

ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE DEMOGRÁFICA E HABITACIONAL AOS INCÊNDIOS NO DISTRITO DE CASTELO BRANCO

João Pedro Parada Cardoso¹

¹ Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, Faculdade de Letras da Universidade do Porto. E-mail: j-pedro-cardoso@sapo.pt

Docente:

Miguel Marinho Saraiva

Resumo

O presente relatório abordará o distrito de Castelo Branco, distrito este escolhido por se localizar geograficamente numa posição oposta ao meu contexto diário, interior e num contexto urbano diferente do que vive numa área metropolitana. O objetivo principal passará por identificar as áreas de maior suscetibilidade ao incêndio e comparar estas áreas com as áreas ardidas no passado, bem como perceber de que forma a população idosa (+65 anos) se distribui pelo distrito e pelas áreas mais suscetíveis aos incêndios.

No estudo desta área foram feitas análises de diversas variáveis sociais e físicas relacionadas com a população do distrito de Castelo Branco e com a suscetibilidade de incêndios. Para a análise deste último ponto referido, foi realizada uma metodologia de análise multicritério com o modelo conceptual de risco internacionalmente aceite de modo a compor uma carta de suscetibilidade de incêndio composta pela atribuição de pesos a cada variável, consoante a sua influência e potencial dano para a propagação de um incêndio.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que o distrito de Castelo Branco possui bastantes zonas de grande suscetibilidade a incêndio sendo as mais críticas e de maior suscetibilidade, a noroeste do concelho da Covilhã e a sul dos concelhos de Idanha-a-Nova e Castelo Branco. Estes concelhos devido às suas características físicas e demográficas constituem são os que poderão vir a sofrer maiores perdas significativas a incêndios florestais graves, podendo originar graves consequências para a agricultura, turismo e desenvolvimento da região.

Palavras-Chave

Castelo Branco, Suscetibilidade, Incêndios, análise multicritério

Índice

Enquadramento Conceptual.....	3
1.Introdução	3
2.Enquadramento Geográfico da Área de Estudo	4
3.Objetivos	5
4.Materiais e Métodos	5
5. Análise descritiva.....	6
5.1 Análise descritiva – Densidade Populacional.....	7
6.Análise multicritério (AMC).....	10
6.1. Análise das variáveis	11
6.1.1. Relevo / Declive	11
6.1.2. Exposição de vertentes.....	12
6.1.3. Ocupação do Solo.....	12
6.1.4. Densidade demográfica	14
6.1.5. Rede Viária.....	14
6.1.6. Rede Hidrográfica	15
6.1.7. Pontos de abastecimento de Água	16
6.1.8. Visibilidade de postos de vigia	16
6.1.9. Histórico de incêndios (2015-2019)	17
6.2. Ponderação de peso para cada variável	17
6.3. Agregar as variáveis.....	18
.....	18
7. Análise da Carta de Suscetibilidade a Incêndios	18
7.1. Como se divide a área de maior suscetibilidade pelas diversas classes de uso do solo	19
7.2. Como se distribui a área ardida nos últimos 5 anos (2015-2019) com as áreas classificadas como de maior suscetibilidade. Qual a percentagem de área ardida sobreposta?	19
7.3. Qual o número total de habitantes abrangidos por estas áreas de maior suscetibilidade, e a percentagem de habitantes idosos (acima de 65 anos).	20
7.4. Da mesma forma, calcular o número total de edifícios abrangidos pelas áreas de maior suscetibilidade, e a percentagem de edifícios com mais de 50 anos.....	20
7.5. Analise a distância das corporações dos bombeiros às áreas de maior suscetibilidade.	21
7.6. Calcule o orçamento necessário para a limpeza dos terrenos do distrito que selecionou (segundo a faixa de proteção e custos da <i>tabela 3</i>).....	22
8. Considerações finais	23
Bibliografia.....	24

Enquadramento Conceptual

ArcMap: O ArcMap é a principal componente do conjunto *ArcGIS* de programas SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e no processamento geoespacial da *ESRI*. É utilizado, principalmente para visualizar, editar, criar e analisar dados geoespaciais numa realidade virtual. Também permite ao utilizador interpretar relações explícitas e implícitas, bem como simbolizar a informação com o intuito da criação de cartografia. Em outubro de 2020, foi anunciado pela *ESRI* que não há perspectivas para o lançamento de 10.9 em 2021, devido à emancipação do *ArcGis Pro*.

