis que afetam o comportamento dos incêndios florestais, de forma a poder ser construída uma base de dados (geodatabase), onde se pode associar informação geográfica e descritiva. Sendo assim possível, criar uma ferramenta de consulta rápida, agrupando vários níveis de informação, permitindo a utilização por qualquer pessoa, não necessitando de grandes conhecimentos sobre sistemas de informação geográfica, tornando-se uma ferramenta de apoio na decisão, que poderá ser implementada na prevenção e na supressão de incêndios florestais.

1.1. Modelo Conceptual para a elaboração da cartografia de Risco

É difícil conseguir consensos quanto à terminologia dos modelos de risco. A esse propósito, já Bachmann e Allgöwer (2001) apontam a necessidade de se definir uma base conceptual consistente (Verde, J. 2008). O tema dos incêndios florestais ao longo dos últimos tempos tem centrado a atenção de muitos autores/investigadores, surgindo assim uma grande quantidade de bibliografia e trabalhos realizados. O mesmo afirma Luciano Lourenço (1996), que as diversas definições são constantemente trocadas e baralhadas.

Em artigo de 1999, Bachmann e Allgöwer,(1991 p1) referem que « the somewhat inconsiderate use of the various terms ‘danger’, ‘hazard’, and ‘ risk’ may result in misunderstandings that can have fatal consequences» (Verde. J. 2008:13). São vários os intervenientes operacionais que envolvem a temática dos incêndios florestais (incêndios rurais como a Autoridade Nacional de Proteção Civil define neste momento), a sua formação/instrução tem diversas origens, nunca colocando nenhuma entidade em causa, se os conceitos e definições base forem diferentes, quando estas entidades convergem esforços a fim de aumentar a sinergia para a supressão deste flagelo, podemos muitas vezes criar ambiguidades e situações pouco perceptíveis na fase de planeamento. Quando a fase de planeamento não é bem definida e elaborada, as consequências são sempre notórias na fase de execução.

Estes conceitos de suscetibilidade, probabilidade, risco, vulnerabilidade, perigosidade, dano potencial, são termos utilizados no dia-a-dia dos agentes de proteção civil, e muitas vezes são completamente baralhados, criando problemas de interpretação.

O modelo conceptual que se apresenta neste trabalho, é a base de orientação internacional de estudos de avaliação de riscos para as mais diversas áreas dos riscos (sismos, cheias, movimentos de massa). Contudo neste trabalho será apenas apresentado a parte de suscetibilidade de incêndio florestal para o concelho de Barcelos, pois a elaboração de todas as componentes deste modelo conceptual assenta num processo muito complexo, ultrapassando os objetivos deste trabalho.

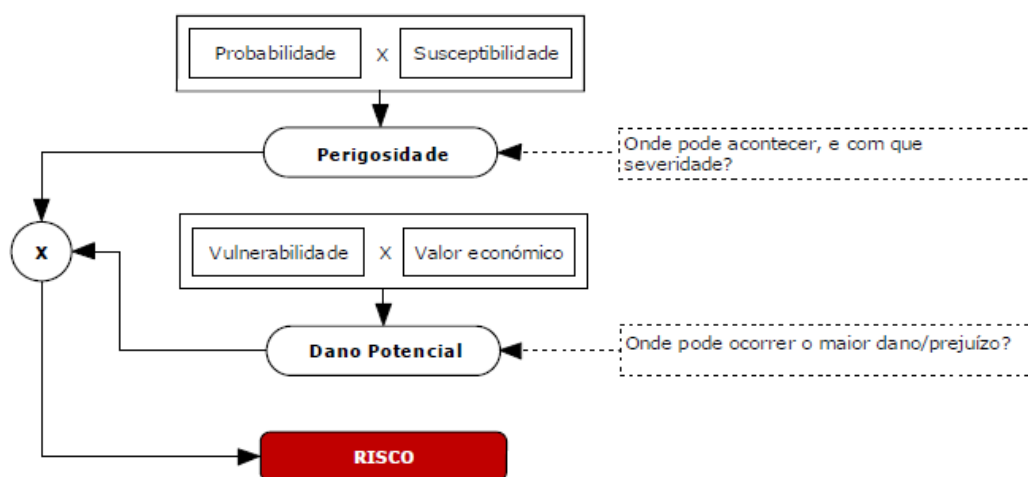


Figura 1 - Modelo Conceptual para a elaboração da cartografia de risco (Verde e Zêzere 2007).

1.1.1 Probabilidade de ocorrência

A probabilidade expressa a verosimilhança de que um determinado evento ocorra e, deste modo, pode entender-se como um indicador de certeza da ocorrência desse evento (Verde, J. 2008:14)

Para a caracterização da probabilidade, é sem dúvida essencial o conhecimento do histórico de ocorrência do fenómeno em estudo. Com o passar dos anos, é reconhecido que este tipo de informação pode ser preciosa para a tomada de decisões, pois os

incêndios têm tendência a repetirem-se, ora se conhecermos bem o fenómeno, podemos ser proactivos e anteciparmos ações de supressão (combate indireto), aumentando a eficiência dos combatentes.

1.1.2 Suscetibilidade

No caso dos incêndios florestais, uma determinada área será tanto mais ou menos suscetível quanto melhor permitir a deflagração e ou a progressão do incêndio (Verde e Zêzere, 2007). Sendo um aspeto fundamental para efetuar o planeamento para prevenção de incêndios, uma vez que se conseguirmos atuar nas zonas mais suscetíveis de ocorrência deste fenómeno poderemos minimizar todos os outros componentes deste modelo.

A proximidade à rede viária, a proximidade a aglomerados populacionais, a ocupação do solo, a exposição, o declive são exemplos de fatores que condicionam a suscetibilidade do território, mais precisamente condicionam a ocorrência ou não da ignição.

1.1.3 Perigosidade

Segundo a definição de Varnes (1984; cit. In Verde 2008:15), a probabilidade de ocorrência de fenómenos potencialmente destruidores, num determinado intervalo de tempo e numa dada área. Sendo um termo equivalente ao que se a literatura anglo-saxónica designa por *hazard*.

1.1.4 Vulnerabilidade

A vulnerabilidade segundo Varnes (1984; cit. in Verde 2008:15) expressa o grau de perda a que um determinado elemento está sujeito em face da ocorrência do fenómeno tratado. A vulnerabilidade desses elementos designa a sua capacidade de resistência ao fenómeno e de recuperação após o mesmo (DGRF, 2007; cit. In. Alves 2012:28). Devemos salientar que a recuperação após um fenómeno nada tem a ver com

a vulnerabilidade, sendo que esta designa-se por resiliência aplicando-se no pós crise. A vulnerabilidade refere-se a uma situação que antecede a crise.

1.1.5 Dano Potencial

Aqui, fica a grande questão do que terá mais valor, será o edificado ou um povoamento florestal?

Como afirma João Verde (Verde, 2008:14) *para reposição da performance dos elementos afectados, seria mais barato – e mais rápido – repor o edificado do que o povoamento. É nesta medida que a introdução de uma variável adicional, a variável valor económico, é útil.* Isso vai contra tudo o que está patente diariamente no combate a incêndios florestais, pois muita das vezes é colocado em causa a supressão do incêndio propriamente dito (estratégia) para posicionar meios preciosos na proteção de pontos sensíveis.

Desta forma existem países onde adotam estratégias e combatentes diferenciados, existindo os bombeiros, que atuaram na interface urbano-florestal e bombeiros florestais, estes preocupando-se apenas em definir a melhor estratégia para supressão do incêndio.

1.1.5 Risco

Segundo Bachmann e Allgöwer (2001) (Cit in Alves. p. 2012:28), *risco de incêndio florestal é a probabilidade de que um incêndio florestal ocorra num local específico, sob determinadas circunstâncias, e as suas consequências esperadas, caracterizadas pelos impactes nos objectos afectados.* Deste modo e através da análise da ilustração nº 6, podemos afirmar que o risco é o produto/combinção entre a perigosidade e a vulnerabilidade, servindo de base para qualquer sistema de apoio á decisão, nomeadamente na prevenção e supressão de incêndios florestais.

1.2. Modelo de Suscetibilidade

Este tipo de cartografia é elaborado com base em fatores condicionantes, neste caso dos incêndios florestais, podemos identificar e analisar cartograficamente este fenómeno, de forma a maximizar a eficácia da prevenção e supressão deste tipo de fenómenos.

A regressão logística tem sido uma das técnicas mais utilizadas para a modelação estatística, englobada nos métodos de cartografia indireta, segundo Vasconcelos,2001; Cardille,2001; Preslier, 2004; Catry, 2007; Martínez, Veja-Garcia, Chuvieco, 2009 (cit. In. Alves. P. 2012:46).

Esta técnica produz um modelo preditivo de valores tomados por uma variável categórica, frequentemente binária, a partir de uma série de variáveis explicativas contínuas e/ou binárias (Hosmer e Lemeshow, 200 - cit. In. Alves. P. 2012:46).

1.2.1 Variável dependente

Com o objetivo de aferir a variável dependente foi necessário identificar os pontos/locais com a presença e a ausência do fenómeno em estudo – ocorrência de ignições de incêndios florestais.

O rigor da informação obtida é, um fator crucial para o sucesso do modelo a desenvolver, desta forma, foi necessário solicitar os pontos de ignição ao gabinete técnico florestal. Os levantamentos efetuados pelo gabinete técnico florestal, são muito rigorosos, pois são obtidos mediante trabalho no terreno, diminuindo a probabilidade de erro.

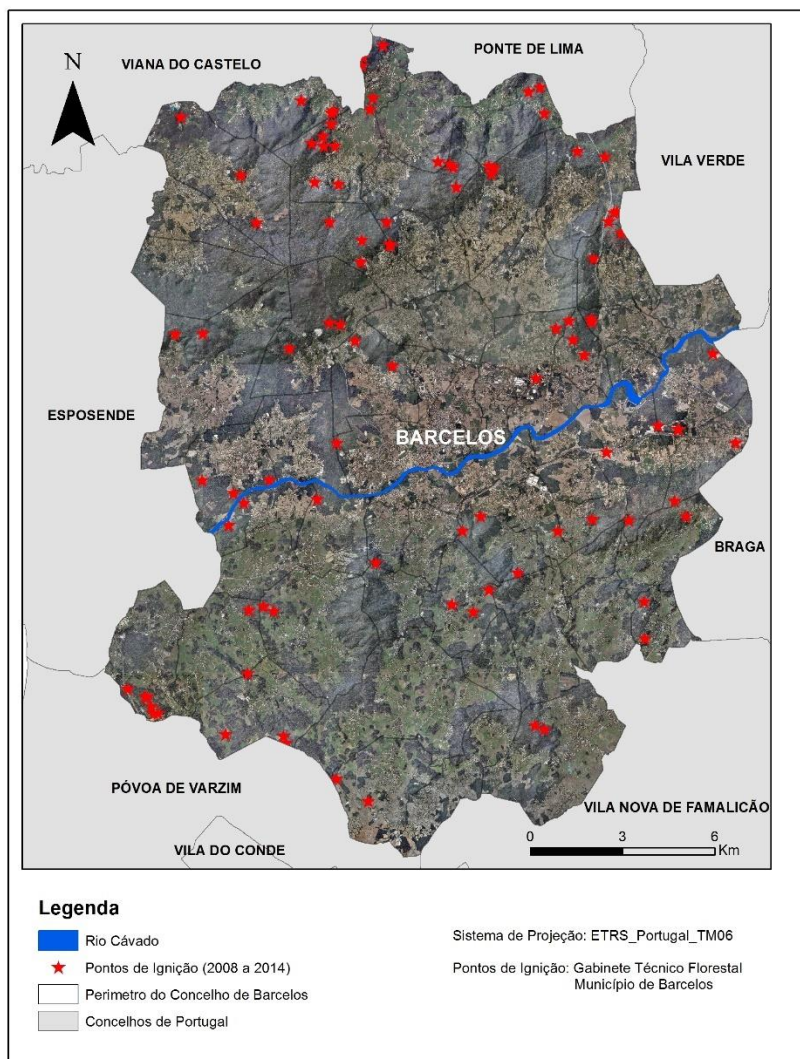


Figura 2 - Pontos de ignição do concelho de Barcelos.

A política do gabinete técnico florestal do concelho de Barcelos, assenta na obrigatoriedade de efetuar o levantamento de todos os incêndios com mais de 5 hectares, todos os outros poderão ou não ser devidamente registados, mediante disponibilidade do técnico.

A localização dos pontos de ignição é feita através da análise efetuada pelo gabinete técnico florestal do município, a quando, do levantamento das áreas ardidas. O registo é efetuado no local mais aproximado do ponto de início do incêndio. Devido á magnitude dos incêndios florestais, muitas vezes não é possível aferir este ponto.

No entanto, desde 2014 com a integração de novos rádios de comunicação, que permitem a georreferenciação dos locais, logo que o primeiro veículo de combate a incêndios chega ao local de uma nova ocorrência, regista as coordenadas mais próximas do local de início do incêndio. Esta informação chega ao gabinete técnico florestal do município, através da plataforma do sistema de gestão de incêndios florestais do Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, que se liga continuamente com o sistema da Autoridade Nacional de Proteção Civil.

Tabela 1 - Distribuição anual dos pontos de ignição.

ANO	Pontos de ignição	%	% ACUMULADA
2008	5	5	5
2009	23	23	28
2010	26	26	54
2011	16	16	70
2012	9	9	79
2013	15	15	94
2014	6	6	100

Para conseguirmos perceber melhor esta diferença, o ICNF considera que incêndios são aqueles que a área ardida ultrapasse 1 hectare, sendo todos os outros considerados fogachos (área ardida < 1 hectare), para considerar a suscetibilidade de incêndio, deveriam ser contabilizados todas as ignições, independentemente da área consumida, no entanto só existe registo desta informação. Outro tipo de informação, é disponibilizada pelo sistema de gestão dos incêndios florestais, fornecendo informação muito errada, como por exemplos georreferencia incêndios localizados no mar.

Após análise e validação dos pontos fornecidos pelo gabinete técnico florestal deve-se salientar que:

1 Ignição está localizada no tecido urbano;

1 Ignição está localizada no tecido de industria, comércio e transportes;

1 Ignição está localizada em áreas de culturas permanentes;

80 Ignições estão localizadas em zonas de floresta;

16 Ignições estão localizadas em zonas de floresta aberta com vegetação arbustiva e herbácea;

1 Ignição está localizada em zonas de descobertas e com pouca vegetação;

Para confirmar o referido no parágrafo anterior, procedi a uma análise estatística das intervenções do corpo de bombeiros de Viatodos. O corpo de Bombeiros Voluntários de Viatodos, compreende na sua área de atuação, de acordo com o despacho nº140/RI/DNB/2009, 14 freguesias, isto de acordo com a anterior divisão administrativa (antes das uniões de freguesias), sendo que a área de atuação própria do corpo de Bombeiros de Viatodos tem 5.215,58 há (13,77% da área total do concelho), onde reside 12,62% (15.189 habitantes) do total da população do concelho.

Segundo a Avaliação Nacional de Risco e a listagem de freguesias classificadas quanto à perigosidade de incêndio florestal, publicada no portal do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, o concelho de Barcelos tem 25,44ha de área classificada como de média perigosidade e 4,217ha, como muito alta perigosidade a incêndios florestais, representando, respetivamente, 11,13% e 67,16% do total do município de Barcelos. Podemos concluir que 78,29% do total do concelho está referenciado pelo ICNF como de elevada perigosidade a incêndios florestais. Segundo o ICNF, 52,74% (2750,58ha) do território da área de atuação própria dos Bombeiros Voluntários de Viatodos está classificada como nível médio de perigosidade.

Este corpo de Bombeiros dentro da sua área de atuação própria, ocorreu, nos últimos 5 anos (2011-2015), a 139 incêndios florestais (dados do Comando Distrital de Operações de Socorro de Braga), representando uma média de 28 ocorrências ano, estes dados demonstram todos os pontos de ignição independentemente da sua área ardida, o

que significa que muitos deles não constam da listagem cedida pelo gabinete técnico florestal do município.

Ao fim de definir a presença do fenómeno através dos 100 pontos de ignição, foi necessário identificar a ausência do fenómeno, denominados de não sítios. Deste modo foram criados aleatoriamente 200 não pontos, não coincidentes com os pontos de ignição (através da ferramenta do Arctoolbox – Creat Random Points). Após vários testes, optou-se por utilizar somente 100 pontos de ignição e 200 não pontos.

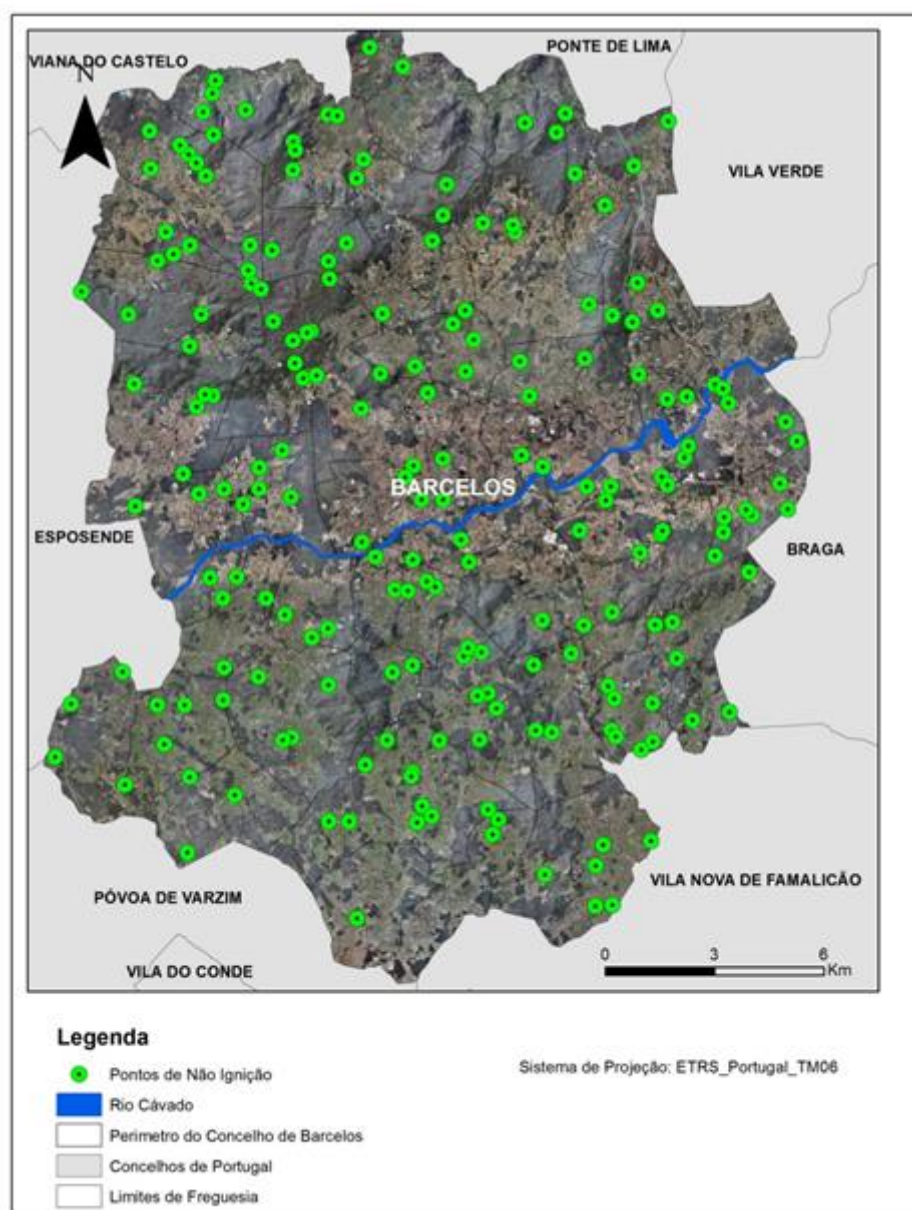


Figura 3 - Não pontos de ignição do concelho de Barcelos.

