Maria Manuel Afonso Lopes Gouveia

PERIGO DE INCÊNDIO FLORESTAL NO CONCELHO DE MIRANDELA

Porto

2005

Já existe

Maria Manuel Afonso Lopes Gouveia

PERIGO DE INCÊNDIO FLORESTAL NO CONCELHO DE MIRANDELA

Porto

2005

Maria Manuel Afonso Lopes Gouveia

PERIGO DE INCÊNDIO FLORESTAL NO CONCELHO DE MIRANDELA

Dissertação de Mestrado em Gestão dos Riscos Naturais, sob a orientação da Professora Doutora Ana Monteiro, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Porto

2005

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL i

ÍNDICE DE FIGURAS iii

ÍNDICE DE QUADROS vi

AGRADECIMENTOS vii

RESUMO ix

ABSTRACT x

INTRODUÇÃO 1

METODOLOGIA 4

CAPÍTULO I - ENQUADRAMENTO 9
1. Localização 9
2. Clima 11
3. Quadro morfoestrutural 16
4. Hidrografia 21
5. Solos 22
6. Ocupação do solo 25
7. Distribuição da população e do edificado 32

CAPÍTILO II - CONDIÇÕES FAVORÁVEIS À OCORRÊNCIA E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS 36
1. Terminologia e conceitos 36
2. Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais 38

CAPÍTULO III - CONCELHO DE MIRANDELA 45
1. Características climáticas 45
2. Características morfológicas 50
3. Características do combustível vegetal 54
4. Características estruturais 61
5. Características dos incêndios 68

CAPÍTULO IV - ÍNDICE INTEGRADO DE PERIGO DE INCÊNDIO FLORESTAL PARA O CONCELHO DE MIRANDELA 72
1. Índices de Perigo/Risco de Incêndio Florestal em Portugal 72
2. Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela 78

CAPÍTULO V - CARTA DE PERIGO DE INCÊNDIO FLORESTAL PARA O CONCELHO DE MIRANDELA 86
1. Cartas de Risco de Incêndio Florestal em Portugal 86
2. Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela 89

CONCLUSÃO 93

BIBLIOGRAFIA 95

ÍNDICE DE FIGURAS

M.1 Processo de utilização de SIG 5

M.2 Os SIG permitem o cruzamento de inúmeras variáveis de natureza diversa 6

M.3 Diferença de visualização entre os formatos vectorial e raster 8

1.1 NUT I, NUT II, NUT III e concelho de Mirandela 9

1.2 Portugal, Distrito de Bragança, Concelho e Freguesias de Mirandela 10

1.3 Esboço provisório das regiões climáticas de Portugal 12

1.4 Uma classificação das regiões climáticas de Portugal: Domínios Bioclimáticos 13

1.5 Extracto da Carta dos Contrastes Térmicos 14

1.6 Extracto da Carta do Nevoeiro e Nebulosidade 15

1.7 Extracto da Carta do Vento - Frequência do rumo e da velocidade 16

1.8 Extracto da Carta Litológica 17

1.9 Extracto do Esboço morfológico de Trás-os-Montes oriental 18

1.10 Modelo Digital de Terreno 19

1.11 Falhas activas em Trás-os-Montes 20

1.12 Bacia hidrográfica do Rio Douro e cursos de água principais no concelho de Mirandela 22

1.13 Extracto da Carta de Solos 24

1.14 Extracto do Mapa de Uso do Solo de Portugal 26

1.15 Extracto da Carta de Ocupação do Solo 28

1.16 Extracto da Carta do Uso Actual da Terra do Nordeste de Portugal 30

1.17 Sítio classificado do Romeu 32

1.18 População residente, em 2001 33

1.19 Edificado, em 2001 34

3.1 Estações meteorológicas 46

3.2 Temperatura média máxima do ar (ºC), 1951-80, média de Junho a Outubro 47

3.3 Humidade média relativa do ar (%), 1951-80, média de Junho a Outubro 48

3.4 Velocidade média (km/h) do vento, rumo de Leste, 1951-80, média de Junho a Outubro 49

3.5 Declive 51

3.6 Exposição 53

3.7 Ocupação do Solo 56

3.8 Arbustos altos e folhosas 57

3.9 Arbustos altos e resinosas 58

3.10 Carrascal 58

3.11 Matos 59

3.12 Povoamento Misto (folhosas e resinosas) 59

3.13 Povoamento Puro (folhosas) 60

3.14 Povoamento Puro (resinosas) 60

3.15 Pontos de Água 62

3.16 Visibilidade a partir dos postos de vigia (15 km) 64

3.17 Bacia de visão 65

3.18 Rede viária 67

3.19 Número de incêndios (1990-2004) 69

3.20 Área ardida (1990-2004) 70

3.21 Área ardida - Povoamentos e Matos (1990-2004) 70

3.22 Área ardida (1990-2004) 71

4.1 Ocupação do solo em áreas ardidas (1990-2004) 83

5.1 Mapa de risco de incêndio 87

5.2 Extracto da Carta de Risco de Incêndio de Portugal Continental 88

5.3 Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela 92

ÍNDICE DE QUADROS

1.1	Uso do Solo de Portugal	27
1.2	Ocupação do solo	29
1.3	Uso Actual da Terra do Nordeste de Portugal	31
3.1	Ocupação do solo	55
3.2	Número de incêndios e Área ardida (1990-2004)	69
4.1	Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características climáticas)	80
4.2	Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características morfológicas)	81
4.3	Combustível vegetal que ardeu (1990-2004) (%)	82
4.4	Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características do combustível vegetal)	82
4.5	Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características estruturais)	84
4.6	Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características dos incêndios)	85
5.1	Valores do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela ($IIPIF_{MDL}$)	90

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Prof. Doutora Ana Monteiro pela forma como contribuiu para a concretização deste trabalho; e Prof. Doutor Luciano Lourenço, exímio conhecedor do fenómeno em estudo, pelas preciosas indicações que me foi transmitindo.

A todos os colegas de mestrado pela troca de experiências e de sentimentos, bem como pelo constante encorajamento que me impediu de desistir.

Aos colegas e amigos da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, João Simões D'Abreu e Fátima Mendes pelo apoio logístico oferecido desde o primeiro momento, bem como pelo apoio moral e pela troca de conhecimentos e de sentimentos.

Aos colegas de trabalho da Associação de Municípios da Terra Quente Transmontana e, actualmente, do Serviço Municipal de Protecção Civil de Mirandela, nomeadamente, Sr. Marcelo Lago e Sónia Gonçalves que reconheceram o meu esforço de conciliação do trabalho com os estudos e me apoiaram sempre que foi necessário.

A todos os colegas da Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários e Cruz Amarela de Mirandela, pela constante aprendizagem que me têm vindo a transmitir através do saber fazer que a vida de bombeiro lhes proporciona.

A todos os meus professores da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, que me deram "licença" para poder avançar com os estudos.

Aos colegas e amigos da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Maria José Aurindo, Ricardo Garcia, André Santos, David Marques, Susana Costa, Jorge Gonçalves, Miguel Teles e Isabel Moreira, que influenciaram o meu modo de vida e, desde o início, me encorajaram e "obrigaram" a avançar.

A todos aqueles que, directa ou indirectamente, me encorajaram.

À cidade de Mirandela que, desde há quatro anos, me acolhe e me proporciona uma vida saudável.

Ao meu pai, à minha mãe, às minhas irmãs, ao meu cunhado e aos meus dois lindos sobrinhos, peço desculpa pelo tempo que deixei de partilhar nas suas actividades e agradeço toda a compreensão que me dispensaram desde o momento em que me propus realizar este trabalho. Estou disposta a compensá-los!!!

RESUMO

A leitura de artigos e de obras de referência relacionadas com a construção de Índices de Perigo/Risco de Incêndio Florestal aplicados a algumas áreas de Portugal e com a elaboração de Cartas de Risco de Incêndio Florestal, representativas do território português, possibilitou a selecção de conjuntos de características relacionadas com os incêndios florestais, intrínsecas ao concelho de Mirandela.

Essas características, posteriormente articuladas, são referentes ao clima, à morfologia, ao combustível vegetal, às estruturas de defesa da floresta contra incêndios, ao número de incêndios e à área ardida.

A articulação dessas características traduziu-se pela construção do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela, sendo essa tarefa viável através da utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica. Essas ferramentas permitiram o seu tratamento, a sua sobreposição, bem como a sua espacialização.

A espacialização desse Índice deu origem à Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela, que possibilitou o conhecimento de áreas de perigo muito fraco, fraco, moderado, elevado e muito elevado.

Através da construção do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela, bem como da elaboração da Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela, pretende contribuir-se para uma mais efectiva gestão do perigo de incêndio florestal no concelho de Mirandela, pois, deste modo, pensa-se ser possível accionar e posicionar os meios, quer humanos, quer materiais, de defesa da floresta contra incêndios, nos locais mais adequados, durante o período crítico, isto é, durante os meses de Junho a Outubro.

ABSTRACT

The reading of articles and reference works related with the development of Forest Fire Hazard/Risk Indexes applied to some areas in Portugal and with the creation of Forest Fire Risk Maps, representative of the Portuguese territory, allowed the selection of sets of features connected with forest fires, inherent to the municipality of Mirandela.

These features - subsequently articulated – refer to climate, morphology, vegetable fuel, to structures of forest defence against fires, to the number of forests and to the burnt area.

The articulation of these features was evidenced by the development of the Forest Fire Hazard Integrated Index to the Municipality of Mirandela, being such task feasible under the usage of Geographic Information Systems Tools. Such tools will allow their treatment, overlapping, as well as their spatial distribution.

The spatial distribution of this index gave rise to the Forest Fire Hazard Map to the Municipality of Mirandela, which allowed the knowledge of areas of very weak, weak, moderate, high and very high hazard.

Under the development of the Forest Fire Hazard Integrated Index to the Municipality of Mirandela, as well as under the creation of the Forest Fire Hazard Map to the Municipality of Mirandela, the purpose is to contribute to a more effective management of the Forest Fire Hazard in the municipality of Mirandela, since this way it is believed to be possible to work and better position the means - either human or material - of forest defence against fires, in the most adequate areas, during the critical period, i.e. during the months of June to October.

INTRODUÇÃO

O fogo sempre foi utilizado pelo Homem, quer na confecção de alimentos, quer nas actividades relacionadas com a caça e a agricultura. De acordo com SILVA (1993), anteriormente à década de 40, com o intuito de se fazerem as camas dos animais e de se produzir estrume, praticava-se o corte do mato que crescia nas áreas de montanha. Aponta o mesmo autor que se praticavam as queimadas, nas épocas mais convenientes, garantido, assim, o alimento dos animais.

A harmonia que se verificava foi abalada, primeiramente com a arborização de terrenos comunitários com o pinheiro bravo e, posteriormente, sobretudo na década de 60, com o êxodo rural. Logo, "deixou de haver gente para ir ao monte cortar os «matos» para a cama dos gados" (SILVA, 1993, pág. 73), verificando-se um aumento do combustível vegetal. Como consequência, qualquer comportamento negligente no manejo do fogo resultava em incêndios de difícil controlo. MAIA (1995) refere que foi no ano de 1986 que se iniciaram as reacções face ao lastimável estado de falta de limpeza da floresta.

A importância que a floresta assume na economia portuguesa passa pela produção e comercialização de madeira, cortiça, resina, frutos e mel, bem como pelo facto de esta se poder considerar uma área de elevado valor paisagístico, constituindo, assim, um palco ao ar livre para a realização de diversas actividades relacionadas com o lazer. Essa importância passa, ainda, pela capacidade de retenção de água, pela fixação do dióxido de carbono, pela protecção que a floresta garante à fauna e ao modo como conserva o solo, protegendo-o da erosão hídrica e eólica.

A presença de grandes áreas de floresta que apresentam povoamentos monoespecíficos de espécies pirófitas, associadas a condições climáticas do tipo mediterrâneo e ao crescente abandono das terras, atesta que nos encontramos na presença de áreas de obrigatória gestão face à problemática dos incêndios florestais. Assim, tendo em conta as circunstâncias em que se encontram, actualmente, as áreas florestadas, urge criar mecanismos com vista à sua defesa face ao fogo, de modo a que todos possamos usufruir

da sua beleza natural. Contudo, "como será possível proibir, durante três, quatro ou até cinco meses, algumas actividades que são fundamentais para a exploração florestal? Será possível contrariar, através da criação de contraordenações, hábitos fundamentalmente arreigados nas tradições populares, como é, por exemplo, o caso do lançamento de foguetes?" (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 133).

O presente estudo desenvolve-se na área do concelho de Mirandela e tem como objectivo a elaboração de uma Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela que se baseia na construção do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela.

O Capítulo I visa o enquadramento geográfico do concelho de Mirandela. Após se conhecerem e articularem as diversas variáveis relacionadas com as condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais, a tratar no Capítulo II, é construído um Índice que tem em conta as especificidades deste Concelho, que se desenvolvem no Capítulo III. As variáveis que compõem este Índice, são seleccionadas e ponderadas de acordo com a importância que assumem na temática dos incêndios florestais, sendo estas analisadas com base nos limites administrativos das freguesias.

No capítulo IV são analisados alguns índices de perigo/risco de incêndio florestal conhecidos, aplicados e a funcionar em alguns locais de Portugal, sendo, ainda, apresentado e justificado o Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela.

Pensa-se que a Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela, apresentada e analisada no Capítulo V, poderá vir a contribuir para o planeamento estratégico de intervenção no combate aos incêndios florestais, uma vez que possibilitará o conhecimento das áreas onde o perigo de incêndio florestal é mais ou menos elevado. Assim, o planeamento das diversas acções e medidas de defesa da floresta contra incêndios, que vão desde o ordenamento florestal à gestão dos diferentes dispositivos operacionais, poderá e deverá basear-se nesta Carta, a qual permitirá seleccionar as áreas

apropriadas para cada tipo de intervenção de modo a que se possa contribuir para a diminuição tanto do número de incêndios, como da área ardida.

METODOLOGIA

A metodologia de trabalho adoptada é constituída por quatro etapas, sendo elas:

- recolha de metainformação (cartográfica de base e alfanumérica);
- introdução dessa metainformação num *software* de Sistemas de Informação Geográfica (SIG);
- construção do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela;
- elaboração da Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela.

A recolha de metainformação (cartográfica de base e alfanumérica) compreende a leitura de um conjunto de artigos e de obras de referência, que permite identificar a importância relativa das variáveis que se associam com o risco de fogo e com o perigo de incêndio. Deste modo, é possível seleccionar as variáveis com relevância para a construção do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela. Tratando-se de um índice integrado, fazem parte da sua construção variáveis de ordem dinâmica e estrutural. Logo, a metainformação relativa a cada uma das variáveis foi obtida junto de diversas entidades, nomeadamente, do Instituto de Meteorologia (IM), da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional - Norte (CCDR-N), do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE), do Instituto Geográfico Português (IGP), do Instituto Nacional de Estatística (INE), da Direcção Geral de Recursos Florestais (DGRF) e da Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes (DRATM). Uma vez na posse de toda a metainformação relevante, definiu-se uma expressão matemática que relaciona as diferentes características e que constitui o Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela. Através de processos viabilizados pela utilização de *software* de SIG, programa *Arcview*, versão 3.3, procede-se à espacialização desse Índice, dando-se, assim, origem à Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela.

De acordo com a Figura M.1, pode dizer-se que o processo de utilização de um SIG inicia e termina no *Real World*, pois é aí que se obtém metainformação que, posteriormente, é introduzida, tratada e analisada num programa de SIG, a partir do qual são elaborados diferentes cenários de actuação que irão ser aplicados novamente no *Real World*. Esses cenários traduzem-se por simulações que se podem realizar virtualmente e que permitem a obtenção de resultados que são um verdadeiro apoio para quem tem que tomar decisões fundamentadas em tempo real.

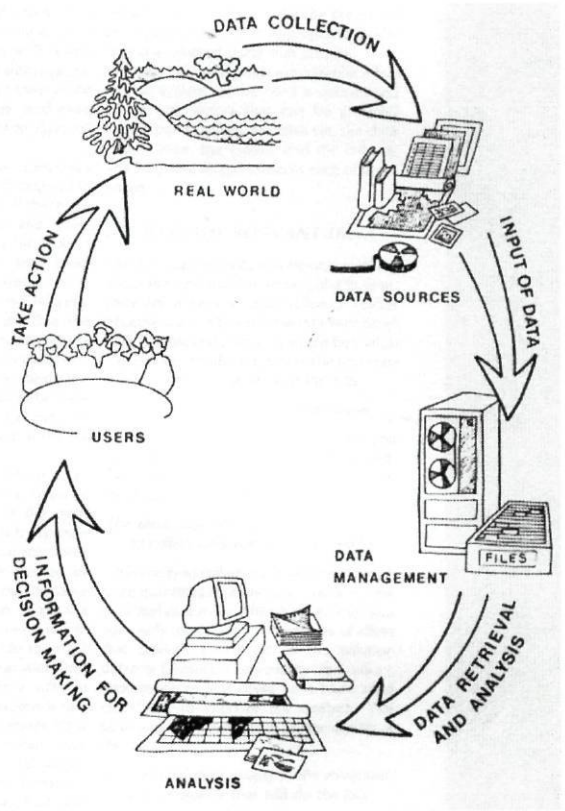


Figura M.1. Processo de utilização de SIG.

Fonte: Extraído de ARONOFF (1989), p. 34

O funcionamento de um SIG depende de duas componentes de natureza diferente mas complementar, sendo elas a cartografia (componente gráfica) e a metainformação (componente alfanumérica). Estas duas componentes constituem a informação de base e o seu rigor dita a qualidade do produto final, logo, para se obterem respostas credíveis e

reais é necessário que toda a metainformação introduzida seja o mais rigorosa e desagregada possível.

Os SIG permitem o armazenamento de dados de natureza diversa, a sua organização, selecção, inter-relação, transformação, representação e constante actualização, originando respostas de ordem espacial que permitem solucionar problemas em tempo real e disponibilizar um conjunto de metainformação, quer em formato analógico, através de saídas gráficas de qualidade, quer em formato digital. Através da elaboração de mapas temáticos, os SIG, permitem a visualização de determinada variável no espaço, permitindo, ainda, através da introdução de um determinado número de variáveis de diversa natureza (figura M.2), a análise e o estabelecimento de relações entre as mesmas.

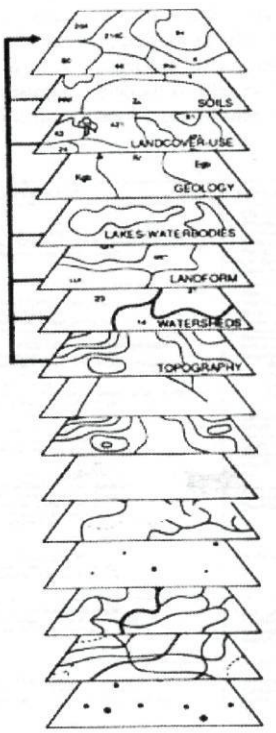


Figura M.2. Os SIG permitem o cruzamento de inúmeras variáveis de natureza diversa.

Fonte: Extraído de ARONOFF (1989), p. 192

Essa análise vai desde a espacialização da resposta a uma questão simples, como por exemplo, quantos pontos de água existem a menos de 200 metros de distância da rede viária principal, até à complexidade de procedimentos que a elaboração de cartografia de perigo de incêndio florestal obriga.

Outra vantagem associada à utilização de ferramentas SIG, é a de as cartas produzidas não serem estáticas, mas sim dinâmicas, sendo possível, em qualquer momento, a actualização de toda a metainformação.

O *software* de SIG que se utiliza é o programa *Arcview*, versão 3.3, com as extensões *3D Analyst* e *Spatial Analyst*. Através da utilização de algumas ferramentas disponibilizadas por este programa (base e extensões) é possível a espacialização do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela e, consequentemente, a elaboração da Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela.

Somente após de se terem as bases de trabalho, ou seja, a cartografia de base e a metainformação alfanumérica, associadas e integradas no programa *Arcview*, é que é possível passar-se à etapa de elaboração das cartas parciais, representativas das diferentes características, cuja articulação, permite a elaboração da Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela.

Essas cartas, inicialmente em formato vectorial, depois de classificadas, são analisadas e ponderadas. A ponderação é realizada de acordo com o grau de importância de cada variável para a construção do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela. Este processo pressupõe a conversão de todas as cartas em formato vectorial para o formato *raster* (figura M.3), pois este é o formato que permite a realização de operações de álgebra de mapas. Nesta etapa, utiliza-se a função denominada *Create TIN from features* que é disponibilizada através da activação da extensão *3D Analyst*. Esta conversão origina a generalização do espaço, sendo notória a perda de rigor na representação da realidade. O tamanho do *pixel* com que se decidiu trabalhar é de 30x30 metros.

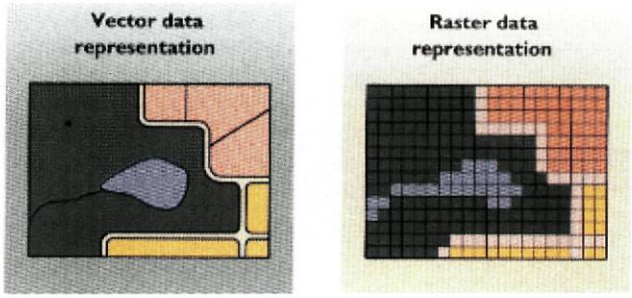


Figura M.3. Diferença de visualização entre os formatos vectorial e raster.

Fonte: Extraído de ZEILER (1999), p. 58

Após se ponderarem as diferentes características e, consequentemente, se obterem todas as cartas parciais em formato *raster*, utiliza-se a extensão *Spatial Analyst* para se proceder à sua sobreposição. Esta extensão tem uma função denominada *Map Calculator*, que permite a sobreposição das diferentes cartas, de acordo com a expressão matemática que traduz o Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela. Através da espacialização dessa sobreposição e posterior reclassificação, pode finalmente obter-se a Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela que se espera que traduza a realidade, possibilitada através do rigor que as variáveis, introduzidas e posteriormente tratadas e analisadas, permitem.

CAPÍTULO I
ENQUADRAMENTO DA ÁREA

1. Localização

É no Nordeste de Portugal, dentro da "muralha montanhosa das Serras de Montemuro, Marão e Alvão, com mais de 1400 m de altitude" (RIBEIRO, Orlando, LAUTENSACH, Hermann, DAVEAU, Suzanne, 1998, pág. 13) que se situa o concelho de Mirandela.

De acordo com a Nomenclatura das Unidades Territoriais (NUT) para fins estatísticos, o Concelho insere-se nas NUT I - Portugal, NUT II - Norte e na NUT III - Alto Trás-os-Montes (figura 1.1).

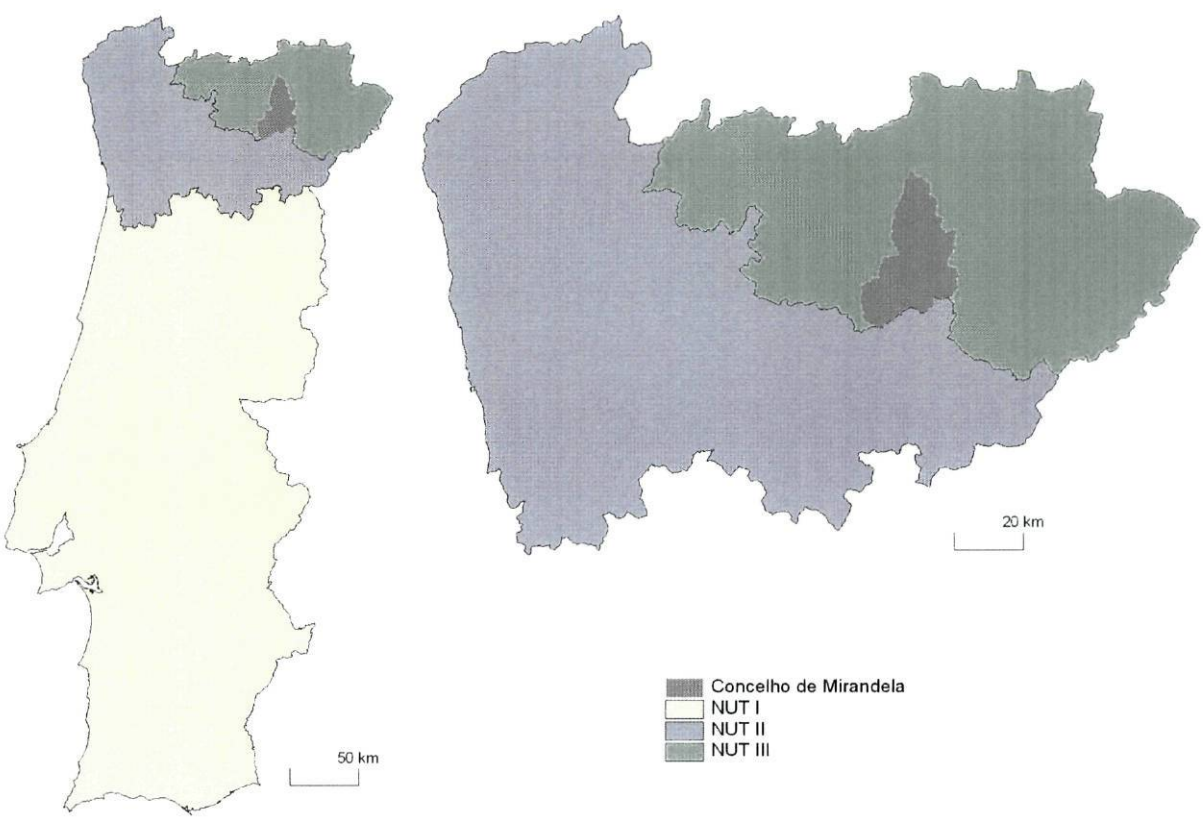


Figura 1.1. NUT I, NUT II, NUT III e concelho de Mirandela.

Fontes: Carta Administrativa, Atlas do Ambiente, 1/1000000, formato SHP, DGA, 1989; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001.

O concelho de Mirandela situa-se no Distrito de Bragança, a Norte dos concelhos de Alfândega da Fé, Carrazeda de Ansiães e Vila Flor; a Leste dos concelhos de Murça e Valpaços; a Oeste do concelho de Macedo de Cavaleiros; e a Sul do concelho de Vinhais (figura 1.2).

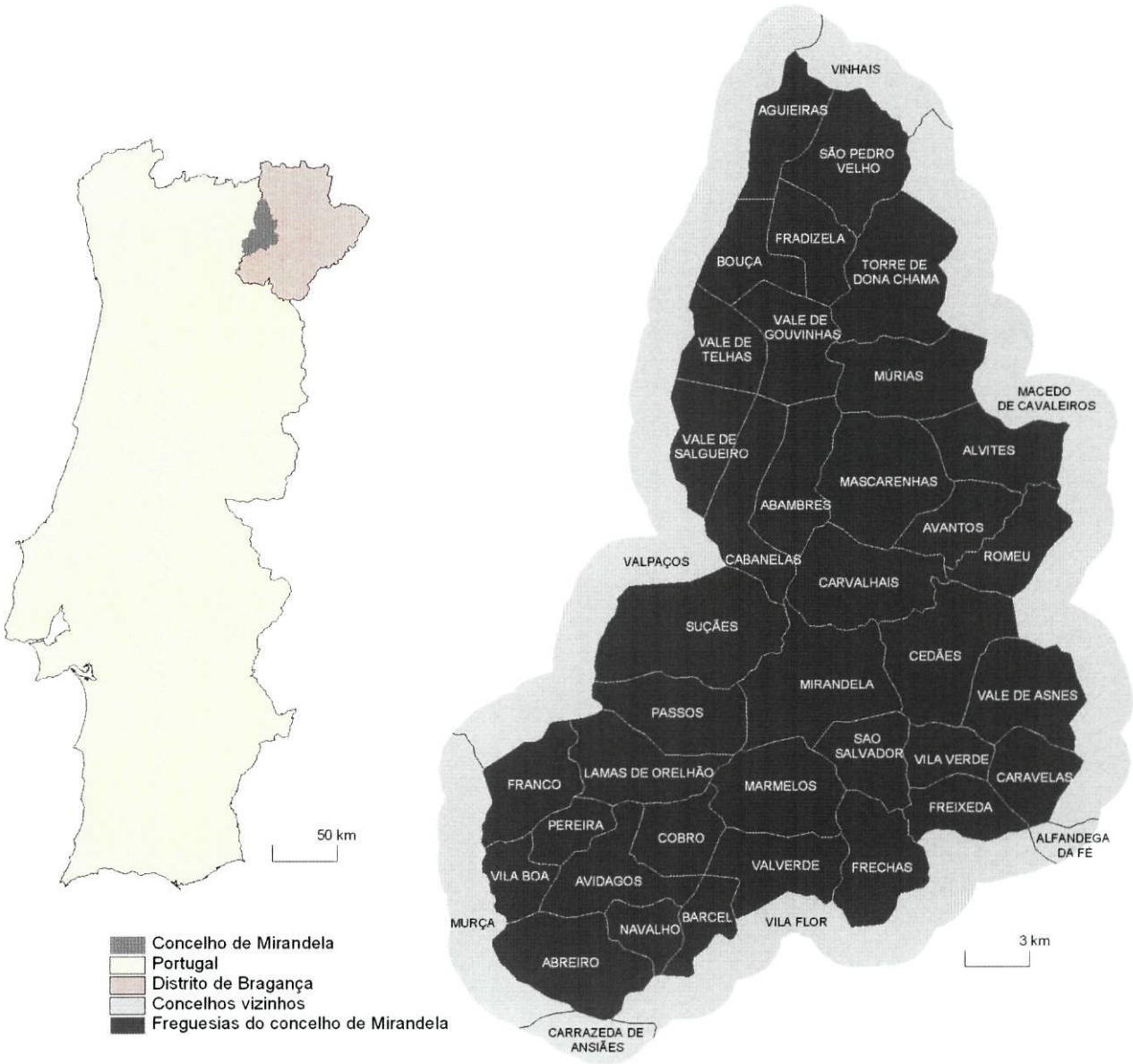


Figura 1.2. Portugal, Distrito de Bragança, Concelho e Freguesias de Mirandela.

Fontes: Carta Administrativa, Atlas do Ambiente, 1/1000000, formato SHP, DGA, 1989; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001.

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), o concelho tem uma área de 658,97 km^2 e é constituído por trinta e sete freguesias, sendo a freguesia de Suções a que

apresenta a maior área (36,2 km^2) e a freguesia de Pereira a que apresenta a menor área (7,25 km^2).

2. Clima

Existem quatro factores que influenciam o clima que vigora na área do concelho de Mirandela, sendo eles:

- o carácter mediterrâneo, definido pela seca estival e a concentração de chuvas no Inverno;
- a latitude, relacionada com a passagem de massas de ar continentais e marítimas;
- a distância ao mar em cerca de cem quilómetros, em linha recta;
- a disposição do relevo, cuja altitude e orientação (sobretudo NE-SW) dificultam a passagem das massas de ar atlânticas.

Assim, os valores das variáveis climáticas que se abordam de seguida, têm sempre subjacente a influência destes quatro factores.

Segundo RIBEIRO, Orlando; LAUTENSACH, Hermann; DAVEAU, Suzanne (1999), são estes mesmos factores que permitem distinguir o norte do sul, bem como o litoral do interior de Portugal, constituindo esta distinção nas "bases de uma possível divisão de Portugal em províncias climáticas" (RIBEIRO, Orlando; LAUTENSACH, Hermann; DAVEAU, Suzanne, 1999, p. 363). Assim, os mesmos autores, distinguem onze províncias climáticas, podendo inserir-se o concelho de Mirandela na Província de Alto Douro, caracterizando-se, a mesma, pela existência de: "Verão longo e muito quente, Inverno suave e curto. Calmas muito frequentes. Precipitação anual inferior a 500 mm; três meses secos, ou mais. Humidade do ar fraca no pino do Verão" (RIBEIRO, Orlando; LAUTENSACH, Hermann; DAVEAU, Suzanne, 1999) sendo, por isso, designada por Terra Quente. Ainda segundo os mesmos autores, a Província do Alto Douro, pode incluir-se no subtipo Csa da classificação climática de *Koppen*.

De acordo com a figura 1.3., o concelho de Mirandela situa-se no subtipo continental designado por: Trás-os-Montes, Beira Baixa, Alentejo oriental. Este subtipo continental caracteriza-se, pela existência de uma aridez acentuada devido à fraca influência

marítima nas depressões e nas vertentes expostas a Sul, podendo apenas contar-se com a influência das massas de ar atlânticas nos lugares cuja altitude é mais elevada.

