



Fernando Félix

ENSAIO METODOLÓGICO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA MODELAÇÃO ESPACIAL
DA SINUOSIDADE RODOVIÁRIA PARA APOIO À DECISÃO
NO ATAQUE INICIAL AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS.
O EXEMPLO DA SERRA DA LOUSÃ.

Dissertação de Mestrado em Geografia Física, na área de especialização
em Ambiente e Ordenamento do Território, orientada pelo Doutor Luciano
Fernandes Lourenço e coorientada pelo Doutor José Gomes Santos,
apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da
Universidade de Coimbra

2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Letras

**ENSAIO METODOLÓGICO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA MODELAÇÃO
ESPACIAL DA SINUOSIDADE RODOVIÁRIA PARA APOIO À DECISÃO
NO ATAQUE INICIAL AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS.
O EXEMPLO DA SERRA DA LOUSÃ.**

Ficha Técnica:

Tipo de trabalho	Dissertação de Mestrado
Título	Ensaio metodológico sobre a importância da modelação espacial da sinuosidade rodoviária para apoio à decisão no ataque inicial aos incêndios florestais. O exemplo da serra da Lousã.
Autor	Fernando Félix
Orientador	Professor Doutor Luciano Fernandes Lourenço
Coorientador	Professor Doutor José Gomes Santos
Júri	Presidente: Professor Doutor António Rochette Vogais: 1. Prof.^a Doutora Adélia Nunes 2. Prof. Doutor Luciano Lourenço
Identificação do Curso	2º Ciclo em Geografia
Área científica	Geografia Física
Especialidade	Ambiente e Ordenamento do Território
Data da defesa	21-10-2014
Classificação	18 valores



Agradecimentos

As primeiras palavras de agradecimento destinam-se aos Orientadores deste estudo, ao Prof. Doutor Luciano Lourenço e ao Prof. Doutor José Gomes Santos, por todo o apoio dado, disponibilidade, rigor e palavras de incentivo ao longo de todo este percurso. Um forte abraço!

A seguir lembro aqueles que, de um modo geral, contribuíram para a realização deste estudo. Da Escola Nacional de Bombeiros da Lousã a Eng.^a Verónica, Eng.º Luis Pita, Comandante Parola e ao Bombeiro Zé Luís, pelas enriquecedoras conversas. Aos formadores do Curso Condução Fora da Estrada, Carlos Ramalho e António Carvalho por todos os esclarecimentos prestados. Do mesmo modo ao Comandante da Força Especial e Bombeiros Guilherme Isidro.

A todos os Corpo de Bombeiros da serra da Lousã e seus Comandantes, pela abertura e fornecimento dos dados. Destaco os Bombeiros Municipais da Lousã e seu Comandante, Dr. João Melo, pelo grande contributo que tiveram na tese, pela disponibilidade dos homens e grande empenho evidenciado na realização das simulações dos trajetos com as duas viaturas de combate. No mesmo sentido ao Vereador Ricardo Fernandes, da Câmara Municipal da Lousã, por ter autorizado o pedido, sempre com a salvaguarda da operacionalidade da corpo dos Bombeiros Municipais da Lousã.

À Prof. Doutora Ana Bastos e Eng.º Bruno Santos, do Departamento de Engenharia Civil do Laboratório de Urbanismo, Transporte e Vias de Comunicação, pela abertura, interesse demonstrado e fornecimento de material didático.

Ao Dr. Flávio Lopes pela ajuda nas análises estatísticas.

À Dr.^a Sofia Bernardino pela apoio nas simulações dos percursos.

À Doutora Sandra Oliveira por toda a ajuda e traduções.

À minha esposa, Marlene Ferreira, por toda a força, apoio e perseverança ao longo desta árdua caminhada, que apesar do tempo roubado, nunca deixou de acreditar.

Obrigado.

Sumário

Introdução

Área de estudo

Objetivos

Objetivos gerais

Objetivos específicos

Metodologia

Recolha de dados

Trabalho de campo

Análise estatística e SIG

Estado da arte

Capítulo I

Os espaços de montanha. A desarticulação do mundo rural e o apogeu dos incêndios florestais

1.1. Os espaços de montanha. Breve apresentação da Serra da Lousã

1.2. A desarticulação do mundo rural

1.3. A problemática dos incêndios florestais

2-Capítulo II

O Socorro em Portugal. O caso particular dos incêndios florestais

2.1. Evolução histórica e legislativa.

2.2. Os Quartéis dos Bombeiros, localização e seus meios humanos e mecânicos.

2.3. Organização do Ataque Inicial

2.4. A importância das estradas no combate aos incêndios florestais

2.5. A eficácia da primeira intervenção no combate aos incêndios florestais

2.6. Bombeiros Falecidos em Serviço

3-Capítulo III

Modelação Espacial dos Tempos Estimados de Deslocação para o Ataque Inicial

3.1. Para socorrer primeiro é preciso lá chegar!

3.2. Modelação da Velocidade

3.2.1. Proposta do TED – Tempo Estimado de Deslocação para Veículos de ATI

Conclusão

Bibliografia

Índices

A serra corre de Nordeste a Sudoeste, como imensurável raiz de outra cordilheira rompesse longe do seu tronco.

Belo monstro de xisto e granito com a terra a encher-lhe os ocos do esqueleto, ondula sempre: contorce-se aqui, alteia-se acolá, abaixa-se mais adiante, para altear de novo, num bote de serpente que quisesse morder o Sol.

Ao distender-se, forma altivos promontórios, dos quais se pode interrogar o infinito, e logo se ramifica que nem centopeia de pesadelo, criando, entre suas pernas, trágicos despenhadeiros e tortuosas ravinas, onde nascem rios e as águas rumorejam eternamente.

FERREIRA DE CASTRO, 1979, p. 61

Resumo

Os espaços de montanha são, sem sombra de dúvida, um marco no território nacional, representando cerca de 20% do espaço continental (P. CARVALHO, 2008). Dadas as características mediterrâneas do clima português e as especificidades destes espaços, os incêndios florestais encontram nas áreas de montanha o seu apogeu, daí a existência de grandes áreas ardidas.

A paisagem da área de estudo, a serra da Lousã, sofreu importante ação antrópica, onde as florestas abertas e as áreas de cortes ou de novas plantações representam 26,15 % do uso do solo, pelo que não admira que seja um espaço marcado pela ocorrência dos incêndios florestais. A média anual da área ardida, entre 1975 e 2012, situou-se pelos 3.460 hectares, fazendo com que cerca de 63,33% do território já tenha ardido, havendo uma reincidência de até 5 vezes, pelo que hoje já quase nada se vislumbra da sua floresta autóctone.

Considerando os 5 anos mais críticos, a nível das áreas ardidas, observou-se que cerca de 70% da área ardida decorreu fora do denominado “período crítico”, quando não está assegurada a prontidão dos meios de combate aos incêndios florestais.

A estratégia de combate assenta no estacionamento dos meios, nos quartéis; as especificidades do espaço de montanha impõem um traçado sinuoso ao sistema rodoviário, o qual aumenta as distâncias entre o quartel de bombeiros e as principais manchas florestais, pois a influência da topografia na sinuosidade rodoviária é notória. Neste trabalho, a sinuosidade rodoviária, entendida como a diferença entre a distância observada e a distância real, foi analisada como um potencial fator que influencia a velocidade e a distância efetiva percorrida pelos meios terrestres. De facto, na área de estudo, o índice de sinuosidade é de 1,150 na área baixa (< 215m) e de 1,402 na área alta (\geq 215m), o que atrasa o tempo de resposta da primeira intervenção, que se quer rápida, ou seja, inferior a 20 minutos, mas em que cerca de 10% da área se encontra com tempos de deslocação \geq 20 minutos.

Ora, como qualquer intervenção dos Bombeiros para combate a incêndios florestais implica, necessariamente, a deslocação de meios humanos e mecânicos, abastecidos de água, para as áreas florestais, a qualidade dos acessos torna-se um aspeto fundamental a ter em consideração. Todavia, nem sempre as estradas e caminhos florestais facilitam essa tarefa, pois, pela sua própria natureza, apresentam dificuldades acrescidas para a progressão de homens e máquinas (sinuosidade, diferenças de cotas, tipo de piso, largura da via), pelo que um dos objetivos do ataque inicial, o de colocar, no local do incêndio, o primeiro meio de intervenção operacional até 20 minutos após o despacho, está à partida bastante condicionado nas áreas de montanha, o que dificulta que, no mais curto espaço de tempo possível, se possa projetar sobre o local de ignição a quantidade de água necessária e suficiente para a sua extinção, por forma a evitar que o incêndio assuma maiores proporções.

Para além disso, foi também realizada uma avaliação do nível de suscetibilidade no território em estudo, através da ponderação e análise dos tipos de uso do solo, da reincidência de incêndios e das classes de declives. Verificou-se que cerca de 68% das suas áreas são críticas (suscetibilidade elevada, muito elevada e máxima), o que se reflete na necessidade de adequar a dispersão de meios de combate às características destas áreas.

Partindo da premissa de que os incêndios florestais, apesar dos esforços para evitar a sua eclosão, continuarão a ocorrer em quantidade considerável, devem ser adotadas medidas que não só visem dificultar a sua propagação, mas também potenciem a sua rápida extinção, através do combate.

Pelo que é crucial proceder à modelação espacial dessas condicionantes, não só para identificar áreas críticas, de suscetibilidade elevada, mas também para planear os tempos de intervenção, onde o destacamento de meios terrestres de combate para locais estratégicos de pré-posicionamento é fundamental para uma resposta atempada.

Palavras-chave: *Índice de Sinuosidade, Modelação Espacial, Ataque Inicial, Meios de Combate, Incêndios Florestais.*

Abstract

The mountain areas are, undoubtedly, a landmark in the national territory, representing around 20% of the continental area of the country (P. CARVALHO, 2008).. Given the mediterranean characteristics of the Portuguese climate and the specificities of the mountain areas, forest fires find their apogee in these areas which, therefore, show large burned areas.

The landscape of the study area, the Lousã mountain, has suffered important anthropic actions, with 26,15% of its area being currently occupied by transitional woodland-scrub land cover. It is, thus, not surprising that this territory is marked by the occurrence of forest fires. Between 1975 and 2012, the annual average of burned area was 3.460 ha, 63,33% of the study area was burned at least once and the recurrence of fires reached up to 5 times, resulting in the almost complete disappearance of the native forest.

Considering the 5 most critical years, regarding burned areas, it was found that near 70% of the burned area occurred outside the “critical period”, when is not assured the readiness of forest fires combating means.

The firefighting strategy is based on the vehicles being located in the fire stations; the particular conditions of mountain areas impose a sinuous shape to the roads, increasing the distances between the fire stations and the main forested areas and demonstrating the strong influence of the topography on the sinuosity of the roads. In this study, the sinuosity, defined as the difference between the observed and the real distances, was analyzed as a potential factor that influences the velocity and the effective distance covered by the terrestrial means. In fact, in the study area, the sinuosity index is of 1,150 in the low area ($< 215\text{m}$) and of 1,402 in the high area ($\geq 215\text{m}$). These conditions delay the response time of the first intervention of firefighters, which is intended to be quick, under 20 minutes; however, in around 10% of the study area, this threshold is surpassed.

Assuming that forest fires, despite the efforts to prevent their ignition, will continue to occur in a considerable number, measures should be taken not only to hamper their spread, but also to enhance their rapid extinction, through firefighting activities.

As such, since any intervention of firefighters regarding forest fires implies, inevitably, the displacement of human and mechanical means to the forest areas, with water available, the quality of the roads and paths becomes a crucial aspect to consider. Nevertheless, the paved and forest roads do not always facilitate this task, as they may present conditions that make it difficult for men and machines to move (sinuosity, differences of altitude, type of cover material, width). As one of the objectives of the initial attack is to put the first operational mean (vehicle) of intervention at the fire location in less than 20 minutes, this is rather difficult to achieve in mountain areas, hindering the purpose of spraying enough water over the ignition spot in the shortest time possible in order to prevent fire spread and the occurrence of large burned areas.

Furthermore, an assessment of the level of susceptibility to fires was also carried out in the study area, by weighting and analyzing the types of land use, fire re-occurrence and slope classes. It was verified that around 68% of the area is critical (high, very high and maximum risk levels), which reflects the need of adjusting the dispersion of firefighting means to the characteristics of the area.

The spatial modeling of these conditions is of utmost importance, not only to identify the critical areas, of high susceptibility, but also to plan the times of intervention, where the displacement of terrestrial firefighting means for strategic locations chosen beforehand, is crucial for a timely response.

Keywords: *Sinuosity Index, Spatial Modeling, Initial Attack, Firefighting Means, Forest Fires*

Introdução

*É PORTUGAL...
Essa mancha alaranjada,
Que até do espaço reluz...
É Portugal a arder!
Essa conversa fiada,
Que o deputado produz...
É Portugal a perder!
A vida sacrificada,
Que o povo todo reduz...
É Portugal a sofrer!
A 'ode' bem recitada,
Que a todos nós nos seduz...
É Portugal a dizer!*

VÍTOR CINTRA
No livro: À Distância

Todos nós estamos habituados, pelo menos durante o período de verão, a ouvir soar o alarme no quartel de bombeiros, de cada uma das nossas terras, bem como o entoar estridente da sirene das viaturas de combate a incêndios, enquanto circulam pelas estradas, em marcha de emergência, acudindo a populações e bens que se encontram em perigo. Por outro lado, também repetidamente, vemos nos telejornais e ouvimos nos noticiários, não só ,a aflição de populações decorrente da perda da floresta que é lavrada pelas chamas, mas também relatos da bravura dos nossos bombeiros que enfrentam grandes labaredas de fogo, tentando extinguir os incêndios que ano após ano consomem hectares da nossa floresta.

Face à consecutiva repetição deste cenário, ao longo dos últimos anos muitas têm sido as estratégias adotadas na tentativa de reduzir o elevado número de ocorrências de incêndios florestais, que atingem os concelhos de Norte a Sul de Portugal, embora sem os resultados pretendidos. Contudo, é nosso entender que sendo a redução do número de ocorrências um objetivo fundamental, não é menos importante a *redução da área ardida*, pelo que será nela que se centrará a nossa atenção.

Nos últimos anos, o fenómeno dos incêndios florestais nas regiões mediterrâneas tem vindo a ser estudado sob múltiplas perspetivas. Em Portugal tem-se dado particular atenção aos estudos de prevenção, incidência e causas dos incêndios florestais (L. LOURENÇO, 1991; L. LOURENÇO *et al.*, 2011; A. NUNES *et al.*, 2013).

Face aos avanços tecnológicos, bem como ao desenvolvimento de softwares e ao forte crescimento científico nesta área, as áreas de risco de incêndio florestal já se encontram suficientemente bem identificadas e localizadas (L. LOURENÇO, 1988 e 1998).

Contudo este flagelo, apesar de ser comum a todo o território continental, não se distribui de forma uniforme, pelo que as várias regiões portuguesas apresentam valores díspares, quer no que respeita ao número de ocorrências quer no que respeita à quantificação das áreas ardidas (L. LOURENÇO, 2004; A. NUNES *et al.*, 2013), sendo a **região Centro** aquela que tem, desde sempre, os valores mais elevados, ardendo em média mais 5 hectares do que a média nacional (L. LOURENÇO, 2007), pelo que, face a este cenário a nossa *área de estudo corresponde aos municípios que integram a serra da Lousã*, nomeadamente: Penela, Miranda do Corvo, Lousã e Góis, pertencentes ao distrito de Coimbra e Figueiró dos Vinhos, Castanheira de Pera e Pedrogão Grande, do distrito de Leiria.

Vivemos hoje na chamada sociedade do conhecimento, com rápidos e fortes progressos quer metodológicos quer tecnológicos. Se hoje sabemos mais do que sabíamos há 15 anos atrás, porque é que não conseguimos obter melhores resultados no que diz respeito ao combate aos incêndios florestais? Sem conseguir responder completamente a esta questão, pois inúmeros fatores teriam de ser tidos em conta, posso enunciar um em que, na nossa opinião, muito tem contribuído para a realidade atual e que diz respeito ao tempo de deslocação dos bombeiros, associado à geometria da estrada que resulta do relevo e que condiciona a rapidez da primeira intervenção.

Com efeito, muitos dos trabalhos realizados sobre incêndios florestais olharam o problema apenas por um dos lados, e por uma fácil pesquisa pela internet verificamos um aglomerado de estudos sobre os tipos de tempos favoráveis à ocorrência de incêndios florestais (L. LOURENÇO, 1988; L. LOURENÇO *et al.*, 2013; M. PEREIRA *et al.*, 2005);

caracterização demográfica e socioeconómica das regiões mais afetadas (BENTO-GONÇALVES, *et al.*, 2010); avaliação de causas e efeitos (L. LOURENÇO, 2004; L. LOURENÇO *et al.*, 2011; BENTO-GONÇALVES *et al.*, 2007), evolução geográfica e temporal dos incêndios (A. NUNES *et al.*, 2013; FERREIRA-LEITE *et al.*, 2011), análise espacial da sua recorrência (FERREIRA-LEITE *et al.*, 2010), impactos dos incêndios florestais (I. FERNANDES *et al.*, 2010; N. PEREIRA *et al.*, 2007), risco de incêndio florestal (J. FELGUEIRAS, 2005; J. VERDE, 2009), ou seja, foi dado, e bem, especial destaque á identificação e localização das áreas mais vulneráveis, mais suscetíveis à ocorrência dos incêndios florestais, no entanto há esse tema específico que não tem sido muito investigado, o do tempo de deslocação dos bombeiros, associado à geometria da estrada que resulta do relevo e que condiciona a rapidez e, por conseguinte, a eficácia da primeira intervenção.

O presente trabalho visa uma abordagem diferente da habitual, partindo do princípio que *o foco de incêndio é real, que soou o alarme*, ou seja, todas as barreiras de sensibilização, prevenção e vigilância foram ultrapassadas, pelo que o que se pretende agora é a ativação dos meios terrestres de combate e a rápida progressão das equipas de combate (pelo percurso ideal) de modo a que o ataque ao foco de incêndio se inicie até 20 minutos depois do alerta, levando assim à sua extinção, antes que atinja proporções incontroláveis, reduzindo deste modo e como consequência, a área ardida.

Este estudo visa assim uma abordagem ao combate, dentro das **fases operacionais** estabelecidas, com as fases da *antecipação* e do *ataque inicial* como fases-chave para a obtenção do objetivo pretendido, a redução das áreas ardidas, pelo que serão objeto de estudo através de uma análise crítica ao seu estado atual, a qual levará ao estabelecimento de propostas que ajudarão no combate aos incêndios florestais.

Deste modo, partiu-se de uma perspetiva operacional do problema para analisar um conjunto de situações e fatores que poderão ter influência no combate aos incêndios florestais.

Desde logo, sabemos que por razões históricas, a maioria dos quartéis de bombeiros se encontram localizados dentro das áreas urbanas, ou seja, mais próximos dos seres humanos e dos seus bens mais valiosos, mas, por isso, mais longe dos espaços florestais. É óbvio que não pretendemos deslocar os quartéis dos bombeiros pois, para além do combate aos incêndios florestais, desenvolvem todo um outro conjunto honroso de tarefas, em que a proximidade ao ser humano é essencial para o sucesso das mesmas.

Contudo iremos analisar minuciosamente todo um conjunto de fatores que influenciam a distância entre o quartel dos bombeiros e os focos de incêndio em manchas florestais. Assim, teremos de ter logo em conta um dos fatores ligados à Geografia Física, o **relevo**, que impõe um conjunto de condicionantes ao traçado rodoviário, como a falta de visibilidade, incerteza na ultrapassagem, fadiga, entre outros, e que, além disso, influencia um outro fator, geométrico, a que iremos dar real destaque, o da *sinuosidade rodoviária*.

Todos nós sabemos que a menor distância entre dois pontos é uma linha reta projetada numa superfície horizontal. Contudo, também todos nós sabemos que em **estradas de montanha** o trajeto tende a ser sinuoso, com curvas atrás de curvas, seguidas de mais curvas, e que geralmente estas estradas são estreitas

Estando os quartéis de bombeiros, na sua maioria, localizados dentro dos agregados populacionais, geralmente dentro das áreas urbanas consolidadas, vemos aqui logo uma

grande condicionante ao próprio combate aos incêndios florestais, que é a rápida deslocação/progressão dos **meios terrestres** de combate até ao **ponto de ignição** do foco de incêndio, ou seja, o ataque inicial que deverá ser conseguido dentro dos 20 minutos (DON 2012), depois de ter sido dado o despacho por parte do Comando Distrital de Operações de Socorro (CDOS) aos 3 quartéis de bombeiros mais próximos. De facto, essa rápida deslocação fica gravemente condicionada pelas características dos espaços de montanha, em grande parte devido ao **índice de sinuosidade rodoviária** que atua de duas formas: por um lado, aumentando a distância entre o quartel de bombeiros e o ponto de ignição; por outro lado, pelos entraves que coloca à velocidade de deslocação, aumentando assim o tempo de resposta e consequente aumento da dimensão das áreas ardidas.

Assim, tentaremos caracterizar essas situações para encontrar forma de dar resposta a estas questões.

Área de estudo

Face à problemática que os incêndios florestais assumem na região Centro e com real destaque para a área ardida escolhemos a serra da Lousã como a nossa área de estudo, que se expande pelos municípios de Penela, Miranda do Corvo, Lousã e Góis, do distrito de Coimbra e Figueiró dos Vinhos, Castanheira de Pera e Pedrogão Grande, do Distrito de Leiria (fig. 1).

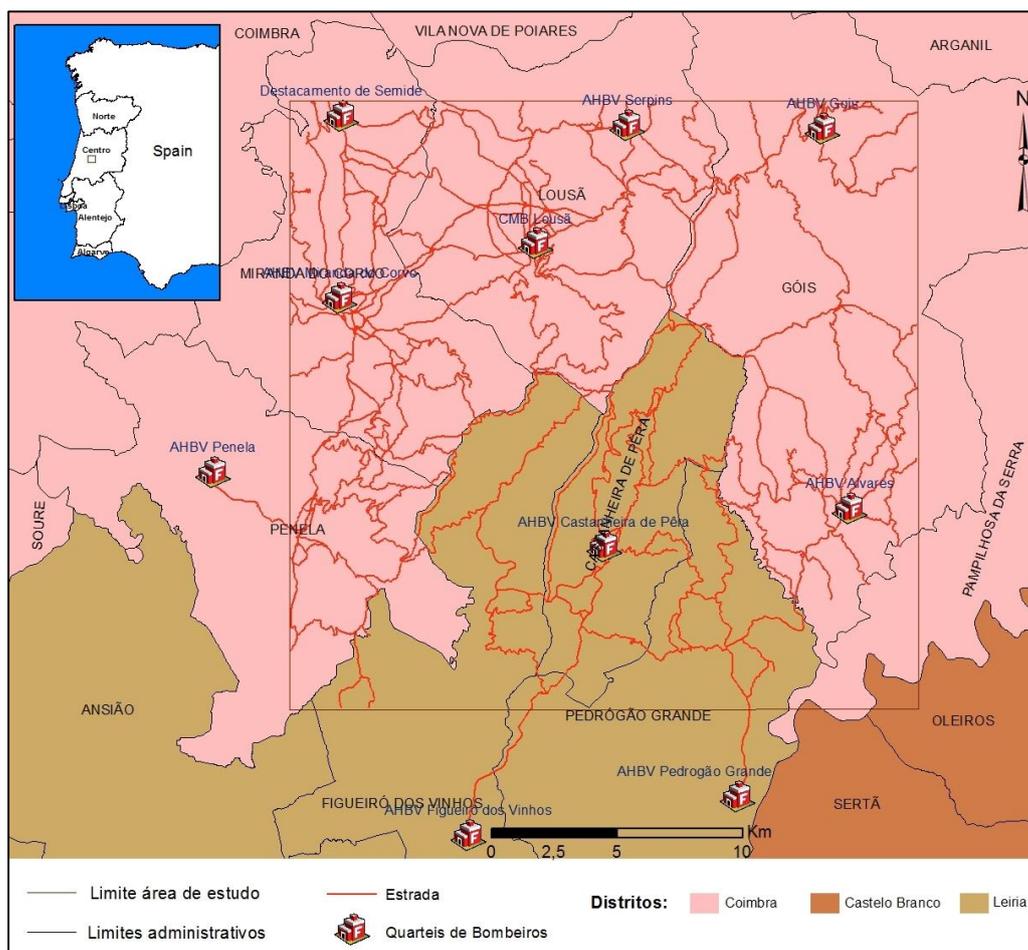


Fig. 1 - Localização da área de estudo. Fonte dados: CAOP, 2012 - DGT.

A serra da Lousã é vista como um todo, como uma unidade geomorfológica, que se expande pelo território dos 7 concelhos e condiciona tanto as suas características demográficas, como o uso do solo.

Dentro dos municípios que pertencem à serra da Lousã a área de estudo de cada concelho é diferente (QUADRO I). O único que foi abrangido na sua plenitude foi o concelho de Castanheira de Pera (100%), seguido pelos concelhos da Lousã (80,5%) e Miranda do Corvo (70%). Os menos abrangidos são os de Figueiró dos Vinhos (39%), Pedrogão Grande (38%) e Penela (37%) (fig. 2).

QUADRO I – Características dos municípios da área de estudo.

Concelho	Distrito	Área total		Área de Estudo km ²	Percentagem %	Estradas Km
		Hectares	Km ²			
Ansião	Leiria	17609,4	176,09	0,13	0,07	0
Castanheira de Pera	Leiria	6677,5	66,78	66,78	100,00	76,89
Coimbra	Coimbra	31939,9	319,40	0,33	0,10	0
Figueiró dos Vinhos	Coimbra	17344,0	173,44	67,69	39,03	44,61
Góis	Coimbra	26330,2	263,30	158,30	60,12	161,35
Lousã	Coimbra	13840,0	138,40	111,38	80,48	177,46
Miranda do Corvo	Coimbra	12637,8	126,38	88,96	70,39	151,20
Oleiros	Castelo Branco	47109,3	471,09	2,94	0,62	0
Pampilhosa da Serra	Coimbra	39646,2	396,46	16,40	4,14	0
Pedrogão Grande	Leiria	12874,8	128,75	49,32	38,31	46,97
Penela	Coimbra	13480,0	134,80	50,53	37,48	73,62
Sertã	Castelo Branco	44673,2	446,73	0,23	0,05	0
Total	12	284162,3	2841,6	612,99	57,47	732,09

Fonte: Elaboração própria, com base em dados CAOP 2012– DGT

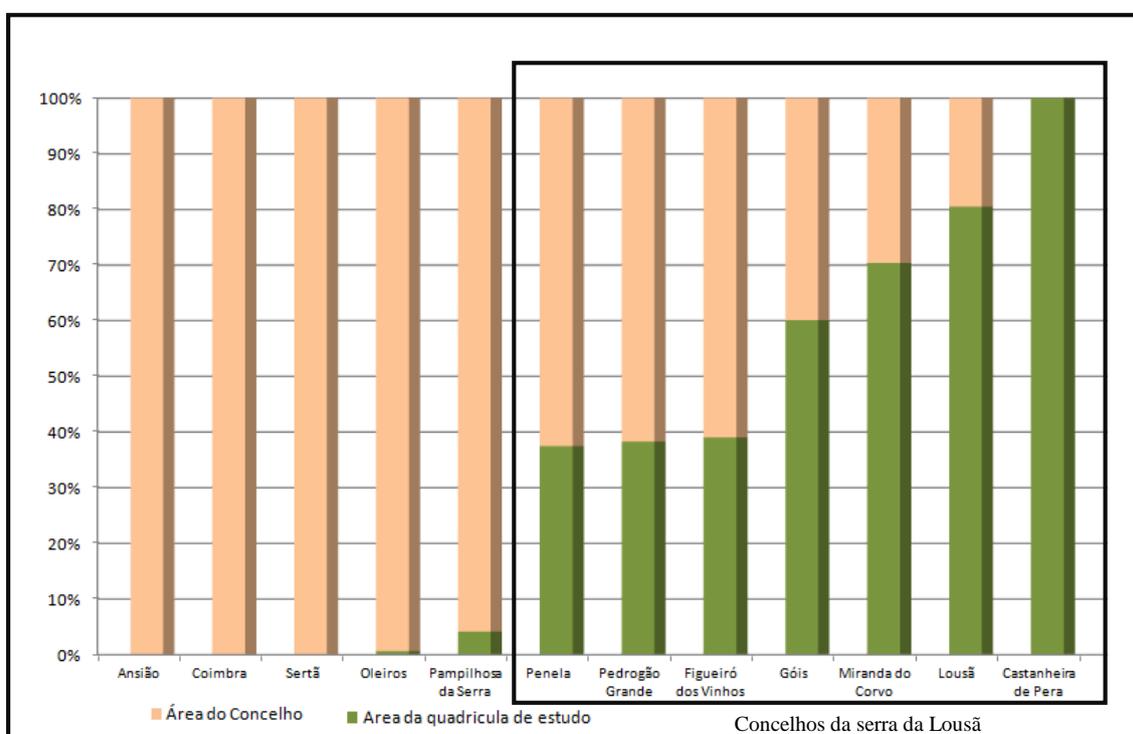


Fig. 2 – Área estudada em cada concelho da serra da Lousã.

Fonte dos dados: CAOP 2012 - DGT.

Objetivos

Em primeiro lugar apresentam-se os objetivos gerais que, depois, são seguidos pelos específicos.

Objetivos gerais

A presente dissertação foca-se na problemática da dimensão das áreas ardidadas e ganha aí a sua principal motivação, pelo que tentaremos descrever um conjunto de situações que muito têm contribuído para a realidade atual.

Assim, pretendeu-se averiguar o grau de operacionalidade da primeira intervenção dos bombeiros, na medida em que a sua eficácia condiciona a dimensão da área queimada. Por um lado, pretendeu-se identificar e caracterizar a rede rodoviária da serra da Lousã, de modo a aferirmos as acessibilidades aos diferentes espaços florestais. Para isso foram realizadas rigorosas análises espaciais com base em diversos indicadores, geométricos e de caracterização, com real importância para o conceito da sinuosidade rodoviária

As acessibilidades referem-se à capacidade de alcançar ou ser alcançado por bens e serviços. Existem muitos fatores que afetam as acessibilidades, a qualidade das mesmas, o grau de cobertura, o tipo de transporte e a própria mobilidade, movimento físico/mecânico que é gravemente afetado por uma topografia irregular, com relevos acidentados, típica de áreas de montanha, que necessitam de uma estratégia e planeamento ajustados a essa realidade territorial.

Em suma pretende-se responder à seguinte questão: será que estas áreas de montanha, pelas condicionantes específicas que apresentam, não necessitam de uma estratégia de combate a incêndios florestais adequada a essa realidade territorial?

Objetivos específicos

Tentaremos demonstrar que o fator da sinuosidade rodoviária deveria constar, obrigatoriamente, dos planos operacionais e municipais de defesa da floresta contra incêndios, pois estes colocam muitos entraves à operacionalidade do combate a incêndios florestais, pelo que tentaremos:

- Analisar a recorrência dos incêndios florestais na área de estudo e a relevância do uso do solo para este indicador;
- Averiguar a relação entre os recursos disponíveis (quadro de ativos e número de meios terrestres de combate a incêndios florestais) e a população residente, bem como com a área floresta a proteger;
- Analisar a importância do relevo no índice de sinuosidade rodoviária;
- Identificar as áreas de maior suscetibilidade (áreas críticas) que necessitam de uma primeira intervenção atempada;
- Calcular a percentagem de estradas que permitem um tempo de deslocação de: 0-5min; 5-10min; 10-15min; 15-20min e > 20min;
- Demonstrar a importância do destacamento de meios terrestres de ataque inicial para locais estratégicos de pré-posicionamento, de modo a aumentar a eficácia da primeira intervenção;

Metodologia

Recolha de dados

A metodologia do presente estudo pressupôs numa primeira fase uma constante pesquisa de material bibliográfico, peças documentais, consulta histórica da legislação, registo de dados estatísticos, para definir o enquadramento teórico do presente trabalho, sustentar a sua problemática e um maior aprofundamento dos temas.

“O estudo dos incêndios florestais implica uma componente geográfica, em função da distribuição espacial dos incêndios, e uma componente histórica, em virtude da evolução temporal do número de ocorrências e das áreas ardidadas” (BENTO-GONÇALVES, 2011).

Por outro lado, foram realizadas uma série de conversas diretas com bombeiros, que permitiu obter a perspetiva operacional desta problemática e a sua potencial aplicação prática.

Tendo como por um dos objetivos a produção de elementos cartográficos de apoio à decisão tornou-se essencial a integração dos dados em SIG - **Sistema de Informação Geográfica**, pois estes permitem o *“o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e atributos dos dados que estão georeferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica”* (CÂMARA *et al.*, 2002).

Os dados obtidos de fontes diversas (ICNF, ANPC, APA, etc.) e de diferentes tipos (estatísticos, cartográficos, etc.) foram transformados em dados geográficos vetoriais.

A nossa *componente geográfica* da área de estudo é uma área de montanha, a serra da Lousã. Procedeu-se à pesquisa e levantamento das Corporações de Bombeiros dos concelhos afetos à serra da Lousã. Em cada uma destas Corporações de Bombeiros foi inventariada a seguinte informação:

- Quadro de Homens (Ativo e de Honra);
- Quantitativo dos Meios Terrestres de Combate a Incêndios Florestais, acionados em Ataque Inicial.

Os Quartéis de Bombeiros foram georreferenciados com a geometria de ponto e foi-lhe associada toda esta informação anterior.

A fase seguinte prendeu-se com o sistema rodoviário. Tendo em conta a localização dos Quartéis dos Bombeiros foram desenhados os principais eixos rodoviários de ligação entre os quartéis. A partir daqui foi possível definir uma quadrícula – a nossa área de estudo.

Após a limitação da nossa área de estudo completou-se o cadastro do sistema rodoviário com a georreferenciação das principais estradas e caminhos que os Bombeiros têm de percorrer desde o quartel até às manchas florestais. Esta variável assumiu a geometria de linha e foram-lhe associados os seguintes atributos:

- Concelho
- Rua (Nome);
- Hierarquia da via;
- Sentidos;
- Tipo de Piso;
- Extensão.

Após a cartografia desta variável, executou-se um conjunto de procedimentos metodológicos e de análises, que, entre outros, permitiram calcular o índice de sinuosidade, a diferença de cotas e os tempos de deslocação, bem como definir áreas de amostragem.

De seguida foi realizado um ensaio metodológico para a modelação espacial de conceitos relacionados com os da sinuosidade do traçado, em termos geométricos (m) (sinuosidade horizontal) e em termos de diferença de cotas (m) (sinuosidade vertical), entre outros.

O intuito principal era o de desenvolver produtos cartográficos de apoio à decisão, de carácter operacional, que permitissem ao centro de coordenação tomar decisões atempadas, credíveis e fiáveis, para o uso racional dos recursos e a alocação dos meios terrestres de acordo com a suscetibilidade do território a incêndios florestais, o tempo previsto de resposta e as especificações técnicas dos meios mecânicos disponíveis.

Deste modo, pretende-se garantir uma operacionalidade eficiente e eficaz no combate a incêndios florestais, evitando a rápida evolução e propagação de um pequeno foco de incêndio para um grande incêndio florestal, que irá necessitar de um **ataque prolongado, musculado**, que acarreta custos, quer financeiros para suportar toda uma logística de combate pesada e alargada, quer pela perda de recursos florestais, de paisagens únicas, das consequências ambientais após incêndios florestais e de processos judiciais que entopem os nossos tribunais.

A descrição detalhada de alguns destes procedimentos é apresentada mais à frente, nos capítulos correspondentes, para permitir uma melhor compreensão da análise realizada e dos resultados obtidos.

Trabalho de campo

Após a definição das áreas de amostragem, que correspondem a segmentos de estrada, curvas e retas, com diferentes características, como sejam o tipo de piso, o índice de sinuosidade ou a diferença de cotas, foram realizados dois ensaios, com duas viaturas diferentes (VLCI e VFCI) e em dois trajetos diferentes (N236 e M555). Cada uma destas viaturas tem características técnicas de construção e especificidades de combate diferentes, pois uma corresponde a um veículo ligeiro enquanto que a outra diz respeito a um veículo pesado.

O objetivo destas simulações foi o de sabermos a velocidade real que cada tipologia de veículo consegue alcançar ao transpor uma curva que pode ser suave ou apertada, em subida ou em descida, ou uma reta.

Em cada amostra ao longo dos percursos foram registados a velocidade de entrada, a velocidade de saída e, com recurso a um cronómetro digital, o tempo de deslocação, quer por cada segmento geométrico de amostragem, quer para o trajeto total.

Análise estatística e SIG

Com o registo histórico das áreas ardidas, fornecidos pelo Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), em formato de *.xls* (excel) e em *shapefile*, procedeu-se a um conjunto de análises:

- Distribuição dos incêndios florestais que ocorreram na área de estudo, entre 1975 e 2012:
 - Grandes incêndios (>100 hectares);
 - Recorrência de áreas ardidas;

Os valores obtidos das amostras foram incorporados num documento de Excel e posteriormente processados em softwares de análise estatística, como o SPSS e o EViews, que foram o suporte para o desenvolvimento do modelo de tempo estimado de deslocação para ataque inicial.

Posteriormente em ambiente SIG, ArcMap 10.1 (ESRI), a rede rodoviária foi vectorizada a uma escala 1:500, sobre ortofotomapas do ano de 2005.

Foi criado um modelo digital do terrenos com base nas curvas de nível de 10 em 10 metros, obtidas de cartas militares 1.25.000.

O sistema de coordenadas utilizado foi o Datum 73 Hayford Gauss IPCC.

Os diversos *layers* de informação foram analisados e os resultados representados em mapas, que poderão servir de apoio ao processo de tomada de decisão.

Estado da arte

Fogo... um fenómeno que condicionou fortemente a evolução do ser Humano. O fogo está estritamente ligado à evolução da nossa espécie. Segundo A. H. WRIGHT *et al.*, (1982), há mais de 500.000 anos que o Homem utiliza o fogo, sendo que nos últimos 200.000 anos houve um grande aprendizagem sobre o uso do fogo.

Se é verdade que nos primórdios o uso do fogo foi um fator que influenciou positivamente o nosso desenvolvimento, pois permitiu aquecer e cozinhar os alimentos, facilitou a caça, a guerra, a limpeza das matas e dos pastos e em que posteriormente as cinzas resultantes foram aproveitadas como fertilizantes de terrenos, entre outros, não é menos verdade, que nos dias de hoje, o uso exagerado do mesmo, tem acarretado consequências negativas, quer para a manutenção da biodiversidade do planeta Terra, quer para a segurança do próprio ser humano, que através de fogachos e queimadas que derivam para incêndios florestais descontrolados, têm colocado em perigo populações e bravos homens que arriscam a vida ao combater o fogo.

Os incêndios florestais não são um fenómeno endémico, pois não estão restritos a um único local no planeta Terra. A sua ocorrência demonstra uma grande distribuição, embora não homogénea, pelas diversas coordenadas do nosso planeta. Temos relatos de grandes incêndios florestais, com efeitos calamitosos, quer no Canadá quer na Austrália (F. FERREIRA-LEITE, *et al.*, 2012). De igual modo, a Europa também não escapa ilesa a este fenómeno, apresentando um passado e presente, com uma grande manifestação de ocorrências. Contudo, dentro do continente Europeu, é nos países da bacia do Mediterrâneo que o fenómeno assume os seus valores mais elevados.

As características climáticas mediterrâneas são propícias à ocorrência de incêndios florestais – em que os verões apresentam, normalmente, temperaturas elevadas, a precipitação é reduzida, a humidade do ar é baixa, a evaporação é forte e a vegetação devido à secura estival apresenta-se facilmente inflamável, assim, “*se o desenvolvimento espontâneo do fogo, embora possível, é raro, o seu desencadeamento na sequência de trovoadas pode acontecer e o seu desencadeamento por ação humana, criminosa ou não, é frequente*” (F. REBELO, 2003: 15).

Portugal como pertence aos países do sul da Europa sofre de influência do clima mediterrâneo e com maior ou menor passividade habituámo-nos a assistir, todos os anos, à destruição de milhares de hectares de floresta consumida pelo fogo e à alteração dos ecossistemas florestais. (L. LOURENÇO, 1991; A. NUNES *et al.*, 2013).

De facto, este fenómeno despertou grande interesse junto da comunidade científica, no sentido de se averiguarem as causas da sua ocorrência ou as suas proporções, bem como, de mitigar as suas consequências, sociais, económicas e ambientais, adotando estratégias de prevenção eficazes e desenvolvendo ações de combate eficientes para reduzir as suas maléficas ocorrências.

Em Portugal começou-se a dar grande destaque a esta problemática a partir do 25 de Abril de 1974, que com a abertura da política e consequente liberdade de imprensa toda a gente começou a falar de incêndios florestais, bem como, a apontar possíveis responsáveis (F. REBELO, 2005). De acordo com o autor, o primeiro estudo surgiu na Universidade de Coimbra, tendo sido publicado em 1980 na revista *Biblos*, da autoria do Professor Doutor Fernando REBELO, intitulado, “*Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais – análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra*”.

Este estudo, pioneiro em Portugal, desencadeou um grande desenvolvimento de estudos neste âmbito nas décadas seguintes, de 80 e 90 (L. LOURENÇO, 1987). De realçar que a partir do ano letivo de 1985-86, a investigação sobre os incêndios florestais passou a processar-se de uma forma mais sistemática e, desde então, muitos têm sido os docentes e investigadores a dedicarem a sua atenção a aspetos particulares desta problemática (L. LOURENÇO, 1996).

Depois, em 1986, no **IV Colóquio Ibérico de Geografia**, organizado pelo Instituto de Estudos Geográficos, L. LOURENÇO apresentou uma comunicação pertinente sobre as “*Consequências geográficas dos incêndios florestais nas serras do xisto de Portugal*”.

Contudo, esta problemática não intrigava só os Geógrafos Físicos, dado que o Prof. Doutor Domingos Xavier VIEGAS, do Departamento de Engenharia e Mecânica de Fluidos, da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade de Coimbra, também realizava estudos sobre fogos florestais e em 1988 organizou as **I Jornadas Científicas sobre Incêndios Florestais**, onde, entre outros autores, L. LOURENÇO, BENTO GONÇALVES e H. SOARES apresentaram uma comunicação sobre a “*Distribuição espacial dos incêndios florestais no Centro de Portugal, no período de 1983 a 1987. Contribuição para um mapa de risco de incêndio Florestais*”.

O sucesso destes estudos e destes encontros rapidamente deram origem a congressos internacionais, pelo que em 1990 teve lugar a primeira **International Conference on Forest Fire Research** onde foram apresentados vários estudos, de

diversos núcleos de investigação, nacionais e internacionais, destacando, um outro estudo da escola de Coimbra, de Z. GONÇALVES e L. LOURENÇO “*Meteorological index of forest fire risk in the Portuguese mainland territory*”. (F. REBELO, 2005).

A escola geográfica de Coimbra foi ganhando, merecidamente, nome e sendo convidada a participar em congressos em vários locais, bem como, a publicar os estudos em livros e revista de renome. O reconhecimento da importância da investigação científica da escola de Coimbra sobre os incêndios florestais, teve o seu apogeu em 1994, com dois debates: “*Fogos Florestais*” e “*O futuro da Floresta Portuguesa e o seu enquadramento internacional*”, no âmbito da **Presidência Aberta sobre Ambiente**, efetuada pelo Presidente da República Dr. Mário Soares. (F. REBELO, 2005).

Estes estudos, encontros, publicações, debates, entre outros, permitiram despontar por todo o Portugal um vasto conjunto de autores, instituições, núcleos, associações,... que dedicaram as suas “forças” à investigação deste fenómeno que assola, ano após anos, florestas e populações.

Nos últimos anos, o fenómeno dos incêndios florestais nas regiões mediterrâneas tem vindo a ser estudado sob múltiplas perspetivas. Contudo no que se refere aos estudos realizados sobre o combate aos incêndios florestais, é do nosso entender que nenhum deles se debruçou profundamente sobre a operacionalidade dos meios de combate aos incêndios florestais, nomeadamente no que respeita à eficácia do ataque inicial. Com efeito, existem fatores como a sinuosidade do sistema rodoviário, a diferença de cotas, a influência das características dos veículos terrestres de combate e da conceção das próprias estradas, que interferem na velocidade, pelo que se torna necessário estudar se o tempo do ataque inicial (20 minutos) está garantido, pelo menos, nas áreas de risco de incêndio elevado e muito elevado.

Com efeito, este flagelo, apesar de ser comum a todo o território continental, não se distribui de uma forma uniforme. As várias (5) Regiões portuguesas apresentam valores díspares quer no que respeita quer ao número de ocorrências, quer à quantificação das áreas ardidas.

Apesar da Região Norte apresentar um quantitativo mais elevado do número de ocorrências, é na Região Centro que a área ardida se manifesta com maior significado, pois apresenta os valores mais elevados. “*Os seis distritos da Região Centro, correspondentes a 1/3 dos distritos e a 31% da superfície do Continente, possuem 34% da área florestal do nosso País registaram 66% da área queimada por incêndios florestais, em Portugal, nestes 10 anos (1978-1987), valor que reflete bem a incidência de grandes fogos na floresta da Região Centro. Incidência de grandes incêndios também comprovada pela superfície média queimada por fogo que, em Portugal, durante este período, foi de 17,5 hectares, enquanto na Região Centro esse valor foi bem superior a essa média, com 22,5 hectares, ou seja, mais de 5 hectares por fogo.*” (X. VIEGAS e L. LOURENÇO, 1989)

Assim, tais áreas suscetíveis não só à ocorrência dos incêndios florestais mas também por historicamente terem grandes áreas ardidas, encontram-se desde há muito tempo suficientemente bem identificadas e localizadas, como se traduz pelas seguintes citações:

“As serras de xisto do Centro de Portugal são, todos os anos, uma das áreas mais afetadas por incêndios florestais (...)” (L. LOURENÇO, 1988).

“Numa análise regional, verificamos que também os valores da área consumida, em média, em cada incêndio florestal o primeiro lugar é ocupado pela região Centro, com cerca de 20 hectares por fogo. Seguiu-se a região Sul com pouco mais de 10 hectares e a região Norte com ma média de 8 ha por fogo” (L. LOURENÇO, 1989).

“No Norte, mormente nos distritos do Porto e de Viana do Castelo, foi mais sentida a importância do número de incêndios florestais, enquanto que no Centro foram especialmente significativas as áreas ardidadas, tanto nos distritos da Guarda e de Coimbra (...) em relação às suas respetivas superfícies distritais (...) as áreas mais afetadas corresponderam a concelhos com relevo mais acidentado, aqueles que se desenvolvem pelas serras da Cordilheira Central” (L. LOURENÇO, 1989).

“(...)associação das regiões montanhosas do Centro e Norte aquelas que apresentam as maiores extensões percorridas pelo fogo” (L. LOURENÇO *et al.*, 1993).

Das citações supra mencionadas leva-nos a refletir profundamente sobre esta situação. Ora, se previamente já sabemos onde a destruição da nossa floresta se traduz de forma mais expressiva, porque é que essas áreas de montanha, não foram, ainda, sujeitas a outras estratégias e diretrizes específicas, adequadas à realidade territorial local, capazes de aumentar significativamente a eficácia do combate, nomeadamente do ataque inicial, e desta forma reduzir a dimensão das áreas ardidadas?

As áreas de montanha apresentavam uma vasta e diversa cobertura florestal, mas como já foram percorridas várias vezes pelas chamas, os seus estádios de desenvolvimento naturais foram interrompidos, quase já não existem formações vegetais espontâneas em estado puro, posto que o sobrepastoreio e os repovoamentos florestais foram alterando os ecossistemas naturais, diminuindo os endemismos dos maciços montanhosos, pelo que o seu clímax em vez de derivar para florestas autóctones, edafo-climaticamente adaptadas às características locais e aos regimes do fogo, têm na maioria das suas vezes derivado, antropicamente, para eucaliptais e giestais (L. LOURENÇO *et al.*, 2003).

Estes espaços de montanha apresentam fortes declives, que contribuem diretamente para o aumento do risco de incêndio florestal, entre outros fatores, mas, por outro lado, estas fortes rugosidades atuam também de uma forma indireta no risco de incêndio, nomeadamente no comportamento do fogo, na sua capacidade propagação, pois a orografia bastante acidentada não só pode ajudar a aumentar a velocidade das chamas como impõem um traçado sinuoso às vias de circulação, fazendo com que os meios de combate serpenteiem invariavelmente entre o quartel de bombeiros e o ponto de ignição.

Alguns estudos já fizeram referência a este aspeto do traçado sinuoso, apesar de não se debruçarem especificamente sobre eles. Contudo tal já era perceptível em alguns dos estudos realizados, nomeadamente, num estudo que pretendeu investigar as principais causas humanas adjacentes à ocorrência e propagação do fogo florestal na região Centro, onde abordou, entre outras, *“Variáveis de ordem física e operacional (maior altitude máxima e maior distância ao quartel de bombeiros)”* (L. LOURENÇO, *et al.*, 2001).

O mesmo estudo realçou que “*Os fatores físicos podem também contribuir de forma indireta para os incêndios florestais, (...) Um excelente exemplo disso, é a forma como o relevo vigoroso e acidentado, vai agravar o risco de incêndio, não só porque ao proporcionar elevadas diferenças de altitude com declives consideráveis, mas também porque imprime um traçado sinuoso às estradas, o qual condiciona a velocidade máxima de circulação rodoviária, aumentando o tempo necessário para percorrer as distâncias entre os quartéis de bombeiros e os pontos mais afastados da sua esfera de atuação, já de si longos, mas a assumirem maior significado quando se trata de combate a incêndios florestais, e, muito em especial, do primeiro “ataque” a fogos nascentes*” (L. LOURENÇO, et al., 2001).

A orografia, através de fortes declives, típica das regiões de montanha, que caracteriza bem esta área de estudo, coloca graves entraves ao combate aos incêndios florestais, devido à sinuosidade que o sistema rodoviário apresenta e que acarreta consequências quer indiretamente na velocidade com que os meios de combate o conseguem percorrer, quer diretamente no aumento da distância entre o quartel dos bombeiros e o foco de incêndio, bem como, no défice existente relativo ao grau de acessibilidades dentro destas áreas de montanha, nomeadamente aos espaços florestais.

A serra da Lousã tem sido alvo de inspiração de vários autores e dos diversos domínios científicos e sociais, desde a geografia à pintura, que ajudam a perceber esta área de montanha e à criação de uma imagem muito própria deste ambiente serrano.

O contributo dos geógrafos tem sido mais ou menos contínuo desde os anos 30, como refere P. CARVALHO (2008). Exemplifica o autor com Geógrafos consagrados, como Aristides de Amorim GIRÃO, realizaram investigações pertinentes nesta área de montanha. Em 1938, A. GIRÃO publicou um artigo intitulado “*Aspectos Geológicos e Geográficos da Serra da Lousã*”. Depois, em trabalhos mais gerais, continua a referir-se à serra da Lousã: em 1951 “*Uma Velha Descrição Geográfica do Centro de Portugal*” e em 1955 “*Acção do Homem e Morfologia do Solo*”.

Um outro nome sonante, O. RIBEIRO, uma década depois, deu o seu contributo ao entendimento do Centro de Portugal através de um “*Livro-Guia da Excursão ao Centro de Portugal*” onde escreve algumas páginas sobre os traços geográficos da serra e bacia da Lousã.

S. DAVEAU, com a colaboração de P BIROT e O RIBEIRO, realizou uma série de estudos ligados à geografia física, em 1972 um estudo sobre a “*Evolução geomorfológica da bacia da Lousã*” e um pouco mais tarde, em 1972 realiza uma outra investigação intitulada “*Le bassin de Lousa: évolution sédimentologique, tectonique et morphologique*”. S. DAVEAU realiza um outro estudo, em 1988, desta vez ligado à Geografia Humana, mas de grande importância denominado de “*Contribuição para uma Colectânea de Antigas Descrições Geográficas da Lousã*”.

M. SERRA e M. ALEGRIA nas suas teses de licenciatura, 1961 e 1976 respetivamente, fizeram estudos sobre a bacia da lousã, nomeadamente um estudo sobre “*A bacia da Lousã. Estudo Geográfico*” e “*A bacia topográfica da Lousã: características físicas e utilização do solo*”.

Em 1954 foi publicado no *Boletim do Centro de Estudos Geográficos* o trabalho “*O que foi e o que é a serra da Lousã*” que é a compilação de outros 3 estudos: “*A Lousã*

dos antigos” de M. SANTO, “*Advento duma nova era: a da Electricidade*” por M. VAZ, e “*A paisagem humanizada da Lousã*”, por J. BABO e A. VILANOVA.

P. DIAS e F. REBELO deram à estampa uma monografia “*Lousã. A Terra e as Gentes*” que foi editada em 1985 por iniciativa da C. M. da Lousã.

Ainda dentro da escola de Coimbra, F. CRAVIDÃO realizou uma série de estudos, como “*Residência Secundária e Espaço Rural. Duas aldeias da Serra da Lousã: Casal Novo e Talasnal*” e “*Residência secundária e revitalização do espaço rural*”, publicados em 1989 e 1990 respetivamente.

P. CARVALHO (2008), por outro lado, refere também que a escola coimbrã desde sempre realizou viagens de estudo às serras do Centro de Portugal, quer com os estudantes das diferentes disciplinas do curso, quer no âmbito de Congressos, das quais cabe referir as organizadas pelo Centro de Estudos Geográficos, por exemplo em 1994 “*Cordilheira Central. Livro guia da Viagem B do IV Congresso da Geografia Portuguesa*” e, mais recentemente, em 2010, a do II Congresso Internacional e VI Encontro Nacional de Riscos “*Cordilheira Central (serras da Lousã, Açor e Estrela) Cova da Beira e Beira interior*”, com livros guia da autoria de L. LOURENÇO, que tem publicados dezenas de trabalhos com referências à serra da Lousã, nas mais diversas áreas (hidrologia, análise da evolução de vertentes, processo de erosão, riscos naturais e incêndios florestais). Salientamos um dos mais importantes, que em 1987, L. LOURENÇO defendeu em provas de Doutoramento, “*Serras de Xisto do centro de Portugal. Contribuições para o seu conhecimento geomorfológico e geo-ecológico*”.

P. CARVALHO (2008) no seu estudo contempla ainda sociólogos, historiadores e poetas, que também encontraram na serra da Lousã motivos para a dedicação e realização de estudos. Sociólogos como P. MONTEIRO que iniciou em 1979 uma investigação sociológica sobre a serra da Lousã que, em 1985, resultou na obra “*Terra que já foi Terra*”. I. DINIS e M. MALTA publicaram em 2001 o artigo “*Da desvitalização da Serra da Lousã à nova ruralidade: identidades sociais e destinos do território*”.

No plano da historiografia destaca-se o trabalho de M. CAMPOS: “*Redes de sociabilidade e de poder: Lousã no século XIII*” (2003). Já no plano etnográfico, M. LOUZÃ HENRIQUES tem uma série de estudos, dos quais destacou “*Etnografia da serra da Lousã*” (1989) e “*Tradições artesanais da serra da Lousã*” (1996).

A serra da Lousã, como referido anteriormente, foi cenário de inspiração por parte de escritores, poetas e narradores, a título de exemplo M. TORGA (1970), J. LUSO (1932), M. BRAGA (1979), ... encontraram aqui várias fontes para as suas escritas, desde as dificuldades da vida em montanha, ao isolamento, passando pela rara beleza paisagística que marca quem por lá passa ou permanece.

Ao contrário desta variedade, quando analisamos, isoladamente, o fator da sinuosidade rodoviária, verificamos que, a nível da temática dos incêndios, ele não tem sido muito abordado, existindo apenas a nível geral algumas referências a esta variável, pelo que o seu estudo é, atrever-me-ei a dizer, inexistente ou simplesmente de muito difícil acesso.

Contudo alargando a variável da sinuosidade para outras áreas das Ciências Naturais, como por exemplo a hidrografia, esta tem sido alvo de diversos estudos ligados à rede hidrográfica, nomeadamente, à sinuosidade de um rio e à sua influência na

capacidade de transporte de materiais, etc.(S. A SCHUMM, 1962; B. DODOV, *et al.*, 2004; M. MARTINEZ, 2005; B. GOMEZ, 2006; F. BOANO, *et al.*, 2006; A. WARD *et al.*, 2008 e H. HUANG, *et al.*, 2010).

Outros estudos, mais apegados à própria rede rodoviária, e logo mais preponderantes para o presente estudo, trataram aspetos como a sinuosidade do traçado e o grau de acessibilidade aos serviços primários de saúde, em que foram abordados os efeitos das diferentes classes de sinuosidade e a sua direta influência no tempo de resposta dado pelas ambulâncias (N. BAGHERI *et al.*, 2005), e outros, mais na área das engenharias, ligados ao risco de ocorrência de acidentes rodoviários quer em segmentos geométricos de curva, traçados sinuosos (R. KUMARA *et al.*, 2011) quer em segmentos de estradas de montanha (P. RAUTELA *et al.*, 2007).

Um outro estudo de Cara LAUDER, *et al.*, em 2001, procedeu à modelação espacial do acesso aos serviços, através de análise do custo do caminho. Tentou demonstrar técnicas eficazes para o seu cálculo, através de um conjunto de dados como a cobertura do solo, e um índice de sinuosidade. As *shapes* das estradas frequentemente contêm informações que descrevem as características das estradas e informações adicionais sobre a curvatura das estradas podem ser obtidos a partir de cálculo da sinuosidade dos arcos de viação na rede. Este cálculo da sinuosidade permitirá estimar velocidades de deslocação rodoviária (C. LAUDER *et al.*, 2001).

No mesmo seguimento M. CLAVERO realizou um estudo, em 2012, intitulado “*Determinación de factor de sinuosidad para la estimación de tiempos por arcos a partir de un modelo de velocidades según tipo de carpeta de una red vial*” onde estimou o tempo de resposta para uma Rede de Transportes Públicos com base na tipologia da via, tipo de piso e sinuosidade da rede.

Como demonstrado mais á frente no trabalho, o índice de sinuosidade é a diferença entre a distância observada e a distância ideal.

Foi com sustentáculo nestes últimos estudos, que nos debruçamos sobre a sinuosidade rodoviária, aplicando tais metodologias à temática dos incêndios florestais com os ajustes necessários e sempre com o rigor. Como teremos ensejo de ver, será algo de inovador, pelo menos é esse o nosso entender.

Capítulo I
Os espaços de montanha

A desarticulação do mundo rural e o apogeu dos incêndios florestais

“Encostado ao vale, paralelamente ao rio, há mais um amontoado de serranias que muitas vezes mudam de nome sem mudar de dorso e se alonga da Estrela à Lousã. Chamam-lhe a serra, nada mais.

A. MARTINS DE CARVALHO, 1984, p. 409-410

As montanhas constituem espaços de excepcional valor ambiental, quer pela sua riqueza de formas, patentes nas singularidades geomorfológicas, quer pela manutenção da biodiversidade, marcada nas paisagens naturais de espécies pouco comuns e pela integridade dos seus recursos e reservas (G. FERNANDES, 2004).

O histórico e sempre atual interesse dos geógrafos pelas áreas de montanha está, diretamente, relacionado com o que foi anteriormente descrito, bem como, pelas fragilidades que estas apresentam, sendo necessário uma reconversão e reorientação funcional destes espaços, de modo a que possam ultrapassar a crise social, económica e territorial que, no geral, atinge as montanhas (P. CARVALHO, 2008).

Segundo A. FARIA (2005) os espaços de montanha são percebidos como áreas de grandes imposições físicas, existindo varias tipologias para classificar o relevo: em função da sua origem, a exemplo de R. FAIRBRIDGE (1968), como pode ser do ponto de vista estético ou pela altura/altitude e, ainda, pela forma. L. KING (1967) elaborou uma classificação que leva em conta apenas as montanhas produzidas nos cinturões orogénéticos, deixando todos os outros tipos de fora. Para a geomorfologia, em geral, considera-se montanha como uma elevação cuja altura em relação à base é maior que 300 metros e com vertentes de inclinação acentuada. Esta é a forma mais simples para classificar montanhas, de acordo com R. BATES & I. JACKSON (1976) e L. PRICE (1991).

P. CARVALHO (2008) refere que a montanha, enquanto entidade geográfica é classificada usual e qualitativamente de espaço barreira, espaço sagrado, espaço grandioso (M. MOLINA, 2002) mas, por outro lado, é também percebido como espaço vazio, temido, maldito e odiado (L. CUNHA, 2003) pelos sacrifícios decorrentes das imposições físicas das áreas de montanha.

Uma classificação euro-comunitária das “Zonas de montanha” tem em conta os seguintes critérios: as desvantagens naturais (latitude e situação geográfica; relevo e natureza dos solos); desvantagens socioeconómicas (fraca densidade populacional; isolamento devido ao afastamento aos grandes centros urbanos, económicos e políticos; dificuldade da acessibilidade e de comunicação, etc.) (P. CARVALHO, 2008).

No plano mundial *“calcula-se que cerca de 1/10 da população mundial vive em áreas de Montanha e que mais de dois mil milhões de pessoas dependem das montanhas para a obtenção de recursos alimentares, energia hidráulica madeira e minerais”* (C. GRAÇA, 2003 in P. CARVALHO, 2008).

As áreas de montanhas no continente Europeu refletem-se na grande extensão que estes maciços ocupam, desde as regiões Árticas até ao Mediterrâneo passando pelos Alpes e outros maciços montanhosos nas regiões do clima temperado (P. CARVALHO, 2008). Em Portugal, O. RIBEIRO (1945) refere que o país *“aparece separado em duas regiões de relevo, não só distintas, mas de certo modo opostas. O Sul possui 61,5% das terras baixas, inferiores a 200 metros: é a região das planuras e dos planaltos médios (...). O Norte, pelo contrário, compreende 95,4% das áreas superiores a 400 metros. A terra alta está presente por toda a parte e cimos de mais de 1000 metros levantam-se a 50 quilómetros do mar”*. M. FERREIRA (1999) identificou *“uma centena de concelhos a maioria com 400 – 700 metros de altitude, correspondente a cerca de um terço do território nacional e a 15% da população”*. Por sua vez, L. CUNHA (2003) afirmou que *“tendo em conta a dimensão do país, a sua compartimentação paisagística e a articulação das características naturais do*

território com os modos de vida das populações, podemos, sem dúvida, falar em espaços geográficos de montanha ou, pelo menos de espaços serranos, que ocupam cerca de 18% do território nacional". Por último, P. CARVALHO (2008) referiu que a montanha representa cerca de 20% do território continental.

Ora, os espaços de montanha são, sem sombra de dúvida, um marco no nosso território nacional que caracteriza bem algumas paisagens portuguesas, tendo influenciado o desenvolvimento, nas suas várias vertentes, do nosso país.