1.2.2 Variáveis Independentes

As variáveis independentes são escolhidas entre todas as variáveis que estão associadas à probabilidade de ignição dos incêndios florestais. Esta fase torna-se mais difícil e complexa de se caracterizar, pois a qualidade do modelo depende das variáveis escolhidas.

Com base nos dados disponibilizados pela Autoridade Florestal Nacional, agora Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, entre 2009 e 2011, nos incêndios que foi possível determinar a causalidade, 99% das ocorrências foram atribuídas à causa humana. Com base nestes dados a nossa análise vai incidir sobre a presença humana e a influência que esta exerce na ocupação do solo, contudo deve-se salientar, que prever o comportamento humano é uma tarefa extremamente difícil.

- 1- Modelo digital de elevação – este mapa foi produzido com base na informação disponibilizada pelo gabinete técnico florestal do concelho de Barcelos (pontos cotados e curvas de nível com intervalo de dez metros).
- 2- Declives – este mapa foi obtido através do modelo digital de elevação referido no ponto 1;

Tabela 2 - Intervalos de reclassificação dos declives.

Classe	Reclassificação
De 0 a 5	1
De 5 a 10	2
De 10 a 15	3
De 15 a 20	4
De 20 a 25	5
De 25 a 30	6
Mais de 30	7

- 3- Exposição de vertente/orientação das encostas – este mapa foi produzido através do modelo de elevação referido no ponto 1. Neste ponto é indicado a direção da encosta em relação ao norte geográfico;

Tabela 3 - Intervalos de reclassificação daa exposições de vertentes.

Classe	Reclassificação
Superfícies planas	1
De 0 a 22.5	2
De 22.5 a 67.5	3
De 67.5 a 112.5	4
De 112.5 a 157.5	5
De 157.5 a 202.5	6
De 202.5 a 247.5	7
De 247.5 a 292.5	8
De 292.5 a 337.5	9
De 337.5 a 360	2

4- Ocupação do solo – foi utilizada a carta de ocupação de solo, agrupando em cinco classes mais significativas para a análise em estudo, 1 Floresta, 2 Incultos, 3 Agricultura, 4 Áreas sociais, 5 Vegetação esparsa. As superfícies aquáticas foram removidas face à sua irrelevância para a construção do modelo, uma vez que a possibilidade de ignição de incêndios nestes locais é nula.

5- Distância á rede viária (incluindo caminhos florestais) – foi utilizada a rede viária fornecida pelo gabinete técnico florestal, constante no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndio, sendo calculada a distância deste a rede viária até qualquer ponto do território;

Tabela 4 - Intervalos de reclassificação da distância á rede viária.

Classe	Reclassificação
0 a 100 metros	1
De 100 a 500 metros	2
Mais de 5000	3

6- Distância a áreas urbanizadas – segundo a carta de ocupação de solo de 2007 (nível 1);

Tabela 5 - Intervalos de reclassificação da distância a áreas urbanizadas.

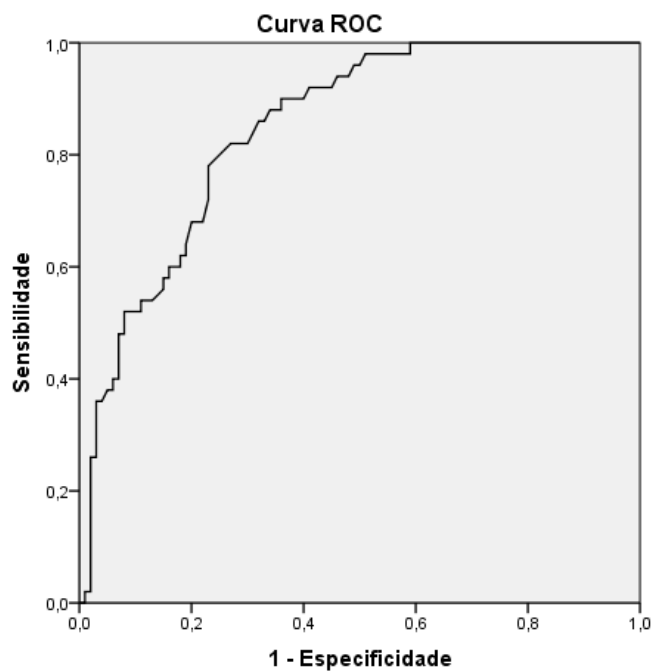
Classe	Reclassificação
De 0 a 500	1
De 500 a 1000	2
De 1000 a 1500	3
Mais de 1500	4

A análise espacial destas variáveis realizou-se num sistema de informação geográfica com base matricial, após a preparação e transformação dos dados para este formato da informação vetorial disponível. A elaboração de mapas foi baseada em operações de análise e modelação espacial, em que além de utilizados programas SIG, foi utilizada programas de análise estatística.

1.2.3 Construção do modelo

Foi aplicado o teste de significância estatístico (qui-quadrado), visando definir os fatores condicionantes que possuem comportamentos estatisticamente distintos relativamente às duas variáveis dependentes. Este procedimento é necessário para determinar as variáveis independentes efetivamente releva válidas as que se evidenciam como características das áreas onde foram registadas ocorrências e, portanto, distintas das áreas onde não houve ocorrências “não pontos”. Quando o resultado é significativo diríamos que existe uma relação importante entre os “pontos” e “não pontos” no âmbito da variável independente em questão. Neste caso essa variável não é relevante, ou seja, não constitui um fator significativo na área em estudo (Hosmer e Lemeshow, 200, cit in Alves. P. 2012:46).

No final foi avaliada a performance do modelo, através da análise efetuada com a curva ROC, que analisa a proporção de verdadeiros positivos que são classificados como positivos, e qual a proporção de verdadeiros negativos que o modelo classifica como negativos.



Os segmentos diagonais são produzidos por empates.

Gráfico 1 - Curva ROC.

Como podemos confirmar na curva ROC, na imagem anterior, a sua área abaixo da curva é bastante grande, vai de encontro ao que afirma Catry (2007, cit in Alves. P, 2012:52), “Um modelo que denota um bom desempenho é aquele que engloba grandes áreas abaixo da curva. Os valores entre 0,5 – 0,7 indicam baixa precisão, valores entre 0,7-0,8 indicam uma precisão aceitável, entre 0,8-0,9 indicam uma boa precisão e os valores superiores a 0,9 revelam uma excelente capacidade preditiva do modelo (Hosmes e Lemeshow, 2000, Cit in Alves. P. 2012).

Baseado no referido no parágrafo anterior, algumas variáveis foram removidas do modelo criado, ficando somente as 6 variáveis independentes citadas no ponto 3.1.2.

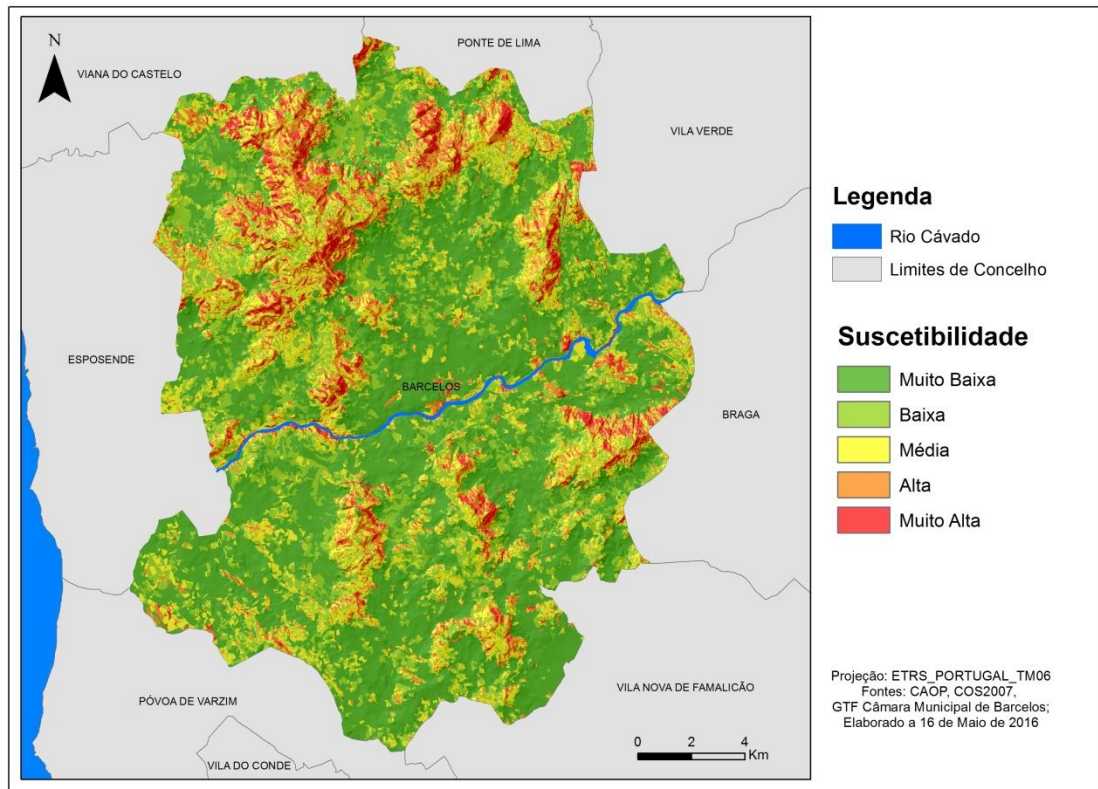


Figura 4 - Suscetibilidade de ignição de incêndio florestal no concelho de Barcelos.

Capítulo 2 – Caracterização do Concelho de Barcelos

2.1. Enquadramento Geográfico

O concelho de Barcelos está inserido na NUT III – Cávado, pertencendo ao distrito de Braga. Conforme podemos visualizar na figura 5, este concelho faz fronteira com os seguintes concelhos:

Oeste – Concelho de Esposende;

Sudoeste – Concelho da Póvoa do Varzim;

Norte – Concelhos de Viana do Castelo e Ponte de Lima;

Noroeste – Concelhos de Braga e Vila Verde;

Este – Concelho de Braga;

Sudoeste - Concelho de Vila Nova de Famalicão;

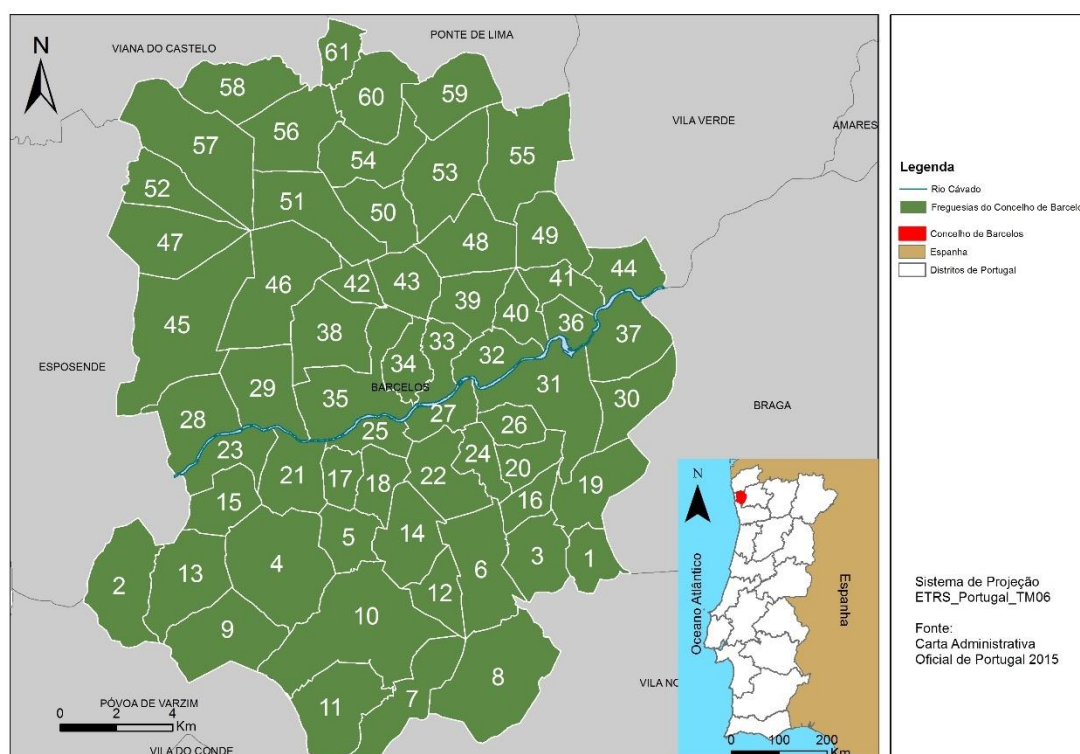


Figura 5 - Enquadramento do concelho de Barcelos.

Tabela 6 - Denominação das freguesias conforme figura 5.

Nº	Freguesia/União de Freguesia
1	Cambeses
2	Barqueiros
3	União das freguesias de Carreira e Fonte Coberta
4	União das freguesias de Milhazes, Vilar de Figos e Faria
5	Pereira
6	União das freguesias de Silveiros e Rio Covo (Santa Eulália)
7	União das freguesias de Negreiros e Chavão
8	União das freguesias de Viatodos, Grimancelos, Minhotães e Monte de Fralães
9	Paradela
10	União das freguesias de Chorente, Góios, Courel, Pedra Furada e Gual
11	Macieira de Rates
12	Carvalhas
13	Cristelo
14	Remelhe
15	Vila Seca
16	Moure
17	Carvalhal
18	Alvelos
19	União das freguesias de Sequeade e Bastuço (São João e Santo Estevão)
20	Airó
21	Gilmonde
22	União das freguesias de Gamil e Midões
23	Fornelos
24	Várzea
25	Barcelinhos
26	Adães
27	Rio Covo (Santa Eugénia)
28	Perelhal
29	União das freguesias de Creixomil e Mariz
30	Martim
31	União das freguesias de Areias de Vilar e Encourados
32	Manhente
33	Tamel (São Veríssimo)
34	Arcozelo
35	União das freguesias de Barcelos, Vila Boa e Vila Frescainha (São Martinho e São Pedro)
36	Areias
37	Pousa
38	Abade de Neiva
39	Galegos (Santa Maria)
40	Galegos (São Martinho)
41	Lama
42	Silva
43	Lijó
44	Ucha
45	União das freguesias de Vila Cova e Feitos
46	União das freguesias de Tamel (Santa Leocádia) e Vilar do Monte
47	Palme
48	Roriz
49	Oliveira
50	União das freguesias de Campo e Tamel (São Pedro Fins)
51	Carapeços
52	Aldreu
53	União das freguesias de Alvito (São Pedro e São Martinho) e Couto
54	Aborim
55	União das freguesias de Alheira e Igreja Nova
56	União das freguesias de Quintiães e Aguiar
57	Fragoso
58	União das freguesias de Durrães e Tregosa
59	Panque
60	Cossourado
61	Balugães

A figura 1 e respetiva tabela 1, apresentam as freguesias e uniões de freguesias, conforme as alterações introduzidas pela Lei nº 11-A/2013 de 28 de janeiro, reorganização administrativa do território das freguesias.

No entanto, é necessário expor neste trabalho a anterior organização administrativa do território das freguesias, pois, a organização estrutural da proteção civil ainda comporta áreas de jurisdição que não correspondem à nova reorganização administrativa das freguesias (conforme figura 2 e tabela 2).

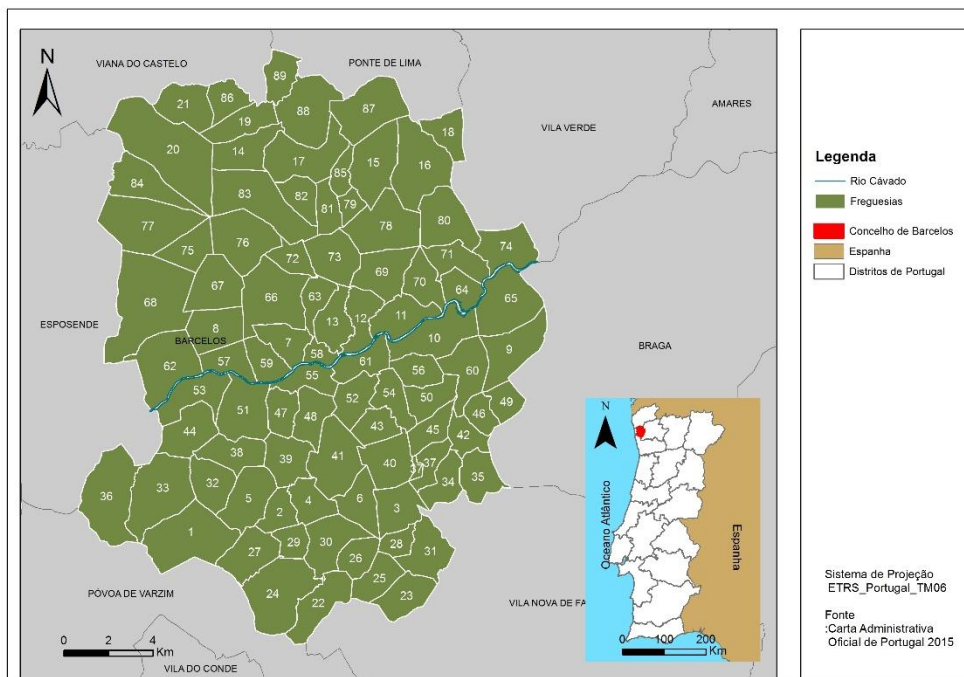


Figura 6 - Limites administrativos das freguesias (anterior á Lei nº 11-A/2013).

Tabela 7 - Denominação das freguesias conforme figura 6.