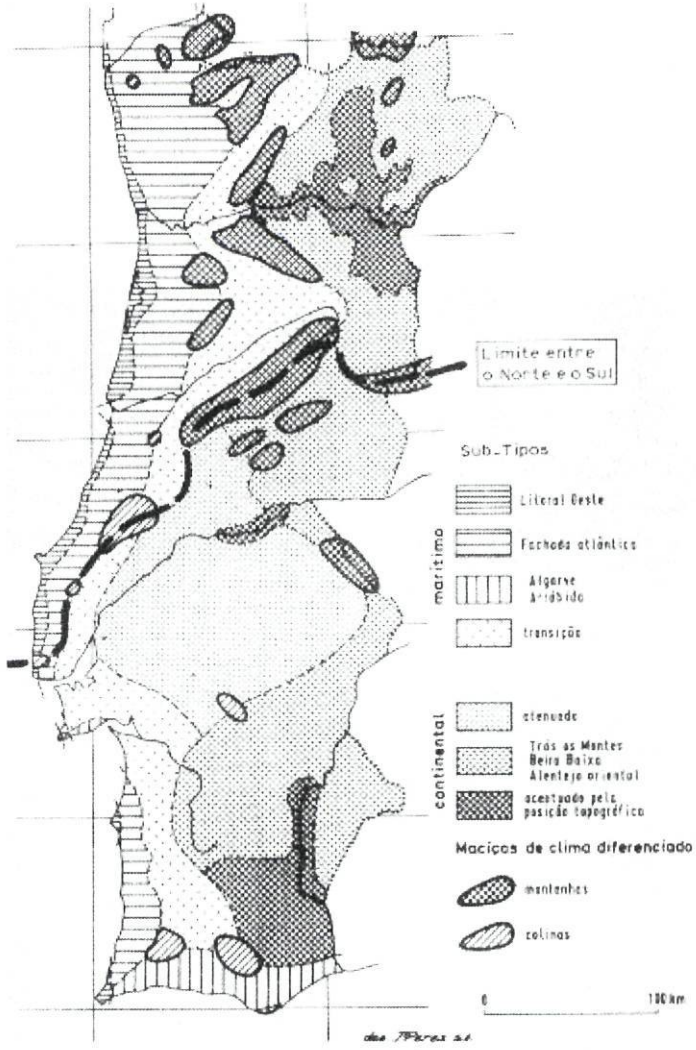


Figura 1.3. Esboço provisório das regiões climáticas de Portugal.

Fonte: RIBEIRO, Orlando; LAUTENSACH, Hermann; DAVEAU, Suzanne (1999) - Geografia de Portugal, Volume II – O Ritmo Climático e a Paisagem, 4ª edição, Lisboa, pág. 457.

Em 1982, foi elaborado um estudo por ALCOFORADO, Maria J. *et al*, em que, a aplicação de dois índices climáticos permitiu "o traçado dos limites entre as regiões marcadamente atlânticas e as de feições mediterrâneas" (ALCOFORADO, Maria J. *et al*, 1993, Nota Prévia), podendo inserir-se o concelho de Mirandela no "domínio mediterrâneo interior, marcado pela continentalidade e afastado das influências moderadoras do oceano" (Direcção de SISNIEGA, Lorenzo, s/d, p. 438), cujas características são: "Verão quente a muito quente, com mais de 100 dias por ano com temperatura superior a 25ºC, e onde as máximas atingem valores acima dos 35ºC. A

precipitação anual varia entre os 500 e 700 mm, não chovendo em mais de 70% dos dias do ano" (Direcção de SISNIEGA, Lorenzo, s/d, p. 438). Este estudo permitiu a elaboração de um mapa de Portugal com a classificação das regiões climáticas (figura 1.4.).



Figura 1.4. Uma classificação das regiões climáticas de Portugal: Domínios Bioclimáticos.

Fonte: SISNIEGA, Lorenzo (Direcção de) - *Descubra O Mundo*, Ediclube, pág. 434.

O mapa denominado Contrastes Térmicos, elaborado sob a orientação de DAVEAU, Suzanne (1985), deixa entrever que no concelho de Mirandela vigora um Verão quente

e um Inverno frio (figura 1.5). Com base nesse mapa, pode dizer-se que, no concelho de Mirandela, no Verão, o valor máximo médio do mês mais quente varia entre 29ºC e 33ºC, existindo 100 a 120 dias com valor máximo superior a 25ºC; no Inverno, o valor mínimo médio do mês mais frio varia entre 1ºC e 2ºC, existindo 30 a 40 dias com valor mínimo inferior a 0ºC.

Suzanne DAVEAU refere ainda que "o calor estival torna-se abrasador no fundo da bacia de Mirandela" (DAVEAU, Suzanne, 1995, p. 110) e que a temperatura máxima atinge, em média, 32º C nas tardes do mês mais quente, e o calor estival prolonga-se durante 4 meses." (DAVEAU, Suzanne, 1995, p. 110).

Assim, constata-se que no concelho de Mirandela existem duas estações bem perceptíveis: o Verão e o Inverno e mais duas estações pouco desenvolvidas: a Primavera e o Outono.

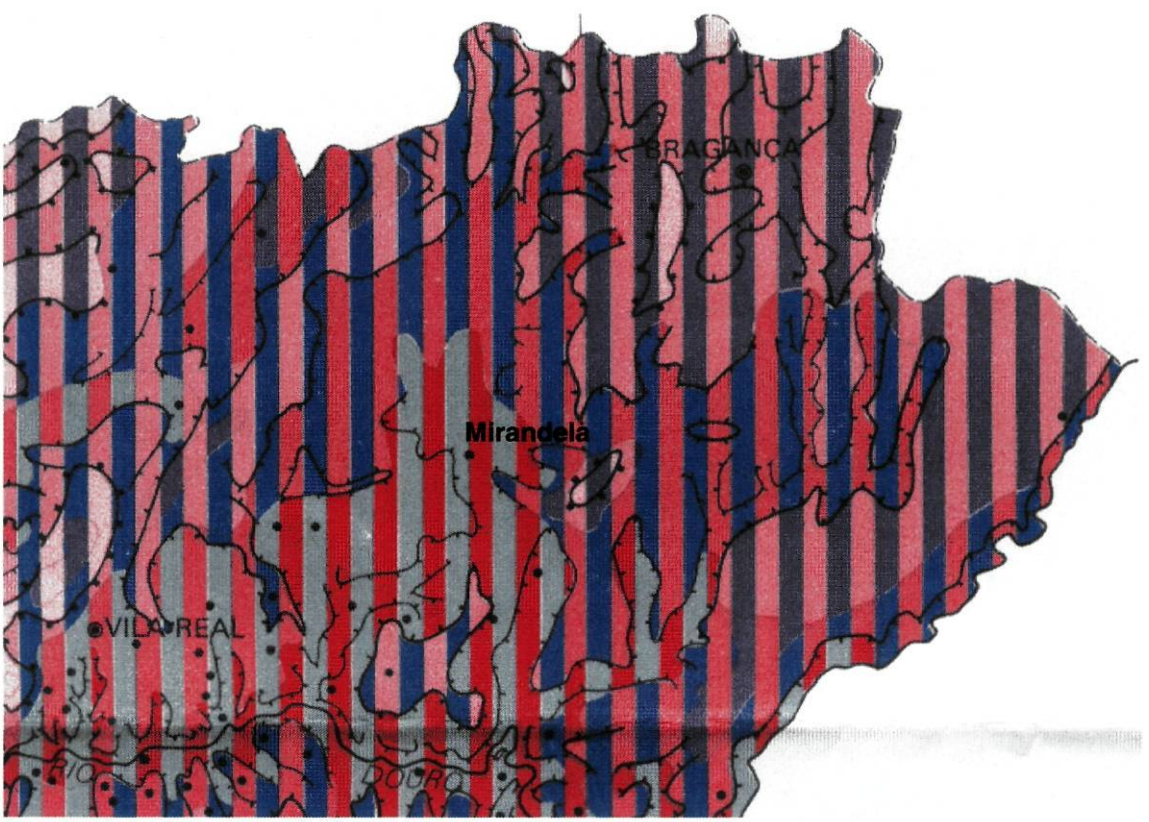


Figura 1.5. Extracto da Carta dos Contrastes Térmicos.

Fonte: DAVEAU, Suzanne e colaboradores (1985) – Mapas climáticos de Portugal – *Nevoeiro e Nebulosidade, Contrastes Térmicos*, Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 7, Lisboa, 96 p. + 2 mapas a cores.

Segundo DAVEAU, Suzanne (1985) e de acordo com a figura 1.6, o nevoeiro que se verifica em Mirandela toma a designação de "nevoeiro de irradiação das baixas continentais" (DAVEAU, Suzanne, 1985, pág. 38) e ocorre frequentemente durante os meses de Outono e Primavera. Ainda segundo a mesma autora, este fenómeno ocorre "sobretudo durante as noites límpidas e frias, de tipo anticiclónico" (DAVEAU, Suzanne, 1985, pág. 38) e "resulta tanto da irradiação local como do deslize, ao longo das vertentes, do ar arrefecido e denso" (DAVEAU, Suzanne, 1985, pág. 38). No concelho de Mirandela, este fenómeno verifica-se essencialmente ao longo dos cursos de água principais, nomeadamente, dos rios Tua, Rabaçal, Tuela e da Ribeira de Carvalhais. Este tipo de nevoeiro dissipa-se nas primeiras horas da manhã, quando se verifica a passagem de uma brisa ligeira que dissipa o ar que se encontra arrefecido.

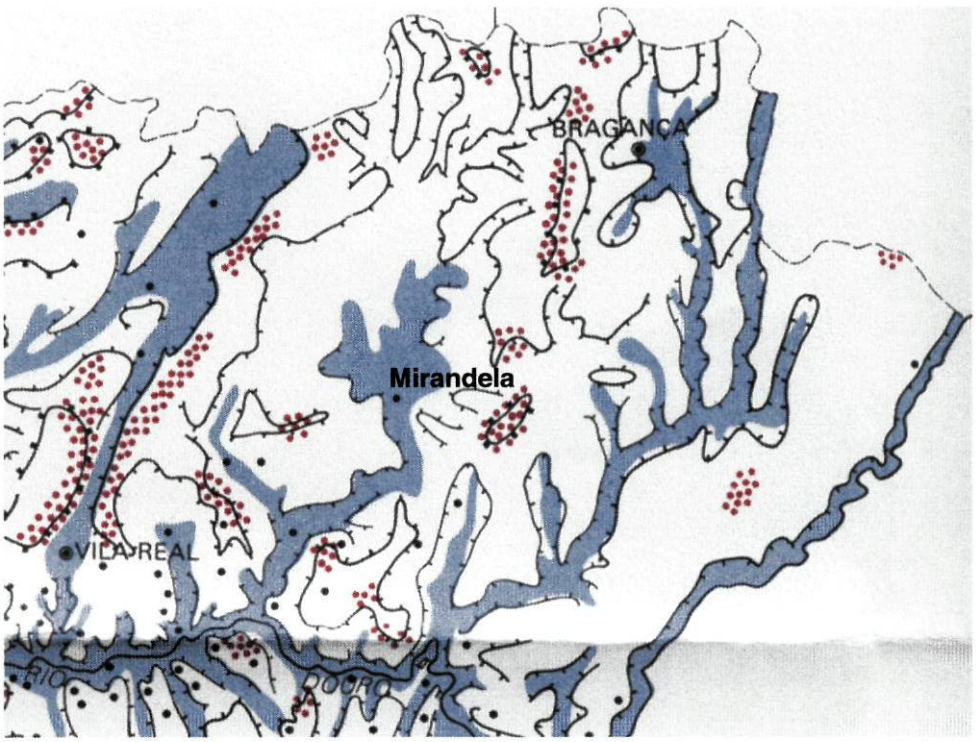


Figura 1.6. Extracto da Carta do Nevoeiro e Nebulosidade.

Fonte: DAVEAU, Suzanne e colaboradores (1985) - Mapas climáticos de Portugal - *Nevoeiro e Nebulosidade, Contrastes Térmicos*, Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 7, Lisboa, 96 p. + 2 mapas a cores.

Associado ao nevoeiro de irradiação ocorre a geada, essencialmente nos meses de Dezembro e Janeiro, sendo consequência de noites sem nuvens em que a irradiação do

calor da superfície se faz de forma rápida, ocorrendo a condensação do ar junto à superfície.

Tendo em conta a figura 1.7, elaborada com base nos valores médios anuais (% e km/h), para o período de 1951 a 1960, pode verificar-se que na estação instalada em Mirandela se regista um rumo mais frequente de Noroeste, seguido do rumo de Sudoeste, ambos com uma velocidade, maioritariamente, entre os 6 km e os 21 km. Os rumos com menor frequência são os de Sul e de Leste. Tendo em conta os valores apresentados nas estações vizinhas à de Mirandela, é ainda de salientar o elevado número de calmas registado, sendo este de 33,5.

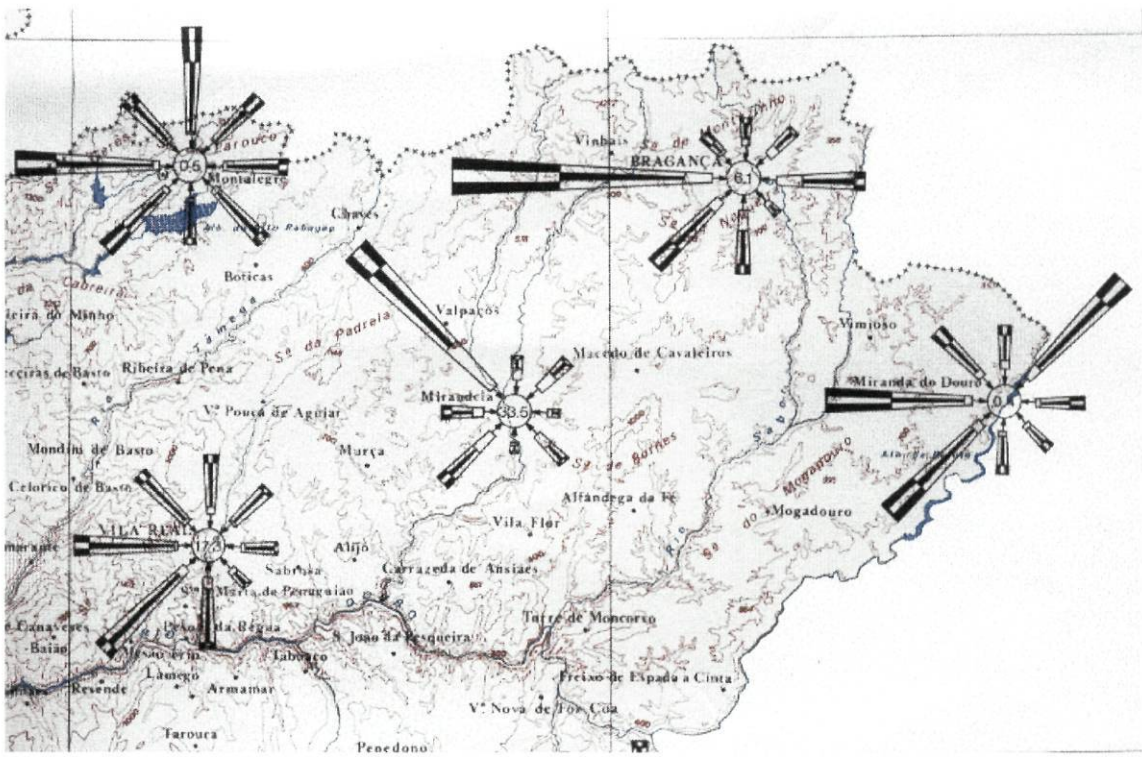


Figura 1.7. Extracto da Carta do Vento - Frequência do rumo e da velocidade.

Fonte: Vento - Frequência do rumo e da velocidade (18 T.M.G.), Atlas do Ambiente, 1/1000000, ex-DGA, 1974.

3. Quadro morfoestrutural

Do ponto de vista morfoestrutural, o concelho de Mirandela situa-se no Maciço Antigo. Como tal, é constituído, essencialmente, por rochas eruptivas e metamórficas, isto é, essencialmente, por granitos e xistos, sendo ainda de salientar a presença de quartzitos

(figura 1.8) que surgem em afloramentos pontuais devido à sua forte resistência face à erosão, constituindo-se em relevos residuais que se salientam em relação à área que os envolve.

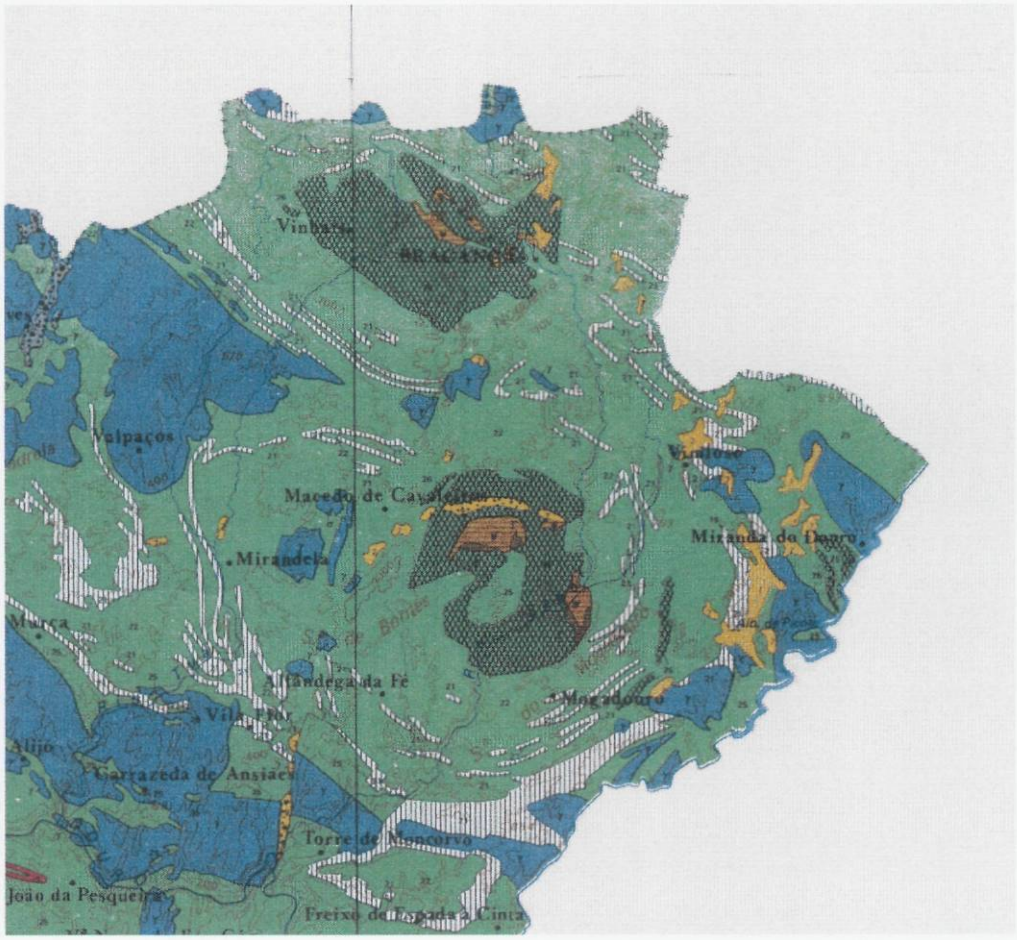


Figura 1.8. Extracto da Carta Litológica.

Fonte: Carta Litológica, Atlas do Ambiente, 1/1000000, ex-DGA, 1982.

A figura 1.8. foi extraída da Carta Litológica, elaborada pela ex- DGA e, segundo a legenda da mesma, verifica-se que na área do concelho de Mirandela, a cor verde e os traços verticais a preto representam as "Formações sedimentares e metamórficas", isto é, os "xistos e os grauvaques" (a verde) e os "quartzitos" (traços verticais a preto); a cor azul representa as "Rochas eruptivas", isto é, os "granitos e rochas afins"; e a Noroeste da cidade de Mirandela encontramos uma pequena área, de cor amarela, que representa as "Formações sedimentares", isto é, as "areias, calhaus rolados, arenitos pouco consolidados, argilas".

Os fundos de vale dos cursos de água principais são, em quase todo o seu percurso, encaixados (figura 1.9).

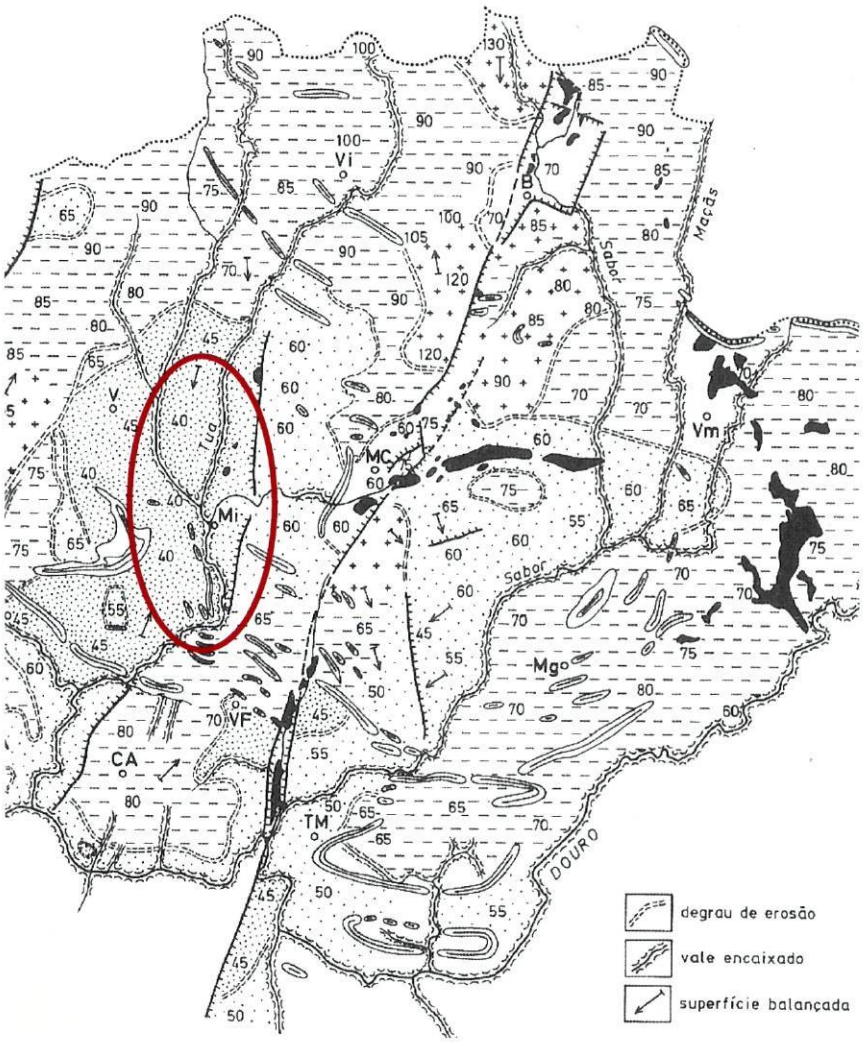


Figura 1.9. Extracto do Esboço morfológico de Trás-os-Montes oriental.

Fonte: RIBEIRO, Orlando; LAUTENSACH, Hermann; DAVEAU, Suzanne (1998) - Geografia de Portugal, Volume I – A Posição Geográfica e o Território, 4ª edição, Lisboa, p. 247.

No concelho de Mirandela existe um conjunto de relevos - depressões e serras - que se destacam do meio que os circunda. A partir da figura 1.10, pode verificar-se a extensão de cerca de vinte metros de comprimento da bacia de Mirandela, que acompanha os leitos dos rios Rabaçal a Oeste e Tua e Tuela ao centro. A altitude média do Concelho é de trezentos e noventa e três metros. A cota mais elevada localiza-se a Oeste, em plena Serra de Orelhão e Passos, correspondendo a novecentos e quarenta e cinco metros de altitude, junto ao local denominado Fraga da Conta, na freguesia de Lamas de Orelhão. A cota mais deprimida localiza-se ao longo do extremo Sudoeste do Concelho e a Sul

da freguesia de Abreiro, numa linha que acompanha a margem direita do Rio Tua. Nos extremos Sudeste, Norte e Leste, localizam-se igualmente cotas elevadas, embora estas não ultrapassem os setecentos metros de altitude.

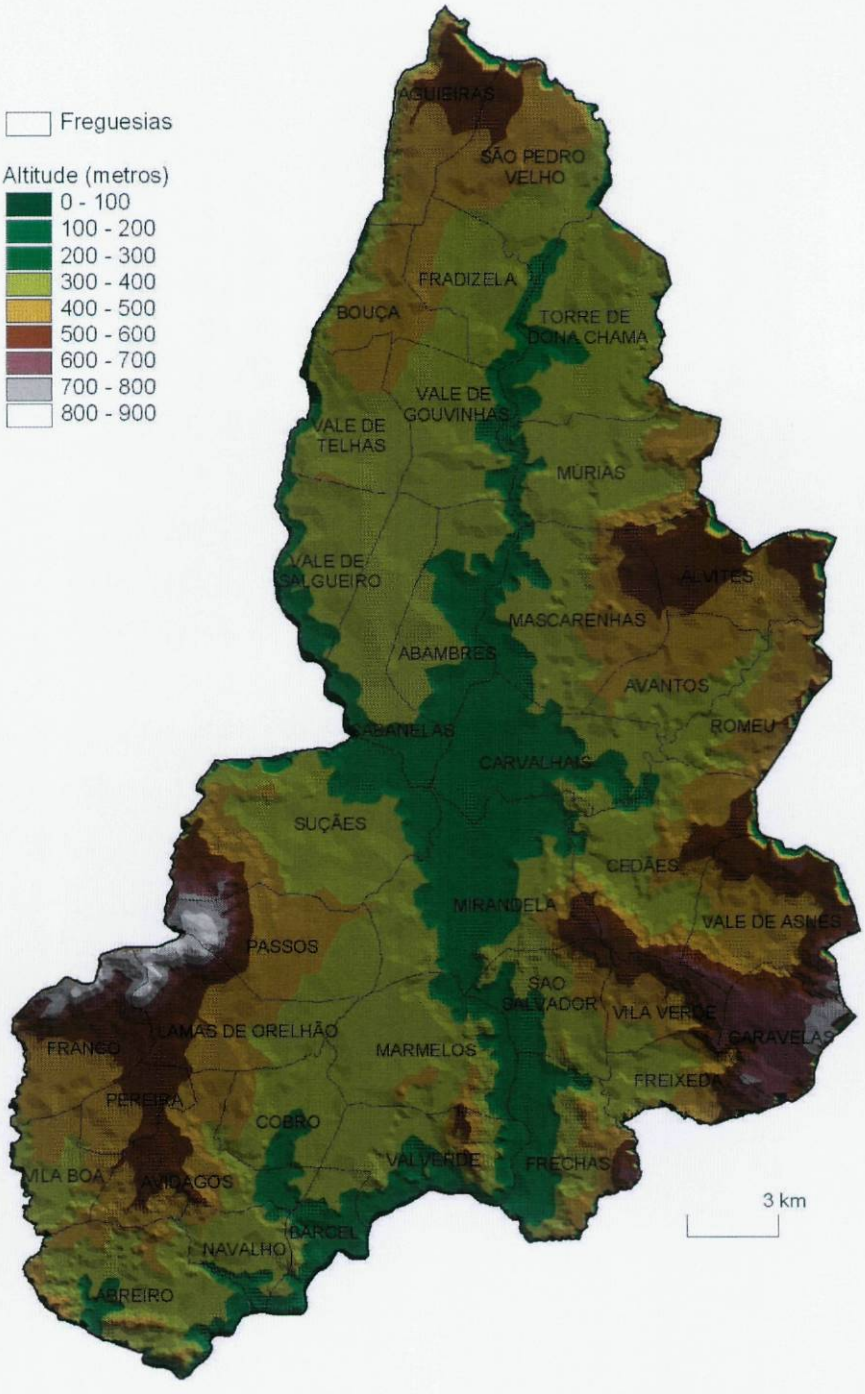


Figura 1.10. Modelo Digital de Terreno.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001.

A cidade de Mirandela situa-se numa depressão de origem tectónica com cerca de vinte quilómetros de largura, de orientação NNE-SSW e apresenta altitudes não superiores a duzentos e cinquenta metros que "está associada à componente vertical do movimento de uma falha principal de orientação N-S, observada desde Torre de D. Chama, e ao basculamento da superfície situada a oeste da falha" (CABRAL, citado por PEREIRA, Diamantino, 1997, p.12), assinalada a vermelho na figura 1.11.

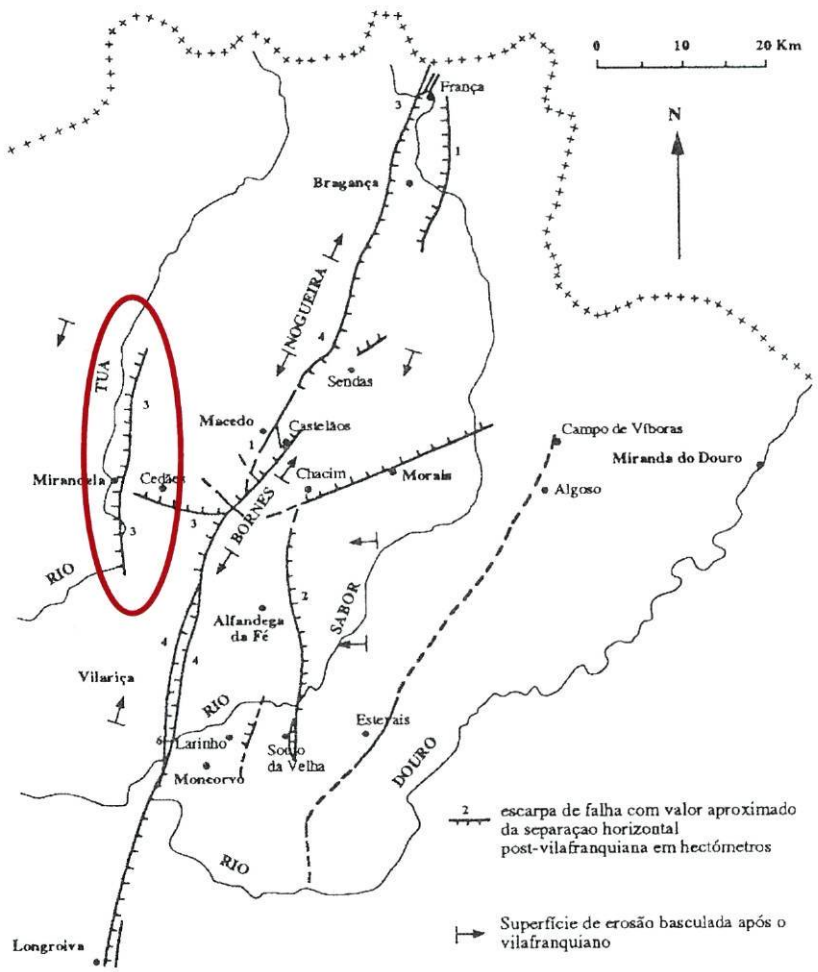


Figura 1.11. Falhas activas em Trás-os-Montes.

Fonte: PEREIRA, Diamantino (1997) - Sedimentologia e Estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes Oriental (NE Portugal). Fig. 1.4 - Falhas activas em Trás-os-Montes, pág. 11.

CABRAL (citado por PEREIRA, Diamantino, 1997, p.12) assinala ainda que esta depressão constitui uma bacia de desligamento cuja origem se fica a dever à reactivação alpina de acidentes hercínicos com uma componente de movimento horizontal. Segundo PEREIRA (1997), o abatimento da depressão é na ordem dos trezentos metros, já que a

elaboração de cortes geológicos permitiram confirmar a presença de quartzitos em áreas mais elevadas, adjacentes à depressão de Mirandela.

A serra de Orelhão e Passos, situa-se a cerca de dez quilómetros para Oeste a partir da cidade de Mirandela, constituindo, segundo PEREIRA (1997), um relevo residual quartzítico que se encontra, actualmente, em "fase de regularização do seu perfil, com acumulação na vertente sul, de um depósito recente, conglomerático, de matriz essencialmente siliciosa e ilítica" (PEREIRA, 1997, pág. 51). A cota mais elevada desta serra encontra-se fora do concelho de Mirandela e atinge os 1013 metros no vértice geodésico da Vigia, num local denominado por Alto do Picoto. Contudo, dentro dos limites do concelho de Mirandela a cota mais elevada atinge os novecentos e quarenta e cinco metros de altitude, junto ao local denominado Fraga da Conta. Ainda segundo PEREIRA (1997) os locais mais elevados desta serra, são "representativos da superfície inicial, elaborada essencialmente durante o Mesocenozóico" (PEREIRA, 1997, pág. 10).