1.Introdução

No âmbito da Unidade Curricular de Análise Espacial aplicada ao Ordenamento do Território, foi proposta a elaboração de um trabalho que permitisse conjugar as várias funcionalidades do ArcMap aprendidas durante a o semestre no que diz respeito à análise multicritério de diferentes variáveis relativas ao ordenamento do território numa determinada área de estudo (Castelo Branco).

A área de estudo é o distrito de Castelo Branco, nesta pretende-se analisar quais as áreas mais suscetíveis aos incêndios, bem como, perceber qual é a percentagem de população idosa (com mais de 65 anos) que se encontra nestas áreas de risco, analisar as áreas de influência de cada cooperação de bombeiros a estas áreas de maior suscetibilidade e perceber quanto ficaria a limpeza do território de Castelo Branco, no que diz respeito, a áreas localizadas a até cem metros de aglomerados urbanos e até dez metros da rede viária

Todos os anos, maioritariamente nas épocas do ano de maior calor, Portugal é afetado por inúmeros incêndios florestais, incêndios estes que provocam graves consequências para a população afetada bem como para o ambiente.

Assim, nos últimos anos, e também devido aos incêndios do ano de 2017, onde aconteceu o maior incêndio florestal alguma vez registado em Portugal e o mais mortífero, os cuidados a ter com áreas de floresta e matos aumentaram com o intuito de alterar os comportamentos da sociedade em relação a estas zonas, criando ações obrigatórias de proteção e preservação do património florestal, mas também, de forma assegurar que um incêndio como o de Pedrógão Grande não volta a acontecer.

Em 1999 BACHMANN e ALLGÖWER definiam o conceito de risco de incêndio florestal como a probabilidade de um incêndio ocorrer num local específico, sob determinadas circunstâncias, e das suas consequências esperadas se manifestarem pelos impactes nos objetos afetados. Neste sentido, o risco expressa o potencial de perda dos elementos, em função da perigosidade de um incêndio florestal

Para a avaliação do risco e para a elaboração de uma carta de suscetibilidade de incêndios foi utilizado uma metodologia de análise conceptual, constituída por várias variáveis tais como: declive, densidade demográfica, exposição de vertentes, carta e uso do solo, a distância às linhas de água, entre outras. Deste modo com a análise de estas e as restantes variáveis, este trabalho comprova a importância deste tipo de análises para o planeamento e ordenamento do território porque permite identificar as áreas com maior risco e aplicar assim ações de prevenção nas épocas de ano com temperaturas mais elevadas.

2. Enquadramento Geográfico da Área de Estudo

O distrito de Castelo Branco é constituído por onze municípios e pertence à NUT III da Beira Baixa, região do centro. Este encontra-se limitado a este e sul por Espanha, a sul pelos distritos de Santarém e Portalegre, a oeste pelos distritos de Coimbra e Leiria e a norte pela Guarda (figura 1.). Conta com cerca de 196 264 habitantes (INE 2011) e é o 4º maior distrito português.

Neste distrito encontra-se também a parte da cordilheira da Serra da Estrela no município da Covilhã.

Figura 1 – Enquadramento da Área de Estudo por distritos



3.Objetivos

O trabalho prático realizado, tem como principais objetivos a análise de várias variáveis físicas e demográficas relativas à área de estudo, de forma a criar uma carta de suscetibilidade a incêndio nesta, analisar como a população idosa (+65) e os edifícios mais antigos (+50 anos) encontram-se ou não nas áreas de maior suscetibilidade, comparar de que forma o histórico de incêndios intercede com as áreas de maior suscetibilidade e por fim calcular a área de influência dos quartéis de bombeiros da região e o cálculo de limpeza de uma faixa de proteção até 100 metros aos aglomerados urbanos e 10 metros às estradas.