Nº	Freguesia	Nº	Freguesia
1	PARADELA	46	BASTUÇO (SÃO JOÃO)
2	PEDRA FURADA	47	CARVALHAL
3	SILVEIROS	48	ALVELOS
4	GÓIOS	49	BASTUÇO (SANTO ESTEVÃO)
5	VILAR DE FIGOS	50	AIRÓ
6	CARVALHOS	51	GILMONDE
7	VILA FRESCAINHA (SÃO MARTINHO)	52	GAMIL
8	CREIXOMIL	53	FORNELOS
9	MARTIM	54	VÁRZEA
10	AREIAS DE VILAR	55	BARCELINHOS
11	MANHENTE	56	ADÃES
12	TAMEL (SÃO VERÍSSIMO)	57	MARIZ
13	ARCOZELO	58	BARCELOS
14	QUINTIÃES	59	VILA FRESCAINHA (SÃO PEDRO)
15	ALVITO (SÃO PEDRO)	60	ENCOURADOS
16	ALHEIRA	61	RIO COVO (SANTA EUGÉNIA)
17	ABORIM	62	PERELHAL
18	IGREJA NOVA	63	VILA BOA
19	AGUIAR	64	AREIAS
20	FRAGOSO	65	POUSA
21	TREGOSA	66	ABADE DE NEIVA
22	NEGREIROS	67	VILAR DO MONTE
23	MINHOTÃES	68	VILA COVA
24	MACIEIRA DE RATES	69	GALEGOS (SANTA MARIA)
25	GRIMANCELOS	70	GALEGOS (SÃO MARTINHO)
26	CHAVÃO	71	LAMA
27	COUREL	72	SILVA
28	MONTE DE FRALÃES	73	LUJÓ
29	GUERAL	74	UCHA
30	CHORENTE	75	FEITOS
31	VIATODOS	76	TAMEL (SANTA LEOCÁDIA)
32	FARIA	77	PALME
33	CRISTELO	78	RORIZ
34	CARREIRA	79	ALVITO (SÃO MARTINHO)
35	CAMBESES	80	OLIVEIRA
36	BARQUEIROS	81	CAMPO
37	FORTE COBERTA	82	TAMEL (SÃO PEDRO FINS)
38	MILHAZES	83	CARAPEÇOS
39	PEREIRA	84	ALDREU
40	RIO COVO (SANTA EULÁLIA)	85	COUTO
41	REMLHE	86	DURRÃES
42	SEQUEADE	87	PÂNQUE
43	MIDÕES	88	COSSOURADO
44	VILA SECA	89	BALUGÃES
45	MOURE		

A nível florestal, o concelho de Barcelos está enquadrado na circunscrição florestal Norte – Núcleo do Baixo Minho.

Em termos de área, o concelho de Barcelos perfaz um total de 37.890 hectares distribuídos por 43 freguesias e 18 uniões de freguesias (antes das alterações introduzidas pela Lei 11-4/2013 de 28 de janeiro, o concelho comportava 89 freguesias).

Os sistemas paisagísticos que compõem este concelho são resultado da diferente combinação de 4 tipos de unidades distintas: floresta, matas, áreas agrícolas e áreas urbanizadas.

A mancha florestal do concelho de Barcelos apresenta diferentes graus de vulnerabilidade ao risco de incêndio, sendo maior onde predominam as resinosas, nos terrenos mais declivosos, nos cobertos florestais mais densos e localizados a maior altitude e onde se encontram as melhores condições edafoclimáticas, para a criação de mantas mortas espessas, que acarretam acumulações mais significativas de matérias combustíveis.

A grande quantidade de manta morta é um fator bem patente no concelho de Barcelos, neste seguimento surge a grande importância da realização de operações de rescaldo, estas operações devem assentar em trabalhos contínuos e exaustivos das áreas afetadas pelos incêndios florestais. A quantidade de manta morta presente nas áreas florestais muitas vezes induz em erro os próprios operacionais, estando o terreno aparentemente sem qualquer tipo de material incandescente, mas no interior destas camadas, continua a degradação térmica, criando reacendimentos de áreas de ardidas após vários dias ou até mesmo semanas.

A distribuição da superfície total (em hectares) por freguesia e o número de indivíduos residentes por freguesia encontra-se compilados na tabela 8.

No concelho de Barcelos, segundo fonte do Instituto da Conservação da Natureza e Florestas (ICNF-1/06/2016), não existem zonas classificadas como áreas protegidas, áreas presentes à listagem da Rede Natura 2000 ou áreas que estejam sob regime florestal.

Tabela 8 - População residente e área administrativa do território das freguesias do concelho de Barcelos (Fonte - Instituto Nacional de Estatística e Carta Administrativa Oficial de Portugal).

Freguesia	Área (ha)	População Residente	Freguesia	Área (ha)	População Residente
Abade de Neiva	750,36	2024	Paradela	835,85	850
Aborim	618,12	891	Pereira	384,81	1318
Adães	269,03	790	Pereihal	680,31	1749
Airó	302,34	913	Pousa	663,16	2272
Aldreu	479,67	904	Remelhe	612,41	1309
Alvelos	338,17	2145	Rio Covo (Santa Eugénia)	313,41	1483
Arcozelo	343,68	12840	Roriz	653,39	2152
Areias	251,14	1014	Silva	217,96	913
Balugães	272,61	841	Tamel (São Veríssimo)	332,56	3025
Barcelinhos	275,70	1781	Ucha	426,94	1420
Barqueiros	806,64	1957	União das freguesias de Alheira e Igreja Nova	1017,12	1904
Cambeses	331,18	1300	União das freguesias de Alvito (São Pedro e São Martinho) e Couto	854,38	1197
Carapeços	811,60	2277	União das freguesias de Areias de Vilar e Encourados	1016,77	1456
Carvalho	257,98	1391	União das freguesias de Barcelos, Vila Boa e Vila Frescainha (São Martinho e São Pedro)	929,91	1438
Carvalhas	349,45	691	União das freguesias de Campo e Tamel (São Pedro Fins)	480,60	1879
Cossourado	644,12	825	União das freguesias de Carreira e Fonte Coberta	528,84	11108
Cristelo	771,48	1875	União das freguesias de Chorent, Góios, Courel, Pedra Furada e Gual	1609,17	1521
Fornelos	429,18	803	União das freguesias de Creixomil e Mariz	697,67	2033
Fragoso	1258,83	2193	União das freguesias de Durrães e Tregosa	672,85	2568
Galegos (São Martinho)	312,24	2987	União das freguesias de Gamil e Midões	583,55	1208
Galegos (Santa Maria)	458,82	1930	União das freguesias de Milhazes, Vilar de Figos e Faria	1213,76	1409
Gilmonde	557,77	1516	União das freguesias de Negreiros e Chavão	696,43	1386
Lama	326,72	1271	União das freguesias de Quintiães e Aguiar	736,45	2066
Lijó	441,92	2306	União das freguesias de Sequeade e Bastuço (São João e Santo Estevão)	633,98	2364
Macieira de Rates	784,95	2083	União das freguesias de Silveiros e Rio Covo (Santa Eulália)	823,46	1190
Manhente	391,08	1703	União das freguesias de Tamel (Santa Leocádia) e Vilar do Monte	1105,67	1916
Martim	531,70	2375	União das freguesias de Viatodos, Grimancelos, Minhotães e Monte de Fraiães	1239,53	2151
Moure	254,31	925	União das freguesias de Vila Cova e Feitos	1572,78	1420
Oliveira	545,77	1004	Várzea	295,21	3814
Palme	831,45	1073	Vila Seca	434,25	2564
Panque	628,95	680	TOTAIS	37890,14	120391

2.2. Relevo/topografia

A análise da variável relevo, constitui um fator essencial, no que diz respeito ao comportamento do fogo. Desta forma para apoiar a tomada de decisões, quer na prevenção quer no combate, é sem dúvida alguma, fundamental o conhecimento desta matéria.

Este pressuposto é também aplicável à floresta, uma vez que a altitude condiciona a aptidão das espécies florestais juntamente com outras variáveis, tais como, o clima e os solos, entre outros.

A morfologia da região do Minho é marcada pela existência de cortes originados por alinhamentos de fraturas de várias direções, pelos principais rios da região e alguns dos seus afluentes (Lema e Rebelo, 1997).

No que diz respeito à prevenção, por exemplo, a existência (ou não) de obstáculos naturais é um fator a ter em conta na localização de um posto de vigia. Relativamente ao combate, a orografia associada a fatores climáticos poderá contribuir para uma progressão rápida do fenómeno.

De forma a caracterizar o território em análise e perceber a influência do relevo na floresta foi elaborado um modelo digital do terreno (MDT), utilizando curvas de nível com intervalo de 10m e os pontos cotados cedidos pelo município. Com base no MDT elaborou-se a carta hipsométrica do Concelho de Barcelos, as classes de altitude: utilizadas são as referidas na figura 7.

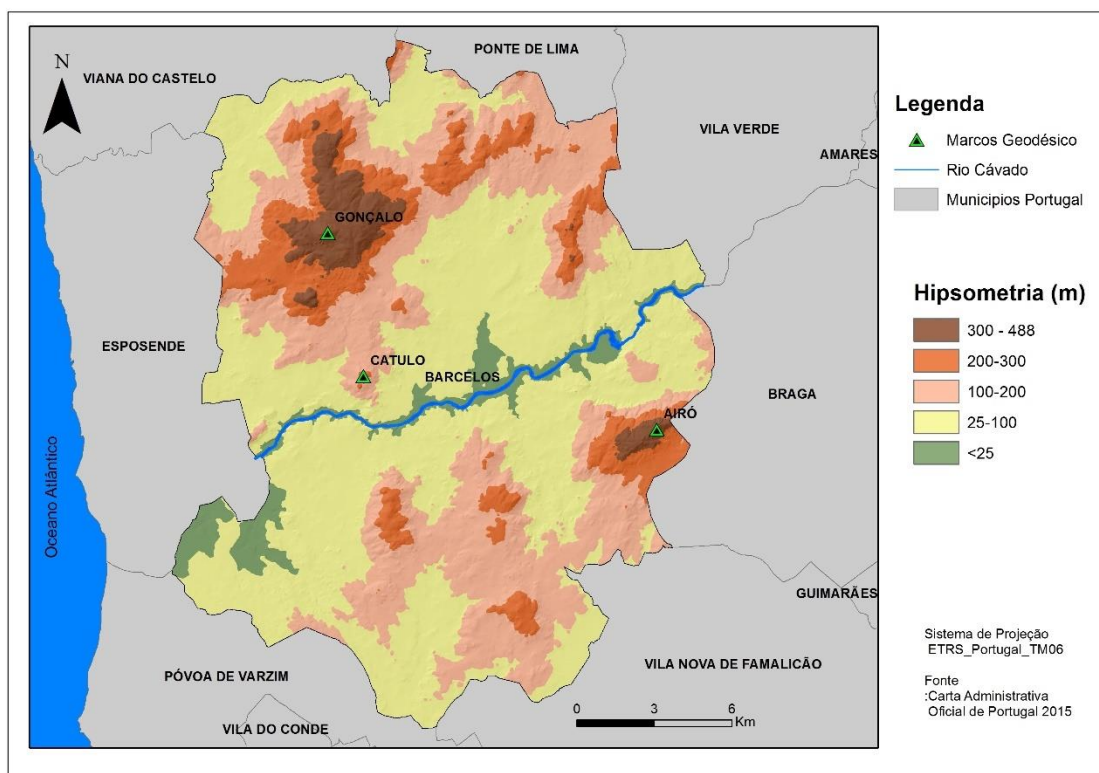


Figura 7 - Hipsometria do concelho de Barcelos.

Através da análise da hipsometria do concelho de Barcelos podemos verificar que, na parte mais a norte do concelho a altitude aumenta de Este para Oeste, tendo como ponto mais alto o monte de S. Gonçalo. Por sua vez, na parte mais a sul do concelho a altitude aumenta de Oeste para Este, mas não de uma forma tão vigorosa, estando localizado o ponto mais elevado no vértice geodésico da freguesia de Airó.

Este concelho é sensivelmente dividido ao meio pelo rio Cávado, cuja nascente se situa na serra do Larouco, passando por vários concelhos até Barcelos, e desaguando no oceano Atlântico, junto ao concelho de Esposende.

2.3. Declives

O declive no caso dos incêndios florestais constitui um importante fator, no que diz respeito à propagação do fogo, pois “quanto mais abrupto for o declive, maior será a velocidade de propagação de um fogo ascendente de encosta e o comprimento da sua chama” (Macedo e Sardinha, 1993). Os declives não influenciam somente o comportamento do fogo, mas também podem constituir um grande entrava à realização de muitas tarefas, como se pode constatar na tabela 3.

Tabela 9 - Declives do concelho de Barcelos (Fonte: PMDFCI 2016).

CLASSES	DECLIVES (%)	OBSERVAÇÕES
1	[0 - 16 [Mobilização do solo, sem restrições.
2	[16 - 32 [Limite para trabalhos com meios mecânicos;
3	[32 - 48 [Limite máximo para operações manuais.
4	[48 - 64 [
5	> 64	Limite a partir do qual nenhuma operação é exequível ou aconselhável.

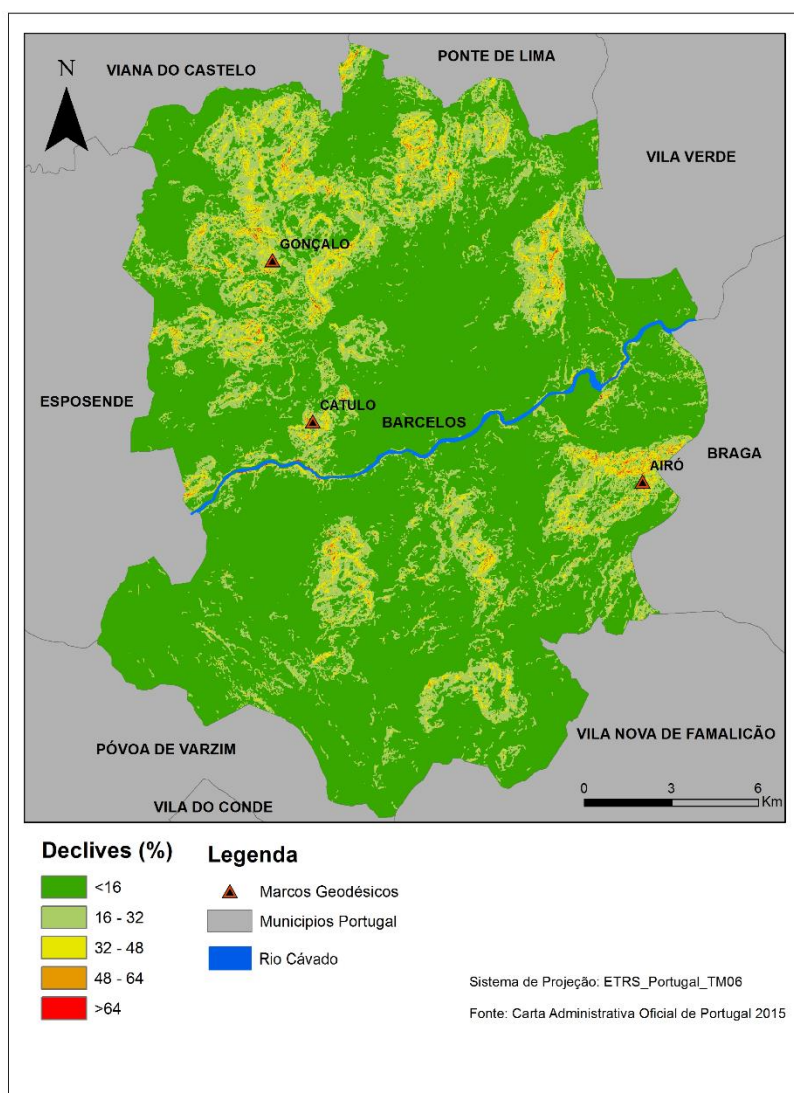


Figura 8 - Declives do concelho de Barcelos (em percentagem).

O declive tem grande influência no comportamento do fogo, através do pré-aquecimento dos combustíveis, a velocidade de propagação aumenta. Na topografia pode-se realçar duas propriedades básicas: a curvatura do terreno e a inclinação do terreno. Se o terreno possuir uma concavidade, como sucede nos desfiladeiros, o comportamento do fogo será fortemente modificado (Viegas X. et al. 2011:100).

O concelho de Barcelos na sua generalidade é um concelho com os declives situados entre os 0 e 32 %, no entanto nas áreas florestais mais contínuas os declives são mais acentuados, tendo estes exemplos espalhados por todo o concelho como podemos visualizar na ilustração número três.

2.4. Uso do Solo

O uso do solo é uma característica muito ligada à problemática do risco de incêndio. A sua caracterização permite avaliar tanto as áreas mais aptas para a propagação do fogo, devido à carga e tipo de combustível como identificar as áreas de maior suscetibilidade devido à presença humana.

A atualização da informação disponível nomeadamente a Carta de Ocupação do Solo (CNIG, 1990), constitui uma ferramenta de auxílio importante em processos de apoio à tomada de decisão, como por exemplo, o caso dos instrumentos de planeamento (PDM) ou apoio à gestão municipal ou privada das áreas florestais.

Sendo a inflamabilidade a propriedade que quantifica o atraso até à ignição de uma partícula combustível quando sujeita a uma fonte calor, e sendo a combustibilidade a propriedade que quantifica a velocidade com que o fogo se propaga num determinado leito (Oliveira, R. 2010). Importa realçar que tal comportamento varia de espécie florestal para espécie florestal, desta forma é extremamente importante identificar na ocupação do solo o tipo ou tipos de espécies florestais presentes, a fim de podermos avaliar o tipo de ignição e comportamento do fogo em cada local.

As áreas periurbanas, ou seja, a interface urbano-florestal é sem dúvida alguma a área onde se verifica um aumento do número de ocorrências de incêndio florestal (Oliveira, C. 2006). Como podemos constatar na figura 9, o concelho de Barcelos

assenta no mesmo propósito, tendo uma grande proximidade entre as zonas urbanas e zonas florestais, desta forma, a presença humana é um fator constante.

Este problema de interface urbano-florestal, põe em causa muitas vezes a própria defesa da floresta, pois como é óbvio, e não querendo colocar em questão o valor económico da perda, os meios afetos ao dispositivo de combate, alocam-se à defesa das populações e os seus bens e haveres, deixando para segundo plano a defesa da floresta.

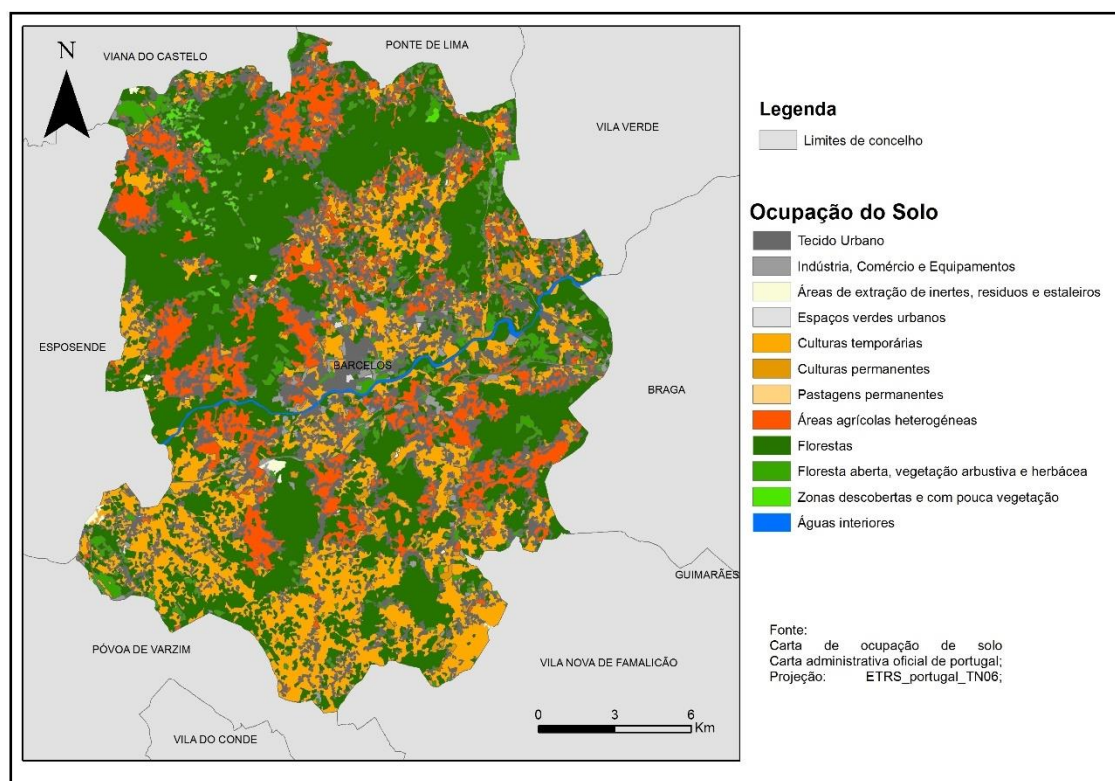


Figura 9 - Ocupação do solo do concelho de Barcelos.