Os espaços de montanha, entendidos como áreas com fortes condicionalismos ao desenvolvimento de atividades económicas, especialmente nas médias montanhas mediterrânicas, registaram desde meados do século XX uma significativa desarticulação produtiva e social, que se traduziu numa perda de mais de metade da sua população, no abandono das atividades agro-pastoris e no encerramento de numerosas unidades fabris. (G. FERNANDES, 2004)

Os esforços e sacrifícios que a montanha impõe face às suas imposições físicas, as grandes limitações de solo e clima, os baixos rendimentos, o isolamento, a escassez de serviços, são fatores que contribuíram historicamente para a saída das suas gentes e conseqüentemente para a desarticulação da sua estrutura socioeconómica. Estes aspetos são agravados quando as montanhas se localizam em regiões interiores, já elas com graves debilidades estruturais, o que gera processos de migração e de rotura com o sistema produtivo tradicional, conduzindo para uma situação de crise estrutural, agravada, simultaneamente, pela sua fragilidade. (G. FERNANDES, 2004)

Este abandono da vida rural, do viver no e do campo, levou a que muitos dos campos agrícolas, outrora cultivados, fossem abandonados e conseqüentemente invadidos pela floresta circundante, geralmente por matos e espécies invasoras de crescimento rápido, o que contribuiu para o aumento do risco de incêndio florestal.

Citando L. CUNHA, (2003) "*dadas as características mediterrâneas do clima português, um dos principais riscos que afeta, hoje, a vida das populações mesmo em Montanha é, sem sombra de dúvida, o risco de incêndio florestal*". De facto ele está presente não só porque existe uma alternância entre uma estação chuvosa, que permite uma elevada (re)produção do coberto vegetal e conseqüente disponibilidade de biomassa/combustível, e um alongado período seco e quente (>3 meses) que normalmente se inicia com a chegada do verão e em que se geram condições para que essa biomassa arda facilmente, mas também porque, geralmente, estes espaços de montanha albergaram um denso coberto vegetal e ostentam vigorosos declives que fazem aumentar a capacidade de propagação das chamas, logo, do incêndio.

É sabido que o comportamento do fogo é determinado pelo declive, vento e combustíveis. A análise do vento e do declive, em contexto de combate, são essenciais para prever a velocidade e intensidade nas diferentes direções de propagação. (S. MARTINS, 2010). A simbiose entre o fator vento e os declives, assumem um fator fundamental no comportamento do fogo, pois possibilitam uma aproximação das chamas aos combustíveis superiores, possibilitando uma maior radiação e pré-aquecimento dos combustíveis e induzem o efeito de convecção, que faz aumentar a velocidade de propagação do fogo, pelo que, desde logo, é essencial a sua análise minuciosa para um combate que se quer seguro e eficaz aos incêndios florestais.

CURRY & FONS (1938, 1940 *in* B. BUTLER *et al.*, 2007) escreveram que “o efeito dos declives é relativamente baixo na ausência de vento, mas que o efeito combinado do vento e do declive pode ser dramático”.

Ao longo de um incêndio florestal todos estes 3 fatores referidos assumem um carácter dinâmico e, mesmo que se conheçam com precisão alguns destes fatores condicionantes, não é certo que se consiga prever o seu comportamento com precisão. Se em alguns deles é mais fácil determinar um coeficiente de relação, como é o caso do tipo de coberto vegetal e dos declives, já o fator vento é difícil de modelar, pois no caso deste último, não conseguimos prever os seus valores, dado que estes são voláteis e inconstantes, ao contrário dos outros dois referidos (vegetação e declives).

Apesar do Instituto Português do Mar e da Atmosfera dar previsões sobre o vento (rumo e velocidade) esta previsão é elaborada com base numa altitude 10m e no caso dos incêndios florestais pretende-se saber o vento a meia altura da chama (2m) (S. MARTINS, 2010). Apesar de hoje em dia já existir tecnologia para obter os dados do vento atualizados e à escala local, estes necessitam de ser reencaminhados para uma central onde, posteriormente, serão processados e gerados cenários, informação esta que é devolvida para o agente de campo que a irá divulgar. Contudo, quando esta informação lhe chegar, já o vento pode ter mudado de rumo e velocidade.

Assim, vemos uma grande limitação no processo de modelação espacial de cenários na tentativa de preverem o comportamento do fogo e o risco de incêndio florestal, embora, não querendo dizer que estes não sejam úteis ou credíveis, mas que devemos ter muito cuidado nas interpretações dos resultados, pelo que, no presente estudo, iremos prender-nos com questões mais direccionadas para o relevo, nomeadamente, os declives e a sinuosidade rodoviária por ele imposto.

Na presença de declives muito acentuados ou mesmo de desfiladeiros, um incêndio pode acelerar continuamente desde o sopé até à linda de cumeada, atingindo velocidades muito elevadas, 5 - 6 km/h. Este efeito é designado por eruptivo. A partir de 30° de declive, a relação do declive com a velocidade é quase exponencial, pelo que deve ser dada especial atenção a declives superiores a este valor (X. VIEGAS, 2006).

MCARTHUR (1968 *in* B. BUTLER *et al.*, 2007) sugere que os declives podem afetar significativamente a taxa de propagação do incêndio, especialmente, imediatamente a seguir à sua ignição. Ele sugere que, quando comparado com terreno plano, a taxa de propagação da frente de fogo vai aumentar duas vezes quando os declives forem de 10° e quatro vezes, quando passam a 20°.

Deste modo, é fundamental que o ataque inicial a focos de incêndios nascentes seja eficiente, para não deixar que um ponto de ignição evolua para um foco de incêndio maduro com uma grande frente de fogo e focos secundários. Para tal, deve dar-se especial atenção a locais com fortes declives (M. CARMO *et al.*, 2011), pelo que deverão ser alvo de estratégias específicas, porque necessitam de uma resposta de intervenção ainda mais rápida que a habitual, não só pela velocidade de propagação dos incêndios em fortes declives, mas também pela sinuosidade rodoviária, que assume o seu apogeu nos espaços de montanha e que tem implicações na distância a percorrer, na manutenção de uma velocidade homogénea e na segurança da condução.

1.1. Os espaços de montanha. Breve apresentação da Serra da Lousã

“Serra, montanha, monte muito alto e extenso, terreno acidentado entrecortado de vales e escarpas, elevação, sinónimo do termo e da nossa gente e região, que existe e se assume em torno da pedra que a forma e lhe dá o nome... lousa... ou xisto, pedra negra e agreste, tão idêntica à alma dos povos de antanho que a habitam e a sulcaram, para além da inacessibilidade dos seus trilhos ou mais tarde, já em meados bem entrados do século XX, da sua estrada sinuosa.”

Ana SOUTO, 2006.

Segundo G. PEREIRA (2004) *“A Serra da Lousã fica inserida no bordo mais ocidental e central do Maciço Hespérico, onde é truncado por uma estrutura tectónica maior, de direção nordestada, que separa duas importantes zonas geotectónicas do Soco Varisco (OU Hercínico) da Ibéria: as Zonas Centro-Ibérica e de Ossa-Morena”*.

Podemos enunciar três grandes conjuntos de relevo que constituem as Serras de Xisto da Cordilheira Central, as Serras Setentrionais (Lousã, Caveiras e Açor), Serras Meridionais (Alvelos, Zibreiro e Maunça) e o Fosso do Médio Zêzere (ocidental, oriental e intermédio) (L. LOURENÇO, 1996). Ao analisarmos de um modo geral a morfologia desta região, deparámo-nos logo como a imensa diversidade de terrenos que a compõem. É uma região de contacto entre o Maciço Antigo e a Orla Mesozóica Ocidental, uma região retalhada por formações das mais diversas idades, imprimindo ao território uma morfologia bastante variada. Os picos agrestes das formações quartzíticas contrastam com as lombas arredondadas da serra xistosa. (M. SERRA, 1961).

A diferente constituição geológica dos terrenos tem um papel importantíssimo no modelado da crosta terrestre, condicionado pelo maior ou menor grau de dureza das rochas - que vai determinar o comportamento das mesmas face aos movimentos tectónicos e aos agentes erosivos - a sua maior ou menor permeabilidade. É do conjunto de todos estes fatores que a superfície terrestre apresenta as suas formas, contrastando entre montanhas e planícies, planaltos e depressões (M. SERRA, 1961).

Nos pontos que se seguem fazemos uma caracterização, de cunho geográfico, da área de estudo, em algumas das suas vertentes que achamos mais pertinentes para este trabalho. Não pretendemos demonstrar a formação da serra e a sua evolução, pois estes relevos correspondem a um *horst* complexo em que a sua formação e delimitação não se confina apenas em critérios topográficos e litológicos, mas principalmente sobre aspetos da ação das forças tectónicas durante sucessivas orogenias (L. LOURENÇO, 1996).

Por isso, as serras da Cordilheira Central de Portugal têm sido, desde há milhões de anos, palco de episódios espetaculares, uns mais que os outros, mas todos protagonizados por intempéries mais ou menos violentas. (L. LOURENÇO e J. FIALHO, 2006). Nos últimos tempos os incêndios florestais constituem uns dos principais riscos

naturais associados às áreas de montanha e agentes modificadores da paisagem. (L. CUNHA, 2003; L. LOURENÇO e A. NAVE, 2006)

O presente estudo, tendo a ver com incêndios florestais, centra-se em dois aspetos iniciais do combate: um, diz respeito ao alarme, o que significa que há um ponto de ignição, ou seja, que o foco de incêndio é real e, o outro, tem a ver com a existência da serra, onde ocorreu a ignição, que está lá com todas as suas condicionantes, físicas e humanas.

Ora, partindo destes dois pressupostos, queremos demonstrar as implicações que um espaço de montanha impõe ao combate aos incêndios florestais, desde os declives, tipo de ocupação do solo, o desordenamento territorial, etc., que influenciam a capacidade de propagação, e em que é necessária a chegada, atempada, dos meios de combate a incêndios a todas as situações, muitas das quais implicam a deslocação por estradas de montanha, sinuosas.

É com base nesta perspetiva que elaboramos os pontos que se seguem para a caracterização da área de estudo, uma das Serras Setentrionais das Serras de Xisto da Cordilheira Central, a serra da Lousã, onde recaiu a nossa atenção, por ser a mais ocidental e próxima de Coimbra.

1.1.1. Enquadramento geográfico da Serra da Lousã

A serra da Lousã é uma espécie de guarda avançada que marca o limite ocidental da Cordilheira Central, o mais importante bloco montanhoso do nosso país e a espinha dorsal da Península Ibérica (P. DIAS & F. REBELO, 1985; P. CARVALHO, 2008).

A Cordilheira Central, é o mais importante conjunto montanhoso português, um “*horst*” bastante complexo constituído por 2 blocos (um NW, com a Serras da Estrela, Açor e da Lousã e ou outro a SE com as Serras da Gardunha, Muradal e Alvelos) (F. REBELO, 1992). A serra da Lousã, uma serra do centro de Portugal Continental e como que um prolongamento da serra da Estrela, integra o sistema montanhoso luso-espanhol da Meseta Ibérica.

Do ponto de vista administrativo, a serra da Lousã está enquadrada a nível da NUT III (Nomenclatura de Unidade Territorial) no Pinhal Interior Norte e faz a transição administrativa entre o distrito de Coimbra e o de Leiria. Pertence, a norte, ao distrito de Coimbra, abrangendo os concelhos de Lousã, Gois, Penela e Miranda do Corvo e, a sul, ao distrito de Leiria, com os concelhos de Figueiró dos Vinhos, Castanheira de Pera e Pedrogão Grande.

A serra situada entre dois rios - O Ceira, a NW, e o Zêzere, a SE. “*Os rios são o principal agente de erosão (..) são eles o “pincel do artista” que, pouco a pouco, num trabalho lento mas pertinaz vão esculpindo o bloco gigantesco do globo terrestres (..) Os rios como artérias de circulação do sangue da terra, têm a sua ação dificultada pelos inúmeros obstáculos que a superfície da terra lhes oferece e que a todo o momento nos revelam pelo traçado da sua rede hidrográfica*” (M. SERRA, 1961).

Com uma orientação nordeste/sudoeste, tem aproximadamente 30 quilómetros de comprimento e a altitude máxima de 1205 metros, no ponto denominado “Altar de Trevim”. A rede hidrográfica localiza-se a sudeste, maioritariamente, no concelho da Pampilhosa da Serra (fig. 3).

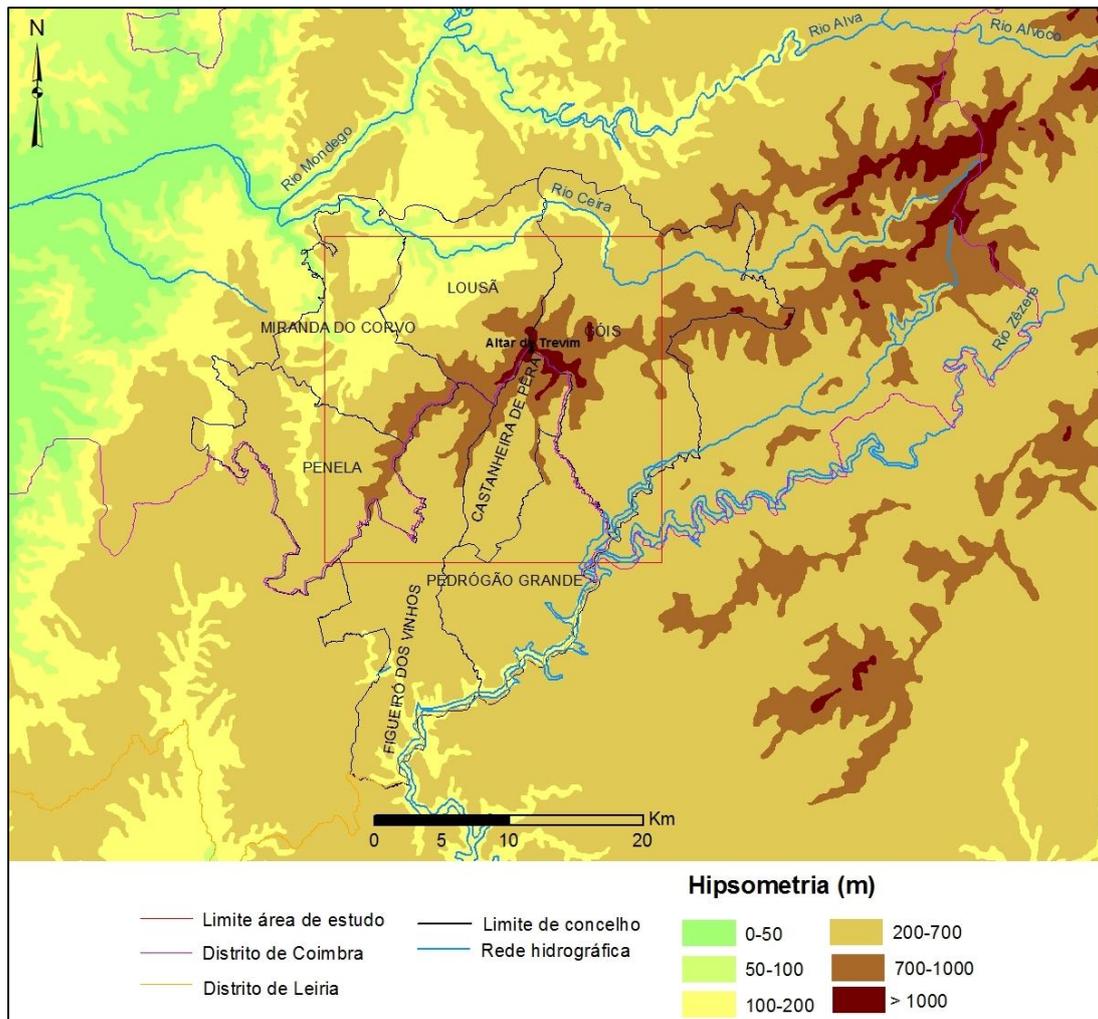


Fig. 3 -Mapa de enquadramento da serra da Lousã.
 Fonte de dados: CAOP 2012 - DGT e Atlas do Ambiente.

Quem, a norte, se desloca pela estrada N236 (Foz de Arouce-Lousã) em direção á serra verá à sua frente, a sul e sudeste, à chegada à Lousã, uma superfície aplanada, mas que ao chegar á base da serra se eleva abruptamente, desde o nível dos 200 até aos 1.205 metros (fot. 1).



Fot. 1 – Vista panorâmica da vertente norte serra da Lousã (Fotografia do Autor).

1.1.2. Base litológica e delimitação geomorfológica

O suporte litológico predominante da área de estudo é o xisto, um muro de “*xisto que lhe dá forma e nome*” (A. SOUTO, 2006), embora, por vezes, estas formações sejam perfuradas por rochas de natureza magmática que, localmente, metamorfizam a rocha encaixante e outras vezes, sobre as formações dominantes de caráter xisto-grauvacóide repousam sobre estreitas e alongadas bandas de rochas quartzíticas.

O seu substrato é constituído essencialmente por “*(..) xistos e grauvaques ante-ordovídicos, pouco metamorfizados, muitas vezes já alterados e frequentemente atravessados por filões de quartzo com várias direções e espessura variável (..)*” (ALEGRIA, 1976). Destacam-se ainda alguns afloramentos de quartzito, entre as mais importantes as imponentes bancadas quartzíticas ordovícios, enraizados e alcandorados nas suas extremidades, “*bem individualizados pela erosão*” (GIRÃO, 1938) batizados pelos topónimos Crista do Espinhal (854m) e Penedos de Góis (1043).

Localizam-se algumas rochas intrusivas como o granito alcalino na vertente sul da serra, nas imediações dos Coentrais e, mais para sul, em Figueiró dos Vinhos e em Pedrogão. Em Vila Nova (Miranda do Corvo) e no limite setentrional da freguesia de Espinhal verificam-se a presença dos quartzodioritos (A. GIRÃO, 1938; M. ALEGRIA, 1976; L. LOURENÇO, 1996, G. PEREIRA *et al.*, 2004).

Os xistos Precâmbricos que constituem a serra da Lousã imprimem á paisagem um feição especial, pois são micáceos e ferruginosos. Dada a origem dos xistos, rocha metamórfica formada a partir de argila, podemos esperar um comportamento algo semelhante às outras rochas brandas. A água, perdendo-se por escorrência vai boleando os xistos, dando um cunho característico á paisagem. (M. SERRA, 1961).

No extremo ocidental da Serra, aparecem afloramentos quartzíticos do Ordovícico, complicando ainda mais a geologia desta região. São testemunhos do depósito que constituía a Península Ibérica e que sofreu a ação de movimentos importantes realizados após a sedimentação dos quartzíticos. (M. SERRA, 1961).

A serra da Lousã é delimitada geomorfológicamente por duas falhas estruturais principais que permitiram o soerguimento do bloco, a norte e a oeste pela falha da Lousã e a sul pela falha de Cebola. A nascente é fechada pelas cristas quartzíticas dos penedos de Góis (fig. 4).

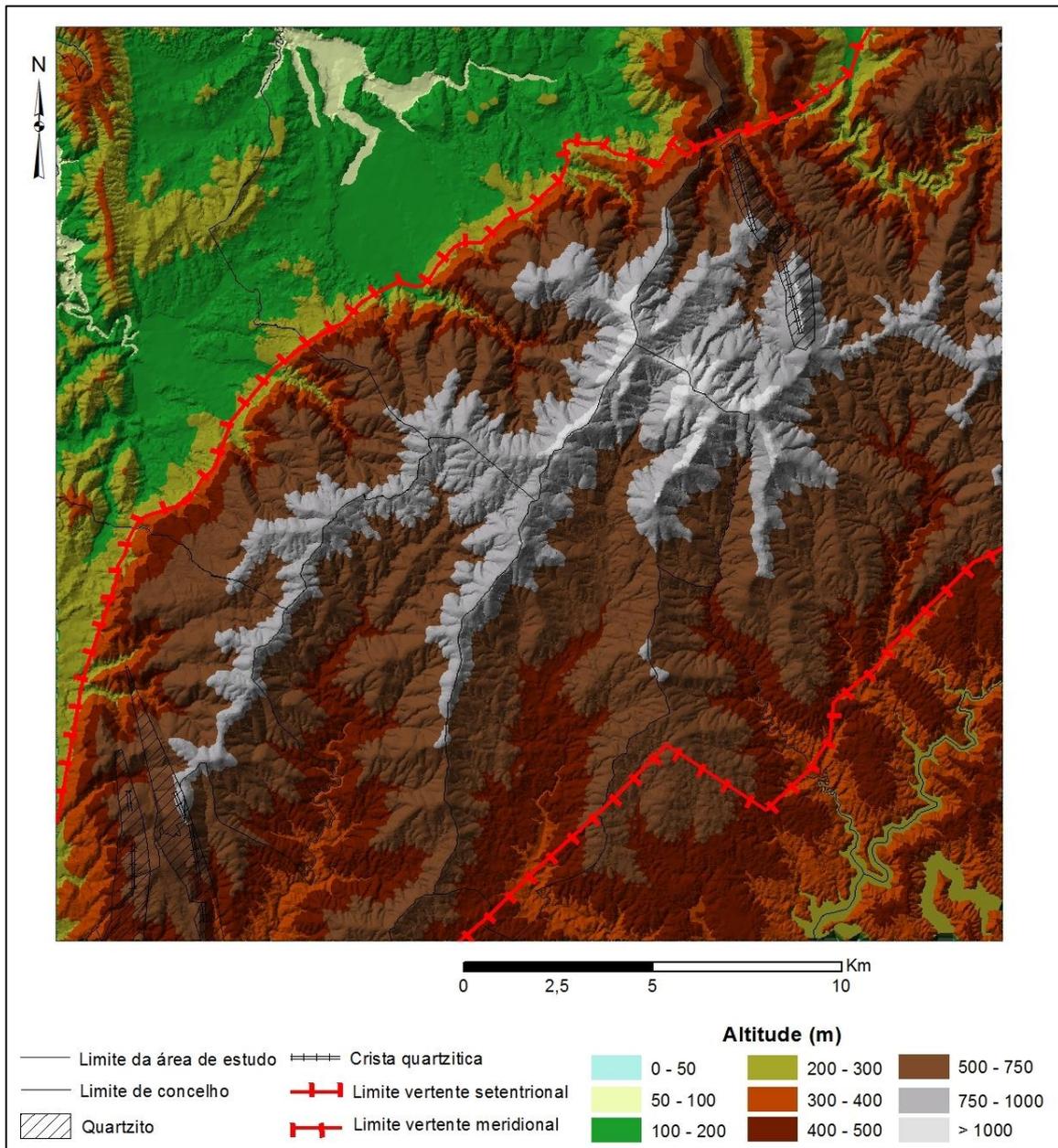


Fig. 4 - Mapa delimitação geomorfológica da serra da Lousã.

1.1.3. Declives

A serra da Lousã ostenta linhas de cumeeada entre 800 e 1 200 metros, com declives acentuados, originando encostas íngremes e vales muito encaixados, por vezes dificilmente acessíveis nas vertentes a Norte, enquanto que a Sul são mais suaves e onde mais se fazem sentir as influências climáticas mediterrâneas.

Na parte Norte-Noroeste, na base da serra, observamos áreas mais planas que esbarram com fortes declives a Sueste até se atingirem as linhas de cumeeada. À medida que, depois, nos deslocamos para Sul, os declives tendem a ficar mais suaves (fig. 5).

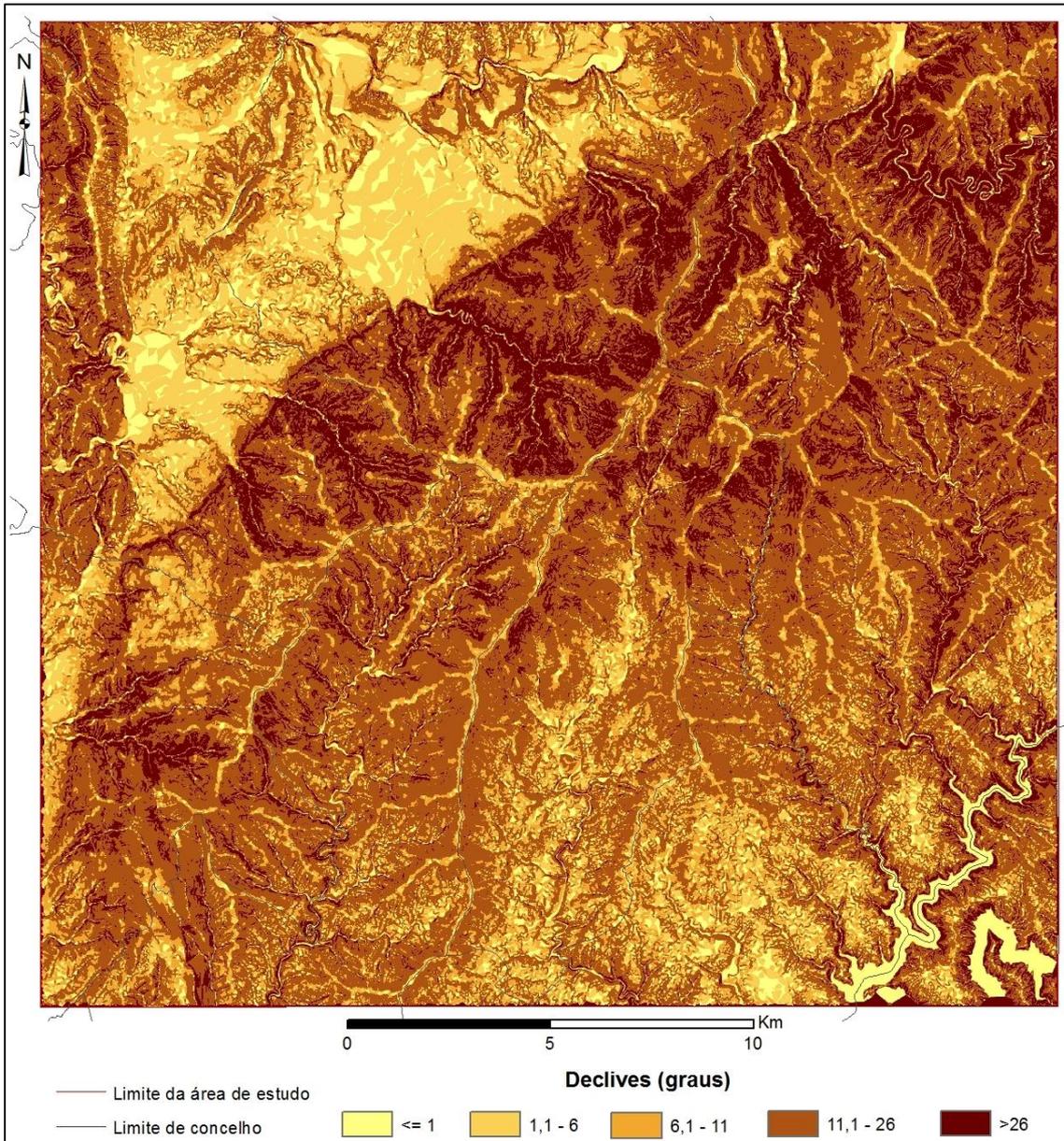


Fig. 5 - Mapa de declives da serra da Lousã.

A serra da Lousã é fortemente sulcada por uma rede ramificada de vales, que ao erguer-se abruptamente dos 200 metros até perto dos 900-1000 metros de altitude, coloca uma forte barreira à passagem de uma vertente para a outra da serra, sobretudo devido aos declives abruptos do seu rebordo Noroeste.

As classes de declives com maior representação estão compreendidas entre 0 e 25 graus, estando a média dos declives situada nos 16 graus. A orografia limita o uso dos meios mecânicos de combate, ligeiros e pesados, na medida em que os terrenos acidentados dificultam a deslocação, em segurança, reduzindo a eficiência de uma primeira intervenção que se quer rápida (QUADRO II).

QUADRO II – Classes de declives e suas condicionantes.

Classes de declive		Condicionantes
<2 %	= ≤ 1°	Área de infiltração máxima
2 – 10 %	1,1 - 6°	Praticáveis por pessoas e veículos normais
11 – 20 %	6,1-11°	Marcha só possível a passo, os veículos normais apresentam algumas dificuldades
21 – 50 %	11,1-26°	Praticáveis apenas por veículos todo o terreno
> 50 %	>26°	Marcha quase impossível, só veículos especiais conseguem operar

Fonte: Adaptado de L. LOURENÇO e A. NAVE, 2006.

Assim, é facilmente identificável o “*belo monstro de xisto e granito*” (F. DE CASTRO, 1979) que se ergue abruptamente dos 200m (fig. 4), colocando um forte entrave à deslocação dos meios terrestres de combate, principalmente a norte, e que condiciona fortemente a implementação de um sistema rodoviário retilíneo.

1.1.4. Uso do Solo

Sendo o clima um elemento chave para a deflagração e propagação dos incêndios florestais, R. GEIGER (1980 in C. SILVA e L. LOURENÇO, 1995) demonstrou que o “*clima do bosque varia em função das espécies florestais, da densidade, do seu escalonamento vertical [...]*”. Sendo assim, na análise do risco de incêndio florestal, para além da análise das variáveis climáticas e topográficas, torna-se necessário englobar o uso do solo, com real destaque para o tipo da floresta e o meio natural ou seminatural em que está inserida, de modo a que se possam identificar as áreas críticas que necessitam de um ATI mais rápido, para que se debelem os focos de incêndios à sua nascença, de modo a que a sua extinção seja mais fácil e antes que atinjam grandes proporções e obriguem a uma intervenção mais musculada.

As recentes mudanças no uso do solo verificadas nos países desenvolvidos, com o abandono das práticas rurais tradicionais, implicaram o aumento de acumulação de combustível que levou a incêndios mais severos e intensos, tal como nos dizem CHUVIECO & AGUADO (2010) “*Recent changes in land use management in developed countries, with an increasing abandonment of traditional rural practices have implied a remarkable increase of fuel accumulation, which lead to more severe and intense fires, and consequently to higher negative impacts on soils and vegetation resilience.*”

Deste modo, desde o aparecimento do Homem sobre a Terra até aos nossos dias, a técnica e a arte de trabalhar os recursos florestais têm evoluído continuamente, desde o processo manual e primitivo, até à vasta, massifica e engenhosa indústria florestal moderna.

“A floresta portuguesa ocupa uma área aproximada a 3,4 milhões de hectares, cerca de 40% do território nacional” (AFN, 2008). A serra da Lousã, como uma área de montanha por excelência, quer pelas suas características físicas/geomorfológicas, quer pelos modos de vida que impõe aos seus habitantes, é um espaço em que as florestas e os seus meios naturais e seminaturais represam 86,90 % do seu uso do solo (QUADRO III, fig. 6 e ANEXO I).

QUADRO III – Distribuição do uso do solo na área de estudo.

Uso do Solo	Área (hec)	%	%
Florestas abertas, cortes e novas plantações	160269258,39	26,15	86,90
Florestas mistas	123718160,26	20,18	
Florestas de resinosas	122436409,16	19,97	
Florestas de folhosas	87034030,32	14,20	
Matos	39260892,77	6,40	
Áreas agrícolas e agro-florestais	67217841,38	10,97	13,10
Territórios artificializados	7997390,86	1,30	
Zonas e corpos de água	5059098,80	0,83	
	612993081,93	100	100

Fonte : Elaboração própria, com base em dados do Corine Land cover, 2006.

Hoje pouco se vislumbra dessa vegetação natural, autóctone. É um espaço florestal artificializado, resultado da forte ação antrópica que tem modelado o território às suas necessidades. Daí que a exploração florestal, com plantação e corte de árvores seja a classe de uso do solo com maior representatividade, mais de $\frac{1}{4}$ (26,15 %).

Contudo é uma exploração florestal, vincadamente, para a produção de espécies resinosas e folhosas, de crescimento rápido e de vários usos. Caracteriza-se por uma baixa diversidade de espécies, dado que a maior parte da área florestal é ocupado por apenas 2 espécies: pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Assim, os **territórios artificializados** (tecido urbano, equipamentos e transportes) estão relacionados com as sedes de freguesias dos concelhos demograficamente mais dinâmicos (Lousã, Miranda do Corvo e Castanheira de Pera), do mesmo modo que as **áreas agrícolas** se encontram maioritariamente a baixas altitudes. Os **matos**, que englobam a vegetação esparsa, têm a sua maior representatividade em Figueiró dos Vinhos, mas também se encontram ao longo das linhas de cumeada, nas altas atitudes, em que o fator vento, indisponibilidade de água e a implementação de estradas e de faixas de gestão de combustível podem condicionar o seu aproveitamento florestal. Por último, as **florestas abertas, cortes e novas plantações** proliferam pelas vertentes da serra, tanto a norte como a sul, se bem que a vertente Norte tenha mais do dobro do que a vertente sul, com o concelho de Góis a assumir-se como o mais representativo nas 4 classes de floresta.

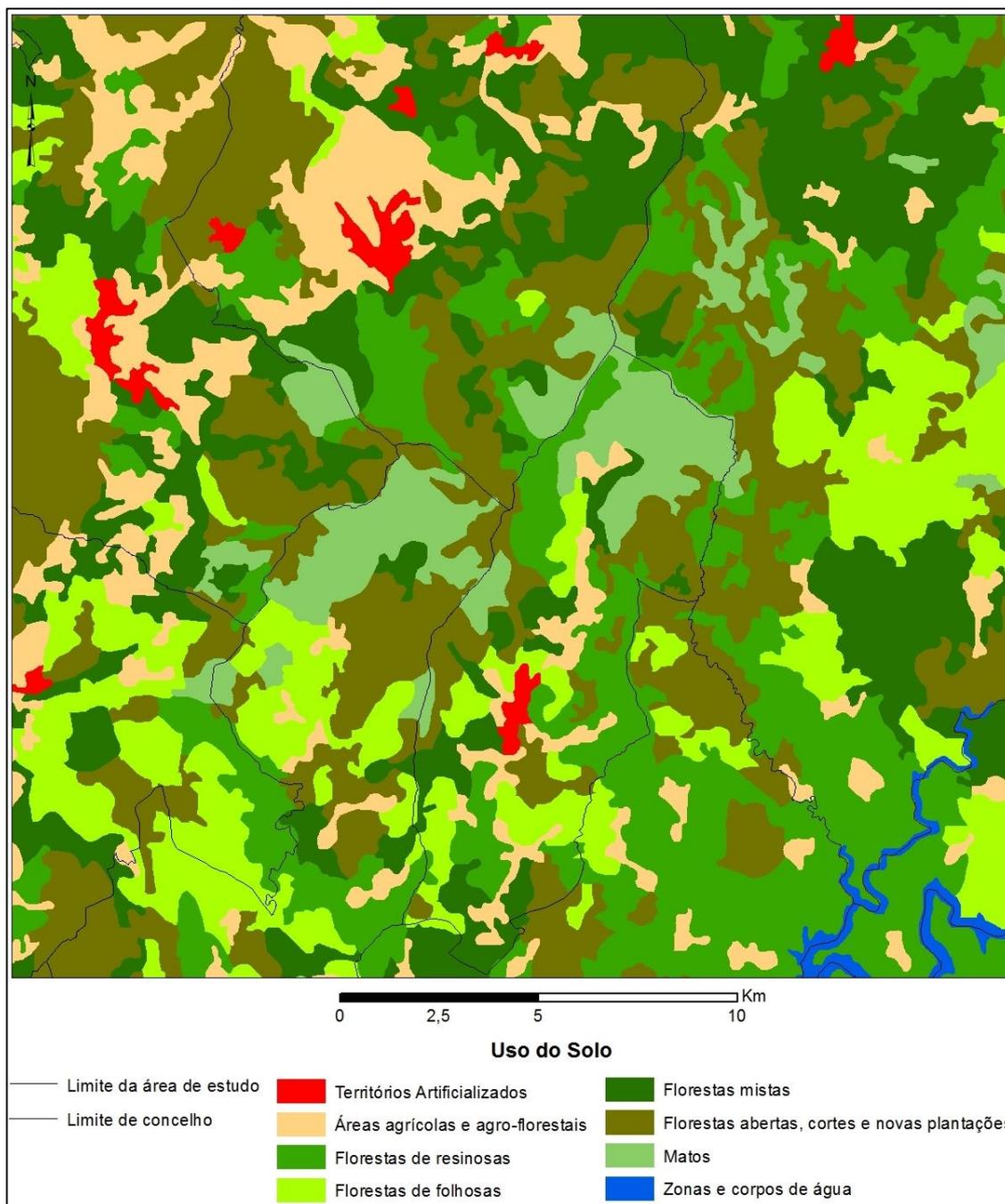


Fig. 6 – Cartografia do uso do solo na área em estudo.
 Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Corine Landcover, 2006.

1.1.5. Coberto Vegetal

A importância da floresta das áreas de montanha é inquestionável, pois encontramos aí as grandes coberturas vegetais e nelas podemos presenciar uma grande biodiversidade, bem como, alguns endemismos florísticos. A serra da Lousã é um sítio de apreciável valor paisagístico, com importantes cristas quartzíticas de valor geomorfológico significativo, acompanhada pela existência de cascalheiras (depósitos de vertente), áreas de importante manutenção de ecótipos de elevado valor genético, pois ”a Serra da Lousã deveria ter sido um imenso carvalhal constituído predominantemente pelo carvalho-alvarinho (*Quercus-robur* L.) e talvez também, nos pontos mais altos, pelo negral (*Quercus pyrenaica* Willd.), com sobreirais (*Quercus suber* L.) nas zonas de climas mais temperados e secos. Testemunhos destas formações são os resquícios de carvalhos que se encontram nalguns vales da Serra da Lousã.(...)” (J. PAIVA, 1988)

A devastação da floresta atingiu de tal forma o nosso país, em particular as montanhas portuguesas, outrora revestidas por imensos carvalhais, que atualmente, uma grande parte delas constituem formações de rocha nua (J. PAIVA, 1988), em parte devido aos incêndios das últimas décadas.

Ora, devido à reincidência dos incêndios florestais e à ação antrópica, o arranjo florístico da serra da Lousã foi modificado e hoje caracteriza-se pela existência de extensas áreas de monocultura do pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (fot. 2). As formações arbustivas são, na sua maioria, constituídas por matos, compostos por espécies mediterrâneas de elevada inflamabilidade, nomeadamente, diversas variedades de urzes (*Erica sp.*) giestas (*Cistus sp.*) e tojos (*Ulex sp.*) e além destas, também o medronheiro (*Arbustus unedo*), a carqueja (*Chamaespartium tridentatum*) e a esteva (*Cistus ladanifer*) (L. LOURENÇO e A. NAVE, 2006).



Fot. 2: Apeto do coberto vegetal da vertente Norte serra da Lousã (Fotografia do autor).

Primeiro, face à exploração florestal descontrolada e ao sobrepastoreio do espaço serrano e, depois, em resultado dos muitos e grandes incêndios florestais que têm descaracterizado estas áreas, muitos foram os projetos e intervenções, quer do sector privado quer do público, para a arborização da serra e reflorestação das áreas ardidas. Os anos 20 e 30 ficaram marcados por vários projetos de arborização e aproveitamento florestal (P. CARVALHO, 2008; A. BENTO-GONÇALVES, 2011)).

No sentido de se dar uma maior vivacidade a estas áreas, populacionalmente “silenciosas” e economicamente “mortas”, houve um forte crescimento da economia florestal, os madeireiros instalaram-se desenfreadamente nestas áreas e com eles as espécies de crescimento rápido como o pinheiro bravo (*Pinnus pinaster*) e o eucalipto (*Eucalyptus globulus*), geralmente sem qualquer tipo de regulamentação ou política/estratégia definida.

O fomento da indústria madeireira nestas áreas de montanha, com a introdução massiva de espécies de crescimento rápido, constituídas inicialmente por resinosas (pinheiro bravo) e, depois, por folhosas exóticas (eucalipto), com o objetivo de dinamizar a indústria, levou ao abate desenfreado das árvores e acarretou um desequilíbrio destes ecossistemas, que hoje se apresentam caóticos, quando não são constituídos por apenas rocha nua.

P. Carvalho, 2007, citando umas das impressões das obras literárias de M. TORGA sobre as montanhas através dos registos lavrados no Diário IV (1999: 453) cita sobre a serra da Lousã “*O homem do passado viu estes montes cobertos de carvalhos, e o homem do futuro há-de vê-los cobertos de pinheiros. Dantes a natureza e a sua espontaneidade; amanhã, a natureza disciplinada e utilizada. (...) Serras nuas, esqueléticas e ossadas [fot. 3], mas de uma beleza que nem o passado viu, nem o futuro há-de adivinhar*”

“*Com ou sem eucaliptos e acácias, a continuar a onda de incêndios dos últimos anos, as nossas montanhas caminham vertiginosamente para a desertificação com o conseqüente assoreamento dos rios. Aliás, muitas das nossas montanhas, são, atualmente zonas desérticas pois até formações secundárias como o tojo, giestas, urzes e carquejas, que ainda seguravam o resto do solo empobrecido têm sido devastadas pelos incêndios*” (J. PAIVA, 1988).



Fot. 3: *Serras nuas, esqueléticas e ossadas*. Em primeiro plano, pormenor do Alto de Santo António da Neve e, depois, vista para Sueste.
Fonte: <http://portugalfotografiaaerea.blogspot.pt/2011/09/serra-da-lousa.html>.

1.2.A desarticulação do mundo rural

“Os actuais espaços florestais portugueses configuram, simultaneamente, importantes recursos, mas também parcelas do território dotadas de grande vulnerabilidade em matéria ambiental” (BENTO-GONÇALVES *et al.*, 2010)

A orografia e o clima, pelos condicionalismos que impõem, tornam estes espaços problemáticos para quem aí quer residir e exercer a sua atividade profissional.

A serra da Lousã, á semelhanças das médias montanhas mediterrânicas, registou desde meados do século XX uma significativa desarticulação produtiva e social (G. FERNANDES, 2004), que se traduziu numa perda de mais de metade da sua população, com profundas alterações na estrutura da população e nos setores de atividades, como vamos ver nas análises que a seguir se apresentam.

1.2.1. Demografia

“O homem é o complemento do quadro físico, sem o qual ficaria destituído de vida, movimento, ação”
(M. SERRA, 1961).

A maioria das montanhas, e particularmente as mediterrâneas, não podem entender-se à margem de ação antrópica milenar. Contudo, em grande parte delas a ocupação efetiva e generalizada é relativamente tardia, o que não impediu que o povoamento se aproximasse do seu limite de “capacidade de carga” da montanha, e que em muitos casos se traduziu num desequilíbrio que acarretou o retrocesso nas atividade tradicionais, despovoamento e abandono generalizado (P. CARVALHO, 2008).

Nesta área de montanha, com todas as especificidades inerentes a esta tipologia de território, extremamente fragilizada em termos populacionais, de difíceis acessibilidades devido à sua orografia o que acarreta, na generalidade, deficientes condições de vida, não é de estranhar que estas áreas ficassem demograficamente desprezadas.

Nas últimas décadas a componente rural tem sido dominada pela redução da população residente (fig. 7 e QUADRO IV) , atingindo em 2011 o seu valor mais baixo, o que pode ser explicado pela crescente importância da população urbana. De 1864 a 1940, o concelho de Miranda do Corvo foi o que apresentou maiores valores, mas a partir de 1940 e até 2011, foi o concelho da Lousã aquele que registou o maior número de efetivos populacionais. Podemos verificar que a vertente setentrional da serra da Lousã proliferou em relação à sua vertente meridional, talvez por esta se encontrar mais perto de Coimbra do que a vertente sul está de Leiria, respetivas capitais de distrito.

Podemos, assim, distinguir dois períodos, um período glorioso, de 1864 até à década de 40 do século XX, onde se atingiu o valor máximo de população residente (79.351 habitantes), pelo que os municípios que integram a serra da Lousã viram a sua população residente aumentar, em média cerca de 3 000 habitantes por década.

Um outro período, este de retrocesso, a partir dos anos 40, onde se verificou uma acentuada diminuição dos efetivos populacionais, que até aos dias de hoje que se traduziu na perda de população da maioria dos concelhos. Comparando, os efetivos do ano de 2011 com os de 1864, observa-se que a maioria dos concelhos tem agora menos população, com exceção dos concelhos da Lousã e Miranda do Corvo. Ao longo do período de 1940 a 2011 a perda de população, em média, foi de cerca de 3 500 habitantes (QUADRO V).

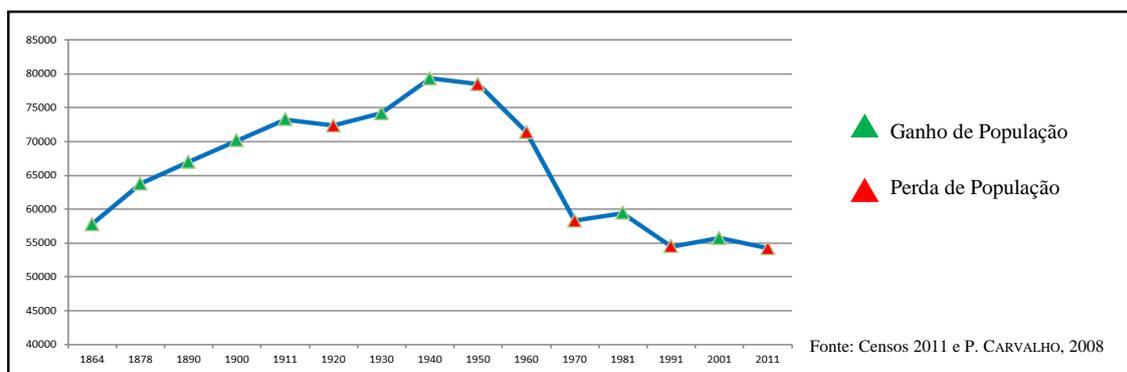


Fig. 7 - Evolução da população residente nos concelhos que fazem parte da serra da Lousã, de 1864 a 2011.

QUADRO IV – Evolução da população residente nos concelhos que fazem parte da serra da Lousã, entre 1864 a 2011.

Concelho		Décadas														
		1864	1878	1890	1900	1911	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1981	1991	2001	2011
Vertente Setentrional	Miranda do Corvo	10453	11471	12643	12751	12859	13455	12608	13558	13822	12810	12013	12231	11674	13069	13098
	Lousã	9635	10415	10868	11685	12358	11944	12905	14525	15442	13900	12369	13020	13447	15753	17606
	Góis	10305	11245	10895	11891	12466	10686	12230	12488	11103	9744	6955	6434	5372	4861	4260
	Penela	9110	9998	10180	9954	11932	11197	10754	11088	10525	9438	7890	8023	6919	6594	5983
Vertente Meridional	Figueiró dos Vinhos	8040	9040	9127	9702	10201	10686	10699	12031	12300	11545	9145	8754	8012	7352	6169
	Castanheira de Pera	3972	4999	5959	6213	5608	5839	6116	6411	6330	5739	4825	5137	4442	3733	3191
	Pedrógão Grande	6230	6597	7333	7944	7859	8541	8877	9250	8955	8239	5131	5842	4643	4398	3915
Vertente Setentrional		39503	43129	44586	46281	49615	47282	48497	51659	50892	45892	39227	39708	37412	40277	40947
Vertente Meridional		18242	20636	22419	23859	23668	25066	25692	27692	27585	25523	19101	19733	17097	15483	13275
Total		57745	63765	67005	70140	73283	72348	74189	79351	78477	71415	58328	59441	54509	55760	54222

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados dos Censos de 2011 e P. CARVALHO, 2008.

QUADRO V – Variação da população residente nos concelhos que fazem parte da serra da Lousã, entre 1864 a 2011.

Concelho		Décadas						Total	Total	
		1864-1878	1878-1890	1890-1900	1900-1911	1911-1920	1920-1930	1930-1940		Décadas
Vertente Setentrional	Miranda do Corvo	1018	1172	108	108	596	-847	950	3105	12156
	Lousã	780	453	817	673	-414	961	1620	4890	
	Góis	940	-350	996	575	-1780	1544	258	2183	
	Penela	888	182	-226	1978	-735	-443	334	1978	
Vertente Meridional	Figueiró dos Vinhos	1000	87	575	499	485	13	1332	3991	9450
	Castanheira de Pera	1027	960	254	-605	231	277	295	2439	
	Pedrógão Grande	367	736	611	-85	682	336	373	3020	
Total decénio		6020	3240	3135	3143	-935	1841	5162	21606	
Média decenal		3086								

Concelho		Décadas						Total	Total	
		1940-1950	1950-1960	1960-1970	1970-1981	1981-1991	1991-2001	2001-2011		Décadas
Vertente Setentrional	Miranda do Corvo	264	-1012	-797	218	-557	1395	29	-460	-10712
	Lousã	917	-1542	-1531	651	427	2306	1853	3081	
	Góis	-1385	-1359	-2789	-521	-1062	-511	-601	-8228	
	Penela	-563	-1087	-1548	133	-1104	-325	-611	-5105	
Vertente Meridional	Figueiró dos Vinhos	269	-755	-2400	-391	-742	-660	-1183	-5862	-14417
	Castanheira de Pera	-81	-591	-914	312	-695	-709	-542	-3220	
	Pedrógão Grande	-295	-716	-3108	711	-1199	-245	-483	-5335	
Total decénio		-874	-7062	-13087	1113	-4932	1251	-1538	-25129	
Média decenal		-3589								

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados dos Censos de 2011 e P. CARVALHO, 2008.

As áreas urbanas seduzem mais as populações, em especial as mais jovens, contudo quando estas estão longe ou são de acessibilidades difíceis as sedes concelhias destas áreas tendem a drenar para si a população circundante das áreas mais rurais funcionando como pequenos centros urbanos (fig. 8 e 9).

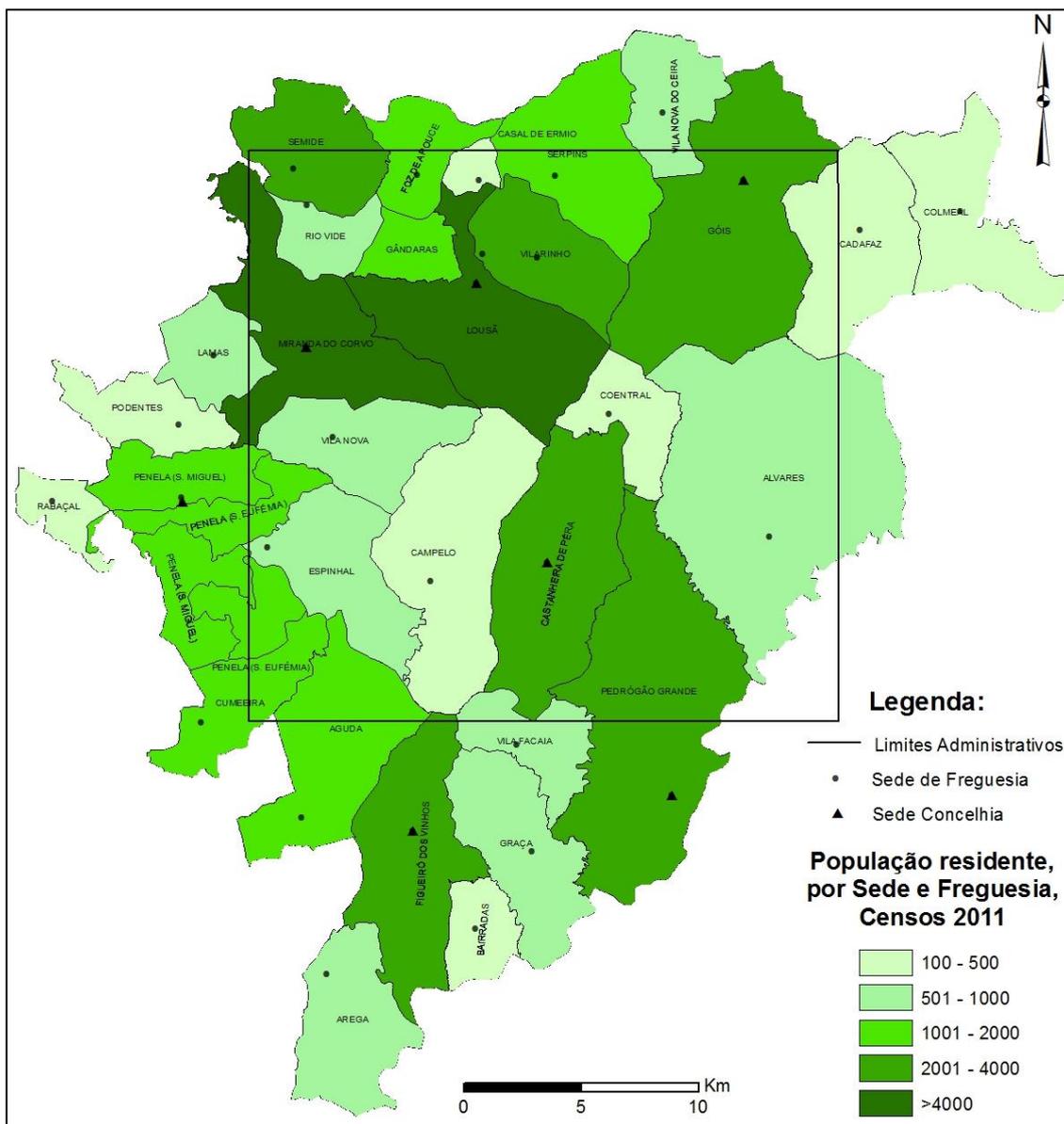


Fig. 8 – Repartição da população dos concelhos que integram a serra da Lousã, por freguesias, em 2011.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados dos Censos de 2011.

Os Censos permitem uma análise da população desagregada por principais lugares, localidades, contudo o IGeoE apenas produz uma *shapefile* de pontos com a localização das sedes de freguesia, em que os pontos correspondem à localização da igreja matriz da freguesia, pelo que recorremos ao Google Earth para obter as coordenadas de localização dos pontos das localidades que atualizamos numa *shapefile* com a população residente (2011). Foram levantados 346 principais lugares que nos deram cerca de 65% da população residente (34.777 hab.). Assim foi possível verificar que a população se aglomera nas cotas baixas, inferiores a 400m, situação mais visível a Norte. Nas altitudes mais elevadas temos pequenos focos de população, que se encontram dispersos (fig. 7).

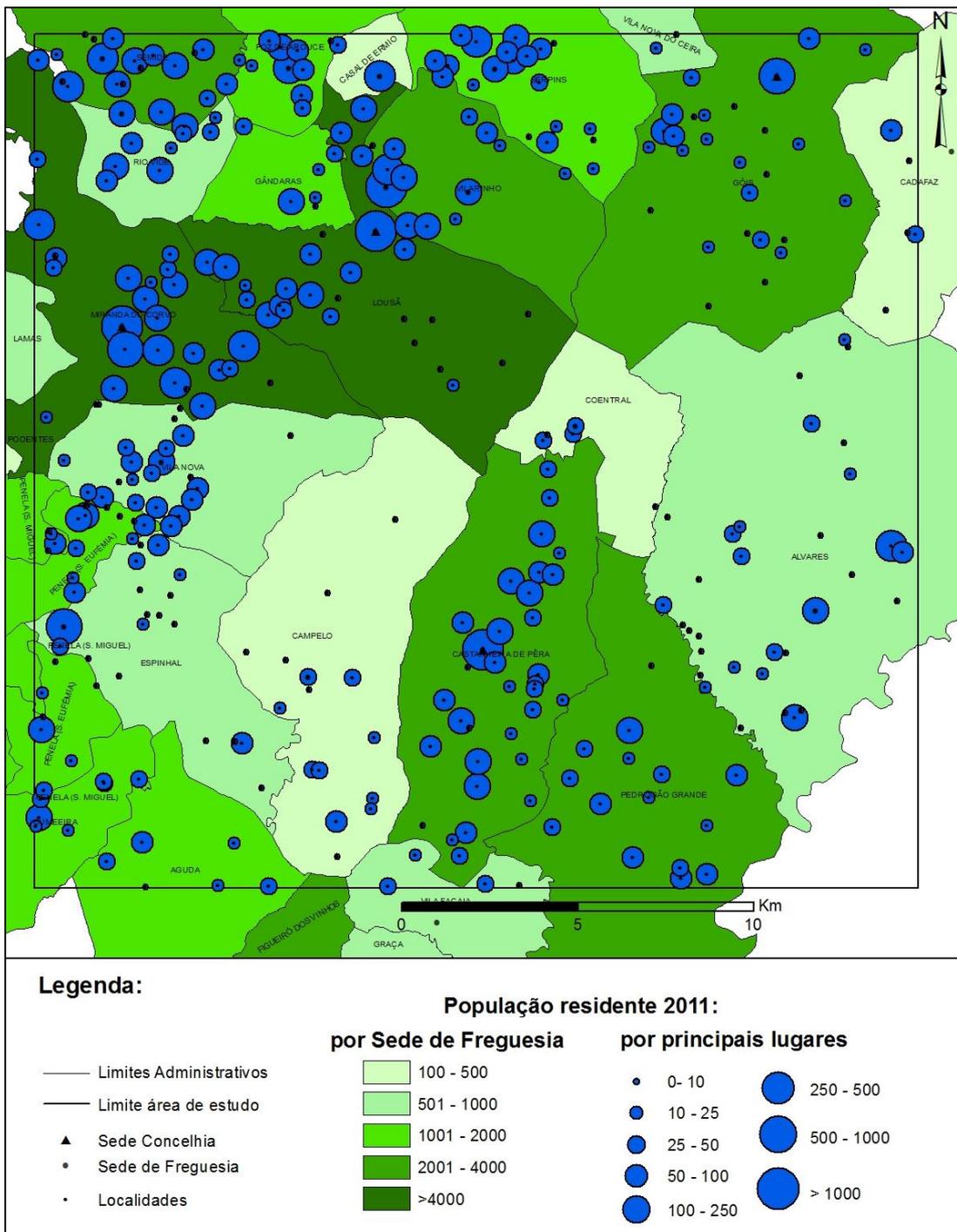


Fig. 9 – Distribuição da população por lugares, na serra da Lousã, em 2001.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados dos Censos de 2011.

Sabendo-se que a maioria da deteção dos incêndios florestais e respetivo alerta é dado pelos populares (ICNF, 2012), o despovoamento das áreas florestais traz graves consequências para um combate atempado a focos de incêndios nascentes.

Um outro aspeto a ter em conta é a forma como se agrupam as casa que formam as diferentes povoações. Na Zona Baixa, as populações estendem-se ou ramificam-se ao longo das principais vias de comunicação, como que acompanho-as no seu percurso (fig. 10-a),

por sua vez na Zona Alta, há um agrupamento mais nítido, formando pequenos aglomerados dispersos, isolados, sem casas a ligá-los (fig. 10–b).

Acima dos 400m de altitude verifica-se uma diminuição brusca de aglomerados populacionais, logo menor número de população, mas também do número de casas, caracterizando-se por pequenos núcleos dispersos. Nas áreas baixas, planas, verifica-se maior número de fogos e de população (fig. 9).

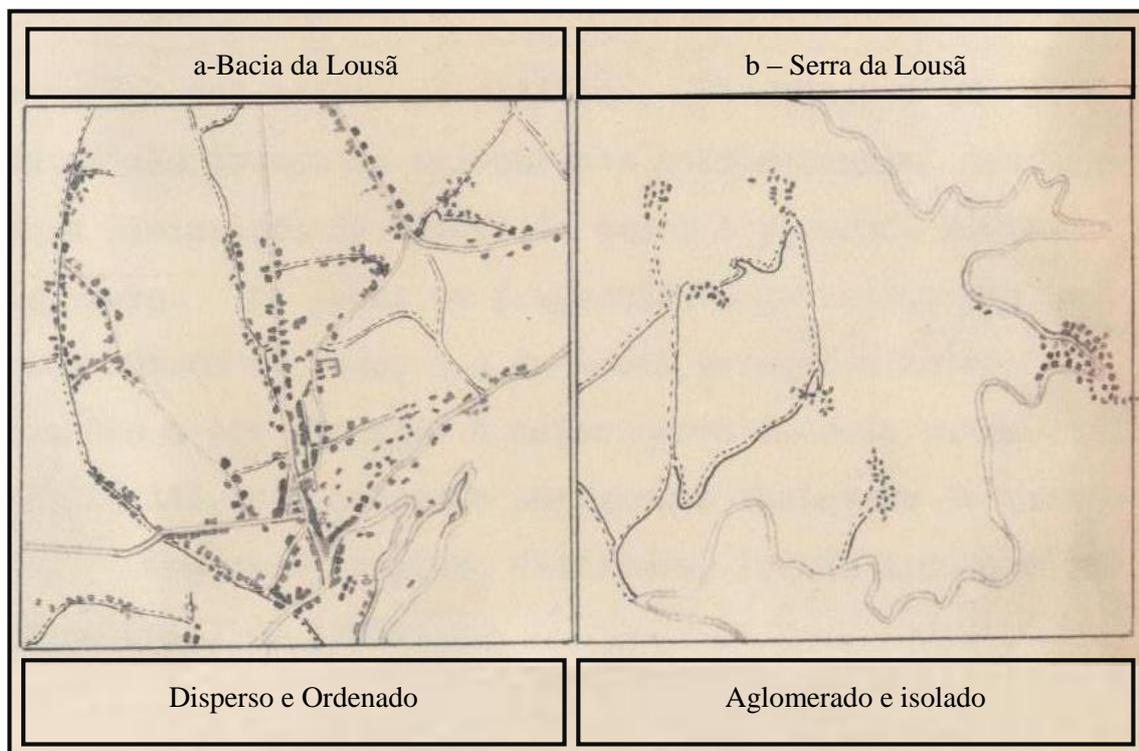


Fig. 10 – Forma como se agrupam as casas que formam as diferentes povoações.

A - Povoamento disperso e ordenado na bacia da Lousã;

B - Povoamento aglomerado e isolado, na serra da Lousã.

Fonte: (M. SERRA, 1961).

Esta distribuição coloca grandes dificuldades ao combate aos incêndios florestais. A concentração de população no tecido urbano, nas proximidades do quartel como que o sufoca, impedindo, através de uma malha urbana muito preenchida a fácil deslocação dos meios de combate, que têm que prestar auxílio a todo a sua população, a todos os cidadãos, mesmo àqueles que se encontram isolados, nas áreas altas, com fracas acessibilidades e onde a distância a percorrer aumenta significativamente.

Há uma mobilidade da população para estas áreas baixas mais atrativas, numa primeira fase por que estas áreas baixas, planas e extensas, de superfícies aluviais são mais produtivas para a agricultura e numa segunda fase porque foi nestas áreas em que se instalaram as infraestruturas, serviços, etc. Contudo, quando estas áreas não saciam as necessidades dos que para aí se deslocam, eles tendem a migrar para as cidades mais próximas, passando a residir aí.

Este movimento, realizado sobretudo pela população mais jovem, visa a procura de trabalho e de mais qualidade de vida, o que vai gerar desequilíbrios entre os diferentes grupos etários existentes nas áreas de partida e nas áreas de chegada.

A serra da Lousã apresenta uma população envelhecida, com diferentes valores em cada concelho. Ao longo das três décadas, 1991, 2001 e 2011 os concelhos de Góis e Pedrogão Grande foram os que apresentam os valores mais elevados, em que o número de idosos é quase o triplo do quantitativo das suas populações jovens. Por sua vez, em Penela, Castanheira de Pera e Figueiró dos Vinhos a população envelhecida é quase o dobro da população jovem. Com valores mais baixo, contrastando um pouco com este cenário, temos os concelhos da Lousã e Miranda do Corvo.