Um propósito mais gratificante seria a aplicação deste modelo e/ou da cartografia resultante para o avaliação do risco de incêndio florestal nesta e noutras regiões ou distritos do país.

4.Materiais e Métodos

Após selecionar a área de estudo (o distrito), recorreu-se ao moodle da unidade curricular para a exportação das curvas de nível do distrito em questão.

De seguida foi necessário recolher informação sobre a população e subseções de Castelo Branco, bem como a carta de uso e ocupação do solo, rede viária, rede hidrográfica, quartéis de bombeiros, postos de vigia, pontos de água e histórico de incêndios nesta área. (**Tabela 1**)

Posto a recolha de toda a informação foi escolhida a metodologia a utilizar, realizou-se uma análise descritiva, utilizando técnicas e métodos lecionados (ex: Analyzing Patterns e Mapping Clusters) e a cartografia das diferentes variáveis. Neste relatório o método escolhido foi a matriz de ponderação e valoração das diferentes variáveis atribuindo-lhes pesos às sub-classes de acordo com a sua importância aos incêndios. (**Tabela 2**)

Por fim, foi elaborada a carta de suscetibilidade de incêndios no distrito de Castelo Branco através então da integração das variáveis com os devidos pesos. Com a carta final, foi possível então responder aos restantes objetivos do presente relatório, como perceber o número de habitantes abrangidos pelas áreas de maior suscetibilidade, análise da distância das corporações de bombeiros às áreas de maior suscetibilidade e calcular o orçamento necessário para a limpeza dos terrenos do distrito dentro da faixa de proteção marcada. (**Tabela 3**)

Materiais / Informação utilizada	Fonte
COS (Carta de Ocupação e do Solo)	DGT - https://www.dgterritorio.gov.pt/cartografia/cartografia-tematica/COS-CLC-COPERNICUS
Rede hidrográfica	SNIAmb - https://sniamb.apambiente.pt/content/geo-visualizador
Rede viária	OpenStreetMaps - https://www.openstreetmap.org/#map=11/39.6730/-8.5238

Curvas de nível	Fornecidas pelo docente
Quarteis de bombeiros	GoogleEarth - https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/
Pontos de vigias	DGT – SNIG - https://snig.dgterritorio.gov.pt/
Histórico de incêndios	ICNF - http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/inc/mapas
Dados população por subsecção	INE - http://mapas.ine.pt/download/index2011.phtml

Tabela 1 – Fontes de materiais e da informação utilizada

Crítérios utilizados	Declive	Rede Hidro	Rede Viária	COS	Dens. Pop	Exposição	Área ardida	Postos de vigia	Pontos de água
Declives (dec)	1	5,26	5,88	0,40	5,26	4,2	1,30	7,14	2,78
Rede Hidrográfica	0,19	1	1,14	0,08	1	0,8	0,25	1,32	0,53
Rede Viária	0,17	0,88	1	0,07	0,88	0,70	0,22	1,18	0,47
Uso solo (COS)	2,52	13,25	15,14	1	12,5	10	3,23	16,67	7,14
Densidade populaci	0,19	1	1,14	0,08	1	0,8	0,25	1,33	0,53
Exposição	0,24	1,25	1,43	0,1	1,25	1	0,31	1,67	0,67
Área ardida	0,77	4,05	4,63	0,31	4,05	3,24	1	5,26	2,17
Postos de vigia	0,14	0,76	0,85	0,06	0,75	0,6	0,19	1	0,4
Pontos de água	0,36	1,88	2,14	0,14	1,88	1,5	0,46	2,5	1
Soma	5,58	29,33	33,35	2,23	21,89	17,50	5,54	29,30	12,12

Crítérios utilizados	Declive	Rede Hidro	Rede Viária	COS	Dens. Pop	Exposição	Área ardida	Postos de vigia	Pontos de água	Produto	Peso Final
Declives (dec)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,24	0,24	0,23	0,24	0,23	0,21	0,18
Rede Hidrográfica	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Rede Rodoviária	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
Uso solo (usolo)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,57	0,57	0,58	0,57	0,59	0,52	0,45
Densidade populaci	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03
EXPOSICAO	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04
AREA ARDIDA	0,14	0,14	0,14	0,14	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,16	0,14
POSTO DE VIGIA	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
PONTO DE ÁGUA	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,09	0,08	0,09	0,08	0,07	0,06
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	1,00