2.5. Exposição de Vertentes

A orientação das encostas reveste-se de uma importância na temática da defesa da floresta contra incêndios, assim “as diversas exposições das vertentes ao sol geram diferentes microclimas, determinantes no conforto bioclimático e na natureza da vegetação espontânea ou das culturas instaladas” (Magalhães, 2001).

Não é menos verdade, que a energia solar, associada à exposição, interfere na

determinação do risco de incêndio florestal, uma vez que influencia o teor de humidade dos combustíveis existentes no local. Assim podemos afirmar, que as exposições de vertentes orientadas a Sul “apresentam condições mais favoráveis à progressão de um incêndio, na medida em que os combustíveis sofrem maior dessecação e o ar é também mais seco devido à maior quantidade de radiação solar incidente” (Sílvia e Páscoa, 2002).

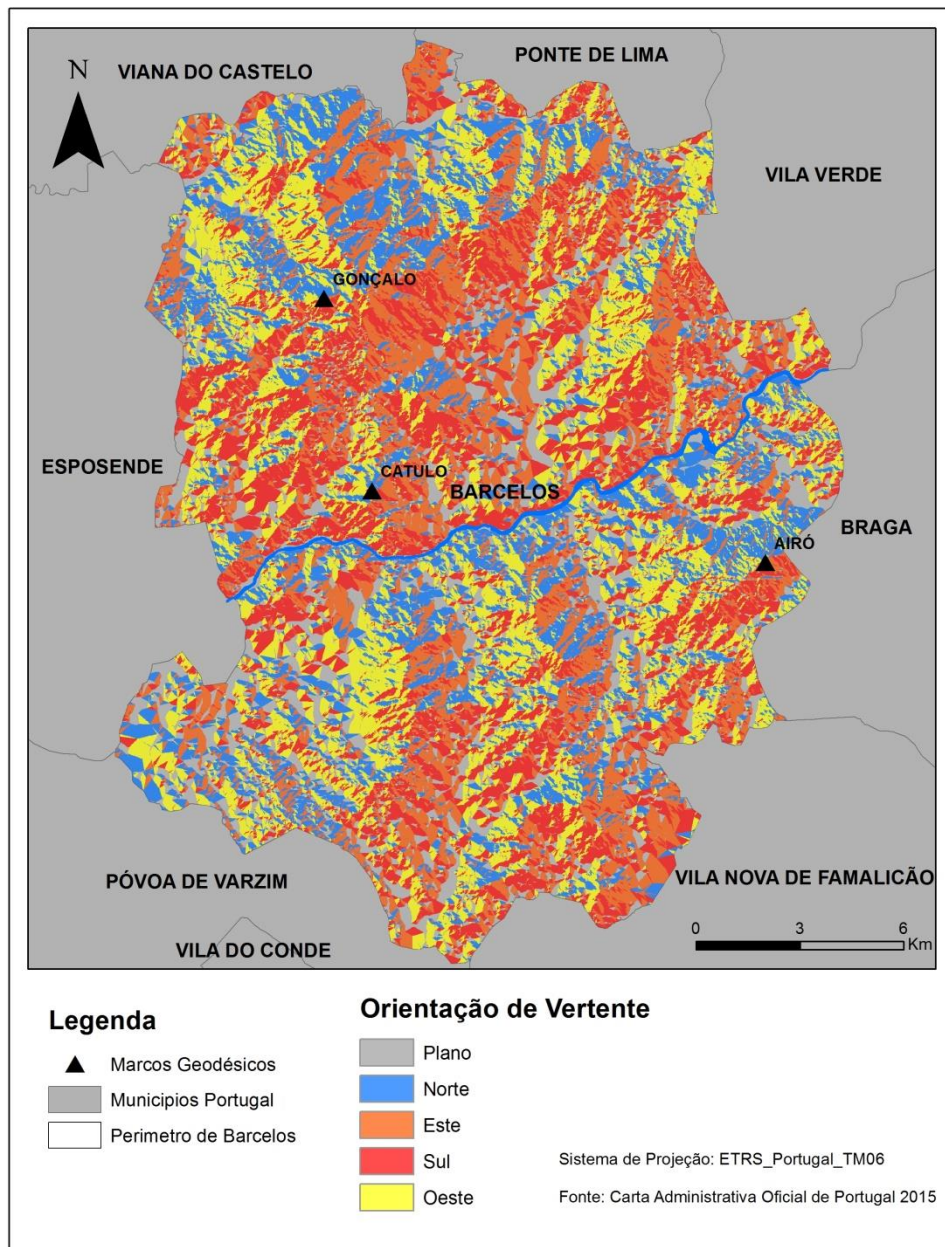


Figura 10 - Orientação de vertente do concelho de Barcelos.

2.6. Incêndios Florestais

O aumento da incidência de incêndios florestais e da perceção da sua importância relativa, no âmbito da organização institucional, da intervenção operacional e da formação académica e profissional, tem levado a que cada vez mais pessoas tenham a necessidade de adquirir conhecimentos sobre esta matéria (Viegas. Xavier, 2011).

Os incêndios florestais constituem uma das grandes problemáticas em Portugal, é sem dúvida o fenómeno que mais envolve meios e recursos no âmbito da protecção civil. Todos os anos é criado um grande dispositivo de combate para a supressão de incêndios florestais. Devido à grande estrutura criada nas fases mais crítica de incêndios florestais (fase Charlie – 1 de julho a 30 de Setembro), foi necessário criar uma diretiva operacional nacional para regulamentar todo o funcionamento do dispositivo (DECIF – dispositivo especial de combate a incêndios florestais).

Paralelamente a este dispositivo e sob a alçada da Guarda Nacional Republicana é criado uma estrutura de fiscalização e vigilância, de forma tentar minimizar comportamentos negligentes dos cidadãos e fazer uma deteção precoce.

Ainda envolta desta temática existe o ICNF, Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, tem missão principal promover o desenvolvimento sustentável dos espaços florestais e dos recursos associados, assegurar a prevenção estrutural no quadro do planeamento e atuação concertadas no domínio da defesa da floresta e dos recursos cinegéticos e aquícolas das águas interiores e outros diretamente associados à floresta e às atividades silvícolas. Assim a informação retratada em seguida tem como fonte a página oficial do ICNF.

O ICNF só considera como incêndios, ocorrência que após levantamento da área ardida apresentem áreas superiores a 1 hectare, todas as outras ocorrências são consideradas fogachos, no entanto é de salientar, que estas ocorrências consideradas fogachos careceram de empenhamento de vários meios, muitas das vezes fundamentais para a não propagação do fogo, o que acaba por evitar um aumento do número de incêndios.

2.6.1 Incêndios Florestais em Barcelos

Através da análise do gráfico número 1, poderemos constatar que esta tendência de aumento da incidência de incêndios florestais é contrariada no concelho de Barcelos, podemos afirmar mediante análise do gráfico 1, que desde o ano de 2005, a incidência de ocorrência tem diminuído.

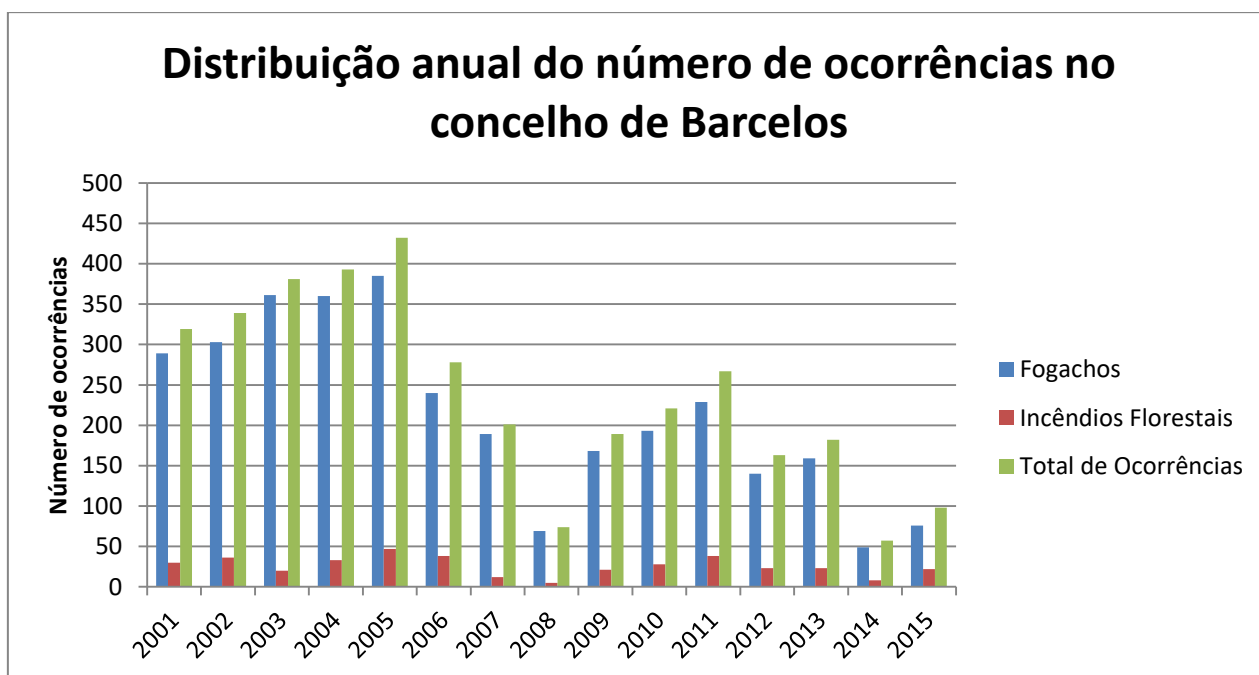


Gráfico 2 - Distribuição anual do número de ignições no concelho de Barcelos (Fonte: ICNF).

De acordo com os dados verificados, foi possível compilar a informação nestes gráficos de forma a podermos mais facilmente retirar algumas conclusões. Podemos rapidamente constatar que em todos os anos o número de fogachos é muito superior ao número de incêndios florestais, no entanto vários recursos foram empenhados nessas ocorrências, o que muitas vezes coloca em causa a prontidão de meios para outras ocorrências. Assim o facto do número de incêndios ser baixo não é diretamente proporcional à necessidade de meios.

Na amostra esplanada podemos dizer que o ano com mais ocorrências, foi o de 2005 que somou 385 fogachos, 47 incêndios, num total de 432 ocorrências. Já no que diz respeito á área ardida (gráfico 2), o ano de 2006 foi muito superior a todos os outros,

contabilizando uma área ardida de povoamentos florestais de 1883,495 hectares, somando a uma área ardida de matos e incultos de 895,1 hectares, o que perfaz um total de 2778,545 hectares.

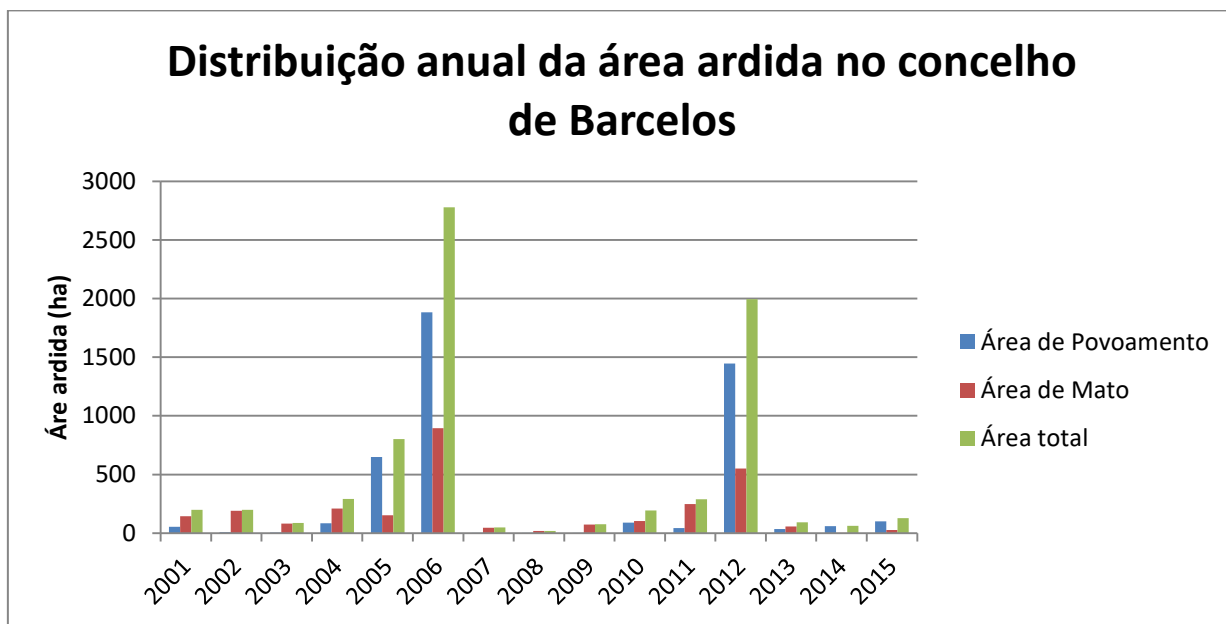


Gráfico 3 - Distribuição anual da área ardida do concelho de Barcelos (Fonte: ICNF).

Em conclusão, o concelho de Barcelos em 15 anos de informação recolhida foi fustigado por um total de 3594 ocorrências (3210 fogachos e 384 incêndios), que consumiram cerca de 7259,02978 hectares de florestas (sendo 4464,9721 hectares de povoamentos florestais e 2794,05768 de matos e incultos).

Gostaria de realçar um aspeto importante, da informação disponibilizada, regista-se em 2006 o pico da área ardida com mais de 2500 hectares afetados. Passados seis anos, em 2012 voltamos a ter uma subida da área total ardida, acabando por serem consumidos pelas chamas quase 2000 hectares. Em pleno 2016, sendo um ano muito significativo no que diz respeito a ocorrência de incêndios florestais, num só incêndio com início na freguesia de Tamel St^a. Leocádia, foram destruídos 1734 hectares de floresta. Até o dia 15 de Setembro de 2016 o concelho de Barcelos regista 111 ocorrências, com uma área ardida total de 1868 hectares.

Desta Forma podemos afirmar que o ano de 2016 vai manter-se muito próximo

dos valores registados no ano de 2012. Para efetuar uma análise mais pormenorizada e precisa seria necessário ter disponível uma amostra mais significativa, a fim de tentar perceber se existe algum período de retorno, em que poderíamos perceber quais os anos mais afetados por ocorrências de incêndios florestais.

2.6.2 Agentes de Proteção Civil do Concelho

No concelho de Barcelos existem 3 corpos de Bombeiros, todos voluntários: os Bombeiros Voluntários de Barcelos, os Bombeiros Voluntários de Barcelinhos e os Bombeiros Voluntários de Viatodos.

«Área de atuação própria» área geográfica predefinida, na qual um corpo de bombeiros opera regularmente e ou é responsável pela primeira intervenção (Republicação do Decreto -Lei n.º 247/2007, de 27 de Junho – art.2º).

Conforme foi referido anteriormente, as áreas de atuação dos corpos de bombeiros do concelho de Barcelos, estão definidas conforme a organização administrativa do território das freguesias anteriormente à Lei 11-A/2013 de 28 de janeiro, conforme podemos visualizar na figura 11.

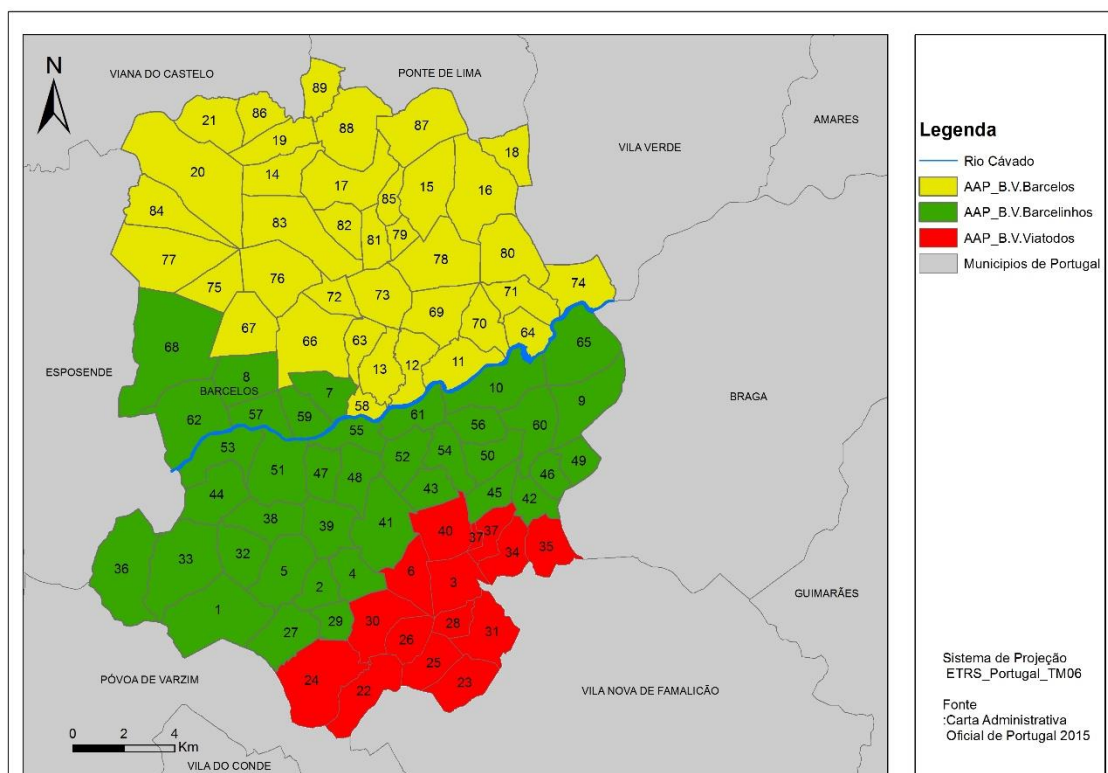


Figura 11 - Área de atuação própria dos corpos de Bombeiros do concelho de Barcelos.

No apoio aos corpos de Bombeiros do concelho, existe uma equipa de sapadores florestais, pertencente à Associação Florestal do Cávado. Com enquadramento legal no Decreto-Lei nº 179/99 de 21 de maio, no seu ponto 1 do artigo 6º, define a área de intervenção das equipas., sendo que cada equipa de sapadores florestais deve ser definida uma área territorial de intervenção, na qual a atividade dos sapadores florestais está devidamente autorizada pelos proprietários, detentores ou gestores dos espaços florestais.

No plano operacional municipal é definida a área de atuação para a equipa dos sapadores florestais (conforme figura 12), onde a equipa poderá deslocar-se sem restrição para qualquer ocorrência dentro dessa mesma área. A equipa poderá desenvolver trabalhos fora da sua área de atuação, desde que, autorizada pela sua estrutura.