A população envelheceu nos concelhos da serra da Lousã, em média, mais na sua vertente Meridional (72,4%) do que na vertente Setentrional (35,5%), isto devido aos municípios de Miranda do Corvo e da Lousã conseguirem manter a sua população jovem, por causa da sua forte ligação a Coimbra, o que permite a realização de movimentos pendulares, bem como por estas áreas serem pequenos polos dinamizadores, à escala local, fixando a população.

A média da variação do índice de envelhecimento da população, no período de 1991 a 2001, foi de cerca de 55%, diminuindo ligeiramente no período de 2001 a 2011 (47,2%) (QUADRO VI), o que poderá ser explicado pelo decréscimo de população e não pela sua renovação. Pelo que em média (1991-20011) o índice de envelhecimento aumentou

QUADRO VI – Índice de envelhecimento nos municípios da serra da Lousã, entre 1991 e 2011.

Concelho		Ano			Variação		Média
		1991	2001	2011	1991-01	2001-11	1991 - 2011
		%	%	%			
Vertente Setentrional	Miranda do Corvo	93	113	155	20	42	62
	Lousã	96	108,3	114	12,3	5,9	18
	Góis	185,7	268,1	310	82,4	41,9	124,3
	Penela	161,3	218,2	241	56,9	22,4	79,7
	Média da Vertente	134	176,9	205	42,9	28,1	35,5
Vertente Meridional	Figueiró dos Vinhos	124,7	188,8	279	64,1	90,5	154,3
	Castanheira de Pera	122,5	194,7	298	72,2	103,5	175,5
	Pedrogão Grande	198,8	278,7	303	79,9	24,1	104,2
	Média da Vertente	148,7	220,7	293,4	72,1	72,7	72,4
Média Serra da Lousã		140,3	195,7	243	55,4	47,2	51,29

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados dos Censos de 1991 e 2001.

O despovoamento das áreas de montanha seguiu o modelo do mundo rural, embora de uma forma mais intensa e consolidada desde os anos 60 (F. CRAVIDÃO, 1994). As baixas densidades não permitiram a efetivação de equipamentos coletivos, sociais, infraestruturas básicas, nomeadamente de transportes e comunicação, o que agravou ainda a mais as já difíceis condições de vida em montanha, áreas economicamente deprimidas (P. CARVALHO, 2008), entrando numa bola de neve difícil de se travar.

A perda de população levou ao abandono da agricultura e, conseqüentemente, do papel social do agricultor, entendido, hoje, como o “jardineiro e guardião” da montanha, que era encarregado de preservar a paisagem e de fortalecer as identidades locais (P. CARVALHO, 2008), pelo que a realidade da vida em montanha é transmitida,

muitas das vezes, com uma forte carga poética ligada ao viver do campo, ao ciclo das estações do ano, ao levantar ao raiar do sol,...

Contudo, de um certo modo, esta vida era, e continua a ser, uma vida ingrata, de labuta difícil, onde tirar o sustento em solos íngremes é uma tarefa árdua. Exemplo disso são os pequenos retângulos de terrenos em socalcos, amparados por muros de xisto, tão penosamente conservados pelo serrano que lhes dedica a vida e o melhor do seu suor e esforço, de modo a obter o seu alimento, por vezes em vão, e daí que a serra tenha vindo a perder os seus agricultores.

O abandono destes locais tem levado ao desaparecimento não só das atividades agrícolas regulares (de autossuficiência), mas também dos seres humanos, ocorrendo uma reação em cadeia que se traduz numa rotura do equilíbrio destes espaços, promovendo o aumento de riscos naturais. (P. CARVALHO, 2008).

Com efeito, na análise da estrutura económica, em 1991 o sector de atividade mais representado era o terciário, ombreado pelo secundário, pois o primário já se encontrava com valores menos significativos em todos os concelhos. Em 2001, o sector terciário ganhou mais relevo, destacando-se do sector secundário, como é bem expressivo em Castanheira de Pera, em que há uma perda de cerca de 20% no sector secundário e um ganho quase proporcional no setor terciário. O sector primário vê a sua representatividade reduzir-se para metade, como acontece no período seguinte, de igual 2011, quando o sector secundário entrou em colapso, com valores negativos em todos os concelhos. Inversamente, o sector terciário cresceu e representa 68% da população empregada (QUADRO VII e VIII).

QUADRO VII - População empregada por sectores de atividade, entre 1991 e 2011.

Concelhos		1991 %			2001 %			2011 %		
		Pri.	Sec.	Ter.	Pri.	Sec.	Ter.	Pri.	Sec.	Ter.
Vertente Setentrional	Miranda do Corvo	10,9	36,2	52,9	3,9	31,8	64,2	2,8	20,9	76,2
	Lousã	4,7	47,6	47,7	1,9	35,6	62,5	2,8	26,6	70,6
	Góis	18,3	41,9	39,8	14,8	34,9	50,4	6,3	31,1	62,6
	Penela	21,5	38,1	40,4	7,8	44,7	47,4	2,3	28,8	68,9
Vertente Meridional	Figueiró dos Vinhos	20,1	37,2	42,7	10,9	37,8	51,3	4,2	27,3	68,5
	Castanheira de Pera	5,2	63,8	30,9	2,7	46,8	50,5	3,9	36,6	59,5
	Pedrógão Grande	27,1	28,1	44,8	8,3	28,9	62,9	6,2	23,6	70,3
Média Vertente Setentrional		13,9	41,0	45,2	7,1	36,8	56,1	3,6	26,9	69,6
Média Vertente Meridional		17,5	43,0	39,5	7,3	37,8	54,9	4,8	29,1	66,1
Média dos concelhos da Serra da Lousã		15,4	41,8	42,7	7,2	37,2	55,6	4,1	27,8	68,1

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados dos Censos de 1991, 2001, 2011.

QUADRO VIII – Variação da população empregada por sectores de atividade, entre 1991 e 2001.

Concelhos		1991-2001 %			2001-2011 %		
		Primário	Secundário	Terciário	Primário	Secundário	Terciário
Vertente Setentrional	Miranda do Corvo	-7	-4,4	11,3	-1,1	-10,9	12,0
	Lousã	-2,8	-12	14,8	0,9	-9,0	8,1
	Góis	-3,5	-7	10,6	-8,5	-3,8	12,2
	Penela	-13,7	6,6	7	-5,5	-15,9	21,5
Vertente Meridional	Figueiró dos Vinhos	-9,2	0,6	8,6	-6,7	-10,5	17,2
	Castanheira de Pera	-2,5	-17	19,6	1,2	-10,2	9,0
	Pedrógão Grande	-18,8	0,8	18,1	-2,1	-5,3	7,4
Média Vertente Setentrional		-6,8	-4,2	10,9	-3,5	-9,9	13,4
Média Vertente Meridional		-10,2	-5,2	15,4	-2,5	-8,7	11,2
Média dos concelhos da Serra da Lousã		-8,2	-4,6	12,9	-3,1	-9,4	12,5

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados dos Censos de 1991, 2001, 2011.

Nos tempos de antanho, durante séculos, o Homem fazia uma gestão racional do território, que derivada da necessidade de se alimentar e de dar alimento aos seus animais domésticos, sustentada num sistema de agro-silvo-pastoril, com uma organização social complexa e hierarquizada e com um elevado grau de adaptação às condições ambientais locais. O território estava sujeito a diferentes intensidades de exploração de modo a extrair os seus recursos, mas dentro de um sistema sustentável, de interdependência, onde não podia havia roturas (A. NUNES, 2007).

Como refere F. CRAVIDÃO (1994) “À semelhança do que sucede em outras áreas do país, também aqui se verifica uma progressiva terciarização da população. Trata-se, porém, e quase sempre, de terciário inferior ligado frequentemente ao comércio e serviços conectados com empresas locais, (...) No conjunto da população ativa, a agricultura/silvicultura têm vindo a perder progressivamente importância.”

Como vimos e à semelhança da maioria dos municípios do interior de Portugal a população tem não só diminuído, de uma forma continuada ao longo das últimas décadas, mas também se tem verificado um aumento das movimentações intra e interconcelhias concelhias, em busca de áreas mais urbanas, acentuando-se assim o abandono rural. Existe uma drástica macrocefalia populacional, uma centripetividade, visível pelo aumento percentual das freguesias para a sede concelhia ou núcleo urbano mais próximo, o que se traduz numa tendência de esvaziamento populacional das áreas rurais (C. ALMEIDA *et al.*, 2007).

Com esta perda de população perdem-se os hábitos de trabalhar a terra. Juntamente com a melhoria das acessibilidades, embora em muitos casos estas sejam apenas pontuais ou de beneficência pouca significativa. Contudo, olhando ao passado, a situação progrediu o que tem permitido o aumento dos movimentos pendulares e a distância dos mesmos, alcançando locais mais atrativos (A. CAMPAR *et al.*, 2007).

Tudo isto resulta não só no envelhecimento efetivo da população, pois quem se desloca são os jovens, mas também no abandono dos campos - que deixam de ser trabalhados e são apropriados por matos, passando a dominar formações arbustivas monoespecíficas, de espécies florestais invasoras.

Estes espaços, outrora cultivados e minuciosamente cuidados, são deixados ao abandono, sofrem um processo de simplificação, face ao desaparecimento de determinados usos do solo. Os corredores tornam-se mais largos e, à pequena escala, a heterogeneidade decresce (A. NUNES, 2007).

Os que ainda permanecem a viver do sector da agricultura mantêm práticas ancestrais de cultivo (ex. queimadas), o que vai aumentar o risco de incêndio florestal. Uma bola de neve que não para de rolar, aumentando as suas consequências e a severidade das mesmas, pelo que é necessário o estabelecimento de uma estratégia que requalifique estes espaços, dotando-os de vida e infraestruturas, de modo a diminuir o risco de incêndio florestal e, ao mesmo tempo, encurtar as distâncias para a primeira intervenção.

1.2.2. As estradas de montanha

Reconhecido o valor que as estradas possuem, nomeadamente por permitirem e desenvolverem quer o tráfego de passageiros quer o de mercadorias, com o consequente escoamento dos produtos agrícolas e industriais das regiões antes mais isoladas e carentes de infraestruturas, como são as áreas de montanha, é de realçar o papel que as vias de comunicação podem assumir, respondendo às necessidades das populações locais, promovendo os movimentos pendulares, aumentando os fluxos de deslocação e as áreas de procura, funcionando deste modo como um motor de fixação das populações, ao criar oportunidades para o seu desenvolvimento local (E. PACHECO, 2004).

Ao longo de todos os tempos, a serra da Lousã, “*um mar de serras sobre serras*” (F. de SAMPAIO, 1938, *in* A SOUTO 2006), sempre existiu como qual barreira à comunicação, ao crescimento económico e ao desenvolvimento generalizado das comunidades de aquém e além montanha. Tal refletia-se na vida árdua e de permanente labuta dos povos serranos, na dificuldade de tirar da terra o seu sustento, nas invernias cinzentas e gélidas, nos caminhos sinuosos tão difíceis de percorrer separando as suas comunidades de aquém e além montanha (A. SOUTO, 2006).

Numa breve resenha histórica, no ano de 1852 havia em Portugal apenas 218 km de estradas pavimentadas e só então a sua construção tomou incremento. O primeiro troço de caminho-de-ferro, entre Lisboa e o Carregado, na extensão de 36 km, foi inaugurado em 1856. Em 1993 a extensão total seria 3 513 km (T. FERREIRA, 2007).

O primeiro automóvel veio para Portugal em 1893, o que se pode considerar precoce à escala europeia. Em 1915, a rede de estradas compreendia já 13 000 km. A Companhia Geral de Camionagem foi fundada em 1919 e, gradualmente foi-se evidenciando a maior flexibilidade do novo meio de transporte em relação ao caminho-de-ferro, cujo predomínio não esteve em causa durante largos decénios. Em meados da década de 20, registou-se significativo impulso na generalização do transporte automóvel e consequente construção de estradas. Em 1952 a rede rodoviária passou para 29 000 km e, em 1980, para 34 000 km. Em 1989, quase uma década depois, o seu valor quase que duplicou, existindo 60 143 km de estradas. A extensão e densidade do sistema rodoviário discrepam muito consoante as regiões, em função do relevo, da densidade populacional, da presença de aglomerações urbanas mais ou menos importantes. (T. FERREIRA, 2007)

Realizando um balanço sobre a construção de estradas entre 1937 e 1957, O. RIBEIRO in S. DAVEAU (1999) refere que “quase se não aumentou a rede ferroviária (...) as estradas alcatroadas passaram de 3 564Km (...) a 7 495Km (...), e os transportes automóveis tomaram enorme incremento, assegurando a deslocação das pessoas e a circulação de mercadorias; mas só nos últimos anos as estradas penetraram na montanha, começando a quebrar o isolamento em que viviam as suas populações: e o autocarro, com maior plasticidade do que o caminho-de-ferro, correndo mesmo com ele nalguns sítios, chamou à vida de relação lugares onde este nunca chegaria.”.

Esta nova realidade, maior flexibilidade na deslocação que o automóvel e a estrada trouxeram, como que abrindo caminhos, também contribuíram, embora de uma forma indireta, para uma maior dispersão da população, mais vincada nos espaços de montanha devido aos modos de vida.

“A configuração e características da rede rodoviária portuguesa de infra-estruturas de transportes terrestres é o resultado de esforços empreendidos por homens que, por razões económicas, políticas, sociais e/ou militares, foram (re)construindo ao longo do tempo uma malha viária condicionada por factores geográficos e pelos avanços técnicos, procurando responder a dinâmicas territoriais sucessivamente mais complexas” (E. PACHECO, 2004).

A. MATOS (1980), refere que os elementos de ordem natural foram desenhando o traçado das estradas de Portugal, pelo menos até meados de oitocentos, onde a “rede de estradas se concentrava no litoral, acompanhando e penetrando, sempre que possível, a rede fluvial navegável, mas diluindo-se nas zonas montanhosas do interior”. Estas regiões já de si débeis viam-se isoladas pelos custos onerosos que a implementação de uma estrada em montanha acarreta. A serra da Lousã ocupou uma posição geográfica semi-periférica em relação aos principais eixos rodoviários de circulação regional e nacional (Anexo III), e a modernização do seu sistema rodoviário “processou-se de uma forma lenta” (M. ALEGRIA, 1990 in P. CARVALHO 2008).

A serra da Lousã herdou uma herança pesada devido aos seus constrangimentos estruturais onde está patenteado o isolamento, com incidência secular, transversal a toda a serra (P. CARVALHO, 2008).

A serra da Lousã, face aos condicionalismos geomorfológicos a que esteve sujeita, apresenta ainda nos dias de hoje grandes entraves à implementação de uma estrada. Tendo em conta os meios técnicos existentes à data da sua abertura, não devemos estranhar que, invariavelmente, para a implementação das estradas se aproveitassem os eixos de mais fácil acesso, designadamente os acidentes estruturais (M. PINA, 1997), tais como linhas de fratura/falha, ou a rede hidrográfica, que tendem a seguir, bem como as cotas mais altas, que desenham a linha da cumeada, aproveitando as gargantas evitando ou contornando os esporões, espigões, contrafortes, de modo a tornar os projetos menos onerosos.

As tentativas iniciais de dotar a serra com mais vias de comunicação e mais modernas decorreu no período de 1863 a 1906 e, depois, até à década de noventa. Esta modernização do sistema rodoviário foi acompanhada pela implementação de infraestruturas básicas, equipamentos coletivos, desenvolvimento industrial (que foi mais significativo na setor meridional), renovação urbanística, como praças e novos arruamentos urbanos, entre outros (P. CARVALHO, 1998).

Em 1977 a JAE informa que “(...) a rede rodoviária nacional encontra-se numa situação de completo desajustamento perante as necessidades do tráfego. Traçados sinuosos e estreitos, com pavimentos em degradação progressiva a atingirem o colapso” (JAE/MEPAT, 1997).

A renovação do sistema rodoviário tradicional, por estradas modernas, só se verificou “na abertura da segunda metade do século XIX” (M. ALEGRIA, 1990). Pelo que o acesso ao interior da serra da Lousã era realizado “por caminhos de muito difícil traçado e quase sempre em mau estado de conservação” (P. CARVALHO, 1998, 2008).

P. CARVALHO (1998 e 2008) refere que nos inícios da segunda metade do século XIX, as principais estradas que compunham o sistema rodoviário da serra da Lousã eram, na sua **vertente norte**, a antiga **estrada real de Lisboa a Almeida (N17)**, que estabelecia a ligação de Lisboa com a Beira Alta, no seu traçado principal, e a antiga “**estrada coimbrã**” riscada, na bacia topográfica, e nos contrafortes da bordadura meridional do Maciço Marginal de Coimbra.

Na **vertente sul da serra da Lousã** vislumbra-se um outro traçado, em direção a poente, reforçando a ligação de Castanheira de Pera, Figueiró dos Vinhos e Pedrogão Grande à sua capital de distrito, Leiria, no sentido de aproximar o extremo oriental leiriense com o litoral tentando libertar-se dos constrangimentos orográficos, flanqueando pelo sul, devido aos declives mais suaves, a guarda avançada ocidental do bloco noroeste da Cordilheira Central (P. CARVALHO, 1998, 2008).

A sul da vila da Lousã a montanha representa um obstáculo orográfico de primeira grandeza. De entre a rede de caminhos adjacentes talhados pertinazmente no Maciço Antigo, o mais utilizado na comunicação com a vertente Meridional era a **estrada velha da serra pelos Soutos de Cacilhas**, que conduzia à Catraia, sem evitar a difícil escalada da Lomba da Lousã, e daqui prosseguia a descida meridional em direção ao Coentral, Castanheira de Pera, Pedrogão Grande e Figueiró dos Vinhos (P. CARVALHO, 1998; 2008).

Assim se permitia a comunicação e a troca de mercadorias entre a vertente setentrional e a meridional. A Catraia era um importante centro de negócios e um ponto de passagem nas ligações entre o Zêzere e o Mondego (P. CARVALHO, 1998, 2008).

Contudo a ligação com a vertente sul da serra permanecia um pouco indefinida, tal era a dificuldade em conseguir transpô-la. A vertente sul da serra da Lousã, até aos confins de Pedrogão Grande e Figueiró dos Vinhos, continuava marcada pela fraca acessibilidade devido à insuficiência quantitativa e qualitativa de traçados viários, por causa da orografia acidentada, marcada pelos altos relevos da extremidade ocidental da Cordilheira Central e pelo grande desnível no contacto com as bacias da Lousã-Arganil. (P. CARVALHO, 1998, 2008).

Dá a necessidade de uma nova estrada, que ligasse estas duas comunidades, outrora de costas voltadas, e que fosse capaz de aproximar o litoral do interior. Assim não foi de estranhar que, nos alvares dos anos 60 do século XIX, se projetasse a construção da **estrada da Serra (Lousã-Castanheira de Pera)**, mas que só se iniciou mais tarde, nos finais de 70 ou no alvor de 80, e por iniciativa dos homens da Castanheira, “no lado setentrional lá avançou os primeiros quilómetros subindo a Serra em frente à vila, pela encosta da Alforeira, lançando-se no interior da montanha através de uma serpente por entre quilómetros e quilómetros de terrenos baldios” (P. CARVALHO, 1998, 2008).

Só nos finais dos anos 20 do século passado, no dia de 27 de Agosto de 1929, teve lugar a inauguração da estrada da serra com a passagem de automóveis (P. CARVALHO, 1998).

Depois, na década de 90, foi lançado o IC8 (fig. 11) que cruza a extremidade sudoeste da serra e faz a ligação de Castelo Branco ao IC3 (Setúbal-Tomar-Coimbra) e ao IC2 (em Pombal) assumindo-se na atualidade como a mais importante via regional. Contudo, estando situado nas bordaduras da serra, o espaço de montanha continua caracterizado por vias de cariz local, que asseguram movimentos pendulares e a ligação aos centros urbanos mais próximos e às sedes concelhias, bem como a ligação à Rede Nacional Fundamental (IP, IC, ER), ainda que com fraca qualidade.

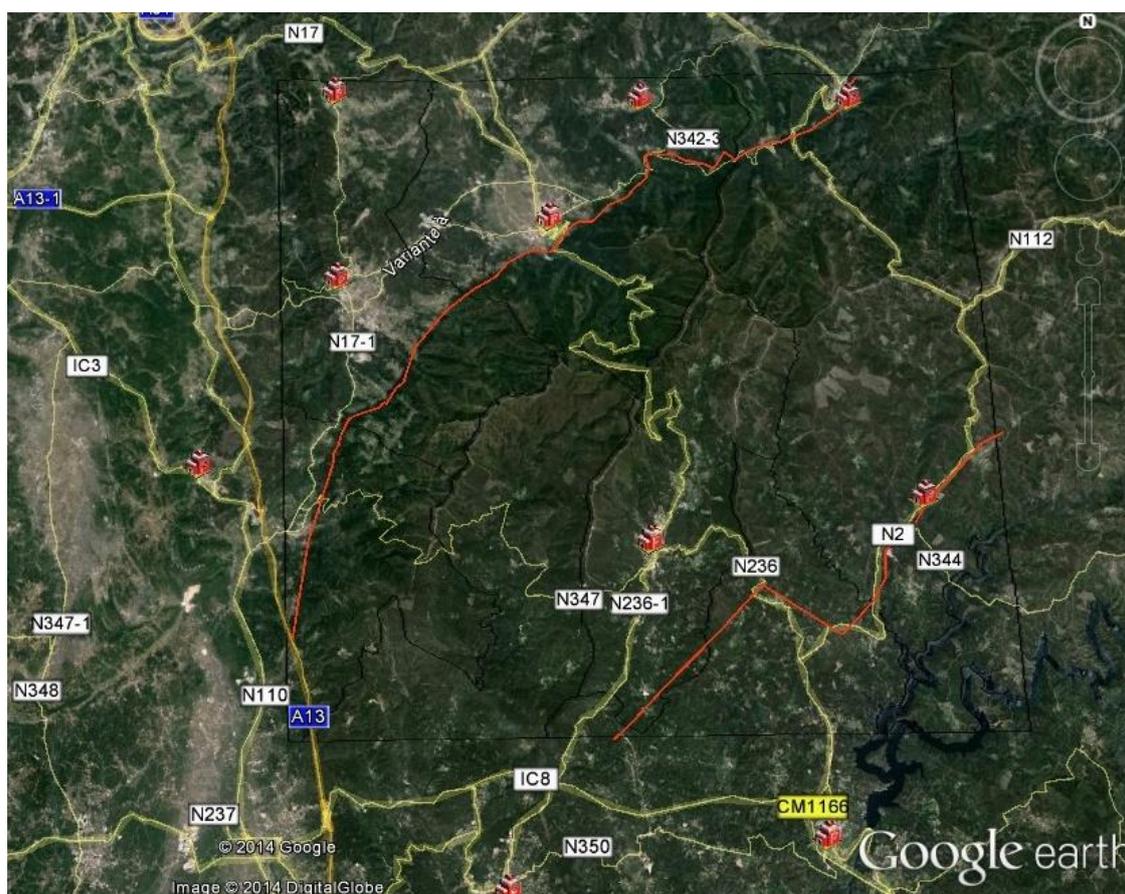


Fig. 11 – Sistema Rodoviário Nacional da serra da Lousã. Fonte: Google Earth.

Deste modo, ao longo das últimas décadas e até aos nossos dias operou-se uma tentativa de modernização do sistema rodoviário da serra da Lousã, que tentou ganhar posição na nova rede de comunicações entre o litoral e o interior montanhoso, mas que continuou condicionada pela orografia, “*belo monstro de xisto e granito com a terra a encher-lhe os ocos do esqueleto*” imprimindo um traçado sinuoso às estradas que a serpenteiam invariavelmente “*contorce-se aqui, alteia-se acolá, abaixa-se mais adiante, para altear de novo, (..), e logo se ramifica que nem centopeia de pesadelo*” (F. DE CASTRO, 1979).

Em meio século o discurso sobre mobilidade da população alterou-se substancialmente, não só pelo incremento do uso do automóvel, mas também porque

antes as pessoas abandonavam os campos para procurar melhores oportunidades nas cidades, tendo-se verificado na década de 60 um forte êxodo rural, hoje, abandonam as cidades porque lhes é possível residir em áreas mais sossegadas mais afastados dos locais de trabalho, ou seja, a distância quilométrica perde sentido com o aumento da velocidade nas deslocações, dotando a maioria dos lugares de boas condições de acessibilidade. (E. PACHECO, 2004)

Contudo a serra da Lousã herdou uma rede cuja estrutura atual revela a sua insuficiência na minimização dos tempos de deslocação e a penosidade das viagens. O interior, com destaque para as áreas de montanha, ficaram isoladas dos principais eixos nacionais e das suas características, inerentes a essa tipologia (n.º de faixas de rodagem, largura da via, velocidade de circulação, ...).

A rede de estradas da serra da Lousã apenas pretendeu fazer a ligação às áreas locais de maior densidade de ocupação, estimular o comércio e a indústria local, mas sem responder a estratégias de (re)ordenamento do território urbano e florestal, em outros casos serviu para satisfazer o capricho de alguns particulares e protagonistas da vida política e económica (E. PACHECO, 2004).

Esta situação levou a um incremento do sentimento de insegurança nas áreas de montanha, junto das populações rurais, mais próximas ou até mesmo absorvidas pela mancha florestal, pois as populações embora, relativamente, acessíveis encontram-se isoladas e afastadas, no caso dos incêndios florestais, dos quartéis dos bombeiros. É em grande parte este sentimento de insegurança que levou à criação das corporações de bombeiros em certos locais, de modo a garantir condições para socorrer atempadamente essas populações.

Ora, como já foi visto anteriormente, as estradas condicionam a forma das aglomerações da população e foram condicionadas pelo isolamento e pela dispersão da população nas zonas altas e baixas, que veio aumentar as distâncias que necessitam de serem percorridas para socorrer essas populações, ou seja, os equipamentos estão nas áreas baixas e há populações nas áreas altas, que também pagam impostos e têm o mesmo direito a uma primeira intervenção rápida e eficaz.

Face a esta evolução do sistema rodoviário e no que concerne ao combate aos incêndios florestais identificámos, na nossa área de estudo, 5 Eixos Principais que permitem a ligação e a deslocação dos meios existentes nos Quartéis de Bombeiros para as manchas florestais: (fig. 12)

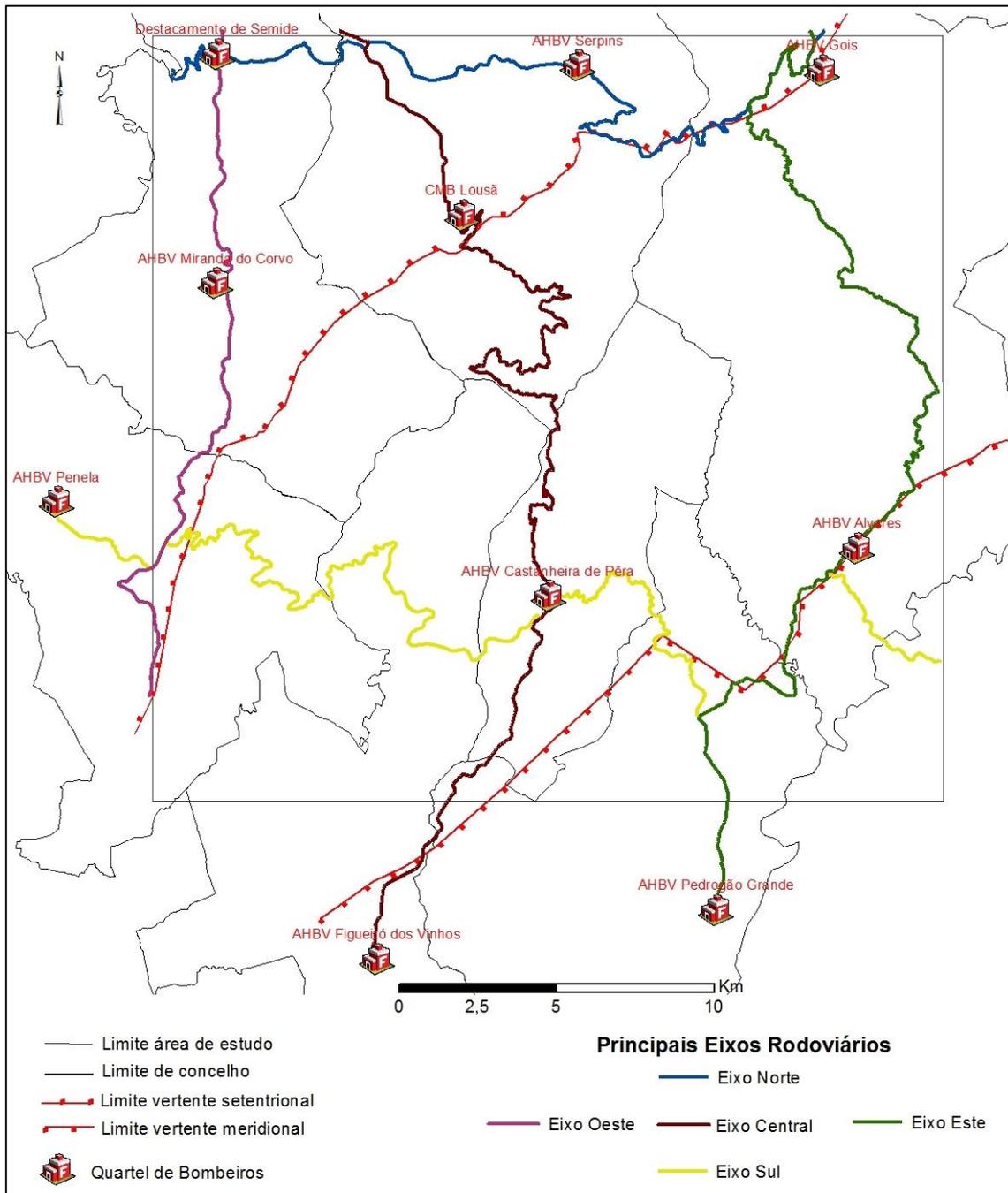


Fig. 12 - Principais eixos rodoviários entre quartéis de bombeiros e as áreas florestais da serra da Lousã.

Para quantificar a influência da serra na geometria das estradas, procedeu-se ao seu levantamento, cadastro e georreferenciação. As estradas foram assim convertidas em ficheiro KMZ e o sistema de coordenadas foi projetado em WGS 1984 Web Mercator para a sua correta leitura no Google Earth.

Contudo, mesmo com os máximos cuidados e uso de diversas ferramentas, a conversão das estradas do ArcMap, programa geográfico de excelência, para o Google Earth, mais prático em termos de visualização, sofreu, em casos pontuais, um desvio de 1 a 3 metros. Como estamos a tratar de linhas do eixo de via, isso significa que em alguns casos ele passou para a berma da estrada ou, até, para fora dela. As próprias estradas do

Google Earth não batem certo com a imagem de satélite e apresentam uma geometria retilínea, mesmo em segmentos curvos.

Face a estes condicionalismos, ao realizar os perfis de elevação do terreno aparecem alguns casos duvidosos. Contudo, decidimos apresentá-los pois permitem esboçar uma apreciação geral da topografia de cada eixo (QUADRO IX).

QUADRO IX – Valores médios do perfil de elevação por cada Eixo Rodoviário Principal.

Eixo	Extensão (Km)	Active Máximo (%)	Declive Mínimo (%)	Active Médio (%)	Declive Mínimo (%)
Norte	49,8	31,7	27,7	4,7	5,2
Sul	71,78	25,3	24,4	5,7	5,3
Oeste	34,10	16,2	17,9	3,5	4,1
Central	71,81	33,1	30,8	6,2	6,0
Este	59,29	22,8	24,0	4,3	4,9
Total/ Médias	286,78	25,82	25,1	4,88	5,1

Assim, o Eixo Central, que atravessa a Serra, é aquele que apresenta maiores entraves á deslocação dos meios terrestres de combate a incêndios florestais, seguido pelo Eixo Sul. Por sua vez, tanto o Eixo Oeste como o Eixo Este apresentam menos dificuldades a essa circulação. O Eixo Norte ocupa uma posição intermédia, como se deduz pela visualização dos respetivos perfis (fig.s 13 a 17) .

- **Eixo Norte**, composto pela M568 do Senhor da Serra a Miranda do Corvo, ligando a AHBV de Góis, pela EN342(-3) e a AHBV de Serpins, pela EN236, ao Destacamento de Semide, com uma extensão de 49,08Km;

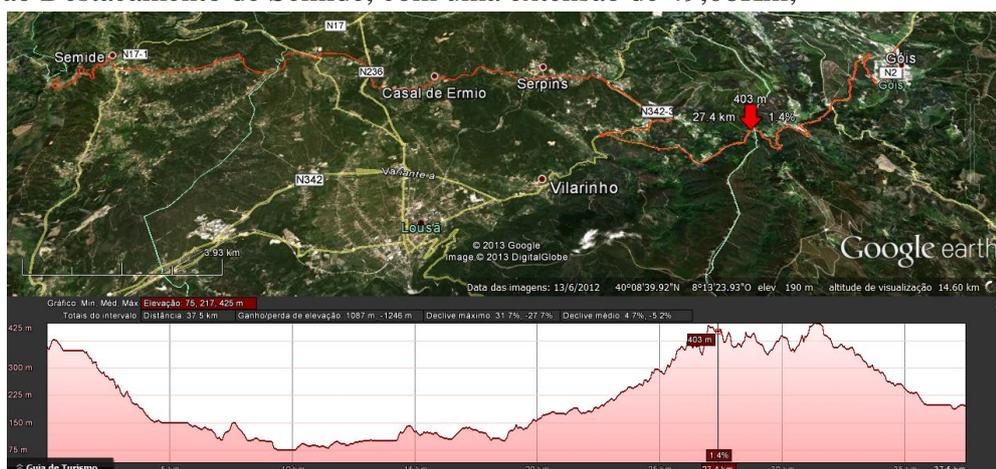


Fig. 13 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Norte.

- Eixo Sul**, permite a ligação de Penela, pela M558, ao Espinhal onde apanha ligeiramente a EN17-1, seguindo depois o percurso sinuoso da EN347 em direção à AHBV de Castanheira de Pera. Ao longo do percurso cruza-se com a EN236-1, de Figueiró dos Vinhos, estendendo-se pela N2 para Pedrógão Grande e para Góis, até à AHBV de Alvares, com uma extensão de 71,78Km;

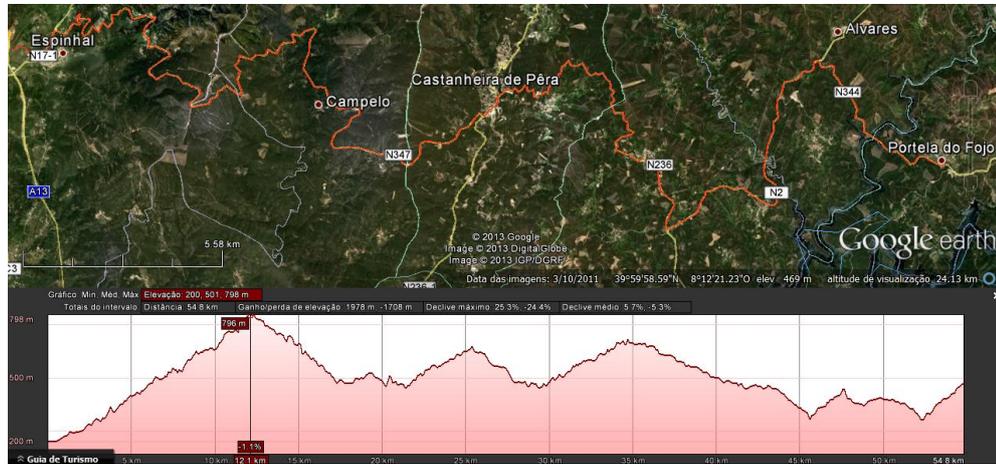


Fig. 14 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Sul.

- Eixo Oeste**, inicia-se nas proximidades da localidade Lata, na EN17-1, que do Destacamento de Semide, passa,, pela AHBV de Miranda do Corvo sempre pela EN17-1 terminando nas localidades de Solão e Carvalhais em Penela, com uma extensão de 34,10Km;

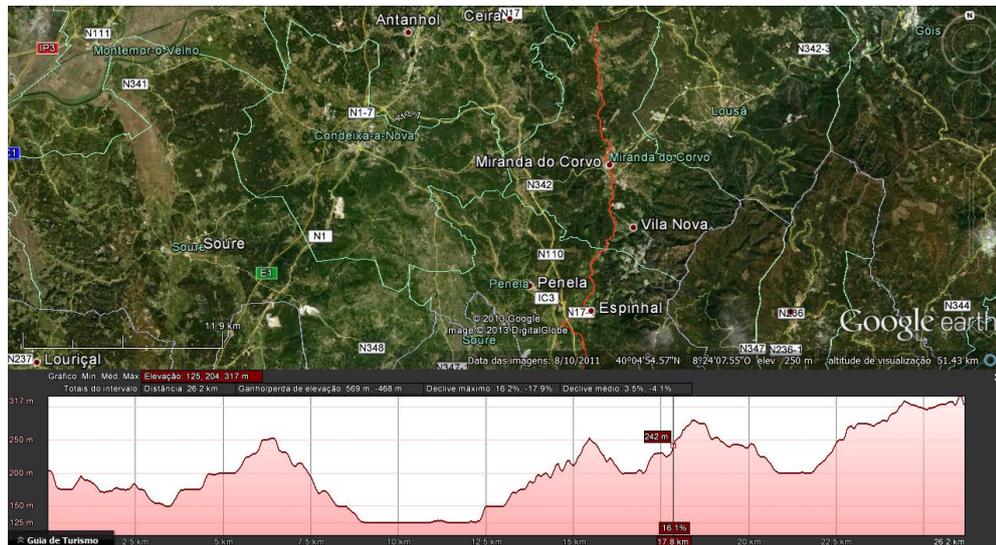


Fig. 15 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Oeste.

- **Eixo Este**, inicia-se na EN342, em Góis, e prolonga-se pela N2 em direção a Alvares e daqui para Pedrogão Grande, com uma extensão de 59,29 Km;

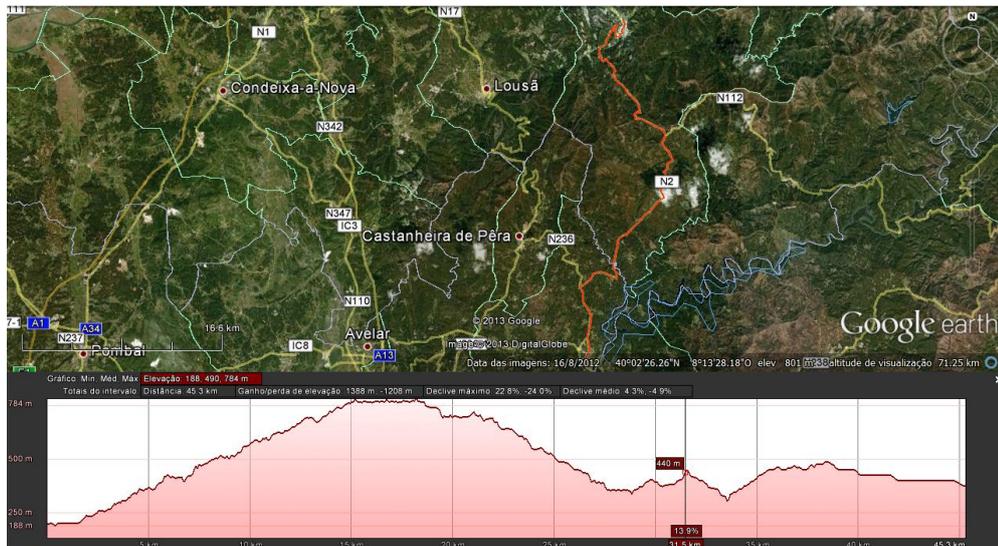


Fig. 16 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Este.

- **Eixo Central**, inicia-se na nova N236, no sentido Coimbra-Lousã e faz a ligação ao centro da Vila, ao CMB da Lousã, prolongando-se em direção á serra (Estrada da Castanheira) que atravessa em direção a Castanheira de Pera (AHBV) e daqui, pela EN236-1, segue para Figueiró dos Vinhos, com uma extensão de 71,81Km;

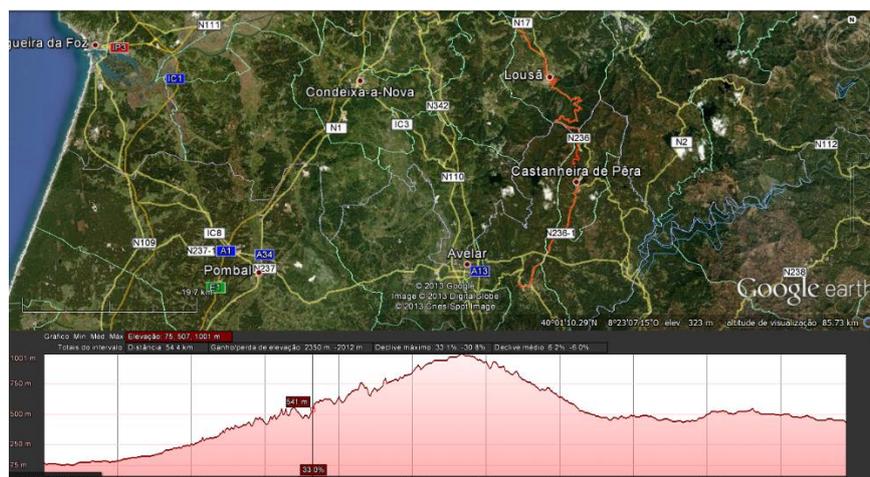


Fig. 17- Perfil topográfico longitudinal do eixo Central

1.3. A problemática dos incêndios florestais

A desarticulação do mundo rural, que se traduziu no abandono dos campos, das aldeias e dos seus modos de vida, acarretaram profundas alterações no uso do solo, proporcionando uma extensa e contínua área florestal não ordenada. Contudo a disponibilidade de combustível torna-se um fator de risco quando as condições atmosféricas são favoráveis para que estas ardam (BENTO-GONÇALVES *et al.*, 2010).

1.3.1. Condições atmosféricas favoráveis à ocorrência de incêndios florestais.

“dadas as características mediterrâneas do clima português, um dos principais riscos que afeta, hoje, a vida das populações mesmo em Montanha é, sem sombra de dúvida, o risco de incêndio florestal”.

L. CUNHA, (2003)

A simbiose entre elevadas temperaturas, falta de precipitação e secura do ar nos meses de Verão geram, nas regiões de montanha mediterrâneas, condições favoráveis à ocorrência de incêndios florestais, um dos maiores problemas que, sem sombra de duvida, afeta a floresta portuguesa.

Muitos estudos científicos nesta área têm *“comprovado que há uma estreita correlação não só entre a eclosão e a conseqüente propagação do incêndio mas também entre a ocorrência de grandes incêndios florestais e determinados factores meteorológicos, tais como a temperatura e humidade relativa do ar, rumo e velocidade do vento”* (C. SILVA & L. LOURENÇO, 1995)

R. GEIGER (1980), no seu manual de Microclimatologia, refere que o *“clima de planície nada tem a ver com o clima de montanha, mesmo que virtualmente contíguos. Também o clima de uma encosta virada a Norte é diferente do clima de uma encosta virada a Sul, mesmo que a distância entre ambas não exceda a centena de metros”* (in C. SILVA & L. LOURENÇO, 1995).

De facto, como refere M. Pereira *et al.* (2005) *“Em Portugal a variação meteorológica inter-anual explica cerca de 80% da variação da área ardida”*.

Assim, de um modo geral, podemos afirmar que os incêndios florestais têm maior ocorrência nos meses de Verão, que se caracterizam, no clima mediterrâneo, pela coincidência temporal das temperaturas mais altas com os valores de humidade relativa e de precipitação mais baixos do ano. Em particular, muitos incêndios têm início a meio das tardes, visto que, estando os materiais combustíveis sujeitos a elevada temperatura e a baixa humidade do ar, o que lhes diminui o seu teor de humidade, é por esta altura que a inflamabilidade dos combustíveis é maior. Por outro lado, ocorrem após a estação chuvosa, o que permite uma elevada produção de coberto vegetal e o aumento, por conseguinte, da disponibilidade de biomassa/combustível. Com a chegada do Verão e um

alongado período quente e seco (>2 meses), o teor de humidade dos combustíveis diminui e geram-se as condições para que essa biomassa arda mais facilmente.

Para a ignição de focos de incêndios florestais, é crucial analisar a relação entre a temperatura máxima diária e a humidade relativa mínima diária. Estas duas variáveis meteorológicas, analisadas em conjunto, permitem acompanhar a evolução do teor de humidade existente nos combustíveis, uma vez que a condicionam, e cuja diminuição é potenciada quando as reservas de água do solo estiverem quase esgotadas, como sucede no final do verão, pelo que se torna pertinente analisar as condicionantes climáticas na área em estudo, tendo em conta as suas potenciais implicações para a ocorrência de incêndios florestais.

Das doze estações meteorológicas implementadas na serra da Lousã (ANEXO II), nenhuma tem informação atualizada, por se se encontrarem ao abandono, sem manutenção. Foram realizados contactos com algumas das câmaras municipais e associações florestais, no entanto nenhuma delas tinha dados atualizados, nem fazia a manutenção aos equipamentos. Assim, a maior parte destas estações tinha apenas dados estáveis e fiáveis entre os anos de 1965 e 1980. Depois deste ano, os dados possuem muitas lacunas e séries incompletas. Por este motivo, foi utilizada a estação meteorológica do IGUC - Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, como base de análise climática, apesar da sua maior distância à área de estudo.

Em relação à distribuição anual da temperatura e da precipitação médias anuais, no período 1970-2010, verifica-se uma variabilidade inter-anual significativa para ambos os parâmetros, com um ligeiro aumento da temperatura média anual (fig. 18). Por sua vez, os totais de precipitação mostram grandes variações entre os vários anos, com 2004 e 2005 a apresentarem os valores mais baixos, enquanto que o ano de 1977 apresentou o quantitativo mais elevado, seguido pelo de 1978 e, depois, pelos de 1996 e 1997.

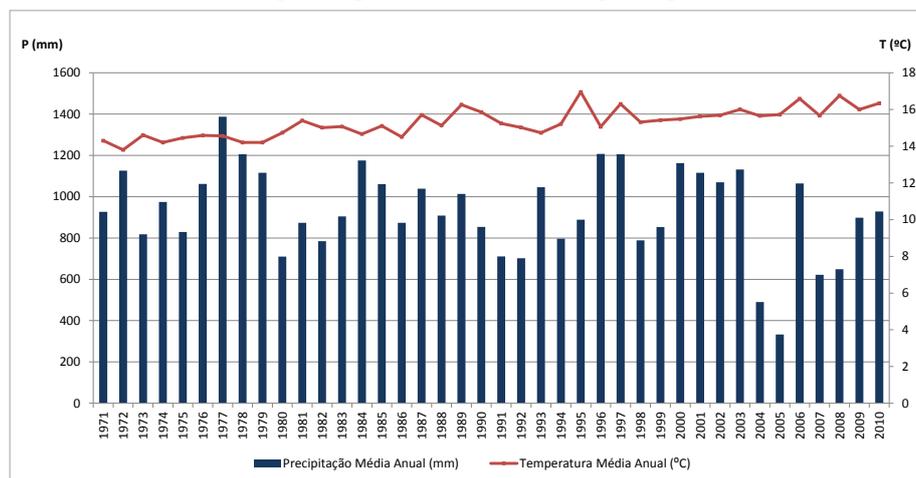


Fig. 18 - Variação termopluviométrica anual em Coimbra, de 1971-2010.

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IGUC.

A análise da temperatura e da precipitação médias mensais, nas proximidades da serra da Lousã (Coimbra) e no período 1971-2000, permitiu verificar a existência de dois meses secos (quando a precipitação, em mm ultrapassa o dobro da temperatura, em °C,), correspondentes a Julho e Agosto. A média da temperatura manteve-se acima de 15°C entre Maio e Outubro, enquanto que a precipitação foi mais elevada entre Novembro e

Fevereiro. O mês de Março denotou uma descida acentuada dos valores da precipitação, que voltou a aumentar nos dois meses seguintes (fig. 19).

No entanto, são as condições meteorológicas de momento que ditam as condições em que o incêndio eclode e vai evoluir, pelo que o conhecimento da evolução horária da temperatura e da humidade relativa do ar é crucial para minimizar as consequências dos incêndios (I. LOURENÇO, 1992), pois, quando elas são mais críticas, podem desencadear o pré-posicionamento de meios.

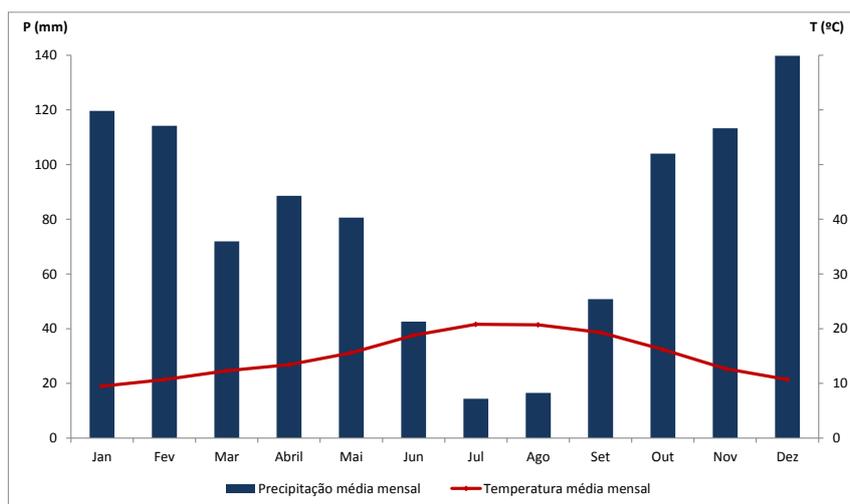


Fig. 19 - Diagrama termopluiométrico de Coimbra, referente a 1971-2000.

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IGUC.

De facto, a influência da meteorologia na ocorrência de incêndios pode assumir diversas formas: por um lado, valores elevados de precipitação nas estações antes do Verão resultam na acumulação de combustível, que estará disponível para arder na estação mais seca, quando os valores de precipitação são baixos e as temperaturas elevadas. Por outro lado, baixos valores de precipitação anual resultam em situações de seca e afetam as reservas de água no solo, que por sua vez afetam o teor de humidade dos combustíveis. A análise da variabilidade mensal e anual destes parâmetros permite, desta forma, compreender melhor a relação entre a ocorrência de incêndios e as condições meteorológicas.

Para além disso, importa considerar os efeitos das condições climáticas e dos tipos de tempo no desenvolvimento do coberto vegetal. Os parâmetros meteorológicos são dos principais fatores determinantes do tipo de vegetação existente num dado local e as comunidades florísticas estão fortemente associadas às características climáticas de um determinado local.

Ao longo de todo o ano podem surgir ocorrências causados por condições meteorológicas adversas ou por outras circunstâncias agravantes do risco, que poderão dar origem a alterações da normalidade da vida das populações e danos económicos e ecológicos importantes, capazes de desencadear situações de emergência que carecem de uma resposta eficaz e eficiente. Um grande número ignições significa uma maior e constante secura do combustível, que vai aumentar as ocorrências, o que se traduz numa

maior lentidão no processo de despacho e na menor disponibilidade de meios para a primeira intervenção (J. PEREIRA *et al.*, 2005).

Deste modo, a identificação prévia, à escala local, de áreas historicamente mais susceptíveis a determinados fenómenos meteorológicos, como, por exemplo, trovoadas secas, bem como, uma análise permanente e, logo, atempada da evolução diária, ou até horária, do risco meteorológico de incêndio florestal, permitiria a difusão de avisos específicos e a adoção de comportamentos operacionais de prevenção ajustados, o que possibilitaria uma gestão integrada e racional dos meios humanos e mecânicos para fazer face à ocorrência, de modo a garantir a proteção das pessoas, do património, da floresta e do ambiente, bem como limitar, mitigar, as suas consequências.

1.3.2. Incêndios Florestais na Serra da Lousã

Como vimos, a história até aqui contada das áreas de montanha, e em particular da serra da Lousã, consiste na desarticulação do mundo rural e dos seus modos de vida, e na proliferação da fileira florestal, caracterizada por uma indústria intensa de forte produção florestal, monoespecífica, que se desenvolve sem uma estratégia territorial, que descaracteriza e empobrece estas áreas, outrora sustentáveis e repletas de biodiversidade, mas que agora, quase se reduzem à recorrência de incêndios florestais.

Os concelhos da serra da Lousã apresentam um território cicatrizado pela ocorrência dos incêndios florestais. No período de 1975 a 2012 não houve um único ano com ausência de incêndios florestais, com 131.478,62 hec de floresta destruída. A média anual de área ardida, durante este período, foi de 3.460 hectares.

Tomando este valor como referencial, podemos definir **dois períodos** de tempo, um que vai desde o ano **de 1975 até 1995** e, o outro, **depois de 1995**. Assim, após o ano de 1975, verificámos a existência de 3 anos “de descanso” (1976, 1977 e 1978), ou seja, com valores das áreas ardidadas inferiores á média. Depois, em 1979 o valor da área ardida atingiu quase 6.000 hectares, seguido depois de um novo ano “de descanso” (1980). Entretanto, deu-se uma inversão desta tendência, com 3 anos acima da média (1981, 1982 e 1983), seguidos de só um ano “de descanso” (1984), e com o ano seguinte, de 1985, a disparar para cerca de 14.000 hectares, após o que se voltou à situação inicial, 3 anos “de descanso” (1986, 87 e 88). Contudo, desta vez, eles foram seguidos por 3 anos com valores acima da média (1989, 1990 e 1991) e, novamente, por três anos “de descanso”, até 1995 (fig. 20).

Deste modo, após 1995 o intervalo de tempo suficiente para termos valores acima da média passou a ser de 4 anos. É de realçar que, vamos já num período de 7 anos com valores abaixo de 3.460 hectares, embora estes valores se desenvolvam no sentido crescente (fig. 20). Os anos de 2005, 1991 e 1985 foram os que mais áreas ardidadas registaram, ocupando respetivamente os três primeiros lugares do pódio.

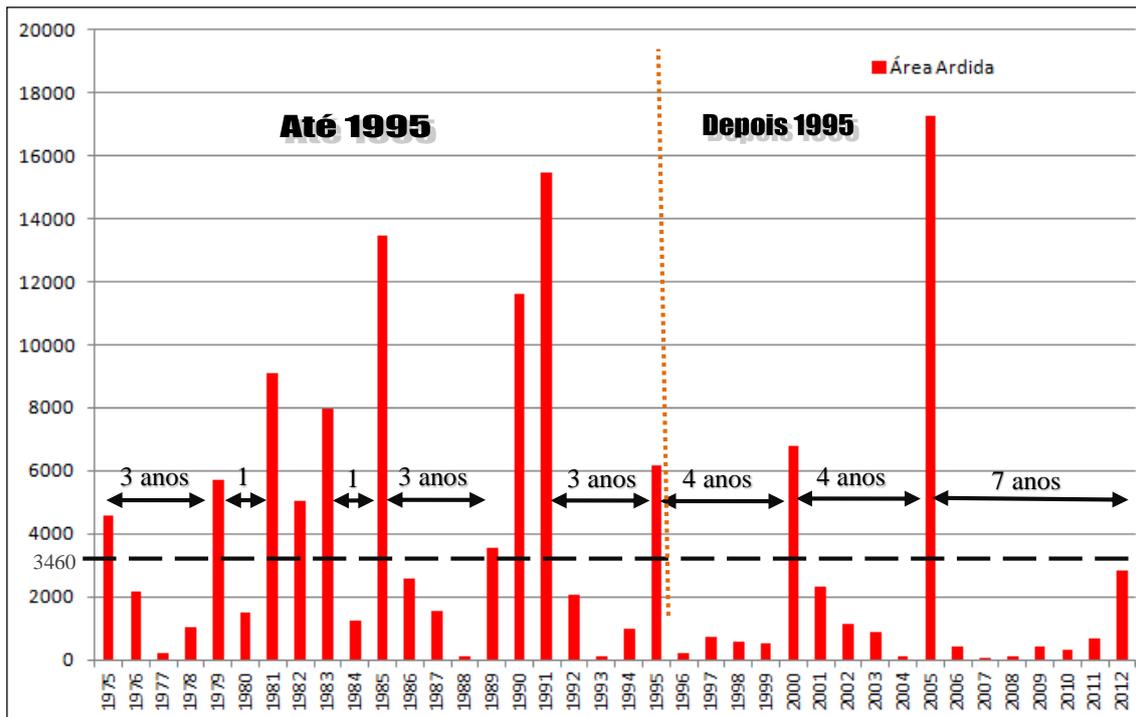


Fig. 20 – Evolução da área ardida nos concelhos da serra da Lousã, 1975-2012.
 Fonte dos dados: De 1975 a 1979 – OLIVEIRA, S. (2008); de 1980 a 2012 ICNF.

Em regra, a ocorrência de incêndios florestais tem-se traduzido, invariavelmente, em grandes áreas ardidas, que, na maioria dos casos, se localizam na área de montanha. Ora, sendo florestal o uso do solo em cerca de 87% da área de estudo, podemos afirmar que a dimensão das áreas ardidas deverá estar relacionada com o declive. Tal deve-se ao comportamento dinâmico dos incêndios florestais, mas também aos fortes entraves que os declives colocam à deslocação das viaturas terrestres de combate a incêndios e, conseqüente, à redução da eficiência da operacionalidade da primeira intervenção, que se quer rápida.

M. PEREIRA *et al.*, (2005) referem que os distritos costeiros costumam ter uma alta densidade populacional e possuem uma mistura complexa de vários tipos de uso do solo, com amplas adjacências entre as áreas agrícolas ou industriais, e florestais, uma característica que é responsável por um grande número de ignições. No entanto, a fragmentação da paisagem periurbana evita a ocorrência de grandes incêndios, facilita a sua deteção, e a rede viária densa facilita um rápido ataque inicial e conseqüente extinção dos fogos nascente. Isto ajuda a explicar o grande número de pequenos incêndios nos distritos de Porto, Braga, Lisboa e Setúbal, pelo que a expectativa de área queimada no momento da ignição tende a ser inferior a 1 hectare.

Por sua vez, nos distritos da Região Centro e no interior de Portugal, onde a topografia é mais acidentada, a paisagem é dominada por extensas áreas contínuas de florestas e matos e a densidade populacional é muito menor do que no litoral, pelo que o reduzido número de ignições nestas áreas despovoadas é, no entanto, capaz de originar grandes incêndios florestais (fig. 21). Tal fica a dever-se à vulnerabilidade da cobertura vegetal, dada a sua continuidade espacial, à deteção tardia e ao difícil acesso aos locais

onde os incêndios começam, pois a rede viária apresenta um traçado sinuoso, aumentando a distância entre os corpos de bombeiros e as manchas florestais.

Portanto, em comparação com a zona costeira, estas regiões de montanha são caracterizadas por um menor número de incêndios, que queimam uma área muito maior (J. PEREIRA *et al.*, 1998), pelo que a expectativa de área queimada, associada a estas ignições em áreas de montanha é dezenas ou centenas de vezes maior do que a das áreas costeiras.

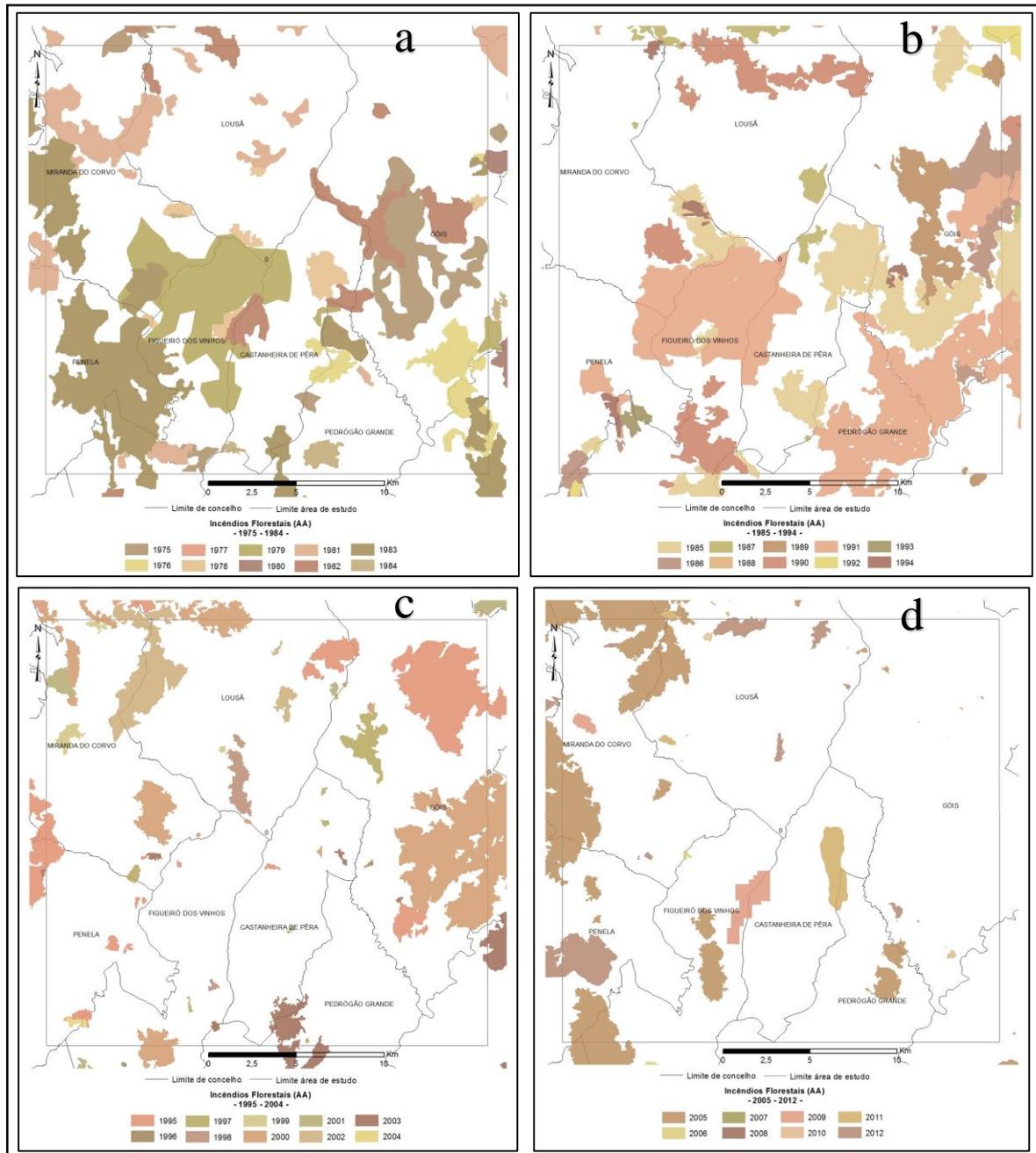


Fig. 21 - Mapa da área ardida de 1975-2012.
a-) Área ardida de 1975 – 1984; b-) Área ardida de 1985 – 1994;
c-) Área ardida de 1995 – 2004; a-) Área ardida de 2005 – 2012;
Fonte dos dados: Área ardida 1975 a 1989 OLIVEIRA, S. L. J. (2008); 1990 a 2012 ICNF.