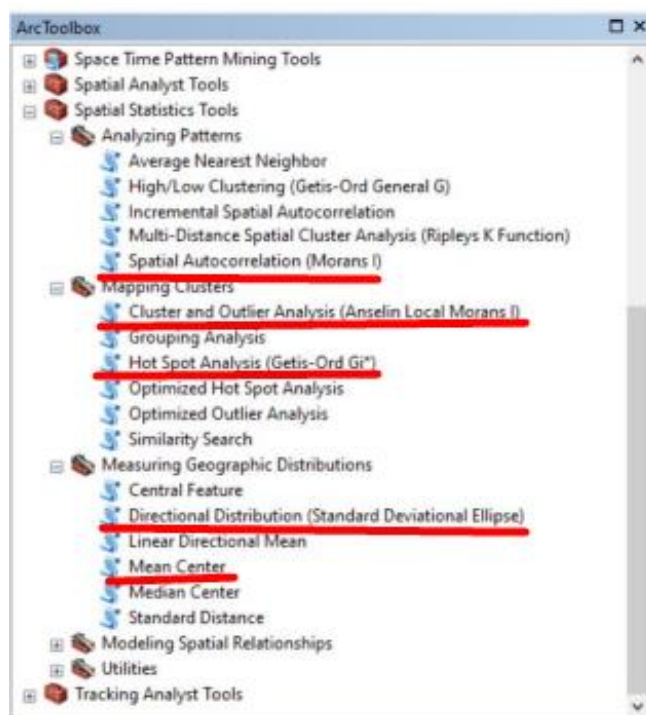
Tabela 2 – Ponderação das variáveis utilizadas. Adaptado de: ALMEIDA *et al.*(1995)

Faixa de proteção	Até 100 metros aos aglomerados urbanos E 10 metros às estradas
Preço mínimo	350 euros / ha
Preço máximo	1200 euros / ha

Tabela 3 – Variação dos preços do orçamento necessário para a limpeza assumindo a faixa de proteção

5. Análise descritiva

Primeiramente e de modo a perceber se existem padrões geográficos e de que forma se distribui a população pelo distrito de Castelo Branco, utilizou-se várias ferramentas do ArcToolbox (**Figura 2**).


Figura 2 – Ferramentas utilizadas do ArcToolbox

5.1 Análise descritiva – Densidade Populacional

Conforme a análise descritiva, foram utilizadas as ferramentas em cima figuradas em relação às variáveis da densidade populacional e a densidade de pessoas com mais de 65 anos. Variáveis escolhidas de forma como referido anteriormente, para perceber a distribuição da população residente bem como perceber em particular de que forma a população mais vulnerável/idososa se posiciona face ao objetivo do trabalho, que é então fazer uma análise de suscetibilidade demográfica e habitacional aos incêndios.

Com as ferramentas do Measuring Geographic Distributions, mean center e a directional distribution, foram identificados os centros médios e as suas distribuições direcionais do distrito de Castelo Branco para a densidade populacional e para a densidade de pessoas com mais de 65 anos, como representam as **Figuras 3 e 4**.

Com a análise das figuras ao lado conseguimos perceber que as zonas com mais população do distrito são os municípios da Covilhã, Fundão e de Castelo Branco, a população com mais de 65 anos segue praticamente a mesma distribuição verificando-se ainda que algumas freguesias do distrito possuem um maior número de população idosa, dado que estas têm uma densidade populacional maior nessas freguesias.

Os centros médios das duas variáveis são quase idênticos bem como a elipse da distribuição direcional que reflete a tendência direcional, ou seja, indica se as populações estão mais afastadas entre si numa ou noutra direção.