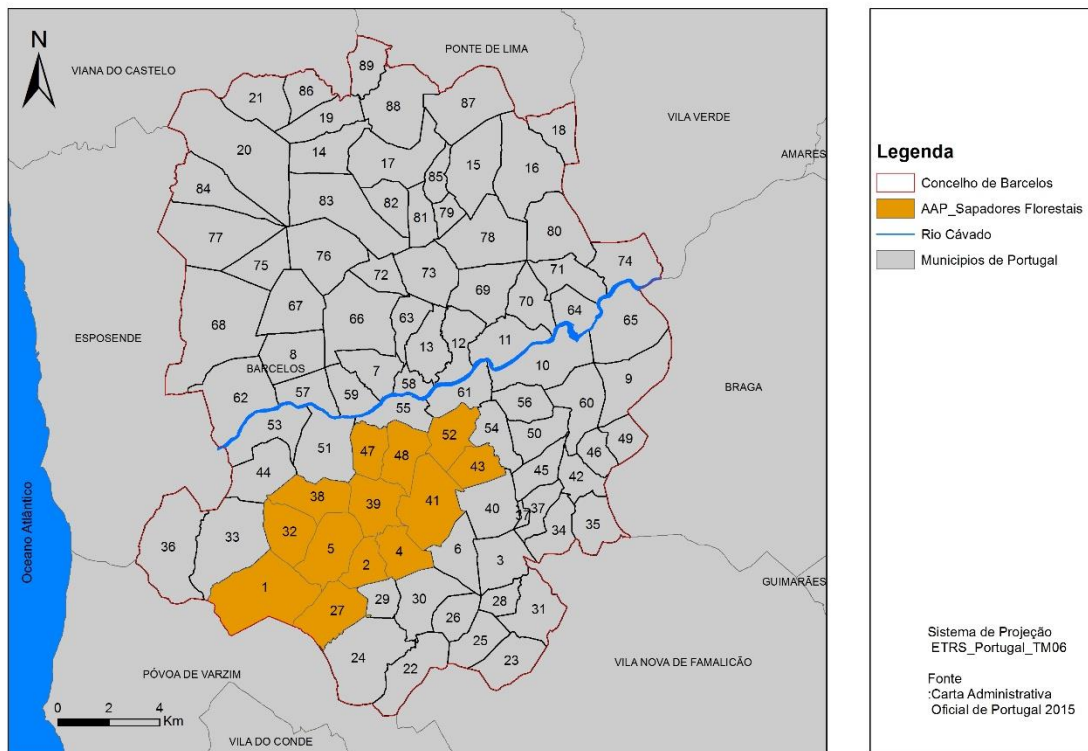


Figura 12 - Área de atuação própria da equipa de sapadores florestais do concelho de Barcelos.

Todos os meios trabalham em estrita articulação, integram também o dispositivo de combate a incêndios florestais, os meios da Guarda Nacional Republicana, Polícia de Segurança Pública e o Serviço Municipal de Proteção Civil e Defesa da Floresta.

O Dispositivo conta na fase de maior incidência de incêndios florestais (fase Charlie – julho, agosto e setembro) com os seguintes meios:

- 1 Equipa de combate a incêndios – B.V. Barcelinhos;
- 1 Equipa de combate a incêndios – B.V. Viatodos;
- 1 Equipa de intervenção permanente – B.V. Barcelos;
- 1 Equipa de intervenção permanente – B.V. Barcelinhos;
- 1 Equipa de intervenção permanente – B.V. Viatodos;
- 1 Equipa de sapadores florestais;

O que perfaz um dispositivo contínuo de 30 operacionais afetos ao dispositivo, deverá ser salientado que a capacidade de empenhamento de meios aumenta conforme o número de ocorrências, visto que os corpos de bombeiros fazem desencadear meios de alerta para o efetivo voluntário dos seus quartéis.

Uma equipa é constituída por 5 operacionais e um veículo florestal de combate a incêndios, devidamente equipado, conforme as especificações técnicas previstas no despacho do presidente da ANPC nº3974/2013, de 5 de março – “Regulamento de Especificações Técnicas de Veículos operacionais dos Corpos de Bombeiros.

Capítulo 3 – Geodatabase (Base de Dados)

3.1. Sistema de Apoio à Decisão

Nos tempos que correm, muito se fala em sistemas de apoio à decisão, mas para a grande maioria dos sistemas obriga a possuir uma ligação à internet. A internet trouxe até aos dias de hoje, a partir dos nossos computadores, *tablets* ou um simples smartphone, um conjunto enorme de informação, dados, ferramentas, mapas, imagens etc., que há alguns anos atrás era impensável. No entanto, em muitos teatros de operações de ocorrências de incêndios rurais, o acesso à internet nem sempre é possível, sendo necessário existir sistemas de apoio à decisão preparadas para trabalhar sem acesso a uma ligação de internet.

E como informação é poder, as instituições tiram cada vez mais partido dos recursos e possibilidades que a internet oferece e é possível hoje em dia, sem grande esforço e praticamente sem custos, aceder a informação diversa na área de gestão de incêndios florestais (Ribeiro, L.M. 2011:242). Até mesmo no combate aos incêndios, por mais simples que nos pareça, a utilização do Google Earth, é uma ferramenta poderosa, podemos retirar informação muito importante sem darmos conta disso, como por exemplo distâncias, caminhos, coordenadas de locais, referências, pontos de água. No entanto, este tipo de ferramentas carece de informação fiável e devidamente actualizada, sobre pena de cometermos erros nas decisões a tomar. Pois o território está em constante mudança, e ao serem tomadas decisões baseadas em informação errada ou omissa, muitas das vezes pode ser colocada em causa toda a operação, bem como a segurança dos combatentes.

Antes de iniciar a validação/utilidade da base de dados criada, é necessário destacar alguns pontos, que têm de ser tidos em conta, de forma a complementar a geodatabase. Assim sendo, um aspeto fundamental e não podendo de forma alguma ser menosprezado, trata-se das condições atmosféricas, podendo ser consultadas em diversas páginas online (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Instituto superior técnico – meteo, Windguru). Podemos consultar diariamente previsões meteorológicas, previsões do risco de incêndio, imagens satélite, alertas meteorológicos e previsão de diversos parâmetros meteorológicos, destacando:

- Humidade relativa;
- Temperatura;
- Velocidade e direção do vento (média e rajada);
- Nebulosidade;
- Precipitação.

A página da Autoridade Nacional de Proteção Civil, disponibiliza 24 horas por dia a informação sobre todas as ocorrências de proteção e socorro em desenvolvimento no país, além desta informação, existe um separador de ocorrências importantes, sendo inseridas neste ponto, todas as ocorrências que atinjam mais de 3 horas, com o ponto de situação ativo/ em curso ou com mais de 15 veículos operacionais envolvidos.

Na página da Rede de Informação de Situações de Emergência tem como objetivo, disponibilizar informação com situações de emergência ao cidadão comum e de fomentar a troca de informação através da internet entre entidades. Podemos visualizar informação como:

- Cartas CRIF (Cartografia de risco de incêndio);
- Pontos de água;
- Localização;
- Coordenadas;
- Corporações;
- Postos de vigia;
- Pistas e helipistas;
- Antenas GPS;
- Matérias perigosas

Ainda devo salientar a existência de alguma variedade de sistemas de previsão de comportamento do fogo.

Os Sistemas de previsão de comportamento do fogo existem um pouco por todo o Mundo, quer como programas standalone ou “isolado”, criadas especialmente para esse fim ou integradas noutros sistemas de apoio à decisão mais complexos como parte de um conjunto de ferramentas. (Ribeiro, L.M. 2011:245). Mas, não se torna obrigatória a utilização de software sofisticado, para se poder criar um sistema de apoio á decisão, podemos de alguma forma compilar informação em papel ou em formato digital, que nos poderá ajudar na tomada de decisões. Posso afirmar que este trabalho é exemplo disso.

Sendo o principal objetivo dos sistemas de previsão do comportamento do fogo a simulação das condições de propagação e de comportamento de incêndios florestais, a sua utilidade não se esgota no apoio à gestão do combate.

Podendo ser identificadas diversas utilizações para os sistemas de previsão do comportamento do fogo:

- Suporte à decisão na coordenação de combate aos fogos florestais;
- Mapeamento do perigo de incêndio;
- Gestão de combustíveis;
- Previsão de campos de ventos;
- Gestão de meios de combate;
- Formação de técnicos especializados na gestão do fogo;
- Análise de ocorrências;
- Ações de sensibilização;
- Avaliação de efeitos do fogo;

Os sistemas de previsão de comportamento do fogo (exemplo de sistema figura 13) são ferramentas muito importantes. No entanto, para implementação durante

ocorrências, acarretam algumas dificuldades, sendo necessário a presença de um técnico/operacional preparado e treinado para trabalhar com o software, bem como, possuir toda a informação referente á área de incêndio, sendo necessário inclusive modelos de combustíveis, que nem sempre são adequados á área de trabalho, bem como exige máquinas com grande capacidade de processar informação muito pesada. Outros dos problemas será o fator tempo, é necessário algum tempo para a informação ser processada, muitas das vezes durante o combate os operacionais não possuem esse tempo.

Este tipo de software é muito utilizado na prevenção dos incêndios e na análise pós incêndio, sendo sem dúvida uma fonte de informação e de apoio á decisão extremamente válida.

Xanthopoulos et al., (2006, cit in Ribeiro. L.M. 2011:246) identificam as possíveis utilizações dos SAD baseados em simulação do comportamento do fogo dividindo-as em três fases:

Prevenção;

Supressão;

Pós Supressão;

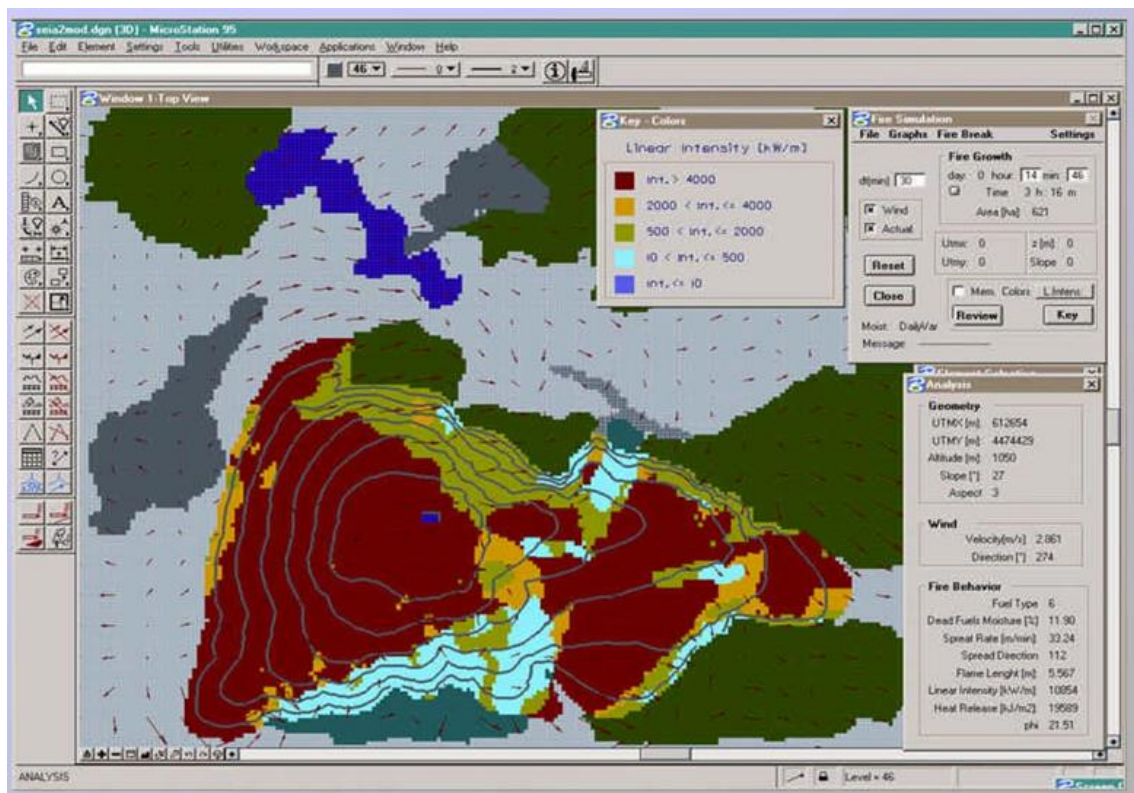


Figura 13 - FireStation - Software de simulação do comportamento do fogo.

3.2. Base de dados – Geodatabase

O combate a incêndios florestais torna-se nos dias de hoje, nas maiores ocorrências de proteção civil, quer pela magnitude do fenómeno, quer pelo número de meios humanos e materiais que empenha nas diversas ocorrências, quer também pela sua duração e complexidade na gestão de todo o teatro de operações. É necessário conseguir compilar uma série de informação, pois para quem faz a coordenação/comando e gestão de ocorrência deste tipo é sem dúvida um aspeto fundamental o acesso à informação. Não é de todo suficiente ter acesso à informação, é necessário organizá-la e prepará-la, de forma a poder ter utilização ágil.

Assim sendo, procedeu-se à compilação, de informação fundamental para apoiar um comandante das operações ou um posto de comando operacional na tomada de decisões (figura 14), que todos nós sabemos não serem fáceis devido ao stress, pressão e mediatismo das ocorrências deste tipo. Esta ferramenta pode e deve ser melhorada e atualizada. Só assim poderá constituir uma importante arma para o combate a incêndios florestais.

Contudo, esta ferramenta pode ser utilizada para gestão na tomada de decisões sobre matéria de prevenção estrutural da floresta do município de Barcelos.

3.2.1 Agentes de Proteção Civil

Neste primeiro separador, temos acesso a informação como:

- Localização geográfica de todos os agentes de proteção civil, (shapefile de pontos), localizados nas sedes ou quartéis respetivos. Na tabela de atributos podemos visualizar informação sobre o número de veículos de cada tipologia (afetos ao combate a incêndios rurais), bem como o efetivo dos corpos das entidades ou agentes de proteção civil;

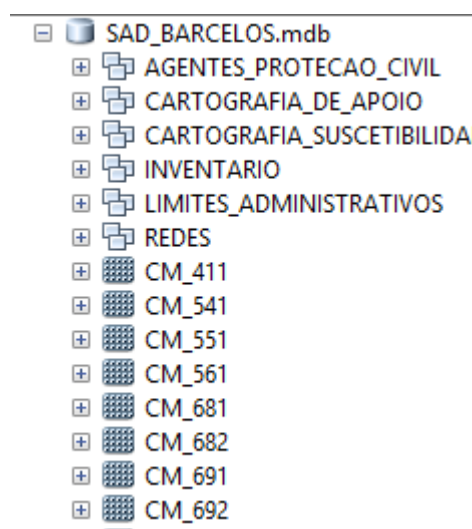


Figura 14 - Aspeto da geodatabase (base de dados) criada.

OBJECTID*	Shape*	Id	Nome	VLCI	VFIC	VRCI	VTTU	ABSC	VCOT	ECIN	EIP	EFETIVO CB
1	Point	0	B. V. Viatodos	3	1	1	2	6	1	1	1	90 OP.
2	Point	0	B. V. Barcelinhos	-	-	-	-	-	2	1	1	>120 OP.
3	Point	0	Câmara Municipal de Barcelos	-	-	-	-	-	1	-	-	-
4	Point	0	Polícia de Segurança Pública	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Point	0	Hospital Santa Maria Maior - Barcelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Point	0	B. V. Barcelos	2	3	2	2	7	2	0	1	>120 OP.
7	Point	0	CVP Macieira de Rates	-	-	-	-	2	-	-	-	-
8	Point	0	CVP Aldreu	-	-	-	-	2	-	-	-	-
9	Point	0	CVP Campo	-	-	-	-	2	-	-	-	-
10	Point	0	Guarda Nacional Republicana - Barcelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Point	0	Viagia Florestal de São Gonçalo (29:03)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Point	0	Sapadores Florestais	1	0	0	0	0	0	0	0	5

- Informação dos limites das áreas de atuação próprias dos corpos de bombeiros (tabela 10), através de uma shapefile de polígonos, com a nominação das localidades. Neste ponto devemos salientar que as áreas de atuação própria dos corpos de Bombeiros, não sofreram alterações com a criação das uniões de freguesia, o que significa que estão de acordo com as cartas administrativas anteriores às uniões.

3.2.2 Cartografia de Apoio

Neste ponto é pretendido inserir toda a informação pertinente e de apoio, como por exemplo todos os mapas elaborados na fase de caracterização do concelho de Barcelos:

- Mapa hipsométrico;
- Mapa de exposição de vertente;
- Mapa de declives;
- Mapa de ocupação do solo;

3.2.3 Cartografia de Suscetibilidade

Aqui foi colocado o modelo preditivo desenvolvido com recurso à regressão logística, dando origem ao modelo de suscetibilidade de ignição de incêndio florestal. Com este suporte cartográfico poderemos estudar os locais com maior suscetibilidade de ocorrerem ignições e preparar medidas de

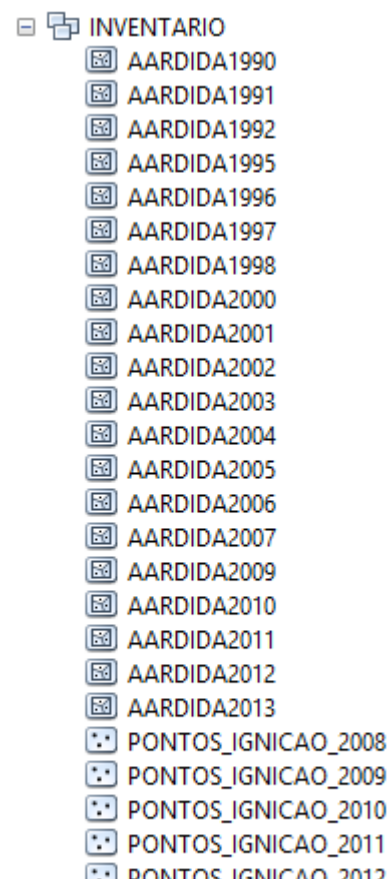


Figura 15 - Parte integrante da geodatabase (inventário).

prevenção e organização da intervenção.

3.2.4 Inventário

O histórico de ocorrência é uma peça fundamental para a gestão das ocorrências de incêndios florestais, pois este fenómeno tende a ser cíclico e repetitivo, isto significa que o incêndio tende-se a propagar para as mesmas zonas. Desta forma na coordenação destas ocorrências podemos antecipar a ação de combate de acordo com o histórico para determinado local.

Desta forma, importamos para a base de dados informação disponibilizada pelo Instituto da Conservação da Natureza e Florestas (figura 15):

- Áreas ardidadas desde 1990 até 2013, com a forma gráfica de shapefiles de polígonos;
- Pontos de ignição, fornecidos pelo gabinete técnico florestal da Câmara Municipal de Barcelos, desde 2008 até 2014;

Na tabela de atributos de cada entidade gráfica, podemos visualizar informação complementar como a que está no exemplo seguinte. Nos pontos de ignição podemos verificar o ano da ocorrência, como a causa do incêndio. Esta informação é seguimento do trabalho desenvolvido entre o gabinete técnico florestal e do Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente da Guarda Nacional Republicana.

Tabela 11 - Tabela de atributos do nível de informação sobre os pontos de ignição.