Um outro aspeto que podemos destacar prende-se com a recorrência dos incêndios florestais. A localização das áreas ardidas demonstra uma sobreposição de camadas (layers) que nos indica que um número significativo de incêndios florestais reincidiram sobre o mesmo local, em anos diferentes. Esta situação está mais relacionada com o uso do solo e os modos de vida.

De facto, as diferenças existentes entre os espaços urbanizados, com a proximidade de infraestruturas e aglomerados populacionais, bem como de áreas agrícolas circundantes, e os espaços florestais mais afastados é flagrante, no que à recorrência e dimensão dos incêndios florestais diz respeito (fig. 22).

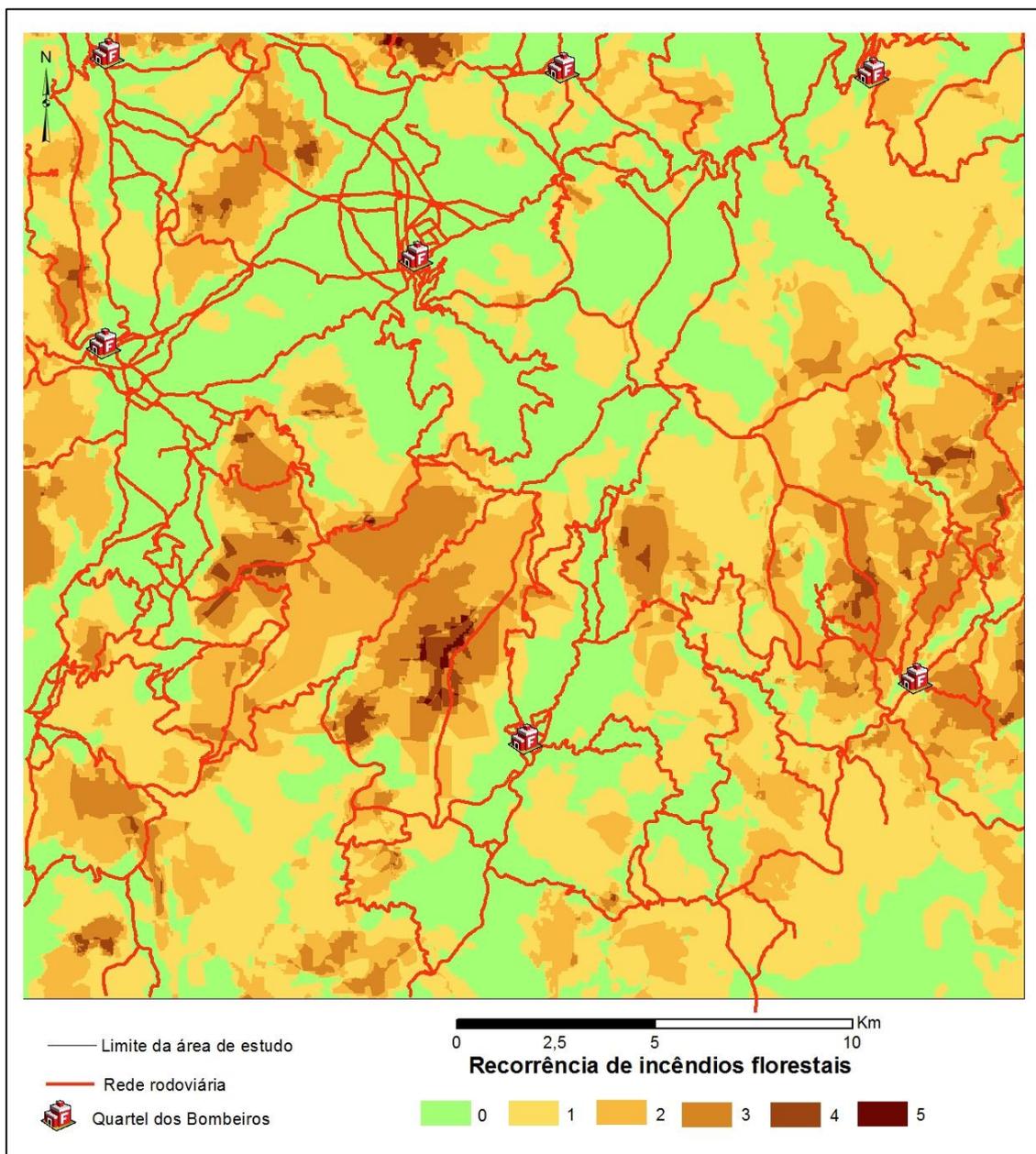


Fig. 22- Mapa de recorrência de incêndios florestais, entre de 1975-2012.
Fonte dos dados: Área ardida 1975 a 1989 OLIVEIRA, S. (2008); de 1990 a 2012 ICNF.

Com efeito, verificámos que na nossa área de estudo existem espaços que, entre 1975 e 2012, já arderam 5 vezes (QUADRO X). Assim, numa análise pormenorizada podemos constatar que cerca de 37% do território nunca foi atingido pelos incêndios florestais. Esta área corresponde “grosso modo” aos espaços habitados ou de infraestruturas que servem de suporte à atividade humana. Por outro lado, as classes de recorrência 1 e 2 afetaram mais de metade do território (54%). As áreas mais críticas (classes de 3, 4 e 5) representam 10% do território percorrido pelo fogo. O valor máximo da recorrência é de 5, o que significa que ao longo de 37 anos (1975 a 2012) estas áreas arderam, em média, de 7 em 7 anos (período de retorno).

QUADRO X – Distribuição das áreas ardidas por classes de recorrência de incêndios florestais.

Recorrência Classes	Km ²	%		
0	224,75	36,67	36,67	36,67
1	210,97	34,42	63,33	53,77
2	118,63	19,35		
3	052,05	8,49		9,57
4	006,14	1,00		
5	000,45	0,07		
Total	612,99	100,00	100,00	100,00

Fonte dados: CAOP 2012; Área ardida 1975 a 1989 OLIVEIRA, S. (2008); de 1990 a 2012 ICNF.

Cruzando a informação espacial, verificámos que em todas as classes de recorrência o uso do solo de “territórios artificializados” (+/- urbanos) e “zonas de corpos de água” foram aquelas que menos arderam em todas as classes de recorrência (QUADRO XI).

Assim, na análise por classes verificamos que.

- Classe 0 - nunca ardeu. Corresponde a áreas agrícolas e agro-florestais (estas porque são espaços ainda cuidados, trabalhados) e a florestas mistas localizadas nas cotas mais baixas;
- Classe 1 - a floresta ardeu uma única vez. Diz respeito não só às florestas de resinosas, aquelas que mais arderam (27%), mas também às florestas abertas, cortes e novas plantações, cuja área ardida se aproximou (25%).
- Classes 2 e 3 - a floresta ardeu duas ou três vezes. Os valores mais altos correspondem a florestas abertas, cortes e novas plantações, respetivamente com 44% e 45%,
- Classes 4 e 5- o espaço florestal ardeu quatro ou cinco vezes. Os valores mais elevados, algo distantes em relação aos dos outros tipos de solos, respeitam a florestas abertas, cortes e novas plantações com 59% e 67% respetivamente. Assim, à medida que aumenta a recorrência, aumenta também a relevância do uso do solo ocupado por florestas abertas, cortes e novas plantações, ou seja, este uso do solo é o mais crítico!

QUADRO XI – Área ardida, por classes de recorrência dos incêndios florestais e por tipos de uso do solo.

Uso do Solo	Classes de Recorrência											
	0		1		2		3		4		5	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Áreas agrícolas e agro-florestais	5,679	25,27	0,920	4,36	0,11	0,90	0,015	0,29	0,001	0,13	0	0,00
Florestas abertas, cortes e novas plantações	2,779	12,37	5,292	25,09	5,22	44,00	2,341	44,98	0,364	59,23	0,030	67,82
Florestas de folhosas	1,507	6,71	3,441	16,31	2,83	23,84	0,880	16,92	0,043	6,96	0,005	10,57
Florestas de resinosas	5,192	23,10	5,701	27,03	1,11	9,37	0,235	4,52	0,002	0,34	0	0,00
Florestas mistas	5,658	25,18	4,374	20,73	1,43	12,02	0,794	15,25	0,114	18,54	0,006	12,30
Matos	0,617	2,75	1,150	5,45	1,13	9,53	0,934	17,94	0,091	14,81	0,004	9,31
Territórios artificializados	0,749	3,33	0,042	0,20	0,01	0,07	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Zonas e Corpos de água	0,293	1,30	0,176	0,83	0,03	0,26	0,005	0,10	0,000	0,00	0,000	0,00
	22,473	100,00	21,096	100,00	11,86	100,00	5,20	100,00	0,614	100,00	0,045	100,00

Fonte dados: CAOP 2012; Área ardida 1975 a 1989 OLIVEIRA, S. (2008); de 1990 a 2012 ICNF; Corine Land Cover 2006

Deste modo, a dimensão da área ardida que resulta de uma ignição está associada não só às condições climáticas mas também às condicionantes geográficas em que ocorre, nomeadamente a ocupação do solo, pelo que se torna crucial a modelação espacial da sinuosidade rodoviária, nas áreas de montanha, já que ela irá permitir delinear a área de cobertura ideal para cada quartel de bombeiros desenvolver o seu ATI, efetuando eventuais ajustamentos às atuais áreas de atuação “própria”. Com efeito, a identificação das áreas críticas, para onde pode ser feito o destacamento de meios terrestres de combate, colocando-os em locais estratégicos de pré-posicionamento, é fundamental para uma resposta atempada e conseqüente extinção dos focos de incêndio nascentes visando a redução da dimensão das áreas ardidas.

Capítulo II

O Socorro em Portugal. O caso particular dos incêndios florestais

"BOMBEIRO"

Altas horas da madrugada
A sirene faz-se ouvir
Ela grita alarmada
Para o bombeiro acudir

Para o quartel se apressa
Sem saber o seu destino
De momento, nada lhe interessa
O fogo é o seu caminho

Chegado ao incêndio
O reconhecimento ele faz
Mandando avançar
Os meios que acha eficaz
[...]

Rui Martins (escrito a 26 de agosto de 1986)

Fonte: <http://ruimartins.blog.pt/187361/>

Segurança, proteção civil, socorro e gestão de crises têm assumido grande importância na sociedade moderna, pelo que se procura uma resposta mais rápida e eficaz a todo um conjunto de riscos naturais ou antrópicos que possam afetar a qualidade de vida das populações, independente dos danos ou frequência com que possam ocorrer (A. AMARO, 2009).

Assim, as catástrofes geraram uma demanda científica crescente por questões relacionadas como os riscos e a gestão de crises e, conseqüentemente, pela procura de serviços de proteção e socorro que tendem a ser especializados nas suas diversas modalidades, onde se requer e, cada vez mais, se exige uma resposta de excelência em todo o seu desempenho.

No caso português, os incêndios florestais são o risco que mais máis recordações traz junto das populações, quer pela sua gravidade e dimensão, quer porque ocorrer com relativa frequência.

Os incêndios florestais de 2003 e 2005 puseram a nu as deficiências do sistema de prevenção e socorro. Foram então suscitadas sérias interrogações ao nível político e social quanto à adequação da Organização de Proteção Civil e sobretudo do seu principal agente, os corpos de bombeiros, de matriz predominantemente voluntária, para assegurar em tempo útil e em situação de emergência uma resposta de socorro bem articulada para a proteção de pessoas e bens (A. AMARO, 2009).

Desde que o Homem descobriu o fogo, primeiro aprendeu como manuseá-lo, depois tratou de descobrir estratégias de como apagá-lo! Ao longo da nossa história para apagar o fogo vários impérios, reinos e governos, atribuíram essa competência específica a uma equipa restrita de homens, hoje em dia, conhecidos como bombeiros.

De facto, *“neste quadro de ameaças à segurança humana em sociedades com um elevado grau de complexidade e risco, como a nossa, os Corpos de Bombeiros profissionais, mistos, ou voluntários constituem, entre nós, a base da resposta para o socorro das populações e salvaguarda do património, ao nível local, distrital ou nacional”* (A. AMARO, 2009).

No preâmbulo do Decreto-Lei n.º 247/2007, de 27 de Junho, designado por Regime Jurídico dos Corpos de Bombeiros, é claramente referido que *“em Portugal, o socorro às populações assenta nos corpos de bombeiros e assim continuará a ser mesmo que, entretanto, se tenham criado brigadas de sapadores ou o grupo de intervenção de protecção e socorro que colaboram no âmbito da primeira intervenção em incêndios florestais, ou se venham a formar mais agentes e constituam outras forças.*

Os corpos de bombeiros profissionais, mistos ou voluntários são, portanto, a base para uma resposta a nível local e, articuladamente sob um comando único, ao nível distrital e nacional”. A. CRUZ, 2007 in A. AMARO 2009) refere que *“a componente operacional do sistema são os bombeiros voluntários, são a espinha dorsal. Eles cumprem mais de 90% das missões de protecção civil e tendem a ser profissionais na sua acção”*.

O combate aos incêndios, ou melhor, o socorro, termo utilizado hoje-em-dia, assenta quase exclusivamente num agente de proteção civil, os bombeiros, sobrecarregando os seus vários domínios de ação. Daí que o nosso estudo recaia unicamente sobre este agente.

2.1. Evolução histórica e legislativa

Numa análise etimológica da palavra “bombeiro” deriva de bomba mais o sufixo eiro. Bomba (pelo fr. *Pompe* ou pelo it. *Pompa*) significa aparelho hidráulico de bombagem, por sua vez o sufixo “eiro” por um lado provém da palavra artilheiro, por outro lado significa arte ou profissão (R. FREITAS *et al.*, 2010).

Analisando alguma bibliografia, é possível encontrar algumas definições de bombeiro que, por muito que derivem nos termos ou na data de edição, mantêm a nível do enquadramento teórico uma base comum, como podemos ver numa breve síntese:

- “*Pessoas que têm por missão extinguir os incêndios (com bomba segundo a raiz do termo) e que, por extensão, acorrem a todos os acidentes que ponham em risco vidas e haveres.*”

(Enciclopédia Verbo Luso-Brasileira da Cultura, 1998).

- “*Pessoa que faz parte de um corpo organizado de combate a incêndios; o que trabalha com bombas de incêndios*“ [...] “*Soldado encarregue de fazer tiros de bomba.*”

(Dicionário de Língua Portuguesa Contemporânea das Ciências de Lisboa, 2001).

- “*Membro de corporação que se destina a prestar socorro em casos de incêndio ou de sinistro; soldado da paz, soldado do fogo.*”

(Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, 2003).

- “*Indivíduo que, integrado de forma profissional ou voluntária num corpo de bombeiros, tem por atividade cumprir as missões deste, nomeadamente a proteção de vidas humanas e bens em perigo, mediante a prevenção e extinção de incêndios, o socorro de feridos, doentes ou náufragos, e a prestação de outros serviços previstos nos regulamentos internos e demais legislação aplicável*”.

(Decreto-Lei n.º 241/2007, de 21 de Junho, alterado pela Lei n.º 48/2009 de 4 de Agosto).

Graças a alguns escritos legados pelos historiados romanos Publico Cornélio e Tito Lívio ficamos a saber a existência, desde a antiguidade, de serviços organizados contra incêndios. Durante o período da república romana (509-27 A.C) já existia um serviço minimamente organizado, uma guarda noturna, composta por escravos, destinada a prevenir os males dos incêndios, a “*Familia Publica*”. Os membros da “*Familia Publica*”, depois chamados de “*ediles incendiorum extinguedorum*”, estavam obrigados a quedar-se junto dos edifícios dando o alarme logo que avistassem qualquer sinal de fogo (José NETO, 2001).

No ano VI da nossa era, o Imperador Augusto, alarmado sobre a problemática dos incêndios, efetuou como que uma reestruturação dos serviços públicos de Roma e reorganiza totalmente o “*Corpo de Vigiles*” aumentando o seu número para 7.000 homens, divide a cidade de Roma em sete áreas diferentes, ficando responsável por cada uma delas uma “*cohorta*” de mil *Vigiles*. (J. NETO, 2001).

Face à problemática crescente dos incêndios florestais os *Vigiles* usufruíam de estatuto social elevado já que desfrutavam da admiração nutrida pelo próprio imperador,

bem como estavam alojados em excelentes quartéis (*Excunitoria*), dotados com banhos e ginásio para preparação e recuperação física (J. NETO, 2001).

Competindo aos *Vigiles* prevenir os incêndios florestais, através da vigilância ou ronda, e combatê-los, tinham o direito de entrar em qualquer residência ou local em que suspeitassem existir fogo (J. NETO, 2001).

Já na Roma antiga se sentiu a necessidade de formar equipas específicas para a prevenção e combate aos incêndios, estrategicamente dividindo o território e atribuindo a responsabilidade de prevenir e extinguir focos de incêndios de cada uma dessas áreas à força destacada. Para isso aumentou-se o número de homens, deu-se-lhes um bom estatuto social e remuneração compatível, bem como, condições para preparação física e repouso, aumentando assim a prontidão de resposta.

A organização destas forças de combate foram evoluindo ao logo dos séculos e com ela as estratégias de prevenção e de combate, embora de forma menos expressiva. Na Europa foram-se registando algumas evoluções no combate aos incêndios. Em Inglaterra, em 1066, o Rei Guilherme, o Conquistador, introduziu medidas de prevenção contra os incêndios como o “*Curfew Bell*” (o toque do sino para recolher). Em França, mais propriamente em Paris, o Rei Luís IX instituiu a “*Guêt Royal*” (Ronda Real) para vigiar a cidade.

Em Portugal o Rei D. Fernando (1367-1383) ficou com um lugar de destaque no que concerne á história dos bombeiros portugueses devido às medidas tomadas, designadamente na Carta Régia de 12 de Setembro de 1383, onde se fala pela primeira vez da segurança dos cidadãos. Para tal, e à semelhança a outros países da Europa, foram nomeados quadrilheiros a quem competia zelar pela segurança das populações (J. NETO, 2001).

Mas foi com o rei D. João I, Mestre de Aviz (1385 - 1433), que nasceu o belo documento que hoje admiramos e que nos permite classificá-lo como o primeiro entre os que, de alguma forma, puseram à disposição do país serviços organizados de prevenção e combate ao flagelo dos incêndios. Nele instituiu que os calafates, os carpinteiros e as mulheres, munidos dos seus machados e cântaros ou potes acudissem aos fogos (R. SILVA, 1999 e J. NETO, 2001).

Segundo o Decreto-Lei n.º 159/2008, de 8 de Agosto, o serviço público florestal existe, em Portugal, como entidade autónoma, desde 1824, ano em que é criada a Administração Florestal das Matas do Reino, que em 1886, daria lugar aos Serviços Florestais do Ministério da Agricultura. Por isso, cuidar da floresta e do bravio é uma profissão antiga. Os profissionais que cuidavam da exploração da caça e da madeira entre o século XIII e o princípio do séc. XIX, eram chamados Monteiros das matas do reino. Os Monteiros entendiam as matas como habitat da fauna cinegética e como produtoras de lenha, madeira e frutos, pelo que as vigiavam e mantinham a ordem nos territórios sobre a sua responsabilidade. O reino Português, desde os tempos de antanho, tinha homens, florestais, que cuidavam da floresta. Não só da exploração da madeira mas também da prevenção e combate aos incêndios florestais. Eram conhecedores do seu território, quais agentes locais, já que neles trabalhavam e cuidavam, bem como, no caso de combate a incêndios florestais dominavam várias técnicas de combate, com recurso a vários meios manuais como a enxada a técnicas mais evoluídas como o contra-fogo.

Só mais tarde no terceiro quartel do século XIX, mais concretamente em 1868, é que surge o associativismo em Portugal, quando é criada em Lisboa a Companhia de Voluntários Bombeiros, transformada em 1880 na Associação de Bombeiros Voluntários de Lisboa (J. MENDES, 1999).

O sucesso do associativismo na segunda metade do século XIX deveu-se ao forte desenvolvimento socioeconómico e crescimento demográfico que fizeram aparecer novas necessidades que o Estado, a seu tempo, não estava em condições de as satisfazer. Viviam-se tempos prósperos mas longe do “*Welfare state*” devido às lacunas que o Estado não conseguia resolver o que levou o Homem a associar-se para constituir diversos tipos de organizações para suprimir essas lacunas. (J. MENDES, 1999).

J. NOGUEIRA (1823-1858) foi um grande apologista da associação, em 1851 declara que “*Quisera que a associação, origem de maravilhas, se estendesse a todas as classes da sociedade e principalmente àqueles que vivem do seu salário*”. Em 1855 acrescentou “*Queremos a associação e dela esperamos profícuos resultados para todas as classes, e mui principalmente para as operárias – mas queremos-la livre, espontânea, nascida das conveniências individuais, e não das precisões da lei ou dos rigores do sistema*”.

No século XIX deu-se a expansão do associativismo nos bombeiros. Nos primeiros dez anos do século XX esta expansão continuou, tendo-se fundado 21 associações e, entre 1910 e 1929, foram criadas 95 associações de bombeiros voluntários, 2 corpos de bombeiros municipais e 1 corpo de bombeiros privativo (SANTOS, 1995 *in* AMARO, 2009). Nos anos 40 do século XX foram construídos de raiz os primeiros quartéis com instalações mais adequadas à missão dos bombeiros (BRANCO, 1995 *in* AMARO, 2009).

Em finais do século XX, a história dos bombeiros portugueses continuou a enriquecer, em 1995 estavam em funcionamento 426 associações e 46 corpos de bombeiros; os recursos humanos, nas diversas categorias e funções, ascendiam a 51.844 elementos dispendo de um total de 7.663 veículos, de diversa natureza (J. MENDES, 1999).

Contudo, um dos aspetos negativos deste associativismo livre, que hoje se faz sentir, é como conseguir organizar estas forças de combate que se dispersaram por todo o território, garantindo harmonia entre elas e um matriz comum de procedimentos, com planos prévios de intervenção, de modo a assegurar uma operacionalidade eficiente destas forças.

O Decreto-Lei n.º 35857, de 11 de Setembro de 1946, que criava o Conselho Nacional do Serviço de Incêndios, ao qual competia, entre outras incumbências, “*fomentar a criação de corpos de bombeiros nas localidades onde se tornam necessários e indicar aos corpos existentes os serviços que mais convenha estabelecer*” (SANTOS, 1995: 32 *in* A. AMARO, 2009).

O ano de 1981 marca uma importante viragem no que concerne ao combate aos incêndios Florestais. Até então a responsabilidade sobre o ordenamento destes espaços florestais, a prevenção e o combate aos incêndios florestais estava entregue aos Serviços Florestais. Contudo, com a publicação do **Decreto Regulamentar n.º 55/81**, de 18 de Dezembro, esta situação modificou-se, dividindo e clarificando competências. Os Serviços Florestais passam a ser responsáveis pela prevenção e deteção, os Corpos de Bombeiros

pelo combate e rescaldo dos incêndios florestais e, os Municípios, assumiram a responsabilidade da proteção civil municipal e da dinamização das Comissões Municipais Especializadas de Fogos Florestais (L. LOURENÇO, 2006).

O referido Decreto Regulamentar veio assim consagrar aos corpos de bombeiros, pela primeira vez, a responsabilidade do combate aos incêndios florestais, o que não quer dizer que até aqui, em alguns casos, eles não ajudassem no combate aos incêndios florestais, ou seja, é a partir da publicação deste decreto que, em termos legislativos, a responsabilidade do combate a incêndios florestais é incumbida aos corpos de bombeiros.

Contudo esta passagem de testemunho, com mais de 100 anos de história com conhecimentos e prática acumulada e testada pelos Serviços Florestais, não foi devidamente planeada, acautelada, para uma incorporação faseada de tais conhecimentos pelas Corporações de Bombeiros. Os Bombeiros inicialmente estavam mais vocacionados para o combate aos incêndios urbanos, pelo que não possuíam conhecimentos sobre o combate em áreas de montanha e floresta pelo que faziam um uso excessivo e sistemático do combate com água como a única forma de extinguir um incêndio (BENTO-GONÇALVES, 2011).

Este cenário veio provocar um corte radical na organização e atividades dos corpos de bombeiros, posto que os meios humanos não tinham formação ajustada às respetivas missões de combate na floresta nem tinham os meios de combate adequados.

Além disso, salvo raras exceções, subsistia ainda o isolamento operacional entre os vários corpos de bombeiros. Ainda não tinha sido criada uma estrutura orgânica unificante, globalizante, de escala nacional, que regulasse e produzisse, a nível operacional, normas e procedimentos de natureza operacional conjunta (SANTOS, 1995 *in* A. AMARO, 2009).

Instalou-se a confusão nas Corporações de Bombeiros.

Depois de instaurada a anarquia, foram várias as tentativas para reorganizar as forças e criar um sistema operacional eficaz que garantisse uma harmonia entre as diversas forças e agentes, que pudesse resultar numa intervenção eficaz em termos de proteção civil.

Com efeito, em 1975, com o Decreto-Lei n.º 78/75, de 22 de fevereiro, tinha sido criado o **Serviço Nacional de Proteção Civil** (SNPC), após a extinção, em 1974, da Defesa Civil do Território.

Cinco anos passados, a Lei n.º 10/79 criou o **Serviço Nacional de Bombeiros**, (SNB), o que deu um carácter bicéfalo à organização, a Proteção Civil por um lado e os Bombeiros, com os incêndios florestais, por outro lado, além de que os incêndios florestais também estavam sob a alçada da Comissão Especializada de Fogos Florestais (CNEFF), criada através da Resolução do Conselho de Ministros, de 23 de Abril de 1987.

Com o objetivo de reunir estes três Organismos, foi criado o **Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil** (SNBPC), através do Decreto-Lei n.º 49/2003, de 25 de Março. No entanto, esta não era a solução mais indicada, pelo que volvidos quatro anos, com a publicação do Decreto-Lei n.º 75/2007, de 29 de Março de 2007, foi criada a **Autoridade Nacional de Proteção Civil** (ANPC) que substituiu o SNBPC (fig. 23).

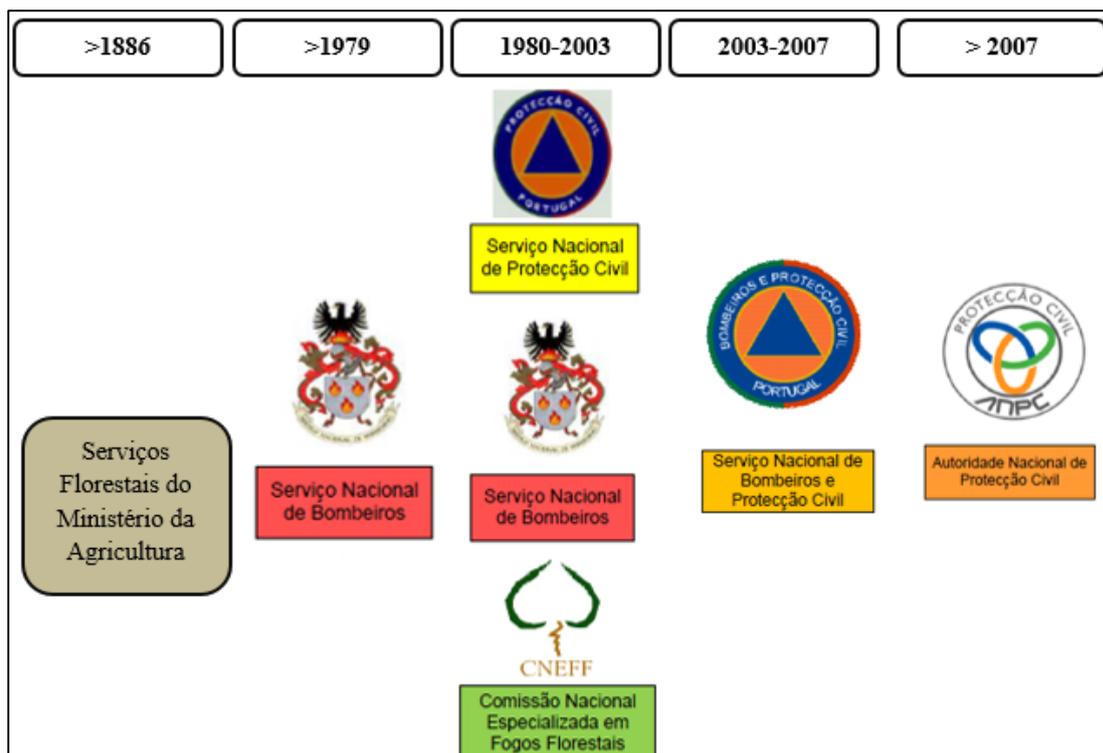


Fig. 23 – Evolução institucional da organização do socorro em Portugal.
 Fonte: Adaptado de A. AMARO, 2009.

As ações de proteção civil integram, obrigatoriamente, agentes e serviços que advêm de organismos do Estado, das Regiões Autónomas, das Autarquias Locais, de organizações não-governamentais, entre outras. Ao longo dos últimos 15 anos coube ao Serviço Nacional de Proteção Civil, primeiro, e ao Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil, depois, a direção de grande parte das operações de proteção e socorro e o comando em teatro de operações.

Hoje, com o **Decreto-Lei 134/2006, de 25 de Julho** que criou **Sistema Integrado de Operações e Socorro (SIOPS)**, as ações de socorro são integradas numa operação de proteção civil que pode envolver agentes e serviços que advêm dos diferentes organismos do Estado, das diferentes regiões, das autarquias locais e das organizações não governamentais, entre outros. Este Decreto-Lei determinou “*um conjunto de estruturas, normas e procedimentos de natureza permanente e conjuntural que assegurem que todos os agentes de proteção civil atuam, no plano operacional, articuladamente sob um comando único, sem prejuízo da respetiva dependência hierárquica e funcional*”.

Esta resenha história mostra que o combate aos incêndios florestais era da responsabilidade dos Serviços Florestais do Ministério da Agricultura que, com uma experiência secular, tinham uma primeira intervenção eficaz, debelando facilmente os focos de fogo nascentes. Havia as Circunscrições Florestais por Regiões que estavam divididas por Administrações Florestais, estas por sua vez segmentadas em Perímetros Florestais e estes divididos em Cantões. Cada Cantão estava sobre a responsabilidade de um Guarda-Florestal que fiscalizava as diversas ações sobre o território, tinha ao seu encargo Mestres e técnicos florestais e outros que trabalhavam e cuidavam da terra (jornaleiros), bem como, na deteção de fogos que quando avistados era acionada uma força específica de combate ao incêndio que já se encontrava nesse cantão, bem como, os

meios de combate, e caso não conseguisse extinguir o incêndio o Guarda-Florestal tinha autonomia para contratar jornalheiros para ajudarem no combate.

Mais tarde, o Estado decidiu inculcar a estes a responsabilidade do combate aos incêndios florestais aos Bombeiros. Força que não estava estruturalmente organizada, nem dotada de meios e técnicas para o combate a incêndios florestais em áreas de montanha, já que estes como nasceram para resolver lacunas da comunidade local estavam mais vocacionados para o combate aos incêndios, maioritariamente urbanos, mas que viram os seus domínios de atuação crescerem, hoje, condensado numa palavra, sobre a terminologia de **socorro**.

Entenda-se **socorro** em termos da legislação em vigor, como:

“a actividade de carácter de emergência, de socorro às populações, desenvolvido em caso de incêndios, inundações e de um modo geral, em caso de acidentes, de socorro a náufragos, de buscas subaquáticas e de urgência pré-hospitalar” (Portaria n.º 571/2008, de 3 de Julho);

Quem ainda não estava dotado com pessoal técnico qualificado, viu os seus domínios de atuação aumentarem, o que proporcionou ainda mais confusão num sistema já de si baralhado com as constantes alterações a nível organizativo das forças de combate, o que tem contribuído para o aumento das áreas ardidas, exemplo disso são os anos de 2003 e de 2005, em que ficou visível que o sistema de socorro (do ainda **SNPC**) não funcionou (A. AMARO, 2009) porque, operacionalmente, as estratégias não decorreram conforme delineadas e planeadas no papel. Portugal não estava preparado para o sucedido.

Após estas duas vagas de incêndios, 2003 e 2005 em que ardem mais de 750.000 hectares no país, tornou-se evidente a falta de articulação, não só entre as forças de combate, mas também no relacionamento funcional entre o Planeamento Florestal, nacional e regional, e o Sistema de Gestão Territorial, da escala nacional ao município.

A partir deste marco foram várias as alterações às leis orgânicas de proteção civil, política florestal, ordenamento do território e a conseqüente produção dos respetivos Decretos-Lei, dos quais destacámos as mais relevantes para o presente estudo.

À escala sectorial e florestal, a Estratégia Nacional para as Florestas (ENF, Resolução do Conselho de Ministros 114/2006, de 15 de Setembro) aponta para a *“minimização dos riscos de incêndios”* como primeira linha de ação. O Decreto-Lei n.º 204/99 de 9 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 16/2009, de 14 de Janeiro, define a elaboração dos Planos Regionais de Ordenamento Florestal, que devem contemplar uma caracterização do espaço que integra a avaliação da *“fragilidade face ao risco e perigo de incêndio”*, de modo a permitir a *“definição de áreas críticas”*.

Por sua vez, o Relatório do Programa Nacional de Políticas de Ordenamento do Território (PNPOT, 2006 e Lei 58/2007, retificada pela 80-A/2007 de 7 de Setembro), salienta a importância dos incêndios florestais na lista dos 24 problemas para o ordenamento do território.

Perante a constante destruição de hectares da floresta portuguesa principalmente pelos incêndios florestais, foi preparado um **Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios** (PNDFCI), publicado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 65/2006, de 26 de Maio, com o intuito de estabelecer uma estratégia que visa a definição de ações e de objetivos a prazo que possam diminuir a destruição da floresta Portuguesa.

O PNDFCI está organizado de forma hierárquica por intermédio de três tipos de planos, desde o âmbito Nacional, ao Plano Distrital de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PDDFCI) e ao Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI).

O Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios tem por base cinco eixos estratégicos de atuação (Resolução do Conselho de Ministros n.º 65/2006, de 26 de Maio: 3513):

- I. *aumento da resiliência do território aos incêndios florestais;*
- II. *redução da incidência de incêndios;***
- III. *melhoria da eficácia do ataque e da gestão dos incêndios;***
- IV. *recuperar e reabilitar os ecossistemas;*
- V. *adaptação de uma estrutura orgânica e funcional eficaz.*

O PNDFCI é realizado para dois períodos temporais, foram definidos objetivos diferentes para cada um desses períodos:

- 1) Entre 2006 e 2012, pretende-se reduzir para menos de 150 o número de incêndios com duração superior a 24h e reduzir a área ardida a menos de 100 mil hectares por ano;
- 2) Entre o período 2012-2018, os objetivos propostos são reduzir a área ardida anual a 0,8% da superfície florestal constituída por povoamentos, reduzir para menos de 75% o número de incêndios ativos com duração superior a 24h e diminuir para menos de 0,5% o número de reacendimentos.

O presente trabalho como assenta na redução das áreas ardidas visa contribuir para a execução o eixo III, principalmente na sua primeira parte “*melhoria da eficácia do ataque (...)*”, e do eixo II “*redução da incidência de incêndios*”.

O segundo eixo, redução das incidências dos incêndios, assenta em medidas de sensibilização e educação das populações, na capacidade de dissuasão e fiscalização e melhoria do conhecimento das causas dos incêndios. De um modo geral podemos dizer que vê a diminuição das áreas ardidas pela diminuição das ocorrências.

Por sua vez a execução do terceiro eixo é mais complexa. É necessário a definição de ações que visam a “*articulação dos sistemas de vigilância e deteção com os meios de primeira intervenção*” onde “*a melhoria das comunicações*” entre todos os agentes de proteção civil é fundamental para reduzir o tempo que media entre a deteção e o alarme, bem como para “*o reforço da capacidade de primeira intervenção*”, onde fatores como a mobilidade, acessibilidade, rapidez de intervenção e capacidade de água devidamente ajustados ao risco, são cruciais para o sucesso da primeira intervenção.

É crucial conhecer o território e todas as suas condicionantes de modo a melhoramos “*a previsão*” e deste modo produzir todo um conjunto de material de “*apoio à decisão*” - quanto mais próximos os agentes de proteção civil estiverem das ignições mais fácil será a extinção do foco de incêndio. Assim, é necessária “*a melhoria dos meios de planeamento*”, quer dos recursos humanos quer dos meios de combate disponíveis de modo a assegurar uma primeira intervenção atempada pelo menos onde a capacidade de propagação dos incêndios será mais veloz, mais destrutiva.

O fracasso da primeira intervenção traduz-se em mais área ardida, pois o incêndio continua ativo, sendo necessário “*o reforço da capacidade do ataque ampliado*”, um ataque mais musculado, com recurso a mais meios humanos, terrestres e aéreos,

coordenados até a extinção do incêndio, onde passa a ser necessário uma “*melhoria da eficácia do rescaldo e vigilância pós-rescaldo*”, e, por fim, “*a melhoria da capacidade logística de suporte à defesa da Floresta Contra Incêndios*”. (Resolução do Conselho de Ministros n.º 65/2006 de 26 de Maio)

A **Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC)** lança anualmente a **Diretiva Operacional Nacional (DON)** que constitui um instrumento de planeamento, organização, coordenação e comando operacional do **Dispositivo Integrado de Operações de Proteção e Socorro (DIOPS)**

De modo a assegurar prontidão de resposta todos os anos o Estado constituiu ou assegura um **Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais (DECIF)** que garanta em permanência, a resposta operacional adequada e articulada, em conformidade com os graus de gravidade e probabilidade de incêndios florestais durante os períodos de perigo considerados, através da contratualização de Equipas de Combate a Incêndios Florestais (ECIN) para assegurarem a primeira intervenção.

O DECIF organiza-se e funciona de forma distinta, quer pela permanência do conjunto de forças, bombeiros (ECIN) e meios, escolhidos e destacados do conjunto das corporações de bombeiros, em conformidade com os fases de risco.

O Decreto de Lei 156/2004, de 30 de Junho, definiu que o período de maior probabilidade de ocorrência de incêndios florestais se centra entre os dias 1 de junho e 30 de setembro e define cinco fases de risco:

- Fase ALFA de 01 janeiro a 14 maio
- Fase BRAVO de 15 maio a 30 junho
- Fase CHARLIE de 01 julho a 30 setembro
- Fase DELTA de 01 outubro a 31 outubro
- Fase ECHO de 01 novembro a 31 dezembro

O estado de prontidão, normal ou de alerta especial, é definido pelo Comandante Nacional de Operações de Socorro.

Apesar da organização do DECIF pretender ser flexível e diferenciada, face à probabilidade ou histórico das ocorrências, previsibilidade de intensidade e suas consequências, bem como do grau necessário de prontidão e mobilização das estruturas, forças e unidades de proteção e socorro, na prática é rigoroso e estático no que concerne ao ataque inicial. A título de exemplo, nos períodos previsíveis de menor perigo de incêndio, onde o dispositivo é reduzido e a prontidão será também mais reduzida, há cada vez mais situações especiais, provenientes de condições meteorológicas adversas, fora de época, que face ao reduzido número de bombeiros e meios contratados acabam por se traduzir em grandes áreas ardidas.

Pelo que seria mais eficaz dar liberdade às próprias corporações de bombeiros de decidirem o destacamento dos meios sempre que as condições climáticas locais e diárias o justifiquem. Tendo Portugal tantos licenciados em área relevantes para a temática dos incêndios Florestais como a Geografia, Engenharia Florestal, Ambiental, etc., não seria proveitoso o Estado dotar as Corporações de Bombeiros com quadros técnico superiores e assim com mão-de-obra qualificada emitir com rigor científico pareceres de destacamento dando também autonomia de decisão ao Comandante do Corpo de Bombeiros. Como refere A. GOMES (1998) “*A valorização dos bombeiros portugueses*”

passa, tal como já acontece na maioria dos países europeus, pela formação de nível superior destinada aos seus quadros”.

A nível dos próprios meios de combate são disponíveis de acordo com as fases de risco, especialmente os meios aéreos. Contudo face às despesas que os meios aéreos acarretam, quer em termos de aluguer quer de operação, será que o país precisa de tantos aparelhos? Será que a distribuição dos meios aéreos é ajustado não só às dimensões do país, mas também às áreas em que o combate terrestre é de difícil operação para os meios terrestres, como são as áreas de montanha e onde por questões demográficas existem menos voluntários e meios nas corporações?

P. RIBEIRO referiu, em 2002, que “*Em Portugal continental existem 444 corpos de bombeiros dos quais 30% estão sediados na franja do Litoral, logo menos sensível à problemática dos incêndios Florestais*”. Por sua vez em 2009 A. AMARO refere a existência de um “*número total de 437 corporações de bombeiros, divididas por 413 Corpos de Bombeiros Voluntários/Associativos, (...)*”(fig. 24).

Tendo em conta este quantitativo de corporações de bombeiros será que justifica o número de meios aéreos? Não será o próprio sistema de combate que se encontra desajustado? ...

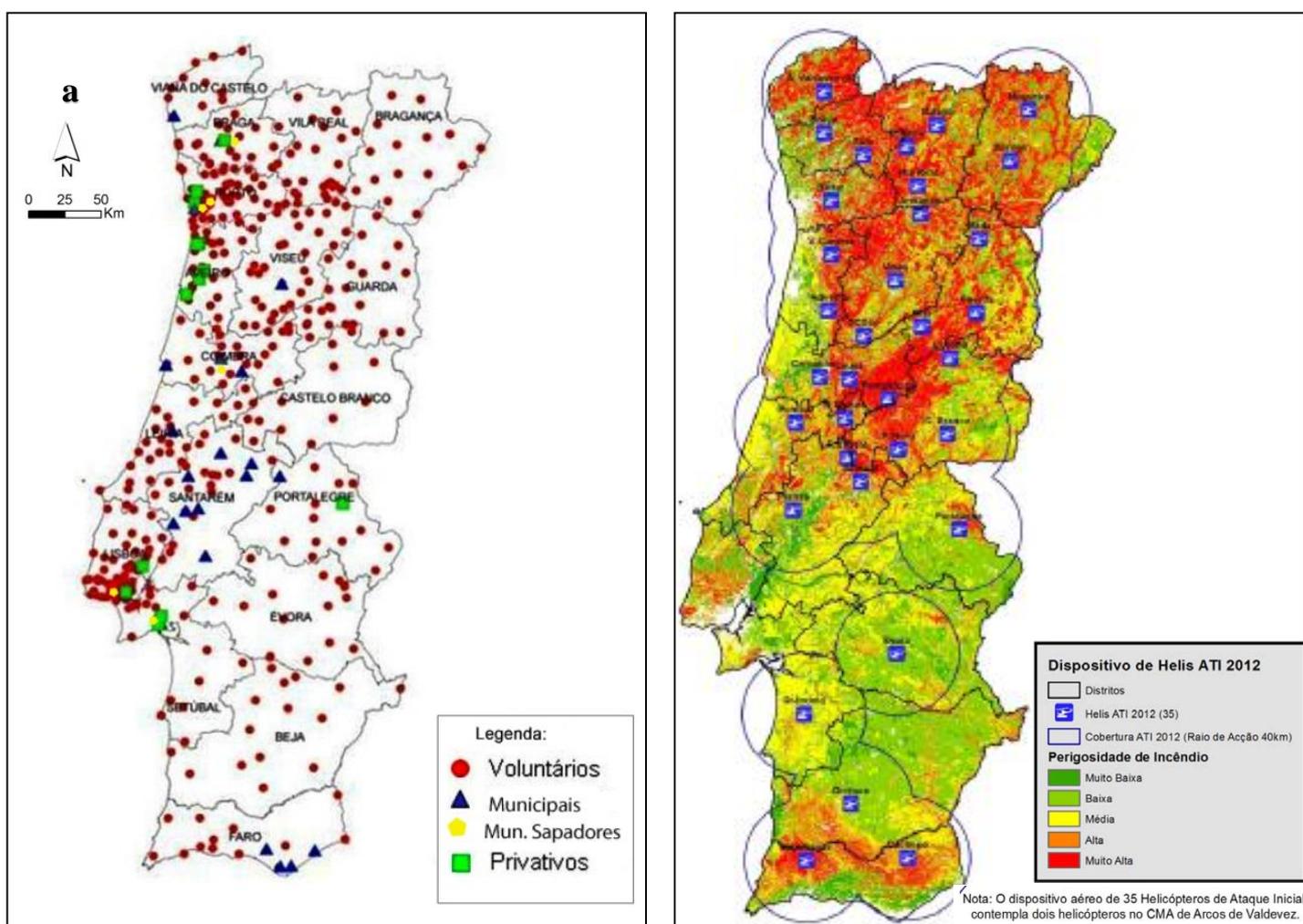


Fig. 24 – Corpos de Bombeiros e meios aéreos existentes em Portugal.

Fonte: A. AMARO, 2009; b -) DON 2012.

Atendendo à sua dimensão e população, Portugal tem uma presença muito densa de Corpos de Bombeiros, embora mal distribuídos, bombeiros estes já testados e experientes, não seria mais proveitoso em termos de eficácia e menos oneroso o destacamento dos meios de combate do que o recurso exaustivo aos meios aéreos. Com tremendo capital humano, testado, seria “genocídio” o não aproveitamento, desta mão-de-obra minimamente qualificada, para a sua diversificação e profissionalização, “*se mil gritos não fazem uma razão, há aqui razões que valem mil gritos*” (A. AMARO, 2000).

2.2. Os Quartéis dos Bombeiros, localização e seus meios humanos e mecânicos.

O registo do termo "quartel" aparece no final século XVIII e inícios do século XIX. Antes o império romano denominava os quartéis de bombeiros de “*Excunitoria*” (J. NETO, 2001), posteriormente face à evolução dos próprios meios de combate passou a utilizar-se a expressão “*casa da bomba*”, que identificava o local em determinado lugar, aldeia, vila ou cidade, onde era guardada primorosamente a bomba manual de combate a incêndios.

Com a expansão do serviço de incêndios e à medida que se foi intensificando a sua organização, quer do ponto de vista estrutural, quer operacional, acarretou uma transformação das características dos próprios quartéis de bombeiros. Durante muito tempo estes quartéis funcionaram em espaços que eram doados aos bombeiros e ou adaptados para o efeito, com as insuficiências operacionais típicas de infraestruturas desajustadas devido à sua conceção, que eram denominados de “*estação*”.

Com o tempo esta lacuna foi ultrapassada com a construção de edifícios de raiz. Na sua maioria apresentando condições modestas, vulgarmente designadas de “*corporações da província*”, mas que se tornaram pontos de referência, sendo interiorizados pelas populações como algo muito seu, consequência lógica do movimento associativo da sociedade civil que presidiu à fundação das instituições, passando hoje em dia a ser aplicado o vocábulo “*quartel*” ou “*templos de paz*”, conforme, um dia, alguém se lembrou de qualificar os quartéis de bombeiros.

A fundação e distribuição geográfica dos Corpos de Bombeiros obedeceu inicialmente à ação esforçada de pessoas unidas por interesses e ideais comuns, das próprias comunidades locais, ou de algum nobre, com a finalidade de acautelar essas populações do concelho ou da área abrangente do local de residência. Segurança que lhes é devida e constitucionalmente garantida pelo Estado, mas que assume a forma de voluntariado dado por essas mesmas Associações.

Posteriormente passou a haver a intervenção de uma ou outra Câmara Municipal por pressão dos responsáveis superiores dos bombeiros nos concelhos onde não havia corpos de bombeiros (G. MOURA, 2007 in A. AMARO 2009).

O sucesso destas associações traduziu-se numa acelerada multiplicação de Corpos de Bombeiros (Associações Humanitárias), embora nunca tenha havido uma definição de critérios rigorosos ou a elaboração de uma estratégia nacional, a diversas escalas, para uma distribuição geográfica dos quartéis dos bombeiros de uma forma coerente e cuidada, de

modo a que a localização dos mesmos possibilitasse uma operacionalidade eficaz nos seus vários domínios.

Com o alargamento da missão dos bombeiros a outras áreas, os respetivos quartéis passaram também a assumir maior importância social, tornando-se cada vez mais presentes na vida das comunidades. Assim veio a acontecer, por exemplo, com a disponibilização do serviço de auto-maca e a instalação de postos de socorros. E, de modo reforçado, a partir do momento em que, a título complementar, procurando suprir necessidades de âmbito local, passaram a acolher postos de telefone público, salões de festas, bibliotecas e infraestruturas desportivas, entre outras vertentes de valorização moral e intelectual das populações, contribuindo para uma inquestionável melhoria da qualidade de vida das comunidades. Lacunas que o Estado demorava em dar resposta, mas que conduziram a um rápido crescimento do associativismo nas suas várias vertentes, com real destaque na área da proteção civil, no caso particular das áreas de montanha.

As associações de bombeiros proliferaram por todo o território nacional mas sem qualquer contacto entre elas, elas ganhavam vida devido a determinadas lacunas específicas de cada local. Não existia uma estratégia nacional. Como disse J. NOGUEIRA “*Queremos a associação (...) mas queremos-la livre, espontânea, nascida das conveniências individuais, e não das precisões da lei ou dos rigores do sistema.*” Embora o autor se estivesse a referir a várias formas de associação, mas no que concerne aos corpos de bombeiros esta livre associação sem uma estratégia, no nosso entender descentralizada, com uma visão de operacionalidade intermunicipal, mas antes “*nascida das conveniências individuais*” levou a que estas fossem desajustadas às características específicas de cada local, mas pelo contrário eram as dificuldades vivenciadas que faziam nascer as associações embora sem uma perspectiva futura e sem uma análise mais global do território, apenas era tido em conta, na maioria dos casos, a envolvimento da área de residência.

Se, numa primeira fase, tínhamos os meios humanos e mecânicos no local, os quartéis dos bombeiros (*Excunitoria*) localizam-se, desde os tempos de antanho, dentro das muralhas (“*Familia Publica*”, “*Corpo de Vigiles*”, “*Guêt Royal*” e os “*Florestais*”). De igual modo, na atualidade, devido ao associativismo sem uma estratégia nacional, eles encontram-se dentro do tecido urbano, consolidado ou não. Por outro lado, antes havia uma descentralização operacional do combate, com grande autonomia, e agora temos as forças e os meios longe das manchas florestais e num sistema operacional centralizado, pouco autónomo e com duas estruturas pesadas aos diversos níveis hierárquicos, organização política versus organização operacional.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 241/2007, de 21 de Junho, alterado pela Lei n.º 48/2009 de 4 de Agosto, deverá entender-se por Corpo de Bombeiros uma “*unidade operacional, oficialmente homologada e tecnicamente organizada, preparada e equipada para o cabal exercício das missões previstas na lei*”.

A Entidade detentora de um Corpo de Bombeiros pode ser uma “*entidade pública ou privada, designadamente o município ou a associação humanitária de bombeiros que cria, detém ou mantém um corpo de bombeiros*”. A cada corporação de bombeiros é atribuída uma Área de Atuação pela qual é responsável pela intervenção.

Na presente área de estudo foram contabilizadas, em 2012, a existência de 8, Corporações de Bombeiros, com duas secções destacadas, contabilizando 10 quartéis, sendo 7 representativos do Comando Distrital de Operações de Socorro (CDOS) de Coimbra e 3 do CDOS de Leiria. Sete são de Associações Humanitárias Voluntárias e apenas um é Municipal. (QUADRO XII)

QUADRO XII - Listagem das corporações de bombeiros dos municípios da serra da Lousã, em 2012.

CDOS de Coimbra		CDOS de Leiria	
Concelho	Corporação	Concelho	Corporação
Miranda do Corvo	AHBV de Miranda do Corvo	Figueiró dos Vinhos	AHBV de Figueiró dos Vinhos
	Destacamento de Semide	Castanheira de Pera	AHBV de Castanheira de Pera
Lousã	CMB da Lousã	Pedrogão Grande	AHBV de Pedrogão Grande
	AHBV de Serpins		
Góis	AHBV de Gois		
	Secção de Alvares		
Penela	AHBV de Penela		

A constituição das diferentes corporações de bombeiros e a implementação dos seus respetivos quartéis, na serra da Lousã, foram realizadas com diferenças temporais devido à necessidade comum de dotar as suas populações com meios de combate a incêndios florestais.

À medida que os concelhos iam implementando os então “serviços de salvação pública” iam-se criando os respetivos “Corpos Ativos de Bombeiros”, que com a aprovação dos seus estatutos passaram posteriormente a adquirir o título de Associações Humanitárias de Bombeiros Voluntários, à exceção de Lousã, que um passou a Corporação Municipal.

A dispersão das populações pelo território levou a que algumas destas corporações criassem Secções Destacadas como foi o caso de Semide, em Miranda do Corvo, e de Alvares, em Góis. Por exemplo, esta secção dista aproximadamente 15 km da sede em linha reta, mas, por estrada, essa distância perfaz sensivelmente quase o dobro, mais precisamente 28 km. No município da Lousã, além do CMB, existe uma AHBV em Serpins.

A criação de sede própria (quartel) de cada um deles divergiu também no tempo, embora se possa identificar algumas semelhanças entre eles, nomeadamente no processo e na localização.

Para ter um quartel primeiro é preciso ter um corpo ativo operacional e viaturas próprias. Os quartéis, numa primeira fase, localizaram-se nos principais lugares das respetivas vilas, a maioria deles em locais cedidos pelas juntas de freguesias. A morada deles era então em largos e nas praças, lugares públicos de destaque dos tempos do antigamente e, por isso, confinados a um sistema de estrada estreitas.

À medida que cada Corpo ia aumentando o seu número de bombeiros e capacidade de aquisição de equipamentos, muitos quartéis tiveram que ser construídos ou adaptados de modo a que pudesse digna e funcionalmente acolher os Soldados da Paz e fazer face às novas exigências.

Contudo a capacidade financeira nem sempre andou de braço dado com as necessidades. Daí que, em alguns casos, eram ocupados espaços para a guarda das

viaturas, enquanto que os restantes serviços se dispersavam por diversas dependências, geralmente por edifícios das respetivas Câmara Municipais, em alguns casos os Corpos Gerentes das Associações arrendavam garagens e outros espaços.

As respostas políticas dos diversos governos face à problemática dos incêndios florestais tem sido na atribuição de mais financiamento às Corporações de Bombeiros, assim *”todos os anos se assiste à dotação de mais verbas e ao reforço de meios de combate, (...)”* (J. ARANHA, 2004).

As Corporações de Bombeiros, com a ajuda das suas populações, através de peditórios, doações, oferendas, festas e cortejos de angariação, quotização, entre outras, e com a alguma ajuda financeira por parte do Estado, tendo sido de grande importância os desaparecidos Planos de reequipamento e atualmente o Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN), foram ganhando alguma sustentabilidade financeira que permitiu fundos para a aquisição de equipamentos, viaturas, remodelação das estruturas existentes e até que se criassem de raiz novos quartéis de bombeiros.

Estes novos quartéis acompanharam o desenvolvimento do tecido urbano e deslocaram-se para as principais Avenidas ou suas adjacências, em ruas geralmente designadas por Ruas dos Bombeiros Voluntários, ganhando uma maior centralidade dentro do tecido urbano e com características inerentes á sua tipologia, ruas largas facilitando a deslocação de meios dentro do tecido urbano, logo maior trafego.

A Corporação mais antiga é a da Lousã, que data do ano de 1904, seguida do Corpo de Bombeiros de Figueiró dos Vinhos (1935), uma de cada lado da serra (N-S). A Corporação mais recente é a de Penela, que data de 1980, fato que pode ser explicado por ser o concelho que menos área tem afeta à serra da Lousã.

Outro aspeto a ter em conta, com bastante relevância, é a localização da sede da Corporação, ou seja, do seu quartel. Pela análise das ruas verificamos que desde a sua primeira localização até aos dias de hoje que estes se encontram dentro da malha urbana, logo a baixas altitudes (QUADRO XIII e fig. 25).

QUADRO XIII – CB por ano de fundação e cota de localização do respetivo Quartel.

CDOS	Concelho	Corporação	Ano de Fundação	Altitude (m)
Coimbra	Miranda do Corvo	AHBV de Miranda do Corvo	10/11/1946	104
		Destacamento de Semide	01/06/2008	185
Coimbra	Lousã	CMB da Lousã	01/05/1904	173
		AHBV de Serpins	/ /1983	110
Coimbra	Góis	AHBV de Gois	14/09/1956	200
		Secção de Alvares	/ / /1987	334
Coimbra	Penela	AHBV de Penela	19/07/1980	250
Leiria	Figueiró dos Vinhos	AHBV de Figueiró dos Vinhos	18/05/1935	431
Leiria	Castanheira de Pera	AHBV de Castanheira de Pera	04/06/1948	467
Leira	Pedrogão Grande	AHBV de Pedrogão Grande	17/07/1964	375

Fonte: Inquérito telefónico e webpage de cada corporação; Altitude Atlas do Ambiente.

incêndios Florestais, no sentido de obtermos o número de bombeiros por cada habitante e o número de meios terrestres de combate por área municipal, com especial destaque para os espaços silvestres (povoamentos e matos).

Relativo à variável dos Meios Humanos de cada Corporação de Bombeiros só nos interessa o quadro de ativos e de comando. Os quadros de honra e de reserva pela sua inoperacionalidade não foram contabilizados. Por sua vez, no que diz respeito à variável dos meios terrestres, só nos interessam os meios que são ativados em primeira intervenção, ataque inicial, a incêndios florestais, nomeadamente o VLCI e VFCl.

A nossa área de estudo tem 592,96km² (só concelhos da serra da Lousã) sendo que 517,52km² são de uso do solo florestal (cerca de 87%). Por outro lado a população residente nos concelhos que integram a área de estudo é de 54 222 habitantes. Deste modo, são necessários recursos humanos e meios mecânicos para proteger 54 222 habitantes e, dos incêndios florestais, 517,52km² de floresta. Para esse objetivo a serra da Lousã está munida com 8 Corporações de Bombeiros que totalizam 655 elementos dos quadros de ativos e de comando e 48 Veículos terrestres de primeira intervenção, um número reduzido de homens e meios para a área em questão (QUADRO XIV).

QUADRO XIV – Áreas e efetivos, populacionais e operacionais, dos municípios da serra da Lousã.

Concelho	Concelho			Área de Estudo		Corporações	Quadro de Ativos e de Comando		Meios Terrestres de ATI (VLCI e VFCl)	
	Área total (hec.)	Área total (Km2)	Pop. Resid. 2011 (hab.)	(km2)	Uso do Solo Florestal (km2)					
Miranda do Corvo	12.637,80	126,38	13.098	88,96	68,31	AHBV Miranda do Corvo	123	148	6	8
						Destacamento de Semide	25		2	
Lousã	13.840,00	138,40	17.606	111,38	85,51	CMB da Lousã	94	146	4	6
						AHBV de Serpins	52		2	
Góis	26.330,20	263,30	4.260	158,30	151,00	AHBV de Gois	28	56	3	4
						Secção de Alvares	28		1	
Penela	13.480,00	134,80	5.983	50,53	44,15	AHBV de Penela	92	92	10	10
Figueiró dos Vinhos	17.344,00	173,44	6.169	67,69	64,37	AHBV de Figueiró dos Vinhos	75	75	6	6
Castanheira de Pera	6.677,50	66,78	3.191	66,78	58,82	AHBV de Castanheira de Pera	66	66	7	7
Pedrogão Grande	12.874,80	128,75	3.915	49,32	45,37	AHBV de Pedrogão Grande	72	72	7	7
Total	103.184,30	1.031,85	54.222	592,96	517,53	10	655		48	

Fonte dos Dados: Censos 2011, CAOP 2012; Corine Land Cover 2006, Quadro de Homens e Meios terrestres de combate inventário enviado a cada corporação de Bombeiros.

Em média, nos municípios da serra da Lousã, existe 1 bombeiro para 82,78 habitantes, 1,58 km² de área concelhia e 0,79 km² do uso florestal do solo (QUADRO XV).

Por outro lado, cada meio terrestre de combate a incêndios é responsável pela defesa de 1 129,63 habitantes, e pela cobertura de 21,50 km² de área municipal e de 10,78 km² de floresta.

Quando procedemos à análise dessa distribuição em cada concelho, verificamos grandes desigualdades. Com efeito, enquanto em Castanheira de Pera existe um veículo

de ATI por cada 10 km², em Góis cada um tem mais de 60Km² para proteger. Os municípios de Penela, Miranda do Corvo e Pedrógão Grande, situam-se entre 10 e 20 Km² e os de Lousã e Figueiró dos Vinhos entre 20 e 30 Km², pelo que o maior desequilíbrio diz respeito a Góis.

Todavia, tendo em conta que o combate aos incêndios florestais, se fará apenas em uso do solo florestal, a situação mantém-se, ainda que com ligeiras modificações, das quais ressalta o agravamento do concelho de Góis. Assim, Penela (4,42 km²) passa para primeiro lugar (<5 km²). A categoria seguinte, de 5 a 10km², continua ocupada com três municípios: Pedrogão Grande (6,48 km²), Castanheira de Pera (8,40 km²) e Miranda do Corvo (8,54 km²). Seguem-se-lhes, entre 10 e 15 km², Figueiró dos Vinhos (10,73 km²) e Lousã (14,25km²). Destacado, pela negativa, pois neste caso a diferença é ainda maior, aparece Góis (QUADRO XV), com uma área crítica por veículo ATI (37,75 km²)

Contudo, esta distribuição implicaria que os meios se encontrassem distribuídos pelos território municipal, o que não acontece, pois estão estagnados no quartel, ou seja, a situação é ainda mais grave, o que implica um planeamento estratégico para o seu posicionamento em locais previamente definidos, sempre que se verifiquem situações meteorológicas particularmente adversas.

Quadro XV – Distribuição de Bombeiros e de Meios, por habitantes e superfícies.

Concelhos	Corporações	Índices					
		Bombeiros			Meios terrestres de ATI		
		Pop. (hab.)	Conc. (km2)	Uso solo Flo. (km2)	Pop. (hab.)	Conc. (km2)	Uso solo Flo. (km2)
Miranda do Corvo	AHBV Miranda do Corvo	88,50	0,85	0,46	1.637,25	15,80	8,54↓
	Destacamento de Semide						
Lousã	CMB da Lousã	120,59	0,95	0,59	2.934,33	23,07	14,25↑
	AHBV de Serpins						
Góis	AHBV Góis	76,07	4,70	2,70	1.065,00	65,83	37,75↑
	Secção de Alvares						
Penela	AHBV Penela	65,03	1,47	0,48	598,30	13,48	4,42↓
Figueiró dos Vinhos	AHBV Figueiró dos Vinhos	82,25	2,31	0,86	1.028,17	28,91	10,73↓
Castanheira de Pera	AHBV Castanheira de Pera	48,35	1,01	0,89	455,86	9,54	8,40↓
Pedrógão Grande	AHBV Pedrogão Grande	54,38	1,79	0,63	559,29	18,39	6,48↓
Serra da Lousã		82,78	1,58	0,79	1.129,63	21,50	10,78
↑ - Máximo acima da média ↓ - Mínimo abaixo da média							

Fonte dos Dados: Censos 2011, CAOP 2012; Corine Land Cover 2006, Quadro de Homens e Meios terrestres de combate inventário enviado a cada corporação de Bombeiros.