4. Hidrografia

Todos os cursos de água que se encontram no concelho de Mirandela pertencem à Bacia hidrográfica do Rio Douro, a segunda maior bacia hidrográfica de Portugal. Os principais cursos de água que atravessam o concelho de Mirandela são: o rio Tua, o rio Rabaçal, o rio Tuela e a ribeira de Carvalhais (figura 1.12).

À excepção da ribeira de Carvalhais, que tem uma direcção, aproximadamente, Leste-Oeste, todos os cursos de água têm uma direcção, aproximadamente, Norte-Sul. O rio Tua nasce a partir da confluência do rio Rabaçal com o rio Tuela, a cerca de dois quilómetros para Norte da cidade de Mirandela, tem como principal afluente a ribeira de Carvalhais e desagua, mais a Sul, no concelho de Carrazeda de Ansiães, no Rio Douro. Na área do concelho de Mirandela, é o Rio Tua que apresenta a maior extensão, sendo o seu comprimento total de cerca de cinquenta e quatro quilómetros, seguindo-se o Rio Tuela, com cerca de cinquenta e dois quilómetros, o Rio Rabaçal e a Ribeira de Carvalhais, cada um com um comprimento total de cerca de trinta e cinco quilómetros.

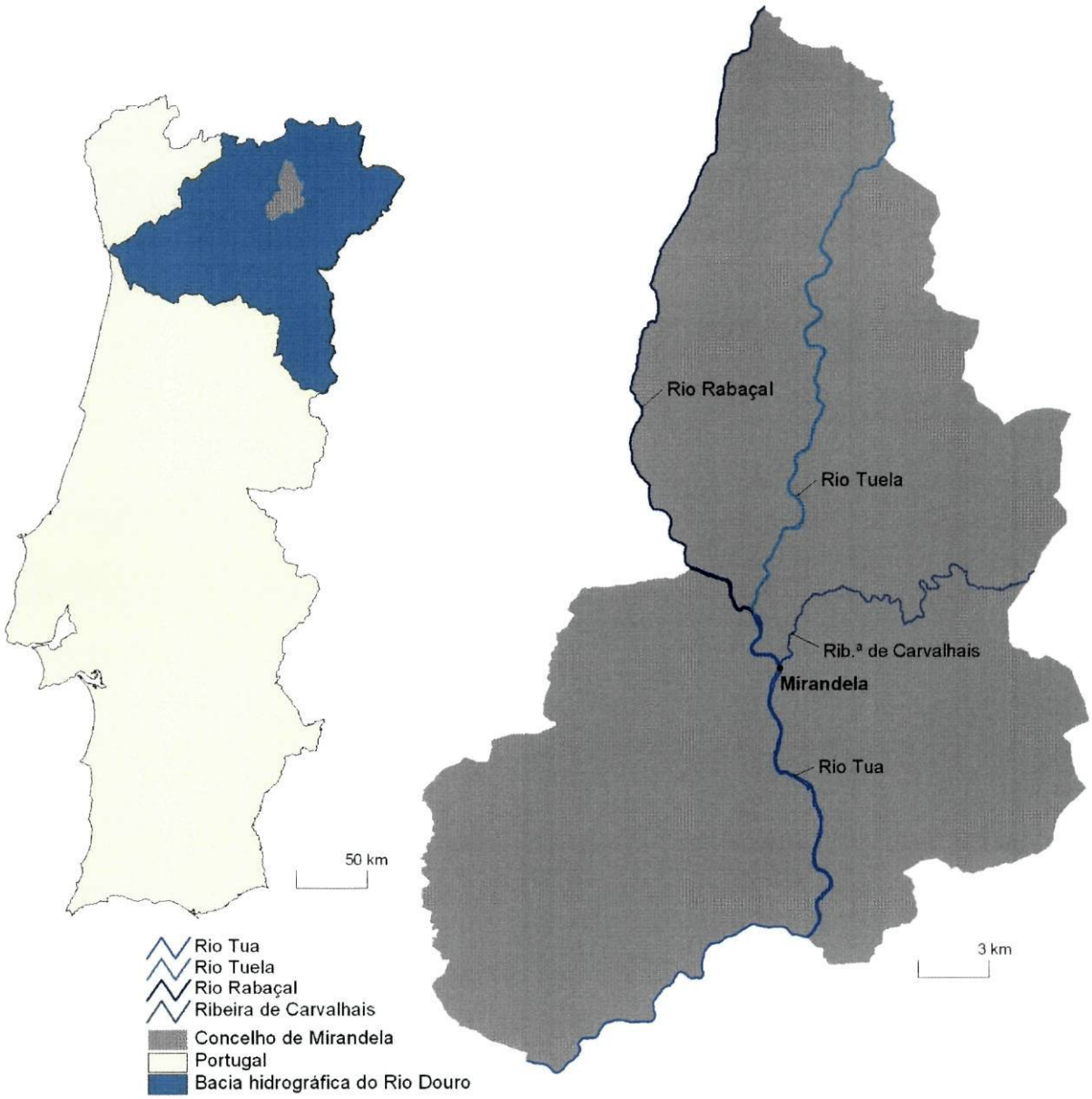


Figura 1.12. Bacia hidrográfica do Rio Douro e cursos de água principais no concelho de Mirandela.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Principais Bacias Hidrográficas (Limites), Atlas do Ambiente, 1/1000000, formato SHP, DGA, 1989.

5. Solos

O solo "pode definir-se como o meio natural para o desenvolvimento das plantas terrestres, tal como se formou (solo dito natural) ou mais ou menos modificado como resultado da sua utilização pelo Homem." (COSTA, Joaquim Botelho, 1995, pág. 14).

"As características dos solos portugueses são determinadas pela composição das rochas" (Direcção de SISNIEGA, Lorenzo, s/d, p. 444). Sabendo-se que no concelho de Mirandela predominam os xistos e os granitos, deduz-se que os solos são ácidos, sendo os solos xistentos delgados e pedregosos e os solos graníticos arenosos.

De acordo com o estudo *Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra, Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal* (AGROCONSULTORES e COBA, 1991), pode verificar-se que do conjunto das unidades pedológicas, o concelho de Mirandela contempla a existência das seguintes unidades-solo:

- leptossolos dístricos;
- leptossolos êutricos;
- leptossolos úmbricos;
- fluvissolos êutricos;
- cambissolos crómicos;
- câmbissolos dístricos.

São os leptossolos que maior representação têm no concelho de Mirandela, seguindo-se os cambissolos e depois os fluvissolos. Os leptssolos representam cerca de 87% da área total do Concelho e dispõem-se pelos quatro quadrantes do concelho, enquanto os cambissolos estão dispostos em vinte e cinco locais, sobretudo nos sectores Oeste (Serra de Orelhão e Passos) e Norte do Concelho e representam cerca de 10% da área total do Concelho, os fluvissolos, que se dispõem ao longo dos cursos de água (Rio Tua e Rio de Macedo), têm uma representação de cerca de 2% da área total do Concelho e os restantes 2% da área total do Concelho são classificados como área urbana (figura 1.13).

Com representação no concelho de Mirandela encontram-se as seguintes sub-unidades de leptossolos: leptossolos úmbricos (de xistos e rochas afins e de granitos e rochas afins); leptossolos dístricos órticos (de xistos e rochas afins e de granitos e rochas afins); e leptossolos êutricos órticos (de xistos e rochas afins e de rochas básicas).

Segundo os mesmos autores (AGROCONSULTORES e COBA, 1991), os leptossolos úmbricos de xistos e rochas afins apresentam um horizonte "Ah ou Ap franco-arenoso, franco ou franco-limoso, por vezes húmico e/ou cascalhento; em geral com horizonte C constituído por rocha desagregada com ou sem terra, e/ou rocha contínua e coerente (R)

a partir de 10-50 cm de profundidade" (AGROCONSULTORES e COBA, 1991, pág. 43); os leptossolos úmbricos de granitos e rochas afins apresentam um horizonte "Ah ou Ap franco-arenoso ou arenoso-franco,



Figura 1.13. Extracto da Carta de Solos.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Carta de Solos, 1/100000, formato SHP, UTAD, 1991.

frequentemente húmico e por vezes cascalhento, sobre material da desagregação da rocha subjacente (C), e/ou sobre rocha contínua e coerente (R), a partir de 10 a 50 cm de profundidade" (AGROCONSULTORES e COBA, 1991, pág. 43); os leptossolos dístricos órticos de xistos e rochas afins apresentam um horizonte "A ou Ap franco, franco-limoso ou franco-arenoso, por vezes cascalhento; em geral com horizonte C constituído por rocha desagregada com ou sem terra, e/ou rocha contínua e coerente a profundidade entre 10 e 50 cm" (AGROCONSULTORES e COBA, 1991, pág. 44); os leptossolos dístricos órticos de granitos e rochas afins apresentam um horizonte "A ou Ap franco-arenoso ou arenoso-franco, frequentemente cascalhentoou saibrento; em geral com horizonte C constituído por rocha desagregada em saibro e cascalho com alguma terra, e/ou rocha contínua e coerente (R) a partir de 10 e 50 cm de profundidade" (AGROCONSULTORES e COBA, 1991, pág. 44); os leptossolos êutricos órticos de xistos e rochas afins apresentam um horizonte "A ou Ap franco, franco-limoso ou franco-arenoso, frequentemente cascalhento; C com material grosseiro da desagregação da rocha e alguma terra, e/ou rocha contínua e coerente a partir de 10-50 cm" (AGROCONSULTORES e COBA, 1991, pág. 45); os leptossolos êutricos órticos de rochas básicas apresentam um horizonte "A ou APfranco ou franco-limoso e por vezes franco-argiloso, por vezes cascalhento; C constituído por rocha fragmentada com pouca terra, e/ou rocha contínua e coerente a partir de 10-50 cm" (AGROCONSULTORES e COBA, 1991, pág. 46).

6. Ocupação do solo

O Mapa dos Usos do Solo de Portugal, elaborado pela Direcção Geral dos Recursos Florestais no âmbito da terceira revisão do Inventário Florestal Nacional, compreende as seguintes classes: agricultura, águas interiores, floresta, improdutivos, incultos e social. Com base na figura 1.14, pode conhecer-se a distribuição espacial dessas classes na área do concelho de Mirandela.

De acordo com o quadro 1.1, a classe "Agricultura" é a classe que maior expressão tem, fazendo-se representar em cerca de 46% da área total do Concelho, seguida da classe "Incultos", em cerca de 31% da área total do Concelho, surgindo, em terceira posição, a classe "Floresta" em cerca de 21% da área total do Concelho, seguindo-se as classes

"Improdutivos", "Social" e "Águas Interiores", em cerca de 0,4%, 1,6% e 0,4%, respectivamente.

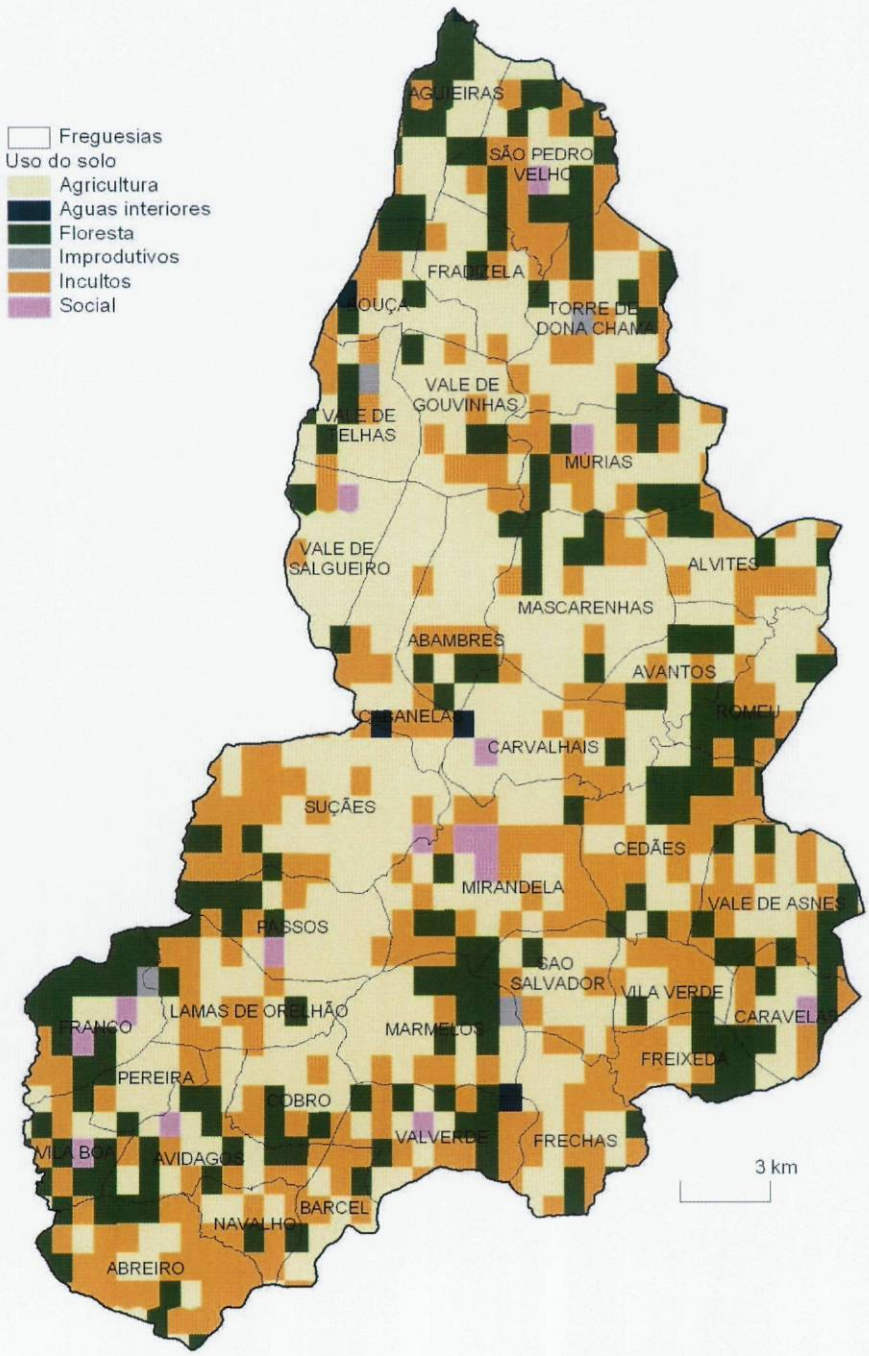


Figura 1.14. Extracto do Mapa de Uso do Solo de Portugal.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Mapa de Uso do Solo de Portugal, 1/1000000, formato SHP, DGRF, 2001.

Quadro 1.1. Uso do Solo de Portugal.

Classe	Ocupação (ha)	Ocupação (%)
Agricultura	30305	45,99
Floresta	13643	20,70
Incultos	20384	30,93
Improdutivos	280	0,43
Social	1031	1,56
Águas Interiores	254	0,39
ÁREA TOTAL	65897	100,00

Fonte: Mapa de Uso do Solo de Portugal, 1/1000000, formato SHP, DGRF, 2001.

A Carta de Ocupação do Solo (COS'90), foi elaborada em 1990, pelo ex-Centro Nacional de Informação Geográfica, actual Instituto Geográfico Português. A figura 1.15. apresenta um extracto da Carta de Ocupação do Solo, para o Concelho de Mirandela e a legenda que se apresenta foi generalizada com base numa das possibilidades de legendagem da COS'90.

De acordo com o quadro 1.2, constata-se que é a classe "Áreas Agrícolas" que maior representação tem no Concelho, com cerca de 48% da área total do Concelho, seguida da classe "Meios Semi-Naturais", com cerca de 26% da área total do Concelho, e, tal como na classificação do uso do solo feita anteriormente, surge, em terceiro lugar, a classe "Floresta", com cerca de 24% da área total do Concelho, em seguida estão as classes "Áreas Artificiais" e "Superfícies com água", com cerca de 1% da área total do Concelho, cada uma.

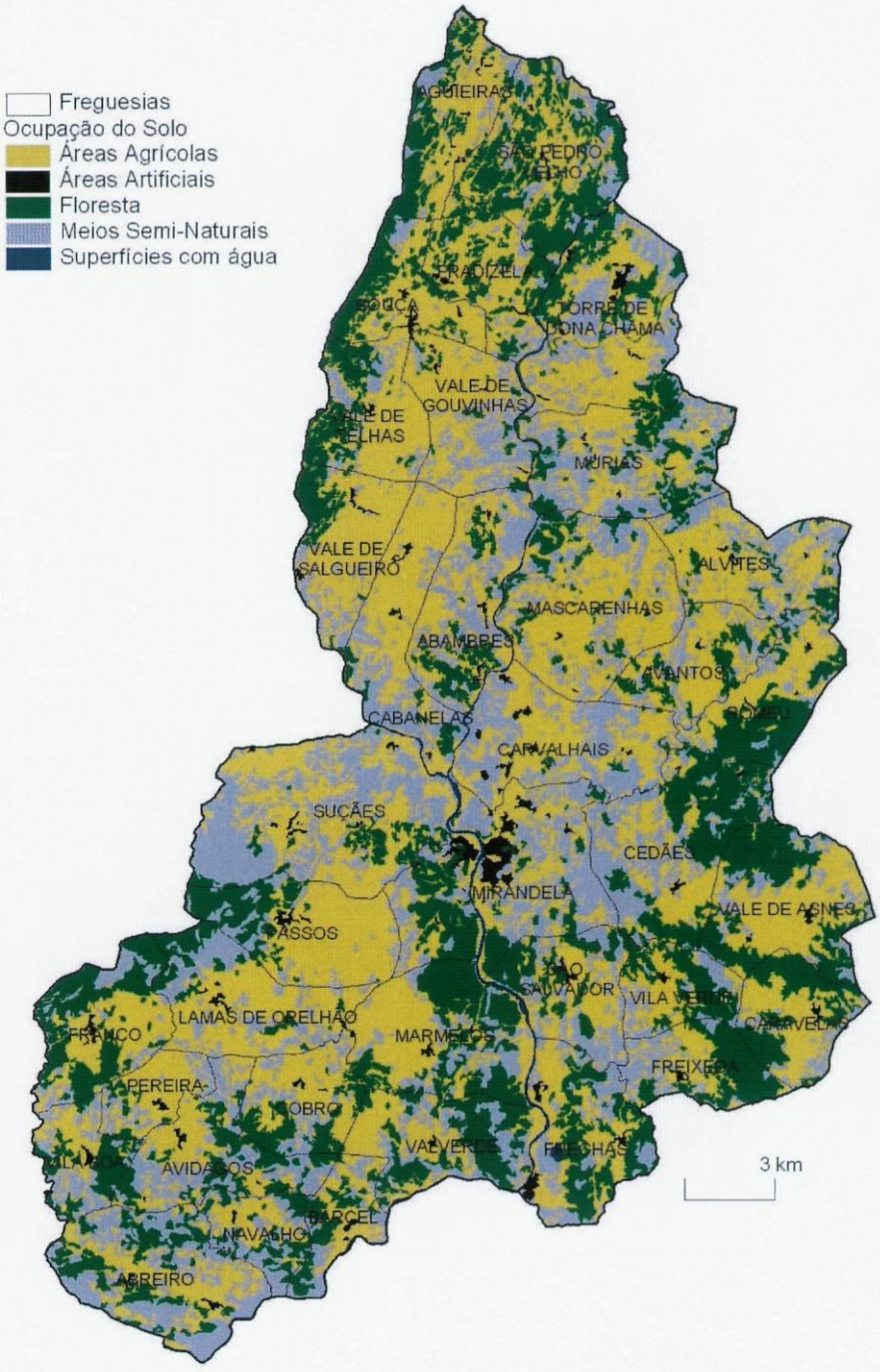


Figura1.15. Extracto da Carta de Ocupação do Solo.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990.

Quadro 1.2. Ocupação do solo.

Classe	Ocupação (ha)	Ocupação (%)
Áreas agrícolas	31468	47,75
Áreas artificiais	910	1,38
Classe (cont.)	**Ocupação (ha) (cont.)**	**Ocupação (%) (cont.)**
Floresta	16001	24,28
Meios semi-naturais	17126	25,99
Superfícies com água	392	0,60
ÁREA TOTAL	65897	100,00

Fonte: Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990.

De acordo com a figura 1.16, conhece-se a distribuição espacial das classes: Agricultura, Área urbana, Incultos e Matas e floresta.

Conforme o quadro 1.3, a classe "Agricultura" é que tem mais representatividade no Concelho, com cerca de 59% da área total do Concelho, seguida da classe "Incultos", com cerca de 34% da área total do Concelho e, em terceiro lugar está a classe "Matas e floresta" com cerca de 6% da área total do Concelho, seguida da classe "Área urbana", com cerca de 1% da área total do Concelho.

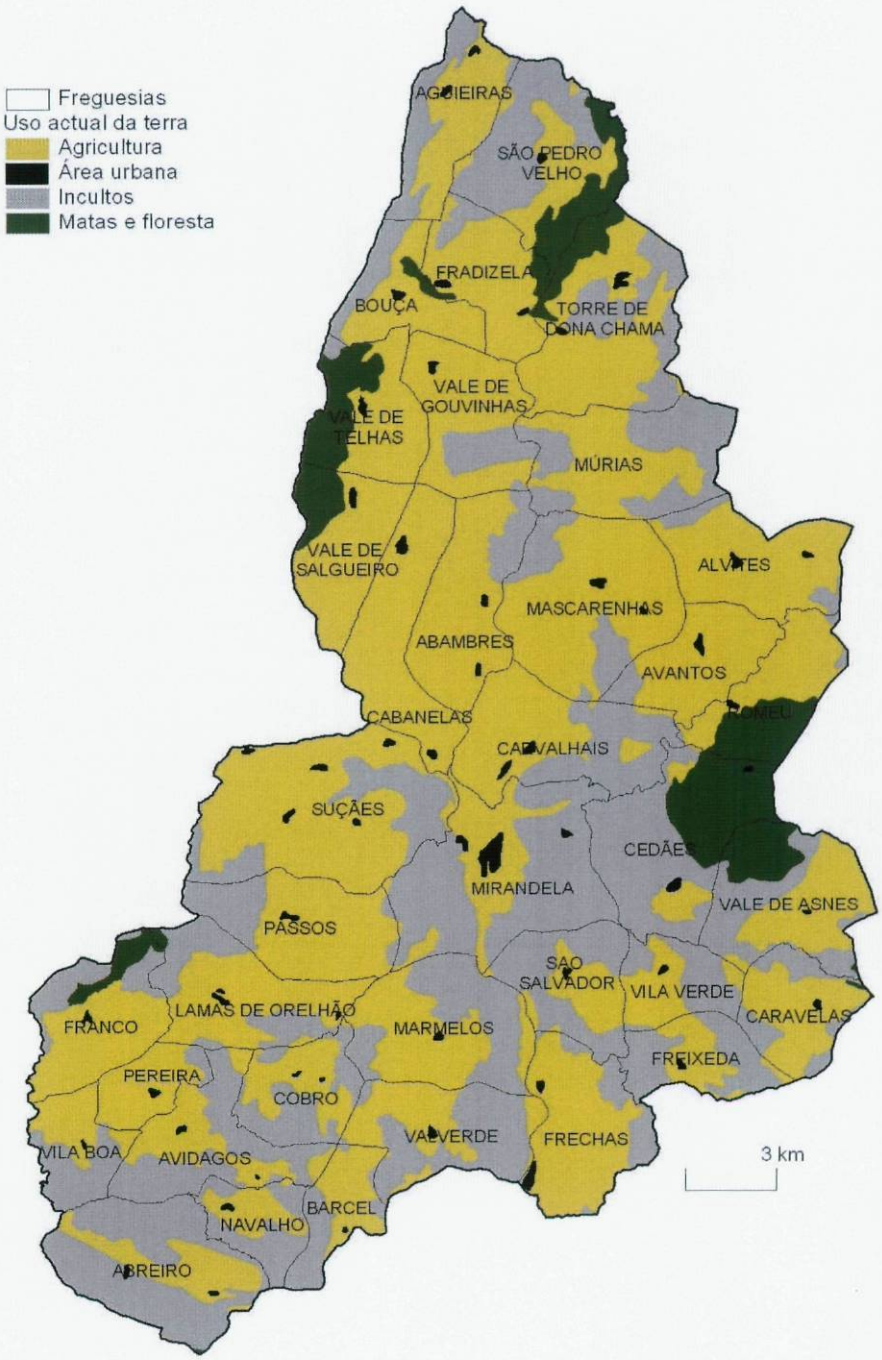


Figura 1.16. Extracto da Carta do Uso Actual da Terra do Nordeste de Portugal.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Carta do Uso actual da Terra do Nordeste de Portugal, 1/100000, formato SHP, UTAD, 1991.

Quadro 1.3. Uso Actual da Terra do Nordeste de Portugal.

Classe	Ocupação (ha)	Ocupação (%)
Agricultura	38611	58,59
Área urbana	659	1,00
Incultos	22671	34,41
Matas e floresta	3956	6,00
ÁREA TOTAL	65897	100,00

Fonte: Carta do Uso actual da Terra do Nordeste de Portugal, 1/100000, formato SHP, UTAD, 1991.

A propósito de uma mancha florestal localizada no sector Leste do Concelho, que se identifica em todas as classificações de ocupação do solo apresentadas, importa referir que a mesma se designa por Romeu e está inserida na Rede Natura 2000 (figura 1.17). Esta mancha florestal constituída essencialmente por povoamentos de folhosas que ultrapassam os limites administrativos do concelho de Mirandela e abrangem, também, o concelho de Macedo de Cavaleiros. Esta área, quase contínua, de sobreiros (*Quercus suber*), tem cerca de 3032 hectares e, no concelho de Mirandela, encontra-se representada em três freguesias (Romeu, Cedães e Vale de Asnes).



Figura 1.17. Sítio classificado do Romeu.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Rede Natura 2000, 1/50000, formato SHP, ICN.

7. Distribuição da população e do edificado

De acordo com o Instituo Nacional de Estatística (INE), em 1981, a população residente no concelho de Mirandela era de 28879 habitantes, enquanto em 1991, a população

residente decresceu para 25341 habitantes e em 2001 aumentou, ligeiramente, para 25819 habitantes.

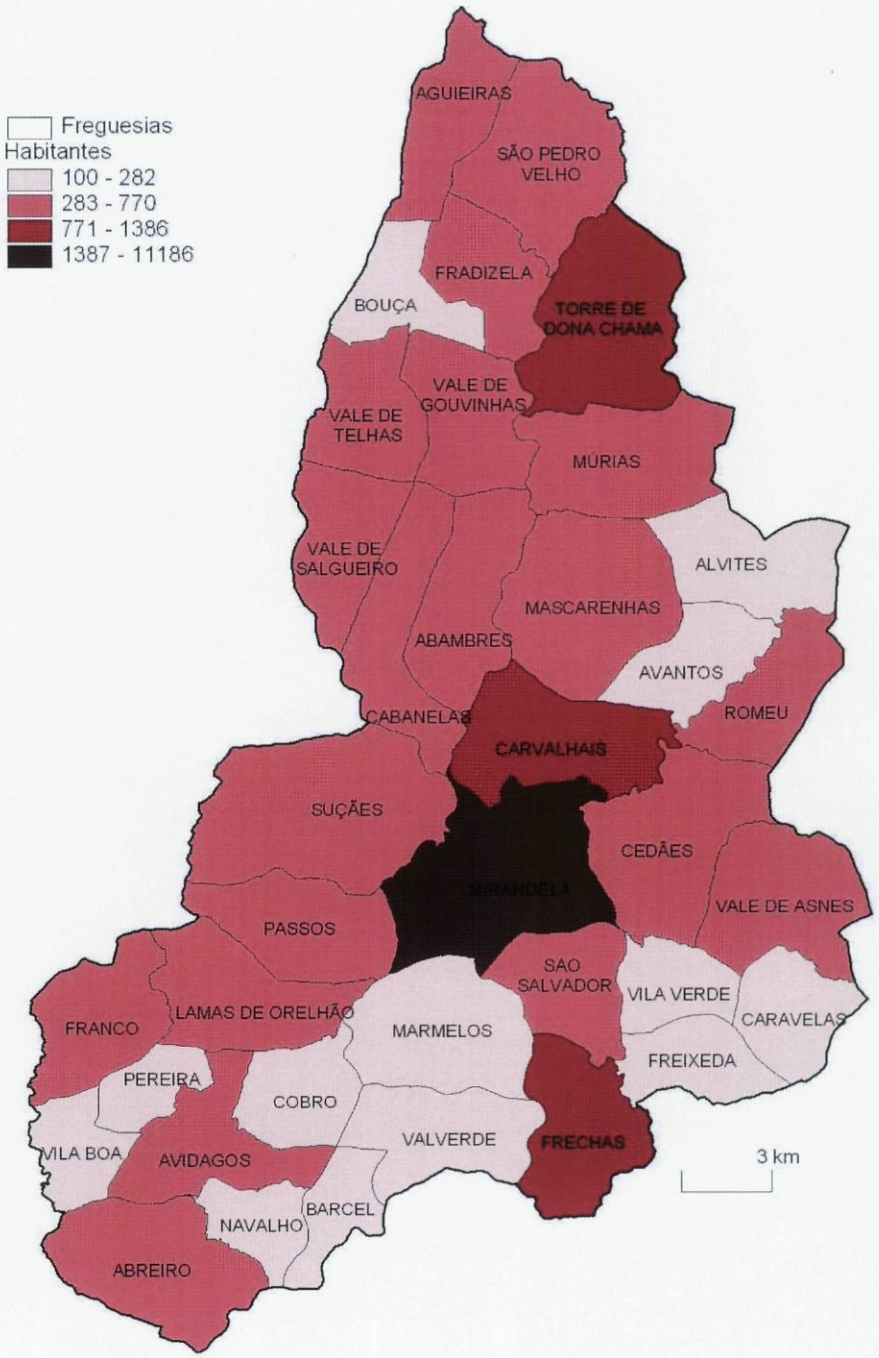


Figura 1.18. População residente, em 2001.

Fontes: Censos 2001, INE; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001

Em 1981 a densidade populacional era de 43 habitantes/km^2, tendo decrescido, em 1991, para 38 habitantes/km^2 e aumentado, em 2001, para 39 habitantes/km^2.

A figura 1.18 permite destacar a freguesia de Mirandela como sendo a que tem mais habitantes. Cerca de 35% das freguesias tem menos de 282 habitantes; cerca de 55% tem entre 283 e 770 habitantes; cerca de 8% tem entre 771 e 1386 habitantes; e apenas cerca 2% tem entre 1387 e 11186 habitantes.



Figura 1.19. Edificado, em 2001.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001

Os edifícios distribuem-se de acordo com a figura 1.19. Através da leitura desta figura, pode-se referir que o povoamento é do tipo concentrado, existindo uma grande mancha de edifícios na freguesia de Mirandela, seguida de mais outras duas, nas freguesias de Carvalhais e de Torre de D. Chama.

É nas freguesias de Carvalhais, Frechas, Mirandela e Torre de Dona Chama onde existem, em cada uma delas, mais de 500 edifícios e residem, também em cada uma delas, mais de 1000 habitantes. Salienta-se que entre estas quatro freguesias, é na de Mirandela onde se encontram mais pessoas residentes (11186 habitantes) e onde existem mais edifícios (2770 edifícios). A freguesia onde existem menos habitantes e menos edifícios é a de Vila Verde, com 100 e 69, respectivamente.

CAPÍTULO II
CONDIÇÕES FAVORÁVEIS À OCORRÊNCIA E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

1. Terminologia e conceitos

Verificando-se ainda alguma discordância, entre diversos autores, na definição de alguns dos termos referentes às condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais, houve a necessidade de se optar por algumas definições já existentes e que se salientam por serem precisas e concretas. Assim, versando, a presente tese, sobre a problemática dos incêndios florestais, os termos empregues têm por base as definições utilizadas nos seguintes documentos:

- Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PNDFCI);
- Decreto-Lei nº 156/04, de 30 de Junho;
- comunicação oral apresentada pelo Prof. Doutor Luciano Lourenço nas I Jornadas Técnicas de Defesa da Floresta Contra Incêndios;
- Manual do Vigilante da Floresta elaborado pela Coordenação Nacional de Acções de Fogos Florestais;
- artigo elaborado por FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo; CAETANO, Mário.