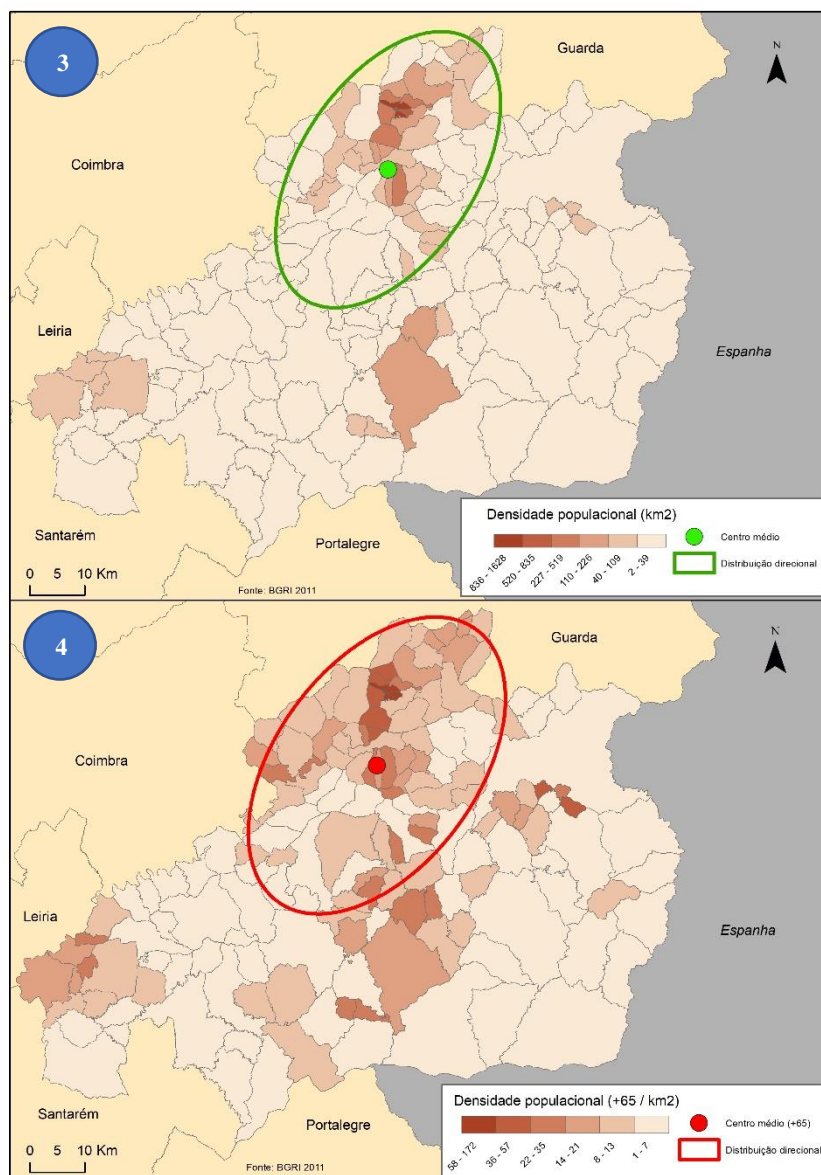


Figura 3 – Densidade e distribuição direcional da população para o distrito de Castelo Branco

Figura 4 – Densidade e distribuição direcional da população com mais de 65 anos para o distrito de Castelo Branco

A partir do comando Mapping Clusters do ArcToolbox., usando as ferramentas de Cluster And Outlier Analysis (Anselin local Morans I) e Hot Spot Analysis (Getis-Ord-Gi*) deste, dado o conjunto de recursos ponderados e características ponderadas, identificam pontos quentes e pontos frios.

O resultado da primeira ferramenta distingue entre um cluster de valores altos (HH), de valores baixos (LL), em que os outliers de um valor alto é rodeados de valores baixos (HL) e um outlier em que valores baixos são rodeados principalmente de valores elevados (LH). Na área em estudo apenas identificou clusters de valores altos no município da Covilhã quer para a densidade populacional, quer para a densidade populacional com mais de 65 anos. (**Figura 5 e 6**)

A ferramenta do Hot Spot Analysis (Getis-Ord-Gi*) é semelhante à anterior, contudo o uso da estatística Getis-Ord Gi* um z-score significativo positivo elevado indica uma agregação de valores elevados (hot-spot), caso aconteça o contrário indica uma agregação de valores baixos (cold-spot). Para as duas variáveis os hot spots encontrados encontram-se no mesmo município, a Covilhã, à exceção de um hot spot com 95% de confiança, que se encontra a norte do município do Fundão na densidade populacional com mais de 65 anos. (**Figura 7 e 8**)