PONTOS_IGNICAO_2014									
	OBJECTID *	Shape *	Id	Ano	Causas	COORD X	COORD Y	Tipo Causa	Causas_cat
	1	Point	0	2014	711	0	0	Reacendimento	Reacendimento
	2	Point	0	2014	448	0	0	Vandalismo	Intencional
	3	Point	0	2014	122	0	0	Queimadas-limpeza de solo florestal	Negligente
	4	Point	0	2014	122	0	0	Queimadas-limpeza de solo florestal	Negligente
	5	Point	0	2014	181	0	0		Negligente
	6	Point	0	2014	122	0	0	Queimadas-limpeza de solo florestal	Negligente

3.2.5 – Limites administrativos

Este ponto é fundamental para que saibamos concretamente onde estamos a atuar, pelo simples facto, que ocorrências geograficamente distintas podem ter implicações na coordenação e responsabilidade das operações, é exemplo disso as divisões de concelho. Em municípios com mais que um corpo de bombeiros, cada um destes assume parte da área geográfica do concelho, ficando com a jurisdição dessa mesma área (área de atuação própria – Decreto-Lei nº247/2007), tendo a responsabilidade de assegurar o suporte logístico das operações de proteção e socorro numa primeira fase.

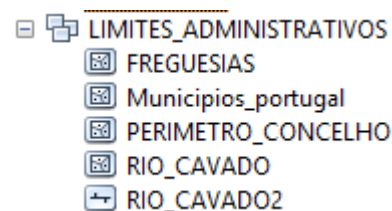


Figura 16 - Parte integrante da geodatabase (limites administrativos).

No entanto, nunca se poderá colocar em causa o combate ou a estratégia a utilizar somente por ter transposto o limite administrativo do nosso concelho, simplesmente devemos ter atenção para alertar as entidades operacionais e política da área que irá ser afetada.

Neste parâmetro foram importados, shapefile com a seguinte informação:

- Limite administrativo das freguesias;
- Limites administrativos dos municípios de Portugal;
- Limite administrativo do concelho;
- Limites do rio Cávado – neste ponto poderemos verificar as partes do rio que são navegáveis e flutuáveis, bem como as equipas de Bombeiros mergulhadores e meios disponíveis;

3.2.6 – Redes

As infra-estruturas públicas e privadas, os pontos de água, os postos de vigia, a rede viária, são aspetos que podem influenciar o decorrer das operações de socorro, desta forma é necessário compilar toda esta informação.

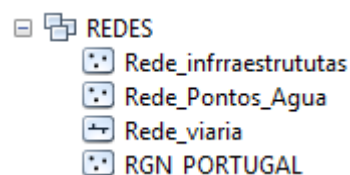


Figura 17 - Parte integrante da geodatabase (redes).

Rede de infraestruturas – Foi feito um levantamento no terreno, de locais de importantes para a gestão de incêndios florestais, tais como: campos de futebol, piscinas, centros de saúde, igrejas, bombas de combustível, escolas, comércio e indústria.

Rede de pontos de água – Shapefile de pontos fornecida pelo gabinete técnico florestal, com uma tabela de atributos com informação muito relevante, assim como, tipo de ponto de água, meios que podem abastecer (aéreos, terrestres pesados ou ligeiros), proprietários e a sua operacionalidade.

Tabela 12 - Tabela de atributos dos níveis de informação da rede de pontos de água.

OBJECTID*	Shape*	ID PA	NOME	COD INE	DATA ACTLZ	COORD X	COORD Y	TIPO PA	TIPO PROP	FORMATO
1	Point	36	Vilar	030250	04/07/2012	162923	495744	114	PUB	1
2	Point	42	Campo de Futebol M Rates	030244	04/07/2012	156720	495810	112	PUB	3
3	Point	38	Sandiaes	030253	04/07/2012	161339	496387	114	PRI	1
4	Point	40	Vilar	030253	04/07/2012	160357	496541	114	PUB	1
5	Point	41	Azenha de Lobar	030244	04/07/2012	158528	496707	222	PRI	4
6	Point	39	Aldeia de Cima	030253	04/07/2012	160725	497147	114	PUB	2
7	Point	60	Outeiro	030244	04/07/2012	158292	497328	114	PUB	2
8	Point	43	Estrada	030223	04/07/2012	159703	497706	114	PRI	2
9	Point	61	Quinta da Gandarinha	030240	04/07/2012	158197	498980	114	PRI	1
10	Point	44	Hospital	030223	04/07/2012	161166	499034	114	PRI	2
11	Point	45	Portela	030221	04/07/2012	161583	499351	114	PRI	1
12	Point	47	Aldeia Nova	030280	04/07/2012	162565	499420	114	PUB	1
13	Point	46	Boucinha	030280	04/07/2012	162435	499878	114	PRI	2

Tabela 13 - Tabela de atributos dos níveis de informação da rede de pontos de água (continuação).

Re												
PUB	1	4	4	1	0	19	2	1	6	T	2	BCL.TQ.T0.36
PUB	3	3	0	5	0	35	2		1	T	2	BCL.PO.T0.42
PRI	1	4	4	1	0	19	2	2	6	T	2	BCL.TQ.T0.38
PUB	1	4	4	2	0	24	2	1	6	T	2	BCL.TQ.T0.40
PRI	4	5	15	1	0	38	2	1	1	T	2	BCL.RI.T0.41
PUB	2	2	4	1	0	10	2	2	6	T	2	BCL.TQ.T0.39
PUB	2	4	6	1	0	24	2	2	6	T	2	BCL.TQ.T0.60
PRI	2	3	6	1	0	18	2	1	6	T	2	BCL.TQ.T0.43
PRI	1	6	6	1	0	36	2	2	6	T	2	BCL.TQ.T0.61
PRI	2	4	5	1	0	20	2	1	6	T	2	BCL.TQ.T0.44
PRI	1	5	5	1	0	30	2	2	6	T	2	BCL.TQ.T0.45
PUB	1	5	5	2	0	38	2	2	1	T	2	BCL.TQ.T0.47
PRI	2	3	4	1	0	14	2	2	1	T	2	BCL.TQ.T0.46

Tabela 14 - Tabela de atributos dos níveis de informação sobre rede de pontos de água (continuação).

Rede_Pontos_Agua									
COD_SINAL	OBSERV	OPERAC 2	CORD W	CORD N	INTER 2018	INTER 2014	INTER 2015	INTER 2016	
BCL.TQ.T0.36		INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.PO.T0.42		OPER			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.38		INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.40	ja prop.privada.sem agua	INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.RI.T0.41		OPER			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.39	sem agua	INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.60	sem agua	INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.43		INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.61		INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.44		INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.45	agua.vacaria	INOP			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.47		OPER			ESI	ESI	ESI	ESI	
BCL.TQ.T0.46		OPER			ESI	ESI	ESI	ESI	

Rede de viária – onde estão marcados os caminhos/ acessos florestais, sendo caracterizados na tabela de atributos. Fornecendo informação sobre a acessibilidade dos veículos em função da sua tipologia, estado de conservação da via.

Tabela 15 - Tabela de atributos dos níveis de informação sobre a rede viária.

Rede_viaria												
OBJECTID*	Shape *	FID RVF BA	ID RV	DATA ACCAO	COD INE	DESIGNACAO	OPERAC	REDE DFCI	TIPO PISO	COMPRIM	LARGURA	TIPO INTER
1	Polyline	4	23352	8-10-12	030274	OU.3.1	OPER	3	T	31,22	2	MAN
2	Polyline	1	21057	8-10-12	030202	OU.2.2	OPER	2	T	15,24	3,5	MAN
3	Polyline	2	21058	8-10-12	030202	OU.3.3	INOP	3	T	60,65	2,5	MAN
4	Polyline	3	21059	8-10-12	030202	OU.3.4	OPER	3	T	86,72	2,5	MAN
5	Polyline	4	21060	8-10-12	030224	OU.3.5	OPER	3	T	45,75	2,5	ESI
6	Polyline	5	23353	8-10-12	030256	OU.3.6	OPER	3	T	10,13	2	ESI
7	Polyline	6	10547	8-10-12	030254	OU.3.7	OPER	3	T	3,05	2,5	ESI
8	Polyline	7	23354	8-10-12	030207	OU.2.8	OPER	2	T	68,83	3,5	MAN
9	Polyline	8	23355	8-10-12	030207	OU.1B.9	OPER	1	T	84,54	5	MAN
10	Polyline	9	23356	8-10-12	030207	OU.1B.14	OPER	1	T	294,87	5	MAN
11	Polyline	10	23357	8-10-12	030274	OU.3.11	OPER	3	T	390,36	2,5	ESI
12	Polyline	11	23358	8-10-12	030274	OU.3.12	OPER	3	T	1,63	2,5	ESI
13	Polyline	12	23359	8-10-12	030274	OU.3.13	OPER	3	T	12,86	2,5	ESI

3.2.7- Mapas de base

Foram também carregados na base de dados, ortofotomapas e cartas militares de 1/25000, são elementos fundamentais para servirem de base na gestão da ocorrência.

Tabela 16 - Tabela de atributos dos níveis de informação sobre a rede viária (continuação).

Rede_viaria												
AGRUP FRE	OBSERV	TIPO VEICU	FIN 2020	FIN 2016	FIN 2017	FIN 2018	FIN 2019	INTER 2020	INTER 2016	INTER 2017	INTER 2018	INTI
11		VLCI	4	4	4	4	4	4	ESI	MAN	ESI	ESI
10		VTTR	4	4	4	4	4	4	ESI	MAN	ESI	MAN
10		VLCI	0	4	0	0	0	0	ESI	MAN	ESI	ESI
10		VLCI	0	4	0	0	0	0	ESI	MAN	ESI	ESI
10		VLCI	0	0	0	0	0	0	ESI	ESI	ESI	ESI
11		VLCI	0	0	0	0	0	0	ESI	ESI	ESI	ESI
4		VLCI	0	0	0	0	0	0	ESI	ESI	ESI	ESI
11		VTTR	4	4	4	4	4	4	ESI	MAN	ESI	MAN
11		VTGC	4	4	4	4	4	4	ESI	MAN	ESI	MAN
11		VTGC	4	4	4	4	4	4	ESI	MAN	ESI	MAN
11		VLCI	0	0	0	0	0	0	ESI	ESI	ESI	ESI

Poderíamos optar por utilizar mapas de base online como Basemap ou Google earth, mas nem sempre existe disponibilidade de Internet, desta forma conseguimos manter a

autonomia de trabalho.

Foram colocados ambos os mapas, com o sentido de se complementarem, a carta militar é pobre no que diz respeito ao edificado e uso do solo, mas em termos de curvas de nível, linhas de alta tensão entre muitas outras informações que podem ser recolhidas nestas cartas.

Esta base de dados não se pode tornar estanque de modo algum, sobre pena de ficar sem qualquer tipo de utilidade, assim sendo, deve ser continuamente atualizada e complementada/aumentada, para poder dar resposta aos gestores de emergência.

Capítulo 4. – Caso de estudo – Aplicação da Base de Dados

Será feito um exemplo simples de uma aplicação da base de dados, no entanto não são demonstradas todas as potencialidades da mesma. Seria demasiado maçadora e desadequado ao trabalho em si.

Trata-se de um exercício de posto de comando (tipo CPX), simulado da forma mais realista possível, sem recorrer à movimentação de meios.

4.1- Cenário de Incêndio Florestal (hipotético)

No dia 21 de julho de 2016, cerca das 15:30 horas, na central de comunicações dos B.V. Viatodos, foi recebido um alerta para um incêndio rural na freguesia de Grimancelos (União de freguesias de Viatodos, Grimancelos, Minhotães e Monte de Fralães), na rua Do Monte da Saia.

Coordenadas WGS 84

Latitude: 41° 27' 1.60'' N

Longitude: 008° 34' 50.72''W

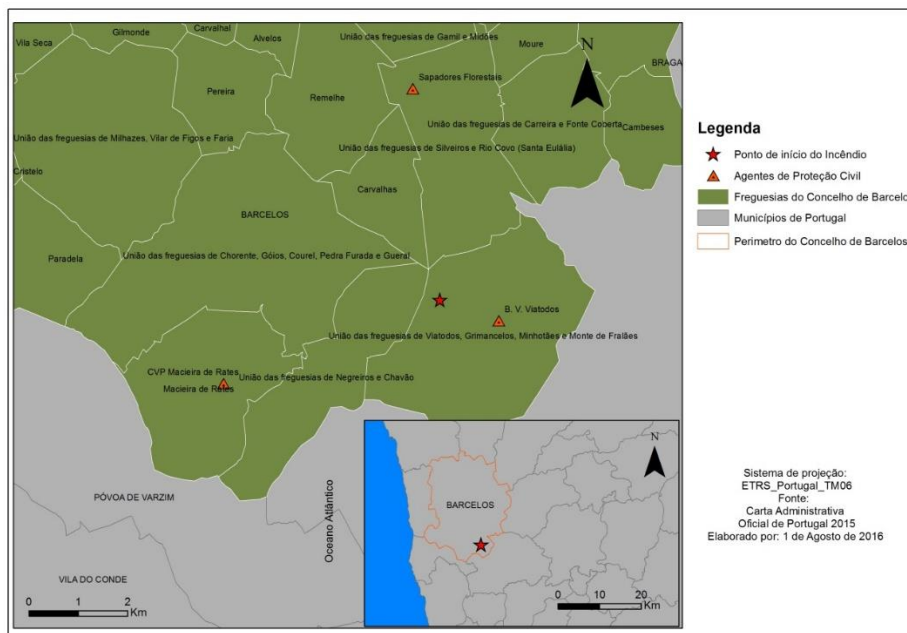


Figura 18 - Enquadramento da ocorrência de incêndio florestal simulada.

O reconhecimento é um elemento fundamental para o processo de tomada de decisão.

A primeira análise poderá ser feita pelo operador de central, analisa os dados meteorológicos relevantes, e começa a georreferenciar a ocorrência, deforma a poder começar a recolher informação para fornecer ao chefe de equipa de combate a incêndios.

Surge então os seguintes dados:

Temperatura: 24°C;

Vento: Brisa Fraca de NO

Precipitação: Nula;

Humidade Relativa: Cerca de 60%;

Nebulosidade: Cerca de 50%;

Humidade Relativa: lon: -8.58°, lat: 41.45°

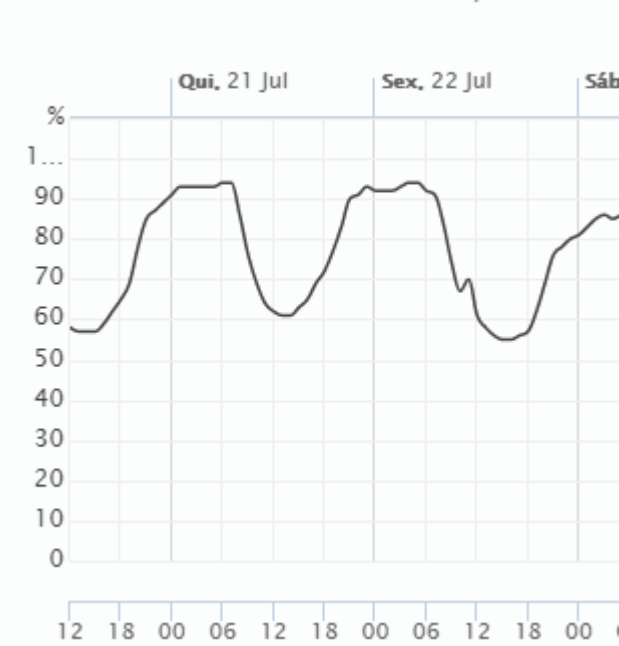


Figura 20 t Humidade relativa para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).

Temperatura: lon: -8.58°, lat: 41.45°

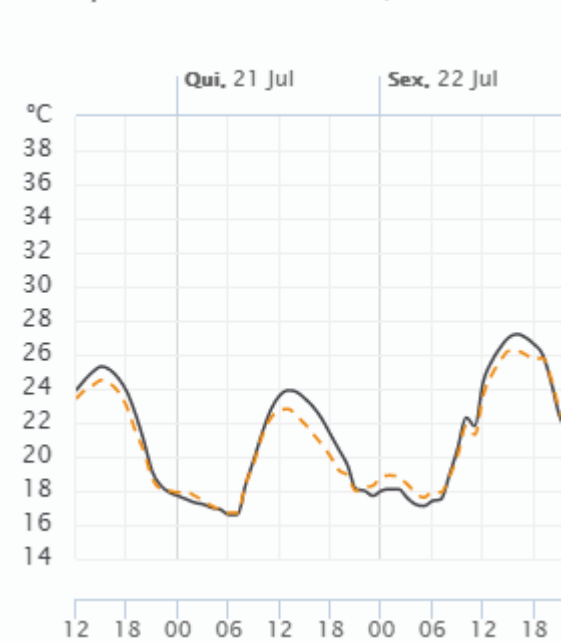


Figura 19 - Temperatura para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).

Fracção do céu com nuvens baixas:

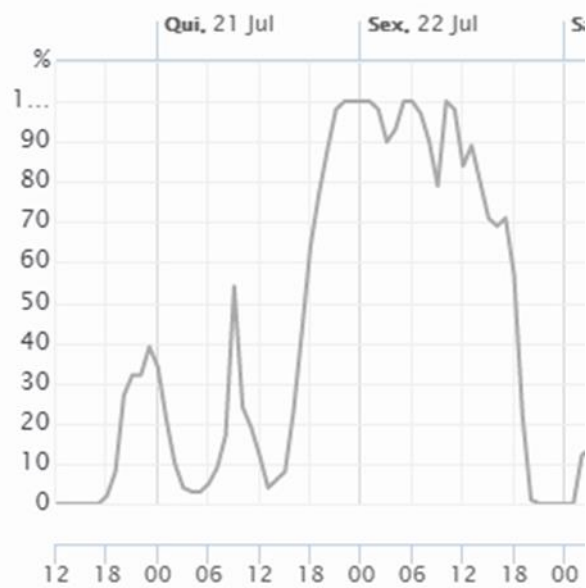


Figura 22 - Nebulosidade para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).

Precipitação: lon: -8.58°, lat: 41.45°



Figura 21 t Precipitação para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).

Vento: lon: -8.58°, lat: 41.45°

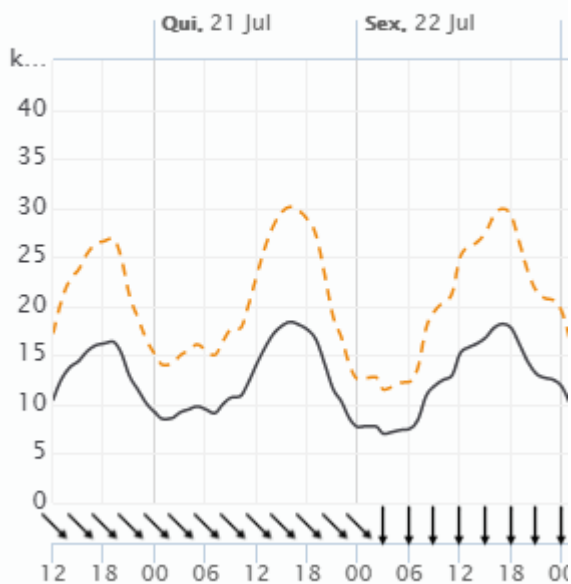


Figura 23 - Velocidade e direção do vento para o local e dia da ocorrência (Fonte: meteo IST).