O PNDFCI, ainda em fase de conclusão, apresenta já um vasto glossário de termos que se encontram estabilizados após a realização da sua segunda revisão. Assim, os termos contemplados no PNDFCI e adoptados são: floresta, combustível florestal, Triangulo do fogo, ignição, fogo, incêndio florestal, infra-estrutura (de apoio ao combate) e prevenção. Assim, assume-se que o termo floresta corresponde a uma "classe de uso do solo que identifica as áreas dedicadas à actividade florestal. A classe floresta inclui os seguintes tipos de ocupação do solo: povoamentos florestais, áreas ardidas de povoamentos florestais, áreas de corte raso e outras áreas arborizadas"; o combustível florestal é considerado o "material vegetal susceptível de arder"; o Triangulo do fogo corresponde a "três elementos que, em conjunto, permitem a ignição de uma combustão: combustível, comburente e energia de activação"; a ignição é o "início da combustão com chama"; o fogo é a "combustão caracterizada por emissão de calor acompanhada de fumo, chamas ou de ambos"; um incêndio florestal corresponde a um "incêndio com início ou que atingiu uma área florestal, isto é, uma superfície arborizada (povoamento) ou de mato (inculto)"; é considerada infra-estrutura (de apoio ao combate) toda a

"construção ou instalação de apoio ao combate aos incêndios florestais e à actividade florestal (exemplos: caminhos, pontos de água, postos de vigia ou outros)"; define-se um ponto de água como sendo uma "zona alagada artificial, com água proveniente de qualquer forma de precipitação atmosférica ou de cursos de água, normalmente usada como ponto de abastecimento em caso de incêndio, para rega e para bebedouro"; prevenção é o "conjunto de actividades (ordenamento florestal, gestão florestal, criação e manutenção de infra-estruturas, sensibilização, vigilância, detecção e alarme) que têm por objectivo reduzir ou anular a probabilidade de ocorrência e a intensidade de incêndios florestais".

O Decreto-Lei 156/2004, de 30 de Junho, define na alínea f) do artigo 3.º que o período crítico vigora de 1 de Julho a 30 de Setembro. Contudo, este período pode ser alterado, em virtude da verificação de condições meteorológicas excepcionais.

Na sua comunicação oral, o Prof. Doutor Luciano Lourenço refere que o risco de incêndio florestal ou risco de deflagração "não implica a ocorrência de incêndios", isto é, existe a "potencialidade de se registar eclosão/deflagração de fogo". Quanto ao perigo de incêndio florestal ou perigo de propagação, o mesmo autor refere que "decorre da detecção de um primeiro foco de fogo que tem condições para rápida propagação", podendo evoluir para um incêndio florestal.

De acordo com o Manual do Vigilante da Floresta elaborado pela Coordenação Nacional de Acções de Fogos Florestais, diz-se que folhosas são árvores que crescem lentamente, em geral em zonas húmidas, criando um microclima próprio e um ambiente de propagação do fogo mais lento em relação às resinosas que são árvores que "têm na sua composição química substâncias altamente inflamáveis o que as torna muito susceptíveis ao fogo". (COORDENAÇÃO NACIONAL DE ACÇÕES DE FOGOS FLORESTAIS, pág. 39).

A partir do artigo elaborado por FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo; CAETANO, Mário, adoptam-se os termos: índice estrutural, índice dinâmico e índice integrado. Os autores desse artigo baseiam-se em pesquisas efectuadas pelo *Joint Research Center* da União Europeia para definirem índices estruturais, índices dinâmicos e índices integrados. Referem, primeiramente, que esta distinção tem por base uma escala

temporal. Assim, os índices "estruturais ou de longo prazo são derivados a partir de factores que não variam rapidamente" (FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo; CAETANO, Mário, pág. 3); os índices "dinâmicos ou de curto prazo baseiam-se em parâmetros que variam de forma quase contínua" (FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo; CAETANO, Mário, pág. 3); e os índices "integrados ou avançados incluem variáveis estruturais e dinâmicas" (FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo; CAETANO, Mário, pág. 3).

2. Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais

De acordo com LOURENÇO, Luciano (1988), "sempre que os valores da humidade relativa do ar são superiores aos da temperatura, estão criadas as condições óptimas para a deflagração de elevado número de focos de fogos florestais" (LOURENÇO, Lourenço, 2004 a, pág. 50). Em 1990, LOURENÇO, Luciano, refere que os fogos só se desenvolvem "em determinadas condições meteorológicas, nomeadamente de temperatura e humidade relativa do ar" (LOURENÇO, Lourenço, 2004 a, pág. 29). Seguidamente aponta que "o vento é um elemento essencial" (LOURENÇO, Luciano, 2004 a, pág. 36) no que respeita ao comportamento da evolução do fogo. Dois anos mais tarde, refere que são as condições meteorológicas que "em maior ou menor grau, condicionam todas as outras variáveis, em especial, o estado dos combustíveis, sendo, por esse motivo, a grande e principal condicionante dos fogos florestais" (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 125).

MACEDO e SARDINHA (1993) referem que são três as principais variáveis de ordem meteorológica que favorecem a ocorrência e a progressão do fogo, sendo elas a humidade relativa do ar, a velocidade do vento e a estabilidade atmosférica. Referem, ainda, uma quarta variável, a temperatura, como sendo uma variável com um efeito indirecto, através da humidade relativa do ar e da estabilidade atmosférica, na fase inicial do fogo. Explicam que a humidade relativa do ar ao controlar "o teor da humidade dos combustíveis" (MACEDO E SARDINHA, pág. 17, vol.2, 1993), é fundamental na fase inicial do fogo. Igualmente, referem que a estabilidade atmosférica é importante nessa fase inicial, pela relação que se pode estabelecer com a convexão e a aceleração do afluxo de ar. Numa fase posterior, referem que é a velocidade do vento que propicia a propagação do fogo, uma vez que há insuflação de oxigénio e que este agente transporta o calor para as áreas circundantes.

VIEGAS (1994), afirma que "o vento e as condições topográficas contam-se entre os factores que mais condicionam a mudança de regime de comportamento de um incêndio" (VIEGAS, Xavier, 1994, pág. 24). Este autor salienta que a presença de vento sobre superfícies de combustíveis finos proporciona velocidades de propagação mais elevadas do que se não se verificasse vento, e que o efeito do vento sobre os combustíveis mais pesados é menor. Refere, ainda, que "o efeito do declive é relativamente menos dependente do tipo de vegetação" (VIEGAS, Xavier, 1994, pág. 26).

FERNADES, BOTELHO e LOUREIRO, 2002, referem que as variáveis meteorológicas de importância para o comportamento do fogo são o vento, a humidade relativa do ar, a temperatura, a queda de precipitação e a instabilidade atmosférica. Exprimem que o vento, de difícil medição, se for estável, permite uma melhor previsibilidade do comportamento do fogo. A humidade relativa do ar e a temperatura do ar têm importância devido à relação que estabelecem com a humidade relativa do combustível. Já a precipitação é referida como variável com relação directa com a "humidade do combustível superficial, manta morta inferior e solo" (FERNADES, BOTELHO e LOUREIRO, 2002, pág. B_13) e que terá menor importância quanto mais denso for o povoamento. Quanto à estabilidade da atmosfera, referem que uma atmosfera estável restringe o movimento ascendente do ar e que uma atmosfera instável permite a rápida dispersão do ar, logo, são duas situações que proporcionam a propagação e aumentam as dificuldades no seu combate. FERNADES, BOTELHO e LOUREIRO (2002), justificam a importância dos factores de ordem morfológica pela influência que estes têm nas variáveis de ordem meteorológica. Assim, esses factores são a exposição, o declive e a altitude. Referem que a exposição de uma vertente condiciona a recepção de vento e de radiação. Comparam o efeito do declive ao do vento, referindo, ainda, que declives superiores a 20% facilitam a condução do fogo. Assinalam a influência da altitude na velocidade do vento e referem ainda, a relação entre o aumento da intensidade do fogo nos locais onde se dá a transição de uma situação de estabilidade para instabilidade. Em relação às características do combustível, os mesmos autores referem que há que ter em conta as características gerais estruturais, tais como a altura, o coberto e a carga, bem como a composição do sub-bosque. Apontam, ainda, a diferença existente entre os combustíveis finos, tais

como ervas, folhas, agulhas de pinheiro e ramos finos, estratificando-os em: folhada, combustível aéreo superficial e combustível aéreo elevado; e combustíveis grosseiros. Referem que a principal diferença entre os dois tipos de combustível é que são os combustíveis finos os responsáveis pela velocidade de propagação do fogo, bem como pelas características da chama. Salientam, ainda, o papel da humidade do combustível dizendo que esta "é provavelmente a variável mais importante no que respeita ao controlo do comportamento e efeitos do fogo." (FERNADES, BOTELHO e LOUREIRO, pág. B_8, 2002). Uma vez que esta variável influencia a ignição, a velocidade e intensidade de propagação do fogo, salientam a importância da condição do combustível, isto é, se o combustível está morto ou se está vivo, a sua dimensão, o seu grau de compactação e a sua localização.

Os autores CASTRO *et al* (2002), apontam a temperatura do ar, a humidade atmosférica e o rumo e velocidade do vento como sendo as variáveis meteorológicas que têm influência no comportamento dos incêndios florestais. Relacionam o aumento de temperatura do ar com o aumento de secura da vegetação, logo com a facilidade de ignição e de propagação de um incêndio. Em relação à humidade relativa do ar, referem que esta variável influencia a quantidade de humidade existente nos combustíveis e assinalam as diferenças de humidade que se fazem sentir entre o dia (mais secos) e a noite (mais húmidos). Quanto à variável vento, referem que para o conhecimento da propagação dos incêndios há que ter em conta os ventos associados à circulação atmosférica geral e aos ventos locais, salientando que tal situação permitirá a determinação do sentido e da intensidade da propagação dos incêndios. Os autores referem que o relevo afecta "o vento, a temperatura e a humidade relativa do ar" (CASTRO *et al*, 2002, pág. 17) e, consequentemente, influencia a progressão dos incêndios florestais. Salientam o facto de que quanto mais declivosa for uma encosta "maior é o efeito das colunas de convexão que aquecem a vegetação acima do incêndio, aumentando a velocidade de propagação no sentido ascendente" (CASTRO *et al*, 2002, pág. 17). Os autores referem que o efeito de chaminé que ocorre em "vales apertados e com declive acentuado" (CASTRO *et al*, 2002, pág. 17), onde a vegetação é densa devido à presença de linhas de água, origina uma propagação muito rápida. Apontam, ainda que a altitude tem influência na distribuição e densidade da vegetação e que a exposição de uma encosta influencia a sua temperatura e humidade. Segundo os autores, "a forma de relevo também afecta os ventos e cria microclimas próprios" (CASTRO *et*

al, 2002, pág. 19). Em relação aos combustíveis florestais, os autores referem que se existir continuidade vertical entre os vários estratos, "estão criadas as condições para que as chamas se propaguem facilmente na vertical" (CASTRO *et al*, 2002, pág. 12), verificando-se a mesma situação em relação à continuidade horizontal. Os autores responsabilizam os combustíveis finos mortos "pela facilidade da ignição dos combustíveis florestais e, ainda, pela velocidade de propagação de um incêndio florestal" (CASTRO *et al*, 2002, pág. 14).

As condições meteorológicas que influenciam a ocorrência e propagação de um fogo referidas por CORREIA, são a temperatura, a humidade relativa e o vento. Este mesmo autor refere que o vento exerce uma acção dessecante sobre os combustíveis; transporta o ar quente, originando um pré-aquecimento nos combustíveis; injecta oxigénio no processo de combustão; e proporciona o transporte de partículas em ignição. Assim, o autor refere que se devem conhecer as características do vento, uma vez que "condiciona a progressão em direcção e velocidade" (CORREIA, s/d, pág. 14). Segundo CORREIA a topografia (declive e exposição) também influencia a ocorrência e propagação de um fogo. Este autor evidencia o facto de as encostas expostas a Sul e a Oeste favorecerem a ocorrência de uma brisa "que sopra durante o dia desde o vale até à cumeada" (CORREIA, s/d, pág. 11). CORREIA refere que a vegetação tem influência na ocorrência e propagação de um fogo, pela sua estrutura e composição, afirmando ainda, que a velocidade de propagação depende "da maior ou menor homogeneidade e da existência ou não de continuidade vertical e ou horizontal dos combustíveis vegetais" (CORREIA, s/d, pág. 11). O mesmo autor refere ainda que as condições meteorológicas associadas à exposição contribuem para a diminuição dos tempos de ignição ao reduzirem o teor de humidade da vegetação.

Os elementos meteorológicos a que se refere o Manual do Vigilante da Floresta elaborado pela Coordenação Nacional de Acções de Fogos Florestais, são: a temperatura do ar, a humidade relativa do ar, a precipitação e o vento. Os autores referem, que "todos estes elementos afectam directamente o teor de humidade dos combustíveis, em especial os combustíveis finos e da manta morta" (COORDENAÇÃO NACIONAL DE ACÇÕES DE FOGOS FLORESTAIS, s/d, págs. 45-46) logo, se houver baixas temperaturas associadas a uma humidade relativa do ar baixa, com vento de leste, há a secagem dos combustíveis e um aumento da evapotranspiração potencial.

Referem, ainda, que o vento é um elemento que favorece o aumento da velocidade de propagação dos incêndios e que dificulta o seu combate. Os autores deste Manual, consideram que a maior parte das áreas florestais se situam em áreas de relevo acidentado e salientam o facto de que "os elevados declives, os vales apertados e as gargantas constituem por um lado uma dificuldade à deslocação dos meios de combate e por outro podem facilitar a progressão do incêndio" (COORDENAÇÃO NACIONAL DE ACÇÕES DE FOGOS FLORESTAIS, s/d, pág. 40). Em relação aos tipos de coberto vegetal, o Manual do Vigilante da Floresta contempla três classes, sendo elas: zonas agrícolas, matos ou incultos e zonas florestais. Os autores indicam que as zonas agrícolas "são zonas em geral pouco susceptíveis de arder" (COORDENAÇÃO NACIONAL DE ACÇÕES DE FOGOS FLORESTAIS, s/d, pág. 34); que os matos ou incultos quando ardem libertam uma grande quantidade de energia, que podem colocar em risco zonas arborizadas e que dificultam a passagem dos meios de combate; e nas zonas florestais fazem a distinção entre folhosas e resinosas, apontando que as folhosas ardem mais lentamente que as resinosas.

A temperatura, a humidade relativa, a precipitação e o vento são os elementos apontados por PYNE, ANDREWS e LAVEN como factores meteorológicos que influenciam o comportamento dos incêndios florestais. Estes autores, apontam, ainda, a topografia como factor integrante do ambiente do fogo que se constitui pelo conjunto dos seguintes elementos: declive, exposição, altitude e configuração do terreno. Em relação à topografia, os autores referem que as suas variações causam modificações no comportamento do fogo. Quanto ao combustível vegetal, os autores salientam a importância que tem a presença de combustíveis vivos e mortos, o seu ordenamento e porte, podendo, assim, o combustível ser analisado de acordo com o seu estado (vivo ou morto), o seu tipo (horizontal ou vertical). PYNE, ANDREWS e LAVEN, referem que há relações entre as condições meteorológicas, o combustível, a topografia e o fogo, apoiando-se na imagem do "triângulo do fogo". Essas relações traduzem as modificações que o fogo apresenta no espaço e no tempo. Assim, os autores transmitem a ideia de que a topografia varia no espaço, o combustível varia no tempo e no espaço e as condições meteorológicas são o elemento que mais rapidamente variam no tempo e no espaço. Os autores referem que, apesar de a topografia apenas variar no espaço, este elemento induz modificações nas características quer meteorológicas, quer do combustível. Referem, ainda que é o vento que maior influencia tem no comportamento

do fogo, por influenciar a topografia, o combustível e o facto de uns locais estarem mais quentes que outros e permitir, devido à análise da velocidade e direcção do mesmo, a sua previsão.

De acordo com PEDRAZA e VEGA, "o vento é o principal propagador de um incêndio alimentando-o com o oxigénio do ar e deslocando as chamas, chispas e faúlhas conforme a sua direcção" (PEDRAZA, L. Garcia; VEJA, Maria Pilar, s/d, pág. 75). No entanto, os mesmos autores referem que outros factores, "tais como as temperaturas elevadas, a baixa humidade relativa, os dias consecutivos sem chuva, a quantidade de precipitação recolhida" (PEDRAZA, L. Garcia; VEJA, Maria Pilar, s/d, pág. 77), terão que ser conhecidos. Assim, apontam que devem ser recolhidos dados meteorológicos referentes a: "precipitação atmosférica (chuva, neve, granizo), que cai a partir das nuvens" (PEDRAZA, L. Garcia; VEJA, Maria Pilar, s/d, pág. 79), "temperatura do ar registada ao meio-dia e a temperatura máxima diária" (PEDRAZA, L. Garcia; VEJA, Maria Pilar, s/d, pág. 80), "humidade ambiente" (PEDRAZA, L. Garcia; VEJA, Maria Pilar, s/d, pág. 80), o "poder dissecante da atmosfera" (PEDRAZA, L. Garcia; VEJA, Maria Pilar, s/d, pág. 80) e a direcção e velocidade do vento. PEDRAZA e VEGA, consideram que se a Primavera é muito pluviosa, então haverá vegetação para servir de combustível na época dos incêndios, e, pelo contrário, se a Primavera é seca, então apenas crescerá erva, não havendo muito combustível para que um incêndio se propague. Os mesmos autores referem, ainda, o efeito da orografia no comportamento das variáveis climáticas. Assim, salientam a influência de: orientação das encostas no que concerne ao facto de estas se tornarem mais húmidas e frias, quando orientadas a Norte ou mais secas e quentes, quando orientadas a Sul; possibilidade de se verificar o efeito de *foehn*; presença de brisas de montanha e de vale; fluxos de ar húmido e ventos secos terrestres.

Tendo em conta as leituras efectuadas, pode referir-se que todos os autores são consensuais em relação à existência de três diferentes influências no que concerne às condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais. Essas três influências relacionam-se com as características meteorológicas, as características morfológicas e as características do combustível vegetal. As divergências, entre os autores, surgem quando se definem as variáveis que constituem cada uma dessas influências.

Em relação às características meteorológicas, são oito os autores que se referem às variáveis temperatura do ar e humidade do ar, enquanto nove salientam o efeito do vento, quatro fazem referência à precipitação e apenas dois referem a influência da estabilidade atmosférica. Quanto às características morfológicas, cinco autores salientam o papel do declive, enquanto quatro referem a importância da exposição e das formas de relevo e três referem a influência da altitude. A importância das características do combustível florestal é assinalada por seis dos autores.

CAPÍTULO III
CONCELHO DE MIRANDELA

1. Características climáticas

Para se aferirem as características climáticas favoráveis à propagação de incêndios florestais no concelho de Mirandela, foram recolhidos, junto do Instituto de Meteorologia (IM), valores de temperatura do ar, humidade relativa do ar e rumo e velocidade do vento, referentes à Normal Climatológica 1951-80 e aos meses de Junho, Julho, Agosto, Setembro e Outubro, uma vez que, segundo LOURENÇO, Luciano, "é durante esses meses que, de acordo com as condições meteorológicas, decorre a época mais favorável à ocorrência de incêndios florestais, cuja marcação oficial varia de ano para ano, de acordo com a flutuação dos tipos de tempo que a condicionam, mas que cabe sempre dentro desses meses" (LOURENÇO, Lourenço, 2004 a, pág. 80). Apesar de a Normal Climatológica 1961-90 já estar elaborada, não foi possível a sua utilização, pois ainda não se encontra publicada.

Com o objectivo de se espacializarem as variáveis climáticas acima referidas, foram tidos em conta os valores observados num total de cinco estações meteorológicas pertencentes à rede climatológica do IM, denominadas: Bragança, Miranda do Douro, Mirandela, Vila Real e Peso da Régua. A escolha das estações meteorológicas deve-se ao facto de estas se localizarem geograficamente próximas da área do concelho de Mirandela (figura 3.1). A espacialização das variáveis de ordem climática foi possível através da função *Interpolate Grid*, disponibilizada pela extensão *Spatial Analyst*, do programa *ArcView*.

Os valores referentes à temperatura do ar correspondem à média da temperatura média máxima registada em cada uma das estações meteorológicas, no total dos cinco meses considerados. A figura 3.2, corresponde à espacialização desta variável e a sua análise permite a verificação de que a temperatura aumenta de Noroeste para Sudeste e que, no período de tempo considerado, vigoram, na maior parte do Concelho, valores entre os 25ºC e os 28ºC.

Os valores referentes à humidade relativa do ar correspondem à média da humidade relativa do ar média registada às 18 horas, em cada um das estações meteorológicas, no

total dos cinco meses considerados. Apesar de os valores registados às 18 horas não serem considerados os ideais para a análise desta variável, mas sim os valores registados

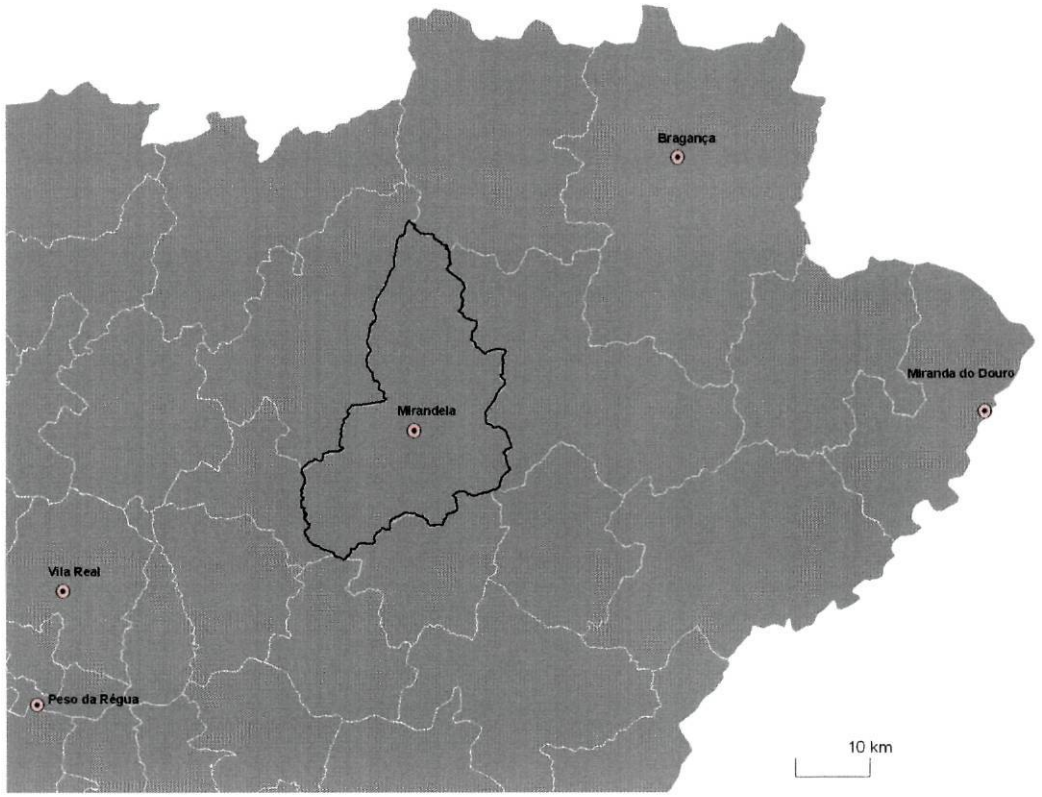


Figura 3.1. Estações meteorológicas.

Fonte: Carta Administrativa, Atlas do Ambiente, 1/1000000, ex-DGA, 1980; Normal Climatológica 51-80, IM.

às 12 horas, não foi possível a sua utilização, uma vez que não existem registos para esta última hora para três das estações meteorológicas, sendo elas: Miranda do Douro, Mirandela e Peso da Régua. A figura 3.3, corresponde à espacialização desta variável e a sua análise permite a verificação de que a humidade relativa aumenta de Noroeste para Sudeste.

Em relação à variável vento, são tidas em conta duas características: o rumo e a velocidade média, em km/h. A média da velocidade média, em km/h, de cada uma das estações, para os cinco meses considerados, é referente ao rumo de Leste, pois os ventos provenientes deste rumo são "particularmente catastróficos para os fogos florestais" (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 172). A figura 3.4, corresponde à espacialização desta variável e a sua análise permite a verificação de que a velocidade do vento aumenta de Sul para Noroeste e que, no período de tempo considerado, a velocidade que se verifica na maior parte do Concelho, se encontra entre os valores 6 km/h e 9 km/h.

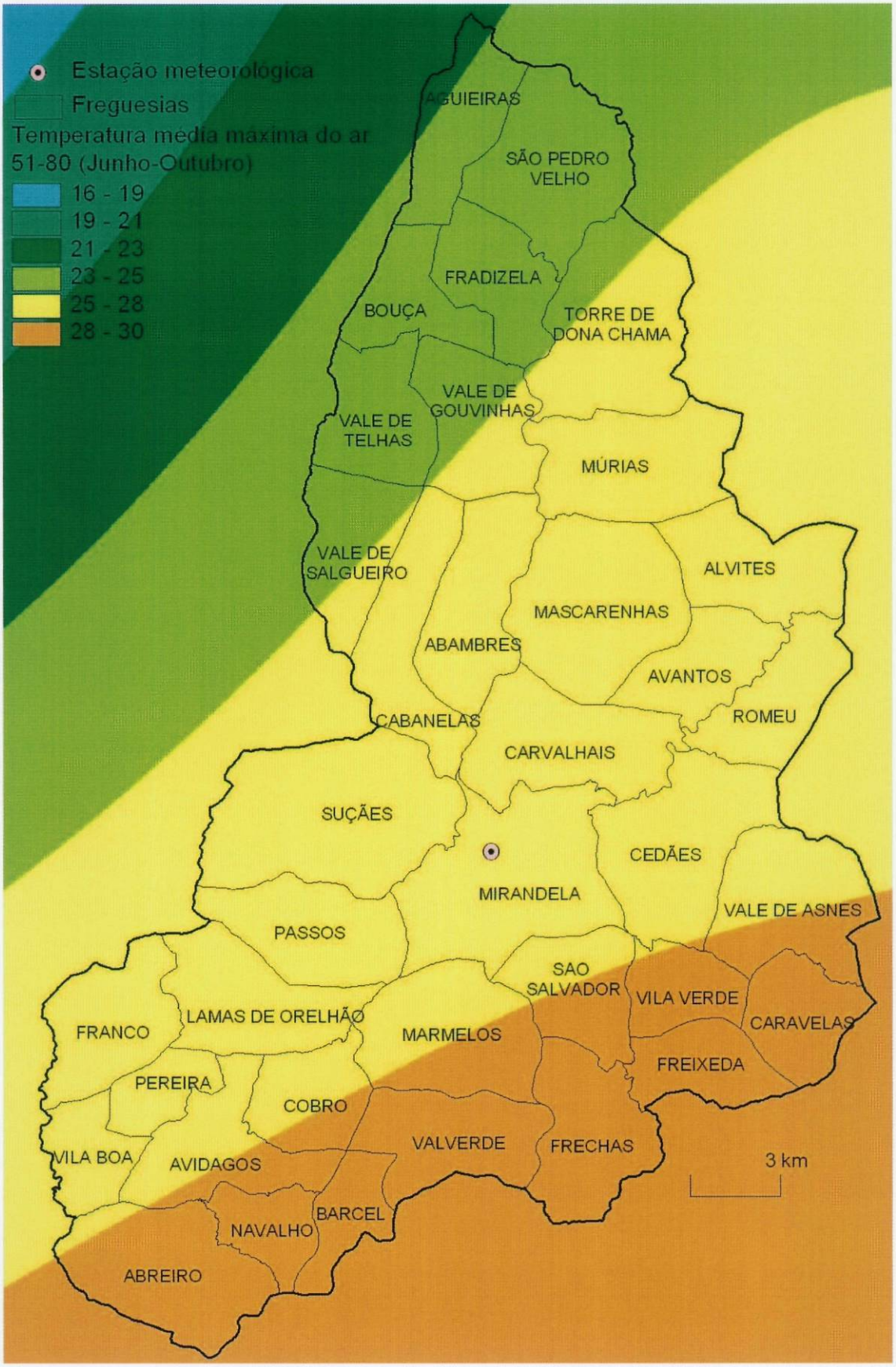


Figura 3.2. Temperatura média máxima do ar (ºC), 1951-80, média de Junho a Outubro.

Fonte: Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Normal Climatológica 51-80, IM

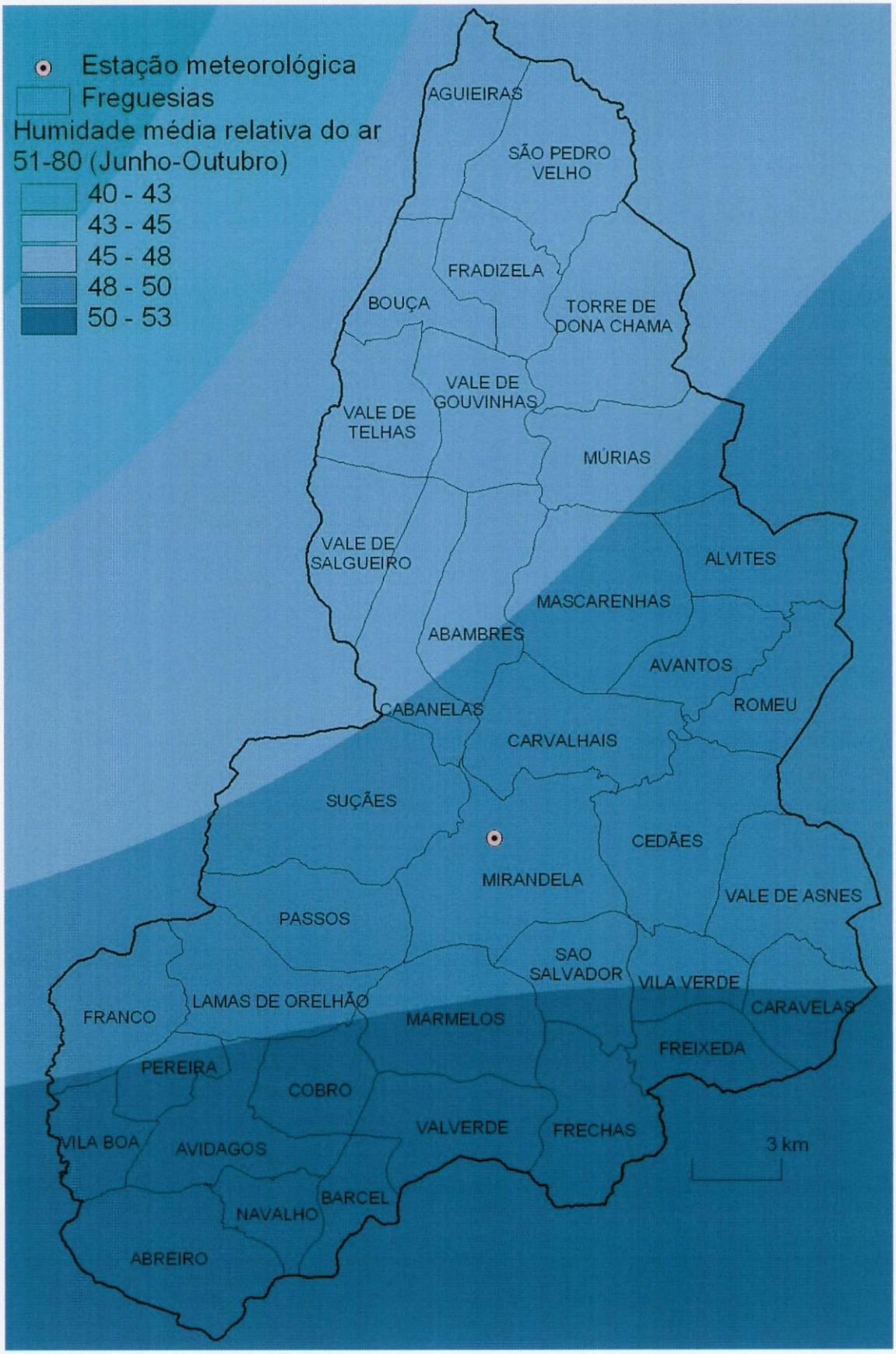


Figura 3.3. Humidade média relativa do ar (%), 1951-80, média de Junho a Outubro.