Foram muitos os avanços tecnológicos nos recursos disponíveis para o combate a incêndios florestais, porém, na atualidade, a sua eficiência depende de um planeamento estratégico eficaz que permita utilizar esses meios da melhor forma possível de modo a tirar o máximo partido das suas potencialidades.

Hoje, em Portugal, as pessoas querem uma resposta rápida e eficaz, que resolva o problema no mais curto espaço de tempo possível e com o mínimo de consequências. Ora, esta resposta não se compadece com tempos de espera e na disponibilidade dos

bombeiros. “A primeira intervenção do socorro é uma questão de tempo e deve ser profissionalizada.” (COSTA, 2008:39 in A. AMARO 2009). “São voluntários, mas têm de tender a estar disponíveis para receber uma formação cada vez mais abrangente e qualificada.”. A vertente da eficácia da primeira intervenção deve estar sustentada por bombeiros que possam treinar-se todos os dias e com formação contínua permanente. (A. AMARO, 2009).

É esta a perspectiva da profissionalização da primeira intervenção, sem prejuízo da prestimosa e insubstituível contribuição complementar do voluntariado. Nesta linha, face ao despovoamento dos espaços de montanha, principalmente da população mais nova até quando vai ser viável continuar a manter um sistema de socorro baseado em Corpos de Bombeiros voluntários, com falta de disponibilidade, formação e segurança.

Para além de ser fundamental um investimento na formação e profissionalização dos Corpos de Bombeiros é necessário uma estratégia de combate adequadas às especificidades locais de cada território, bem como, livre operacionalidade em dias críticos, exigindo-se responsabilidade nas ações, de modo a que se possa beneficiar quer da generosidade do voluntariado, quer das potencialidades dos meios terrestres de combate, de modo a que essa generosidade de traduza num combate eficaz e eficiente aos incêndios florestais.

2.3. Organização do Ataque Inicial

O Decreto de Lei n.º 124/2006, de 28 de Junho, alterado pelo alterado pelo Decreto-Lei n.º 17/2009, de 14 de Janeiro, estabeleceu “as medidas e acções estruturais e operacionais relativas à prevenção e protecção das florestas contra incêndios, a desenvolver no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios”.

“Este sistema assenta em três pilares fundamentais, o primeiro relativo à prevenção estrutural, o segundo referente à vigilância, detecção e fiscalização e o terceiro respeitante ao combate, rescaldo e vigilância pós -incêndio, e enquadra num modelo activo e estruturante duas dimensões de defesa que se complementam: a defesa de pessoas e bens e a defesa da floresta”.

Cada um destes pilares é da responsabilidade de uma entidade, pelo que compete:

- I. “À Autoridade Florestal Nacional a coordenação das acções de prevenção estrutural, nas vertentes de sensibilização, planeamento, organização do território florestal, silvicultura e infra –estruturação”.
- II. “À Guarda Nacional Republicana a coordenação das acções de prevenção operacional relativas à vertente da vigilância, detecção e fiscalização”;
- III. “À Autoridade Nacional de Protecção Civil a coordenação das acções de combate, rescaldo e vigilância pós-incêndio”.

Assim, o Dispositivo de combate estrutura-se em duas fases, sendo a primeira delas a Prevenção, Detecção, Vigilância e Fiscalização e, a seguinte, o próprio Combate a

Incêndios Florestais (fig. 26). Cada uma destas fases envolve agentes e serviços que advêm de diferentes organismos do Estado.

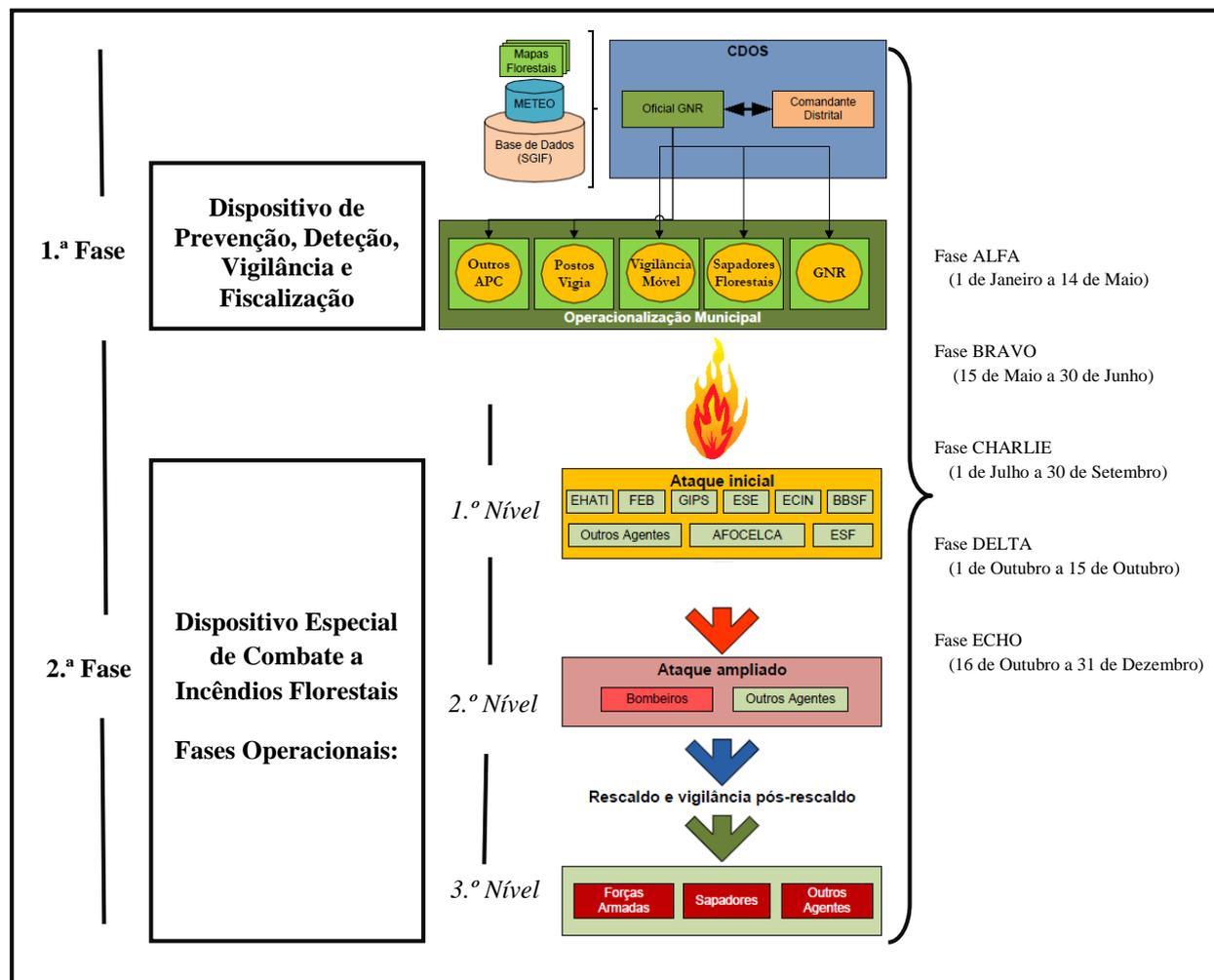


Fig. 26 – Organização Global da resposta à Diretiva Operacional.

Fonte: Adaptado de A. AMARO 2009.

O facto de se ter de ativar a segunda fase do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais significa que tudo o que está para trás, a primeira fase, de Prevenção, Detecção, Vigilância e Fiscalização, não foi totalmente eficaz. O que se pretende nesta segunda fase é a rápida ativação dos meios de ataque inicial de modo a debelar o foco de incêndios antes que este atinja grandes proporções. Pelo que a seguir iremos ver como se desencadeia todo esse processo até à ativação dos meios de ataque inicial.

2.3.1. Detecção dos incêndios florestais

A primeira fase de combate aos incêndios florestais começa com a sua deteção, avistamento. A deteção de um foco de incêndio é um fator determinante para o desenrolar de todas as restantes ações. É a partir da deteção, e da forma como esta informação chega aos centros operacionais, que se desencadeiam todos os subsequentes procedimentos,

desde logo a ativação dos meios de combate. A deteção é portanto a primeira fase de combate (R. ALMEIDA 2007).

O seu principal objetivo é a redução do tempo entre o início do incêndio e a intervenção dos meios necessários para procederem ao seu controlo e extinção. As condições que permitem uma deteção rápida dos focos de incêndios pressupõem a existência de uma estrutura complexa.

Tradicionalmente a vigilância da nossa floresta é realizada com base em postos fixos de vigilância (236 em Portugal continental no ano de 2005). O sistema de deteção de focos de incêndios em Portugal apresenta duas componentes, uma fixa onde fazem parte toda a Rede Nacional de Postos de Vigia e uma móvel terrestre que fazem parte todas aos elementos das Forças Armadas (FA) da GNR, das Câmaras Municipais e Juntas de Freguesias, dos Bombeiros, Equipas de Sapadores Florestais e Brigadas do ICNF, em alguns casos verificou-se o recurso a pessoas contratadas para o efeito, quer em ações de prevenção quer de vigilância e que podem ser incorporados em ações de combate (L. PITA *et al.*, 2005).

O sistema de deteção tem, assim, duas componentes:

1. Fixa:

- 1.1. Postos de Vigia
- 1.2. Câmara de Vigilância
- 1.3. Sensores (fumos e ondas de calor)
- 1.4.

2. Móvel:

- 2.1. Brigadas de vigilância e primeira intervenção;
- 2.2. Brigadas de investigação de fogos florestais;
- 2.3. Brigadas Autárquicas;
- 2.4. GNR-GIPS;
- 2.5. Sapadores florestais;
- 2.6. Voluntários- Jovens pela Floresta
- 2.7. Cidadãos / Populares.

Sendo a deteção um elemento chave no combate aos incêndios florestais, um dos fatores que condiciona a sua eficácia é a proximidade dos agentes detetores ao local do incêndio, que nem sempre é elevada, o que, por sua vez, não permite uma localização exata do ponto de ignição nem a elaboração de um relatório imediato, consistente, com informação atualizada sobre o incêndio e a sua envolvente. Assim a informação que chega aos centros operacionais, onde se tomam decisões, são geralmente feitas com base no conhecimento adquirido e da prática e da intuição do próprio agente detetor.

A Rede Nacional de Postos de Vigia, embora satisfatória, necessita de aumentar o seu número e de alguns ajustamentos geográficos, pois a áreas montanhosas da região Centro e Norte de Portugal, devido às características orográficas presentes, que condicionam o grau de visibilidade destes postos de Vigia, e ainda à constante recorrência de incêndios florestais, que produz alterações no uso do solo (quer no tipo de espécies florestais presentes quer no alargamento ou diminuição da sua respetiva mancha florestal) que podem condicionar a visibilidade (R. SOARES *et al.*, 2007).

Devido ao número de Postos de Vigia e, conseqüentemente, à grande dispersão entre os postos de vigilância, a distância visual máxima de uma torre de observação, dependendo das condições locais, situa-se entre 8 e 15 km. Desta forma cada torre pode cobrir uma área de 8.000 a 15.000 ha (SOARES *et al.*, 2007), pelo que nem sempre é obtida a localização do foco de incêndio com rigor. Os Postos de Vigilância estão equipados com um goniómetro (medidor de ângulos horizontais) que contém um visor dotado de

movimentos circulares e que é montado sobre um círculo graduado fixo e que, regra geral, está predefinido com o valor zero e orientado para o norte magnético. Assim olhando-se através do visor para o local da coluna de fumo um indicador acoplado ao visor marcará no círculo graduado o azimute do local do incêndio.

Para obtermos a localização exata do foco de incêndio é necessário que dois ou mais postos de vigilância forneçam os azimutes, para que, nos centros operacionais, se cruzem as linhas, de modo a obterem uma intersecção, que dá as coordenadas geográficas do ponto de ignição.

Contudo, por vezes, só um posto de vigia alcança a coluna de fumo, e nesse caso só temos um azimute. Outras vezes, a deteção é dada pelas redes de vigilância móvel, ou por populares, onde os elementos de localização se prendem mais com a toponímia, topografia local, ou elementos urbanísticos de relevo local como a igreja, capela, biblioteca, fabrica, etc.

Assim, a eficácia dos Postos de Vigia depende das capacidades do próprio vigilante em reconhecer uma coluna de fumo diferenciando-a de outros fumos inerentes da atividade humana do dia-a-dia para não ativar falsamente os escassos meios de combate, bem como dos meios de que dispõe para entrar em contacto com os centros de decisão.

Por sua vez a vigilância móvel pode ser feita a pé, a cavalo, em veículos, aeronaves,... Em regra, a área observada é limitada, pois é realizada ao longo das estradas, ou junto a divisórias de terrenos, locais próximos a vilas e povoados, o que reduz o grau de visibilidade.

Uma vantagem deste sistema é a possibilidade de, nos períodos mais críticos, se intensificarem as patrulhas.

Logo aqui, na primeira fase de combate, vemos um entrave à eficácia do ataque inicial, pois o atual sistema, por vezes, não permite aos decisores tomarem as ações mais ajustadas à realidade específica de cada ocorrência, ganhando tempo e poupando os recursos. Antes, com base numa informação que, no mínimo, não é rigorosa, aplicam os procedimentos vigentes no manual operacional, desencadeando um conjunto de ações operacionais standarizadas.

2.3.2. Alerta e Alarme

Depois de detetado e localizado o incêndio florestal segue o despacho do CDOS para a Corporação de Bombeiros, ativando os meios de combate, processo que não deverá ultrapassar os dois minutos. Mas para qual quartel se dá o despacho para ativar os meios?

Durante muitos anos o alarme era dado para a Corporação de Bombeiros cuja localização do foco de incêndio fosse da sua Área de Atuação Própria (AAP), conforme estabelecia a **Portaria n.º 449/2001**, de 5 de maio, que, no seu artigo 4.º definia a AAP *“Cada corpo de bombeiros tem uma área de actuação própria (AAP), pela qual é responsável, que no caso dos corpos de bombeiros sapadores ou municipais corresponde à área total do respectivo município”*. Continua afirmando que *“As AAP dos corpos de bombeiros coincidem **obrigatoriamente** com a divisão administrativa do País”* que segundo a CAOP os limites são concelhos ou freguesias.

Aqui pode estar um dos fatores que pode ajudar a explicar a dimensão das áreas ardidas registadas no passado. Sabendo que os Corpos de Bombeiros foram fundados devido à vontade local e são suportadas pelas quotas dessas mesmas populações não é de estranhar que a sua atuação se prenda essencialmente com a salvaguarda dessas mesmas populações e bens. Assim apesar de poderem estar mais perto do foco de incêndio do que a corporação cuja área de atuação é da sua responsabilidade a ativação dos meios é para essa corporação. Pelo que não é de estranhar que os incêndios de fronteira, geralmente, apresentem grandes áreas ardidas. Também não é de estranhar que os bombeiros ficassem na linha delimitativa do concelho á espera do incêndio, pois operacionalmente o Estado assim o imponha ...

A atuação dos corpos de bombeiros em locais exteriores à sua área de atuação própria tem lugar apenas, como refere 5.^a alínea do mesmo artigo:

- a) *“Em caso de accionamento pelo CCS respectivo;*
- b) *Em caso de accionamento pelo inspector de bombeiros competente;*
- c) *Em caso de accionamento pelo comandante das operações de socorro;*
- d) *Quando determinado em planos prévios de intervenção;*
- e) *Quando previsto em acordos de ajuda mútua, no caso de corpos de bombeiros com AAP adjacentes”.*

Deste modo, quando cai uma chamada de socorro na central de comunicações de uma corporação de bombeiros cujo local da ocorrência não pertence à sua AAP a alínea 6.^a do artigo 5.^o refere que este *“recolhe os dados respectivos e acciona o corpo de bombeiros competente para intervir, dando conhecimento ao respectivo CCS”.*

Se já se perdeu tempo na deteção do foco de incêndio mais o tempo necessário para proceder à localização do ponto de origem e dar o devido despacho, quando é detetado pelo Dispositivo de Combate aos Incêndios Florestais, ou no caso de serem os populares a darem o alerta, em ambos os casos a chamada será redirecionada para a Corporação de Bombeiros cuja área de atuação própria é da sua responsabilidade, perdendo mais tempo na ativação dos meios, sabendo que as chamadas não esperam....

Contudo devido aos cenários trágicos vividos anos após anos, principalmente nos meses de verão, e em particular nas áreas de montanha, onde os incêndios florestais assumem o seu apogeu, as Corporações de Bombeiros desses locais para assegurarem uma maior área de cobertura, segurança das suas populações e uma primeira intervenção mais eficaz estabelecem **acordos de ajuda mútua** de modo a que, como indica a alínea 7 do artigo 5.^o, *“O corpo de bombeiros que recebe uma chamada de socorro para intervir em local de uma AAP adjacente à sua, do qual esteja mais próximo que o corpo de bombeiros competente, desloca para esse local meios de primeira intervenção e dá conhecimento imediato ao corpo de bombeiros responsável”.*

Contudo estes acordos são realizados de livre vontade pelas corporações em questão, não são obrigatórios. Sabendo que em alguns casos também existe rivalidades entre populações, picardias políticas, mau relacionamento entre de comandantes, etc.,

O despovoamento vivido nas áreas de montanha e as mudanças realizadas no estatuto do bombeiro fazem com que os quadros de ativos dessas corporações sejam reduzidos e os próprios meios terrestres de combate sejam escassos para darem resposta

a tantos domínios de atuação e quantitativo de ocorrências, pelo que o cumprimento destes acordos de ajuda mútua ficam muito condicionados. Em primeiro lugar, para as corporações está a defesa das populações do seu concelho ou freguesias. Por outro lado, o espírito de interajuda, cooperação, muito presente e enraizado nas populações das áreas de montanha, fazem com que este sistema funcione e tenha apresentado resultados positivos de modo a que hoje a Diretiva Operacional Nacional já contempla esta operacionalização, em vez de ativar o meio cuja AAP é da sua responsabilidade ativa 3 meios das 3 corporações mais próximas.

Deste modo o **Decreto-Lei n.º 247/2007**, de 27 de Junho, deixa cair o “Própria” e redefine a Área de Atuação como uma *“área geográfica predefinida, na qual um corpo de bombeiros opera regularmente e ou é responsável pela primeira intervenção”*.

No seu artigo 5.º relativo às áreas de atuação refere que:

- 1) *Cada corpo de bombeiros tem a sua área de actuação definida pela ANPC, ouvido o Conselho Nacional de Bombeiros, de acordo com os seguintes princípios:*
 - a) *A área de actuação de cada corpo de bombeiros é correspondente à do município onde se insere, se for o único existente;*
 - b) *Se existirem vários corpos de bombeiros voluntários no mesmo município, as diferentes áreas de actuação correspondem a uma parcela geográfica que coincide, obrigatoriamente, com uma ou mais freguesias contíguas.*
- 2) *Havendo no mesmo município um corpo de bombeiros profissional ou misto e um ou mais corpos de bombeiros voluntários, a responsabilidade de actuação prioritária e comando cabe ao corpo de bombeiros profissional ou, quando este não exista, ao corpo de bombeiros misto, sem prejuízo de eventual primeira intervenção de algum dos outros em benefício da rapidez e prontidão do socorro.*
- 3) *Fora dos casos previstos no número anterior, havendo no mesmo município vários corpos de bombeiros voluntários, a responsabilidade de actuação prioritária cabe ao corpo de bombeiros da respectiva área de actuação, ainda que exista intervenção conjunta de outros corpos de bombeiros, sem prejuízo de eventual primeira intervenção de algum dos outros em benefício da rapidez e prontidão do socorro.”*

O presente decreto de lei em termos de terminologia fez cair a palavra “Própria” passando apenas a designar-se de “Área de Atuação”. Mas que em termos práticos, no terreno, a situação manteve-se. Pelas restantes alíneas podemos verificar que continuaram a existir áreas de atuação sob a responsabilidade de cada Corporação e que é rígida, pois está diretamente relacionada com os limites administrativos, bem como com uma hierarquização na operacionalidade.

A grande mudança ocorreu com o **Decreto-Lei n.º 248/2012**, de 21 de novembro, que veio alterar a alínea b) do artigo 5.º, relativo às Áreas de Atuação, passando a ler-se: *“Se existirem vários corpos de bombeiros voluntários no mesmo município, as diferentes áreas de atuação correspondem a uma parcela que coincide, em regra, com uma ou mais freguesias contíguas”*.

Este Decreto-Lei veio retirar a rigidez das áreas de atuação e permitir que fossem ativados meios de combate das corporações mais próximas, sem que fosse necessário o estabelecimento de acordos de ajuda mútua. Anteriormente quando havia um foco de incêndio arrancava a corporação de bombeiros cuja Área de Atuação era da sua

responsabilidade, hoje-em-dia, vão meios das três corporações mais próximas à ocorrência, equipas e brigadas que estão no terreno, além dos meios aéreos.

O tempo, outrora, perdido entre a deteção e a ativação dos meios de combate alicerçado com o tempo que medeia entre a ignição do foco de incêndio e o tempo até à sua deteção, ou seja há quanto tempo está a arder, conjugado com a rigidez das Áreas de Atuação em muito contribuíram para a destruição de hectares da nossa floresta, pois reinou o pensamento “*Se há alguém para além da curva da estrada, Esses que se preocupem com o que há para além da curva da estrada, Se nós tivermos que chegar lá, quando lá chegarmos saberemos; Por ora só sabemos que lá não estamos*” (FERNANDO PESSOA).

2.3.3. Ataque inicial

Este estudo tem em consideração que o foco de incêndio é real, que soou o alarme, ou seja, todas as campanhas de sensibilização e estruturas de prevenção, vigilância e fiscalização não foram totalmente eficazes, o fogo ultrapassou esta barreira, pelo que o que se pretende agora é extinguir rapidamente o foco de incêndio, antes que este atinja grandes proporções.

Pelo que entramos assim nas Fases Operacionais (FO), de combate. Deste modo o presente estudo dá real destaque às fases da Antecipação e do Ataque Inicial, pois visa contribuir para a diminuição das áreas ardida.

Depois de detetado e sido dado o alerta há a ativação dos meios de ataque inicial. Segundo a Diretiva Operacional Nacional nº. 2 – DFCI, **2012**, o **Ataque inicial** visa “*Garantir o ATI, como uma intervenção organizada e integrada, sustentada por um despacho inicial, até 2 (dois) minutos depois de obtida a localização do incêndio, de forma musculada e consistente e em triangulação, de meios terrestres de combate a incêndios florestais provenientes dos 3 (três) Corpos de Bombeiros (CB) mais próximos do local do incêndio (se disponíveis DON 2014). No período de funcionamento dos Centros de Meios Aéreos (CMA) da ANPC, e se a localização do incêndio se encontrar no raio de atuação de meios aéreos de ATI, deverá ser acionado, se disponível, apenas 1 (um) meio aéreo dos que se encontrem mais próximos.*

Este ATI deve permitir colocar o primeiro meio de intervenção operacional, no início de um incêndio, até 20 (vinte) minutos depois do despacho inicial. O empenhamento adicional de meios aéreos de ATI, está dependente de autorização prévia do CNOS, para as freguesias não elencadas em INSTROP (Instruções Operacionais) do CNOS. (...)

O ATI desenrola-se de forma intensa, com rápida progressão das equipas terrestres, independentemente da sua titularidade e explorando todas as suas capacidades, eventualmente apoiadas por meio aéreo de ATI e equipa helitransportada, quando aplicável.

Esta ação termina quando o incêndio for considerado dominado (em resolução) pelo COS no local, ou no momento em que o incêndio passa a ATA”.

É nesta parte que o nosso estudo foi buscar inspiração e tenta contribuir para um melhor combate aos incêndios florestais e redução das áreas ardidas.

Depois de deflagrado, detetado e localizado o foco de incêndio, o principal objetivo passa a ser o da colocação dos meios terrestres de combate no ponto de ignição, no mais curto espaço de tempo. Como referido o “*ATI deve permitir colocar o primeiro meio de intervenção operacional, no início de um incêndio, até 20 (vinte) minutos*”. Este aspeto depende da distância que têm que percorrer entre a localização dos meios, que, salvo algumas exceções, se encontram no quartel, e a área florestal onde se localiza o ponto de ignição. Por outro lado, o “*ATI desenrola-se de forma intensa, com rápida progressão das equipas terrestres*”, aspeto que depende das características inerentes ao sistema rodoviário, dos seus elementos geométricos e perfil longitudinal, que pode ou não favorecer a rápida deslocação dos meios terrestres, pelo que nas áreas de montanha as estradas dificilmente permitem manter uma velocidade homogénea ao longo de todo o percurso, além de que as velocidades tendem a ser baixas.

Uma forma de contrariar esta limitação (distância e velocidade) pode ser pela antecipação dos meios terrestres de combate para as áreas críticas, sempre que as condições atmosféricas aumentem o risco de incêndio florestal.

Entende-se por **Antecipação**, segundo a Diretiva Operacional Nacional nº. 2 – DFCI, 2012:

1. “*Antecipar ações de prevenção operacional, sob a coordenação da GNR, em zonas mais susceptíveis aos incêndios, em permanente articulação com os CDOS.*”
2. *Antecipar as ações de combate, pré-posicionando meios de ATI no território, em locais estratégicos de pré-posicionamento (LEPP), por despacho do CDOS, ou meios de reforço nas BAL, por despacho do CNOS, nos períodos em que está declarado o estado de alerta especial de nível amarelo ou superior, tendo como base a análise decorrente da avaliação da situação diária, da previsão do perigo de incêndio, do envolvimento do dispositivo e da situação do país e em permanente articulação com o dispositivo de prevenção operacional sob coordenação da GNR*”.

Como vimos até aqui, a eficácia do ataque inicial está dependente de muitas variáveis. Vejamos um exemplo concreto (fig. 27) correspondente a uma mancha florestal, com combustível, onde, por alguma causa, se dá a deflagração de um foco de incêndio.

O Dispositivo de Prevenção, Detecção, Vigilância e Fiscalização tem demonstrado dificuldades na deteção de um foco de incêndio na sua origem, pois estes, usualmente, localiza-se dentro das manchas florestais, dentro do denso mato, pelo que o seu visionamento na raiz se torna difícil. Contudo, após algum tempo o fumo denuncia-o, sendo este, depois, detetado pela estrutura de vigilância, desde as torres de vigia, GNR-GIPES, ... ou mesmo pelo simples cidadão.

A partir deste momento dá-se o alerta, quer através das linhas de rádio internas, quer no caso do cidadão comum, através de telefonema para o 112. A chamada será redirecionada para o respetivo Comando Distrital de Operações Socorro (CDOS) que irá proceder à localização do incêndio e irá comunicar um despacho para as 3 corporações de bombeiros que se encontram mais perto do foco de incêndio. Este despacho não deve ultrapassar os 2 minutos.

Os corpos de bombeiros acionados recebem esta informação e fazem soar o alarme. Ao longo destas fases, desde a deteção ao acionamento dos meios de combate nós não conseguimos contabilizar, com precisão, o tempo já despendido, ou seja, não sabemos há quanto tempo as chamadas estão a carregar, pelo que o rápido avanço das viaturas (20min) é crucial para o domínio e extinção do foco de incêndio.

As corporações de bombeiros fazem soar o alarme e dá-se a saída da Equipa de Primeira Intervenção (EPI) que é constituída por 1 motorista, mais 4 bombeiros, sendo um destes o chefe de equipa. A EPI entra para a viatura terrestre de combate, com um depósito atestado de água (entre 500L para o VLCI e 3500L para o VFCI) e tem que percorrer todo um trajeto entre o quartel, onde se encontrava estacionada a viatura, e o foco de incêndio dentro de uma mancha florestal.

Para a eficácia do ataque inicial a Diretiva Operacional Nacional nº. 2 – DFCI, 2012, refere que estes devem conseguir chegar ao local até 20min depois de acionados os meios. Salta-nos logo à vista que em todo este processo o fator chave para a eficácia do Ataque inicial é o fator tempo (min.), que nos é dado pela distância que os bombeiros têm de percorrer entre o quartel e o foco de incêndio, bem como, pela velocidade com que o conseguem fazer.

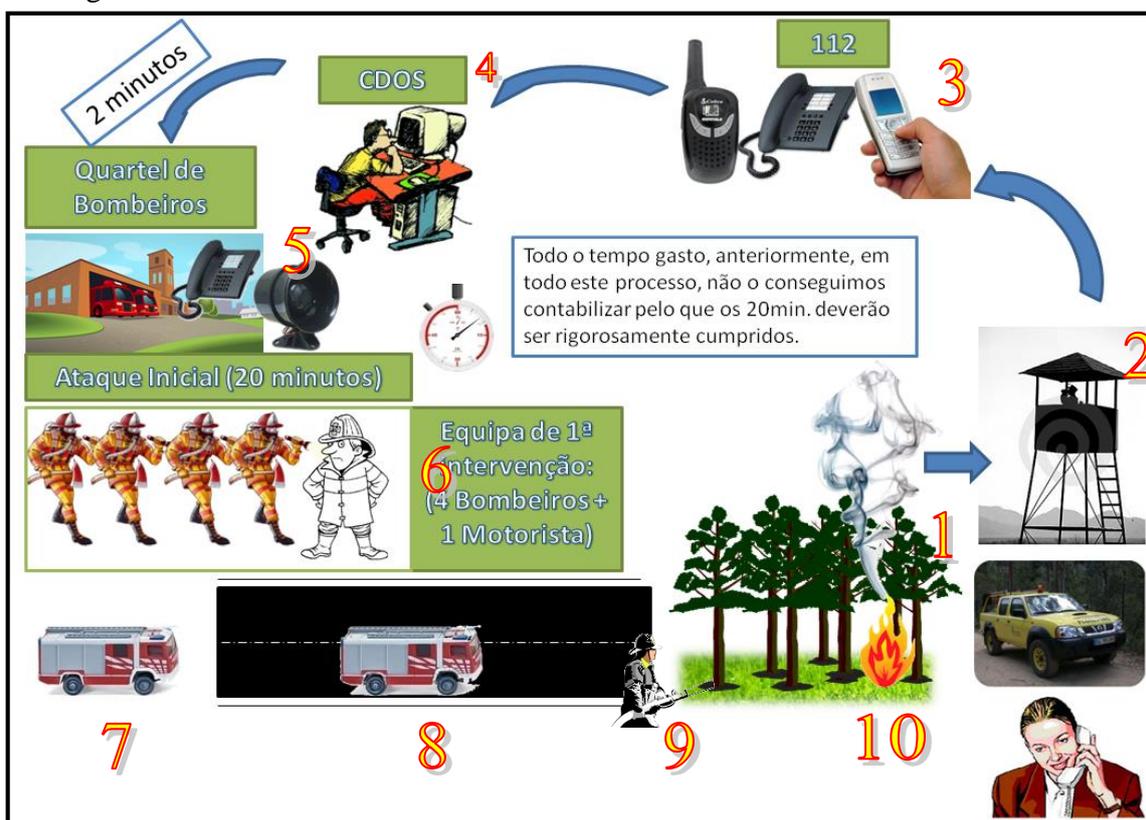


Fig. 27 - As diversas fases de acionamento dos meios de combate aos incêndios florestais.

Tendo presente as condicionantes físicas de um espaço de montanha por excelência, como é a serra da Lousã, desde logo nos deparamos com uma missão difícil de conseguir, desde logo pela sinuosidade rodoviária e diferença de cotas que terão influência na diretriz do traçado, contribuindo para uma geometria curva que afetará a velocidade base de circulação, pelo que é crucial analisar cuidadosamente os aspetos relacionados com a estrada.

2.4.A importância das estradas no combate aos incêndios florestais

Partindo da premissa de que os incêndios florestais, apesar dos esforços para evitar o seu início, continuarão a ocorrer em quantidade considerável, devem ser adotadas medidas que visem não só dificultar a sua propagação, mas também que potenciem, por meio do combate, a sua extinção.

O combate aos incêndios florestais implica a deslocação de meios até ao ponto de ignição. Para combater um incêndio florestal, levando à sua extinção, primeiro é necessário colocar lá meios de combate. Desde os tempos de antanho que as bombas eram puxadas pelo homem, depois por cavalos e hoje deram origem a motores destinados a estradas.

As estradas, como refere G. NARAYANARAJ *et al.*, (2013), podem ser vistas numa dupla perspetiva: *“Roads are a predominant feature across many forested landscapes and play a significant role in influencing wildfire ignition and cessation”*.

A existência de elevados graus de acessibilidades possibilitam o acesso a esses espaços florestais por potenciais agentes de ignição, como refere A. SYPHARD *et al.*, (2007) *“Forest roads increase human fire ignition probability by providing road accessibility”*, daí que alguns incêndios florestais deflagrem em zonas adjacentes às vias de comunicação.

Contudo, as estradas possibilitam também uma maior cobertura pelos meios de socorro a áreas outrora isoladas e, por outro lado, um número significativo de incêndios florestais termina na proximidade das estradas, *“fire boundaries tend to occur near roads because roads facilitate fire suppression and act as physical barriers”* (G. NARAYANARAJ *et al.*, 2013).

As estradas criam faixas contínuas desprovidas de vegetação, proporcionando diferentes microclimas em relação às áreas florestais adjacentes, efeitos que se estendem para além dos limites das próprias estradas, daí que a severidade da área ardida seja menor na proximidade de estradas florestais (G. NARAYANARAJ *et al.*, 2013).

Pesando ambos os lados, a presença de estradas pode contribuir para um aumento do risco de ignição de um incêndio, mas a possibilidade de estes progredirem para grandes incêndios florestais é muito menor (C. BUCK, 1936).

Pelo que uma pergunta se levanta: *“Shall we have protected forests with roads, or unprotected forests without roads? The lesson of the past is so plain that it cannot be missed. (...) The protection of the forest demands speed in putting out fires and speed in these days of motor vehicles means roads.”*(C. BUCK, 1936).

Quanto mais rápido os meios procederem ao ataque inicial, mais fácil será o controlo do incêndio, menor será o risco de perdas humanas e a área ardida será mínima. As estradas que, num primeiro momento, podem contribuir para a deflagração dos incêndios, nos momentos seguintes atuam contra o incêndio florestal por possibilitarem a deslocação dos meios de combate e por possibilitarem a existência de locais que dificultam a passagem do fogo, constituindo faixas de redução de combustível.

Assim, na nossa opinião, as estradas serão sempre um fator positivo no combate aos incêndios florestais. Será a distância que os meios terão de percorrer e a velocidade com que o conseguem fazer, entre o local onde se encontram, geralmente nos quartéis, e as manchas florestais, que determinará, em parte, o grau de eficácia do ataque inicial aos

focos de incêndios nascentes que, conseqüentemente, depende das características das estradas, pois são elas que influenciam a distância a percorrer, bem como a velocidade de deslocação, pelo que o tempo de viagem varia consoante as características das estradas.

Como analisaremos mais à frente, a velocidade é o fator crucial para avaliação do desempenho de uma estrada que pode ser analisado através das suas características geométricas (reta e curvas) no plano horizontal.

Na implementação de uma estrada o tipo de relevo presente é decisivo para projeção e implementação do traçado desejado. Obviamente que, por custos financeiros, não se podem abrir túneis ou construir pontes para ligar os lugares, pelo que as estradas tendem a contornar os acidentes topográficos. Deste modo, em vez de um traçado retilíneo passamos a ter um traçado mais curvo, que aumenta a distância e tem influência na velocidade, que vai acarretar conseqüências nos tempos de deslocação.

Deste modo o elemento geométrico “curva” assume um papel determinante para a manutenção da velocidade desejada, daí que a “curva” seja trabalhada sob diversos indicadores: extensão da curva, raio de curvatura, grau da curva, taxa de variação da curvatura.

Através de um simples olhar sobre o mapa rodoviário, da área de estudo, modelado ao relevo, facilmente identificamos um dos problemas com que os bombeiros se deparam no combate aos incêndios florestais, a forte sinuosidade do traçado rodoviário.

O principal agente de proteção civil “(...) *a espinha dorsal. (...) cumprem mais de 90% das missões de protecção civil (...)*” (A. CRUZ, 2007 in A. AMARO 2009), pelo que o “*bombeiro constitui o principal recurso à disposição da emergência e socorro. Portanto, é o primeiro a ser exposto às conseqüências dos riscos*” (R. FREITAS *et al.*, 2010).

Deste modo, os bombeiros “*actuum e movem-se em situações extremas: extremas quer pelo caos gerado pela ocorrência; extremas pelo risco onde voluntariamente se expõem para socorrer; extremas pela pressão psicológica a que são sujeitos, quer pelo tempo que urge para salvar uma vida, onde cada segundo conta, quer porque lhes é interdito indecisões, imprecisões e muito menos falhas*” (R. FREITAS *et al.*, 2010).

No entanto, após irromper o toque da sirene e durante a ativação dos meios, muita coisa pode ocorrer naquele espaço de tempo que vai desde a correria desenfreada para o equipamento de proteção individual, o veículo a trabalhar, a entrada na viatura e a corrida desenfreada durante todo um trajeto até ao local da ocorrência, pelo que “*É um desafio procurar compreender como os bombeiros e demais técnicos de emergência olham para o relógio*” e será “*ousado querer conceber o que diz uma sirene a um bombeiro (...)*” (R. FREITAS *et al.*, 2010).

O som da sirene transporta significados e simbologias, como sendo urgência, desespero, pânico, perigo e dor, mas promove a emotividade, transportando um turbilhão de sentimentos, levando à aceleração dos batimentos cardíacos, que determinará a reação, o comportamento. Durante o percurso, dentro do veículo tudo se altera ao longo do caminho, gerando-se um sentimento de apreensão, ansiedade, desde o condutor do veículo, passando pelo chefe de equipa, aos demais elementos de combate, instalando-se a incerteza e o pequeno trajeto até a local torna-se longo, atormentado pela dificuldade de deslocação imposta pelo caminho de perfil difícil, onde os segundos tendem a acelerar mais que o condutor (R. FREITAS *et al.*, 2010).

“A ansiedade, a emotividade, a concentração e a responsabilidade perante a imprevisibilidade e o perigo é constante são algumas das características que demonstram a exigência desta atividade, distinguindo-a das demais” (R. FREITAS *et al.*, 2010), pelo que à medida que aumenta a distância até à ocorrência, ao longo de um caminho sinuoso, de curvas e contracurvas, cruzamentos, descidas e subidas, fazem com que os níveis de eficácia desçam. No entanto, *“Capaz tem de ser o bombeiro de ultrapassar qualquer falha no sistema, de manter a frieza entre o tempo de alerta, a ativação dos meios, os percalços no caminho e as dificuldades encontradas no local da ocorrência”* (R. FREITAS *et al.*, 2010).

Se o tempo de resposta estiver bem planeado, eles não precisam de arriscar na velocidade ou em manobras não totalmente seguras. A condução em estradas de montanha é marcada pela imprevisibilidade, insegurança na ultrapassagem, fadiga, ... que indiretamente influenciam a velocidade. Se os bombeiros chegarem cedo ao ponto de ignição, facilmente conseguem proceder à extinção do fogo, reduzido a área ardida e o risco de perdas de vidas, que assim será muito reduzido.

2.5.A eficácia da primeira intervenção no combate aos incêndios florestais

Todos os cidadãos portugueses, independentemente do município onde habitam, litoral ou interior, têm direito a uma assistência qualitativa e eficaz no âmbito do socorro e da emergência, que deverá ser homogénea em qualquer parte do território nacional (A. GOMES, 1998).

Mas como já foi visto, a expectativa da área ardida nas áreas de montanha e do interior é dezenas ou centenas de vezes maior do que a das áreas costeiras (L. LOURENÇO, 1988, 1989, 1993; J. PEREIRA, *et al.*, 1998).

O mosaico das áreas do litoral, com a fragmentação da paisagem periurbana, evita a ocorrência de grandes incêndios, pois facilita a sua deteção, e a sua rede rodoviária mais retilínea e densa facilita um rápido ataque inicial e conseqüente extinção dos fogos nascente (M. PEREIRA, *et al.*, 2005), o que contrasta com os distritos da Região Centro e do interior de Portugal, onde o mosaico do uso do solo é caracterizado por extensas áreas contínuas de florestas e matos e onde a topografia é mais acidentada, o que dificulta o ataque inicial, ao tornar a deteção mais tardia, e onde o sistema rodoviário, pelo baixo grau de cobertura e tipo de traçado, tende a colocar obstáculos á progressão das equipas de combate, o que condiciona a operacionalidade de todo o processo do ataque inicial

As alterações registadas, ao longo das últimas décadas, nos padrões de utilização do uso do solo nas áreas de montanha, são fatores determinantes na evolução dos incêndios florestais, associadas ao forte despovoamento sentido nessas áreas (êxodo rural) que, por uma lado, disponibilizou espaços de uso agrícola outrora penosamente conservados pelos serranos e que foram assimilados para uso florestal, quer devido ao abandono dos campos, quer pela própria exploração florestal. Deste modo, proporcionou-se o aparecimento de matos, originando manchas de combustível mais contínuas e com grande acumulação de biomassa, logo, uma maior disponibilidade de combustível para

arder, e por outro lado, o decréscimo populacional traduziu-se, também, numa menor capacidade informal de deteção e participação no combate aos incêndios o que tem originado o aumento das áreas ardidas (R. MUÑOZ, 2000; L. LOURENÇO, 1992).

Ao nível da operacionalidade e eficácia da primeira intervenção os dados das áreas ardidas podem ser agrupadas conforme a sua dimensão, mas basta que haja um grande incêndio florestal para alterar significativamente esses valores.

De facto, os anos em que se verificaram as maiores áreas ardidas na serra da Lousã foram os de 2005, 2001, 2002, 2003 e 2012 (QUADRO XVI).

A análise estatística mostrou que, em cerca de 84% das ocorrências, os focos de incêndio foram extintos rapidamente, não passando de meros fogachos, com áreas ardidas inferiores a 1 hectare. Por sua vez, os incêndios com dimensões compreendidas ente 1-10 hectares representam cerca de 10% das ocorrências. Deste modo os fogachos e os pequenos incêndios florestais juntos representam 94% das ocorrências (QUADRO XVI).

Por outro lado os incêndios florestais de média dimensão, 10 - 100 hectares, representam aproximadamente 3% das ocorrências neste período, enquanto que os grandes incêndios florestais, definidos pela ANPC como todos os que têm dimensões superiores a 100 hectares, apesar de aqui serem os que têm menos significado a nível das ocorrências (2,96%), eles, sozinhos (30 ocorrências em 5 anos) são responsáveis por 93,93% das áreas ardidas, ou seja, 23 374,45 hectares (QUADRO XVI).

Um outro aspeto relevante a ter em conta é que cerca de 70% do total da área ardida registada nestes 5 anos ocorreu dentro do período crítico, quando o Dispositivo de Defesa da Floresta Contra Incêndios Florestais está no seu auge. Contudo, como a estratégia de combate assenta na estagnação dos meios, estacionados nos quartéis, o que associado à sinuosidade do sistema rodoviário, que atrasa o tempo de resposta de uma primeira intervenção, que se quer rápida, vai contribuir para o aumento das áreas ardidas.

Por outro lado, cerca de 30% da área ardida é registada fora do período crítico, quando a prontidão de meios humanos e mecânicos é menor, assim como o sistema de vigilância e prevenção se encontra reduzido, condicionando fortemente o tempo da primeira intervenção.

QUADRO XVI – Principais anos de áreas ardidas, por ocorrência, AA e período crítico.

Hectares		Número de ocorrências de incêndios em Espaço Florestal (Povoamentos e matos)					Total	%
		2001	2002	2003	2005	2012		
< = 1		154	138	24	284	148	848	83,71
01 - 10		29	13	10	24	24	100	9,87
10 - 100		3	5	4	14	9	35	3,46
Grandes incêndios	100 - 1000	2	3	1	13	5	24	2,37
	> 1000	1	0	0	5	0	6	0,59
Total		189	159	39	340	186	1013	100,00

Hectares		Área ardida em Espaço Florestal (Povoamentos e matos)										Total	%
		2001		2002		2003		2005		2012			
		Ha	%	Ha	%	Há	%	Ha	%	Ha	%		
0-100		225,1	9,6	176,29	15,6	144,29	18,52	564,91	3,17	400,36	14,12	1510,95	6,07
Grandes Incêndios	100-1000	378,3	16,1	954,41	84,4	635,00	81,48	5 531,55	31,09	2435,80	85,88	9935,06	32,92
	> 1000	1 742,3	74,3	0	0	0	0	11 697,09	65,74	0	0	13 439,39	59,01
Total		2 345,7	100	1 130,70	100	779,29	100	17 793,55	100	2836,16	100	24 885,40	100
Fora Período Crítico		1 822,1	77,68	222,01	19,63	699,62	89,78	3 399,43	19,10	2004,24	70,67	6 724,94	32,74
Dentro do Período Crítico		523,6	22,32	908,69	80,37	79,67	10,22	14394,12	80,90	831,92	29,33	15 999,38	67,26

Fonte: Elaboração própria com dados do ICNF.

Com efeito, a operacionalidade e a eficácia da primeira intervenção são sempre de extrema importância, nunca podendo ser descuradas. Como vimos, uma só ocorrência pode transformar um ano de grande mestria no combate aos incêndios, num o ano negro na defesa da floresta contra incêndios florestais.

Deste modo, o Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios Florestais, que se assume como um documento base para a elaboração dos Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios Florestais, deve contemplar uma estratégia possível de ser ajustada territorialmente às especificidades de cada local, bem como, temporalmente, deve ser assegurada em permanência uma prontidão de homens e meios que viabilizem uma primeira intervenção atempada às ocorrências.

O sistema de voluntariado da maioria das nossas Corporações de Bombeiros tem-se traduzido num número reduzido de quadro de ativos, pois tornou-se pouco atrativo ser bombeiro, onde planear turnos é uma tarefa quase impossível. O Dispositivo de Combate aos Incêndios Florestais assume o seu auge na Fase Charlie, mas vai descurando todos as outras fases, pelo que se têm vindo a verificar incêndios florestais fora de época, alguns deles com grandes áreas ardidas.

A estratégia nacional de combate não tem dado grande importância às Fases Operacionais da Antecipação e do Ataque Inicial, onde muito se podia ganhar pelo destacamento de meios para locais estratégicos de pré-posicionamento, diminuindo as distâncias às áreas florestais e assegurando, deste modo, um Ataque inicial mais eficaz ao mesmo tempo que funcionariam como fatores de prevenção e vigilância ativa.

Para travar esta calamidade, as entidades políticas adotaram muitas estratégias mas sem terem os resultados pretendidos, pois a resposta das autoridades competentes tem sido sempre a mesma, o reforço do investimento na aquisição de mais meios e em ações de combate (M. SERRANO & V. MARTINS, 2002 in J. ARANHA, 2004).

“Todos os anos ardem milhares de hectares quer de floresta quer de matos, e todos os anos se levanta o problema do combate aos fogos. Efectivamente, todos os anos se assiste à dotação de mais verbas e ao reforço de meios de combate, quer terrestres quer aéreos. (...) sem uma boa coordenação e sem um bom conhecimento das características do terreno (topografia e vegetação) e da rede viária (tipo e estado), a utilização dos recursos fica muitas vezes aquém das suas reais potencialidades.” (J. ARANHA, 2004)

Como diz J. ARANHA (2004), é necessário conhecer as características do terreno e da rede viária, pois, de outra forma, os recursos disponíveis ficam muitas vezes impossibilitados de dar o seu contributo ao combate dos incêndios florestais. Estas características também condicionam o tempo e a facilidade de acesso a um determinado local a partir de um outro (S. GEERTMAN *et al.*, 1995).

Tendo já sido abordado o principal agente de proteção civil, a estruturação e organização desta força, bem como a localização dos quartéis de bombeiros com as suas áreas de atuação e, também, a importância do sistema rodoviário, nomeadamente da sinuosidade rodoviária para o ataque inicial, no próximo capítulo abordaremos aspetos ligados à modelação espacial dos tempos estimados de deslocação, pois, para socorrer é preciso primeiro percorrer toda uma distância, por estrada ou abrindo o seu próprio caminho, até ao local da ocorrência, mas, antes disso, vamos dar conta das vidas ceifadas a bombeiros no combate a incêndios.

2.6. Bombeiros Falecidos em Serviço

Os incêndios florestais propiciam condições para o surgimento de situações complexas, que normalmente são potenciadas por condições meteorológicas adversas, podendo originar perdas de vidas humanas e bens, exigindo por isso a preparação e organização de um dispositivo adequado para os enfrentar, através da intervenção de forças de proteção e socorro, quer na defesa da floresta, enquanto bem estratégico do país, quer na proteção das populações e do ambiente.

Devido ao elevado número de ocorrências que se verificam no verão um fator que se deve ter em conta, mas que não é facilmente quantificável, é a fadiga dos combatentes. Devido ao reduzido quadro de ativos que, geralmente, cada corporação de bombeiros tem, a intensa frequência das ocorrências a que são chamados, às várias horas do dia, e o tempo de atuação em cada ocorrência, faz com que, por vezes, estes não tenham o devido tempo de repouso, de descanso, entre uma intervenção e a seguinte.

Por outro lado, muitas vezes os bombeiros, quando ativados, para se deslocarem no auxílio de populações e bens têm de percorrer longas distâncias, sendo o elemento tempo (min) um fator chave para o sucesso da primeira intervenção, levando a que eles, num

espírito de boa vontade e ajuda ao próximo, arrisquem na velocidade e na realização de manobras não totalmente seguras, colocando em causa as suas próprias vidas.

O atual estado das estradas portuguesas e do nosso parque automóvel, especialmente dos Corpos de Bombeiros onde a manutenção dos mesmo se augura muito difícil e a aquisição de novos, sem a ajuda do Estado, quase impossível, potenciada com as atitude por vezes pouco cívica de alguns condutores, o excesso de velocidade, as ultrapassagens/manobras perigosas e o tráfego nas áreas urbanas, dificultam fortemente a mobilidade e a rapidez dos veículos prioritários necessários para acudir aos locais da ocorrência, o que implica uma adequação da velocidade de condução dos veículos prioritários, mesmo em marcha de emergência.

Em resposta a estas carências, os bombeiros têm de se adaptar e aperfeiçoar as técnicas de condução de veículos prioritários para dar resposta às necessidades, cada vez maiores, que lhes são solicitadas pela sociedade atual, resposta que terá de ser dada sempre com segurança, rapidez e eficácia, epítetos que devem caracterizar qualquer atuação dos bombeiros.

Contudo, além dos elevados danos materiais, não são, infelizmente, raros os casos de bombeiros e utentes transportadas que se transformam em feridos e mesmos em mortos, devido a acidentes em estrada com veículos prioritários ou dentro do próprio teatro de operações no combate aos incêndios florestais.

O que separa o quartel da ocorrência é todo um trajeto tenebroso, por caminhos sinuosos, onde o resultado final tende a ser dramático quando se trata de combate aos incêndios florestais (fig. 28, QUADRO XVII e ANEXO IV).

No período de 2000-2013 foram contabilizadas 79 vítimas mortais de bombeiros falecidos em serviço. O que dá quase de 6 mortes por ano. O ano de 2005 foi aquele onde, infelizmente, se registaram mais mortes de bombeiros, um ano em que arderam 325 000 mil hectares em 35 212 ocorrências (Patrícia CERDEIRA, 2012), seguido de 2007 e 2013 que juntos têm quase metade das mortes. Que trágico cenário!

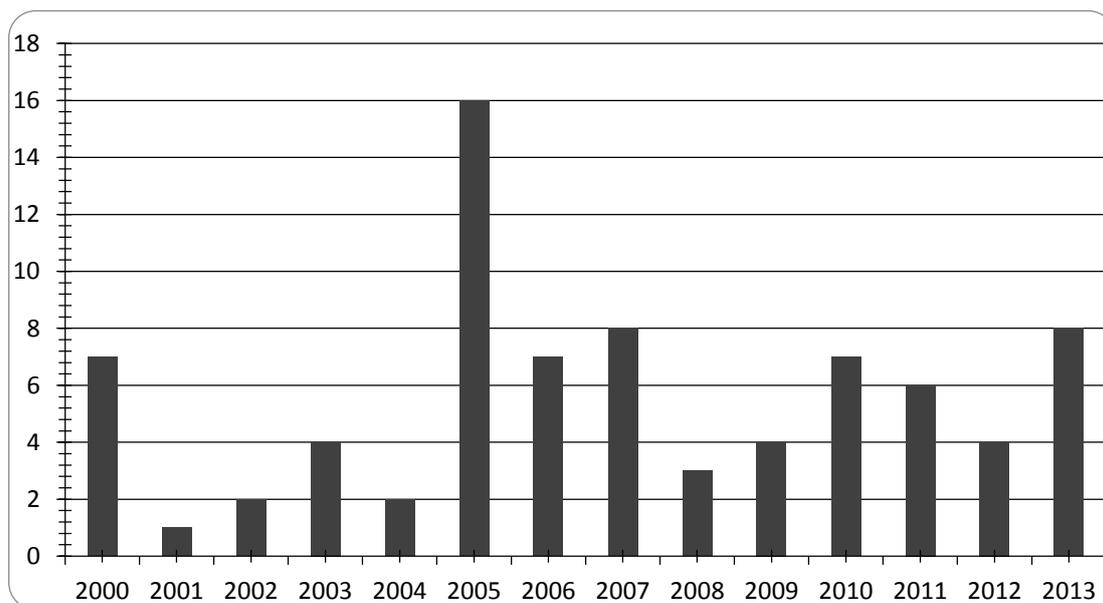


Fig. 28 - Bombeiros falecidos em serviço, durante o período de 2000-2013.

Fonte dos dados: P. CERDEIRA, (2012).

Nas causas de morte, segundo a tipologia da ocorrência, 38 bombeiros faleceram na sequência de incêndios florestais e 16 de acidentes de viação, com viaturas de serviço. Em ambas as situações, que juntas têm cerca de 70% das mortes dos bombeiros em serviço, o elemento estrada é um fator comum.

No caso dos acidentes rodoviários a estrada por causa de curvas perigosas, falta de visibilidade, poderá ter contribuído para o sinistro, quer dos próprios quer dos demais utentes da via.

Já no segundo caso, relativo aos incêndios florestais, não sabemos se as mortes ocorreram durante o trajeto e aí as curvaturas das estradas podem ter contribuído para o acidente ou já durante o combate. Aqui no combate a estrada poderá ter contribuído para o atraso na primeira intervenção pelo que o combate torna-se mais difícil e perigoso.

No combate ampliado a estrada poderá não ter permitido vias escapatórias ou não ter largura suficiente para o cruzamento de veículos. De acordo com os autores do *Manual Técnico de Condução Fora de Estrada* (ENB, 2001) quando se deslocam para a ocorrência devem fazê-lo com o tanque cheio. Depois de iniciarem o combate se não utilizarem a totalidade da água disponível, caso tenham de se deslocarem para uma outra frente de fogo ativa, ou iniciarem a marcha de regresso, devem despejar totalmente o tanque de água, por questões de segurança, antes de iniciarem a marcha, pois a movimentação de líquidos durante marcha pode provocar a sua derrocada.

QUADRO XVII - Bombeiros falecidos em serviço, por tipo de ocorrência, durante o período de 2000-2013.

Ocorrência	Total Mortes	%
Incêndio florestal	38	48,10
Acidente rodoviário	16	20,25
Incêndio industrial	3	3,80
Incêndio urbano	3	3,80
Serviço interno	3	3,80
Transporte de doentes	3	3,80
Acidente náutico	1	1,27
Colisão com viatura ligeira	1	1,27
Despiste da ABTM contra pesado	1	1,27
Doença súbita	1	1,27
Formação	1	1,27
Incêndio em viatura	1	1,27
Inundação/Enxurrada	1	1,27
Lavagem de estrada	1	1,27
Missão internacional	1	1,27
Prevenção	1	1,27
Salvamento de vítimas	1	1,27
Socorro a vítima	1	1,27
Treino (recuperador salvador)	1	1,27
Total	79	100,00



Fonte dados: P. CERDEIRA, (2012).

Fonte da imagem: C.B. de Famalicão da Serra.

Em 2012 e pela primeira vez, a Diretiva Operacional Nacional (DON 2) dá ênfase ao tema da segurança na condução de veículos (P. CERDEIRA, 2012).

Toca a sirene e dentro de uns breves instantes arrancam uns bravos e destemidos homens, saem em marcha de emergência, em auxílio do próximo, sem olhar para trás, sem olhar para os seus entes queridos, sabem que vão, desconhecem se regressam, uns chamam-lhes de soldados da paz, outros, homens enlouquecidos, intriguistas ou simplesmente pirómanos... chamam-lhes de lenha para arder! Tu, Bombeiro, lembra-te que [se exige o que está n]a tua divisa é “*Vida por Vida*” (A. AMARO, 2000).

Para Além da Curva da Estrada

*“Para além da curva da estrada
Talvez haja um poço, e talvez um castelo,
E talvez apenas a continuação da estrada.
Não sei nem pergunto.
Enquanto vou na estrada antes da curva
Só olho para a estrada antes da curva,
Porque não posso ver senão a estrada antes da curva.
De nada me serviria estar olhando para outro lado
E para aquilo que não vejo.
Importemo-nos apenas com o lugar onde estamos.
Há beleza bastante em estar aqui e não noutra parte qualquer.
Se há alguém para além da curva da estrada,
Esses que se preocupem com o que há para além da curva da estrada.
Essa é que é a estrada para eles.
Se nós tivermos que chegar lá, quando lá chegarmos saberemos.
Por ora só sabemos que lá não estamos.
Aqui há só a estrada antes da curva, e antes da curva
Há a estrada sem curva nenhuma”*

ALBERTO CAEIRO, in "Poemas Inconjuntos"

Heterónimo de FERNANDO PESSOA

Sabemos que todos os grandes incêndios florestais começam por ser pequenos focos de incêndio. O que os distingue é a ineficiência e fracasso da primeira intervenção, que deve ser dada no menor e mais curto espaço de tempo, dependendo da distância a percorrer e da velocidade do veículo, bem como das características físicas que podem potenciar o comportamento do fogo. Em ambos os casos, a geometria do traçado rodoviário assume um papel de relevo, pois influencia as primeiras e é influenciado pelas segundas.

Com base no que hoje sabemos sobre o comportamento dinâmico do fogo, vimos tentar garantir condições para um ataque inicial eficaz a fogos nascentes, onde estratégias de alerta, decisões atempadas e fiáveis para o pré-posicionamento e avanço das viaturas apropriadas, com base no jogo entre a distância e a velocidade, constituem condição nuclear para garantir uma operacionalidade, eficiente e eficaz, no combate aos incêndios florestais. Deste modo, evita-se que evoluam vertiginosamente para contornos incontrolláveis, cuja extinção passa a acarretar toda uma estrutura alargada, musculada, num teatro de operações (TO) que se prolonga no tempo (fig. 29).

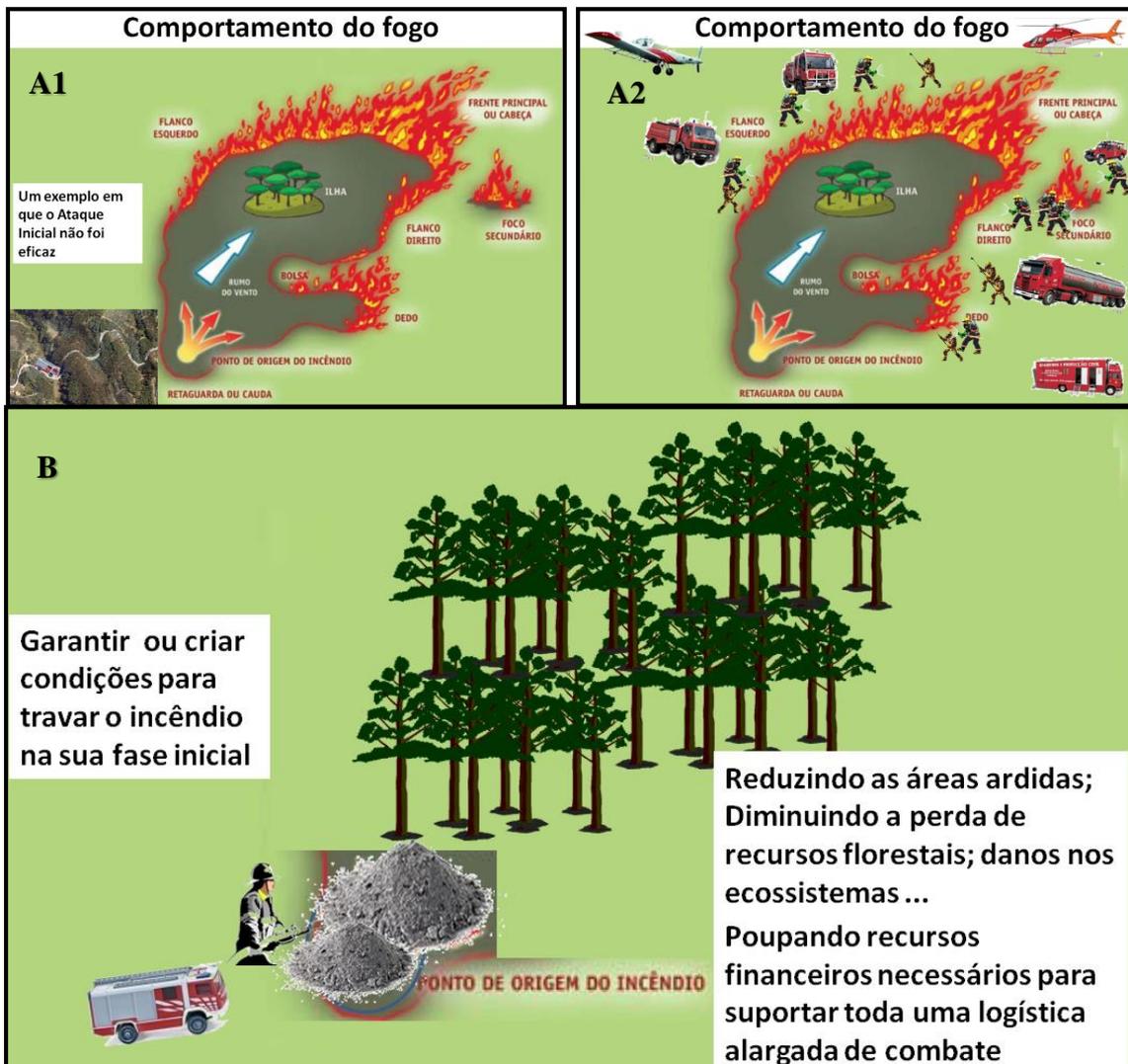


Fig. 29 - A1 – O Ataque inicial ao ponto de ignição não foi eficaz. A2 – O incêndio evoluiu sendo necessária uma estrutura musculada de combate. B – O Ataque inicial eficaz que preservou a mancha florestal e as perdas financeiras.

Fonte: Adaptado de C. CASTRO *et al.*, 2003.