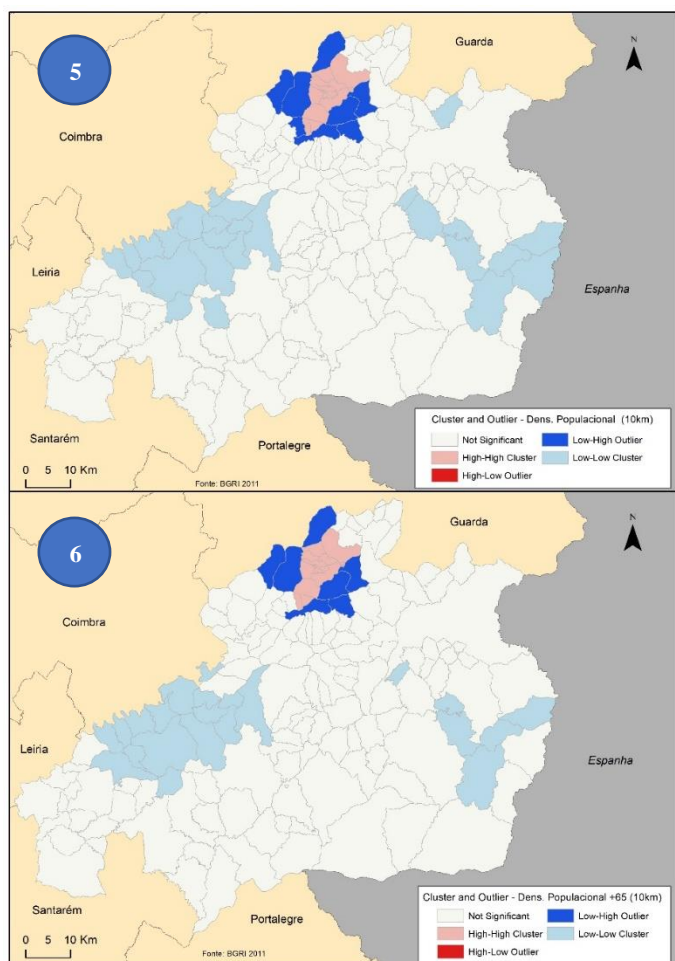


Figura 5 – Cluster and Outlier Analysis da densidade populacional para o distrito de Castelo Branco

Figura 6 – Cluster and Outlier Analysis da densidade populacional com mais de 65 anos para o distrito de Castelo Branco