Fonte: Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Normal Climatológica 51-80, IM

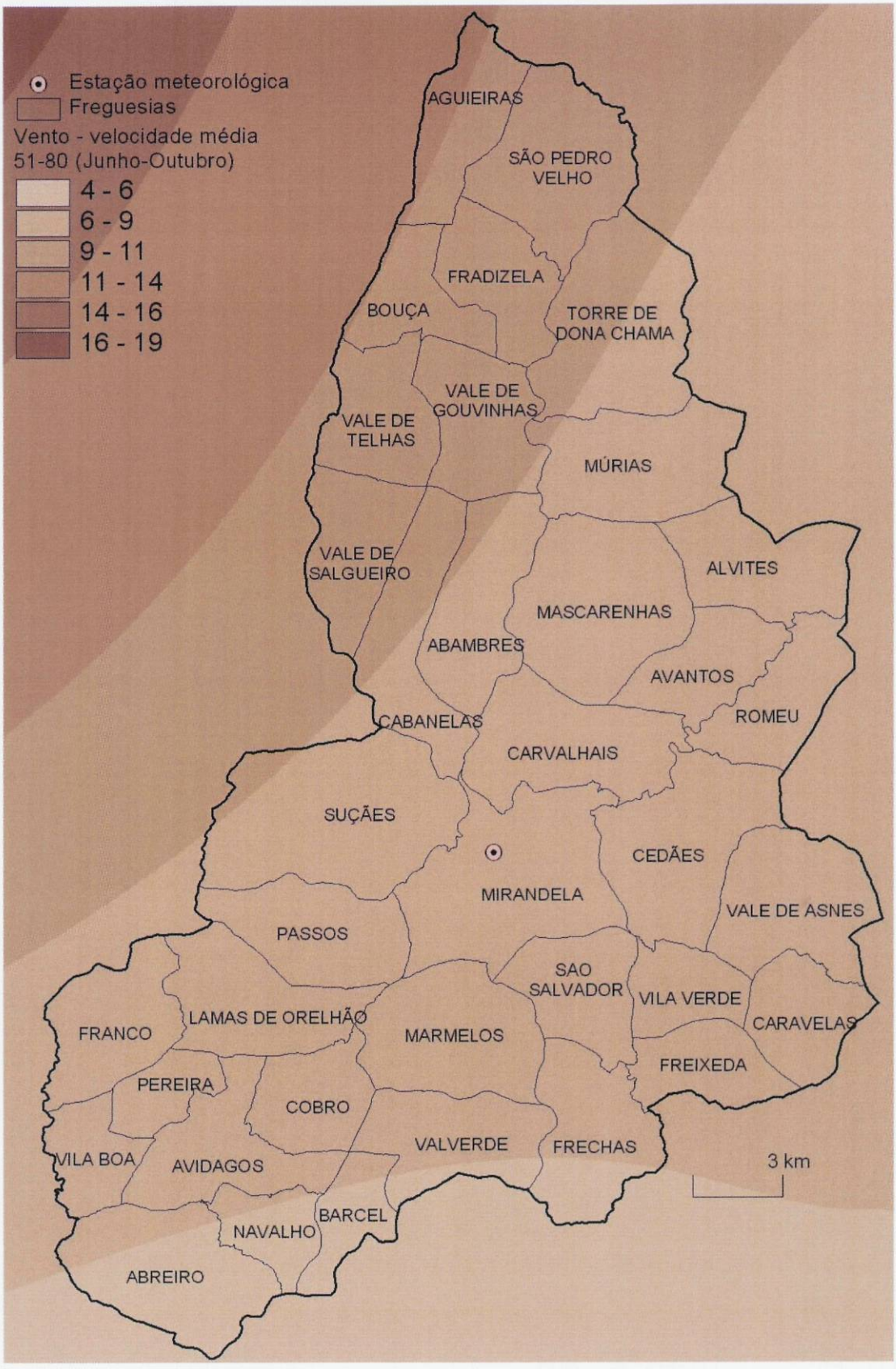


Figura 3.4. Velocidade média (km/h) do vento, rumo de Leste, 1951-80, média de Junho a Outubro.

Fonte: Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Normal Climatológica 51-80, IM

2. Características morfológicas

A análise das características morfológicas é realizada tendo em conta duas variáveis, sendo elas: o declive e a exposição de vertentes.

A figura 3.5, foi obtida através da função *Derive Slope*, disponibilizada pela extensão *3D Analyst*, do programa *ArcView*, a partir da figura 1.10.

As classes de declive que se definiram estão de acordo com CASTRO, Carlos *et al* (2002), pois estes autores referem que "em termos florestais, considera-se que declives até 10% são praticáveis pelas pessoas e veículos normais, entre 10% e 20%, a marcha só é possível a passo e os veículos normais apresentam algumas dificuldades. De 20% a 50% apenas são praticáveis por veículos todo-o-terreno (ou 4x4) e acima dos 50% a marcha é praticamente impossível e só veículos especiais aí conseguem operar." (CASTRO, Carlos e outros, 2002, pág. 16).

Pela observação das figuras 3.5, verifica-se que os valores de declive de 0% a 10% são os que maior representação têm no Concelho, estando localizados num eixo de orientação, aproximadamente, Norte-Sul, que se estende desde o Sul da freguesia de Aguieiras, até ao Norte da freguesia de Cobro, correspondendo, até à freguesia de Mirandela, a uma área de interflúvio que se desenvolve entre os rios Rabaçal, a Leste e Tuela, a Oeste. As áreas onde se verificam os declives menos acentuados compreendem altitudes não superiores a 400 metros de altitude.

Os declives mais acentuados, superiores a 20%, localizam-se em plena Serra de Orelhão e Passos, nas freguesias de Franco, Lamas de Orelhão e Passos; no extremo Sudoeste do Concelho, na freguesia de Abreiro; no extremo Norte do Concelho, na freguesia de Aguieiras; a Leste, ao longo do limite do Concelho, correspondendo à margem esquerda do Rio Rabaçal; no Sul, ao longo da margem direita do Rio Tua, nas freguesias de Marmelos e Valverde; ao Centro, ao longo das margens do Rio Tuela, nas freguesias de Vale de Gouvinhas, Múrias, Mascarenhas e Abambres; e no sector Sudeste do Concelho, correspondendo esta área a uma elevação que não ultrapassa os 700 metros de altitude.

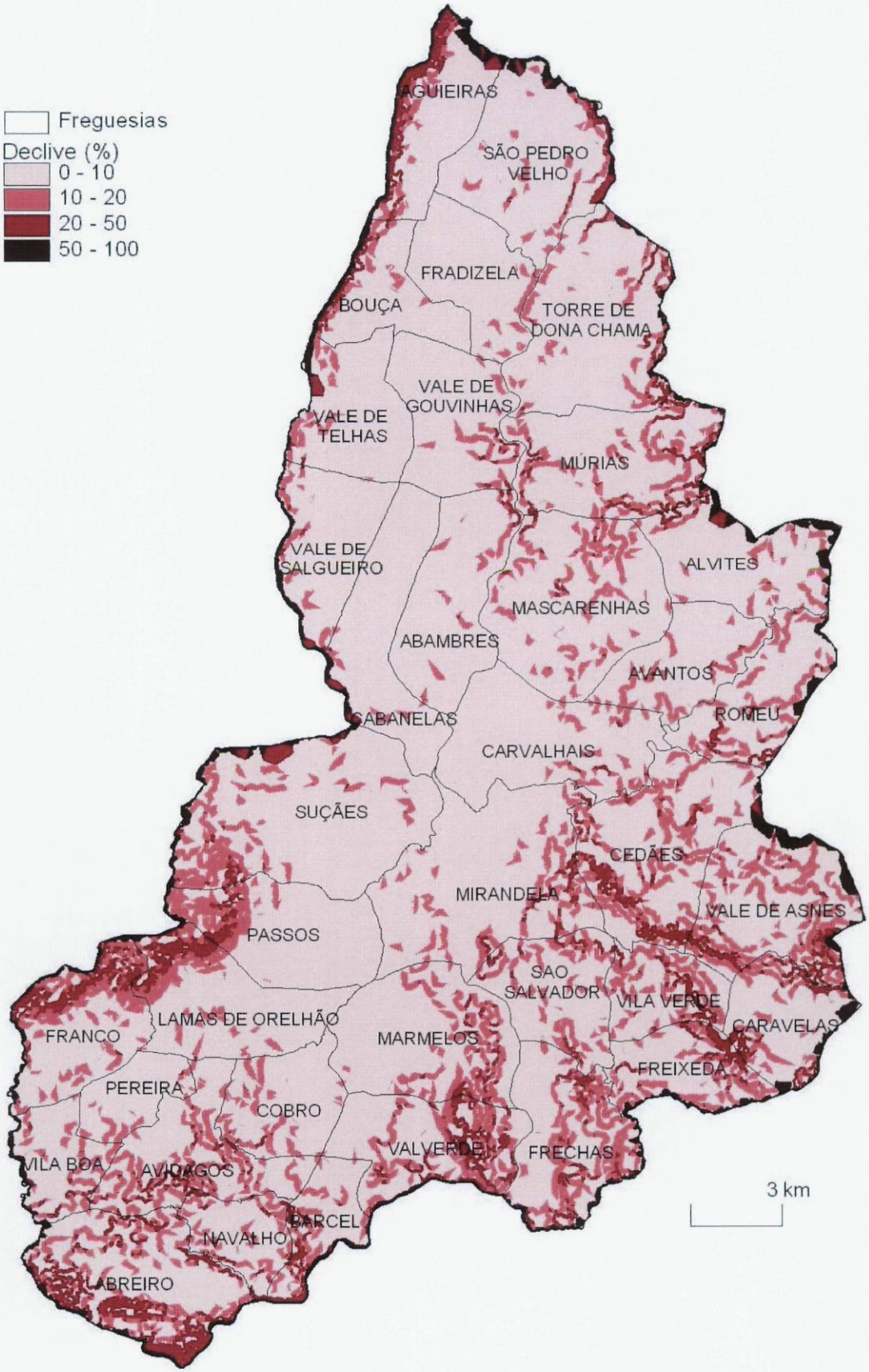


Figura 3.5. Declive.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; figura 1.10. Modelo Digital de Terreno.

A figura 3.6 foi obtida através da função *Derive Aspect*, disponibilizada pela extensão *3D Analyst*, do programa *ArcView*, a partir da figura 1.10.

As classes consideradas compreendem as exposições:

- Norte, entre os 0º e 45º e os 315º e 360º;
- Sul, entre os 135º e 225º;
- Leste, entre os 45º e 135º;
- Oeste, entre os 225º e 315º.

Pela observação da figura 3.6, pode verificar-se que a classe maioritariamente representada não tem qualquer exposição, isto é, o concelho de Mirandela apresenta-se sobretudo plano. Ao Centro, nas freguesias de Carvalhais e Mirandela, essa planura corresponde à planície aluvial que se origina pela confluência dos rios Rabaçal e Tuela que, por sua vez, origina o rio Tua.

Seguidamente, são as vertentes expostas a Oeste e a Sul que se encontram mais frequentemente na área do Concelho, sobretudo, a Oeste, nas freguesias de Aguieiras, Bouça, Vale de Telhas e Vale Sangueiro, correspondendo à margem esquerda do Rio Rabaçal; na freguesia de Mascarenhas; no sector Sudeste, nas freguesias de Mirandela, São Salvador, Frechas, Vila Verde, Freixeda e Caravelas; e a Sudoeste, na freguesia de Franco, numa área que corresponde à Serra de Orelhão e Passos.

As vertentes expostas a Leste e Norte são as que menos representação têm na área do Concelho e encontram-se concentradas, essencialmente, em três sectores: a Oeste, nas freguesias de Suções e Passos, correspondendo à área da Serra de Orelhão e Passos; a Leste, nas freguesias de Cedães, Vale de Asnes e Caravelas; e a Norte, nas freguesias de Fradizela e Vale de Gouvinhas.

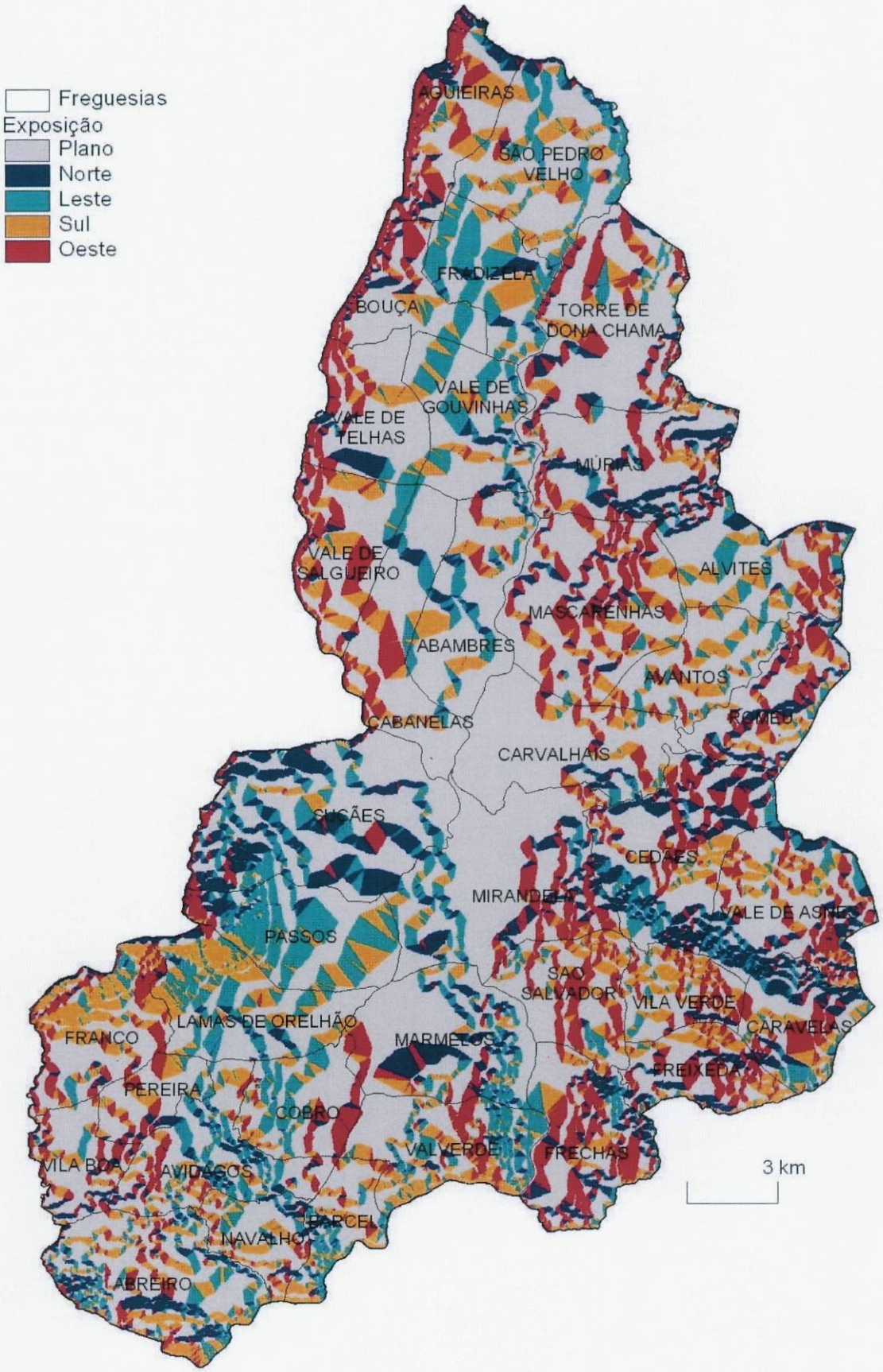


Figura 3.6. Exposição.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; figura 1.10. Modelo Digital de Terreno.

3. Características do combustível vegetal

Após se ter efectuado a análise da figura 1.14, da figura 1.15 e da figura 1.16, no Ponto 6 do Capítulo I, decidiu utilizar-se como base de trabalho a Carta de Ocupação do Solo (COS'90), elaborada pelo ex-Centro Nacional de Informação Geográfica, actual Instituto Geográfico Português, em 1990, para Portugal. Esta base de trabalho, deriva da cobertura aero-fotográfica realizada em 1990/91, tem um *Minimum Mapping Unit* de 1 hectare e foi elaborada à escala 1/25000, tendo, por isso, sido eleita para se efectuar a classificação do combustível vegetal, no concelho de Mirandela.

A partir das várias possibilidades de legendagem que a COS'90 apresenta, foram constituídas sete classes, que se considera serem as que maior relevância têm no que concerne à progressão de um incêndio florestal. Assim as classes constituídas são:

- Arbustos altos e folhosas;
- Arbustos altos e resinosas;
- Carrascal;
- Matos;
- Povoamento Misto (folhosas e resinosas);
- Povoamento Puro (folhosas);
- Povoamento Puro (resinosas).

Tendo em conta o quadro 3.1 e a figura 3.7, de um total de 31794 hectares ocupados com as sete classes acima listadas, é a classe "Matos" que tem maior representatividade, ocupando um total de 13682 hectares (cerca de 43% da área total), estando representada um pouco por todo o Concelho e a dominar as freguesias de Suções e Carvalhais. Segue-se a classe "Povoamento Puro (folhosas)", que ocupa uma área de 8528 hectares (cerca de 27% da área total) e ocorre sobretudo no Sul do Concelho, sendo de salientar a mancha de sobreiros (*Quercus suber)* que se encontra na área designada por Romeu, inserida na Rede Natura 2000. A classe designada por "Povoamento puro (resinosas)", ocupa um total de 3715 hectares (cerca de 12% da área total) e encontra-se bem representada a Norte, nas freguesias de Aguieiras, Bouça, São Pedro Velho, Fradizela e Torre de D. Chama; e a Sul, nas freguesias de Franco, Lamas de Orelhão, Passos, Valverde e Frechas. Segue-se a classe "Povoamento Misto (folhosas e resinosas)", que

ocupa 3466 hectares (cerca de 10% da área total) e ocorre sobretudo no Norte do Concelho, nas freguesias de Vale de Salgueiro, Vale de Telhas, Bouça e São Pedro Velho. A classe "Arbustos altos e folhosas", que ocupa 1553 hectares (cerca de 5% da área total) ocorre pontualmente em dezasseis freguesias a Norte da freguesia de Mirandela. Com menor representatividade surge a classe "Arbustos altos e resinosas" que ocupa 580 hectares (1,82% da área total) e ocorre quer no sector Norte, quer no sector Sul do Concelho, estando representada em treze freguesias. Apesar de a classe "Carrascal" ser aquela que ocupa a menor área, 270 hectares (0,85% da área total), a sua constituição vegetal merece especial atenção por ser dominada por espécies pirófitas. Pontualmente, encontram-se manchas de "Carrascal" nas freguesias de Vale de Gouvinhas, Múrias, Mascarenhas, Avantos, Romeu, Cedães, Carvalhais, Mirandela e Vale de Asnes.

Quadro 3.1. Ocupação do solo.

CLASSE	HECTARES OCUPADOS	PERCENTAGEM OCUPADA
Arbustos altos e folhosas	1553	4,89
Arbustos altos e resinosas	580	1,82
Carrascal	270	0,85
Matos	13682	43,03
Povoamento Misto (folhosas e resinosas)	3466	10,90
Povoamento Puro (folhosas)	8528	26,82
Povoamento Puro (resinosas)	3715	11,69
ÁREA TOTAL	**31794**	**100,00**

Fonte: Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990.

De acordo com a legenda da COS'90, a classe "Arbustos altos e folhosas" é constituída pela presença de vegetação arbustiva alta e de carvalhos (*Quercus*), ou sobreiros (*Quercus suber*) ou outras folhosas (figura 3.8); a classe "Arbustos altos e resinosas" é constituída por vegetação arbustiva alta e pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) (figura 3.9.); a classe "Carrascal" é constituída por vegetação esclerófitica (figura 3.10); a classe "Matos" é constituída por vegetação arbustiva baixa (figura 3.11); a classe "Povoamento Misto (folhosas e resinosas)" é constituída pelos seguintes povoamentos

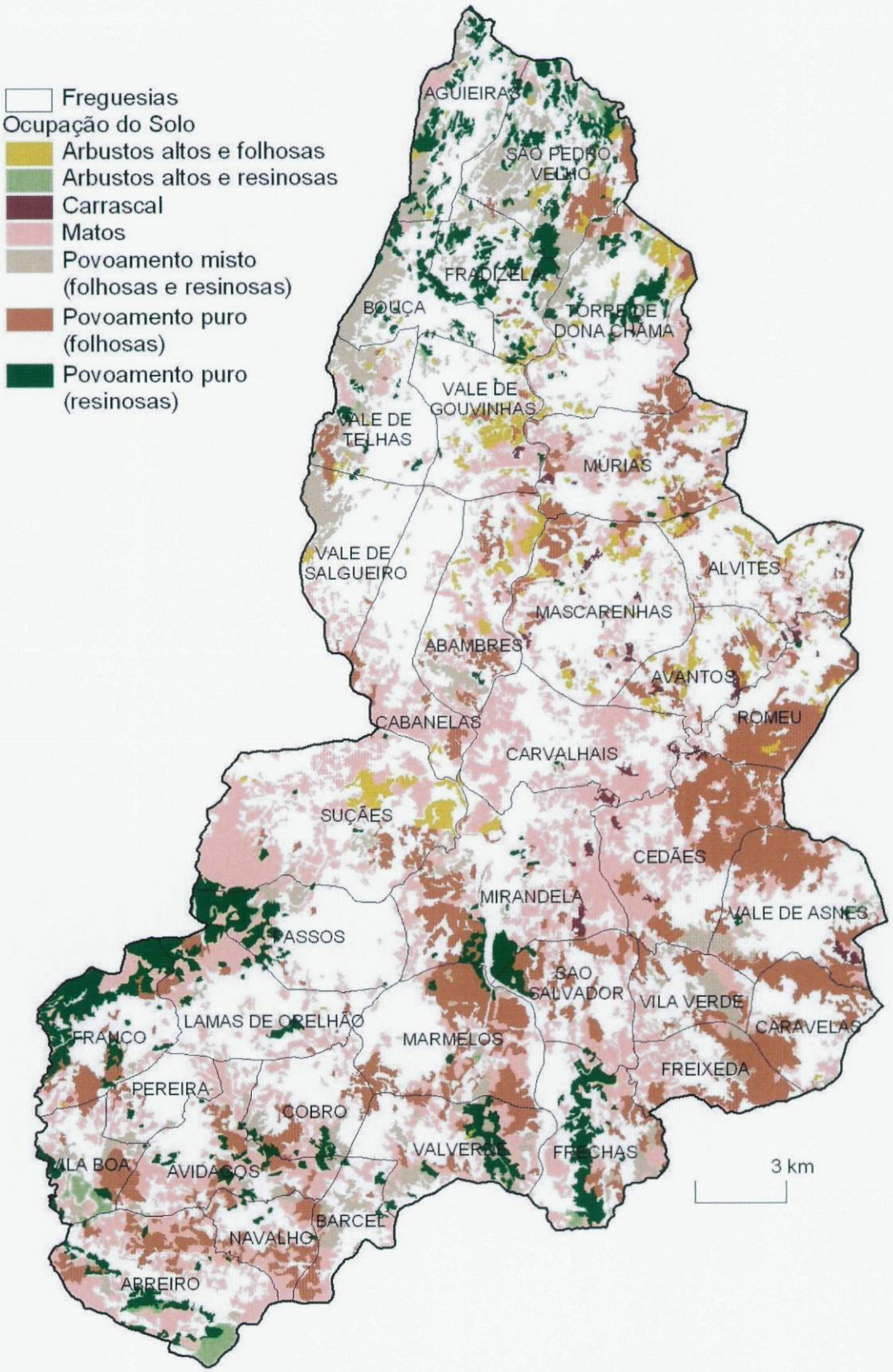


Figura 3.7. Ocupação do Solo.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990.

mistos: pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e sobreiro (*Quercus suber*), pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e castanheiro manso (*Castanea sativa*), pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e carvalho (*Quercus*), sobreiro (*Quercus suber*) e carvalho (*Quercus*), pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*), pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e castanheiro bravo (*Aesculus hippocastanum*), pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e castanheiro bravo (*Aesculus hippocastanum*), pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e outras folhosas, sobreiro (*Quercus suber*) e azinheira (*Quercus ilex*), sobreiro (*Quercus suber*) e outras folhosas, carvalho (*Quercus*) e outras resinosas, outras folhosas e outras resinosas (figura 3.12); a classe "Povoamento Puro (folhosas)" é constituída por povoamentos puros de sobreiros (*Quercus suber*), eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), carvalhos (*Quercus*), castanheiro manso (*Castanea sativa*), castanheiro bravo (*Aesculus hippocastanum*), azinheira (*Quercus ilex*) e outras folhosas (figura 3.13); a classe "Povoamento Puro (resinosas)" é constituída por povoamentos puros de pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e de outras resinosas (figura 3.14).

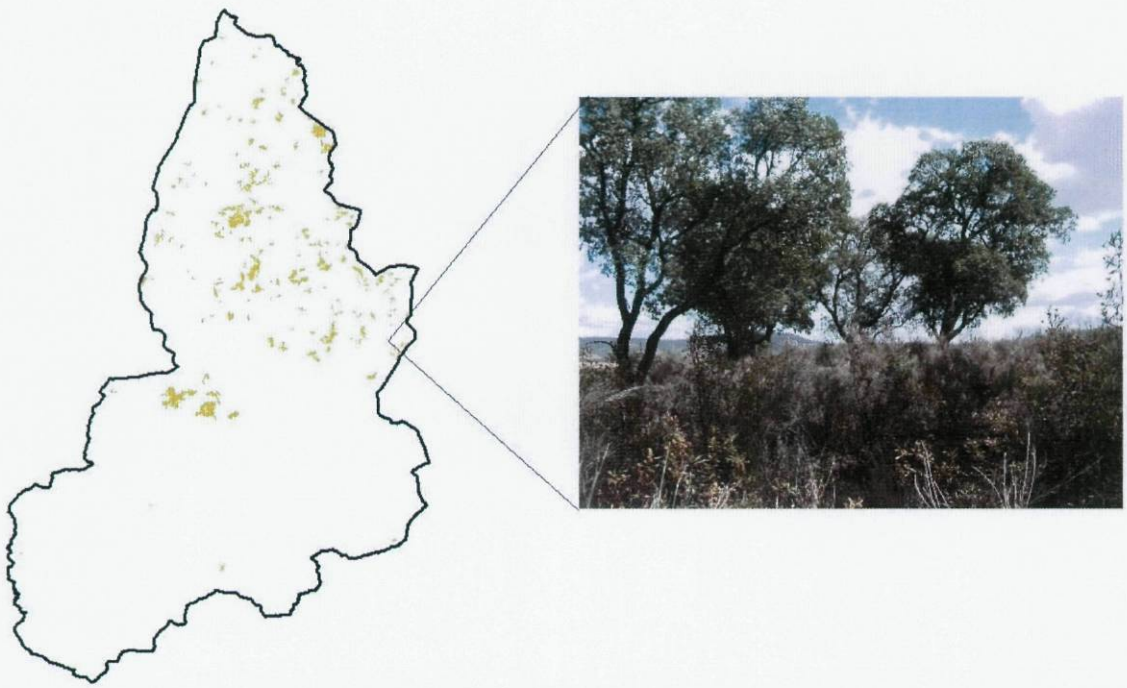


Figura 3.8. Arbustos altos e folhosas.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990; Levantamento fotográfico, Quadraçal, Setembro 2005.



Figura 3.9. Arbustos altos e resinosas.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990; Levantamento fotográfico, Abreiro, Setembro 2005.

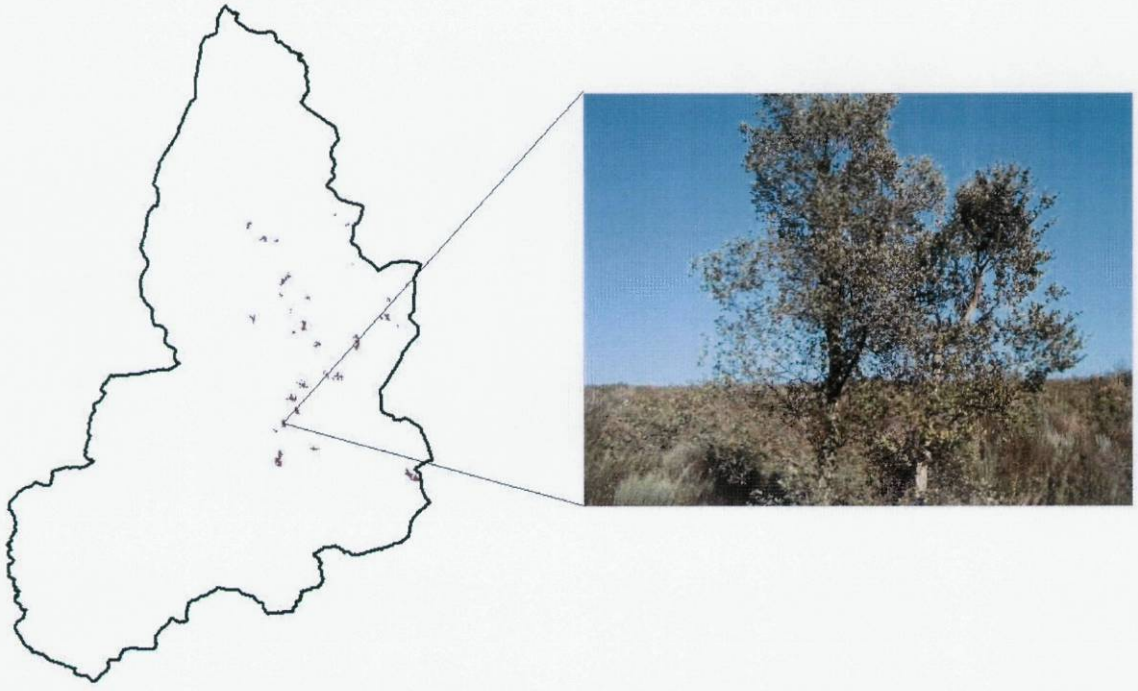


Figura 3.10. Carrascal.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990; Levantamento fotográfico, Quadraçal, Setembro 2005.

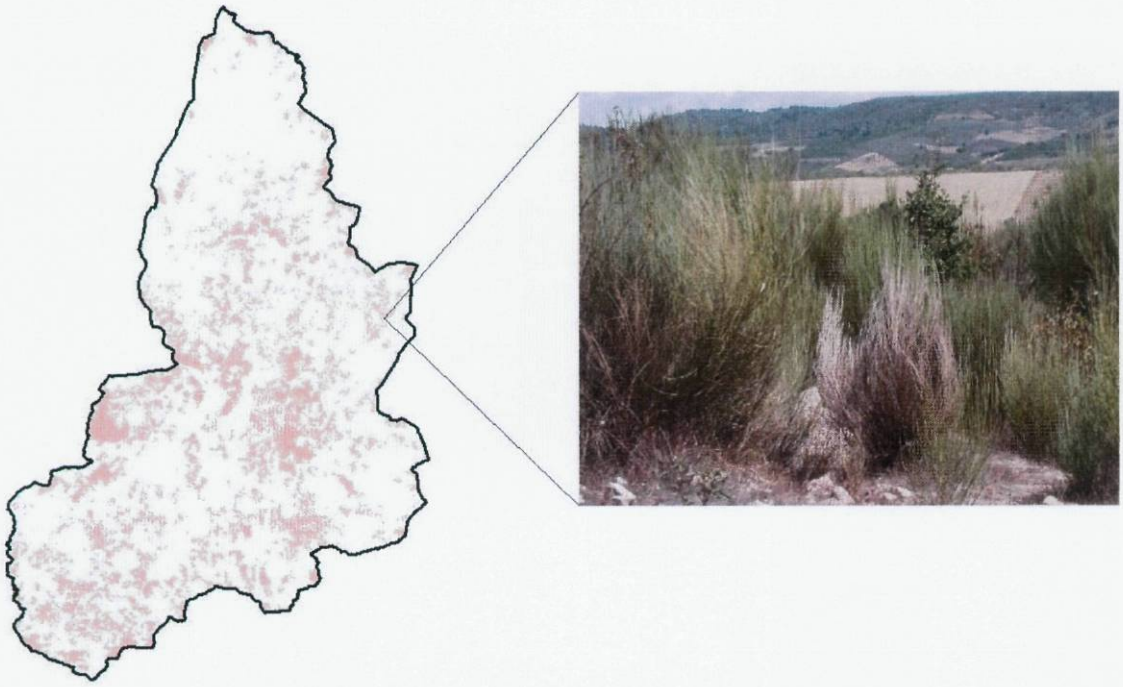


Figura 3.11. Matos.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990; Levantamento fotográfico, Quadraçal, Setembro 2005.



Figura 3.12. Povoamento Misto (folhosas e resinosas).

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990; Levantamento fotográfico, Bouça, Setembro 2005.