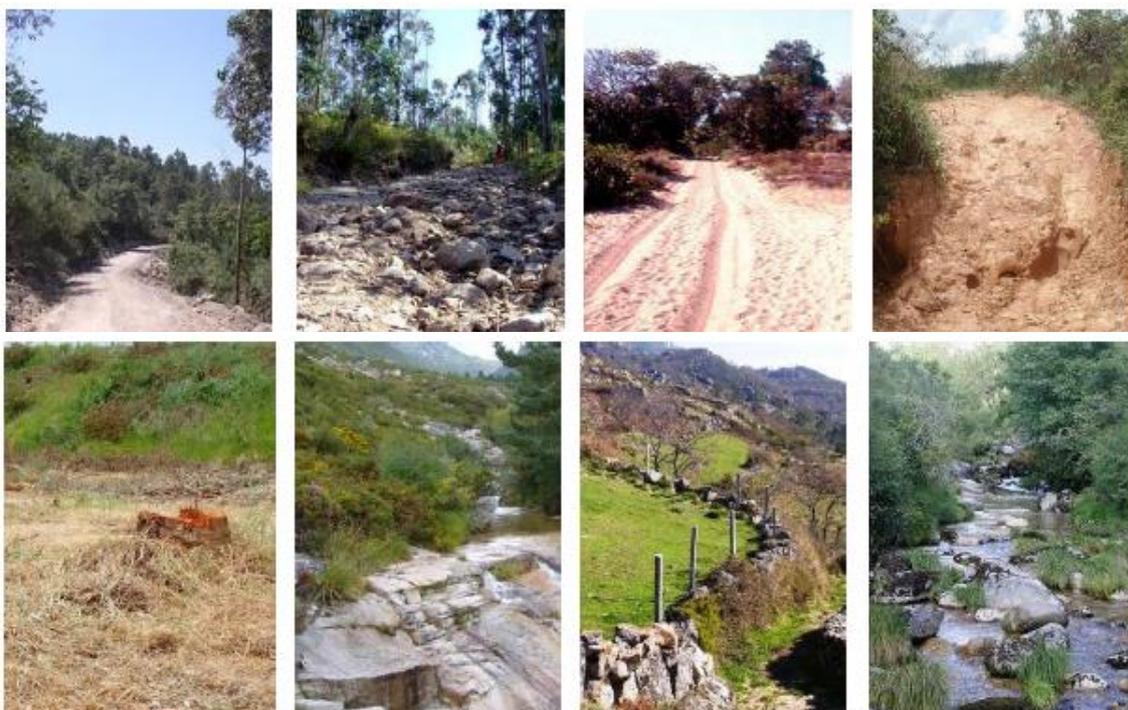
Após termos visto as várias tentativas de organização da principal força de combate aos incêndios florestais e a operacionalidade desta força de combate aos incêndios florestais, desde a deteção dos incêndios florestais, ao alarme e ativação de meios de ATI, interessa-nos agora analisar o jogo entre a distância e a velocidade.

É com base neste cenário assombroso até aqui descrito, quer a nível da dimensão das áreas ardidas, quer a nível da morte dos nossos bombeiros, que vimos propor uma nova abordagem para travar este cenário calamitoso que, ano após ano, se abate sobre as nossas florestas e populações.

3.1. Para socorrer primeiro é preciso lá chegar!

Qualquer intervenção dos Bombeiros no combate aos incêndios florestais implica necessariamente a deslocação dos meios humanos e mecânicos para as áreas florestais, cujos acessos e caminhos, pela sua própria natureza, apresentam dificuldades acrescidas à progressão de homens e máquinas, com o objetivo do ataque inicial: projetar, sobre o ponto de ignição, no mais curto espaço de tempo possível, a quantidade de água necessária e suficiente para a extinção do mesmo, antes que ele assuma maiores proporções (ENB, 2001).

A deflagração de um foco de incêndio tanto pode acontecer junto a uma estrada, ou no interior da própria mancha florestal. Neste caso, os caminhos poderão ser de terra batida, arenosos, pedras soltas, ou com obstáculos, naturais ou artificiais, como cepos, árvores, muros, valas, fossos, etc, passíveis de ser encontrados na floresta (fot. 4).



Fot. 4 – Obstáculos passíveis de se encontrar no percurso na área florestal.

Fonte: ENB, 2001.

Os caminhos dos espaços florestais encontram-se habitualmente deteriorados, apresentando uma topografia irregular (com subidas e descidas acentuadas) e, em certas situações, verifica-se a sua ausência completa. A solução passa pela criação e abertura, de caminhos utilizando para esse efeito o próprio veículo, o que por sua vez irá aumentar o tempo de resposta da intervenção.

O combate ao incêndio pode ser realizado de diversas formas, com a própria vegetação, com terra (que se encontra disponível quase em todo o lado, o que possibilita o combate a uma distância curta e segura entre as chamas, onde não é necessário o carregamento de mangueiras e permite o combate em locais de difícil acesso quer de homens, veículos e equipamento) e com a água.

A disponibilidade de água, principalmente em áreas de montanha, é diminuta ou rara, principalmente nos meses do período crítico de incêndios e, mesmo quando existem pontos de água artificiais, esta rede não é apropriada para abastecimento dos meios terrestres em situações de Ataque Inicial. Por outro lado, alguns destes pontos de água são privados, pelo que são regularmente utilizados para a rega dos campos agrícolas o que faz com que na época estival se encontram vazios.

Por estas e outras razões de natureza prática, em termos operacionais, a água tem de ser transportada até ao ponto de ignição nos tanques de armazenamento com que os veículos terrestres de combate a incêndios florestais se encontram equipados pelo que as características dos veículos terrestres de combate aos incêndios florestais que possibilitam o transporte de tanques de água pelas estradas em áreas de montanha, condicionam o combate aos incêndios florestais.

A **estrada é assim um fator preponderante** na eficácia do combate aos incêndios florestais, pelo que deverá ser minuciosamente analisada sob dois pontos de vista: a velocidade e a distância, que podem ser englobadas num conceito mais alargado, o da sinuosidade (proposto), que influencia o tempo de deslocação nestes veículos, pois, devido às suas características, estão mais sujeitos a perdas de velocidade.

3.1.1. Características dos veículos terrestres de combate a incêndios florestais

Como qualquer intervenção dos bombeiros, independente da ocorrência, implica a deslocação dos meios mecânicos, pelo que é necessário também analisar as suas características.

No que concerne ao combate ao incêndios florestais, devido às ignições nem sempre se localizarem na junto às estradas ou nas suas proximidades, **os veículos terrestres próprios** para esse combate têm de estar dotados de características específicas, desde as especificações técnicas de construção à integração de mecanismos e dispositivos especiais, que os tornem capazes de ultrapassar obstáculos e atingir zonas inacessíveis para um veículo comum, podendo mesmo, em circunstâncias excecionais, ter de abrir os seus próprios trajetos (ENB, 2001).

Naturalmente que a utilização de equipamentos específicos implica formação específica, de modo a que se tire o máximo proveito das potencialidades oferecidas por estes veículos, pelo que a aquisição deste tipo de aptidões são uma forte arma, não só para

a redução do número de mortes ou feridos, mas também para uma maior eficácia no combate aos incêndios florestais.

Estamos a falar de veículos com características todo-o-terreno, dotados de dispositivos e mecanismos concebidos para facilitar a progressão em terrenos difíceis. Em último recurso, utilizando os mecanismos com que se encontram dotados, poderão abrir os seus próprios caminhos evitando percursos muito agressivos ou inseguros quer para a equipa quer para a máquina, considerando que nunca deve ser descurado o fator da “segurança”.

Segundo o Despacho n.º 21638/2009 de 28, de Setembro de 2009, do Presidente da Autoridade Nacional de Proteção Civil “*Veículo Florestal [é o] veículo a motor capaz de utilizar todos os tipos de vias públicas, bem como terrenos acidentados, equipado com chassis todo-o-terreno, da categoria 3 de acordo com a EN 1846-1,2,3*”.

No Capítulo II dos veículos, na Secção I, Tipologia de Veículos, no artigo 3.º refere que os veículos dos Corpos de Bombeiros, atendendo ao fim a que se destinam e à natureza do equipamento que transportam, classificam-se em várias tipologias, sendo preponderantes para este estudo, os denominados na alínea a-) de Veículos de Socorro e Combate a Incêndios;

O artigo 4.º na alínea número 1) define os Veículos de Socorro e Combate a Incêndios como “*veículos de primeira intervenção equipados com bomba de incêndio (EN 1028-1 e 1028-2), tanque de água e outros equipamentos necessários para o salvamento e combate a incêndios*”.

Como o presente estudo se centra no ataque inicial foram realizadas amostras dos veículos de socorro e combate a incêndios que têm as seguintes designações de subtipologias, segundo a alínea número 2):

a) Veículo Ligeiro de Combate a Incêndios (VLCI)

“É um veículo ligeiro do tipo todo-o-terreno (4x4), de categoria L2, dotado de bomba de serviço de incêndios, destinado prioritariamente à intervenção nos incêndios rurais e urbanos. Possui tanque com uma capacidade mínima de 500 litros”;

b) Veículo Florestal de Combate a Incêndios (VFCI)

“É um veículo todo-o-terreno (4x4), de categoria M3, dotado de bomba de serviço de incêndios, destinado prioritariamente à intervenção nos incêndios florestais e rurais. Possui tanque com capacidade mínima de 3.000 litros”;

A razão do estudo se centrar nestas duas subtipologias prende-se com a necessidade de colocar os meios no local no mais curto espaço de tempo, pelo que não é aconselhável a ativação de autotanques de grande capacidade para uma primeira intervenção.

Face às especificidades de conceção e de construção dos veículos terrestres de combate a incêndios florestais, que contemplam diversos mecanismos que os capacitam para progredir em terrenos topograficamente acidentados e sinuosos. Designam-se por veículos “todo-o-caminho”, quando permitem a condução em estrada e caminhos florestais e por veículos “todo-o-terreno”, quando o seu comportamento e desempenho estão diretamente relacionados com as suas características estruturais, o que lhes possibilita o seu uso fora de estrada, a transposição, com maiores ou menores

dificuldades, de obstáculos passíveis de serem encontrados na floresta e o acesso a locais inacessíveis aos outros veículos (ENB, 2001, QUADRO XVIII).

QUADRO XVIII – Especificações de construção dos veículos de ATI.

Veículo de Ataque Inicial		VLCI	VFCI
Imagem Standard			
Velocidade	Máxima	100 Km/h	
	Cruzeiro	80 Km/h	
Máximo de perfil longitudinal		26°	
Máximo de inclinação da estrada		17°	
Capacita de Água (mínima)		500 L	3.000 L
Capacita de Água (máximo)		1.000 L	3.500 L
Ângulo de Ataque		> 23°	≥ 35°
Ângulo de Saída		> 30°	
Ângulo de Rampa			≥ 30°
Altura ao Solo		≥ 200mm	≥ 4000mm
Autonomia	Motor <small>(Estrada de perfil mediantemente acidentado)</small>	≥ 3 Horas	
	Bomba de Serviço	≥ 4 Horas	
Pneus		Todo-o-terreno	
Lanços de mangueira (1 = 20/25m)	DN 25	10	15
	DN 38	5	15
	DN 45		4
	DN 70		2

Fonte: Despacho n.º 21638/2009, de 28 de setembro.

Para a realização do presente trabalho foram executadas duas simulações com 2 viaturas terrestre de combate, um VLCI com capacidade para 600L de água e um VFCI com 3500L, em dois trajetos diferentes.

A diferenciação entre um veículo ligeiro e um pesado é dada pelo **Código da Estrada**, no seu art.º 106º, que refere as classes e tipos de automóveis. Assim os veículos classificam-se por:

- Ligeiros: veículos com peso bruto igual ou inferior a 3500kg e com lotação não superior a nove lugares, incluindo o do condutor;*
- Pesados: veículos com peso bruto superior a 3500kg ou com lotação superior a nove lugares, incluindo o do condutor.*

O **peso bruto do veículo** deve respeitar a homologação do IMTT. Entenda-se por Carga Útil/Peso Bruto o somatório do:

- Peso do chassis;
- Peso da superestrutura;
- Peso do equipamento;

- d) Peso da guarnição (média 90kg/bombeiro);
- e) Peso dos agentes extintores

Estes veículos em ataque inicial, ou seja, em marcha de emergência, são considerados veículos prioritários, que o Código de Estrada, no artigo 64, define como “*veículo que transite em missão de polícia, de prestação de socorro ou de serviço urgente de interesse público assinalando adequadamente a sua marcha (...)*”.

Refere ainda, no mesmo artigo, que estes veículos prioritários “*podem quando a sua missão o exigir, deixar de observar as regras e os sinais de trânsito (...)*”.

Contudo estes não devem nunca pôr em “*perigo os demais utentes da via*”, pelo que são obrigados a suspender a sua marcha perante o “*Agente regulador de trânsito, ao sinal vermelho e ao sinal de paragem obrigatória em cruzamento ou entroncamento - STOP*” (artigo 64). Estes perdem também prioridade nas entradas de autoestradas e vias reservadas e a veículos que saiam de uma passagem de nível (artigo 65).

Por outro lado o artigo 65.º do Código da estrada refere ainda que os utentes da via pública devem deixar livre a passagem, detendo a sua marcha se necessário, para permitir o trânsito de veículos prioritários.

Devido às normas do código da estrada para veículos que circulem em marcha de emergência optámos por não proceder ao levantamento da sinalização rodoviária, por não ter-mos achado preponderante para o estudo. Embora o sinal vermelho e o de STOP obriguem à suspensão da marcha, mesmo para veículos em marcha de emergência, estas são situações muito específicas e de frequência muito reduzida pelo que não justifica a sua integração em modelos de estimação dos tempos de deslocação, além de que, hoje, é raro algum de nós vermos um veículo em marcha de emergência parado num vermelho e muito menos num STOP. O Agente regulador de trânsito, como não tem um local fixo na nossa área de estudo, também não foi levantado.

Quanto maior for a possibilidade de chegar mais cedo e mais perto da frente do incêndio no menor tempo de deslocação, maior será a capacidade de intervenção com um menor recurso aos meios mecânicos e esforço do pessoal envolvido, traduzindo-se numa maior taxa de rentabilidade dos meios humanos e materiais, logo numa maior eficiência, menor onerosidade no combate e menor área ardida.

3.1.1.1. Condução dos veículos fora da estrada - contributo do condutor

É a formação de condução “fora da estrada”, anteriormente designada por todo-o-terreno, que habilita os motoristas a uma condução eficiente e sempre em segurança. Obter um melhor desempenho dos veículos todo-o-terreno é algo que não se improvisa. Os motoristas devem possuir bons conhecimentos das características e mecanismos dos veículos, bem como formação em condução Fora da Estrada, efetuando regularmente o treino necessário para evoluir fora dos caminhos (C. CASTRO *et al.*, 2003).

O curso Condução Fora de Estrada visa dotar os formandos com conhecimentos e competências gerais para a avaliação das condicionantes físicas do terreno ajustada aos diversos veículos utilizados, bem como a aquisição de técnicas específicas necessárias à

condução fora de estrada em veículos com tração 4x4, para a progressão em terrenos irregulares com desníveis acidentados e com baixo teor de aderência, em situações de elevado grau de dificuldade, com obstáculos, como: passagem de relheiras, valas e rios, cruzamentos de pontes, subidas e descidas acentuadas, com recurso a pranchas, troncos, roldanas, guinchos e Hi-Lift e outras ferramentas e equipamentos específicos, privilegiando sempre as vertentes da eficácia e segurança (ENB, 2001).

É ainda dada particular atenção aos aspetos relacionados com a manutenção dos veículos. Os motoristas que com eles operam devem ser conhecedores, de uma forma tão abrangente quanto possível, de todos os elementos estruturais, mecânicos e elétricos, o seu modo de funcionamento e técnicas básicas de manutenção, bem assim como das técnicas elementares de condução de veículos todo-o-terreno, cuja operação obriga a uma atitude ainda mais responsável, considerando alguns riscos inerentes ao trinómio “homem, máquina, terreno” (ENB, 2001).

No entanto poucos são os manuais existentes ou pelo menos de acesso ao público em geral. Contudo, segundo a DIRECTION DE LA DÉFENSE ET DE LA SÉCURITÉ VIVILES (1998) verificamos que o máximo de aclives/declives que os veículos de combate a incêndios podem transpor em segurança é de 50% (26°) e o máximo de inclinação lateral da estrada em segurança é de 30% (17°) (fig. 30).



Fig. 30 – Exemplos dos máximos de inclinação que um VFCI consegue transpor em segurança. Fonte: Adaptado de DIRECTION DE LA DÉFENSE ET DE LA SÉCURITÉ VIVILES (1998).

A inclinação (numa subida ou descida) de um veículo modifica a repartição das cargas sobre os rodados. Os pneus e a suspensão da parte inferior da inclinação suportam o peso mais importante, enquanto os pneus e a suspensão da parte superior ficam mais leves, aumentando os efeitos da inclinação. Nas inclinações laterais, a projeção horizontal do centro de gravidade não deve sair das rodeiras do veículo (ENB, 2001).

Sempre que se desloque com inclinação lateral ou num declive apreciável por segurança, nunca progredir se o tanque não estiver completamente cheio, já que o deslocamento do líquido pode desequilibrar o veículo. Se o terreno se encontrar molhado ou instável e, ainda, na presença de rochas, pedras e covas, é necessário o maior cuidado, pois pode ou podem provocar o aumento da inclinação e provocar o derrubamento do veículo (ENB, 2001).

Será sempre mais perigoso as manobras com inclinações laterais da estrada elevadas do que em aclives (rampas), pois, no primeiro caso, estas podem provocar que o veículo tombe devido ao peso, já no segundo caso, se o veículo não tiver força para subir, o mais certo é o mesmo voltar ao local de onde iniciou a marcha.

Logo que o veículo deixa uma estrada alcatroada e se embrenha num caminho florestal, o motorista deve recolher os espelhos retrovisores para estes não se partirem e ou para evitar fazer golpes bruscos com o volante para se desviar das árvores ou arbustos. Os vidros das portas deverão estar fechados para não ser atingido na cara pela ramagem. Quando em operações de combate a incêndios, é muito importante o fecho de todas as janelas não só para evitar o fumo, que dificulta a condução, mas também para que não entrem no veículo partículas inflamadas (ENB, 2001).

Assim, a nível do conteúdo pedagógico deste manual verificamos que poucas são as instruções definidas para cada caso, tendo em conta a tipologia dos veículos, marca de construção, características estabelecidas no Despacho n.º 21638/2009, de 28 de Setembro, que regulamenta os tipos, as características, as classificações, a normalização técnica de veículos e demais equipamentos operacionais, que podem ser usados pelos Corpos de Bombeiros. Vejamos, a título de exemplo, a capacidade de transporte de água, pois não será o mesmo transpor aclives de 50% com 500 ou com 3500 litros de água, pelo que a velocidade será certamente diferente.

Para uma progressão em segurança, em terrenos acidentados é obrigatório efetuar o reconhecimento do local, verificando o tipo de terreno, a existência de obstáculos e se é possível transpô-los. Se estivermos perante um declive acentuado, devemos avaliá-lo, garantindo que está dentro da percentagem de segurança estabelecida.

Deverá ser sempre o bombeiro condutor a verificá-lo, podendo solicitar ao chefe de equipa que saia do veículo para servir de escala, e com base na experiência adquirida deve avaliar, a olhar sobre o terreno, se os aclives/declives e a inclinação lateral da estrada estão dentro dos parâmetros, para evitar que os bombeiros passem por situações confrangedoras, como já tem sucedido (fig. 31).



Fig. 31 – Bombeiro condutor a calcular a subida e carro acidentado.

Fonte: a -) adaptado de ENB, 2001; b -) P. CERDEIRA, 2012.

À chegada ao teatro de operações, durante as manobras de inversão de marcha ou de posicionamento, ou quando se circula em zonas difíceis, todo o pessoal deve desembarcar, ficando só o motorista no veículo, pois os restantes elementos da equipa não necessitam de permanecer no seu interior e estão assim salvaguardados de qualquer possível acidente durante as referidas manobras.

3.1.2. A sinuosidade rodoviária

Podemos olhar para a sinuosidade sobre duas perspectivas, uma no sentido **abstrato** onde podemos definir sinuosidade como algo que é obscuro, algo a que não se avista o fim, algo que impõe dificuldades, e uma outra no **sentido da geometria** onde podemos definir a sinuosidade como algo que não é reto, que tem uma forma ondulante, que quanto mais irregular for maior será a sua sinuosidade.

Sinuoso significa “*que descreve uma curva (linha) mais ou menos irregular, ondulante, tortuoso (Do latim: sinuosu)*” (Porto Editora, 1998). A sinuosidade é a “*Qualidade do que é sinuoso; volta, curva, rodeio, tergiversação; evasiva*” (Porto Editora, 1998; Texto Editores, 2006).

Na terminologia francesa, segundo o dicionário PETIT LAUROUSSE (Claude AUGE, 1909), a análise é mais geométrica, pois define a sinuosidade como a “*Perpendiculaire menée d'un des extrémités de l'arc au rayon qui passe par l'autre extrémité*”.

Por outro lado, o dicionário de OXFORD (A. S. HORNBY, 2000) define algo que é sinuoso como “*turning while moving in a graceful way; having many curves*”. Nesta definição há mais relação com o movimento, já que os ingleses, na modelação da velocidade em projeto, têm em conta este conceito da sinuosidade (THE HIGHWAYS AGENCY, 2002 in A. LOBO *et al.*, 2012).

No fundo, a sinuosidade traduz a *ratio* existente entre a distância real ou observada (DO) e a distância ideal ou expectável (DE) (S. SCHUMM, 1962; C. LAUDER, *et al.* 2001; B. DODOV, *et al.*, 2004; M. MARTINEZ, 2005; N. BAGHERI, *et al.*, 2005; B. GOMEZ *et al.*, 2006; P. RAUTELA *et al.*, 2007; F. BOANO, *et al.*, 2006; A. WARD *et al.*, 2008; H. HUANG, *et al.*, 2010; R. KUMARA *et al.*, 2011; M. P. CLAVERO, 2012).

A sinuosidade rodoviária pode, ainda, ser vista numa análise geométrica isolada dos seus elementos, reta ou curva, (fig. 32), pois uma curva, mesmo isolada, é sempre sinuosa, pois aumenta a distância entre dois pontos consoante o comprimento do seu raio.



Fig. 32 - Elementos geométricos do traçado de uma estrada, segundo o plano horizontal.
Fonte: DEC, 2000.

Sendo o elemento curva aquele que, no plano horizontal, acarreta mais condicionantes negativas na velocidade, o somatório dos seus elementos e a sequência destes ao longo de toda a extensão do percurso que vai ligar dois pontos (A-B) será sempre da maior relevância.

A melhor forma de ligação entre dois pontos (A-B) por meio de uma estrada é através de um segmento reto. Contudo, tal só seria possível se não houver entre esses dois pontos a presença de obstáculos que obriguem o traçado a desviar-se da sua diretriz principal.

Com efeito, as regiões topograficamente elevadas apresentam características desfavoráveis à implementação de um sistema rodoviário retilíneo. Nestas áreas facilmente encontramos formas de relevo, como contrafortes, espigões, esporões, gargantas e colos, que obrigam a que o seu traçado se desvie da forma retilínea (fig. 33).

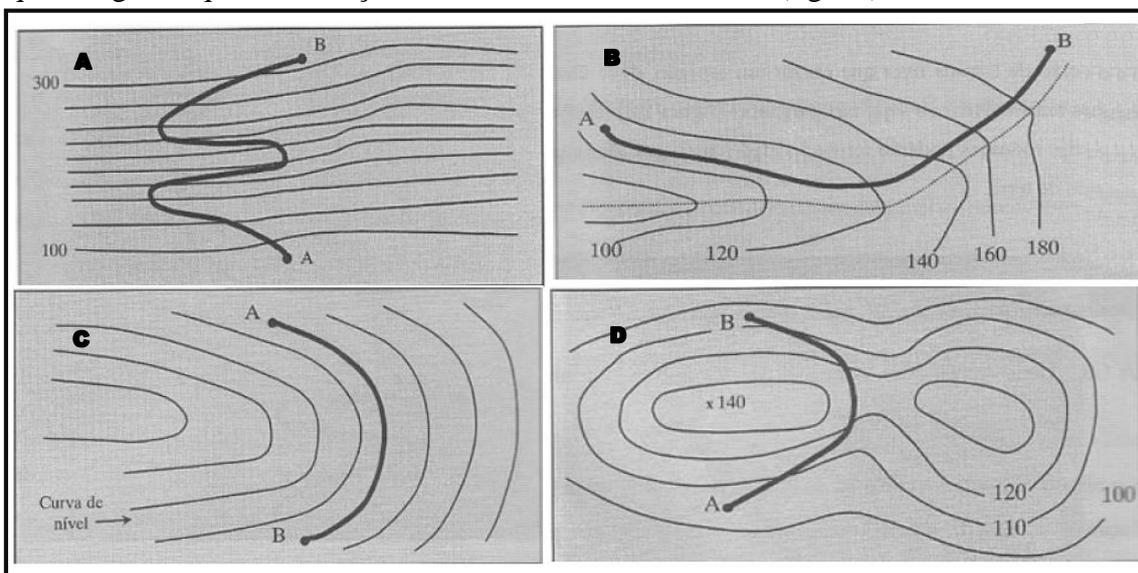


Fig. 33 - Formas de desenvolvimento do traçado de uma estrada:

A – Traçado em ziguezague; C – Traçado acompanhado as curvas de nível;
 B – Traçado acompanhando o talvegue; D – Traçado cruzando espigão pelo colo.

Fonte: (E. MACEDO, 2012)

Por outro lado, devido às características topográficas das áreas de montanha, a escolha do perfil ideal e a implementação de uma estrada necessita, geralmente, de uma grande movimentação de terra, bem como, devido às suas características geológicas, geotécnicas e hidrográficas, podem implicar a estabilização de vertentes, aterros, drenagens, ou seja, serviços especializados que elevam os custos da sua construção.

Assim, cada elemento geométrico que compõe curvas e o perfil topográfico são as variáveis que mais limitações colocam à rápida deslocação dos meios para combate a incêndios florestais, devido à atuação de um conjunto de forças, designadamente, força centrífugas, gravidade e de atrito.

Ao percorrer uma **curva horizontal**, a uma certa velocidade (v), um veículo fica sujeito à ação de uma força centrífuga (F_{cf}), que atua no sentido de dentro para fora da curva, tendendo a mantê-lo em trajetória retilínea, tangente à curva. Para que um veículo mantenha a trajetória sem derrapar, a força de atrito (u) tem de equivaler à força centrífuga que é sentida no veículo e nos seus ocupantes, quando se descreve uma curva (fig. 34).

Assim, a força centrífuga é a força que empurra a massa em movimento para o exterior da curva. A resistência a esta força é assegurada por outra força, o **atrito** transversal, uma força centrípeta, que puxa o veículo para dentro e que é mobilizada na interface pneu-pavimento, pela componente do próprio peso do veículo, e por isso se manifesta em sentido contrário ao da força centrífuga.

Para ajudar os veículos a descreverem o arco, sem derrapar, usa-se a inclinação lateral da estrada que ajuda o veículo a manter a sua trajetória (INIR, 2010). Contudo, se

o coeficiente de atrito for relativamente baixo e a velocidade de entrada em curva for elevada, o veículo entra em subviragem e “foge de frente”, ou seja, alarga a trajetória e não consegue descrever a curva àquela velocidade de entrada, sendo necessário reduzir a velocidade para poder descrever o movimento circular em segurança.

Num outro exemplo, temos um veículo com massa M , que se desloca com velocidade constante v , **ascendendo por uma rampa** (fig. 35) com inclinação θ com a horizontal, necessita que o seu motor desenvolva uma potência capaz de anular a potência das forças que resistem ao seu avanço. Além das forças de resistência exercidas pelo ar e pela pista de rolamento no veículo, a componente do peso do veículo paralela à pista opõe-se ao seu movimento. A força que traciona os veículos pela rampa acima é a força de atrito entre os pneus e o pavimento nas rodas de tração. Quanto melhor for a força de atrito (u) melhor será o aproveitamento da força motora gerada que permitirá que o veículo prossiga a sua marcha. Por outro lado, em subidas, a massa do veículo (M), ou seja, o seu peso, funcionará no sentido oposto, graças à ação da gravidade, dificultando a sua progressão.

Outro aspeto importante relativo à condução de veículos pesados diz respeito às descidas. Quando um veículo pesado prossegue a sua **marcha no sentido descendente**, ou seja, no sentido do **declive** (fig. 36), a potência desenvolvida pela força gravitacional potenciada pela massa do veículo (M), funcionará como uma potência motora, aumentando a sua velocidade, o que poderá causar despistes ou acidentes. Apesar de parte da potência assim gerada ser dissipada pelas forças de resistência do ar e resistência ao piso, força de atrito (u), uma grande parte desta potência necessita de ser dissipada pelo sistema de travagem do veículo (travões convencionais e motor, sob pena de superaquecimento dos travões convencionais) sob pena da velocidade crescer até ao ponto de perda de controlo. Deste modo, as descidas nem sempre se traduzem em ganhos de tempos, pois, apesar de aumentarem a velocidade, a aproximação do veículo a outro elemento geométrico da estrada exige a brusca redução de velocidade, pelo que o jogo de ganho e perda acaba por ser nulo, com exceção de quando a extensão das descidas é muito significativa.

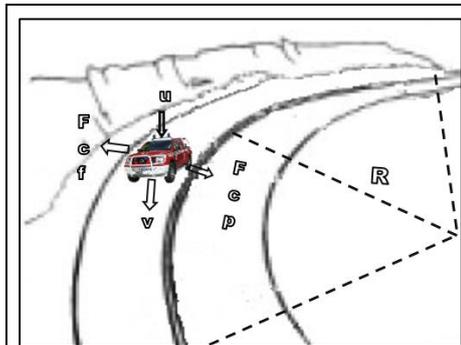


Fig. 34 – Jogo de forças em curva.

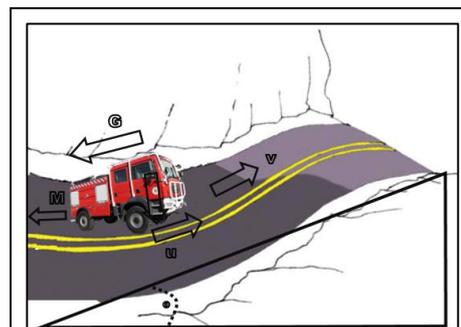


Fig. 35 - Jogo de forças em rampa.



Fig. 36 - Jogo de forças numa descida.

Será a concordância entre o plano horizontal e o plano vertical que irá definir o tipo de traçado de uma estrada (fig. 37 e 38). Logo o relevo é um fator crucial para o tipo de traçado, pois “O tipo de relevo é decisivo para projeção do traçado de uma estrada. Isto significa que a condução do traçado relacionada às dimensões dos raios (traçado de relação) é importante, acentuadamente para estradas em relevos relativamente acidentados, como por exemplo, em montanhas (...)” (DEC, 2000).

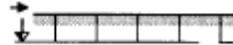
Elemento do Plano Horizontal	Elemento do Plano Vertical	Elemento Geométrico Espacial Resultante
 <p>Reta</p>	 <p>Plano</p>	 <p>Reta em plano</p>
 <p>Reta</p>	 <p>subida</p>	 <p>Reta em subida</p>
 <p>Reta</p>	 <p>Lomba</p>	 <p>Reta em lomba</p>
 <p>Curva</p>	 <p>Plano</p>	 <p>Curva em plano</p>
 <p>Curva</p>	 <p>Colo</p>	 <p>Curva em colo</p>
 <p>Curva</p>	 <p>Lomba</p>	 <p>Curva em lomba</p>

Fig. 37 – Concordância isolada dos elementos geométricos entre o plano horizontal e o perfil longitudinal. Fonte: Adaptado de DEC, 2000.

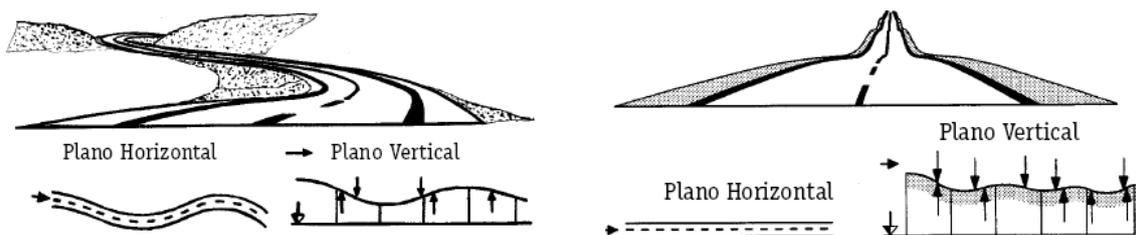


Fig. 38 – Concordância da estrada entre o plano horizontal e o perfil vertical.
Fonte: DEC, 2000.

A presença de obstáculos topográficos obriga a que a estrada serpenteie em procura dos melhores locais para os transportar. Será desta forma, ao analisarmos todo o trajeto, que encontramos o grau de sinuosidade dos percursos (fig. 39).

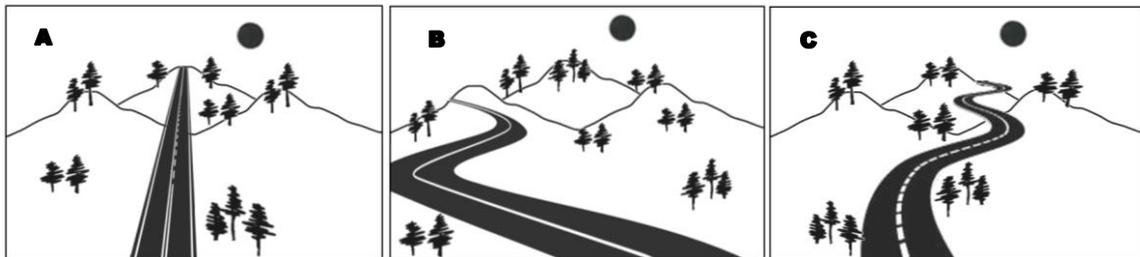
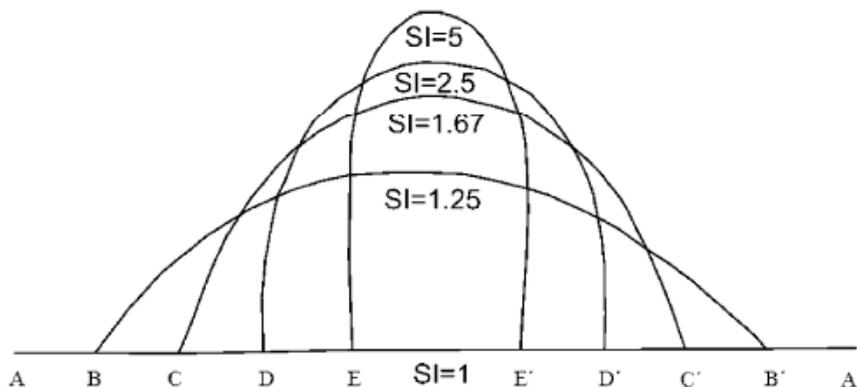


Fig. 39 - Formas de sinuosidade rodoviária de uma estrada:
A – Traçado retilíneo, ausência de sinuosidade horizontal;
B – Traçado com sinuosidade razoável;
C – Traçado bastante sinuoso.

A sinuosidade rodoviária é calculada pela relação diferencial entre a Distância Observada (DO) e a Distância Expectável/ideal (aérea) (DE) entre dois pontos. Este indicador dá-nos assim a distância que se encontra em excesso, caso o segmento que unisse dois pontos fosse em linha reta, logo pelo menor percurso.

Valores próximos a 1,0 indicam que a estrada tende a ser retilínea. Se o valor da sinuosidade for igual a 1,5 significa que, em média, qualquer viagem efetuada por esse percurso tem uma extensão 50% superior ao caminho em linha reta (fig. 40). Uma estrada com um percurso fortemente acidentado, como é o caso de estradas que atravessam montanhas, o índice de sinuosidade pode mesmo ser igual a 4 (V. GOVAN, 2012).



DO	DE	IS
100,00	100,00	1,00
100,00	90,00	1,11
100,00	80,00	1,25
100,00	70,00	1,43
100,00	66,50	1,50
100,00	60,00	1,67
100,00	50,00	2,00
100,00	40,00	2,50
100,00	30,00	3,33
100,00	25,00	4,00
100,00	20,00	5,00

Fig. 40 – Diagrama esquemático representando aumento do índice de sinuosidade com o aumento da curvatura de um percurso de uma determinada estrada.

Fonte: Adaptado de P. RAUTELA *et al.*, 2007.

O fator crucial para o cálculo e manutenção de uma velocidade constante ao longo de um percurso é o comprimento do raio de um arco (curva) em cada um dos seus trechos (velocidade específica) (JAE, 1993), logo as velocidades, em relevo acidentado, serão, tendencialmente, baixas devido ao reduzido comprimento do raio de um arco imposto pelo relevo. Estas serão ainda, tendencialmente, mais baixas, para os meios terrestres de combate a incêndios florestais (já de si veículos pesados mas aos quais são adicionadas centenas de litros de água, o que faz aumentar o seu peso e dificulta a própria condução) devido à alternância entre movimentos ascendentes e descendentes, que têm grande influência na manutenção de uma velocidade rápida.

Deste modo, alguns autores, como Piyoosh RAUTELA *et al.*, (2007), para além da análise geométrica, adicionam ao índice de sinuosidade o gradiente de declives, pois referem que a cada ponto de início e de fim está associado um valor de cota (altitude), pelo que o gradiente de declives será o inverso da tangente da diferença entre estes dois pontos, independente do sentido de deslocação, a dividir pela distância expectável, que nos dá o valor do gradiente de declives em graus (fig. 41).

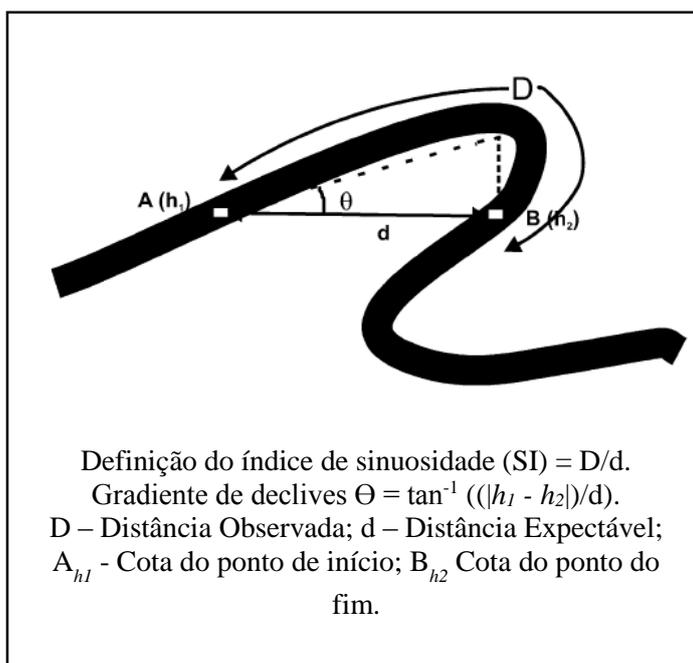


Fig. 41 - Sinuosidade e gradiente de declives.

Fonte: P. RAUTELA *et al.*, 2007

Estes fatores, comprimento do raio de curva e perfil topográfico, terão uma influência potencial quando combinados. Deste modo, no que concerne ao combate aos incêndios florestais com meios terrestres, será útil e urgente desenvolver uma metodologia que analise a relação que a presença destes dois elementos terão na velocidade e conseqüentemente nos tempos de deslocação.

3.2. Modelação da Velocidade

Ao longo dos tempos a velocidade tem-se constituído num foco de interesse primordial não só para as entidades gestoras das infraestruturas rodoviárias, mas também para os muitos investigadores do mundo académico, que se têm debruçado sobre a problemática da modelação das velocidades e da geometria do traçado, tendo sido desenvolvidos numerosos modelos de velocidade aplicáveis às diversas regiões do globo (A. LOBO *et al.*, 2013).

A. LOBO *et al.*, (2013) referem que muitos autores têm explorado os efeitos produzidos na velocidade por um conjunto alargado de variáveis, resultando em propostas de modelos para os diferentes elementos geométricos (reta e curva), tipos de veículos e condições ambientais. Estes estudos têm originado algumas metodologias de avaliação da consistência do traçado de estradas (R. KRAMMES *et al.* 1995; R. LAMM *et al.* 1987 e 1988; G. GIBREEL *et al.*, 1999).

A **velocidade** é um dos fatores mais importantes para a avaliação do desempenho de uma estrada. A velocidade é fortemente reconhecida pelos planeadores, projetistas e utilizadores de estradas como uma medida fundamental na avaliação do nível de serviço, na definição dos limites legais de velocidade, na avaliação da consistência do traçado, na análise de segurança rodoviária, entre outros estudos (JAE, 1993; A. LOBO *et al.*, 2013)

A velocidade de uma determinada estrada é estabelecida com base na classificação funcional pretendida (AE, IP, IC, EN, ER, EM, EF), pois constituem o ponto de partida dos projetistas para a definição das características geométricas do traçado, as quais permitem que a estrada corresponda às expectativas dos condutores, em termos de velocidade e do tempo de viagem.

O estudo de A. LOBO *et al.*, (2013) refere que o *Highway Capacity Manual* (2010) aponta a velocidade como o indicador mais apropriado para análise económica e ambiental de estradas de duas vias, incluindo a avaliação dos efeitos produzidos no ruído e na qualidade do ar e define a velocidade livre de circulação (*free-flow speed* - FFS) como a velocidade que traduz a resposta dos condutores às características geométricas e ambientais da estrada, quando não circulam constrangidos pela presença de outros veículos.

De um modo similar, a American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) em *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* define a velocidade operacional (*operating speed*) como sendo aquela que também pode ser afetada pela percepção de risco dos condutores, pelos limites legais de velocidade, pelas ações de fiscalização, pelas diferentes culturas de condução e pelo grau tecnológico dos veículos.

A. LOBO *et al.*, (2013) referem que estes aspetos, motivaram numerosas propostas para modelação de velocidades têm sido apresentadas ao longo dos tempos e para diferentes regiões do globo. Daí que se encontrem diversos manuais de referência e várias normas de

traçado de estradas, de diferentes países, com propostas e recomendações sobre a velocidade operacional para determinados troços de estrada, em função de elementos específicos, como é o caso da *Norma de Traçado* (JAE, 1994) relativamente às velocidades base e de tráfego em Portugal. Noutros países, tais como a Alemanha (RAS-L, 1995) e o Reino Unido (THE HIGHWAYS AGENCY, 2002), as velocidades operacionais dependem da taxa de variação da curvatura e da largura pavimentada, no primeiro caso, e da sinuosidade e da velocidade média, no segundo caso.

Sendo a velocidade o fator crucial para avaliação do desempenho de uma estrada, a **geometria da diretriz (reta ou curva)**, tem sido correntemente apontada como o fator mais condicionante da velocidade, podendo a curvatura ser caracterizada por diferentes indicadores, que A. LOBO *et al.*, (2013) enumera, tais como o raio, o grau da curva, a taxa de variação da curvatura ou o ângulo de deflexão (J. MORRALL & R. TALARICO, 1994; K. PASSETTI & D. FAMBRO, 1999; P. MISAGHI & Y. HASSAN, 2005 e G. KANELLAIDIS *et al.*, 1990. Para além dos fatores acima referidos, outras variáveis têm sido geralmente consideradas pelos investigadores na modelação de velocidades, tais como a extensão de retas ou curvas (R. KRAMMES *et al.*, 1995; A. VOIGT *et al.*, 1996; J. CARDOSO *et al.*, 1998 e K. SCHURR *et al.*, 2002), a sobrelevação (A. VOIGT *et al.*, 1996; G. GIBREEL *et al.*, 2001 e J. BONNESON, 2007) ou o limite legal de velocidade (R. LAMM *et al.*, 1998 e SCHURR *et al.*, 2002).

Por outro lado, A. LOBO *et al.*, (2013) refere também, outros autores que procederam à análise da modelação da velocidade com base ainda em outros indicadores menos usuais, como foi o caso de DONNELL *et al.* (2001) que procedeu à modelação da velocidade de veículos pesados em curvas horizontais, tendo em consideração as inclinações das retas imediatamente a montante e a jusante. Por sua vez, com abordagens distintas, outros autores como R. LAMM e CHOUERI (1987), R. LAMM *et al.* (1998) e MELO *et al.* (2012) estudaram os efeitos da largura do perfil transversal (largura da via e da berma) na velocidade e propuseram vários modelos de velocidades consoante as diferentes categorias de largura de via.

Um outro fator que tem vindo a ser abordado e introduzido nos modelos de estimação de velocidades em secções através de variáveis caracterizadoras dos troços a montante e a jusante é a influência das expectativas dos condutores sobre o traçado da estrada. Neste sentido, R. KRAMMES *et al.* (1995) e J. BONNESON *et al.* (2007) desenvolveram o conceito da velocidade na reta de aproximação. Por sua vez J. MCLEAN (1981) propôs o conceito de velocidade desejada no troço e, como depois P. ANDUEZA (2000), estudou o campo de visão dos condutores, ou seja, as características do troço a jusante.

Apesar dos numerosos modelos propostos tanto pela comunidade científica, como por entidades públicas e gestores de infraestruturas rodoviárias, o modelo apresentado neste artigo distancia-se dos aqui mencionados na medida em que todos estes modelos de estimação de velocidades são realizados tendo por base os veículos ligeiros (normais), à exceção de DONNELL *et al.* (2001), uma vez que o nosso estudo se centra unicamente nos veículos especiais de combate a incêndios florestais com características de construção diferentes, especialmente por andarem munidos de um tanque de água (500- 3500L) que condiciona a condução.

Um outro aspeto é que estes modelos de estimação de velocidades são para situações normais de uso das estradas. Contrariamente ao nosso estudo que se aplica em situações de marcha de emergência, nomeadamente após a ocorrência de incêndios florestais.

De salientar que as variáveis das densidades de interseções e de construção marginal que, por quilómetro, traduzem o número de interseções com outras estradas públicas ou com edifícios construídos à margem da estrada, é de pouco significância para o presente estudo, na medida em que sendo veículos prioritários em marcha de emergência não são obrigados, pelo código da estrada, a parar em todos os entroncamentos e cruzamentos. De referir ainda que sendo as densidades de interseções e de construção marginal mais relevantes nas áreas urbanas, onde a rede de estrada é mais densa, como estamos a falar de incêndios florestais, o número de interseções e de construção em áreas florestais é diminuta.

Um outro aspeto, de grande relevância, prende-se com a falta de significância estatística que a inclinação (perfil) longitudinal assume na maioria desses modelos levando a que a sua aplicação não seja recomendada em estradas de montanha.

Por outro lado, questões relacionadas com as expectativas dos condutores face aos trechos a jusante também não são, no nosso entender, de grande relevância para o nosso estudo, pois os bombeiros condutores dos veículos terrestres de combate a incêndios florestais são condutores experientes e que conhecem bem o território do seu concelho, designadamente as suas estradas e caminhos florestais.

Por todas estas razões, optámos por elaborar um modelo que permite calcular o Tempo Estimado de Deslocação (TED) para o Ataque Inicial aos incêndios florestais.

3.2.1. Proposta do TED – Tempo Estimado de Deslocação para Veículos de ATI

Face ao exposto, pareceu-nos urgente criar um modelo que, com base nas principais características das estradas, permitisse estimar o tempo (minutos e segundos) necessários para os veículos terrestres de ataque inicial percorrerem um trajeto de modo a que se possam garantir as condições necessárias para um ataque inicial eficaz aos incêndios florestais.

Assim, numa primeira fase procedeu-se à vetorização e cadastro da rede viária dos municípios afetos à serra da Lousã, tendo sido georreferenciadas as principais estradas, com o objetivo de criar uma rede que ligasse os Quartéis de Bombeiros, suas Secções e Destacamentos às manchas florestais, bem como entre eles.

Nesse sentido, a rede viária em análise teve em consideração as características operacionais de cada via, tendo sido respeitada a classificação adotada no Plano Rodoviário Nacional que, segundo o Decreto-Lei n.º 222/98, divide o sistema viário em 4 níveis hierárquico:

- Rede Nacional fundamental:
 - I. Itinerário Principal (IP) – Constitui a Rede Nacional Fundamental. São vias de comunicação de maior interesse nacional, servem de base de apoio a toda a rede

nacional e asseguram a ligação entre os centros urbanos com influência supradistrital e destes com os principais portos, aeroportos e fronteiras.

- Rede Nacional complementar:
 - II. Itinerário Complementar (IC) – Integram a Rede Nacional Complementar, que no contexto do PRN assegura a ligação entre a rede nacional fundamental e os centros urbanos de influência concelhia ou supraconcelhia, mas infra-distrital. São as vias que no contexto do PRN estabelecem as ligações de maior interesse regional.
 - III. Estradas Nacionais (EN) – Integram igualmente a Rede Nacional Complementar. Asseguram a ligação entre a Rede Nacional Fundamental (IPs) e os centros urbanos de influência concelhia ou supra-concelhia, mas infra-distrital.
 - IV. Estradas Regionais (ER) – Asseguram as comunicações públicas rodoviárias do continente com interesse supra-municipal e complementar à rede rodoviária nacional.
 - V. Estradas Municipais e a Municipalizar (EMs), cuja função é assegurar a distribuição próxima, composta por vias estruturantes do espaço urbano, com alguma capacidade de escoamento.

Contudo, como foi anteriormente referido, a serra da Lousã ocupa uma posição geográfica semi-periférica em relação aos principais eixos rodoviários de circulação nacional e regional, pelo que, complementarmente, considerou-se um sexto (VI) nível relativo às estradas florestais (EF) que asseguram o acesso e deslocação dentro das manchas florestais (fig. 42).

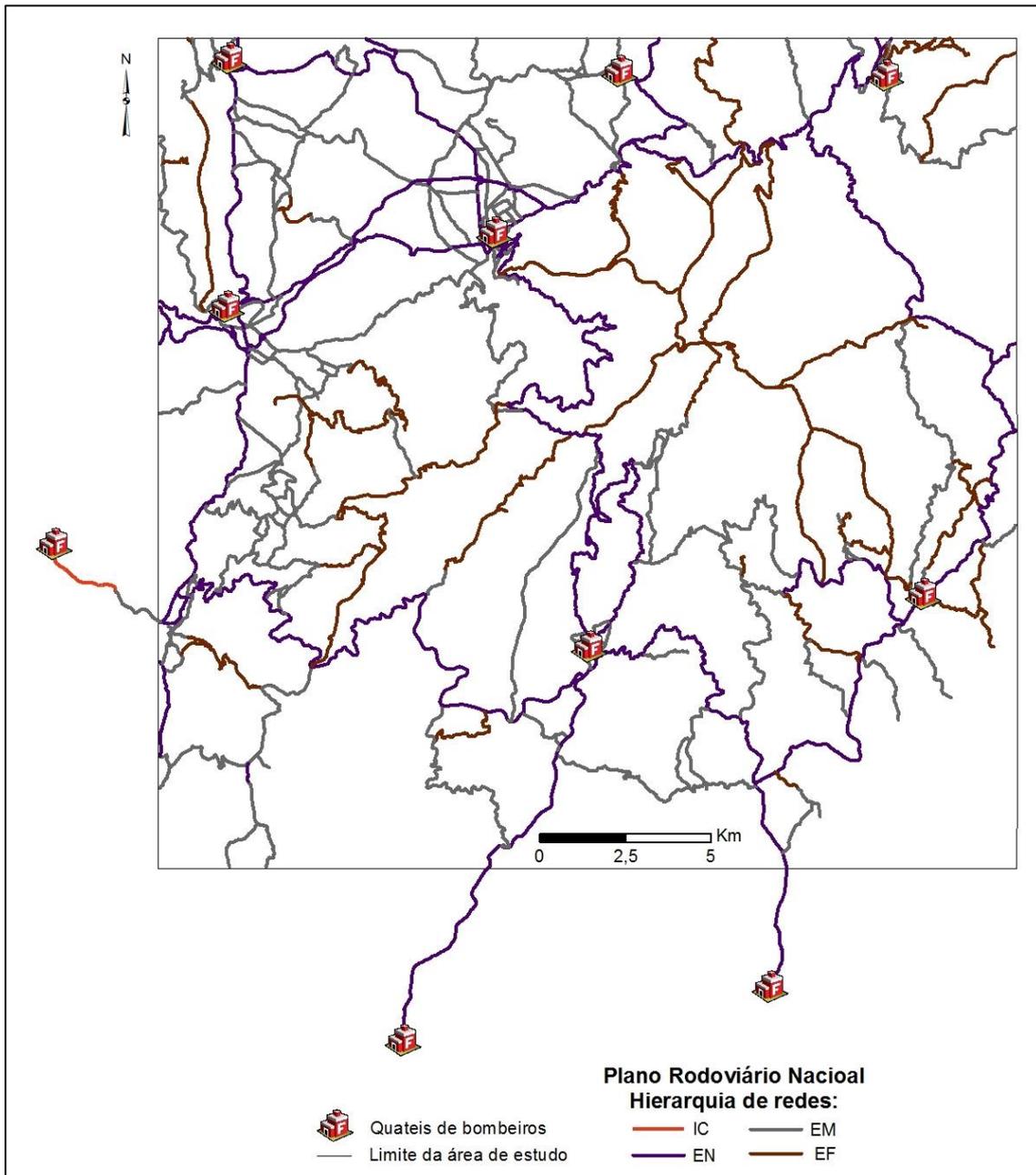


Fig. 42 - Hierarquia de redes da serra da Lousã.

Em termos de estrutura funcional da rede, verifica-se que a grande maioria do sistema rodoviário integra, em termos de extensão, a rede de estradas municipais ou a municipalizar (cerca de 44%). Deste modo as principais relações internas do sistema rodoviário em análise efetuam-se (preferencialmente) com recurso à rede de EMs,

complementada pela rede de EN (34%). A rede de hierarquia superior (IC) é quase inexistente e encontra-se afastada dos principais aglomerados urbanos, localizada na bordadura ocidental da serra, e servirá para a realização de deslocações de médio/longo curso de ligação com o exterior (QUADRO XIX).

Por outro lado as estradas florestais, com cerca de 22%, localizam-se no “grosso da serra” embora seja visível e significativo que as ligações destes com os principais centros urbanos funcionem, muitas vezes, como o único meio de ligação com as áreas florestais.

QUADRO XIX – Extensão da rede viária, por nível hierárquico.

PRN Níveis hierárquico	Km	%
Itinerário Complementar	2.726,66	0,37
Estradas Nacionais	248.621,16	33,96
Estradas Municipais ou a municipalizar	321.250,67	43,88
Estradas Florestais	159.494,42	21,79
Total	732.092,91	100,00

No caso do indicador geométrico da sinuosidade verificamos que, apesar das diferentes tipologias de vias de comunicação, todas elas são afetadas por constrangimentos físicos ou urbanísticos que obrigam a que as estradas apresentem um traçado tortuoso, acarretando graves insuficiências na minimização dos tempos de deslocação e a na penosidade das viagens (fig. 43).

A proeminência da sinuosidade salienta-se, em todo o seu esplendor, quando tentamos atravessar a serra da Lousã, principalmente, na vertente setentrional

A área baixa ($\leq 215\text{m}$), apresenta um índice de sinuosidade de 1,150, ao passo que, na área alta ($> 215\text{m}$), o índice de sinuosidade é de 1,402.

Entre as diferentes hierarquias de vias não se verificam diferenças significativas quando confrontadas com o respetivo relevo. Exemplo disso é o trajeto da Lousã em direção a Castanheira de Pera, com ambas estradas, N236 e M555, a apresentarem índices de sinuosidade rodoviária superiores a 2,0.

Isto demonstra a dificuldade que existe na implementação dos traçados rodoviários nas áreas de montanha e, depois, as dificuldades para serem transpostos pelos veículos de combate a incêndios florestais, pelo que o perfil longitudinal de uma estrada é de extrema importância. Sendo a estrada o somatório dos seus elementos geométricos será útil, para cada segmento, obter a informação sobre a altitude do ponto de início e de fim de cada segmento de estrada.

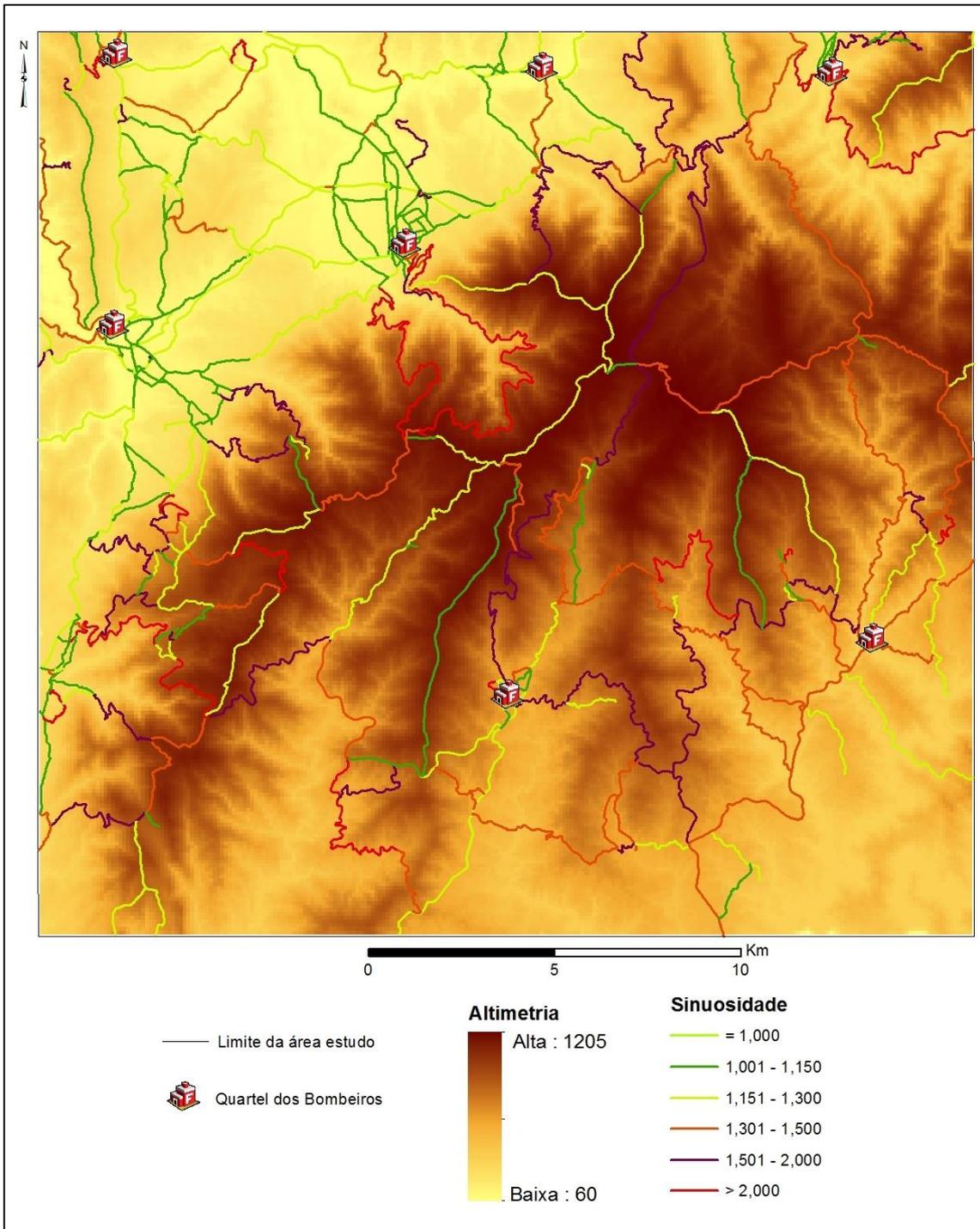


Fig. 43 – Influência da topografia na sinuosidade rodoviária.

Nesse sentido, depois de criadas as estradas, as linhas foram partidas manualmente de modo a asseguramos que a sua geometria (curva ou reta) não era comprometida (fig. 44).

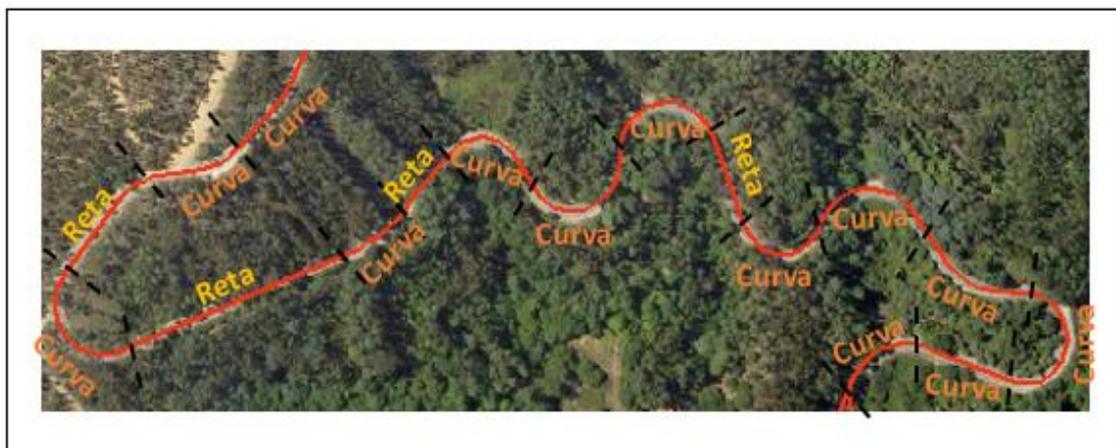


Fig. 44 – Exemplo de estrada partida geometricamente.

A fase seguinte centrou-se no processamento, em cada um destes segmentos, dos seus atributos. Assim, às estradas vetorizadas foram associadas vários atributos, tais como de:

- **Localização:** Concelho, Freguesia, Altitude (Bacia ($\leq 215\text{m}$) ou Serra ($>215\text{m}$))
- **Identificação:** Nome, Categoria, PRN, CID;
- **Caracterização:** Sentidos, Largura estrada, Largura faixa de rodagem, Tipo de Piso;
- **Geométricos:** Cumprimento do arco ou reta, Distância aérea, Sinuosidade Horizontal;
- **Altimétricos:** Cota ponto de início e do fim, Diferenças de Cotas, Sinuosidade vertical e Gradiente de declives.

Depois do levantamento destes dados e sua estabilização em Sistemas de Informação Geográfica tornou-se essencial a realização de simulações com as viaturas terrestres de ataque inicial (VLCI e VFCI).

Face às dificuldades que os Corpos de Bombeiros hoje sentem, em vez de se realizarem percursos de amostras pelos diversos concelhos e por vários locais, o que tornaria necessário contactar os Corpos de Bombeiros dessas áreas de atuação, optou-se por realizar dois percursos de categorias diferentes: uma estrada Nacional (N236) e uma estrada Municipal e Florestal (M555) com aproximadamente 12 800,00m cada um, por na Lousã existir um Corpo de Bombeiros Municipais.