4.1.1- Georreferenciação e primeiro reconhecimento

É importante que logo que possível seja marcado o ponto de início ou local da ocorrência, de forma que o operador de central possa iniciar o reconhecimento, podendo ser recolhida informação como:

Melhores acessos ao teatro das operações;

Locais de Abastecimento mais próximos;

Pontos sensíveis (habitações, estruturas...);

Declives e ocupação de solo;

Risco da zona;



Figura 24 - Parâmetros integrantes do reconhecimento (Fonte: curso ERAS - ENB).

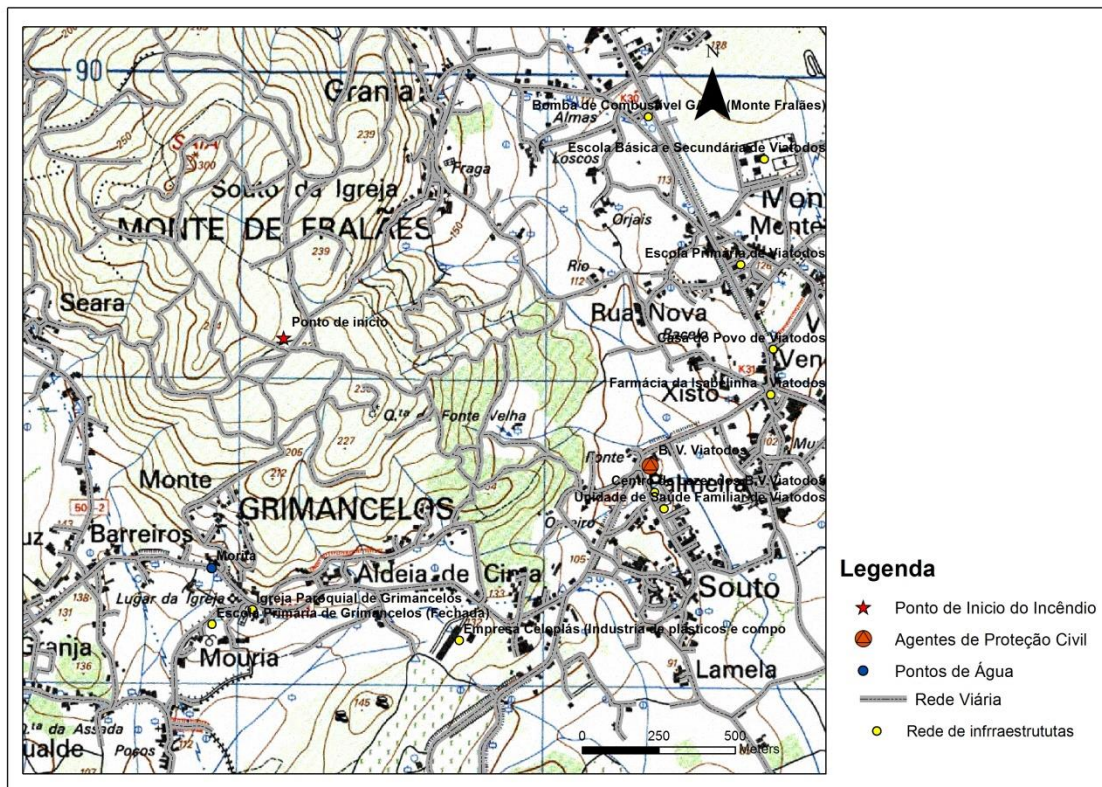


Figura 25 - Enquadramento do teatro de operações simulado com base de carta militar.

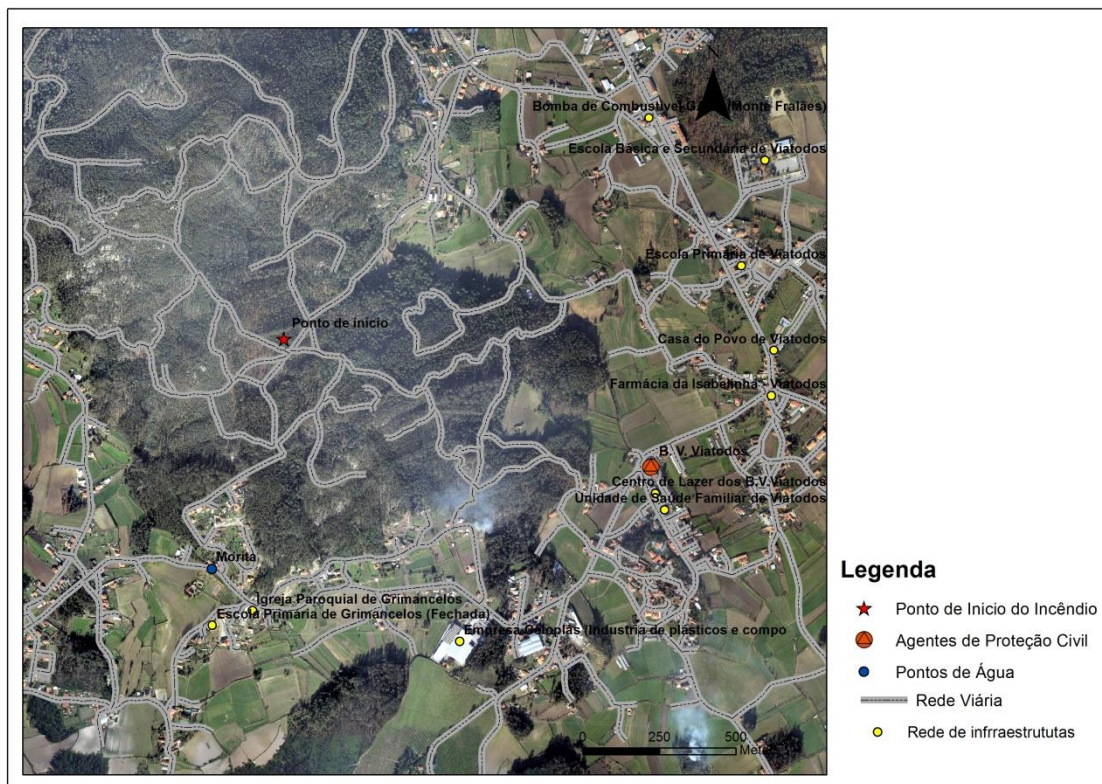


Figura 26 - Enquadramento do teatro de operações simulado com base em ortofotomapas.

4.1.2- 1º Ponto de situação

Conforme o despacho nº3551/2015 da Autoridade Nacional de Proteção Civil, que define o Sistema de Gestão de Operações como a forma de organização operacional, que se desenvolve numa configuração modular e evolutiva de acordo com a importância e tipo de ocorrência. Sempre que uma equipa de qualquer agente de proteção civil ou entidade com dever especial de cooperação seja acionado para uma ocorrência, o chefe da primeira equipa ao chegar ao local assume de imediato o comando das operações de socorro (COS) e garante a construção de um sistema evolutivo de comando e controlo adequado à situação em curso (Artigo nº1, alínea 2 e 3).

Hora do Ponto de Situação: 15:45 horas

Incêndio ativo com uma frente, desenvolve-se com muita intensidade, em povoamento de eucalipto e matos com propagação horizontal e vertical e incêndio de copas. Desenvolve-se em declives moderados, evoluindo para Norte.

Acessos bons, através de estradões, não existindo pontos sensíveis.

A equipa faz ataque falqueado, solicitando para o local reforço de meios:

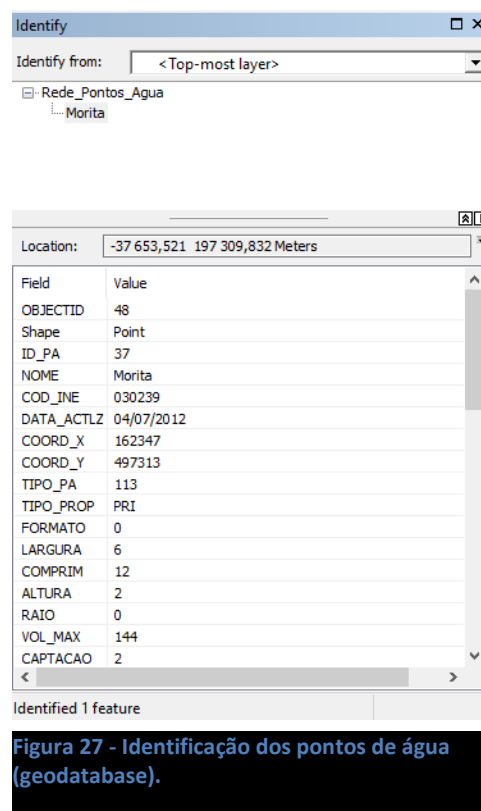
3 Veículos Florestais de Combate a incêndios;

2 Veículos Tanque Tático Urbano;

GNR;

1 Elemento de Comando;

Assumindo o comando das operações.



Neste momento, a central já forneceu informação ao chefe de equipa, das condições meteorológicas e do melhor acesso para o teatro de operações, bem como o ponto de abastecimento localizado no mapa



Figura 28 - Visualização do ponto de água recorrendo à geodatabase.

4.1.3- Montagem de posto de comando

Após chegada dos meios de reforço e do elemento de comando e com um ponto de situação desfavorável é necessário desenvolver a organização do teatro de operações. Procedendo assim á sectorização do teatro de operações e iniciando o planeamento alargado, de forma a prever a situações potencialmente perigosas.

O elemento de comando verificando na shapefile de estruturas decidiu colocar o posto de comando junto á escola primária da freguesia, por causa das seguintes características:

- Espaço isolado;
- Espaço amplo (para delimitar várias zonas);
- Boa cobertura radiocomunicações, internet e satélites;
- Bons acessos a qualquer tipo de veículo;
- Energia elétrica;
- Água;
- Cantina;
- Permite o controlo de acesso;

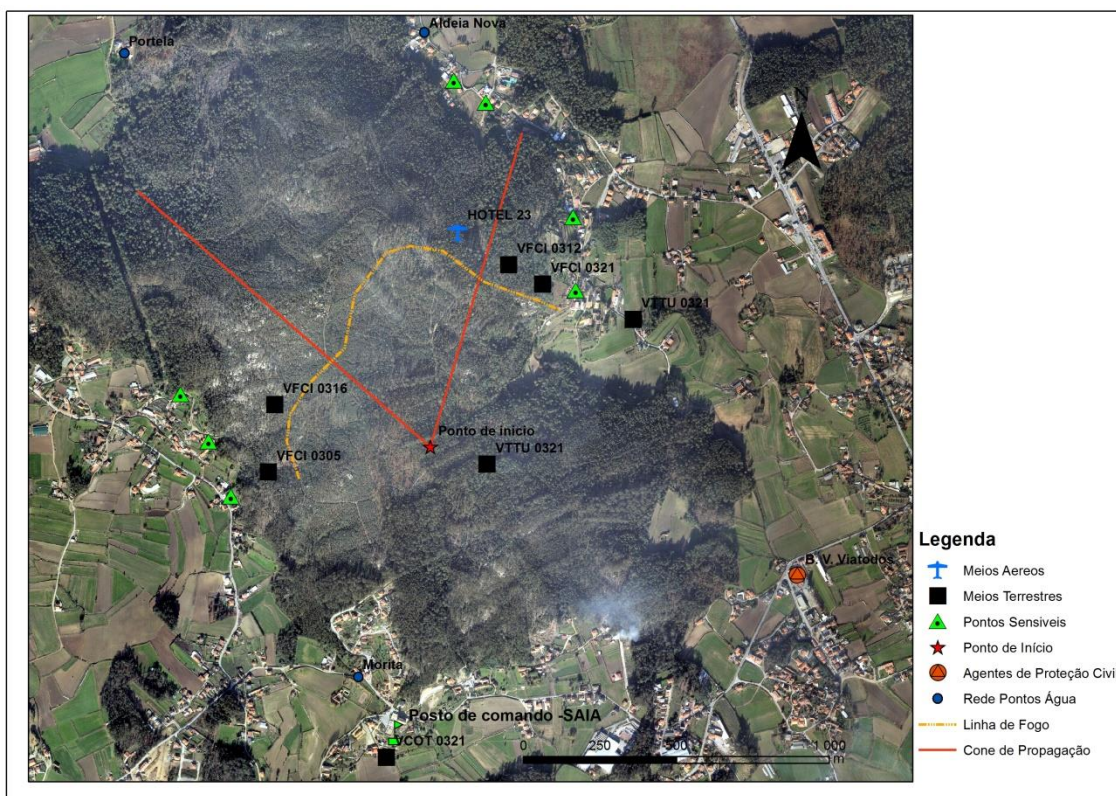


Figura 29 - Elaboração da situação tática através da geodatabase.

Neste momento conseguimos elaborar a situação tática, coordenando os seguintes meios:

4 VFCI – 20 operacionais;

2 VTTU – 4 operacionais;

1 VCOT – 2 operacionais;

Hotel 23: - 6 operacionais;

2 GNR – 4 operacionais;

Adotou-se a simbologia presente na ilustração número vinte e seis.

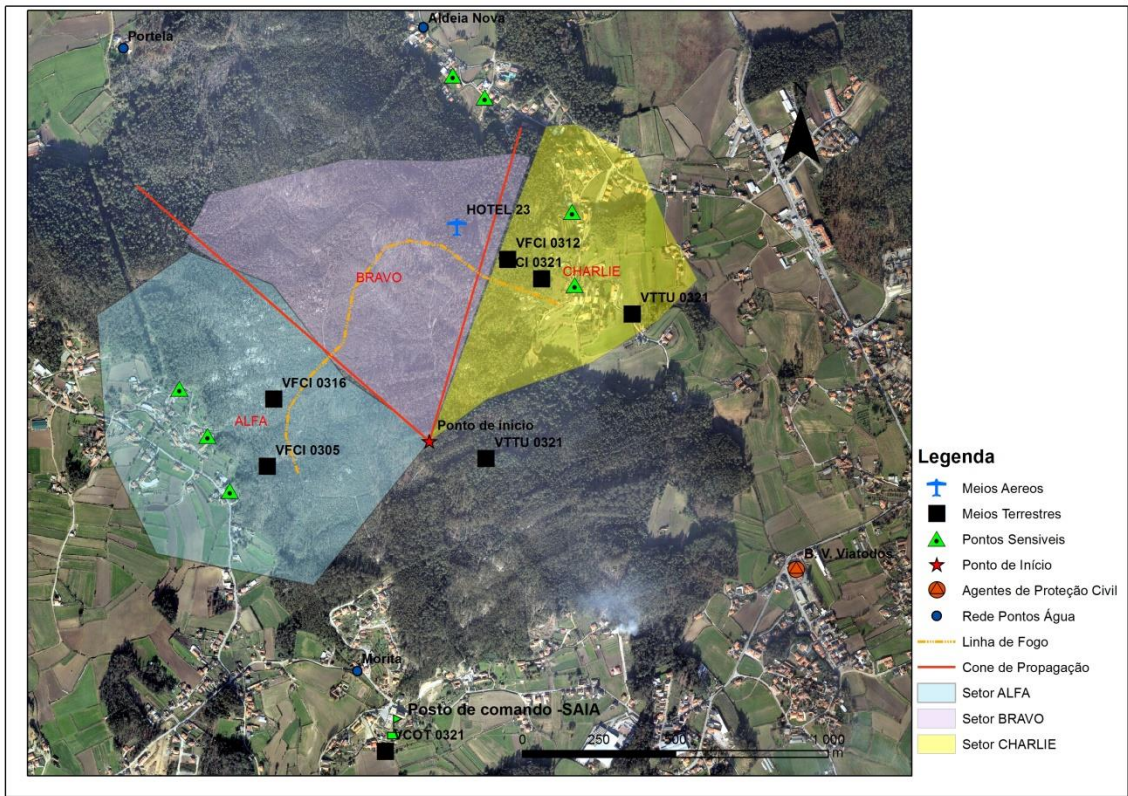


Figura 30 - Situação tática - atualização 1.

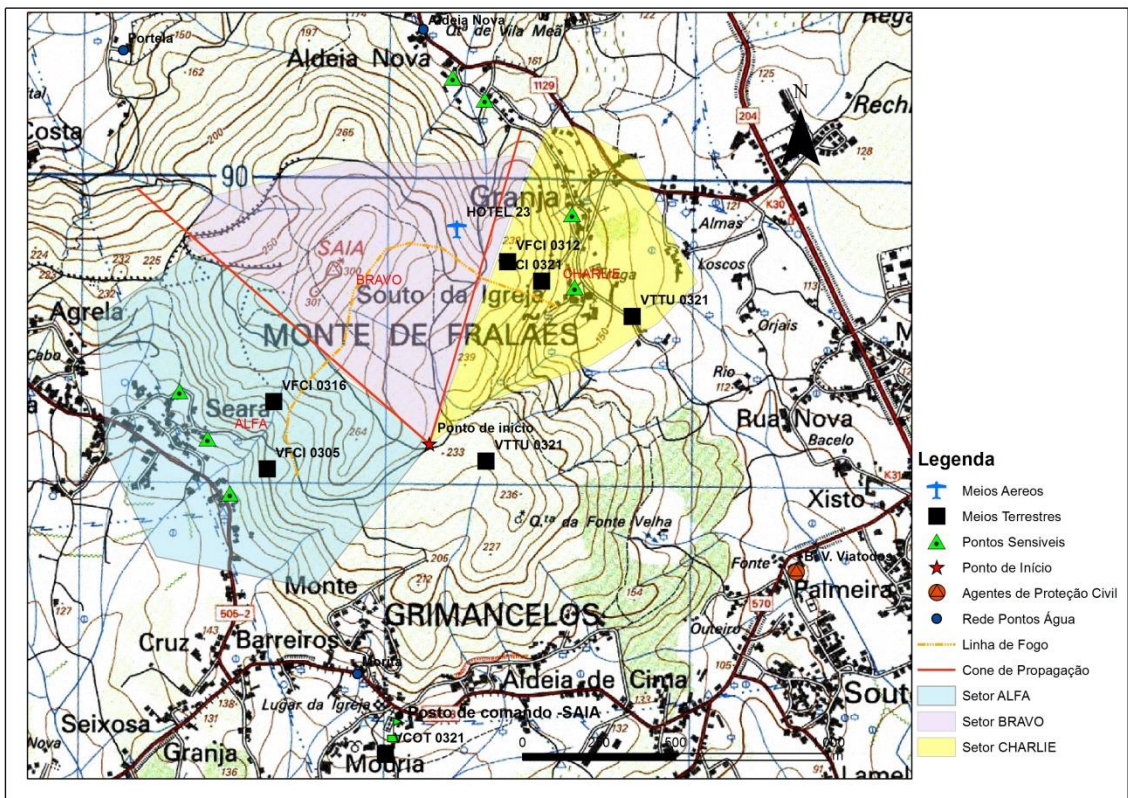


Figura 31 - Situação tática - atualização 1 carta militar.

Agora, conseguimos ter o teatro de operações, sectorizado, com a dispersão dos meios definida. Com a ajuda da carta militar podemos visualizar se existem condições para o meio aéreo aturar (não existem linhas de alta tensão), e informar o mesmo do ponto de água adequado para o seu tipo de meio.

Também foram definidos os pontos sensíveis, de forma que o posto de comando consiga posicionar meios antecipadamente para manter dentro do controlo a interface urbano-florestal.