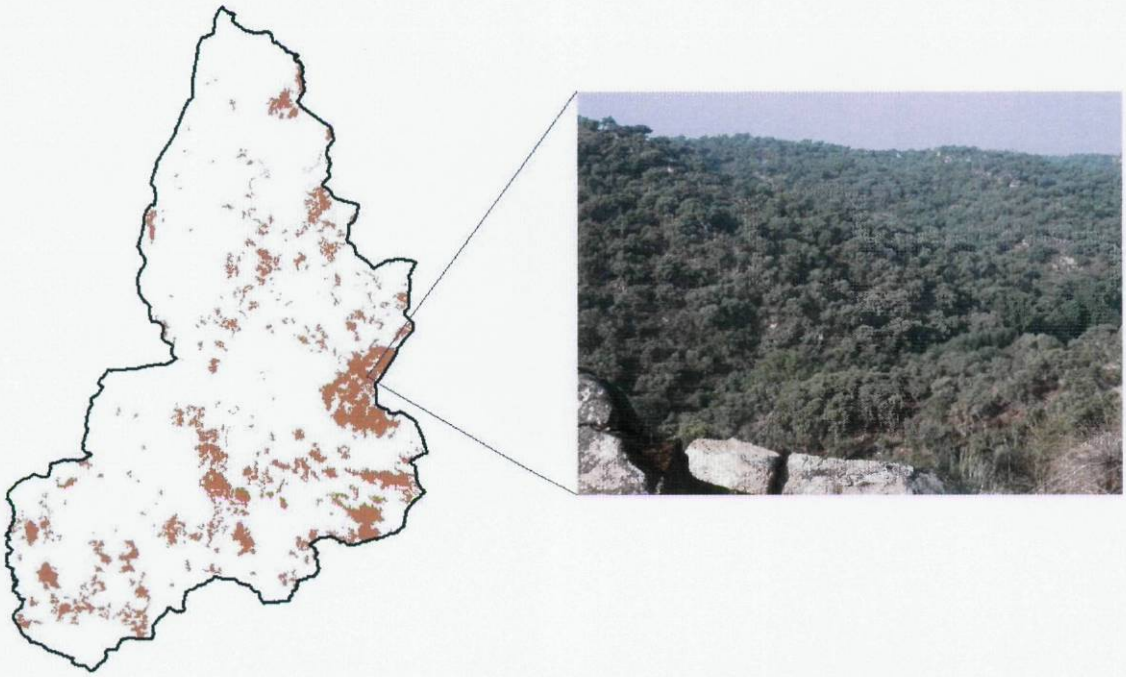


Figura 3.13. Povoamento Puro (folhosas).

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990; Levantamento fotográfico, Quadraçal, Setembro 2005.



Figura 3.14. Povoamento Puro (resinosas).

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990; Levantamento fotográfico, Serra de Orelhão e Passos, Setembro 2005.

4. Características estruturais

A análise das características estruturais é realizada tendo em conta os pontos de água, os postos de vigia e a rede viária.

De acordo com a base de dados de pontos de água disponível no sítio da internet do SNIG, elaborada pelo ex-Centro Nacional de Informação Geográfica, actual Instituto Geográfico Português, em 1998, existem cento e um pontos de água inventariados no concelho de Mirandela. Desses cento e um pontos de água fazem parte:

- uma albufeira;
- uma mina;
- uma piscina;
- uma represa;
- dois poços;
- vinte e oito locais em rios;
- vinte e nove charcas;
- trinta e oito tanques.

A distribuição dos pontos de água pelo Concelho faz-se conforme a figura 3.15. Trata-se de uma distribuição não uniforme, existindo mesmo grandes áreas onde não existe um único ponto de água. Essa lacuna é notória ao longo de dois eixos, um deles, sensivelmente, Norte-Sul nas freguesias de Aguieiras, Fradizela e Vale de Gouvinhas e outro, sensivelmente, Noroeste-Sudeste nas freguesias de Suções, Mirandela e São Salvador. No entanto, existem outras áreas onde a concentração de pontos de água é elevada, sendo exemplo disso as freguesias de Torre de Dona Chama e Múrias.

Nos limites administrativos do concelho de Mirandela não existe qualquer posto de vigia. No entanto, este concelho é amplamente vigiado por sete postos de vigia que se encontram operacionais e se situam, de acordo com a figura 3.16, nos concelhos de Alijó, Carrazeda de Ansiães, Macedo de Cavaleiros, Murça, Valpaços e Vinhais.

Os postos de vigia assinalados na figura 3.16 pertencem à Rede Nacional de Postos de Vigia (RNPV) cujo planeamento, de acordo com GUIMARÃES, "obedece a critérios de



Figura 3.15. Pontos de Água.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Base de dados dos pontos de água, IGP, 1998.

natureza topográfica, distribuição e valor económico e ambiental do património florestal e número de ocorrências verificado na região" (GUIMARÃES, 1997, pág. 25). Segundo o mesmo autor, o alcance visual médio, a partir de cada posto de vigia, situa-se entre os 10 km e os 20 km. Com base nesta informação, foi elaborada a figura 3.16, na qual se apresenta, em termos teóricos, o alcance visual de cada posto de vigia.

Segundo informação da RNPV, disponibilizada no sítio de internet do IGP, todos os postos de vigia estão operacionais e são pertença da Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes (DRATM). Todos eles se encontram em estado razoável de conservação, excepto do de Sta. Comba que se encontra em bom estado. Dois dos postos de vigia têm uma estrutura em alvenaria, sendo eles, o de Sta. Comba e o de Bornes, enquanto os restantes têm uma estrutura metálica. Apenas o posto de vigia denominado Samorinha é alimentado por energia eléctrica, enquanto todos os outros são alimentados por energia solar. O posto de vigia que se encontra à altitude mais elevada é o de Bornes, no concelho de Macedo de Cavaleiros, elevando-se a partir dos 1174 metros, seguido do posto de vigia de Sta. Comba, no concelho de Valpaços, situado a 1014 metros de altitude, depois segue-se o de Samorinha, no concelho de Carrazeda de Ansiães, a 817 metros e dois metros abaixo está instalado o posto de vigia de Burneira, no concelho de Alijó, a 815 metros, seguindo-se o de Vale de Janeiro, no concelho de Vinhais, a 778 metros de altitude e o de Murça, no concelho de Murça, a 734 metros de altitude e, o posto de vigia, que se localiza a uma altitude mais baixa é o de Vilarandelo, no concelho de Valpaços.

A figura 3.17, foi obtida através da função *Calculate Viewshed*, disponibilizada pela extensão *3D Analyst*, do programa *ArcView*, a partir do Modelo Digital de Terreno da área do concelho de Mirandela e dos concelhos adjacentes. Através desta mesma figura é possível verificar que cerca de 50% do Concelho não está coberto pela RNPV, sendo de notar que se identificam três postos de vigia, sendo eles os de Murça, Burneira e Samorinha, que, apesar de se encontrarem geograficamente perto dos limites administrativos do concelho de Mirandela, a sua bacia de visão não os ultrapassa.

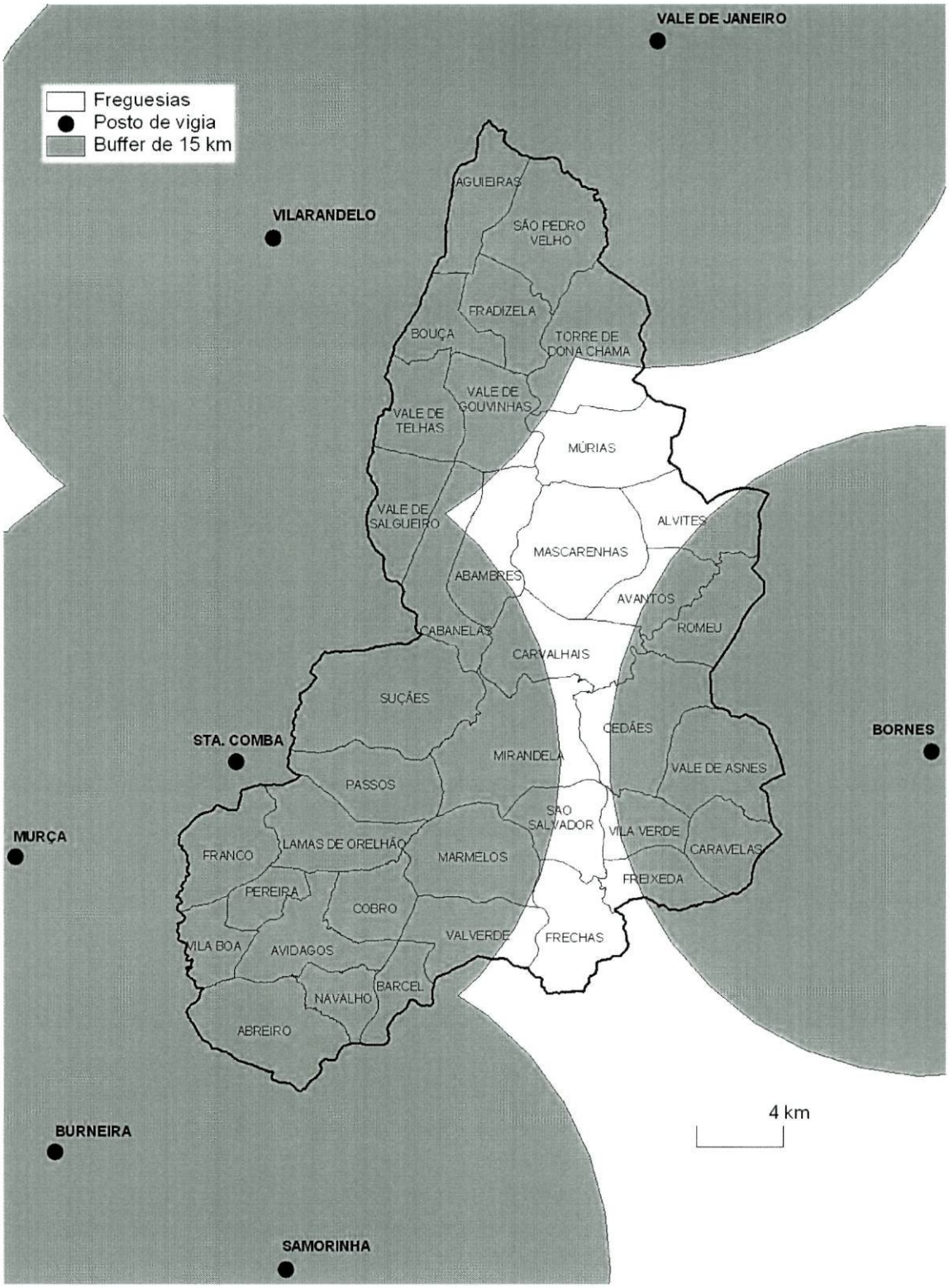


Figura 3.16. Visibilidade a partir dos postos de vigia (15 km).

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Rede Nacional de Postos de Vigia, DGRF, 2000.



Figura 3.17. Bacia de visão.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Curvas de nível de 100metros em 100 metros, Atlas do Ambiente, 1/1000000, ex-DGA, formato SHP; Rede Nacional de Postos de Vigia, DGRF, 2000.

No que concerne à rede viária, pode verificar-se, de acordo com a figura 3.18, que no concelho de Mirandela estão presentes:

- dois itinerários principais;
- três estradas nacionais;
- duas estradas regionais;
- vinte e nove estradas municipais;
- cinquenta e seis caminhos municipais;
- seis mil trezentos e vinte e três caminhos vicinais.

O comprimento total da rede viária é de cerca de 2963 km, distribuídos do seguinte modo:

- 44 km pelos itinerários principais;
- 63 km pelas estradas nacionais;
- 64 km pelas estradas regionais;
- 139 km pelas estradas municipais;
- 115 km pelos caminhos municipais;
- 2532 km pelos caminhos vicinais.

De acordo com as actuais orientações da Agência para a Prevenção de Incêndios Florestais (APIF), a largura das estradas foi classificada em: inferior a 4 metros, entre 4 e 8 metros; e superior a 8 metros. Tendo em conta essas três classes, existem seis mil trezentas e oitenta e uma estradas/caminhos com uma largura inferior a 4 metros, das quais, vinte estradas são municipais, trinta e oito são caminhos municipais e seis mil trezentos e vinte e três são caminhos vicinais; trinta e uma estradas/caminhos com largura entre 4 e 8 metros, das quais duas são estradas regionais, duas são estradas nacionais; nove são estradas municipais e dezoito são caminhos municipais; e dois itinerários principais e uma estrada nacional, cuja largura é superior a 8 metros.



Figura 3.18. Rede viária.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001.

5. Características dos incêndios

Segundo LOURENÇO, Luciano "tanto a cartografia do número de incêndios como a das áreas ardidas, reflecte um sem número de factores intervenientes no desencadear e desenrolar dos fogos florestais, que vão desde a sua origem até à sua extinção" (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 51). Assim, pode dizer-se que essa cartografia reflecte "as influências das características físicas (orográficas, climáticas e vegetais), bem como as ligadas à população das diferentes áreas sinistradas" (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 51) e "as dificuldades inerentes ao próprio combate" (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 51).

Tendo em conta o quadro 3.2 e as figuras 3.19 e 3.20, constata-se que, no concelho de Mirandela, o número de incêndios que ocorrem anualmente não varia na mesma proporção que a área ardida. Como tal, verifica-se que o ano em que a área ardida total foi maior (1991), na ordem dos 6045,3 hectares ocorreram apenas trinta e dois incêndios, enquanto no ano em que ocorreram mais incêndios (2000), cento e quarenta e cinco incêndios, a área ardida total foi de 1242,81 hectares. O ano em que ocorreram menos incêndios (dezassete incêndios) foi o de 1990, tendo a área ardida total sido de 401,5 hectares e o ano em que a área ardida foi menor (11,5 hectares), foi o de 1993, tendo ocorrido dezoito incêndios. Pode, ainda, deduzir-se que ocorrem, em média cerca de setenta e três incêndios por ano e que a média do valor total da área ardida por ano é de cerca de 1161,95 hectares.

De acordo com o quadro 3.2 e com a figura 3.21, a área ardida de povoamentos foi de 11171,04 hectares, tendo ardido, apenas num ano, em 1991, um total de 6003,00 hectares, correspondendo a cerca de 54% da área ardida total de povoamentos; e a área ardida total de matos foi de 6258,23 hectares, tendo ardido, apenas num ano, em 2003, um total de 1702,02 hectares, correspondendo a cerca de 27% da área ardida total de matos. Foi em 1993 que a área ardida total de povoamentos e de matos foi menor, sendo de apenas 1 hectare e 10,5 hectares, respectivamente.

A figura 3.22, deixa entrever que, no concelho de Mirandela, os incêndios ocorrem sobretudo nos sectores Norte e Sul. No sector Norte, foram dez as freguesias onde ocorreram incêndios, tendo sido nas freguesias de Aguieiras, Bouça, São Pedro Velho e

Fradizela, onde a área ardida foi superior; e no sector Sul, foram vinte e duas as freguesias onde ocorreram incêndios, tendo sido nas freguesias de Suções, Passos, Cobro, Avidagos, Navalho, Cedães e Frechas onde a área ardida foi superior. No período de tempo considerado (1990-2004), as freguesias de Cabanelas, Abambres, Mascarenhas, Avantos e Vila Boa, não sofreram qualquer incêndio.

Quadro 3.2. Número de incêndios e Área ardida (1990-2004).

ANOS	OCORRÊNCIAS (nº)	ÁREA ARDIDA POVOAMENTOS (ha)	ÁREA ARDIDA MATOS (ha)	ÁREA ARDIDA TOTAL (ha)
1990	17	235,00	166,50	401,50
1991	32	6003,00	42,30	6045,30
1992	34	153,50	394,50	548,00
1993	18	1,00	10,15	11,15
1994	31	12,70	105,91	118,61
1995	81	1144,50	455,45	1599,95
1996	76	95,70	375,59	471,29
1997	76	22,00	126,32	148,32
1998	121	433,30	552,05	985,35
1999	81	67,20	560,12	627,32
2000	145	716,17	526,64	1242,81
2001	126	126,33	248,80	375,13
2002	98	553,81	407,50	961,31
2003	72	944,32	1702,02	2646,34
2004	82	662,51	584,38	1246,89
TOTAL	**1090**	**11171,04**	**6258,23**	**17429,27**

Fonte: Estatísticas Nacionais de Incêndios Florestais, DGRF, 2005.

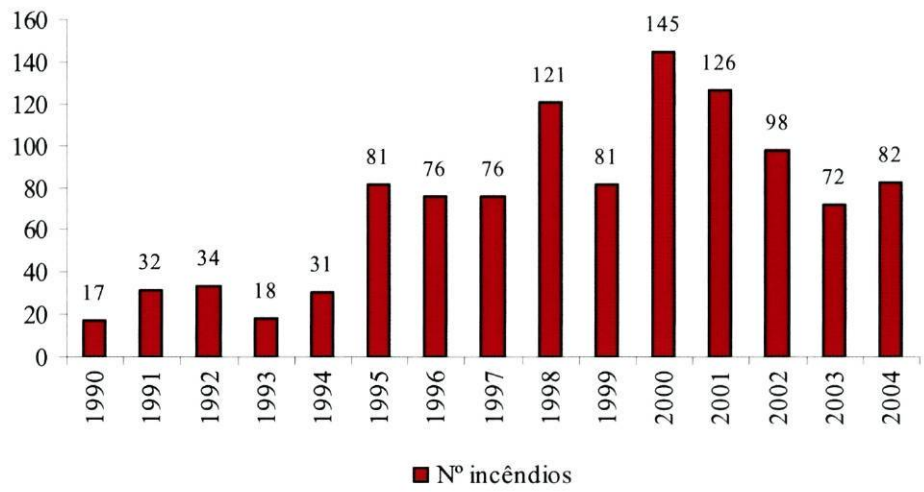


Figura 3.19. Número de incêndios (1990-2004).

Fonte: Estatísticas Nacionais de Incêndios Florestais, DGRF, 2005.

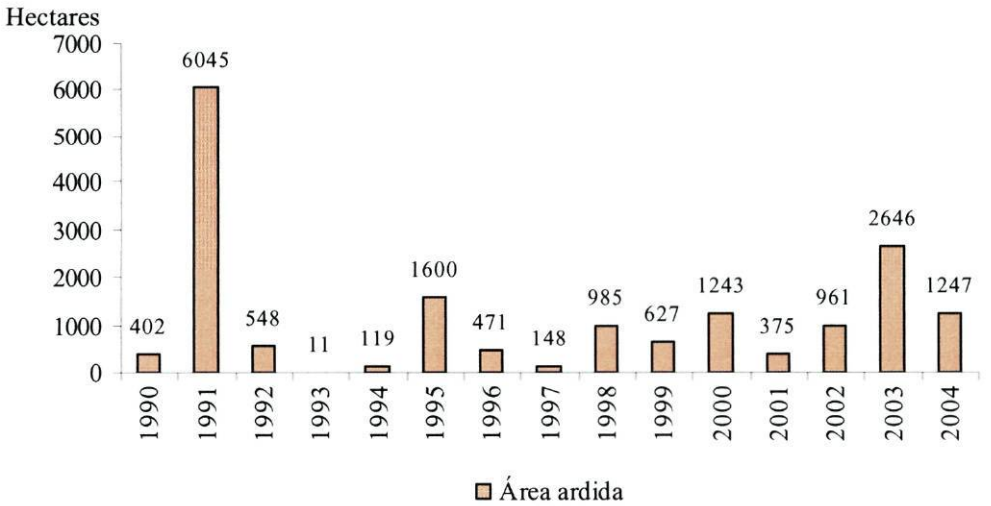


Figura 3.20. Área ardida (1990-2004).

Fonte: Estatísticas Nacionais de Incêndios Florestais, DGRF, 2005.

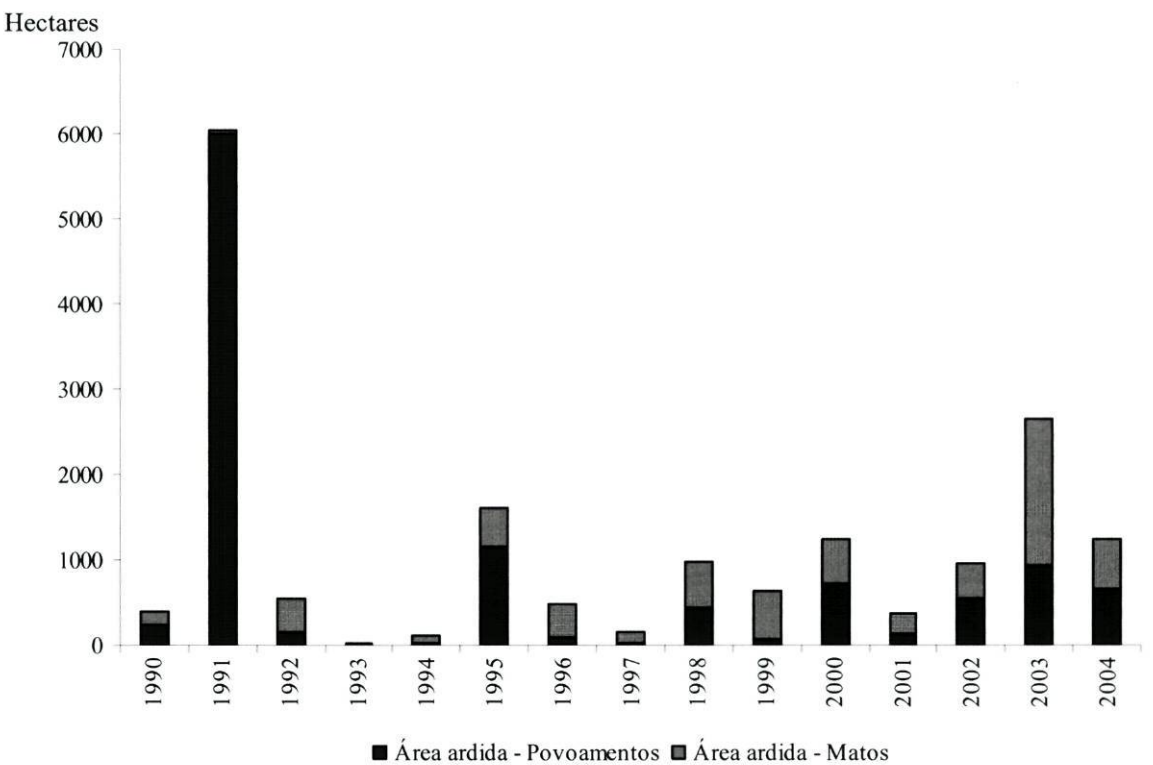


Figura 2.21. Área ardida - Povoamentos e Matos (1990-2004).

Fonte: Estatísticas Nacionais de Incêndios Florestais, DGRF, 2005.

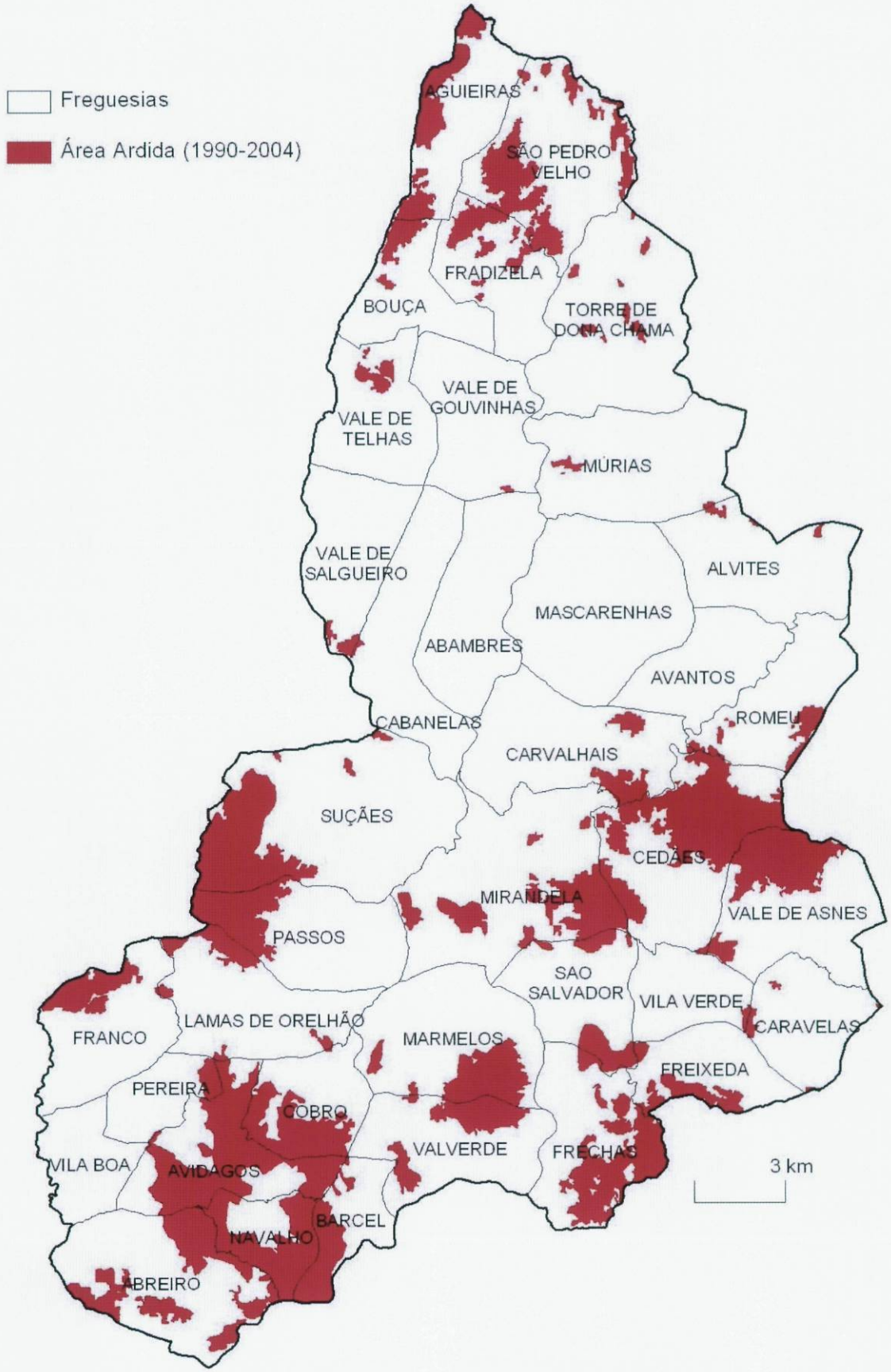


Figura 3.22. Área ardida (1990-2004).

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Mapa das áreas queimadas, DGRF, 2005.

CAPÍTULO IV
ÍNDICE INTEGRADO DE PERIGO DE INCÊNDIO FLORESTAL PARA O CONCELHO DE MIRANDELA

1. Índices de Perigo/Risco de Incêndio Florestal em Portugal

Após se apresentar, no capítulo II, a distinção entre perigo e risco, abordam-se, de seguida, alguns índices de perigo/risco que têm por base Portugal Continental e para áreas mais restritas do país, salientando-se o papel do IM na investigação, aplicação e divulgação das classes de risco de incêndio/fogo florestal.

Em 1997, LOURENÇO, Luciano; GONÇALVES, A. Bento; e LOUREIRO, João, referem que a investigação com vista ao estabelecimento de índices meteorológicos de risco de fogo florestal se iniciou em 1985.

Entre 1960 e 1988, o Instituto de Meteorologia (IM) utilizou um índice meteorológico de risco de incêndio não cumulativo, de Angstrom, baseando-se nos valores diários da temperatura do ar e da humidade do ar, registados às 12 horas UTC, calculando-se através da seguintes expressão: B=0,05xH-0,1x(T-27), em que B é o Índice meteorológico de risco de incêndio; H é a humidade relativa do ar, em %, às 12 horas UTC; e T é a temperatura do ar, em ºC, às12 horas UTC. As três classes que se obtêm com o cálculo deste Índice são: I - Condições pouco favoráveis (B>4,0); II - Condições favoráveis (0,4>B>2,5); III - Condições muito favoráveis.

A partir de 1988, passou a utilizar-se, no IM, um "índice constituído por dois indicadores numéricos e um indicador subjectivo" (SILVA, Victor, 1997, pág. 44). Assim, o primeiro indicador, é semelhante ao índice de Angstrom, calcula-se através da seguinte fórmula: $I_1(i)=T(i)x[T(i)-Td(i)]$ em que, T(i) é a temperatura do ar, em ºC, às12 horas UTC do dia i; e Td(i) é T é a temperatura do ponto de orvalho, em ºC, às12 horas UTC do dia i. Este Índice pode "considerar-se como um índice de ignição de um dia i" (SILVA, Victor, 1997, pág. 44). O segundo indicador é um índice cumulativo adaptado do índice de Nesterov e calcula-se através da seguinte fórmula: $I_2=r(i)xIa(i-1)$ em que, r(i) é um coeficiente positivo, função da precipitação observada entre as 9.00 h do dia anterior e as 9.00 h UTC do dia Ia(i-1)" (SILVA, Victor, 1997, pág. 44); e Ia(i-1) "é a

acumulação de todos os dias desde o início da época de fogos até ao dia i-1" (SILVA, Victor, 1997, pág. 45). Através da soma dos dois indicadores numéricos obtém-se um índice final que nos fornece, "para um dado momento e determinada região, o estado da atmosfera na camada limite, junto à superfície" (SILVA, Victor, 1997, pág. 45). Os valores obtidos com este índice são, posteriormente classificados. "O indicador subjectivo resulta da análise da situação meteorológica do momento e da previsão das condições meteorológicas para os próximos dias" (SILVA, Victor, 1997, pág. 45). Assim, é introduzida a influência do vento, como um factor de agravamento das classes anteriormente obtidas.

Foi em 1994 que o IM passou a calcular "um índice de risco de incêndio florestal baseado em dados de detecção remota - *temperatura da superfície e NDVI (Normalizaed Diference Vegetation Index)* - do satélite NOAA_AVHRR, e dados convencionais - temperatura do ar, radiação global e precipitação - da rede meteorológica nacional" (SILVA, Victor, 1997, pág. 46) e calcula-se a partir da seguinte fórmula: FFRI=kx(Ts-Ta)/(RgxNDVI) em que, FFRI é o índice de risco de incêndio florestal; Ta é a temperatura do ar, em ºC, obtida através da espacialização dos dados de 42 estações; Ts é a temperatura do solo, em ºC, obtida através dos dados NOAA_AVHRR; Rg é a radiação solar, obtida através da espacialização dos dados das estações; NDVI é o *Normalizaed Diference Vegetation Índex*.

Em consequência de uma recomendação efectuada pela Comissão Europeia, nove anos mais tarde, em 1997, o IM começou a utilizar o Índice Meteorológico de Perigo de Incêndio desenvolvido pelo Serviço Canadiano das Florestas, conhecido como o *Fire Weather Index* (FWI). Este índice de perigo cumulativo, baseia-se nos valores da precipitação, humidade relativa do ar, temperatura do ar e velocidade do vento, às 12 horas UTC. Dado que os resultados obtidos com a aplicação directa deste índice não satisfizeram os investigadores, foram-lhe "adicionadas" as características inerentes a cada distrito no que concerne ao número de incêndios ocorridos e aos valores da área ardida, no período de 1988 a 1996. Assim, este índice composto, compreende as seguintes classes de risco: Baixo, Moderado, Alto, Muito Alto e Extremo. Actualmente este índice é disponibilizado através do sítio de *internet* do IM, com uma desagregação territorial ao nível do concelho.