Nesse sentido contactamos o Vereador da Proteção Civil da Lousã, Eng.º Ricardo Emanuel Fernandes, que autorizou o pedido para realizar estes dois percursos (N236 e M555) com dois carros (VLCI e VFCI), tendo solicitado ao Comandante dos Bombeiros Municipais da Lousã, Dr. João Melo, que connosco providenciasse a melhor articulação salvaguardando sempre os critérios de operacionalidade do Corpo dos Bombeiros.

Após contacto com o Dr. João Melo, que gentilmente nos recebeu estes percursos, foram realizados nos dias 19 de outubro de 2011 e 5 de julho de 2012. Assim, foram realizadas simulações em dias de sol e com o piso seco. Deste modo, a primeira simulação

foi realizada fora do período crítico e, a segunda, dentro do período crítico dos incêndios florestais, embora não se verificaram diferenças significativas nos tempos das amostras, pois a estrada não mudou.

Ao longo de dois percursos, N236 e M555, no plano geométrico foram tiradas amostras de 13 segmentos retos e ligeiramente curvos e 52 curvas diferentes. Já ao nível do perfil longitudinal foram efetuadas amostras em 14 segmentos planos, 9 descidas e 42 subidas (fig.45).

Na N236 foram totalizadas 36 pontos de amostragem e no M555 29 pontos de amostragem, o que totaliza 65 amostras. No entanto, no terreno, com curva atrás de curva, não se conseguiu levantar a totalidades das amostras propostas nas duas simulações e nem sempre se obteve a mesmo resultado por amostra para o par de veículos, mas não houve possibilidade de repetir a simulação para as amostras em falta ou com resultados não coincidentes.

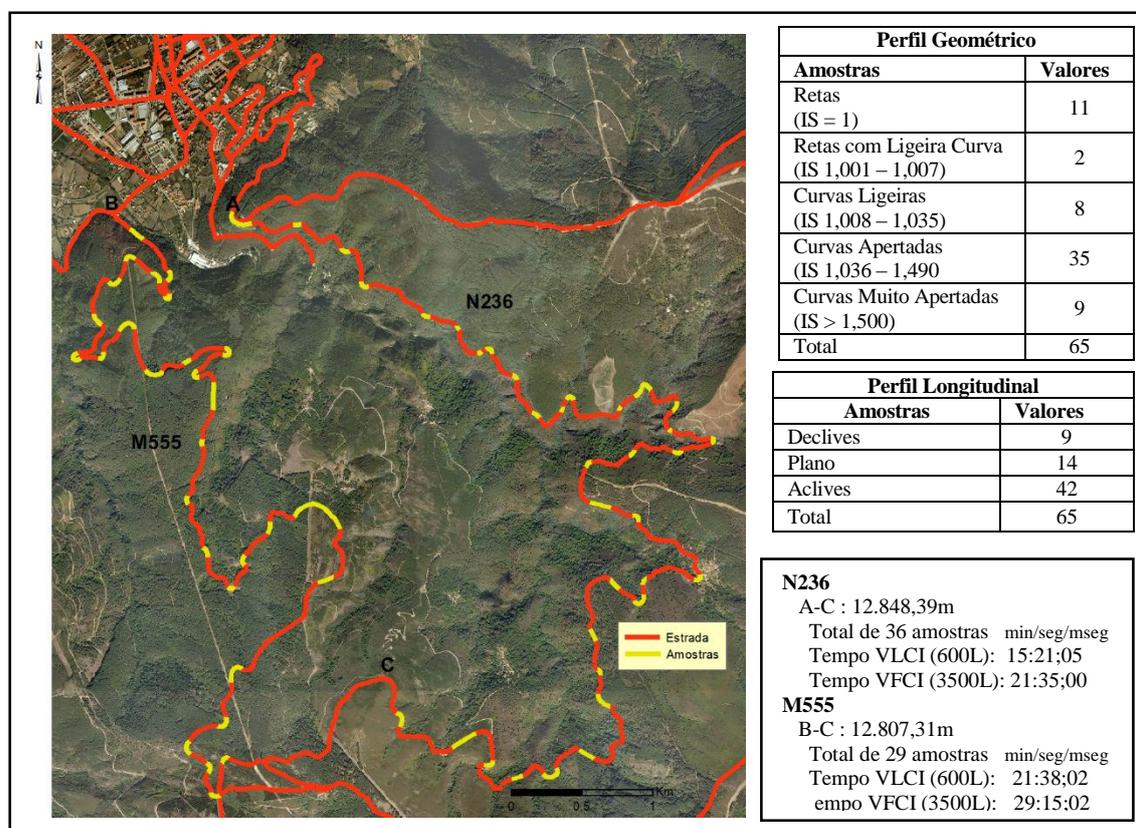


Fig. 45 – Percursos e pontos de amostragem.

Os dois percursos foram realizados com um VLCI e um VFCL. O objetivo era verificar o comportamento de cada uma destas tipologias de veículos ao longo dos elementos geométricos e do perfil longitudinal de modo a tentar determinar qual o veículo mais apropriado para as áreas de montanha ou para determinados perfis de estrada, partindo do princípio de que é necessário colocar os meios terrestres de combate no local de incêndio no menor espaço de tempo possível e com o poder de água suficiente para debelar incêndio nascente, levando-o à extinção.

O Corpo de Bombeiros Municipais da Lousã disponibilizou um Mitsubishi L200 com um tanque de água de 600 litros e um Renault com um tanque de água de 3600 litros (fig. 46).



Fig. 46 – Características dos veículos de simulação.

Antes de ir para o terreno foi preparada a cartografia dos percursos com as amostras de modo a que junto dos bombeiros pudéssemos localizar os trajetos e planear o uso racional dos meios e a melhor forma de abordarmos os dois percursos, tendo em atenção que o sentido do trajeto teria de ser no sentido do quartel – mancha florestal.

Assim, para cada ponto de amostragem existia uma ficha com os seus principais atributos, de forma a procedermos tanto à validação da informação produzida em gabinete, como à que pretendíamos recolher, fundamental para a elaboração do modelo (fig. 47) , designadamente:

- Velocidade de entrada e velocidade de saída - obtidas através do velocímetro instalado nos veículos;
- Tempo de deslocação –foi obtido com recurso ao uso de um cronómetro.

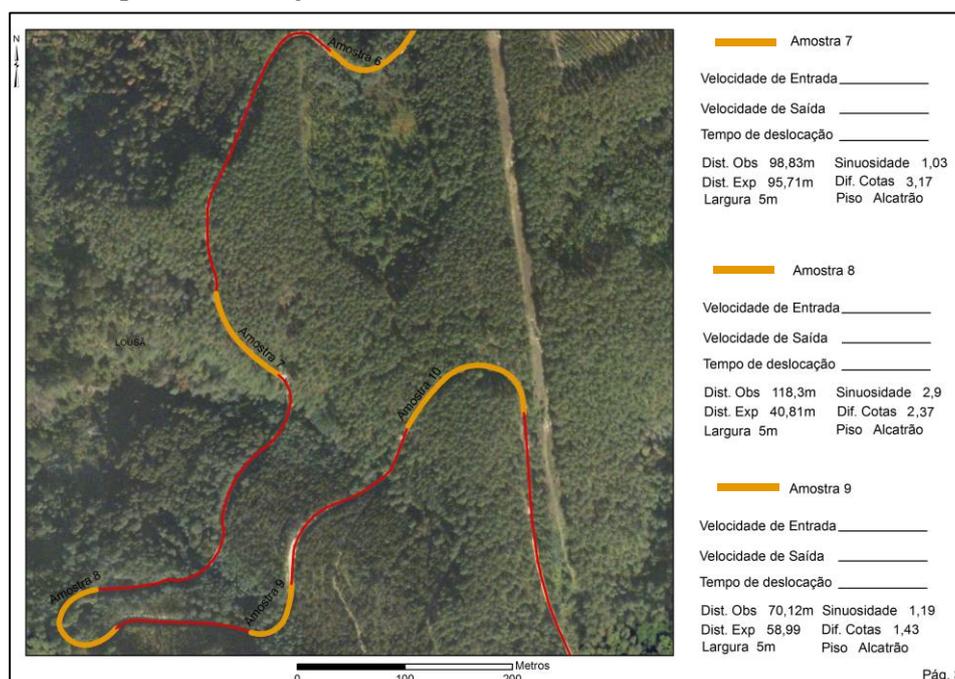


Fig. 47 – Cartografia das amostras 7, 8 e 9.

Deste modo obtivemos todo um conjunto de informações que, depois de incorporada digitalmente, foi analisada através do SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) e do EViews.

Com recurso a estas ferramentas realizou-se uma análise estatística, onde, em primeiro lugar, se verificou se a tabela obtida tinha relevância (QUADRO XX).

QUADRO XX - One-Sample Test.

		Test Value = 0					
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
V F C I	Velocidade de entrada	39,850	45	,000	41,978	39,86	44,10
	Velocidade de saída	33,649	45	,000	38,783	36,46	41,10
	Tempo de deslocação	14,488	48	,000	9,76857	8,4129	11,1242
V L C I	Velocidade de entrada	41,488	49	,000	50,115	47,69	52,54
	Velocidade de saída	42,106	49	,000	51,140	48,70	53,58
	Tempo de deslocação	12,442	49	,000	7,64886	6,4135	8,8842
Distância observada		12,451	61	,000	95,7665	80,386	111,147
Distância ideal		12,599	61	,000	79,35145	66,7570	91,9459
Sinuosidade horizontal		28,600	61	,000	1,219	1,13	1,30
Largura via		88,329	61	,000	5,581	5,45	5,71
Diferença de cotas		4,621	61	,000	19,660	11,152	28,166

De facto, através do teste estatístico One-Sample Test podemos concluir que todas as variáveis possuem uma amostra suficiente para análise, porque o valor-p (Sig) é menor que 0,05 (QUADRO XX).

Depois de testada a relevância da tabela pretendeu-se apurar quais as variáveis que influenciam o tempo de deslocação, para cada tipologia de veículo. Para esse efeito utilizámos uma regressão linear através do método MQO (Mínimos quadrados ordinários)

Este método permitiu-nos obter informação estatisticamente relevante, quanto à que condiciona o tempo de deslocação, pelo que todas as outras variáveis, devido à sua insignificância, foram retiradas uma a uma até termos a regressão final com a significância desejada, ou seja, para se aceitar a regressão, as suas variáveis teriam de ter um intervalo de confiança de 90%, sendo por isso admitido o valor-p (significado estatístico) até 0,1 inclusive.

Pela regressão linear, estimada através do método OLS, pudemos concluir que as variáveis: velocidade de entrada, velocidade de saída, variação da velocidade e velocidade

média não possuem relevância no teste pois não cumprem com o requisito do valor-p ser inferior a 0,1 ou seja, não atingem o intervalo de confiança requerido, de 90%.

Estas variáveis são o resultado dos levantamentos realizados nas amostras, ou seja, são o efeito e não a causa, pois estas variáveis dependem dos atributos da via.

Depois de vários testes chegamos a uma modelo final, com as variáveis que explicam, com significância, o tempo de deslocação para cada um dos veículos e que são:

- *Distância observada*. É uma variável que assume a extensão (metros) de cada segmento. De um modo geral, quanto maior for a extensão a percorrer maior terá de ser o tempo de deslocação.
- *Tipo de piso*. Esta é uma variável dummy, onde o valor 0 corresponde a asfalto e o valor 1 a todos os outros tipos de piso (terra batida, macadame-toutvenant, pedras-cubos, saibro e outros). Assumiu-se que o ideal, onde não ocorreriam significativas perdas de velocidade, seria ter a estrada toda asfaltada. Este tipo de piso permite um melhor aproveitamento da força motora gerada, pois a força de atrito, entre o veículo e o piso não estará condicionada. Em todos os outros tipos de pisos o efeito de atrito entre a viatura e a estrada está condicionado, enfraquecido, havendo dispersão de energia motora, pelo que o veículo se movimentará mais lentamente.
- *Sinuosidade horizontal*. É uma variável geométrica que, como vimos, traduz a *ratio* diferencial entre a distância observada e a distância ideal, expectável. Em segmentos retos a sinuosidade horizontal é nula. Em curvas, traduz a dificuldade de um veículo transpor o segmento, consoante o cumprimento do raio de curvatura.
- *Diferença de cotas*. É uma variável altimétrica, que traduz a diferenças de cotas entre os dois pontos, início e fim de cada segmento reto ou curvo. Como em ataque inicial o sentido de deslocação será sempre o mesmo, do quartel para as manchas florestais, podemos simular a diferenças de cotas que nos é dada pela diferença entre o ponto de fim menos o ponto de início. Assim, os valores positivos indicam rampas e os valores negativos, descidas.

Facilmente todos concordamos que a largura da via condiciona a velocidade, por isso, em marcha de emergência, a velocidade será maior quanto mais larga for a via de circulação, o que permite aos veículos dos bombeiros, especialmente os pesados e mais largos, ir pelo centro da via, possibilitando-lhes transpor obstáculos e curvas com maior velocidade. Todavia, a largura da via não integrou os modelos de estimação dos tempos de deslocação, por assumir valores fixos para cada um dos percursos de amostragem, ou seja, dentro do mesmo percurso as amostras apresentaram o mesmo valor, logo a diferenciação dos valores foi muito fraca, pelo que esta homogeneidade não permitiu uma análise com confiança, daí a opção por ela não constar do o **Modelo de TED_{FF} - Tempo de Estimação de Deslocação**, que apresentamos para cada um dos veículos:

TED_{FF}^{VLCI} - Tempo de Estimação de Deslocação, VLCI

Variável dependente: TEMPO DE DESLOCACAO VL

Mínimos quadrados:

Amostras: 62

Variáveis	Coefficiente	Erro Padrão	Valor de T-calculado	Prob.
DISTANCIA OBSERVADA	0.047758	0.007164	6.666519	0.0000
TIPO DE PISO	2.017459	0.882059	2.287216	0.0269
SINUOSIDADE HORIZONTAL	1.802342	0.862197	2.090407	0.0423
DIF. COTAS	0.028970	0.015481	1.871279	0.0678
R ²	0.617112	Média da variável dependente		9.768571
R2 ajustado	0.591586	Desv. padrão da variável dep.		4.719625
Soma dos erros da regressão;	3.016184	Critério de informação Akaike		5.123969
Soma dos R ²	409.3814	Critério Schwarz		5.278404
Função log probabilidade	-121.5372	Critério Hannan-Quinn		5.182561
Durbin-Watson Estatística	1.980009			

TED_{FF}^{VFCI} Tempo de Estimação de Deslocação, VFCI

Variável dependente: TEMPO DE DESLOCACAO VF

Mínimos quadrados:

Amostras: 62

Variáveis	Coefficiente	Erro Padrão	Valor de T-calculado	Prob.
DISTANCIA OBSERVADA	0.050889	0.005733	8.876462	0.0000
TIPO DE PISO	1.394960	0.795771	1.752966	0.0864
SINUOSIDADE HORIZONTAL	2.540033	0.929349	2.733131	0.0089
DIF. COTAS	0.048624	0.014277	3.405811	0.0014
R ²	0.720934	Média da variável dependente		7.648860
R2 ajustado	0.696128	Desv. padrão da variável dep.		4.346893
Soma dos erros da regressão;	2.396207	Critério de informação Akaike		4.680290
Soma dos R ²	258.3813	Critério Schwarz		4.871493
Função log probabilidade	-112.0073	Critério Hannan-Quinn		4.753101
Durbin-Watson Estatística	2.016266			

A regressão linear de cada modelo do tempo estimado de deslocação foi testada quanto à autocorrelação de u através do teste de Durbin Watson. Neste teste os valores variam entre 0 e 4, sendo que valores muito próximos de 0 ou de 4 denotam que existe autocorrelação dos erros. Como os valores são muito próximos de 2, nos dois modelos, tal significa que os erros não estão autocorrelacionados.

Foi também efetuado um teste White, para testar a heterocedasticidade dos erros, tendo-se comprovado que estão dentro dos parâmetros aceites para o modelo, logo possuímos um modelo que permite assegurar a fiabilidade dos dados.

Na leitura das variáveis que integram os dois modelos podemos constatar, através do sinal que precede essas variáveis, que a distância observada, a sinuosidade horizontal e a diferença de cotas têm um peso positivo no tempo de deslocação, ou seja, quanto maior forem os seus valores mais aumentam o tempo de deslocação.

No tipo de piso, como se trata de uma variável binária (Dummy), podemos constatar que ela assume igualmente um valor positivo nos modelos do VLCI e do VFCl, sendo que todos os tipos de piso que não asfalto tem um peso positivo no tempo de deslocação, ou seja, a circulação, tanto do VLCl como do VFCl, será mais lenta em terra do que em asfalto.

A leitura do tempo de deslocação foi feita em segundos, pois a nossa base de dados de partida foi toda homogeneizada para metro/segundo. A cada uma das variáveis (β - Betas) o modelo estipulou um coeficiente, para cada veículo, por qual os valores das variáveis deve ser multiplicado de modo a obtermos o tempo (segundo)

No QUADRO XXI poderemos ver a comparação entre os dois veículos em análise e os seus respectivos modelos por tipologia de veículo.

QUADRO XXI - Comparação entre os dois veículos e os seus respectivos modelos.

Veículo	Distância Observada β_1	Sinuosidade Horizontal β_2	Tipo de Piso β_3	Diferença de cotas β_4
VLCl - Veículo Ligeiro der Combate a Incêndios	0,047758	1,802342	2,017459	0,028970
VFCl - Veículo Pesado de Combate a Incêndios	0,050889	2,540033	1,394960	0,048624

Segue-se um exemplo de tempos de deslocação que podemos obter para um VLCl e VFCl (QUADRO XXII). Os dados são referentes à amostra 8 do M555:

QUADRO XXII - Comparação entre tempos de deslocação obtidos para dois veículos.

Distância observada β_1	Sinuosidade Horizontal β_2	Tipo de Piso β_3	Diferença de Cotas β_4
118,30m	2,900	0	2,37

Ligeiro: Tempo de deslocação =

$$(118,30 \times 0,047758) + (2,900 \times 1,802342) + (0 \times 2,017459) + (2,37 \times 0,02897) + u = 10,95 \text{ seg/ms}$$

Pesado: Tempo de deslocação =

$$(68,797 \times 0,050889) + (1,001 \times 2,540033) + (1 \times 1,39496) + (6,53 \times 0,048624) + u = 13,50 \text{ seg/ms}$$

O tempo total de deslocação é, portanto, o somatório dos betas, $\sum ((\beta_1 X_1) + (\beta_2 X_2) + (\beta_3 X_3) + (\beta_4 X_4) + u)$, dos diversos segmentos que compõem o percurso, ou seja, do percurso que foi partido geometricamente, retas e curvas, e ao qual foram associadas as diferentes distâncias observadas, sinuosidades, diferenças de cotas e tipo de piso.

É importante referir que **u (erro)** é uma componente aleatória de y onde são incluídos todos os efeitos que não são possíveis explicar e que, no nosso caso, dizem respeito à sinalização de trânsito, tráfego, destreza e estado psicológico do motorista, etc...

Após estes cálculos, que possibilitaram a criação do modelo, corremo-lo para todos os segmentos dos dois percursos de amostragem (N236 e M555), fazendo a extrapolação para todos os segmentos dos percursos, com e sem amostras. O objetivo foi o de obter os tempos de deslocação para cada segmento dos percursos, de modo a calcular o tempo total de deslocação para cada um deles e confrontá-los com os totais dos percursos levantados a quando da realização das amostras (QUADRO XXIII).

QUADRO XXIII - Tempos de deslocação nos percursos N236 e M555.

Percurso/Trajeto	N236		M555	
	VLCI	VFCI	VLCI	VFCI
Tempo de deslocação real	15:21;05	21:35,00	21:38;02	29:15;02
Tempo de deslocação no modelo	16:32;54	21:14;58	19:02;07	21;12;96

Como podemos observar, o tempo do modelo na N236 aproximou-se do tempo real do nosso levantamento, tendo ficado essa diferença dentro da margem de 10% a que nos propusemos, ou seja, dentro do intervalo de confiança, de 90%, que definimos. Contudo, na M555 os valores já não ficaram dentro dessa margem de erro, ainda que a diferença do VLCI tivesse sido muito ligeira, por meros 2 segundos não se situou dentro da margem de erro (10%), mas no caso do VFCI já estamos a falar de mais de 8 minutos, pelo que não torna viável aplicação do modelo, devido a um conjunto de situações, inerentes a um estudo de mestrado sem financiamento e sem possibilidade de utilização de tecnologia diversa e especializada, ajudam a explicar esta situação.

Uma delas, ficou a dever-se ao facto das amostras terem sido partidas em ArcGis onde foi possível calcular a distância de cada segmento. Contudo, depois, no terreno, na cartografia de apoio, que permite localizar e identificar a curva/reta da amostra, com o veículo em movimento não é possível garantir que tenha realizado com precisão todos os metros que constam da base de dados, nem que a distância percorrida na mesma amostra, na tiragem dos tempos, nos dois veículos, tenha sido exatamente a mesma. Para tal seria necessário o uso de estacas indicando o início e fim de cada amostra e assegurando, através do uso de uma roda métrica, que a distância entre eles corresponde à da base de dados, para o que seria necessário empenhar muito mais tempo e dispor de algum apoio financeiro.

Por conseguinte, o tempo de deslocação foi tirado com recurso a um cronómetro digital, em que o tempo de um simples click, no início e no fim de cada elemento, corresponde a segundos, que podem ter sido contabilizados por excesso ou por defeito e, assim, podem ser diferente entre os dois veículos. Para evitar eventuais discrepâncias, seria útil a utilização de um medidor de tempos, acionado automaticamente por feixes laser à passagem das estacas de início e fim das amostras, aquando da passagem do veículo e, no mesmo sentido, para a obtenção das velocidades, em vez do velocímetro manual dos veículos o uso de um Radar Doppler, o que não foi possível.

Contudo, mesmo com estas limitações o modelo mostrar-se-ia funcional e válido, não tivesse sido uma outra limitação, que fez com que tal não acontecesse, dado que a principal limitação do modelo criado é a **diferença de quotas**.

Com a equidistância das curvas de nível de 10 em 10 metros, criou-se em ArcGis um Modelo Digital do Terreno (MDT) com recurso à ferramenta do 3D *Spacial Analyst*. Na elaboração do MDT utilizou a metodologia de “Vizinho próximo” dos polígonos de Thiessen. Posteriormente, este MDT foi convertido num ficheiro de GRID para se poder fazer a interpolação dos pontos de início e de fim de cada segmento de estrada, de modo a obter-se o valor da cota (altitude).

Ora, como estas fermentas geram vertentes naturais e a vertente foi cortada, sofreu a ação antrópica para a implementação de uma estrada, os valores entre o modelo e a

realidade foram bastante díspares. Ainda para mais, quando o trajeto da N236 acompanha as linhas de cotas médias ao longo da vertente a metodologia de “Vizinho próximo” dos polígonos de Thiessen assumes valores exagerados. Por outro lado, no trajeto M555, como é uma estrada mais antiga e de uma hierarquia inferior, além de que é em espécie de Zig-zag, denominada popularmente pelo Zorro da Lousã, que atravessa a vertente de um lado para o outro, acaba por apresentar valores que não se encontram tão desajustados quanto os da N236.

Contudo, esta errada aproximação de valores, fez com que o peso da diferenças de quotas não assumisse os valores reais, fazendo com que não houvesse grandes diferenças entre as duas tipologias de veículos, daí o erro, no modelo criado, de aproximadamente de 5min para o VFCI, na estrada M555.

Para solucionar esta lacuna, tentou-se trabalhar esta variável de várias formas, como distância euclidiana, gradiente de declives, mas o erro manteve-se.

Uma outra limitação do modelo foi a de que as amostras foram tiradas apenas de dia, faltando testar o modelo em uso noturno, já que muitos incêndios teimam em aparecer durante a noite. De facto, durante a noite as características da condução são diferentes, o que pode interferir nos tempos de deslocação e, por conseguinte, apresentar valores algo diferentes dos obtidos para o período diurno.

Contudo, o mais importante, é que o modelo conseguiu comprovar que as variáveis da sinuosidade horizontal e da diferença de cotas têm significância nos tempos de deslocação dos dois veículos (fig. 48), pelo que necessitam de uma análise cuidada para racionalização dos meios de combate com as áreas críticas, uma vez que a presença daqueles elementos faz com que a velocidade média dos veículos diminua, aumentando o tempo de chegada da primeira intervenção.

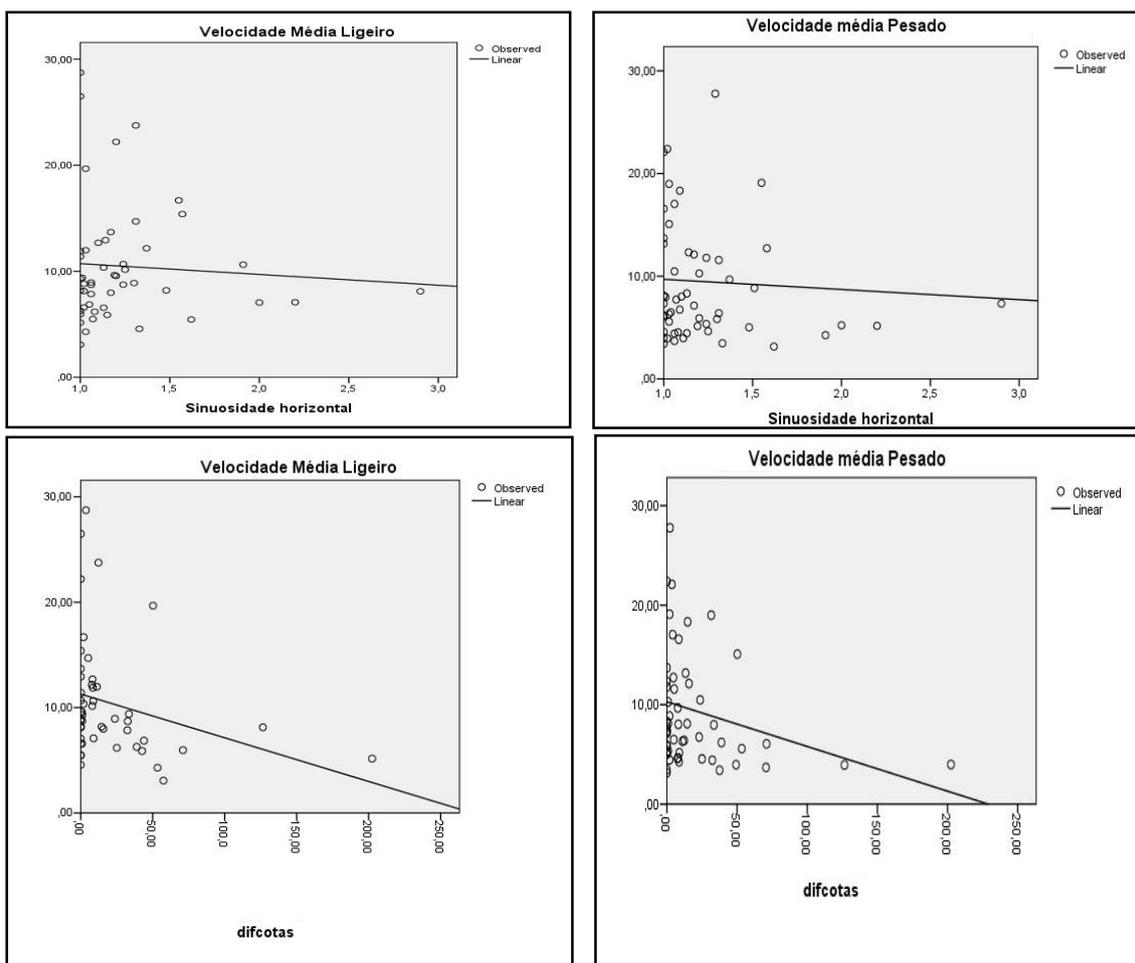


Fig. 48 – Curvas de estimação da velocidade com base na sinuosidade rodoviária e diferença de cotas para o VLCI e VFCI.

Pelas curvas de estimação podemos concluir que a velocidade do VLCI cai mais facilmente do que a do VFCI quando a sinuosidade horizontal ou a diferença de cotas aumentam, facto que pode ser explicado pelo VLCI atingir maiores velocidades e quando se encontra perante curvas apertadas e ou aclives tem quebras, perda de velocidade, descendo para valores próximos do VFCI que tem uma velocidade mais linear, embora reduzida. Contudo, o VLCI, mesmo com perdas de velocidade mais significativas, é sempre mais rápido do que o VFCI, mas, em contrapartida, este transporta quase 6 vezes mais água do que o VLCI.

Por outro lado, não se consegue o objetivo de uma primeira intervenção dentro dos primeiros 20 minutos, em toda a área de estudo, pois existem locais muito afastados dos quartéis de bombeiros onde não se consegue chegar, para uma primeira intervenção, dentro dos 20 minutos estabelecidos.

Sendo assim coloca-se a seguinte questão: qual dos veículos terrestres de combate a incêndios deverão ser preferencialmente acionados para o ataque inicial, VLCI ou VFCI?

Se, por um lado, o VLCI é sempre mais rápido, contudo não deixa de ser limitado em termos de capacidade de carga (min. de 500L, max. de 1000) pelo que um foco de incêndio a arder há mais de 20 minutos, sobretudo em situações de risco elevado de

incêndio florestal, provavelmente, quando o ATI se concretiza, as chamas já devem ser intensas e o incêndio já terá evoluído, pelo que os 500L de água poderão não ser suficientes para a extinção. Por outro lado, o VFCI é sempre mais lento, mas tem uma capacidade de água mais alargada (min. de 3000L. max. de 3500L), pelo que terá mais poder de água para fazer frente a um incêndio mais evoluído. Contudo, demorará mais tempo a chegar do que o VLCI.

Assim, surge a segunda questão: o que interessará mais, o Tempo de Deslocação ou a Capacidade de Água? A resposta a esta pergunta é fácil, pois interessa chegar ao ponto de ignição no menor tempo possível e com a disponibilidade de água suficiente para proceder à extinção do foco de incêndio, pelo que é necessário planear e **ajustar os tempos de deslocação** dos meios terrestres de combate **ao risco de incêndio**. Nestas situações, os meios não podem permanecer estagnados, aglomerados no quartel, devendo ser pré-posicionados, de modo a garantir tempos de resposta inferiores a 20 minutos.

Assim, como o modelo elaborado não se tornou eficiente para o cálculo do tempo de deslocação, pelos motivos apresentados, utilizou-se a informação do ICNF presente no Guia Técnico para a elaboração dos Planos Municipais de Defesa da Floresta contra Incêndios Florestais.

Para reduzir o tempo de chegada, depois de ativados os meios, entre as outras variáveis descritas no Guia Técnico PMDFCI (2012), destacamos: a análise à rede viária florestal que serve os espaços florestais através das linhas isócronas relativas aos tempos de intervenção a partir dos locais onde estão estacionadas as equipas de 1.ª intervenção.

Nesse sentido o ICNF disponibiliza valores médios por veículo (VFCI/VRCI) para cada tipo de via (QUADRO XXIV). Os valores resultam da “*velocidade média obtida em percursos não inferiores a 10 km.*” (DIRECÇÃO DE UNIDADE DE DEFESA DA FLORESTA, 2012).

Contudo, apesar de ao longo de 10km se conseguirem obter elementos geométricos representativos (retas e curvas, com diferentes comprimentos de raios, certamente que não é a mesma coisa fazer 10km de estrada numa nacional do litoral ou numa área de montanha, do interior. Por esta razão é aconselhável que em vez de se aplicarem velocidades “tipificadas” se faça primeiro uma análise aos elementos das estradas e suas características, de modo a que se possa saber qual a velocidade de circulação.

QUADRO XXIV - Valores indicativos da velocidade média para uma viatura de combate a incêndios florestais, tipo VFCI / VRCI, por tipo de via e distância percorrida em ATI.

Tipo de Via	Velocidade Média	Distância em ATI (20 min)
Itinerário Principal	80 Km/h	26,67 Km
Estrada Nacional	45 Km/h	15,00 Km
Estrada Municipal	33 Km/h	11,00 Km
Outras Vias	27,5 Km/h (estado de conservação bom)	9,17 Km
	19,0 Km/h (estado de conservação médio)	6,63 Km
	11,0 Km/h (estado de conservação mau)	3,67 Km

Fonte: Adaptado de (DIRECÇÃO DE UNIDADE DE DEFESA DA FLORESTA (2012).

De realçar que o referido guia refere que as velocidades médias devem ser ajustadas sempre que muda o tipo e/ou o estado de conservação da via, por causa do efeito de atrito dos pneus ao solo/faixa de rodagem que será menor em terra batida do que em asfalto e, por isso, a força motora não será exponenciada pelo que se perderá velocidade, como foi considerado na elaboração do nosso modelo.

Pela análise do QUADRO XXIV verificamos que apesar das especificidades de construção dos veículos, estes muito dificilmente atingirão quer a velocidade de máxima (100km/h) quer a de cruzeiro (80km/h), pelo que as suas áreas de cobertura serão reduzidas, situação que é potenciada por, na nossa área de estudo, a hierarquia de via Itinerário Principal ser praticamente inexistente.

Assim, com base nos valores das velocidades médias por hierarquia de via e tipologia de veículo VFCI, procedemos ao cálculo do tempo de deslocação para a rede rodoviária da nossa área de estudo. Nesse sentido utilizaram-se os valores de 45 Km/h para as Estradas Nacionais, 33km/h para as Municipais e, no caso das estradas florestais, devido à dificuldade em averiguar o seu estado de conservação e por a sua maioria ser de terra batida, utilizou-se o valor médio de 19km/h, valores que foram aplicados a estradas no plano horizontal, ou seja tendo em conta a sua sinuosidade, geometria.

Em sentido oposto elaborou-se um valor médio destas três velocidades utilizadas para a realização da análise aérea, em linha reta, através dos buffers. A necessidade de utilização de um valor médio prendeu-se com a necessidade de que este traduzisse as diferentes hierarquias de vias que o buffer iria apanhar.

Verificámos que pela distância aérea, em linha reta, toda a serra, a nossa área de estudo, estaria coberta no tempo de 15min, já que só uma área mínima a sudoeste se encontra a 20min (fig. 48).

Contudo, quando temos em conta as especificidades do traçado, a sua geometria, o cenário altera-se fortemente. Logo à partida, nota-se a existência de estradas que se encontram a mais de 20 minutos do quartel dos bombeiros, tanto a nordeste como a sudoeste. Estradas entre 15 e 20 minutos dos quartéis também ganham grande relevância.

O exemplo mais flagrante é o da existência de áreas no município de Góis que, em distância aérea estão dentro do raio dos 5 minutos, mas que pela estrada se situam entre 15 e 20 minutos.

Deste modo, a área de cobertura em que cada quartel de bombeiros consegue atuar dentro dos 20 minutos e dos outros locais que ficam fora desta esfera de atuação atempada é variável de concelho para concelho (fig. 49), com cerca de 10% das estradas a situarem-se a mais de 20 minutos de deslocação (QUADRO XXV).

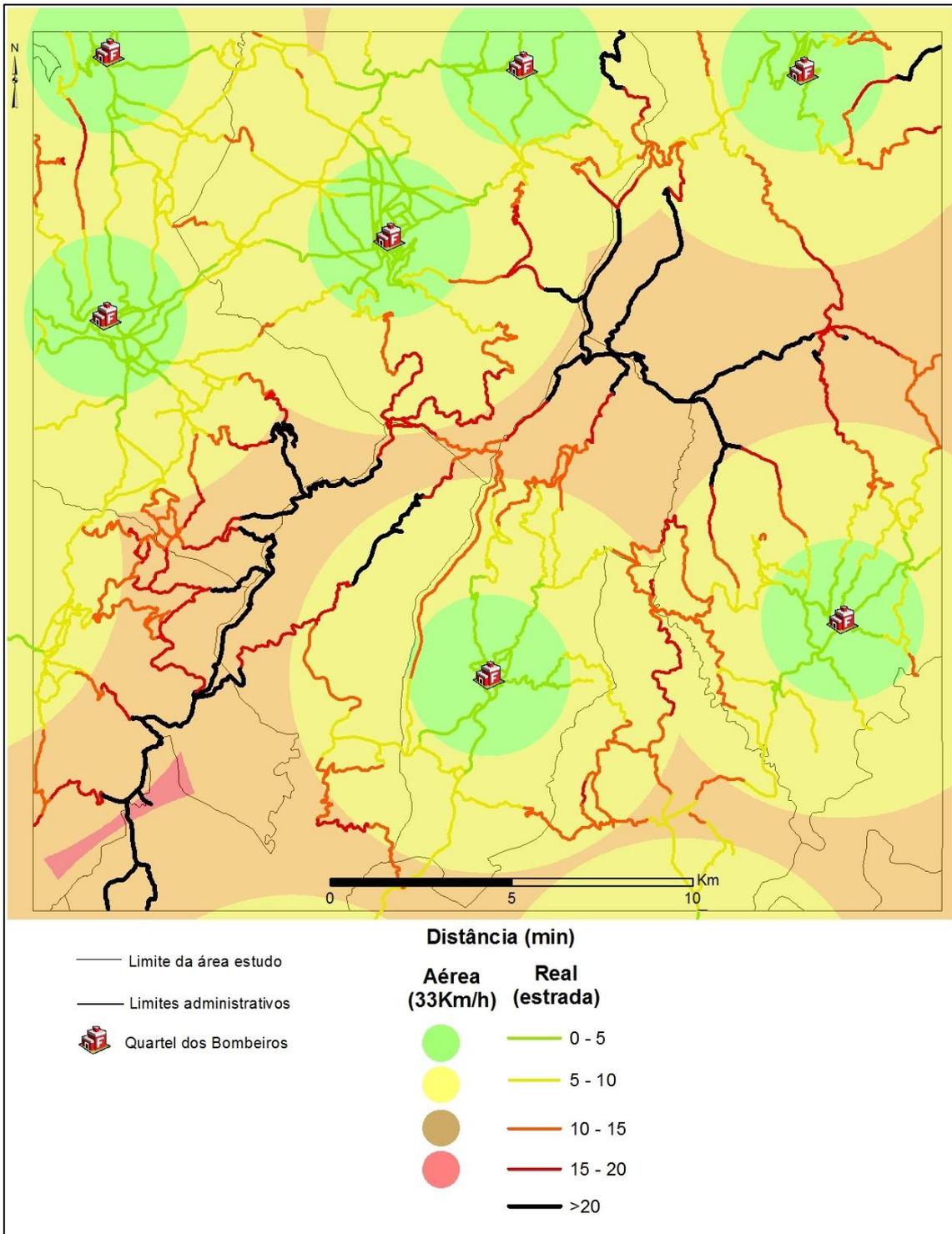


Fig. 49 – Tempos de deslocação, por via aérea e por estrada.

QUADRO XXV – Tempos de deslocação.

Tempos de deslocação	Extensão de estrada (m)	%	
0-5min.	199.159,04	27,20	78,17
5-10 min.	226.047,85	30,88	
10-15 min.	147.089,36	20,09	
15-20 min.	87.476,20	11,95	21,83
≥20 min.	72.320,45	9,88	
	732.092,91	100,00	

Com efeito, apesar de muito se poder ganhar com o destacamento e a antecipação dos meios de ATI para Locais Estratégicos de Pré-Posicionamento (LEPP) a DON n.º 2, de 2014, refere que antecipação dos meios é efetuada “à ordem do respetivo CDOS [...] quando declarado o estado de alerta do SIOPS de nível amarelo ou superior e em concordância com o previsto no PLANOP distrital, no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI) e no Plano Operacional Municipal (POM)”, o que, infelizmente, dificilmente acontece.

“Os locais estratégicos de estacionamento (LEE), [...] constituem pontos no território onde se considera óptimo o posicionamento de unidades de 1.ª intervenção, garantindo o objectivo de máxima rapidez nessa intervenção e, secundariamente, os objectivos de vigilância e dissuasão eficazes”. (Guia Técnico PMDFCI, 2012).

Com os LEE pretende-se otimizar o tempo da 1.ª intervenção, reduzindo a distância entre os meios e o ponto de ignição. Todas as fases de combate estão dependentes de qual o tempo da deteção do foco, do alerta, da ativação dos meios e por fim da chegada destes à ocorrência onde se inicia o ataque direto, pelo que o destacamento dos meios irá potenciar todas estas fases e, ainda, resultar em prevenção proactiva.

O Guia Técnico PMDFCI, 2012 refere que cada concelho deverá analisar as isócronas, dos tempos de deslocação, de modo a que a instalação dos LEE, entre outras condições se localizem “fora do raio de tempo de intervenção de 20 minutos a partir dos locais de estacionamento das equipas de combate ou de 1.ª intervenção já existentes (quartéis de bombeiros, outros)” (Guia Técnico PMDFCI, 2012).

Ora o raio estamos a falar de distâncias aéreas que como vimos dificilmente traduzem a realidade de quando o trajeto é realizado por estrada.

No sentido de proceder ao destacamento de meios para os LEPP, para além da localização das áreas que se encontram a mais de 20 minutos, interessa-nos saber quais as áreas críticas, aquelas em que os incêndios tendem a acontecer mais vezes, onde há mais disponibilidade de combustível, onde este é mais inflamável e onde o comportamento do fogo será mais dinâmico, influenciado pelos declives.

Nesse sentido usámos os mapas de declives, de uso do solo e de recorrência, já apresentados, que foram reclassificados e somados diretamente, para darem origem a um novo mapa, de suscetibilidades, a partir do qual se pretendem identificar as áreas críticas (fig. 50) (E. CHUVIECO *et al*, 1997).

A classe de suscetibilidade mais representativa é a elevada, cerca de 60%, que com a classe muito elevada e máxima representam cerca de 68% da área de estudo. Por sua vez, a classe de suscetibilidade moderada, com cerca de 20%, é a segunda com maior representatividade e que juntamente com a classe baixa representam cerca de 32% (QUADRO XXVI).

As áreas de suscetibilidades elevada e superiores necessitam de uma análise cuidada, não só localizando-as mas verificando qual será o tempo de resposta se houver uma ignição. Por outro lado nestas três classificações de elevado, muito elevado e máximo será que os 20 minutos não será tempo em excesso para que se consiga depois extinguir facilmente os focos de incêndios levando à diminuição das áreas ardidadas.

QUADRO XXVI – Classificação da Área de estudo, quanto à suscetibilidade a incêndios florestais:-

Suscetibilidades	Hectares	Km ²	%	
Reduzida	70786071,61	70.786,07	11,64	31,92
Moderada	123322796,20	123.322,80	20,28	
Elevada	366430549,20	366.430,55	60,26	68,08
Muito Elevada	46972325,67	46.972,33	7,72	
Máxima	556820,06	556,82	0,09	
<i>Total sem rede hidrográfica</i>	608.068.562,75	608.068,56	100,00	100,00

Como pudemos verificar a área de estudo, serra da Lousã, é uma área muito critica no que concerne à suscetibilidade aos incêndios florestais pelo que é necessário um correto planeamento e identificação destas áreas mais críticas para que, conjugando-as com o mapa anterior, dos tempos de deslocação, se verifique se estão ou não cobertas por meios de ATI com tempos de chegada < 20min, de modo a que se possa fazer um uso racional dos meios terrestres existentes, distribuindo-os pelo território, em vez da sua concentração, já que o tempo de resposta será sempre o mesmo para a mesma tipologia de veículo.

Perante a situação atual, em que saem 3 meios das 3 corporações mais próximas, em triangulação, de modo a que se possa ter um grande poder de água, com a dispersão, distribuição estratégicas dos meios, manter-se-ia este poder de água, pois os 3 meios terrestres destacados mais próximos seriam ativados, e assegurava-se um menor tempo de resposta da primeira intervenção.

Por outro lado, ao estarem destacados, dispersos no território, possibilitariam num primeiro momento o aumento da capacidade de deteção, já que estas áreas de montanha encontram-se isoladas e com efetivos populacionais muito baixo e nalguns casos mesmo nulos. Depois, num segundo momento, possibilitariam a diminuição do tempo que medeia entre a deteção e o acionamento do meio, uma vez que poderia ser realizada pelo próprios.

Face a quase 70% do território ser de suscetibilidade elevada ou superior, assume-se facilmente que, com a localização dos quartéis na malha urbana e nas cotas baixas, dificilmente os meios conseguirão cobrir a maioria destas áreas dentro dos 20 minutos estabelecidos, pois grande parte destas áreas mais críticas, situadas no grosso da serra da Lousã, encontra-se afastada dos quartéis dos bombeiros (fig. 52). Olhando de Norte a Sul,

ao erguer-se o bloco montanhoso verificamos que a suscetibilidade aumenta, e, como vimos anteriormente, a sinuosidade rodoviária também. Com efeito, os declives e a cotas médias e altas, devido à sua forte aptidão, permitem o aproveitamento para a produção florestal, agravando essa situação.

Em algumas destas áreas críticas verificamos a ausência de acessos pelo que, nestes casos, no acionamento dos meios deve ser dada prioridade à ativação dos meios aéreos, passando os meios terrestres para as áreas circundantes, controlando a evolução do incêndio, ajudando nas instruções ao meio aéreo e averiguando potenciais projeções, que podarão originar focos de incêndio secundários.

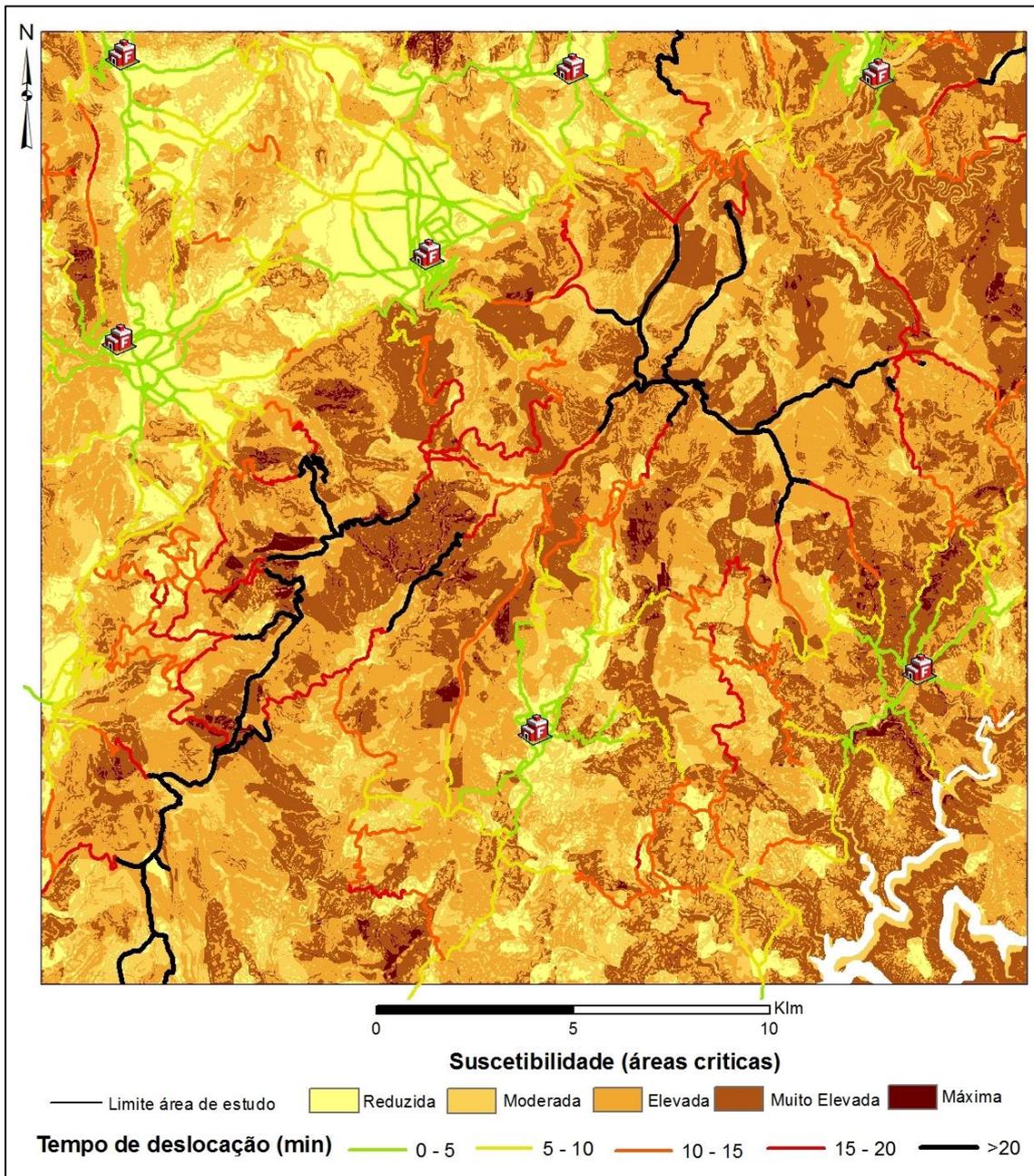


Fig. 52 – Áreas suscetíveis a incêndios florestais e tempos de deslocação na serra da Lousã.

A distribuição proposta dos meios terrestres permitirá a redução de muitas horas de voo, uma vez que uma maior eficácia do combate seria assegurada pela maior proximidade dos meios terrestres.

Assim, de modo a realçar a importância do jogo entre a distância e a velocidades, ou seja, os tempos de deslocação, e como 60% da área de estudo é da classe de suscetibilidade elevada, pelo que é muito representativa, optou-se por filtrar apenas as classes de suscetibilidade muito elevada e máxima (7,79% e 0,09%), que se concentram no bloco central e se estendem para nordeste e sudoeste, com algumas áreas isoladas a norte de Serpins e de Miranda do Corvo (fig. 53).

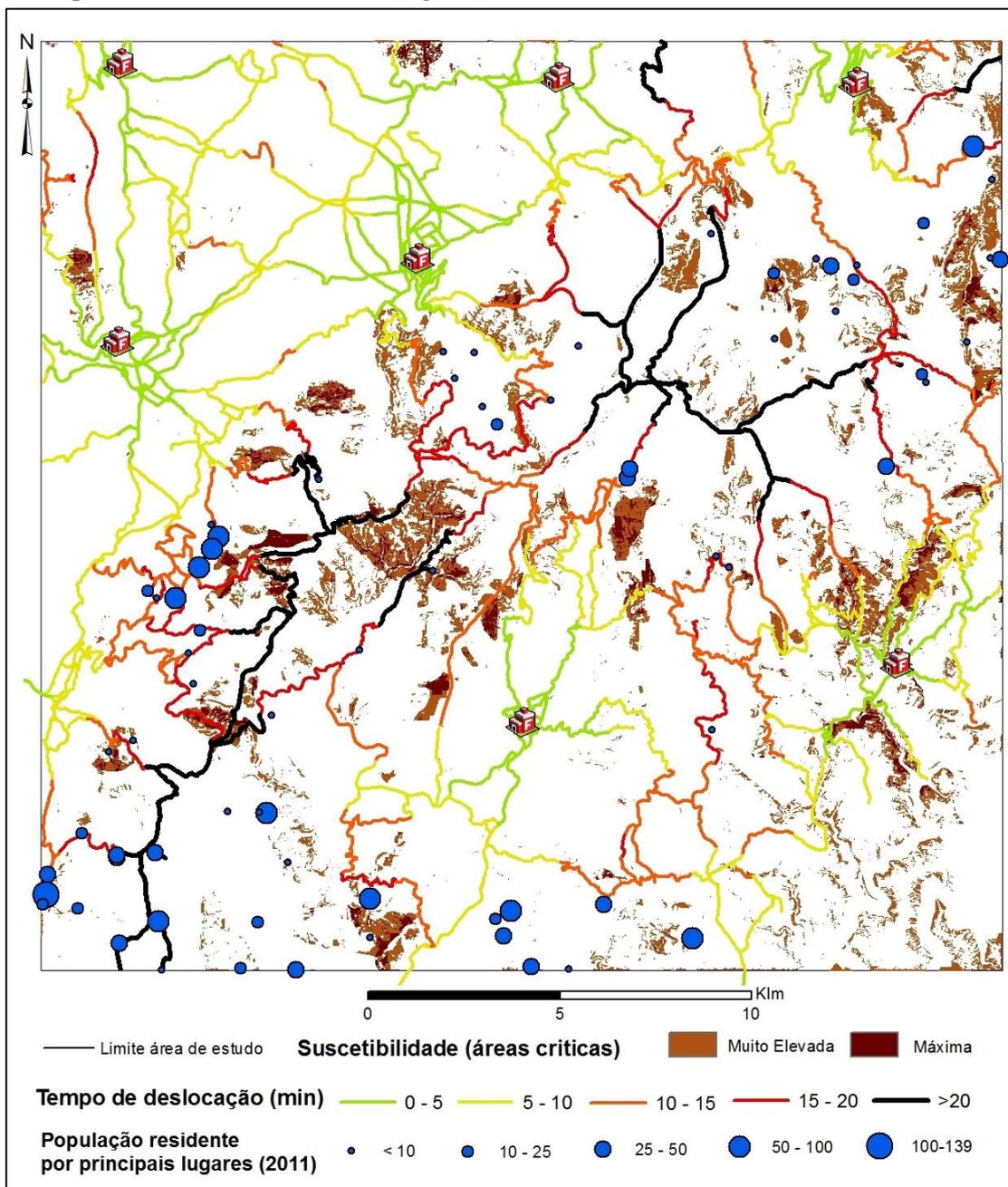


Fig. 53 – Localização das áreas de suscetibilidade muito elevada e máxima a incêndios florestais e confrontação com o tempo de deslocação dos meios terrestres de combate e principais lugares situados a mais de 15 minutos de deslocação.

A metodologia usada foi a de confrontar as áreas de suscetibilidade muito elevada e máxima com os tempos de deslocação, com destaque para os tempos superiores a 15 minutos, de modo a validar se a intervenção atempada estará assegurada ou onde se verifica a ausência de acessos e, ainda, se adicionou a variável demográfica da população residente nos principais lugares cujos tempos de deslocação são superiores a 15 minutos e se encontram sobrepostos ou na proximidade de áreas críticas.

A análise à distribuição da população mostrou que o principal problema já não se encontra no bloco central da serra, mas sim nas suas bordaduras, embora no concelho de Góis esta população se situe no meio dos dois corpos de bombeiros, enquanto que no caso do concelho da Lousã a população se encontra distribuída ao longo das duas estradas que atravessam a serra.

A sudoeste existem também algumas situações, na transição do concelho de Miranda do Corvo para o de Penela, com este a apresentar, a sul, grandes lacunas devido à grande distância entre estas áreas e as corporações de bombeiros mais próximas.

A missão dos bombeiros é salvar pessoas e bens. Será que estas pessoas sabem dos riscos que correm. Saberá o Estado? Pagando estas pessoas os seus impostos não terão direito à mesma segurança e garantia de uma rápida intervenção como a restante população.

A solução passará irremediavelmente pela dispersão estratégica dos meios pelo território como medida de prevenção pro-ativa.

O registo do passado indica-nos que, nestas áreas de grande presença de combustível, bastante inflamável e pelas suas características que potenciam o comportamento do fogo, quando não se consegue uma intervenção atempada, os incêndios evoluem para dimensões consideráveis. Nestas condições, dão origem a novos focos de incêndios, colocando núcleos populacionais em risco, que começam a congestionar a rede de telecomunicações com pedidos de ajuda e levando a que os meios, ao invés de estarem concentrados no incêndio, aumentando o poder de água, sejam dispersos para socorrer as populações. Devido à topografia destas áreas ser bastante irregular, com percursos bastante sinuosos e penosos, aumenta o tempo de resposta às populações bem como nos reabastecimentos de água e atrasa-se o regresso ao combate, gerando-se o caos no teatro de operações.

Caso o nosso modelo dos tempos estimados de deslocação fosse aceite e funcionasse para os dois veículos, VLCI e VFCL, o objetivo passava agora por encontrar posicionamentos estratégicos para o destacamento de meios, de modo a que as áreas mais críticas (fig. 52), estivessem cobertas por VFCL, com mais poder de água e com tempos de primeira intervenção até os 10 minutos. As restantes classes de suscetibilidades (elevada, moderada e reduzida), seriam protegidas por VLCI, no primeiro caso com tempo de deslocação até os 15 minutos, e as restantes com tempos da primeira intervenção até os 20 minutos, cenário que, na nossa opinião, contribuirá para a redução das áreas ardidas.

Contudo, só com um bom conhecimento das características do terreno e da suscetibilidade, acompanhado de uma profunda análise às características da rede viária e das especificidades de cada veículo de combate, se consegue realizar um planeamento cabal e uma exímia coordenação das forças existentes, de modo a que a utilização destes recursos aproveite todas as suas potencialidades e, deste modo, contribua para a redução das áreas ardidas.

Conclusão

Os incêndios florestais são, sem sombra de dúvida, o maior flagelo que afetam o território português, que todos os anos, com maior frequência e ou dimensão, deixa marcas visíveis no território, por vezes irrecuperáveis.

Contudo o principal problema dos incêndios florestais encontra-se a montante dos mesmos, ou seja, no desordenamento florestal, na falta do cadastro e planeamento florestal, no tipo de propriedade, no perfil do proprietário florestal, e acima de tudo, deve o país “*definir politicamente se a floresta é ou não importante para Portugal*” (L. LOURENÇO, 1992)

Embora Portugal tenha produzido, nos últimos anos, grandes quantidades de legislação florestal, nos seus vários domínios, a sua aplicação prática e responsabilização dos infratores tem ficado por cumprir. Esta indecisão sobre a importância do sector florestal para o país e o sentimento de impunidade, tem contribuído para que “*Sempre que se aproxima a época dos fogos, voltamos a dar-nos conta que as matas continuam a não estarem preparadas para enfrentar o terrível flagelo dos incêndios florestais*” (L. LOURENÇO, 1992)

Face a esta situação, a resposta do Estado tem sido, como nos demonstram os consecutivos Orçamentos de Estado em que a verba para a sensibilização e prevenção tem valores significativamente mais baixos que a verba para o combate. Deste modo, concluímos que para a resolução deste problema o Estado tem apostado, repetidamente, na adoção de mais verbas para o combate, quer para construção e melhoramento de infraestruturas, aquisição de equipamentos, cada vez mais sofisticados e que se fazem acompanhar por manuais de instrução mais específicos e especializados (R. FREITAS *et al.*, 2010), alocação de meios aéreos, etc.

No entanto, o combate deverá ser sempre o ultimo recurso! (A. de ALMEIDA, 1997)

Na impossibilidade de eliminar todas as ocorrências e tendo em contas que algumas ignições irão sempre ocorrer, por vezes em número considerável, torna-se fundamental planear e definir estratégias de combate ajustadas às especificidades de cada território, de modo a que se possam garantir condições para um ataque inicial eficaz aos focos nascentes, com tempos de respostas consonantes com os indicadores de comportamento de fogo e as suscetibilidades do território, de modo a que se possa tirar o maior proveito das potencialidades dos recursos humanos e mecânicos disponíveis, e assim, realizar o objetivo primordial desta tese – a diminuição das áreas ardidas.

Estando a dimensão da área ardida resultante de uma ignição, associada não só às condições meteorológicas, mas também a outras condicionantes geográficas, onde destacamos a orografia, uma vez que esta limita o uso dos meios terrestres de combate, ligeiros ou pesados. De facto, os terrenos acidentados dificultam a deslocação em segurança e o acesso aos locais onde os incêndios começam, reduzindo a eficiência de uma primeira intervenção (que se quer rápida), contribuindo para que um foco de incêndio

nascente possa evoluir, progredindo pelas vertentes declivosas e vales encaixados, aumentado consideravelmente a área ardida e onde o combate passa a ser mais difícil, podendo causar feridos e mesmo mortes.

Torna-se crucial a modelação espacial, de modo a obter-se um profundo conhecimento das características do território, incluindo o relevo, uso do solo, a rede viária, para identificar as áreas críticas, de suscetibilidade elevada, que conjugadas com as especificidades de cada veículo de combate, tornam possível a execução de um planeamento capaz, uma exímia coordenação e o uso racional das forças existentes, onde o destacamento dos meios terrestres de combate para locais estratégicos de pré-posicionamento, assegurando tempos de deslocação inferiores a 20 minutos, permitirá um ataque inicial mais eficaz e em segurança aos focos nascentes, de modo a que a utilização destes recursos aproveite todas as suas potencialidades.

Se os meios terrestres de combate estiverem estagnados, estacionados no mesmo local, a esfera de cobertura/atuação não é potenciada, ou seja, saindo do mesmo ponto de partida todos os meios irão chegar com tempos muito aproximados, enquanto que a “dispersão operacional” organizada dos meios pelo território permitirá a redução dos tempos de deslocação e funcionarão como elementos de dissuasão, uma vez que os agentes ao estarem no terreno desencorajam potenciais pirómanos, bem como, possibilitam uma fiscalização *in situ* dos comportamentos das suas populações e uma vigilância mais rápida e com uma maior área de cobertura.

Todos os incêndios florestais começam por ser pequenos focos de incêndio. O tempo da primeira intervenção é o aspeto essencial para facilmente se conseguirem controlar e extinguir os focos nascentes, reduzindo os custos financeiros de um combate que viria a ser alargado, musculado e prolongado no tempo, preservando a floresta, salvaguardando recursos e evitando feridos ou mesmo mortes.

Para socorrer primeiro é preciso lá chegar e, diz a sabedoria popular, “que a pressa é inimiga da perfeição”.

Para o cálculo dos tempos de deslocação temos duas variáveis: a distância e a velocidade. Sendo a distância uma variável fácil de obter, o cálculo da velocidade num determinado trajeto assume-se como algo mais complexo. Desde logo porque deverão ter-se em conta as características do veículo e, por outro lado, as diversas características da estrada, que têm influência na velocidade.

O presente estudo, abriu assim uma janela, com este ensaio metodológico para o desenvolvimento de um modelo que possibilite o cálculo de tempos estimados de deslocação (TED_{ff}) aplicados ao ataque inicial aos incêndios florestais.

Assim, a par dos outros modelos referidos, verificou-se que o fator geométrico, a curva que ao longo de um percurso nos traduz um índice da sinuosidade rodoviária, tem influência no tempo de deslocação. Apesar de não conseguirmos aplicar o modelo proposto às duas tipologias de veículos (pelos motivos anteriormente explicados), demonstrou-se que dentro das variáveis estudadas a distância observada, a diferença de cotas e o tipo de piso são fatores importantes na estimação do tempo de deslocação.

Se não conseguimos prever o local onde a ignição vai ocorrer, podemos e devemos estimar, modelando cenários da realidade, quais os locais onde a sua deflagração terá consequências mais destrutivas, de modo a que possamos mitigar os danos. Uma vez que

cerca de 22% da área de estudo terá uma resposta de primeira intervenção com tempos iguais ou superiores a 20 minutos, num território em que cerca de 70% é de suscetibilidades elevadas, não podemos combater apenas quando há fumo. Onde é que está a prevenção? A prevenção também se realiza através da antecipação, no destacamento de meios de ataque inicial para locais estratégico de pré-posicionamento, com base num estudo da sinuosidade rodoviária (distância e velocidade), reduzindo as distâncias entre o quartel e as manchas florestais, obtendo um menor tempo de resposta da primeira intervenção – o que denominamos de **prevenção operacional**, que permitirá um ataque inicial eficaz aos pontos de ignição e deste modo reduzir as áreas ardidas.