Exemplos de pontos sensíveis:

- f* Hospitais e lares de idosos;
- f* Parques de Campismo;
- f* Locais de Culto ou de festa;
- f* Instalações industriais ou similares;
- f* Acessos rodoviários e postos de abastecimento;
- f* Sítios arqueológicos e de interesse patrimonial e cultural;

Neste momento é importante manter sempre atualizada a informação do nosso SITAC, só assim poderemos tomar decisões adequadas, evitando ao máximo o erro, evitando perder o controlo do incêndio e colocar em risco a integridade física dos operacionais.

Para ajudar a atualização da informação, hoje em dia existe uma arma muito importante, que é os rádios de comunicação SIRESP. Pois este equipamento além de ter revolucionado as comunicações, possui GPS integrado, o que nos permite que sempre que os veículos alterem o seu posicionamento, devem informar o posto de comando, mantendo assim a localização de todos os meios



Figura 32 - Exemplo de rádio SIRESP portátil.

devidamente atualizada. A função GPS, deve ser sempre utilizada, quando queremos reportar ao posto de comando alguma situação, pedido de descargas de meios aéreos, pontos sensíveis, localização de determinada estrutura.

Com a grande importância que é o conhecimento para a tomada de decisões, é muitas vezes necessário para assessorar o posto de comando operacional, serem solicitadas equipas de reconhecimento e avaliação da situação (ERAS), sendo estas caracterizadas pela sua grande mobilidade e capacidade técnica, garantindo interligação permanente, e têm como principal objetivo dotar os postos de comando operacional, (Comando Distrital de Operações de Socorro, o Comando Nacional de Operações de Socorro), de acordo com o escalão de acionamento, com informação imediata e indispensável ao processo de tomada de decisão.

Assim neste âmbito do combate a incêndios florestais, serão as principais atribuições destas equipas:

- Reconhecimento, monitorização e avaliação do perímetro de incêndio;
- Tipo de incêndio e comportamento verificado e previsto;
- Levantamento dos meios terrestres;
- Levantamento e tipificação dos pontos de água;
- Verificação dos pontos sensíveis e ameaças;
- Avaliação e validação de acessos;
- Verificação de locais para possível empenhamento de meios;
- Recolha e registo de dados meteorológicos;
- Levantamento do perímetro do incêndio e pontos estratégicos;
- Análise e reconhecimento aéreo;
- Reconhecimento das condições de segurança;
- Validação de informações;

Estas equipas devem intervir no teatro de operações, sempre que a situação o justifique. Como estas equipas estão munidas de GPS e Computador, podem passar/enviar toda a informação recolhida no terreno para o posto de comando, em suma podemos ter uma atualização dinâmica da situação tática definida.



Figura 33 - Esquema de recolha de dados para atualização da geodatabase (Fonte: curso ERAS - ENB).

Capítulo 5. – Aplicação da Base de Dados - Prevenção

É urgente criar um plano nacional de fogo controlado, a accionar na primavera, para reduzir a matéria inflamável, pois só há grandes incêndios se houver matéria para arder (Silva. Joaquim 2016).

Uma das grandes ferramentas para a prevenção de incêndios florestais é a técnica do fogo controlado, uma vez que o fogo tem muitos benefícios para os solos. O uso do fogo na gestão dos sistemas florestais e a sua importância na manutenção e protecção dos ecossistemas, nomeadamente nos climas de influência mediterrânea, sendo uma técnica ecologicamente sustentável (Fernandes, P., Botelho, H., Loureiro C. 2002).

Segundo a Associação Portuguesa de Técnicos de Segurança e Protecção Civil (jornal de Leiria 24-08-2016) só este ano, Portugal é responsável por mais de metade da área ardida na Europa, com quase 117 mil hectares, ou seja quatro vezes mais do que entre 2008 e 2015.

Segundo os autores do manual de formação para a técnica de fogo controlado (Fernandes, P., Botelho, H., Loureiro C. 2002), editado no departamento florestal da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro o fogo controlado apresenta os seguintes objectivos:

- 1- Minimização da área ardida (diminuição da carga combustível);
- 2- Protecção da floresta e recursos a ela associados;
- 3- Aplicação silvícola como desbaste derrame, favorecimento da regeneração, controlo de insectos e fungos, gestão de habitats;
- 4- Gestão da paisagem;

Para a execução desta técnica são várias as exigências e regras a seguir, além de necessitar de técnicos credenciados para o efeito. A nível de planeamento é necessário a elaboração de alguns planos, sendo que, todos eles necessitam de informação que poderá ser retirada da base de dados criada.:

- 1- Plano de fogo controlado
 - a. Mapa de enquadramento;
 - b. Mapa de combustíveis florestais do concelho;
 - c. Mapa de áreas ardidas;
 - d. Infra-estruturas de DFCI;
 - e. Mapa de localização das parcelas;
- 2- Plano operacional de queima – prescrição;
- 3- Plano operacional de queima – execução;
 - a. Esquema de condução de queima;
- 4- Plano operacional de queima -



Esquema de condução de Queima



Figura 34 - Esquema de condução de queima (curso de fogo controlado - Coimbra 2016).

Considerações finais

Os incêndios florestais, responsáveis pela destruição progressiva da floresta, contribuíram para introduzir uma nova imagem de degradação da paisagem.

Nos últimos anos o dispositivo especial de combate a incêndios florestais, a formação e preparação dos operacionais, tem sofrido grandes alterações. Neste seguimento, o treino e a formação dos operacionais pode aumentar a performance e eficiência nas diversas missões onde são colocados a trabalho. No entanto além das estratégias e técnicas de combate, cada vez mais existe necessidade de manuseamento de sistemas de informação geográficos.

Os incêndios florestais têm de ser trabalhados o ano inteiro, nas diversas fases, prevenção, vigilância deteção e alerta, supressão e recuperação pós-fogo, só evoluindo em todas as vertentes podemos ter sucesso. Assim, as entidades responsáveis por cada fase respetivamente, Instituto da Conservação da Natureza, Guarda Nacional Republicana, Autoridade Nacional de Proteção Civil, devem convergir esforços de forma garantirem em permanência uma resposta adequada e articulada, em função do grau de gravidade e probabilidade de ocorrência de incêndios florestais, evitando que estas fases sejam vistas separadamente.

No que diz respeito á supressão de incêndios, o patamar Municipal de proteção civil tem um papel preponderante, nomeadamente no planeamento, coordenação e suporte logístico das operações. Os incêndios florestais, carecem de um grande suporte logístico, bem como uma grande coordenação de diversas entidades, desta forma com todos os meios ao dispor dos municípios e com a articulação do poder político, podemos agilizar as operações de combate.

. Foram analisados 100 pontos de ignição, que ocorreram no concelho de Barcelos, entre o ano de 2008 e 2014. Com a utilização do método de regressão logística, foi possível produzir um mapa de suscetibilidade de incêndio florestal, para o concelho de Barcelos, peça fundamental para a concretização final deste trabalho.

A construção da base de dados (geodatabase) foi um trabalho progressivo, à medida que adicionava inputs e testava a operacionalidade e funcionalidade da ferramenta, surgiam novas ideias e hipóteses de melhoria, bem como percebia as

debilidades e pontos fracos. Sempre que adicionava novos dados á base de dados, eram feitos testes, algumas vezes feitos por outros operacionais alheios a este trabalho, de forma a conseguir reter algumas críticas construtivas, a fim de assentar o trabalho numa melhoria contínua.

É espectável que este trabalho possa ser colocado em prática, e seria útil, se o mesmo fosse utilizado por todas as entidades que têm intervenção ativa nos domínios de prevenção e supressão de incêndios florestais. Não é possível que este trabalho seja visto de forma isolada, pois, carece de atualização contínua e de complementação, de forma a dar resposta às questões que necessitamos de responder no dia-a-dia. É crucial, que todas as entidades que eventualmente utilizem esta ferramenta, se predisponham a melhorar e partilhar a informação de forma contínua.

Ao longo deste trabalho foram muitos os problemas que surgiram, uns rapidamente solucionados, outros, de resolução mais difícil. Mas o grande problema assentou na disponibilidade da informação, bem como, a qualidade da informação disponibilizada. Toda a informação carecia de validação prática, pois, pior que não ter acesso à informação, seria ter acesso a informação errada, o que poderia ter consequências graves na tomada de decisões. No decorrer da elaboração desta base de dados, foi necessário de alguma forma efetuar alguns testes com operacionais diretamente ligados ao combate a incêndios. Embora esta ferramenta seja simples e intuitiva, não é possível a mesma ser aplica sem qualquer tipo de formação, no entanto não é necessário ter especialistas em sistemas de informação geográfica para utilizarem este tipo de ferramentas, contudo carece de instrução/informação.

Numa fase inicial, é proposto, que se forme um número mínimo de operacionais, com o intuito de estarem disponíveis à chamada e serem requisitados sempre que necessários, estando mais familiarizados com a ferramenta.

Assim sendo, foi proposto ao Comandante dos Bombeiros Voluntários de Viatodos, inserir no plano anual de instrução de 20017, um módulo de sistemas de informação geográfica e cartografia, de forma a colmatar algumas lacunas e complementar a formação de gestão de incêndios florestais.

Programa de formação:

Carga horária: 30 horas.

Conteúdos:

Instrumentos de apoio à decisão;

Quantum GIS;

Google Earth;

Aplicações android gratuitas;

Reconhecimento;

Análise da zona de intervenção;

Cartas Militares;

Transformação de coordenadas;

Utilização de GPS;

Sistemas de informação geográfica;

Práticas simuladas;

Objetivos:

- Reconhecer as ferramentas e instrumentos de apoio à decisão que permitem fazer a recolha de informação operacional no âmbito dos incêndios florestais;
- Utilizar de forma correta ferramentas e instrumentos de apoio à decisão, nomeadamente aplicações informáticas.
- Analisar as zonas onde se desenrolam as ações de combate;
- Reconhecer métodos expeditos de análise e avaliação do incêndio florestal.
- Utilizar de forma correta ferramentas e instrumentos de apoio à decisão, nomeadamente aplicações informáticas.

- Ler corretamente folhas da carta militar à escala 1:25 000 e interpretar o terreno a partir das mesmas.
- Identificação e transformações de coordenadas;
- Aplicação das diversas matérias e ferramentas abordadas na formação aplicando as mesmas no terreno em contexto de práticas simuladas;

Referências bibliográficas

- Alves, P.M.C, (2012) Dissertação de Mestrado “Probabilidade de Ignição e Suscetibilidade de Incêndios Florestais”. Faculdade de Letras da Universidade do Porto;
- Bachman, A.; Allgower, B. (1999) – The need for a consistente wildfire risk terminology. The Join Fire Science Conference and Workshop, Boise, Idaho, E.U.A;
- Cardille JÁ, Ventua SJ, Turner MG (2001) Environmental and social factores influencing wildfires in the upper midwest, USA. Ecological Applications 11111-127-;
- Catry, Filipe X (2007), Modelação Espacial do Risco de Ingição em Portugal Continental. Dissertação de Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica. Universidade Nova de Lisboa;
- Chuvieco, E. e Congalton G. (1989) Application of Remote Sensing and Geographic Information System to Forest Fire Hazard Mapping. Remote Sensing of Evironenment. Vol. 29:pp. 147-159;
- Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra incêndios, Município de Barcelos, (2016) Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios;
- Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra incêndios, Município de Barcelos, (2015) Plano Operacional Municipal;
- Decreto-Lei n.º 124/2006, de 28 de Junho e alterado pelo Decreto-Lei n.º 15/2009, de 14 de Janeiro, pelo Decreto-Lei n.º17/2009, de 14 de Janeiro, pelo Decreto-Lei n.º 114/2001 de 30 de Novembro, e pelo Decreto-Lei n.º 83/2014 de 23 de Maio – Sistema Nacional de defesa da floresta contra incêndio;
- Decreto-lei nº134/2006; de 25 de julho, com as alterações introduzidas pelo decreto-lei nº114/2011, de 30 de novembro – Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro;
- Decreto-lei nº247/2007 de 27 de junho, Regime jurídico dos corpos de Bombeiros;
- Decreto-lei nº 179/99 de 21 de maio, Regulamento da actividade dos Sapadores Florestais;
- Despacho nº.3551/2015 – Sistema de Gestão de operações, Autoridade Nacional

de Proteção Civil;

- Diretiva operacional nacional nº2- Dispositivo especial de combate a incêndios florestais – Autoridade Nacional de Proteção civil;
- Equipas de Reconhecimento e Avaliação da Situação (2015) – Apresentações da formação- Escola Nacional de Bombeiros;
- Fernandes, P., Botelho, H., Loureiro, C. (2002) – Manual de Formação para a técnica do Fogo Controlado;
- Hosmer, David W., Lemeshow, Stanley (2000) Applied Logistic Regression, Second Edition. John Wiley and Sons, New York;
- IGP (2010) Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007 (COS 2007);
- Lei n.º 27/2006, de 3 de Julho (Alterada pela Lei Orgânica n.º 1/2011, de 30 de Novembro e pela Lei n.º 80/2015, de 3 de agosto, que republica o diploma) - Lei de Bases de Proteção Civil;
- Lei nº 11-A/2013 de 28 de Janeiro, Reorganização administrativa do território das freguesias;
- Lema, P, e Rebelo, F. (1996); Geografia de Portugal: meio físico e recursos naturais, Universidade Aberta, Porto;
- Lourenço, L. (1996) Risco de incêndio Florestal. Encontro pedagógico sobre incêndios florestais. ASEPIF.
- Macedo, F. e Sardinha, A., Fogos Florestais (1993), 1º volume, 2ª edição Publicações Ciência e Vida, Lda, Lisboa;
- Magalhães, M.R, A arqueologia paisagista (2001) – morfologia e complexidade, 1ª edição, Editorial Estampa, Lisboa;
- Oliveira, P. (2006) – Suscetibilidade de incêndio florestal no concelho de Valongo. Implicação no planeamento de áreas periurbanas. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
- Oliveira, R. (2010) – Um estudo sobre os incêndios florestais ocorridos no estado da Vitória (Austrália), em fevereiro de 2009. Universidade de Coimbra;
- Republicação do Decreto-Lei n.º 247/2007, de 27 de junho;
- Reis, E., Melo, P., Andrade, R., Calapez, T. (2003) – Estatística Aplicada, Volume 1, 4ªed., Edições Sílabo, Lisboa.

- Sílvia, J. e Páscoa, F. (2003), Manual de silvicultura para a prevenção de incêndios, Direção Geral das Florestas, Lisboa;
- Silva, J., Jornal de Leiria 24 de agosto de 2016 “Fogo Controlado”;
- Varnes, D.J. (1984) – Landslide hazard zonation: a review of principles and practice, UNESCO, Paris;
- Verde, J. (2008) Dissertação de Mestrado “Avaliação da Perigosidade de Incêndio Florestal”. Universidade de Lisboa.
- Viegas, D. X, Rossa, C, Ribeiro, L.M. (2011) Incêndios Florestais. Verlag Dashöfer;
- Xanthopoulos, G., V. Varela, L. M. Ribeiro, P. Fernandes e F. Guarnieri, 2004. Decision Support Systems and Tools: a State of the Art. Review report, EUFIRELAB PROJECT (disponível em www.wufirelab.org).

WEBSITES

Autoridade Nacional de Proteção Civil – www.prociv.pt

Diário da República eletrónico – www.dre.pt

Escola Nacional de Bombeiros – www.enb.pt

EUFIRELAB - www.wufirelab.org

Fogos.pt - <https://fogos.pt/>

Guarda Nacional Republicana – www.gnr.pt

Instituto da Conservação da Natureza e Florestas – www.icnf.pt

Instituto Português do Mar e da Atmosfera – www.ipma.pt

Meteorologia Instituto Superior Técnico - <http://meteo.tecnico.ulisboa.pt/>

Rede de Informação de Situações de emergência - <http://scrif.igeo.pt/default.htm>

Windguru - <http://www.windguru.cz/pt>

ANEXOS

Anexo 1 – Dados padrão de velocidade de propagação do fogo



VELOCIDADE

QUIL. POR HORA (km/h)	METROS POR HORA (m/h)	METROS POR MINUTO (m/min)	METROS POR SEGUNDO (m/s)	TIPO DE VENTO
1	1000	16,7	0,278	Até 4 m/s FRACO
2	2000	33,3	0,56	
3,6	3600	60,0	1,000	
3	3000	50,0	0,83	
4	4000	66,7	1,11	
4,32	4500	72,0	1,20	
5	5000	83,3	1,39	
10	10000	166,7	2,78	
10,8	10800	180,0	3,00	
14,4	14400	240,0	4,00	
15	15000	250,0	4,17	até 7 m/s MODERADO
20	20000	333,3	5,56	
25	25000	416,7	6,94	
25,2	25200	420,0	7,00	
30	30000	500,0	8,33	até 11 m/s FRESCO
35	35000	583,3	9,72	
39,6	39600	660,0	11,00	
40	40000	666,7	11,11	ATÉ 17 M/S FORTE
45	45000	750,0	12,50	
50	50000	833,3	13,89	
55	55000	916,7	15,28	
60	60000	1000,0	16,67	
61,2	61200	1020,0	17,00	
65	65000	1083,3	18,06	até 28 m/s VIOLENTO
70	70000	1166,7	19,44	
75	75000	1250,0	20,83	
80	80000	1333,3	22,22	
85	85000	1416,7	23,61	
90	90000	1500,0	25,00	
100	100000	1666,7	27,78	

Quilómetro = 0,6213882

Milhas Terrestres =
1,6093 Km

1,6093

Milhas	Km
5	8,0
10	16,1
15	24,1
20	32,2
25	40,2
30	48,3
35	56,3
40	64,4
45	72,4



CENTRO DE FORMAÇÃO
ESPECIALIZADO EM INCÊNDIOS FLORESTAIS
ESCOLA NACIONAL DE BOMBEIROS

1m/s=3,6km/h

QUILÓM. POR HORA (km/h)	METROS POR HORA (m/h)	METROS POR MINUTO (m/min)	METROS POR SEGUNDO (m/s)
0,06	60	1,0	0,017
0,07	70	1,2	0,019
0,08	80	1,3	0,022
0,085	85	1,4	0,024
0,1	100	1,7	0,028
0,15	150	2,5	0,042
0,2	200	3,3	0,056
0,25	250	4,2	0,069
0,3	300	5,0	0,083
0,35	350	5,8	0,097
0,4	400	6,7	0,111
0,42	420	7,0	0,117
0,45	450	7,5	0,125
0,5	500	8,3	0,139
0,55	550	9,2	0,153
0,6	600	10,0	0,167
0,65	650	10,8	0,181
0,7	700	11,7	0,194
0,75	750	12,5	0,208
0,8	800	13,3	0,222
0,85	850	14,2	0,236
0,9	900	15,0	0,250
0,95	950	15,8	0,264
1	1000	16,7	0,278
2	2000	33,3	0,556
3,6	3600	60,0	1,000
3	3000	50,0	0,833
4	4000	66,7	1,111
4,32	4500	72,0	1,200
5	5000	83,3	1,389
10	10000	166,7	2,778
10,8	10800	180,0	3,000
10,9	10900	181,7	4,000

Anexo 2 – Dados padrão de velocidade de propagação do fogo

FORÇA DO VENTO (km/h)	VELOCIDADE ESTIMADA DO INCÊNDIO FLORESTAL (m/h)	DISTÂNCIA NA CARTA MILITAR (1:25 000) (cm)
5	150	0.6
10	300	1.2
15	450	1.8
20	600	2.4
25	750	3.0
30	900	3.6
35	1050	4.2
40	1200	4.8
45	1350	5.4
50	1500	6.0
55	1650	6.6