Primeiramente, LOURENÇO, Luciano criou um Índice Meteorológico de Risco de Incêndio Florestal que se traduziu pela fórmula: IR_{LL}= T/U+V, em que T é a temperatura do ar a uma determinada hora; U é a humidade relativa do ar à mesma hora; e V é um factor de correcção, segundo o rumo e a velocidade do vento a essa mesma hora. Contudo, "houve dificuldade em integrar o vento" (LOURENÇO, Luciano, 2004 a, pág. 170), tendo, assim, sido desenvolvido o Índice de Risco de Deflagração de Incêndio Florestal, que através da relação entre a temperatura do ar, em ºC e a humidade relativa do ar, em %, "reflecte sobretudo o risco de deflagração de fogos florestais." (LOURENÇO, Luciano, 1994 a, pág. 32). Segundo o mesmo autor, este Índice inclui os "elementos meteorológicos mais significativos e com maior incidência no fogo florestal" (LOURENÇO, Luciano, 1994 a, pág. 32), sendo eles a temperatura do ar e a humidade relativa do ar, e tem as vantagens de ser "eficaz" (LOURENÇO, Luciano, 1994 a, pág. 32) e "operacional, isto é, pode ser calculado em qualquer momento e local onde possa ocorrer ou esteja a ser combatido um incêndio florestal, com recurso a aparelhos muito simples" (LOURENÇO, Luciano, 1994 a, pág. 28). A fórmula para o cálculo deste Índice é: IR_{LL}= T/U, em que T é a temperatura do ar a uma determinada hora; U é a humidade relativa do ar à mesma hora. A partir deste Índice, obteve-se outro que permite o cálculo das "condições de maior risco" (LOURENÇO, Luciano, 2004 a, pág. 171), o Índice de Máximo Risco de Deflagração de Incêndio Florestal, cujo cálculo resulta na obtenção do quociente entre a temperatura do ar máxima e a humidade relativa do ar mínima, sendo a fórmula para o seu cálculo, a seguinte: $IRDIF_{MáxLL}$= $T_{Máx}/U_{mín}$, em que $T_{Máx}$ corresponde ao valor máximo diário da temperatura do ar; $U_{mín}$ corresponde ao valor mínimo diário da humidade relativa do ar. Este Índice compreende um conjunto de cinco classes de risco que correspondem a cinco graus de risco: classe 1 - baixo; classe 2 - moderado; classe 3 - alto; classe 4 - muito alto; classe 5 - extremo. Mais tarde é definido outro Índice, o Índice de Risco de Progressão de Incêndio Florestal no qual houve a inclusão da variável vento, cujo cálculo se obtém através da seguinte fórmula: $IRPIF_{LL}$=T/U+V/100, em que T é a temperatura do ar, U é a humidade relativa do ar e V é velocidade do vento em km/h, quando o seu rumo (D) se situa entre os quadrantes 350º a 360º e 0º a 180º. O Índice de Risco de Fogo Florestal para o Dia Seguinte surge da necessidade de adição do carácter de prevenção que até então os índices não contemplavam, bem como na sequência dos bons resultados obtidos com o Índice de Risco de Deflagração de Incêndio Florestal, tratando-se de "uma fórmula melhorada ao longo de vários anos de investigação" (LOURENÇO,

Luciano; GONÇALVES, A. Bento; LOUREIRO, João, 1997, pág. 17). Este Índice inclui, para além da previsão do estado do tempo para o dia seguinte, as variáveis de ordem meteorológica mais significativas para a deflagração e propagação dos fogos florestais (temperatura, humidade relativa do ar, rumo e velocidade do vento) e, através da introdução de um factor de correcção, inclui ainda a história dos fogos, podendo assim, serem avaliadas "indirectamente as características físicas e humanas" (LOURENÇO, Luciano; GONÇALVES, A. Bento; LOUREIRO, João, 1997, pág. 17) de um dado município. São cinco as classes de risco de fogo florestal que este Índice contempla, sendo elas: Risco Reduzido, Risco Moderado, Risco Elevado, Risco Muito Elevado, Risco Máximo, sendo a sua fórmula de cálculo, a seguinte: $TIRIFF_{LL}=((T_{dc}/U_{dc}+V_{dc}/100)+(2(T_{ds}-T_{dc})+(U_{dc}-U_{ds})+(V_{ds}-V_{dc})/100))*R$, em que $TIRIFF_{LL}$ corresponde à Tendência do índice de risco de fogo florestal para o dia seguinte, relativa às 12 horas solares; T_{dc} é a temperatura do ar do dia em causa, em ºC; U_{dc} é a humidade relativa do ar do dia em causa, em %; V_{dc} é a velocidade do vento, em km/h, quando o seu rumo (D) está situado entre os quadrantes 350º a 360º e 0º a 180º; T_{ds} é s temperatura do ar prevista para o(s) dia(s) seguinte(s), em ºC; U_{ds} é a humidade relativa do ar prevista para o(s) dia(s) seguinte(s), em %; V_{ds} é a velocidade do vento do(s) dia(s) seguinte(s), em km/h, quando o rumo previsto se situar entre os quadrantes 350º a 360º e 0º a 180º; R "é um factor de correcção regional, multiplicativo, variável em função do risco médio de cada concelho, obtido através da sua história passada" (Cit. LOURENÇO, Luciano, 2004, pág. 172). O risco médio de cada concelho é obtido pelo Índice de Risco Histórico-Geográfico que se calcula através da relação da "densidade de fogos florestais ocorridos numa determinada área (nº de fogos por km^2) com a percentagem de área ardida nessa mesma área" (LOURENÇO, Luciano, 2004 a, pág. 180). O autor refere que este Índice "reflecte todas as variáveis envolvidas no processo, desde as condições de natureza física (meteorológicas, combustíveis, relevo), até às causas directas e indirectas do fogo, essencialmente de origem humana, passando pela eficiência, ou não, do próprio combate." (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 125).

O Índice Climático (diário) de Perigo de Incêndio, desenvolvido por RAMOS, Catarina e VENTURA, José, foi elaborado para Portugal Continental com base nos dados diários das 18 horas registados nas estações de Vila Real, Coimbra, Lisboa, Évora e Faro. O período de tempo considerado compreendeu os meses de Junho a Setembro, para os

anos de 1987, 1988 e 1989. Para a definição deste Índice, os autores não consideraram os "pequenos fogos (inferiores a 100 ha), pois serão os de maiores dimensões, aqueles que se terão desenvolvido nos tipos de tempo mais propícios à sua propagação." (RAMOS, Catarina; VENTURA, José, 1992, pág. 84). Primeiramente foi elaborada uma análise dos fogos florestais no que concerne à distribuição espacial e à variação temporal. Quanto à distribuição espacial dos fogos florestais, os autores constataram que foi na região Norte onde houve um maior número de incêndios, bem como uma maior área ardida, facto que associam à concentração, em mais de 90%, de pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) naquela região do país. Quanto à variação temporal, os autores, apoiando-se nas características termopulviométricas dos anos em estudo, referem que existe uma "forte variação interanual dos fogos florestais." (RAMOS, Catarina; VENTURA, José, 1992, pág. 82). O Índice de Perigo de Incêndio traduz-se pela relação entre a "temperatura máxima com a humidade atmosférica" (RAMOS, Catarina; VENTURA, José, 1992, pág. 85) e tem a seguinte expressão: I = i * i', em que I representa o Índice de Perigo de Incêndio; i é a diferença entre a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho; e i' é a temperatura máxima. As duas variáveis foram classificadas em cinco classes (variável i: <5; 5-10; 10-15; 15-20; >20 e variável i': <20; 20-25; 25-30; 30-35; >35) e a aplicação do Índice permitiu a obtenção das classes de risco: Muito baixo (1, 2 e 3), Baixo (4 e 5); Médio (6, 8 e 9); Elevado (10, 12 e 15) e Muito elevado (16, 20 e 25). Posteriormente, os autores associam a classificação dos tipos de circulação atmosférica, que foi objecto de trabalhos anteriores, à "delimitação dos períodos favoráveis aos grandes incêndios a partir do índice I" (RAMOS, Catarina; VENTURA, José, 1992, pág. 88), obtendo, assim, os tipos de tempo favoráveis aos incêndios. Foram identificados dois tipos de circulação atmosférica dominantes, sendo eles, o tipo As' - anticiclone dos Açores (subtropical) prolongado pela Europa e o tipo DTS - depressão térmica sariana prolongando-se pela Península Ibérica. Assim, os autores concluíram que "a eclosão e alastramento" (RAMOS, Catarina; VENTURA, José, 1992, pág. 91) de um fogo florestal "é fortemente condicionada pelas condições meteorológicas." (RAMOS, Catarina; VENTURA, José, 1992, pág. 91).

A construção do Índice de Perigo de Incêndio Florestal para o Parque Natural da Serra de Aire e Candeeiros compreende o desenvolvimento de "um modelo de perigo de incêndio conceptualmente semelhante ao de Chuvieco, mas algo mais formal." (PEREIRA, J. M. Cardoso; MACHADO, Carlos A., 1994, pág. 182). Este Índice tem

cinco classes, sendo elas: perigo nulo, perigo baixo, perigo médio baixo, perigo médio alto, perigo elevado; e é composto por um conjunto de três grupos de critérios: Risco de ignição, Risco de propagação e Capacidade de intervenção. De cada um destes grupos faz parte um conjunto de variáveis, ou seja, do grupo do Risco de ignição fazem parte: as fontes de ignição e a inflamabilidade; do grupo do Risco de propagação fazem parte: o declive, a radiação, a área contínua de matos, o NDVI e a combustibilidade; e, por fim, do grupo da Capacidade de intervenção fazem parte: a visibilidade e a acessibilidade. Estas variáveis foram valorizadas através do "Processo da Hierarquia Analítica (PHA) de Saaty (1977, 1998), que requer a construção de uma matriz de comparações emparelhadas, não ordenadas." (PEREIRA, J. M. Cardoso; MACHADO, Carlos A., 1994, pág. 182), sendo a matriz de comparações emparelhadas "obtida por interrogação de especialistas conhecedores do problema, num formato estruturado e interactivo proporcionado pelo programa EXPERT CHOICE (Forman et al., 1983)." (PEREIRA, J. M. Cardoso; MACHADO, Carlos A., 1994, pág. 183) e "os pesos relativos dos vários critérios (mapas temáticos) são dados pelo vector próprio principal desta matriz (Saaty, 1977)." (PEREIRA, J. M. Cardoso; MACHADO, Carlos A., 1994, pág. 182). Apesar de os autores se basearem em métodos já provados, referem que a metodologia aplicada tem uma grande carga de subjectividade.

O *Integrated Forest Fire Risck* (IFFR) aplicado ao Centro-Norte de Portugal, "combina um índice estrutural e outro dinâmico para o desenvolvimento de cartografia diária de risco de incêndio florestal em Portugal" (FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo; CAETANO, Mário, s/d, pág. 1). O índice estrutural integra as variáveis: topografia (altitude, declive, exposição), estradas, caminhos, áreas urbanas e a vegetação, tendo a seguinte expressão: SFI=100v+30s+10a+5u+2e, em que SFI é o *Structural Fire Index*, v é a vegetação, s é o declive, a é a exposição, u é a distância a estradas e áreas urbanas e, por fim e é a altitude. O índice dinâmico adoptado "combina cartografia de combustíveis florestais com informação acerca do estado actual de verdura da vegetação e dados meteorológicos para produção de um mapa diário de risco potencial de incêndio" (FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo; CAETANO, Mário, s/d, pág. 1). A estas variáveis é, posteriormente, atribuído um valor e são relacionadas através da utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica.

O cálculo do Índice de Perigo de Incêndio para o Vale do Tâmega baseia-se "em técnicas de detecção remota, técnicas de sistemas de informação geográfica e procedimentos estatísticos" (ARANHA, José; GONÇALVES, Gonçalo, 2001). Assim, é através da sobreposição e relacionamento de imagens representativas de variáveis de diferente natureza, permitido através da utilização de Sistemas de Informação Geográfica, que se constrói o Índice de Perigo de Incêndio para o Vale do Tâmega. As variáveis que se relacionam neste índice são: vegetação, exposição, declive, altitude, localização e distância às estradas, localização e distância aos estradões, localização e distância às zonas urbanas e temperaturas estimadas com base na imagem *Landsat TM* banda 6.

O Decreto-Lei 156/2004, de 30 de Junho, define, no artigo 5.º, que o Índice de Risco de Incêndio é elaborado e divulgado pela Agência para a Prevenção de Incêndios Florestais (APIF) e "estabelece o risco diário de incêndio florestal", apresentando as classes: reduzido, moderado, elevado, muito elevado e máximo. É ainda referido que este Índice conjuga "informação meteorológica de base e previsões, oriunda do Instituto de Meteorologia, com o estado de secura dos combustíveis e o histórico das ocorrências, entre outros". Estando a cargo do IM a elaboração e disponibilização, à APIF, do índice dinâmico meteorológico.

Os índices quer de risco, quer de perigo são ferramentas úteis e indispensáveis para o controlo quer da deflagração, quer da propagação, de um fogo ou de um incêndio florestal, respectivamente, na medida em que "a correcta utilização de índices de risco conduz não só a uma gestão eficaz de equipamentos e de pessoal" (LOURENÇO, Luciano, 1994 a, pág. 31), como ainda dão uma valiosa contribuição "na luta contra os fogos (...) através da correcta gestão das organizações de combate." (LOURENÇO, Luciano, 1994 a, pág. 30).

2. Índice Integrado de Perigo de Incêndio para o Concelho de Mirandela

Com base na análise efectuada no ponto anterior e nas características do concelho de Mirandela, expressas no Capítulo III, pretende, agora, através de uma expressão matemática, efectuar-se a articulação entre as diferentes variáveis que influenciam a

propagação dos incêndios florestais no concelho de Mirandela. Essa articulação é traduzida por um índice de perigo.

Com o apoio dos SIG, programa *Arcview*, versão 3.3, com as extensões *3D Analyst* e *Spatial Analyst*, foram elaboradas e apresentadas no Capítulo III, dez cartas temáticas, sendo elas:

- Temperatura média máxima do ar (ºC), 1951-80, média de Junho a Outubro;
- Humidade média relativa do ar (%), 1951-80, média de Junho a Outubro;
- Velocidade média (km/h) do vento, rumo de Leste, 1951-80, média Junho-Outubro;
- Declive;
- Exposição;
- Ocupação do Solo;
- Pontos de Água;
- Bacia de visão;
- Rede viária;
- Área ardida (1990-2004).

Estas cartas, elaboradas inicialmente em formato vectorial, são, agora, convertidas para o formato raster, pois este é o formato que permite a realização de operações de álgebra de mapas. É a função *Map Calculator*, incluída na extensão *Spatial Analyst*, que viabiliza a realização dessas operações. A conversão destas cartas para formato raster pressupõe a escolha do tamanho do pixel, tendo-se optado por um pixel de 30 metros. Essa conversão pressupõe ainda a ponderação de cada variável, logo, tendo em conta as características de cada uma e a influência que têm na propagação de um incêndio florestal, é-lhes atribuído um valor. A pesquisa bibliográfica permitiu uma reflexão sobre a importância de cada variável e, de acordo com a informação disponível, expõem-se nos quadros 4.2., 4.4., 4.5. e 4.6., os valores que lhes são atribuídos. Esses valores variam entre 0 e 7, sendo os valores mais elevados atribuídos às classes que têm uma maior influência na rápida propagação de um incêndio florestal, podendo dar origem a incêndios de grandes dimensões; e os valores mais baixos são atribuídos às classes que têm uma menor influência na propagação de um incêndio florestal.

No que respeita às variáveis de ordem climática, tendo em conta as leituras efectuadas, sabe-se que quanto mais elevada estiver a temperatura do ar, quanto mais baixos forem os valores de humidade do ar e quanto maior for a velocidade do vento, mais favorável é a rápida propagação de um incêndio florestal. Às classes de cada uma destas variáveis não foram atribuídos valores, pois estas foram articuladas de acordo com o Índice de Risco de Progressão de Incêndio Florestal, elaborado por LOURENÇO, Luciano e, como tal, são utilizados os seus próprios valores, não havendo lugar à reclassificação das classes previamente obtidas (quadro 4.1).

Quadro 4.1. Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características climáticas)

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	
VARIÁVEL	**CLASSES**
Temperatura média máxima do ar (ºC)	16-19
	19-21
	21-23
	23-25
	25-28
	28-30
Humidade média relativa do ar (%)	40-43
	43-45
	45-48
	48-50
	50-53
Velocidade média (km/h) do vento, rumo de Leste	4-6
	6-9
	9-11
	11-14
	14-16
	16-19

Quanto às variáveis de ordem morfológica, sabe-se que, de acordo com as leituras efectuadas, quanto mais elevados forem os valores do declive, mais difícil é o combate a um incêndio florestal, logo, a sua propagação é mais rápida; e que as vertentes expostas

a Sul e Oeste são mais quentes e secas do que as vertentes expostas a Norte e a Leste. Assim, deduz-se que o combustível vegetal presente nas vertentes expostas a Sul e Oeste contém valores de humidade inferiores àqueles que existem nas vertentes expostas a Norte e a Leste, logo, a propagação de um incêndio florestal é mais rápida. Os valores são atribuídos a cada classe das variáveis: declive e exposição, de acordo com o quadro abaixo.

Quadro 4.2. Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características morfológicas)

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS		
VARIÁVEL	**CLASSES**	**VALOR**
Declive	0-10	1
	10-20	2
	20-50	3
	50-100	4
Exposição	Plano	0
	Norte	2
	Leste	2
	Sul	4
	Oeste	4

De modo a que se pudesse conhecer o combustível vegetal que proporciona a progressão de um incêndio florestal, procedeu-se à sobreposição da figura 3.7, com a figura 3.22, tendo-se obtido a figura 4.1. Este procedimento permitiu aferir a percentagem de cada classe de ocupação do solo que ardeu, entre 1990 e 2004, o que facilitou a atribuição dos valores a cada classe no que concerne à propagação de um incêndio florestal. Através do quadro 4.3, podem conhecer-se as percentagens do combustível vegetal que ardeu. Perante esses valores, assim foram atribuídos valores a cada classe, conforme o quadro 4.4, isto é, as classes de combustível vegetal que apresentam uma maior percentagem de área ardida, recebem valores mais elevados, enquanto as classes de combustível vegetal que apresentam percentagens menores, recebem valores mais baixos.

Quadro 4.3. Combustível vegetal que ardeu (1990-2004) (%)

Classes de combustível vegetal	Hectares ocupados	Hectares ardidos	Combustível vegetal que ardeu (%)
Arbustos altos e folhosas	1553	59	3,8
Arbustos altos e resinosas	580	156	26,9
Carrasacal	270	53	19,6
Matos	13682	4201	30,7
Povoamento Misto (folhosas e resinosas)	3466	1105	31,9
Povoamento Puro (folhosas)	8528	2412	28,3
Povoamento Puro (resinosas)	3715	1334	35,9

Fonte: figura 4.1. Ocupação do solo em áreas ardidas (1990-2004).

Quadro 4.4. Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características do combustível vegetal)

CARACTERÍSTICAS DO COMBUSTÍVEL VEGETAL		
VARIÁVEL	**CLASSES**	**VALOR**
Combustível vegetal	Arbustos altos e folhosas	1
	Arbustos altos e resinosas	3
	Carrasacal	2
	Matos	5
	Povoamento Misto (folhosas e resinosas)	6
	Povoamento Puro (folhosas)	4
	Povoamento Puro (resinosas)	7

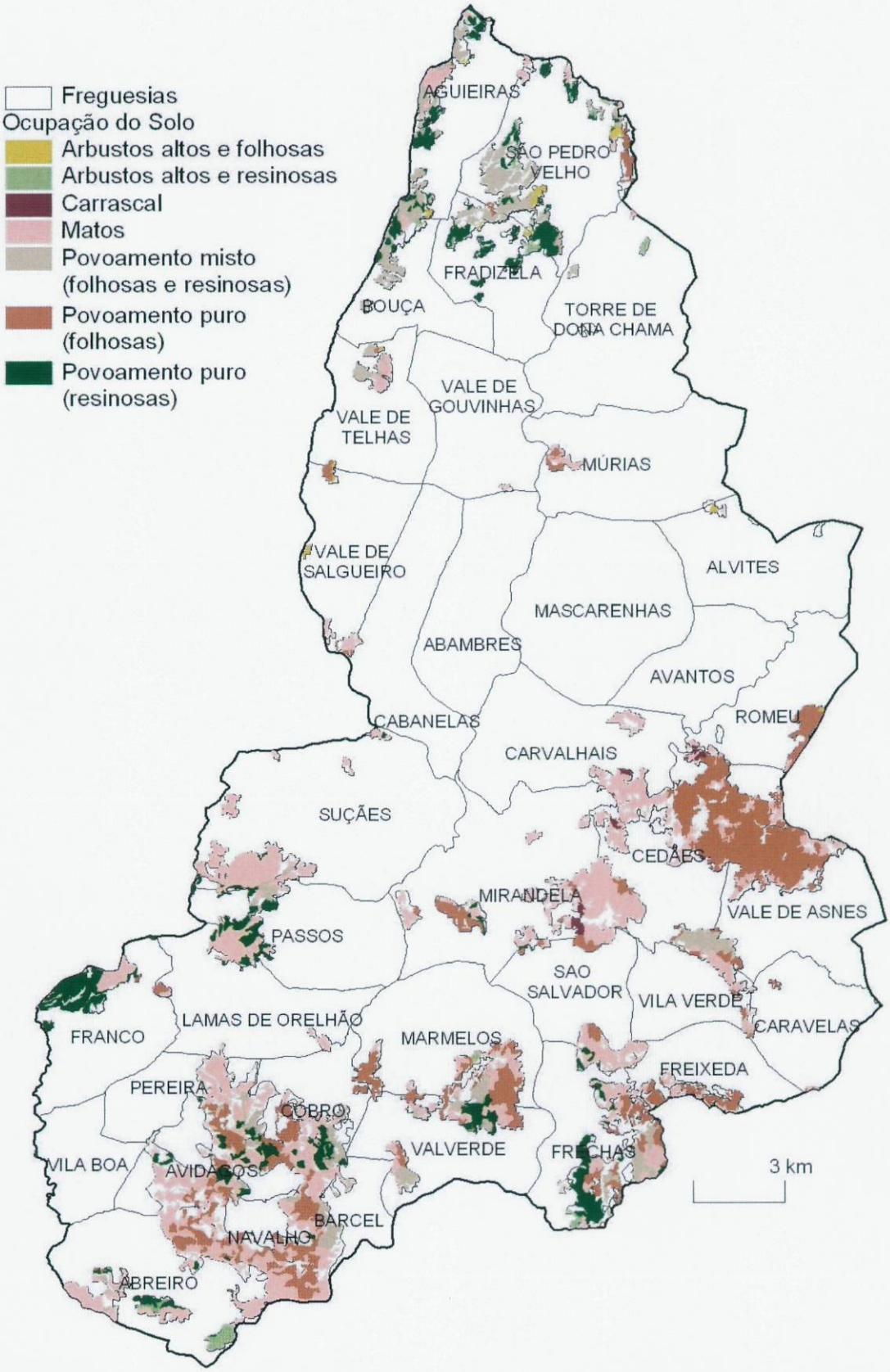


Figura 4.1. Ocupação do solo em áreas ardidas (1990-2004).

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990.

No que concerne às características estruturais, foram tidos em conta os pontos de água, os postos de vigia e a rede viária. Considera-se que a existência de pontos de água, no local onde se verifica a ocorrência de um incêndio, é favorável, pois possibilita o rápido abastecimento dos meios terrestres e uma consequente intervenção destes junto do incêndio. Em relação aos postos de vigia, através da figura 3.17, apresentada no Capítulo III, são conhecidas as áreas visíveis e não visíveis a partir dos mesmos. Considera-se que qualquer foco de incêndio que tenha o seu início numa das áreas visíveis, mais rapidamente será devidamente alertado e mais prontamente a ele chegarão os meios de combate; ao contrário, se um foco de incêndio surge numa das áreas não visíveis, terá como consequência um alerta tardio e consequentemente uma chegada mais lenta dos meios de combate. A existência de uma rede viária que permita aceder ao local onde se verifica um incêndio florestal é de primordial importância no que concerne à progressão do mesmo. Assim, considera-se que se não houver acessos ao local da ocorrência, então o incêndio progredirá mais rapidamente e que no caso da existência de acessos, o incêndio progride mais lentamente. Os valores são atribuídos a cada classe das variáveis: pontos de água, postos de vigia e rede viária, de acordo com o quadro abaixo.

Quadro 4.5. Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características estruturais)

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS		
VARIÁVEL	**CLASSES**	**VALOR**
Pontos de água	Existente	0
	Não existente	7
Postos de vigia	Visível	0
	Não visível	7
Rede viária	Existente	0
	Não existente	7

No que concerne às características dos incêndios, apenas foi considerada uma variável, sendo ela a área ardida, entre 1990 e 2004. Parte-se do princípio de que uma área onde o combustível vegetal já ardeu não oferece as mesmas condições para a progressão de um incêndio, como uma área que ainda não ardeu. Assim, pressupõe-se que numa área que

já ardeu, no período de tempo considerado (1990 a 2004), a progressão de um incêndio florestal é mais lenta do que numa área que ainda não ardeu. Os valores atribuídos a esta variável encontram-se no quadro abaixo.

Quadro 4.6. Condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais (características dos incêndios)

CARACTERÍSTICAS DOS INCÊNDIOS		
VARIÁVEL	**CLASSES**	**VALOR**
Área ardida (1990-2004)	Área ardida	0
	Área não ardida	3

De acordo com as variáveis consideradas, apresenta-se, de seguida, o Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela. Deste Índice fazem parte todas as variáveis apresentadas anteriormente, tendo algumas delas sido, previamente, articuladas antes de fazerem parte do referido Índice.

Assim, os valores das variáveis climáticas foram, anteriormente, articulados, utilizando-se, para tal, o Índice de Risco de Progressão de Incêndio Florestal, elaborado por LOURENÇO, Luciano, cujo cálculo se obtém através da aplicação da fórmula: $IRPIF_{LL}=T/U+V/100$, em que T é a temperatura do ar, U é a humidade relativa do ar e V é velocidade do vento em km/h, quando o seu rumo (D) se situa entre os quadrantes 350º a 360º e 0º a 180º. Os valores referentes às características morfológicas foram previamente somados, sucedendo o mesmo aos valores referentes às características estruturais. Os valores das características do combustível vegetal e das características dos incêndios entram directamente para o Índice.

Após se terem articulado os valores das diferentes variáveis, estes foram somados, surgindo, assim, o Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela ($IIPIF_{MDL}$):

$$IIPIF_{MDL} = Ccl + Cm + Cco + Ce + Ci$$

em que, Ccl são as características climáticas; Cm são as características morfológicas, Cco são as características do coberto vegetal, Ce são as características estruturais e Ci são as características dos incêndios.

CAPÍTULO V
CARTA DE PERIGO DE INCÊNDIO FLORESTAL PARA O CONCELHO DE MIRANDELA

1. Cartas de Risco de Incêndio Florestal em Portugal

De acordo com PEREIRA (2004), foi o Eng. Silvicultor Cecílio Gomes da Silva que, em 1981, produziu a primeira carta de risco de incêndio florestal, tendo esta sido publicada no Decreto Regulamentar nº 55/81, de 18 de Dezembro (figura 5.1). Essa carta denomina-se "Mapa de risco de incêndio" e, para além de serem cartografadas as "grandes áreas de perigo de incêndio", divididas em quatro classes (classe I - Extremamente sensível, classe II - Muito sensível, classe III - sensível, classe IV - pouco sensível), foram ainda cartografadas as "zonas críticas" que são identificadas nas áreas de maior risco, sendo compostas estas "por grandes manchas de elevada taxa de arborização, onde se reconhecia ser prioritária a aplicação de medidas mais intensas de defesa" (www.dgrf.min-agricultura.pt).

De acordo com o Manual do Vigilante da Floresta elaborado pela Coordenação Nacional de Acções de Fogos Florestais, o Governo publicou, em 1986, uma carta de risco local, onde se cartografaram áreas de baixo, médio e alto risco, bem como as áreas críticas.

Mais tarde, em 1992, com base no Índice histórico-geográfico, LOURENÇO, Luciano, apresenta um mapa com o "Risco de incêndio, por concelho (1982-90)" (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 140).

Em 1994, o ex-CNIG, actual IGP, por via do despacho conjunto publicado no Diário da República do dia 10 de Março, II Série, deu início ao projecto de execução de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal (CRIF). Assim, até 2004 foram elaboradas sessenta cartas cuja base territorial é o município e uma carta para o distrito de Viseu. A elaboração destas cartas de risco contou com a utilização dos SIG e a metodologia adoptada baseou-se na sobreposição de cartas temáticas que expressam as seguintes variáveis: exposição, declive, demografia, rede hidrográfica, vigilância, rede viária e

vegetação. As cartas de risco produzidas têm cinco classes, sendo elas: classe I - baixo; classe II - médio/baixo; classe III - médio; classe IV - médio/alto; classe V - alto.

Em 2003, o Instituto Superior de Agronomia (ISA) e a Direcção Geral dos Recursos Florestais (DGRF), publicaram uma nova zonagem de risco de incêndio que

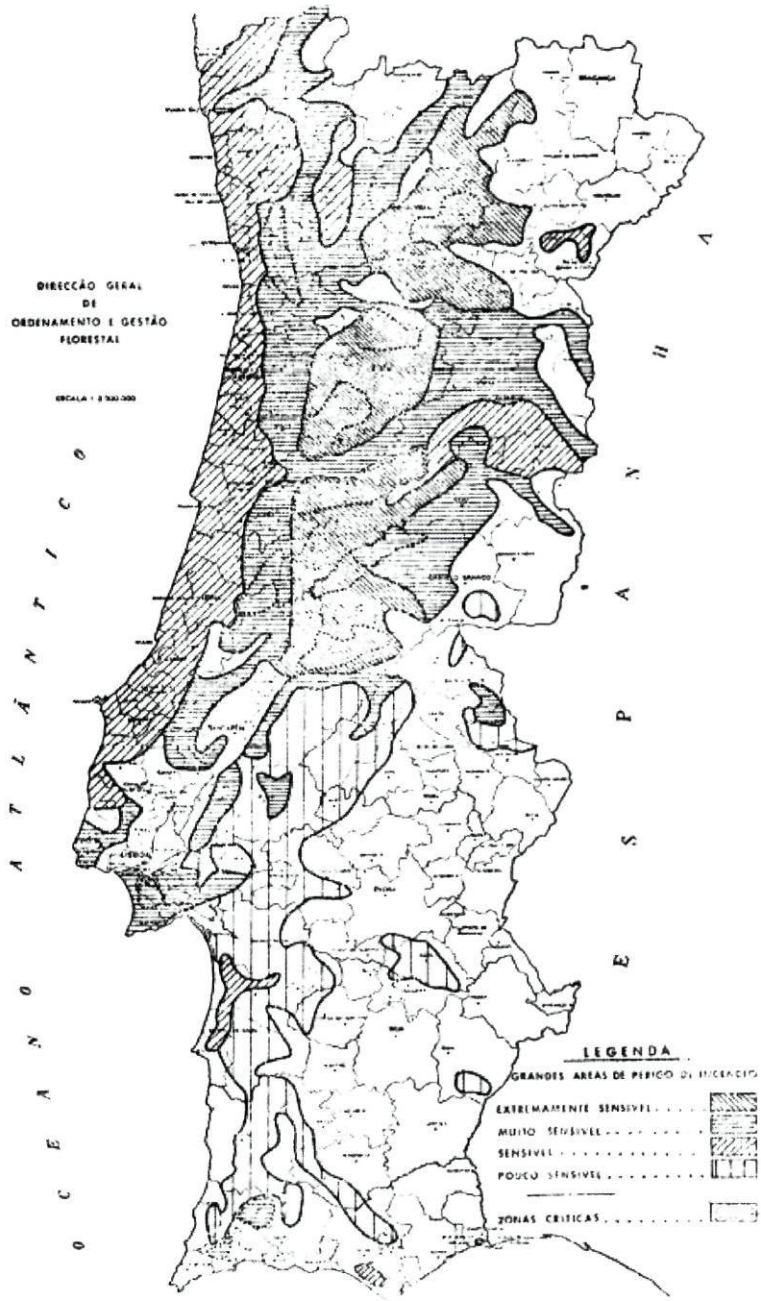


Figura 5.1. Mapa de risco de incêndio.

Fonte: Decreto Regulamentar nº 55/81, de 18 de Dezembro.

se traduziu por uma nova carta de risco de incêndio de Portugal Continental. Esta nova carta de risco de incêndio, denomina-se: "Carta Nacional de Risco de Incêndio" e foi

elaborada "com base na relação entre os padrões espaciais de ocorrência de fogo na década de 1990-1999" (PNDFCI, 2004) e nas variáveis de ordem fisiográfica, altimétrica, climática e demográfica.