O filósofo grego Aristóteles, no ano 384 A.C. refere “*porque em qualquer dia, a qualquer hora, em qualquer lugar, é provável que algo de improvável venha a acontecer*”.

No futuro pretende-se dar continuidade a esta linha de investigação, considerando a importância de melhorar a eficácia do ataque inicial no combate aos incêndios florestais.

Para tal será importante aprofundar a influência dos fatores analisados, principalmente a sinuosidade rodoviária, atualizando o mapa das estradas e utilizando tecnologias avançadas para a recolha de dados mais precisos.

Para além disso, a aplicação do procedimento metodológico e do modelo desenvolvido a outras áreas onde a ocorrência dos incêndios florestais é relevante será outra possibilidade para dar continuidade a esta investigação.

Bibliografia

- ALEGRIA, Maria Fernanda (1976) “A bacia topográfica da Lousã: características físicas e utilização do solo”. In *Finisterra*, Lisboa, vol. 21 (2), pp. 187-212.
- ALEGRIA, Maria Fernanda (1990). *A Organização dos Transportes em Portugal (1850-1910). As Vias e o Tráfego*. Centro de estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, p.560.
- ALMEIDA. A. Ribeiro de.(1993) “Combate aos fogos florestais, o último recurso” *Atas I Encontro Pedagógico sobre Risco de Incêndio Florestal*, Coimbra, 22 de outubro.
- ALMEIDA, Campar; NUNES, Adélia; FIGUEIREDO, Albano (2007) “Dinâmica da população intraconcelhia no Interior Centro e Norte de Portugal”. *Cadernos de Geografia*, Departamento de Geografia da Faculdade de letras da Universidade de Coimbra.
- ALMEIDA, Rui (2003) *Sistema Nacional de Detecção de Incêndios Florestais –SNDIF*. Oeiras, 19 de Novembro.
- AMARO, Antonio Duarte; (2000); “Bombeiros de Portugal: Força e Limites do seu Voluntariado”; *Revista Escola Nacional de Bombeiros*, N.º 16. Trimestre Out/Dez.
- AMARO, Antonio Duarte (2009) “*O socorro em Portugal. Organização, formação e cultura de segurança nos corpos de bombeiros, no quadro da Protecção Civil*” Tese de Doutoramento, Faculdade de Letras, Universidade do Porto.
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS - AASHTO (2011), *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – 6th Edition*, , Washington, D.C., 2011.
- ANDRADE, Fernanda (1995) “Fogos Florestais 1995 – Portugal”. *Actas do III Encontro Pedagógico sobre Risco de Incêndio Florestal*, Coimbra, 20 de Novembro.
- ANDUEZA, P. J. (2000) *Mathematical Models of Vehicular Speed on Mountain Roads*, *Transportation Research Record*, n.º 1701.
- ARANHA, J. (2004). Índice de Aptidão para o Combate a Fogos Florestais. *VII Encontro de Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica – ESIG*, Oeiras.
- AUGE, Claude (1909) *PETIT LAROUSSE ILLUSTRÉ. NOUVEAU DICTIONNAIRE ENCYCLOPÉDIQUE*. Paris, Librairie Larousse.
- AUTORIDADE FLORESTAL NACIONAL (2008) *Brochura: 5 anos após os incêndios florestais de 2003*. Outubro de 2008
- BABO, Jorge; VILANOVA, Alberto (1954) “A paisagem humanizada da Lousã”. *Boletim do Centro de Estudos Geográficos*, Coimbra, nºs 8 e 9, pp 47-57.
- BAGHERI, George L. Nasser; BENWELL & HOLT, Alec (2005) “Measuring spatial accessibility to primary health care”; Presented at SIRC 2005 – *The 17th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre University of Otago*, Dunedin, New Zealand November 24th-25th 2005.
- BATES, R. L & JACKSON, J. A. (1984). “*Dictionary of Geological Terms*”. New York. Anchor Books. 571p.

- BENTO-GONÇALVES, A., LOURENÇO, L., & DIAS da SILVA, J. (2007). Manifestação do risco de incêndio florestal, causas e investigação criminal. *Territorium*, 14, 81–87.
- BENTO-GONÇALVES, A., VIEIRA, A., FERREIRA-LEITE, F., OLIVEIRA MARTINS, C., & COSTA SILVA, F. (2010). A desestruturação do mundo rural em áreas de montanha e o risco de incêndio - o caso da serra da Cabreira (Vieira do Minho). *Territorium*, 17, 109–117.
- BENTO-GONÇALVES, António (2011) “*Geografia dos Incêndios em Espaços Silvestres de Montanha – caso da serra da Cabreira*”. Lisboa: FCG/FCT, Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas ISBN: 978-972-31-1367-9.
- BOANO, Fulvio; CAMPOREALE, Carlo; REVELLI, Roberto; RIDOLFI, Luca (2005), “*Sinuosity-driven hyporheic exchange in meandering rivers*” Department of Hydraulics, Transport, and Civil Infrastructures, Politecnico di Torino, Turin, Italy; *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 33, L18406, 4 PP., 2006.
- BONNESON, J.; PRATT, M.; MILES, J. e CARLSON, P. (2007), *Development of Guidelines for Establishing Effective Curve Advisory Speeds*, Texas Transportation Institute Research Report 05439-1, Texas A&M University, College Station.
- BOYKO, Dodov; EFI, Foufoula-Georgiou; (2004) “Generalized hydraulic geometry: Insights based on fluvial instability analysis and a physical model” *WATER RESOURCES RESEARCH*, VOL. 40, W12201, doi:10.1029/2004WR003196.
- BRAGA, Mário (1979) “*Serranos*”. Lisboa. Portugália Editora, 185 pp.
- BUCK, C. J. (1936) – “*Forest roads or forest fires?*”. Regional Forester, U. S. Forest Service. Pacific Sportsman, 401 Sansome Street, San Francisco, California.
- BUTLER, B.W.; ANDERSON, W. R and CACHPOE, E. A (2007) “Influence of slope on fire spread rate. *USDA Forest Service Proceedings RMRS-46CD*.”
- Carmo, M., Moreira, F., Casimiro, P., & Vaz, P. (2011). Land use and topography influences on wildfire occurrence in northern Portugal. *Landscape and Urban Planning*, 100(1), 169-176.
- CALDEIRA, Nuno Duarte (2003) “*Reforma do Socorro em Portugal*”, Revista ENB, nº 25 de Jan./Março/2003 pp. 15-21.
- CAMPOS, Maria do Rosário Castiço (2003) “*Redes de sociabilidade e de poder: Lousã no século XIII*”. Dissertação Doutoramento em História apresentada á FLUC, Coimbra.
- CARDOSO, J.; MACEDO. A. L.; KANELLAIDIS, G.; FLOUDA, A.; DIMITROPOULOS, I.; PELTOLA, H.; RANTA, S. e DUPRÉ, G. (1998) *Improvement of Models on the Relations between Speed and Road Characteristics*, SAFESTAR Task 5.3 Report, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- CASTRO, Carlos Ferreira de; SERRA, Gouveia; PAROLA, José; REIS, José, LOURENÇO, Luciano; COREIA, Sérgio (2003). *Combate a incêndios florestais. Manual de Formação Inicial do Bombeiro*. Edição Escola Nacional de Bombeiros, Vol. XIII, 2ª. Edição.

- CARVALHO, A. Martins de (1984) “*Guia de Portugal*”, Lisboa, Vol. III, t. I, p. 400-425 (reimpr.).
- CARVALHO, Paulo (1997) “*A Vila da Lousã. Contributo para um Estudo de Geografia Humana*”. Dissertação de Mestrado em Geografia Humana apresentada à F.L.U.C., Coimbra, 435 p.
- CARVALHO, Paulo (1998) “A Estrada da Serra (Lousã-Castanheira de Pêra). Notas para uma leitura Geográfica”. Separata de: Revista *ARUNCE*, n.º 13/15, 1998-2000.
- CARVALHO, Paulo (2008) “*Património Construído e Desenvolvimento em Áreas de Montanha. O exemplo da Serra da Lousã*”. Lousã. CML, 1ª Edição, 657 pp.
- CASTRO, Ferreira de (1979). *A Lã e a Neve*. Guimarães & Cª. Editores, Lisboa, 403.
- CERDEIRA, Patrícia (2012) “Para Salvar é preciso Chegar”. *Revista Bombeiros de Portugal* (RBP), edição de Maio. Liga dos Bombeiros Portugueses.
- CHUVIECO, E., SALAS, F., VEGA, C., (1997). Remote Sensing and GIS for Long-Term Fire Risk Mapping. Megafires project ENV-CT96-0256, Alcalá de Henares, pp. 91-108.
- CLAVERO, Matías Poch (2012). Determinación de factor de sinusidad para la estimación de tiempos por arcos a partir de un modelo de velocidades según tipo de carpeta de una red vial. *IV Jornadas de Latinoamérica y Caribe de gvSIG – Cesciendo en Cominidad*. Montevideo, 24 al 26 de Septiembre de 2012.
- COSTA, Luis Belo (2008). “A primeira intervenção tem de ser profissionalizada”, *Revista Alto Risco*, n.º 32, Lisboa, pp. 35-41.
- CRAVIDÃO, Fernanda (1989) “*Residência Secundária e Espaço Rural. Duas aldeias da Serra da Lousã: Casal Novo e Talasma*”. Coimbra. FLUC, (Estudos, n.º 10). 90 pp.
- CRAVIDÃO, Fernanda (1990) “Residência secundária e revitalização do espaço rural” Apresentada no *5º Colóquio Ibérico de Geografia*, Léon, Espanha, Novembro.
- CRAVIDÃO, Fernanda; LOURENÇO, Luciano (1994) “Cordilheira Central”. In *Livro Guia das Excursões do II Congresso da Geografia Portuguesa*. Coimbra, APG/IEG, pp. 37-62.
- CRUZ, Arnaldo José R. (2007). “A missão é proteger as pessoas e o património”, *Revista Alto Risco*, n.º 26, 2ª Série, Lisboa, pp. 32 – 39.
- CUNHA, Lúcio (2003) “*A montanha do centro português: espaço de refúgio, território marginal e recurso para o desenvolvimento local*”; Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras - Universidade de Coimbra.
- CURRY, J.R.; FONS, W.L. (1938) “*Rate of spread of surface fires in the ponderosa pine type of California*”. *J. Agr. Res.* 57:239-267.
- CURRY, J.R.; FONS, W.L. (1940) “*Forest fire behavior studies*”. *Mech. Engng.* N.Y. 219-25.
- DAVEAU, Suzanne (1972) “*Evolução geomorfológica da bacia da Lousã*”. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, pp 38.
- DAVEAU, Suzanne; BIROT, Pieer; RIBEIRO, Orlando (1985) “*Le bassin de Lousa: évolution sedimentologique, tectonique et morfologique*”. Centro de Estudos Geográficos, 1985-1986. 2 vol.(Memórias do Centro de Estudos Geográficos ; 8).

- DAVEAU, Suzanne (1988) “Contribuição para uma Colectânea de Antigas Descrições Geográficas da Lousã”. In *Livro das Jornadas de Cultura e Turismo*. Lousã.
- DEVY-VARETA, Nicole (1994) “Dos carvalhos aos eucaliptais: evolução espacial da árvore e da floresta em Portugal”. *Actas do III Encontro sobre Risco de Incêndio Florestal, Coimbra*, 9 de Julho.
- DIAS, Eduardo José (1994) “A legislação portuguesa e o risco de incêndio” *Actas do II Encontro Pedagógico sobre Risco de Incêndio Florestal*, Coimbra, 21 a 24 de Fevereiro.
- DIAS, Pedro; REBELO, Fernando (1985) “*Lousã. A Terra e as Gentes*” Lousã, C. M. da Lousã. 95 pp.
- DINIS, Isabel; MALTA, Miguel (2001) “*Da desvitalização da Serra da Lousã á nova ruralidade: identidades sociais e destinos do território*”. In PORTELAS, José e Caldas, João CASTRO (orgs): Portugal Chão. Lisboa. Editora, Celta editora, pp 111-127.
- DIRECÇÃO DE UNIDADE DE DEFESA DA FLORESTA (2012) Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios (PMDFCI) - Guia Técnico. Autoridade Florestal Nacional, Abril.
- DEC – DIRECTRIZES PARA A CONCEPÇÃO DE ESTRADAS (2000) Parte: *Condução do Traçado*”; Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina, Diretoria de Estudos e Projetos.
- DONNELL, E. T.; NI, Y.; ADOLINI, M. e ELEFTERIADOU, L. (2001) Speed Prediction Models for Trucks on Two-Lane Rural Highways, *Transportation Research Record*, n.º 1751.
- ENB - ESCOLA NACIONAL DE BOMBEIROS (2001). Manual Técnico de Condução Fora de Estrada. Cadernos Práticos.
- FAIRBRIDGE, R. W. (1968). “Mountain and Lilly terrain, mountain systems; mountain types”. In: R. W. FAIRBRIDGE (ed.), *Encyclopedia of Geomorphology*. New York, Reinhold, 745-761.
- FARIA, Antonio Paulo (2005) “Classificação de montanhas pela altura”. *Revista Brasileira de Geomorfologia* - Ano 6, nº 2.
- FELGUEIRAS, João José da Silva (2005). "Evolução do risco de Incêndio Florestal". Dissertação de Mestrado em Gestão de Riscos Naturais, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- FERNANDES, Gonçalo José Poeta (2004) “*Percepções e Significados dos Espaços de Montanha: Da Desarticulação Produtiva à Revalorização Eco-Cultural*”, ESEG – IPG.
- FERNANDES, I. A. C., NUNES, J. P., FERREIRA, R. S. V, VIEIRA, D. C. S., & KEIZER, J. J. (2010). Escorrência e erosão a múltiplas escalas espaciais numa área florestal mista recentemente ardida no Centro de Portugal. *Territorium*, 17, 135–144.
- FERREIRA, Tânia (2007) *Geografia Humana de Portugal. Manual da unidade curricular*. Universidade Aberta.
- FERREIRA LEITE, Flora; BENTO GONÇALVES, Antonio; LOURENÇO, Luciano (2011). Grandes incêndios florestais em Portugal Continental. Da história recente à atualidade. *Cadernos de Geografia*, 30/31, 81–86.

- FERREIRA-LEITE, F., BENTO-GONÇALVES, A., VIEIRA, A., & OLIVEIRA MARTINS, C. (2010). A recorrência dos incêndios na Serra da Cabreira (Vieira do Minho, Noroeste de Portugal) como medida da manifestação do risco de incêndio florestal. *Territorium*, 17, 93–98.
- FERREIRA LEITE, Flora; BENTO GONÇALVES, Antonio; LOURENÇO, Luciano; (2012) “Grandes incêndios florestais em Portugal Continental. Da história recente à atualidade”; Comunicação apresentada no VII Coloquio de Geografia, Coimbra.
- FERREIRA, M. J. *et al.* (1999) “Prospects for sustainable development in mountain area in Portugal: conceptual and poly-related issues” In BOWLE, Ian *et al.* Progress in Research on Sustainable Rural Systems. IGU Commission on “*The Sustainable of Rural Systems*”. Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional da Universidade Nova de Lisboa, série estudos nº 2, pp. 163-173.
- FERREIRA, T., (2006) Manual da unidade curricular “Geografia Humana de Portugal”, curso de História da Universidade Aberta (www.cursodehistoria.com.sapo.pt).
- FITZPATRICK, K.; ELEFTERIADOU, L.; HARWOOD, D. W.; COLLINS, J. M.; MCFADDEN, J.; ANDERSON, I. B.; KRAMES, R. A.; IRIZARRY, N.; PARMA, K. D.; BAUER, K. M. e PASSETT, K. I. (2000) *Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways*, Publicação FHWA-RD-99-171, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.
- FREITAS, Raquel Azevedo; FERREIRA, Mário; MOREIRA, Isabel (2010) *Almas de Fogo*. Editora Lugar da Palavra, 1.ª Edição, Abril, Rio Tinto.
- GEERTMAN, S. C. M. e VAN ECK, J. R. R. (1995) – GIS and models of accessibility potencial: an application in planning. *International Journal of Geographical Information Science*. Taylor and Francis. Vol. 9, No. 1, p. 67-80.
- GEIGER, Rudolf (1980) “*Manual de Microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo*”. Trad. de Ivone Gouveia e Francisco Caldeira Cabral. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- GIBREEL, G. M.; EASA, S. M.; HASSAN, Y. and EL-DIMEERY, I. A. (1999) State of the Art of Highway Geometric Design Consistency, *Journal of Transportation Engineering*, n.º 125.
- GIBREEL, G. M.; EASA, S. M.; HASSAN, Y. and EL-DIMEERY, I. A. (2001) Prediction of Operating Speed on Three-Dimensional Highway Alignments, *Journal of Transportation Engineering*, n.º 127.
- GIRÃO, Aristides de Amorim (1938) “Aspectos Geológicos e Geográficos da Serra da Lousã”. In *O Centenário Turístico da Serra da Lousã*, C.M.L., pp.7-17.
- GIRÃO, Aristides de Amorim (1951) “Uma Velha Descrição Geográfica do Centro de Portugal”. In *Boletim do Centro de Estudos Geográficos*. Coimbra, nos 2 e 3, pp. 3-11.
- GIRÃO, Aristides de Amorim (1955) “*Acção do Homem e Morfologia do Solo*”. In *Boletim do Centro de Estudos Geográficos*. Coimbra, nos 10 e 11, pp. 38-68.
- GOMES, Artur (1998) “A política da formação dos Bombeiros Portugueses”; *Revista Escola Nacional de Bombeiros*, Nº. 7, Trimestre Jul/Set.
- GOMEZ, Basil; MARRON, Donna C. (2006) “Neotectonic effects on sinuosity and channel migration, Belle Fourche River, Western South Dakota” *Earth Surface Processes and Landforms*.

- GONÇALVES, Zorro, LOURENÇO, Luciano (1990) “Meteorological index of forest fire risk in the Portuguese mainland territory”. Proceedings of the *International Conference on Forest Fire Research*, Coimbra, Portugal.
- GOVAN, Vidhia (2012). “Modelos de Análise de Acessibilidade Rodoviária em SIG – Aplicação ao caso de Moçambique”. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de Especialização em Vias de Comunicação e Transportes. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- HENRIQUES, Manuel Louzã (1989) “Etnografia da serra da Lousã”. In *Arounce* (Revista de Divulgação Cultural). Lousã. CML, nº 2, pp 3-21.
- HENRIQUES, Manuel Louzã (1996) “Tradições artesanais da serra da Lousã”. In *Arounce* (Revista de Divulgação Cultural). Lousã. CML, nos 7-10, pp 3-14.
- HORNBY, A. S. (2000) OXFORD Advanced Learner’s Dictionary of Current English. OXFORD University Press.
- HUANG, Heqing; CHEN ,Guang; and ZHANG, Qian-Feng (2010) “The Influence of River Sinuosity on the Distribution of Conservative Pollutants” *Journal of Hydrologic Engineering*.
- INIR – INSTITUTI DE INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS, IP (2010). Sistemas de Retenção Rodoviários. Manual de aplicação. Documento Base. Lisboa, novembro.
- JAE (1994), *Norma de Traçado*, Junta Autónoma de Estradas, Almada, 1994.
- JAE/MEPAT (1997). “70º Aniversário”, Projectos Especiais.
- JULIVERT, M. FONTBOTÉ, J. RIBEIRO, A. e CONDE, L. N (1974) “*Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*”, Memoria do Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 1980, 113 p.
- KANELLAIDIS, G.; GOLIAS, J. e EFSTATHIADIS, S. (1990) Driver’s Speed Behavior on Rural Road Curves, *Traffic Engineering and Control*, n.º 31.
- KING, L. C. (1967) “*The Morphology of the Earth*”. Edinburgh. Oliver and Boyd.
- KRAMMES, R. A.; BRACKETT, Q.; SHAFER, M. A.; J. OTTESEN, L.; ANDERSON, I. B.; FINK, K. L.; COLLINS, K. M.; PENDLETON, O. J. and MESSER, C. J. (1995) *Horizontal Alignment Design Consistency for Rural Two-Lane Highways*, Publicação FHWA-RD-94-034, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.
- KUMARA, Ratheesh; ILLIYASB, Faisal T.; MANIC, Shibu K. (2011) “An investigation on road accident prone curves of national highway 220 in Kottayam district, Kerala”; *Disaster, Risk and Vulnerability Conference 2011 School of Environmental Sciences*, Mahatma Gandhi University, India in association with the Applied Geoinformatics for Society and Environment, Germany March 12–14.
- LAMM, R. e CHOUERI, E. M. (1987) Recommendations for Evaluating Horizontal Alignment Design Consistency Based on Investigations in the State of New York, *Transportation Research Record*, n.º 1122.
- LAMM, R.; CHOUERI, E. M.; HAYWARD, J. C. and PALURI, A. (1988) Possible Design Procedure to Promote Design Consistency in Highway Geometric Design on Two-Lane Rural Roads, *Transportation Research Record*, n.º 1195.

- LAUDER, Cara, BSC; SKELLY, Dr Chris; BRABYN, Dr Lars (2001) “Developing and validating a road travel time network for cost path analysis” *The 13th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre University of Otago*, Dunedin, New Zealand.
- LOBO, António; COUTO, António; RODRIGUES, Carlos (2013). “Modelação da Velocidade Livre de Circulação em Estradas Portuguesas de Duas Vias”. Portugal, Universidad do Porto.
- LOBO, P. A.; COUTO, A. e RODRIGUES, C. M. (2012) Road Cross-Section Width and Free-Flow Speed in Two-Lane Rural Highways, *Transportation Research Record*, in press.
- LOPES, Pedro (1995) “A importância da eficácia da primeira intervenção” *Actas do III Encontro Pedagógico sobre Risco de Incêndio Florestal*, Coimbra, 20 de Novembro.
- LOURENÇO, Luciano (1986) “Consequências geográficas dos incêndios florestais nas serras de xisto no centro de Portugal. Primeira abordagem”; *Actas do IC Colóquio Ibérico de Geografia*, Coimbra.
- LOURENÇO, Luciano (1987) “*Incêndios Florestais. Estudos realizados e actividades em curso no Instituto de Estudos Geográficos, Coimbra*”.
- LOURENÇO, Luciano (1988) “Incêndios florestais entre o Mondego e o Zêzere no período de 1975 a 1985”; *Cadernos de Geografia*, nº.7.
- LOURENÇO, L; BENTO-GONÇALVES, A; SOARES, Hernani (1988) "Distribuição espacial dos incêndios florestais no Centro de Portugal, no período de 1983 a 1987. Contribuição para um mapa de risco de incêndio Florestais". *Jornadas Científicas sobre Incêndios Florestais*, Coimbra, vol. II, p. 4.5. - 1 a 26.
- LOURENÇO, Luciano (1989) “Representação Cartográfica dos incêndios Florestais ocorridos em Portugal continental”; *Biblos*, Vol. LXV.
- LOURENÇO, Luciano (1990) “*Impacte ambiental dos incêndios florestais*”; *Cadernos de Geografia, Coimbra*, IEG, nº. 9.
- LOURENÇO, Luciano (1991) “*Aspectos sócio-económicos dos incêndios florestais em Portugal*”; *Biblos*, Vol. LXVII.
- LOURENÇO, Luciano. (1992). “Avaliação de Risco de Incêndio nas Matas e Florestas de Portugal Continental”. *Finisterra*. XXVII.
- LOURENÇO, Luciano (1996) “*As Serras de Xisto do Centro de Portugal*”. Dissertação de Doutoramento apresentada à FLUC. Coimbra, 756 pp.
- LOURENÇO, Luciano (1998). Tipos de tempos correspondentes aos grandes incêndios florestais ocorridos em 1986 no Centro de Portugal. *Finisterra*, XXIII, 46, p. 241-270.
- LOURENÇO, Luciano; MALTA, Paula (1993) “Elementos estatísticos. Incêndios florestais em Portugal continental na década de 80 e anos seguintes”. *Finisterra*, XXVIII, 55-56, 1993, pp. 261-277.
- LOURENÇO, Luciano; BENTO-GONÇALVES, António (1996). “Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais. Breve resenha histórica”. *Cadernos de Geografia*, 15, p. 107-109.

- LOURENÇO, Luciano; NAVE, Adriano (2006) “*O papel dos socacos na prevenção de incêndios florestais. Exemplo das bacias hidrográficas dos rios Alva e Alvoco (Serras do Açor e da Estrela)*”; NICIF; FLUC; Coimbra.
- LOURENÇO, Luciano; BENTO-GONÇALVES, António; BENTO, Manuela (2001) “Intervenção Humana e risco de Fogo Florestal”; Actas do II Colóquio de Geografia de Coimbra, N.º Especial de “*Cadernos de Geografia*”, pp. 91-98.
- LOURENÇO, Luciano; QUINTANILLA, Vitor (2003). "Coimbra, ponte e charneira entre territórios desiguais com problemas comuns - Análise de desequilíbrios ecológicos provocados por incêndios florestais em matas e Bosques de Países Temperados. Casos de estudo em Portugal e no Chile" *Cadernos de Geografia*, número especial, Coimbra, p.135-151.
- LOURENÇO, L. (2004). Meio geográfico e fogos florestais. Relações de causa-efeito. In *Manifestações do Risco Dendrocaustológico (Colectânea.*, pp. 167–174). Coimbra: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- LOURENÇO, Luciano; SERRA, Gouveia; MOTA, Lucília; PAÚL, José J.; CORREIA, Sérgio; PAROLA, José; REIS, José (2006). *Manual de Combate a Incêndios Florestais para equipas de Primeira Intervenção*. 3.ª Edição, revista e actualizada. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra.
- LOURENÇO, L., FERNANDES, S., BENTO-GONÇALVES, A., CASTRO, A., NUNES, A., VIEIRA, A. (2011). Causas de incêndios florestais em Portugal Continental. Análise estatística da investigação efetuada no último quinquénio (1996 a 2010). *Cadernos de Geografia*, 30/31, 61–80.
- LOURENÇO, Luciano; BERNARDINO, Sofia (2013). Condições meteorológicas e ocorrência de incêndios florestais em Portugal Continental (1971-2010). *Cadernos de Geografia*, nº 32, Coimbra, FLUC - pp. 105-132.
- LUSO, João (1932) “*Viajar*”. Rio de Janeiro. Ed. Braz Lauria, pp 87-91.
- MACEDO, Edivaldo Lins (2012) *Noções de Topografia Para Projetos Rodoviários*. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Materiais e Construção.
- MARTINS, Samuel David Rodrigues; 2010; “*Incêndios florestais: comportamento, segurança e extinção.*” Mestrado interdisciplinar em dinâmicas sociais, riscos naturais e tecnológicos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra.
- MARTINEZ, Maurílio; 2005, “*Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: o perfil longitudinal*” Universidade Estadual de Maringá.
- MATOS, Artur Teodoro (1980) – “*Transportes e Comunicações em Portugal, Açores e Madeira (1750-1850)*”. vol. 1, Ponta Delgada, Universidade dos Açores, 1980, p. 478.
- MCARTHUR, A.G. (1968) “Fire Behaviour in Eucalypt Forests”. Leaflet No. 107. *Ninth Commonwealth Forestry Conference*, India.
- MCLEAN, J. (1981) Driver Speed Behaviour and Rural Road Alignment Design, *Traffic Engineering and Control*, n.º 22, pp. 208-211.
- MELO P; LOBO, A., COUTO, A. e RODRIGUES, C. M. (2012) “Road Cross-Section Width and Free-Flow Speed in Two-Lane Rural Highways”. *Transportation Research Record*, in press.

- MENDES, José Armando (1999) “ História das Organizações: Associações e Corpos de Bombeiros. *Atas do I Encontro Nacional sobre a História dos Bombeiros Portugueses*, Sintra.
- MENDES, José Manuel; SILVA, Hirondina; SILVA, João; FRETAS, Francisco; 2008; “*Caracterização sociográfica das instituições de emergência e socorro e percepção do risco no Distrito de Coimbra*”; Centro de Estudos Sociais, Laboratório Associado, Faculdade de Economi da Universidade de Coimbra.
- MISAGHI, P. e HASSAN, Y. (2005) Modeling Operating Speed and Speed Differential on Two-Lane Rural Roads, *Journal of Transportation Engineering*, n.º 131.
- MONTEL MOLINA, Cristina (2002) “*Tradición, renovación e innovación en los usos y aprovechamientos de las áreas rurales de montaña*”. Comunicação apresentada ao *XI Coloquio de Geografía Rural da Associação de Geógrafos Espanhois*. Santander.
- MONTEIRO, Paulo (1985) “Terra que já foi Terra. Análise sociológica de nove lugares agro-pastoris da serra da Lousã”. Col. *Tempos Modernos* nº 2. Lisboa. Edições Salamandra, 290 pp.
- MORRALL, J. e TALARICO, R. J. (1994) Side Friction Demanded and Margins of Safety on Horizontal Curves, *Transportation Research Record*, n.º 1435.
- NARAYANARAJ, Ganapathy and WIMBERLY, M.C. (2013) – “Influences of forest roads and their edge effects on the spatial pattern of burn severity”. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*.
- NETO, José Manuel Geraldês; 2001, “A prevenção contra os incêndios Florestais antes de 1935”. *Actas do II Encontro Nacional sobre a História dos Bombeiros Portugueses*. AHBV de Coimbra.
- NOGUEIRA, José Félix Henrique (1976) “*Estudos sobre a reforma em Portugal*. Lisboa , Imprensa Nacional, Casa da Moeda, p.23-153.
- NUNES, Adélia (2007) “Abandono agrícola no Interior Centro de Portugal: implicações na ocorrência de incêndios florestais e nos processos de erosão hídrica”. *Cadernos de Geografia*, Departamento de Geografia da Faculdade de letras da Universidade de Coimbra.
- NUNES, A., LOURENÇO, L., BENTO-GONÇALVES, A., & VIEIRA, A. (2013). Três décadas de incêndios florestais em Portugal: incidência regional e principais fatores responsáveis. *Cadernos de Geografia*, 32, 133–143.
- MUÑOZ, R. V. (2000). “*La Definición de Incendio Forestal. La Defensa Contra Incêndios Forestales Fundamentos e Experiencias*”. A. G. Brage. Madrid, McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.: 13-16.
- OLIVEIRA, S. L. J. (2008). “Análise da frequência do fogo em Portugal Continental (1975–2005) com a distribuição de Weibull”. MSc thesis, ISA, UTL, Lisbon, Portugal.
- PACHECO, Elsa; 2004, “*Alteração das acessibilidades e dinâmicas territoriais na Região Norte: expectativas, intervenções e resultantes*.” Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, GEDES, 2004. - Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto para a obtenção de grau de Doutor em Geografia.

- PAIVA, Jorge; 1988; “*O Coberto Vegetal da Serra da Lousã in Jornadas de Cultura e Turismo*”; Câmara Municipal da Lousã, Lousã.
- PASSETTI, K. A. e FAMBRO, D. B. (1999) Operating Speeds on Curves with and Without Spiral Transitions, *Transportation Research Record*, n.º 1658.
- PEREIRA, Gama; SERQUEIRA, A. J. D.; GOMES, E. M. C. (2004); “A deformação varisca do Maciço Hespérico na região da Serra da Lousã (Portugal Central)”. *Caderno Lab. Xeolóxico de Laxe*. Coruña. Vol. 29, pp. 203-214.
- PEREIRA, J.M.C., CARREIRAS, J.M.B., VASCONCELOS, M.J.P., (1998) – “Exploratory data analysis of the spatial distribution of wildfires in Portugal, 1980–1989”. *Geograph. Systems* 5 (4), 355–390.
- PEREIRA, Mário G.; TRIGO, Ricardo M.; CAMARA, Carlos C.; PEREIRA, José M.C.; SOLANGE, M. L.; (2005) – “Synoptic patterns associated with large summer forest fires in Portugal”. *Agricultural and Forest Meteorology*, 129 (2005) 11 – 25 . Elsevier B.V.
- PEREIRA, N., & LOURENÇO, L. (2007). Riscos de cheias e inundações após incêndios florestais. O exemplo das bacias hidrográficas das ribeiras do Piódão e de Pomares. In *Riscos Ambientais e Formação de Professores (Actas das VI Jornadas Nacionais do Prosepe)* (pp. 123–149).
- PINA, Maria Helena Mesquita (1997). A região Duriense – Alguns apontamentos sobre a sua rede de transpores (séc. XVII – XIX). *III Congresso da Geografia Portuguesa*, Porto, Setembro. Edições Colubri e APG
- PITA, L.P.; VIEGAS, D.X. & RIBEIRO, L.M. (2005) “Iniciativa incêndios florestais projecto COTEC aplicação de sistemas avançados de detecção e monitorização de incêndios florestais na zona do Pinhal Interior Centro”. ADAI/CEIF, Universidade de Coimbra, Portugal.
- PRICE, L. W. (1991). “*Mountains and Man*”. University of California Press, Berkeley.
- RAS-L (1995), *Richtlinien fuer die Anlage von Strassen, Teil: Linienfuehrung*, Forschungsgesellschaft fuer Strassen-und Verkehrswesen, Colónia,.
- RAUTELA, Piyoosh; PANT, Swarn Shikher (2007), “New methodology for demarcating high road accident risk-prone stretches in mountain roads”; *Current Science*, Vol. 92, no. 8, 25 April.
- REBELO, F., (1980) - “Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais. Análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra”, *Biblos*, Coimbra, LVI, p. 653-673.
- REBELO, F. (1992) – “Relevo de Portugal - uma introdução”. *Inforgeo*, Lisboa, 4, p. 17-35.
- REBELO, Fernando (1994); “Risco e Crise. Grandes Incêndios Florestais”. *Actas do II Encontro Pedagógico sobre Risco de Incêndio Florestal*, Coimbra, 21 a 24 de Fevereiro.
- REBELO, Fernando (2003); “*Riscos naturais e acção antrópica – estudos e reflexões*”; 2ª edição revista e aumentada; Imprensa da Universidade; Coimbra.
- REBELO, Fernando; 2005; “Os Riscos na Investigação Científica realizada na Universidade de Coimbra”, *Territorium* n.º12.

- RIBEIRO, Orlando (1945) “*Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico. Estudo Geográfico*”. Coimbra. Coimbra Editora, 245 pp.
- RIBEIRO, Orlando (1949): “*Le Portugal central. Livro-Guia da Excursão ao Centro de Portugal*”. Lisboa, pp 121-146. (reimpressão da 1.ª edição, 1982).
- RIBEIRO, Orlando. *e.t al.*. (1999); “*Geografia de Portugal. O Povo Português*”, vol. III, 3ª ed, Edições João Sá da Costa, Lisboa.
- Ribeiro, Patrícia (2002) “*A Força das Chamas*” Revista Protecção Civil, III Série, N.º 2, Abril, 2002.
- SANTO, Maria do Espírito (1954) “*A Lousã dos antigos*”. *Boletim do Centro de Estudos Geográficos*, Coimbra, nºs 8 e 9, pp 91-34.
- SCHUMM, S. A.; 1962; “*Sinuosity of Alluvial Rivers on the Great Plains*” *Geological Society of America Bulletin*.
- SCHURR, K. S.; MCCOY, P. T.; PESTI, G. e HUFF, R. (2002) Relationship of Design, Operating, and Posted Speeds on Horizontal Curves of Rural Two-Lane Highways in Nebraska, *Transportation Research Record*, n.º 1796.
- SERRA, Maria Beatriz Alvão (1961) “*A bacia da Lousã. Estudo Geográfico*” Tese de Licenciatura em Ciências Geográficas apresentada á FLUC, 72 pp.
- SERRANO, M. e MARTINS, V. (2002) – Sistema de apoio a emergências do Parque Natural do Alvão. *Proceedings do VII Encontro de Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica, ESIG2002*, Oeiras
- SILVA, Carlos; LOURENÇO, Luciano (1995) “*Rede de estações pirometeorológicas no Centro de Portugal*”. Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, Instituto de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- SILVA, Rui Santos (1999) “*Bombeiros Portugueses. Recordar o passado, Preparar o Futuro*”. *Atas o I Encontro Nacional sobre a História dos Bombeiros Portugueses*, Sintra.
- SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. (2007) “*Incêndios florestais - controle, efeitos e uso do fogo*”. Curitiba, R. V. Soares e A. C. Batista editores, 250p.
- SOUTO, Ana (2006) “*ELOZ de Serra e de Rios e de ELOS que se querem LAÇOS! Apresentação de uma abordagem à Serra da Lousã, na perspectiva de quem a sente e assume como projecto de vida*” *Revista Turismo & Desenvolvimento*, N.Y 6, 2006, pp 145-150.
- SYPHARD, A. D., RADELOFF, V.C., KEELEY, J.E., HAWBAKER, T.J., CLAYTON, M.K., STEWART, S.I., HAMMER, R.B. (2007) – “*Human influence on California fire regimes*”. *Ecological Applications* 17.
- THE HIGHWAYS AGENCY (2002), *Geometric Design is the Design Manual for Roads and Bridges*, Vol. 6: Road Geometry, Section 1: Links, Londres.
- TORGA, Miguel (1970) “*A criação do Mundo II (O Terceiro Dia)*”. Coimbra. Gráfica Coimbra, 4ª Edição.
- TORGA, Miguel (1999) – Diário. Lisboa, Publicações Dom Quixote, 2ª edição integral (1º e 2º tomos; volumes I a VIII; IX a XVI), 1786 pp.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES - TRB (2010), *Highway Capacity Manual 2010*, , Washington, D.C., 2010.

- VAZ, Maria Bela (1954) “*Advento duma nova era: a da Electricidade*” *Boletim do Centro de Estudos Geográficos*, Coimbra, nºs 8 e 9.
- VENTURI, Luís NILTON; Antunes, ALZIR, Felipe Buffara (2007) “Determinação de locais ótimos para a implantação de torres de vigilância para a detecção de incêndios florestais por meio de sistemas de informação geográficos”. *Floresta*, Curitiba PR, v 37, n. 2 mai/ago-.
- VERDE, João (2009). "Risco de Incêndio Florestal em Portugal Continental: Método e Cartografia". Tese de Mestrado em Geografia, Área de Especialização em Geografia Física, Recursos e Riscos Ambientais, FLUL. Orientação: José Luís Zêzere.
- VIEGAS, Domingos Xavier; LOURENÇO, Luciano; 1989; “Os incêndios florestais na região Centro”; *Revista Sociedade e Território*, N.º. 9.
- VIEGAS, Domingos Xavier; 2006; “Parametric Study of Eruptive Fire Behaviour Model”. *International Journal of Wildland Fire*, 15(2).
- VOIGT, A. P. e KRAMMES, R. A. (1996) *An Operational and Safety Evaluation of Alternative Horizontal Curve Design Approaches on Rural Two-Lane Highways*, Texas Transportation Institute Research Report 04690-3, Texas A&M University, College Station.
- WARD, Andy; D’AMBROSIO, Jessica L.; 2008; “*Stream Classification*” The Ohio State University Department of Food, Agricultural, and Biological Engineering and the Ohio NEMO Program
- WRIGHT, H. A. & BAILEY, A. W. (1982). “*Fire Ecology*”. United States and Canadá. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1982. 501 p.

LEGISLAÇÃO

- Decreto-Lei n.º 35857, de 11 de Setembro de 1946
 Decreto-Lei n.º 78/75, de 22 de fevereiro de 1975
 Decreto-Lei n.º 204/99 de 9 de Setembro, de 1999
 Decreto-Lei n.º 49/2003, de 25 de Março de 2003
 Decreto de Lei 156/2004, de 30 de Junho de 2004
 Decreto-Lei 134/2006, de 25 de Julho de 2006
 Decreto de Lei n.º 124/2006, de 28 de Junho de 2006
 Decreto-Lei n.º 75/2007, de 29 de Março de 2007
 Decreto-Lei n.º. 241/2007, de 21 de Junho de 2007
 Decreto-Lei n.º 247/2007, de 27 de Junho de 2007
 Decreto-Lei n.º 159/2008, de 8 de Agosto
 Decreto-Lei n.º 16/2009, de 14 de Janeiro de 2009
 Decreto-Lei n.º 17/2009, de 14 de Janeiro de 2009
 Decreto-Lei n.º 248/2012, de 21 de novembro de 2012
 Decreto Regulamentar n.º 55/81, de 18 de Dezembro de 1981
 Lei n.º 10/79, de 20 de março de 1979
 Lei n.º 48/2009 de 4 de Agosto, de 2009
 Resolução do Conselho de Ministros 114/2006, de 15 de Setembro
 Portaria n.º 449/2001, de 5 de maio de 2001
 Portaria n.º 571/2008, de 3 de Julho de 2008

Índice

Agradecimentos	3
Sumário	5
Resumo	8
Abstract	9
Introdução	11
Área de estudo	15
Objetivos	17
Objetivos gerais	17
Objetivos específicos	17
Metodologia	18
Recolha de dados	18
Trabalho de campo	19
Análise estatística e SIG	20
Estado da arte	20
Capítulo I	
Os espaços de montanha A desarticulação do mundo rural e o apogeu dos incêndios florestais	27
1.1. Os espaços de montanha. Breve apresentação da Serra da Lousã	32
1.1.1. Enquadramento geográfico da Serra da Lousã	33
1.1.2. Base litológica e delimitação geomorfológica	35
1.1.3. Declives	37
1.1.4. Uso do Solo	38
1.1.5. Coberto Vegetal	41
1.2. A desarticulação do mundo rural	44
1.2.1. Demografia	44
1.2.2. As estradas de montanha	53
1.3. A problemática incêndios florestais	62
1.3.1. Condições atmosféricas favoráveis à ocorrência de incêndios florestais.	62
1.3.2. Incêndios Florestais na Serra da Lousã	65
2-Capítulo II	
O Socorro em Portugal. O caso particular dos incêndios florestais	71
2.1. Evolução histórica e legislativa.	74
2.2. Os Quartéis dos Bombeiros, localização e seus meios humanos e mecânicos.	83
2.3. Organização do Ataque Inicial	90
2.3.1. Deteção dos incêndios Florestais	91
2.3.2. Alerta e Alarme	93
2.3.3. Ataque inicial	96
2.4. A importância das estradas no combate aos incêndios florestais	99
2.5. A eficácia da primeira intervenção no combate aos incêndios florestais	101
2.6. Bombeiros Falecidos em Serviço	104

3-Capítulo III	
Modelação Espacial dos Tempos Estimados de Deslocação para o Ataque Inicial	109
3.1. Para socorrer primeiro é preciso lá chegar!	112
3.1.1. Características dos veículos terrestres de combate a incêndios florestais	113
3.1.1.1. Condução dos veículos fora da estrada - contributo do condutor	116
3.1.2. A sinuosidade rodoviária	119
3.2. Modelação da Velocidade	125
3.2.1. Proposta do TED – Tempo Estimado de Deslocação para Veículos de ATI	127
Conclusão	152
Bibliografia	155
Índices	167
Índice de Figuras	169
Índice de Fotografias	170
Índice de Quadros	171
Anexos	172
Lista de abreviaturas e acrónimos	176

Índice de Figuras

1 - Localização da área de estudo. Fonte dados: CAOP, 2012.	15
2 - Área estudada em cada concelho da serra da Lousã.	16
3 - Mapa de enquadramento da serra da Lousã	33
4 - Mapa delimitação geomorfológica da serra da Lousã.	36
5 - Mapa de declives da serra da Lousã.	37
6 - Cartografia do uso do solo na área em estudo.	40
7 - Evolução da população residente nos concelhos que fazem parte da serra da Lousã, de 1864 a 2011.	45
8 - Repartição da população dos concelhos que integram a serra da Lousã, por freguesias, em 2011.	47
9 - Distribuição da população por lugares, na serra da Lousã, em 2001.	48
10 - Forma como se agrupam as casas que formam as diferentes povoações.	49
11 - Sistema Rodoviário Nacional da serra da Lousã.	56
12 - Principais eixos rodoviários entre quartéis de bombeiros e as áreas florestais da serra da Lousã.	58
13 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Norte.	59
14 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Sul.	60
15 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Oeste.	60
16 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Este.	61
17 - Perfil topográfico longitudinal do eixo Central	61
18 - Variação termopluiométrica anual em Coimbra, de 1971-2010.	63
19 - Diagrama termopluiométrico de Coimbra, referente a 1971-2000.	64
20 - Evolução da área ardida nos concelhos da serra da Lousã, 1975-2012.	66
21 - Mapa da área ardida de 1975-2012.	67
22- Mapa de recorrência de incêndios florestais, entre de 1975-2012.	68
23 - Evolução institucional da organização do socorro em Portugal.	78
24 - Corpos de Bombeiros e meios aéreos existentes em Portugal	82
25 - Mapa de localização dos quartéis dos bombeiros	87
26 - Organização Global da resposta à Diretiva Operacional.	91
27 - As diversas fases de acionamento dos meios de combate aos incêndios florestais.	98
28 - Bombeiros falecidos em serviço, durante o período de 2000-2013.	105
29 - A1 – O Ataque inicial ao ponto de ignição não foi eficaz.	111
29 - A2 – O incêndio evoluiu sendo necessária uma estrutura musculada de combate.	111
29 - B – O Ataque inicial eficaz que preservou a mancha florestal e as perdas financeiras.	111
30 - Exemplo do máximo de aclave e declive que um VFCI consegue transpor em segurança.	117
31 - Bombeiro condutor a calcular a subida e carro acidentado.	118
32 - Elementos geométricos do traçado de uma estrada, segundo o plano horizontal.	119
33 - Formas de desenvolvimento do traçado de uma estrada.	120

34 - Jogo de forças em curva.	121
35 - Jogo de forças em rampa.	121
36 - Jogo de forças numa descida.	121
37 - Concordância isolada dos elementos geométricos entre o plano horizontal e o perfil longitudinal.	122
38 - Concordância da estrada entre o plano horizontal e o perfil longitudinal. Fonte: DEC, 2000.	123
39 - Formas de sinuosidade rodoviária de uma estrada:	123
40 - Diagrama esquemático representando aumento do índice de sinuosidade com o aumento da curvatura de um percurso de uma determinada estrada.	124
41 - Sinuosidade e gradiente de declives.	124
42 - Hierarquia de redes da serra da Lousã.	129
43 - Influência da topografia na sinuosidade rodoviária.	131
44 - Exemplo de estrada partida geometricamente.	132
45 - Percursos e pontos de amostragem.	133
46 - Características dos veículos de simulação.	134
47 - Cartografia das amostras 7 a 9.	134
48 - Curvas de estimação da velocidade com base na sinuosidade rodoviária e diferença de cotas para o VLCI e VFCL.	141
49 - Tempos de deslocação, por via aérea e por estrada.	144
50 - Organigrama metodológico do mapa de suscetibilidades.	146
51 - Mapa de suscetibilidade de incêndio florestal na serra da Lousã.	146
52 - Áreas suscetíveis a incêndios florestais e tempos de deslocação na serra da Lousã.	148
53 - Localização das áreas de suscetibilidade muito elevada e máxima a incêndios florestais e confrontação com o tempo de deslocação dos meios terrestres de combate e principais lugares situados a mais de 15 minutos de deslocação.	149

Índice de Fotografias

1 - Vista panorâmica da vertente norte serra da Lousã.	34
2 - Apeto do coberto vegetal da vertente Norte serra da Lousã.	41
3 - Serras nuas, esqueléticas e ossadas. Em primeiro plano, pormenor do Alto de Santo António da Neve e, depois, vista para Sueste.	43
4 - Obstáculos passíveis de se encontrar no percurso na área florestal.	112

Índice de Quadros

I - Características dos municípios da área de estudo.	16
II - Classes de declives e suas condicionantes.	38
III - Distribuição do uso do solo na área de estudo.	39
IV - Evolução da população residente nos concelhos que fazem parte da serra da Lousã, entre 1864 a 2011.	45
V - Variação da população residente nos concelhos que fazem parte da serra da Lousã, entre 1864 a 2011.	46
VI - Índice de envelhecimento nos municípios da serra da Lousã, entre 1991 e 2011.	50
VII - População empregada por sectores de atividade, entre 1991 e 2011.	51
VIII - Variação da população empregada por sectores de atividade, entre 1991 e 2001.	52
IX - Valores médios do perfil de elevação por cada Eixo Rodoviário Principal.	59
X - Distribuição das áreas ardidas por classes de recorrência de incêndios florestais.	69
XI - Área ardida, por classes de recorrência dos incêndios florestais e por tipos de uso do solo.	70
XII - Listagem das corporações de bombeiros dos municípios da serra da Lousã, em 2012.	85
XIII - CB por ano de fundação e cota de localização do respetivo Quartel.	86
XIV - Áreas e efetivos, populacionais e operacionais, dos municípios da serra da Lousã.	88
XV - Distribuição de Bombeiros e de Meios, por habitantes e superfícies.	89
XVI - Principais anos de áreas ardidas, por ocorrência, AA e período crítico.	103
XVII - Bombeiros falecidos em serviço, por tipo de ocorrência, durante o período de 2000-2013.	106
XVIII - Especificações de construção dos veículos de ATI.	115
XIX - Extensão da rede viária, por nível hierárquico.	130
XX - One-Sample Test.	135
XXI - Comparação entre os dois veículos e os seus respetivos modelos.	138
XXII - Comparação entre tempos de deslocação obtidos para dois veículos.	138
XXIII - Tempos de deslocação nos percursos N236 e M555.	139
XXIV - Valores indicativos da velocidade média para uma viatura de combate a incêndios florestais, tipo VFCI / VRCI, por tipo de via e distância percorrida em ATI.	142
XXV - Tempos de deslocação.	145
XXVI - Classificação da Área de estudo, quanto à suscetibilidade a incêndios florestais.	147

Anexos:

ANEXO I – Distribuição das classes de uso do solo por concelhos da serra da lousã.

Classes de uso do solo	Vertente Setentrional (Km ²)					
	Coimbra	Góis	Lousã	Miranda do Corvo	Penela	Total
Áreas agrícolas e agro-florestais	0,06	5,61	22,31	18,55	6,00	52,54
Florestas abertas, cortes e novas plantações	0,00	36,67	34,18	30,80	10,89	112,54
Florestas de folhosas	0,00	24,94	2,34	7,12	17,55	51,95
Florestas de resinosas	0,00	37,31	14,33	6,37	6,40	64,41
Florestas mistas	0,27	44,26	30,53	20,87	8,70	104,62
Matos	0,00	7,82	4,13	3,15	0,61	15,71
Territórios artificializados	0,00	0,83	3,55	2,11	0,38	6,86
Zonas e corpos de água	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,86
Total concelho	0,33	158,30	111,38	88,96	50,53	409,50

Classes de uso do solo	Vertente Meridional (km ²)							
	Castanheira de Pera	Figueiró dos Vinhos	Oleiros	Pampilhosa da Serra	Pedrogão Grande	Sertã	Ansião	Total
Áreas agrícolas e agro-florestais	6,81	3,32	0,00	1,05	3,50	0,00	0,00	14,68
Florestas abertas, cortes e novas plantações	12,48	22,50	0,00	0,01	12,60	0,00	0,13	47,72
Florestas de folhosas	9,35	17,17	0,00	3,72	4,84	0,00	0,00	35,08
Florestas de resinosas	16,02	6,74	2,02	7,18	25,98	0,08	0,00	58,03
Florestas mistas	9,43	5,95	0,00	1,76	1,95	0,00	0,00	19,10
Matos	11,54	12,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,55
Territórios artificializados	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13
Zonas e corpos de água	0,00	0,00	0,92	2,68	0,45	0,15	0,00	4,20
Total concelho	66,78	67,69	2,94	16,40	49,32	0,23	0,13	203,49

Fonte: Elaboração própria. Dados: Corine Landcover 2006 e CAOP/IGEO

ANEXO II - Listagem das Estações Meteorológicas na serra da Lousã.

Concelho	Nome	Altitude	Ent. Resp.	Tipo de Estação
Miranda do Corvo	Carapinhal (13H/09UG)	203	INAG, I.P.	Udométrica
Lousã	Lousã (13H/03UG)	184	INAG, I.P.	Udométrica
	Coentral Grande (13H/08UG)	952	INAG, I.P.	Udométrica
Penela	Louçainha (Outeiro) (13H/06C)	754	INAG, I.P.	Climatológica
	Louçainha (Simonte) (13H/04C)	664		Climatológica
	Penela (13G/01UG)	253	INAG, I.P.	Udométrica
Góis	Góis (13I/01G)	190	INAG, I.P.	Udográfica
	Cadafaz (13I/02UG)	592	INAG, I.P.	Udométrica
Figueiró dos Vinhos	Campelo (13H/07UG)	439	INAG, I.P.	Udométrica
	Figueiró dos Vinhos (14H/01UG)	451	INAG, I.P.	Udométrica
Castanheira de Pera	Castanheira de Pera (13H/05UG)	471	INAG, I.P.	Udométrica
Pedrogão Grande	Pedrogão Grande (14I/01UG)	369	INAG, I.P.	Udométrica

Fonte: <http://snirh.pt/index.php?idMain=2&idItem=1>

ANEXO III - Mapa das Comunicações do Reino, 1882



Fonte: <http://purl.pt/6275/1/P1.html>

ANEXO IV - Bombeiros Falecidos em Serviço, por tipo de ocorrência, durante o período de 2000-2013.

Ano	Data	Distrito	Corporação de Bombeiros	Mortes	Ocorrência
2000	11 de Jun	Bragança	BV do Vimioso	1	Transporte de doentes
	16 de Jun	Santarém	BV de Mação	2	Incêndio florestal
	24 de Jun	Bragança	BV de Celorico de Bastos	2	Incêndio florestal
	13 de Jul	Lisboa	BV de Colares	1	Incêndio florestal
	30 de Ago	Setúbal	BV de Santo André	1	Lavagem de estrada
Total de falecidos				7	
2001	28 de Jun	Lisboa	BV Agualva-Cacém	1	Incêndio em viatura
Total de falecidos				1	
2002	23 de Ago	Viseu	BV de Oliveira de frades	1	Incêndio florestal
	12 de Set	Porto	Sapadores de gaia	1	Incêndio industrial
Total de falecidos				2	
2003	02 de Ago	Guarda	BV de Figueira de Castelo Rodrigo	1	Incêndio florestal
	13 de Ago	Portalegre	BV de Castelo de Vide	1	Incêndio florestal
	19 de Ago	Porto	BV de Valongo	1	Salvamento de 2 vitimas
	22 de Set	Aveiro	BV de Albergaria-a-Velha	1	Despiste da ABTM contra pesado
Total de falecidos				4	
2004	27 de Ago	Lisboa	BV Dafundo	1	Missão internacional
	15 de Dez	Viseu	BV de Vila Nova de Paiva	1	Colisão com viatura ligeira
Total de falecidos				2	
2005	13 de Jan	Faro	BM de Faro	1	Treino (recuperador salvador)
	23 de Fev	Coimbra	BV de Soure	1	Transporte de doentes
	28 de Fev	Coimbra	CBS Coimbra	4	Incêndio florestal
	01 de Mar	Bragança	BV de Guimarães	1	Incêndio urbano
	15 de Abr	Porto	BSB Porto	1	Serviço interno
	07 de Jul	Porto	BV Paço de Sousa	1	Incêndio florestal
	12 de Jul	Coimbra	BV Pampilhosa da Serra	1	Incêndio florestal
	12 de Ago	Aveiro	BV Oliveira Azeméis	1	Incêndio florestal
	13 de Ago	Vila Real	BV Santa Marta Penaguião	1	Incêndio florestal
	15 de Ago	Bragança	BV Mogadouro	1	Incêndio florestal
	19 de Ago	Aveiro	BV Oliveira de Azeméis	2	Incêndio florestal
04 de Nov	Coimbra	BM Lousã	1	Incêndio florestal	
Total de falecidos				16	
2006	01 de Jan	Setúbal	BV Setúbal	1	Prevenção
	15 de Abr	Lisboa	BV Agualva-Cacém	1	Serviço interno
	10 de Jul	Guarda	BV Gonçalo	1	Incêndio florestal
	12 de Jul	Aveiro	BV Arrifana	1	Incêndio florestal
	13 de Ago	Porto	BV Porto	1	Incêndio florestal
	29 de set	Bragança	BV Bragança	1	Acidente rodoviário
	27 de Nov	Braga	BV Braga	1	Acidente rodoviário
Total de falecidos				7	

2007	30 de Jan	Lisboa	BV Camarate	1	Incêndio urbano
	30 de Abr	Évora	BV Mourão	2	Acidente rodoviário
	06 de Jun	Viseu	BV Cinfães	1	Acidente náutico
	08 de Ago	Lisboa	BV Azambuja	1	Acidente rodoviário
	09 de Ago	Santarém	BV Ourém	1	Incêndio industrial
	09 de Set	Braga	BV Guimarães	1	Incêndio industrial
	18 de Dez	Santarém	Municipais de Abrantes	1	Acidente rodoviário
Total de falecidos				8	
2008	27 de Mar	Portalegre	BV Ponte de Sor	1	Transporte de doentes
	23 de Jul	Setúbal	BV Sesimbra	1	Serviço interno
	08 de Set	Leiria	BV de Benedita	1	Acidente rodoviário
Total de falecidos				3	
2009	14 de Jun	Porto	Bv Amarante	1	Acidente rodoviário
	27 de Set	Braga	BV Esposende	3	Acidente rodoviário
Total de falecidos				4	
2010	Jan	Vila Real	BV Cerva	1	Socorro a vítima
	20 de Fev	madeira	BM Funchal	1	Inundação/Enxurrada
	Jul	Aveiro	BV Arrifana	1	Formação
	01 de Ago	Lisboa	BV Cabo Ruivo	1	Acidente rodoviário
	10 de Ago	Leiria	BV Alcobaça	1	Acidente rodoviário
	03 de Ago	Aveiro	BV Lourosa	1	Incêndio florestal
	Nov	Porto	Batalhão do Porto	1	Incêndio urbano
Total de falecidos				7	
2011	22 de Fev	Aveiro	BV Lourosa	1	Incêndio florestal
	26 de Mai	Setúbal	BV Pinhal Novo	1	Acidente rodoviário
	08 de Jul	Santarém	BV Minde	1	Incêndio florestal
	11 de Jul	Setúbal	BV Grândola	1	Acidente rodoviário
	29 de Jul	Aveiro	BV Pampilhosa do Botão	1	Acidente rodoviário
	14 de Ago	Aveiro	BV Mealhada	1	Doença súbita
Total de falecidos				6	
2012	01 de Jul		BM Abrantes	1	Incêndio florestal
	09 de Ago		BV Figueiró dos Vinhos	1	Incêndio florestal
	15 de Set		BV Coja	1	Incêndio florestal
	21 de Set		BV Coja	1	Incêndio florestal
Total de falecidos				4	
2013	01 de Ago		BV Miranda do Douro	1	Incêndio florestal
	09 de Ago		BV Miranda do Douro	1	Incêndio florestal
	15 de Ago		BV Covilhã	1	Incêndio florestal
	22 de Ago		BV Alcabideche	1	Incêndio florestal
	22 de Ago		BV Estoril	1	Incêndio florestal
	23 de Ago		BV Carregal do Sal	2	Incêndio florestal
	29 de Ago		BV Valença do Minho	1	Incêndio florestal
Total de falecidos				8	
Total de falecidos					79

Fonte: Adaptado de Revista Bombeiros de Portugal, Maio 2012

Lista de abreviaturas e acrónimos

AA	Área de Atuação
AAP	Área de Atuação Própria
AE	Autoestrada
AFN	Autoridade Florestal Nacional
AHBV	Associação Humanitária de Bombeiros Voluntários
ANPC	Autoridade Nacional de Proteção Civil
APC	Agentes de Proteção Civil
ATA	Ataque Ampliado
ATI	Ataque Inicial
AVATI	Aviões de Ataque Inicial
BAL	Base de Apoio Logístico
BM	Bombeiros Municipais
BSF	Brigada de Sapadores Florestais
CAOP	Carta Administrativa Oficial Portuguesa
CB	Corpo de Bombeiros
CCB	Comandante do Corpo de Bombeiros
CCO	Centros de Coordenação Operacional
CCOD	Centro de Coordenação Operacional Distrital
CCS	Centros de Coordenação de Socorros
CCON	Centro de Coordenação Operacional Distrital
CDOS	Comando Distrital de Operações de Socorro
CID	Código de Identificação.
CMA	Centros de Meios Aéreos
CNOS	Comando Nacional de Operações de Socorro
CODIS	Comandante Operacional Distrital
COM	Comandante Operacional Municipal
CONAC	Comandante Operacional Nacional
DE	Distância Expectável / ideal (aérea-em linha reta)
DECIF	Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais
DGT	Direção Geral do Território
DIOPS	Dispositivo Integrado de Operações de Proteção e Socorro
<i>DN</i>	Diâmetro do Regulador de pressão diferencial
DO	Distância Observada
DON	Diretiva Operacional Nacional
EAE	Estado de Alerta Especial
ECIN	Equipas de Combate a Incêndios Florestais
EF	Estradas Florestais
EHATI	Equipa Helitransportada de Ataque Inicial
EM	Estradas Municipais
EN	Estradas Nacionais
<i>EN</i>	Norma Europeia
ENB	Escola Nacional de Bombeiros

ENF	Estratégia Nacional para as Florestas
EPI	Equipa de Primeira Intervenção
ER	Estradas Regionais
FA	Forças Armadas
FEB	Força Especial de Bombeiros
FO	Fases Operacionais
GIPS	Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro da GNR
GNR	Guarda Nacional Republica
GTF	Gabinete Técnico Florestal
IC	Itinerário Complementar
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e das Floresta
IGeoE	Instituto Geográfico do Exercito
IGUC	Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra
INSTROP	Instruções Operacionais
IP	Itinerário Principal
IS	Índice de Sinuosidade
JAE	Junta Autónoma de Estrada
L2	
LEPP	Locais Estratégicos de Pré-Posicionamento
M3	Veículos fora de estrada
MAI	Ministro da Administração Interna
NUT	Nomenclatura das Unidades Territoriais
PDDFCI	Plano Distrital de Defesa da Floresta Contra Incêndios
PMDFCI	Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios
PME	Plano Municipal de Emergência
PNDFCI	Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios
PNPOT	Programa Nacional de Políticas de Ordenamento do Território
POM	Planos Operacional Municipal
PRN	Plano Rodoviário Nacional
QREN	Quadro de Referência Estratégico Nacional
RBP	Revista Bombeiros Portugueses
RNPV	Rede Nacional de Postos de Vigia
SIG	Sistemas de Informação Geográficos
SIOPS	Sistema Integrado de Operações e Socorro
SMPC	Serviço Municipal de Proteção Civil
SNBPC	Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil
SNPC	Serviço Nacional de Proteção Civil
TED	Tempo Estimado de Deslocação
TO	Teatro de Operações
VFCI	Veículo Florestal de Combate ao Incêndio Florestal
VLCI	Veículo Ligeiro de Combate ao Incêndio Florestal
VM	Vertente Meridional
VRCI	Veículo Rural de Combate ao Incêndio
VS	Vertente Setentrional