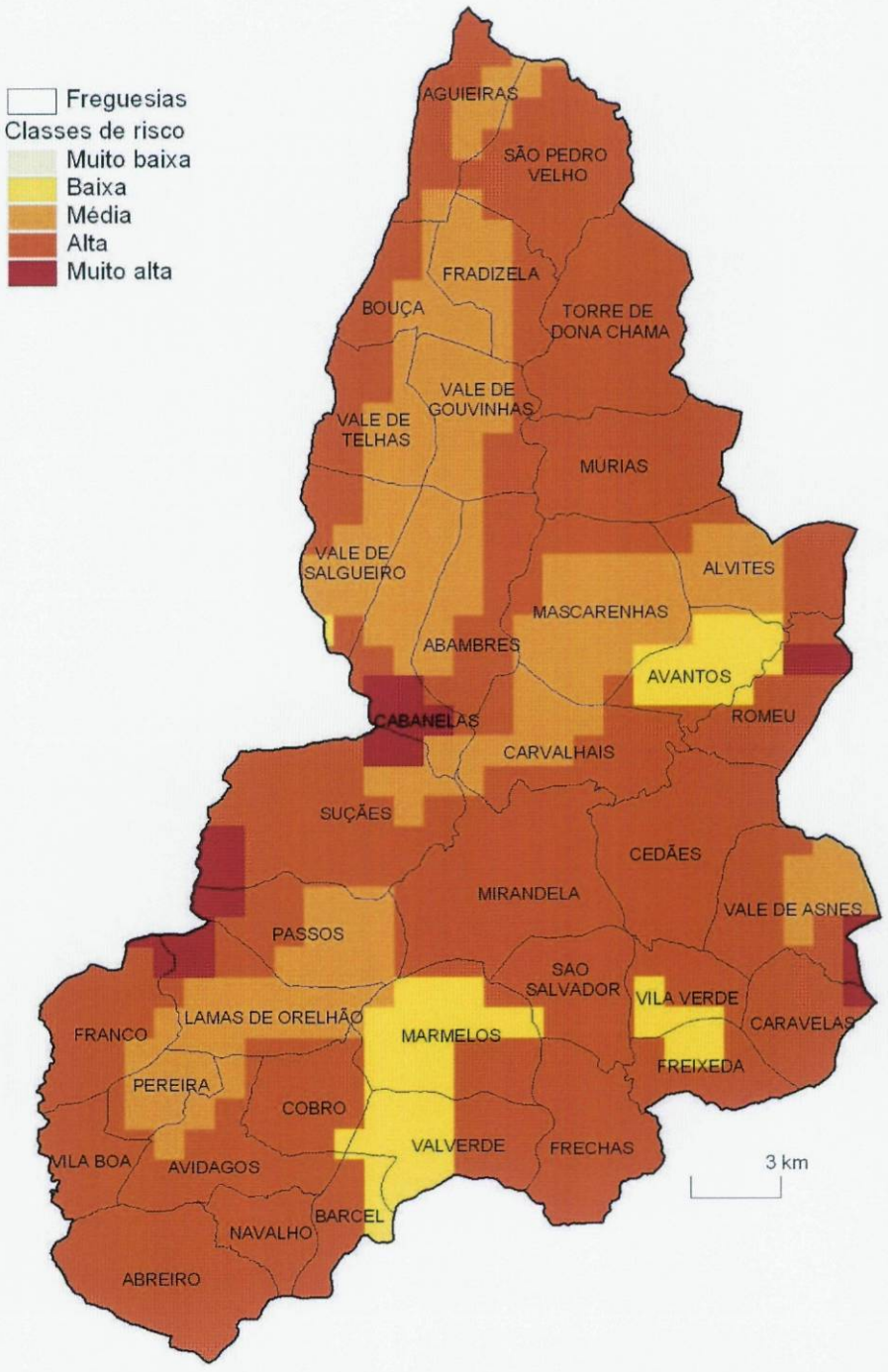


Figura 5.2. Extracto da Carta de Risco de Incêndio de Portugal Continental.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Carta de Risco de Incêndio de Portugal Continental, formato SHP, ISA, DGRF, 2003.

Trata-se de uma carta de risco de incêndio estrutural que exprime a probabilidade de, num período de trinta anos, cada célula voltar a ser queimada. As classes de risco que esta nova carta de risco de incêndio contempla são: classe I - muito baixa; classe II - baixa; classe III - média; classe IV - alta; e classe V - muito alta. Nesta carta foram, ainda, actualizados os "núcleos críticos" apresentados inicialmente, em 1981. Na figura 5.2 apresenta-se a espacialização dessa mesma Carta, para o concelho de Mirandela.

Já em 2004, foi elaborado um mapa de risco conjuntural, pela COTEC, que apoiou o Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil nas suas actividades de combate aos incêndios florestais.

Segundo o artigo 6.º do Decreto-Lei 156/2004, de 30 de Junho, existem cinco classes para definição da "zonagem do Continente segundo a probabilidade de ocorrência de incêndio", sendo elas: classe I - muito baixa; classe II - baixa; classe III - média; classe IV - alta; e classe V - muito alta. No disposto no n.º 2 deste mesmo artigo, é referido que esta classificação assenta, "na informação sobre a ocorrência de incêndios florestais, ocupação do solo, orografia, clima e demografia", entre outros. É de acordo com estas classes e com estas bases que a Agência para a Prevenção de Incêndios Florestais elabora e divulga o Risco de Incêndio, diariamente, por distrito e concelho.

2. Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela

É com base no Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela ($IIPIF_{MDL}$), definido no ponto 2 do Capítulo IV, que se elabora a Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela ($CPIF_{MDL}$). Para tal, foi necessária a elaboração e a sobreposição de cinco cartas de perigo parciais que expressam as características climáticas, morfológicas, do coberto vegetal, estruturais e dos incêndios. De acordo com o quadro 5.1. podem conhecer-se os valores obtidos após se ter efectuado a sobreposição dessas mesmas características.

Quadro 5.1. Valores do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela ($IIPIF_{MDL}$)

CARACTERÍSTICAS	VALORES
Climáticas	0,06 a 0,12
Morfológicas	0 a 8
Combustível vegetal	0 a 7
Estruturais	0,7,14 e 21
Dos incêndios	0 e 3

Fonte: Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela ($IIPIF_{MDL}$).

Consideram-se áreas onde o perigo de progressão de um incêndio é muito fraco, aquelas onde se verificam, maioritariamente, as seguintes condições:

- os valores das características climáticas variam entre 0,07 e 0,08;
- os valores das características morfológicas variam entre 0 e 1;
- o valor das características do combustível vegetal corresponde a 0, significando que são áreas que não correspondem a nenhuma das classes consideradas;
- o valor das características estruturais corresponde a 7;
- o valor das características dos incêndios corresponde a 3.

Consideram-se áreas onde o perigo de progressão de um incêndio é fraco, aquelas onde se verificam, maioritariamente, as seguintes condições:

- os valores das características climáticas variam entre 0,07 e 0,09;
- o valor das características morfológicas corresponde a 1;
- o valor das características do combustível vegetal corresponde a 0, significando que são áreas que não correspondem a nenhuma das classes consideradas;
- o valor das características estruturais corresponde a 14;
- o valor das características dos incêndios corresponde a 3.

Consideram-se áreas onde o perigo de progressão de um incêndio é moderado, aquelas onde se verificam, maioritariamente, as seguintes condições:

- os valores das características climáticas variam entre 0,08 e 0,10;
- os valores das características morfológicas variam entre 1 e 4;
- os valores das características do combustível vegetal correspondem às classes 4 (valor 5) e 6 (valor 4);

- o valor das características estruturais corresponde a 14;
- o valor das características dos incêndios corresponde a 3.

Consideram-se áreas onde o perigo de progressão de um incêndio é elevado, aquelas onde se verificam, maioritariamente, as seguintes condições:

- os valores das características climáticas variam entre 0,08 e 0,12;
- os valores das características morfológicas variam entre 1 e 5;
- os valores das características do combustível vegetal correspondem às classes 4 (valor 5) e 6 (valor 4);
- o valor das características estruturais corresponde a 21;
- o valor das características dos incêndios corresponde a 3.

Consideram-se áreas onde o perigo de progressão de um incêndio é muito elevado, aquelas onde se verificam, maioritariamente, as seguintes condições:

- os valores das características climáticas variam entre 0,09 e 0,12;
- os valores das características morfológicas variam entre 6 e 8;
- os valores das características do combustível vegetal correspondem às classes 4 (valor 5) e 6 (valor 4);
- o valor das características estruturais corresponde a 21;
- o valor das características dos incêndios corresponde a 3.

Através da figura 5.3, pode notar-se que todas as freguesias apresentam, dentro dos seus limites administrativos, pelo menos um local com perigo muito elevado e/ou elevado de propagação de um incêndio florestal. A classe de perigo moderado de propagação de um incêndio florestal é visível num eixo de orientação Nordeste-Sudoeste, desde a freguesia de Torre de Dona Chama até à freguesia de Passos, sendo de notar, mais três ramificações, a partir da cidade de Mirandela, para Sudoeste, Sul e Sudeste. A classe de perigo fraco de propagação de um incêndio florestal é notória no centro do Concelho, nas freguesias de Suções, Mirandela, Carvalhais e Leste de Mascarenhas, sendo ainda de apontar a existência de mais quatro manchas nas freguesias de Avidagos, Marmelos, Caravelas e Alvites. O perigo muito fraco verifica-se, sobretudo, em quatro áreas, sendo elas a cidade de Mirandela e as aldeias de Avidagos, Marmelos e Caravelas.

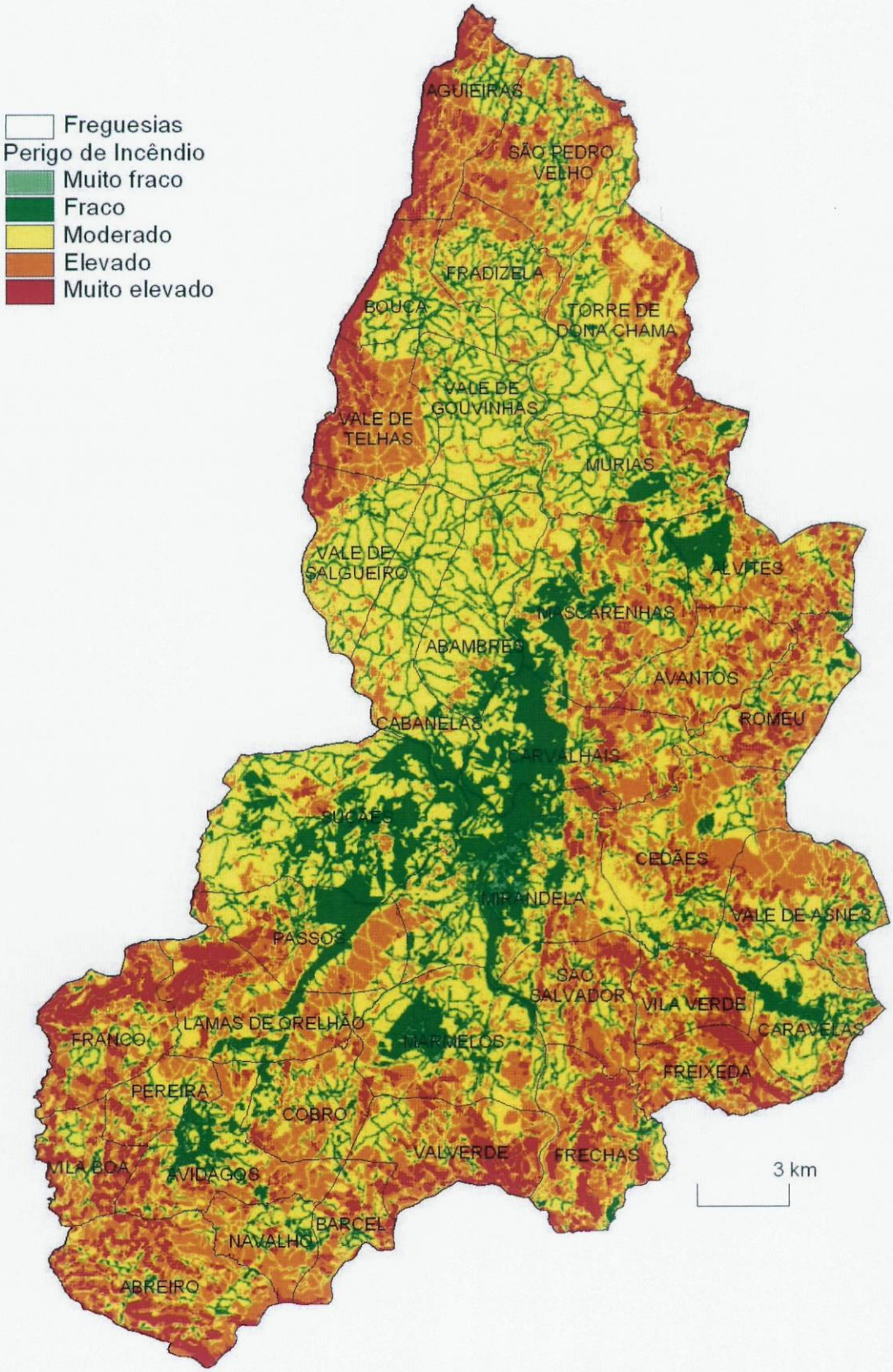


Figura 5.3. Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela.

Fontes: Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999; Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001; Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela ($IIPIF_{MDL}$).

CONCLUSÃO

O crescente abandono das terras agrícolas e das práticas relacionadas com a exploração florestal e a opção de plantação, em massa, de espécies pirófitas, sobretudo após a década de 60, ocasionaram, através do aumento do combustível vegetal, um ambiente propício à ocorrência de incêndios florestais de difícil controlo. Tendo em conta a importância económica e ambiental da floresta, urge encontrar mecanismos que visem a sua defesa face ao flagelo dos incêndios florestais.

Assim, após se terem efectuado o enquadramento geográfico do concelho de Mirandela, a definição de termos, bem como a leitura de artigos e de obras de referência, foi possível reunir conjuntos de variáveis que compreendem diferentes, mas complementares, características que influenciam a propagação dos incêndios florestais no concelho de Mirandela. Essas características estão relacionadas com o clima, a morfologia, o combustível vegetal, as estruturas de defesa da floresta contra incêndios, o número de incêndios e a área ardida.

A utilização de ferramentas de SIG revelou-se de extrema importância no que concerne à articulação de todas essas variáveis, isto é, os SIG permitiram o seu tratamento, a sua sobreposição e a sua espacialização.

Através da construção do Índice Integrado de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela, definiu-se o modo como essas variáveis se sobrepuseram e, como consequência, foi obtida a Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela.

A elaboração da Carta de Perigo de Incêndio Florestal para o Concelho de Mirandela possibilitou a definição de cinco classes de perigo, sendo elas: muito fraco, fraco, moderado, elevado e muito elevado. Estas classes, uma vez espacializadas possibilitam o conhecimento das áreas onde o perigo é mais ou menos elevado.

Pretende-se, agora, que o conhecimento dessas áreas possa vir a contribuir para uma melhor gestão do perigo de incêndio florestal, pois, deste modo, será possível accionar e posicionar os meios, quer humanos, quer materiais, de defesa da floresta contra incêndios, nos locais mais adequados, durante o período crítico, isto é, durante os meses de Junho a Outubro.

Pensa-se que a existência deste meio de apoio à tomada de decisão, associado ao envolvimento, consciencialização, sensibilização e responsabilização da população, poderá contribuir para o estabelecimento de uma cultura de prevenção e para uma mais efectiva gestão do perigo de incêndio florestal, pois, para se prevenir e prever é necessário conhecer os fenómenos a que estamos sujeitos, bem como os meios para lhes fazer face e "um bom conhecimento do fenómeno implica um melhor conhecimento e controlo do mesmo" (NATÁRIO, 1997, pág. 12).

No entanto, "resta sempre a esperança de que o Verão seja fresco e, de preferência, algo chuvoso" (LOURENÇO, Luciano, 2004 b, pág. 123).

BIBLIOGRAFIA

- AGROCONSULTORES e COBA (1991) - *Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra, Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal*, UTAD, Projecto de Desenvolvimento Rural Integrado de Trás-os-Montes, Memória + Anexos, 114 p.

- ALCOFORADO, Maria J. *et al* (1993) - *Domínios Bioclimáticos em Portugal definidos por comparação dos índices de Gaussen e de Emberger*, Linha de Acção de Geografia Física, Relatório nº 33, Reedição, Centro de Estudos Geográfico, Lisboa, 57 p.

- ALCOFORADO, Maria J.; ALMEIDA, Ana (1993) - "Incêndios no Parque Natural da Arrábida", *Finisterra*, XXVIII, 55-56, Lisboa, pp. 229-242.

- ALMEIDA, Mário; REIS, Raul Mata (2000) - *Previsão da tendência do Índice Meteorológico de Perigo de Incêndio (Sistema Canadiano), utilização de um modelo atmosférico de mesoescala*, instituto de Meteorologia, Lisboa, 25 p.

- ALMEIDA, Rui - *A localização de Incêndios Florestais em SIG's com fins operacionais e de planeamento*, CNIG, s/d.

- ALMEIDA, Rui (Coordenação de) - *Relatório do Projecto de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal*, CRIF, 2ª fase, CNIG, s/d.

- ALVES, A. Costa - "A interrupção na circulação contornante da Península Ibérica e risco de incêndios nas florestas", *A Meteorologia e os Incêndios Florestais*, Instituto de Meteorologia, s/d, pp. 3-12.

- ARANHA, José; GONÇALVES, Gonçalo (2001) - "Criação de um Índice de Perigo de Incêndio para o Vale do Tâmega", *Comunicação apresentada no ESIG2001*.

- ARONOFF, Stan (1989) - *Geographic Information Systems: A Management Prespective*, WDL Publications, Canada, 294 p.

- BOTELHO, Hermínio (2001) - "Porque arde a floresta", *Floresta e Ambiente*, Outubro/Dezembro, nº 55, Ano 13, pp. 23-26.

- BROWN, A.; DAVIS, Kenneth (1959) - *Forest Fire, Control and Use*, MacGraw-Hill, pp. 91-281.

- CABRAL, J. (1985) - *Estudos de Neotectónica em Trás-os-Montes oriental*, Provas A.P.C.C., Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

- CABRAL, J. (1995) - *Neotectónica em Portugal Continental*, Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, 31, 265 p.

- CAETANO, Mário; FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo - *Fire risk mapping by integration of dynamic and structural variables*, Instituto Geográfico Português, s/d.

- CASTRO, Carlos *et al* (2002) - *Combate a Incêndios Florestais, Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Volume XIII, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 88 p.

- CHANDLER, Craig *et al* (1983) - *Fire in Forestry, Forest Fire Behavior and Effects*, Volume I, Capítulo I, John Wiley & Sons.

- CHUVIECO, E.; R.G.CONGALTON (1989) - "Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping", *Remote Sensing of Envoironment*, Volume 29, pp.147-159.

- COIMBRA, Jorge (1994) - "Determinação de zonas de alto risco de incêndio no concelho de Manteigas", *Actas do III Congresso Florestal – Os recursos florestais no desenvolvimento rural*, Figueira da Foz, pp. 90-97.

- COORDENAÇÃO NACIONAL DE ACÇÕES DE FOGOS FLORESTAIS - *Manual do vigilante da floresta*, s/d, 80 p.

- CORREIA, Sérgio - *Noções básicas de defesa da floresta contra incêndios*, Direcção-Geral das Florestas, Protecção da Floresta, s/d, 55 p.

- COSME, António J. (2001) - "A prevenção e detecção dos fogos florestais na região de Trás-os-Montes", *1ª Feira das Florestas*, Murça, Associação Florestal do Vale do Douro Norte, pp. 1-6.

- COSTA, A. Maia (1995) - "(I) Fogos Florestais", *Floresta e Ambiente*, Abril/Junho, nº 29, pp. 19-22.

- COSTA, Joaquim Boetlho (1995) - *Caracterização e constituição do solo*, 5ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 527 p.

- DAVEAU, Suzanne e colaboradores (1977) - *Répartition et Rythme des Précipitations au Portugal*, Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 3, Lisboa, 192 p.

- DAVEAU, Suzanne e colaboradores (1985) - *Mapas climáticos de Portugal – Nevoeiro e Nebulosidade, Contrastes Térmicos*, Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 7, Lisboa, 96 p. + 2 mapas a cores.

- DAVEAU, Suzanne (1995) - *Portugal Geográfico*, 1ª edição, Edições João Sá da Costa, 223 p.

- Decreto-Lei n.º 156/2004, Diário da República Portuguesa, de 30 de Junho.

- Decreto Regulamentar n.º 55/81, Diário da República Portuguesa, de 18 de Dezembro.

- ESRI (2000) - "Wildland Fire Information Management Technology", *ESRI White Paper*, Maio.

- FERRAZ, Silvio; VETTORAZZI, Carlos (1998) - "Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG)", *Scientia Florestalis*, nº 53, pp. 39-48.

- FAO FORESTRY PAPER (1986) - *Wildland Fire Management Terminology*, pp. 40-53.

- FORESTIS (2003) - *Plano de Intervenções Prioritárias na Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais para a Terra Quente Transmontana*, Projecto "Promoção e Valorização do Espaço Florestal do Douro", 50 p. + anexos.

- FREIRE, Sérgio; CARRÃO, Hugo; CAETANO, Mário - *Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal com Recurso a Imagens de Satélite e Dados Auxiliares*, Instituto Geográfico Português, IGP, s/d, 14 p.

- GUIMARÃES, Carlos Manuel (1997) - "(I) Como reduzir os incêndios em Portugal", *Floresta e Ambiente*, Outubro/Dezembro, nº 39, pp. 19-22.

- GUIMARÃES, Carlos Manuel (1998) - "(II) Como reduzir os incêndios em Portugal", *Floresta e Ambiente*, Janeiro/Março, nº 40, pp. 25-26.

- GONÇALVES, M. Zorro - "Índice Meteorológico de Risco de Incêndio, utilizado em Portugal e elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica", *Meteorologia e os fogos florestais*, Instituto de Meteorologia, s/d, pp. 15-44.

- GONÇALVES, M. Zorro (1989) - *Meteorologia e os fogos florestais*, Instituto de Meteorologia, 6 p.

- GONÇALVES, M. Zorro; LOURENÇO, Lourenço (1990) - "Meteorolical Índex os Forest Fire Risk in the Portuguese Mainland Territory", *Proceedings of International Conference Forest Fire Research*, Coimbra.

- HAWKES, B.; BECK, J. (1997) - "A Wildfire Threat Rating System", *Technology Transfer Notes*, Nº 1, Julho, pp. 1-6.

- ICONA - *Tecnicas para defesa contra incendios florestales*, Monografia, 24, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, s/d, 40 p.

- ICONA (1982) - *Manual de Prediccion del Peligro de incêndios florestales*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Setembro, 62 p.

- INSTITUTO DA ÁGUA (2001) - Plano de Bacia Hidrográfica do Douro.

- INSTITUTO DE METEOROLOGIA - Normais climatológicas, 1951-1980.

- INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA (2005) - Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios.

- LONGLEY, Paul; GOODCHILD, Michael; MAGUIRE, David; RHIND, David (2001) - *Geographic Information Systems and Science*, Jonh Wiley & Sons, Ltd., England, 454 p.

- LOURENÇO, Luciano (1994 a) - "Risco de incêndio florestal em Portugal Continental", *Informação Florestal*, 4, Janeiro/Março, pp. 22-32.

- LOURENÇO, Luciano (1994 b) - "Risco de incêndio florestal em Portugal", *Floresta e Ambiente*, Abril/Junho, nº 25, pp. 45-47.

- LOURENÇO, Luciano (1995) - "Índices meteorologicos de riesgo de incendio florestal sensillos y expeditos: tendecias del riesgo para el dia seguiente", *Prognosis y Gestion en Control de Incendios*, pp. 75-81.

- LOURENÇO, Luciano (2002) - "Gestão dos Riscos e das Crises. O exemplo dos incêndios florestais", *Comunicação apresentada no Workshop Gestão dos Riscos Naturais*, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 27 e 28 de Setembro.

- LOURENÇO, Luciano (2004 a) - *Risco Meteorológico de Incêndio Florestal*, Colecção Estudos, Colectânea Cindínica, Volume 46, NICIF, FLUC, Coimbra, 188 p.

- LOURENÇO, Luciano (2004 b) - *Risco Dendrocaustológico em Mapas*, Colecção Estudos, Colectânea Cindínica, Volume 48, NICIF, FLUC, Coimbra, 201 p.

- LOURENÇO, Luciano (2004 c) – *Manifestações do Risco Dendrocaustológico*, Colecção Estudos, Colectânea Cindínica, Volume 50, NICIF, FLUC, Coimbra, 174 p.

- LOURENÇO, Luciano (2005) - "Risco de Incêndio Florestal", Comunicação oral apresentada nas *I Jornadas de Defesa da Floresta Contra Incêndios*, Lousã, 9 de Maio.

- LOURENÇO, Luciano; GONÇALVES, A. B.; LOUREIRO, João (1997) - "Sistema de Informação de Risco de Incêndio Florestal", *ENB – Revista Técnica e Formativa*, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, números 3 e 4, pp. 16-25.

- MACHADO, C. A. (1994) - *Contribuição metodológica para a elaboração de cartografia de perigo de incêndio no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros com base num sistema de informação geográfica*, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 82 p.

- MACEDO, F. W.; SARDINHA, A. M. (1987) - *Fogos florestais*, Publicações Ciência e Vida, Lda., Lisboa, Volumes 1 e 2.

- MATEUS, Paulo José Vaz Rainha (1994) - *Eleição de um índice de perigo de incêndio para o perímetro da Serra do Marão*, Relatório final de estágio, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 84 p.

- NATÁRIO, Rui (1997) - "Tratamento dos dados dos incêndios florestais em Portugal", *Revista Florestal*, Volume X, nº 1, Janeiro-Abril, pp. 12-17.

- NOGUEIRA, C. D. Serrão (1990) - "A Floresta Portuguesa", *DGF Informação*, Nº 2, Ano 1, Abril - Junho, pp. 18-28.

- NOVA, Elisa (1996) - *Catástrofes, que fazer?*, 1ª edição, Texto Editora, Lisboa, pp. 70-78.

- NUNES, Adélia (2002) - "Região Centro de Portugal: duas décadas de incêndios florestais", *Territorium*, 9, pp. 135-148.

- PEDRAZA, L. Garcia; VEJA, Maria Pilar - *O Clima e os incêndios florestais*, s/d, pp. 74-85.

- PEREIRA, Diamantino (1997) - *Sedimentologia e Estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes Oriental (NE Portugal)*, Dissertação de Doutoramento apresentada à Universidade do Minho, Departamento de Ciências da Terra, universidade do Minho, Braga, pp. 2-19, pp. 50-64.

- PEREIRA, J. M. Cardoso; MACHADO, Carlos A. (1994) - "Risco de incêndio e sistemas de informação geográfica", *Actas do II Encontro Pedagógico sobre risco de incêndio florestal*, Coimbra, pp. 175-191.

- PEREIRA, J. *et all* (2004) - "Cartografia do Risco de Incêndio em Portugal Continental", *Jornadas de Informação aos Órgãos da Comunicação Social*, Lisboa.

- PEREIRA, Nuno (1997) - *As condições climáticas e o risco de risco/perigo de incêndios florestais, O exemplo da Serra de Sintra*, Dissertação de mestrado apresentado à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 125 p.

- PEZZOPANE, José; NETO, Sílvio; VILELA, Marina (2001) - "Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo", *Floresta e Ambiente*, Janeiro/Março, nº 1, pp. 161-166.

- PYNE, Stephen; ANDREWS, Patricia; LAVEN, Richard - *Introduction to Wildland Fire*, Second edition, s/d, pp. 48-89.

- RAINHA, Manuel (2001) - *Aferição do Sistema Canadiano de Perigo de Incêndio para a área do Parque Natural de Montesinho*, Relatório Final de Estágio, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 46 p. + anexos.

- RAMOS, Catarina; VENTURA, José (1992) - "Um índice climático de perigo de incêndio florestal aplicado aos fogos florestais em Portugal", *Finisterra*, Lisboa, 53-54, pp. 79-93.

- REBELO, Fernando (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*, LVI, Coimbra, pp. 653-673.

- REBELO, Fernando (2001) - *Riscos Naturais e Acção Antrópica*, Série Investigação, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, pp. 25-91.

- REGO, Francisco; MACHADO, Carlos; ALMEIDA, Rui - *Prevenção de Incêndios Florestais na Estrada da Beira*, Instituto Superior de Agronomia, s/d, pp. 37.

- REGO, Francisco (1997) - "Protecção da floresta contra incêndios", *Floresta e Ambiente*, Janeiro/Março, nº 36, pp. 44-46.

- REIS, Raul Mata (1998) - *Determinação do Risco de Incêndio à Escala Nacional, integração de informação proveniente de um índice meteorológico e do risco regional*, Instituto de Meteorologia, 8 p.

- RIBEIRO, Orlando; LAUTENSACH, Hermann; DAVEAU, Suzanne (1998) - *Geografia de Portugal, Volume I – A Posição Geográfica e o Território*, 4ª edição, Lisboa, 334 p.

- RIBEIRO, Orlando; LAUTENSACH, Hermann; DAVEAU, Suzanne (1999) - *Geografia de Portugal, Volume II – O Ritmo Climático e a Paisagem*, 4ª edição, Lisboa, pp. 337-623.

- RODRIGUES, Ana Paula; CABRAL, Paulo; NEVES, Francisco (1994) - *Incêndios ocorridos no Parque Natural de Montesinho em 1994*, 22 p.

- SILVA, J. Moreira (1993) - "Prevenção de Incêndios Florestais", *Sociedade e Território*, Novembro, pp. 71-76.

- SILVA, J. Moreira (1995) - "Os Incêndios Florestais", *Floresta e Ambiente*, Abril/Junho, nº 29, pp. 27-30.

- SILVA, Maria Lília Fernandes Hortas da (1990) - *Incêndios Florestais em Trás-os-Montes: variabilidade e importância das características de combustíveis florestais durante a estação normal de fogos*, universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 75 p.

- SILVA, Vitor (1997) - "Índices de risco de incêndio elaborados pelo Instituto de Meteorologia ", *Revista Florestal*, Volume X, nº 1, Janeiro-Abril, pp. 43-47.

- SISNIEGA, Lorenzo (Direcção de) - *Descubra O Mundo*, Ediclube, s/d, pp. 423-448.

- TRABAUD, Louis - *Les feux de forêts, mecanismes, comportment et environnement*, s/d, 269 p.

- UVA, José; VINAGRE, Patrícia; GONÇALVES, António (1997) - "GeoFogo, Um Simulador de Fogos Florestais", *Revista Florestal*, Volume X, nº 1, Janeiro-Abril, pp. 66-67.

- VIEGAS, Domingos Xavier; LOURENÇO, Luciano; M., João (1987) - *Rede de estações climatológicas para apoio à detecção e combate dos incêndios florestais no centro do país*, Centro de M. F., Coimbra, 28 p.

- VIEGAS, Domingos Xavier (1989) - *Manual sobre incêndios florestais*, pp. 54-59.

- VIEGAS, Domingos Xavier (1994) - "Acção do vento e da topografia na propagação de um incêndio florestal", *Protecção Civil*, II Série, ano 6, nº 3, Fevereiro-Maio, pp. 24-28.

- VIEGAS, Domingos; LOURENÇO, Luciano (1989) - "Os incêndios florestais na egião Centro", *Sociedade e Território*, Ano 3, Julho, pp. 50-63.

- UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO (1992) - *Projecto de prevenção de incêndios florestais: perímetro florestal do Marão*, Vila Real, 39 p.

- UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO (2004) - *Plano Regional Ordenamento Florestal do Nordeste*, Vila Real.

- ZEILER, Michael (1999) - *Modeling our World*, The ESRI Guide to Geodatabase Design, ESRI Press, 199 p.

SÍTIOS NA INTERNET

- www.apif.min-agricultura.pt (Agência para a Prevenção dos Incêndios Florestais).

- www.dgrf.min-agricultura.pt (Direcção-Geral dos Recursos Florestais).

- www.igeo.pt (Instituto Geográfico Português).

- www.inag.pt (Instituto da Água).

- www.ine.pt (Instituto Nacional de Estatística).

- www.meteo.pt (Instituto de Meteorologia).

- www.naturlink.pt

- www.snbpc.pt (Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil).

FONTES ESTATÍSTICAS E CARTOGRÁFICAS

- Atlas do Ambiente, 1/1000000, formato SHP, DGA.

- Base de dados dos pontos de água, IGP, 1998.

- Base Geográfica de Referenciação da Informação, formato SHP, INE, 2001.

- Carta Militar de Portugal, 1/25000, formato DGN, IGeoE, 1999.

- Carta de Ocupação do Solo, 1/25000, formato SHP, IGP, 1990.

- Carta de Risco de Incêndio de Portugal Continental, formato SHP, ISA, DGRF, 2003.

- Carta de Solos, 1/100000, formato SHP, UTAD, 1991.

- Carta do Uso actual da Terra do Nordeste de Portugal, 1/100000, formato SHP, UTAD, 1991.

- Mapa das áreas queimadas, DGRF, 2005.

- Mapa de Uso do Solo de Portugal, 1/1000000, formato SHP, DGRF, 2001.

- Rede Nacional de Postos de Vigia, DGRF, 2000.

- Rede Natura 2000, 1/50000, formato SHP, ICN.