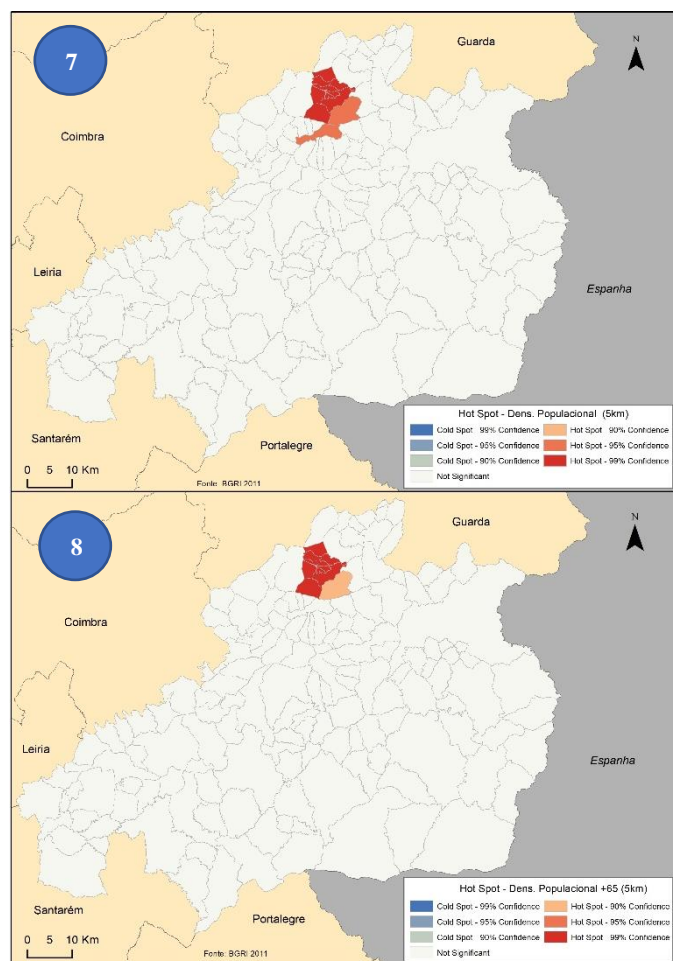


Figura 7 – Hot Spot Analysis da densidade populacional para o distrito de Castelo Branco

Figura 8 – Hot Spot Analysis da densidade populacional com mais de 65 anos para o distrito de Castelo Branco

Por fim, com o Analysing Patterns foi possível realizar o Spatial Autocorrelation (Morans I) de forma a perceber se há uma tendência da forma que os valores estão distribuídos e o Incremental Spatial Autocorrelation que cria um gráfico de linhas a partir de uma série de distâncias e seus z-scores correspondentes.

As duas variáveis obtiveram o mesmo resultado para o relatório da autocorrelação espacial, dando um padrão em cluster (agregado) contudo com z-scores diferentes (**Figura 9 e 10**). Tendo em conta este p-value há menos de 1% de probabilidade que este padrão seja ao acaso.

O incremental foi calculado para a distância automática para ambas as variáveis, onde o z-score vai diminuindo em ambos e possuem um pico à mesma distância (15km) mas com diferentes z-scores a estas distâncias.

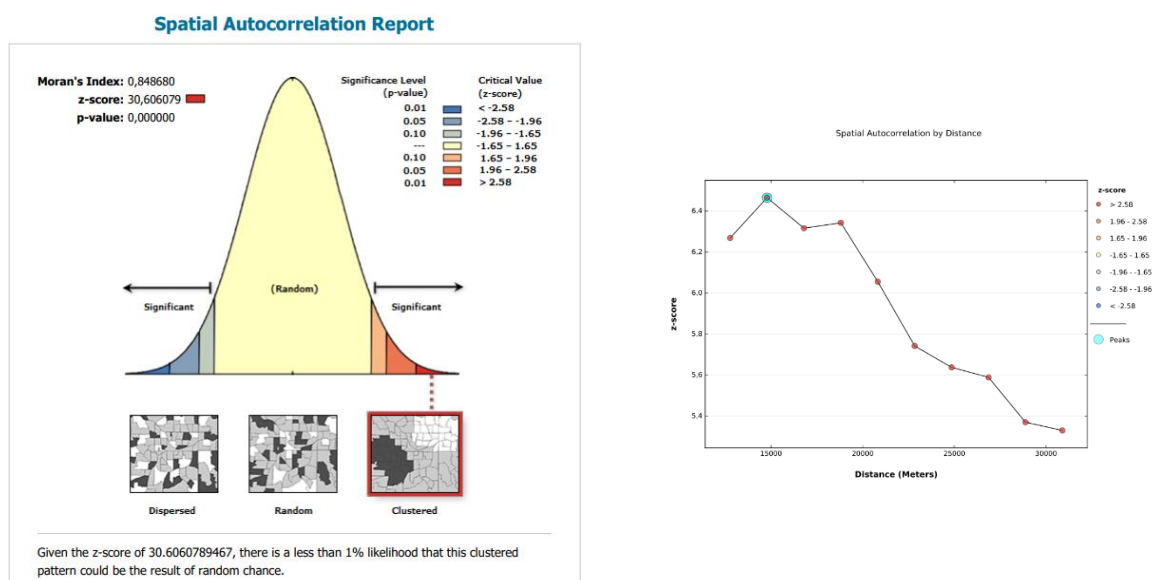


Figura 9 – Relatório de Autocorrelação Espacial e Autocorrelação Espacial pela distância para a densidade populacional do distrito de Castelo Branco

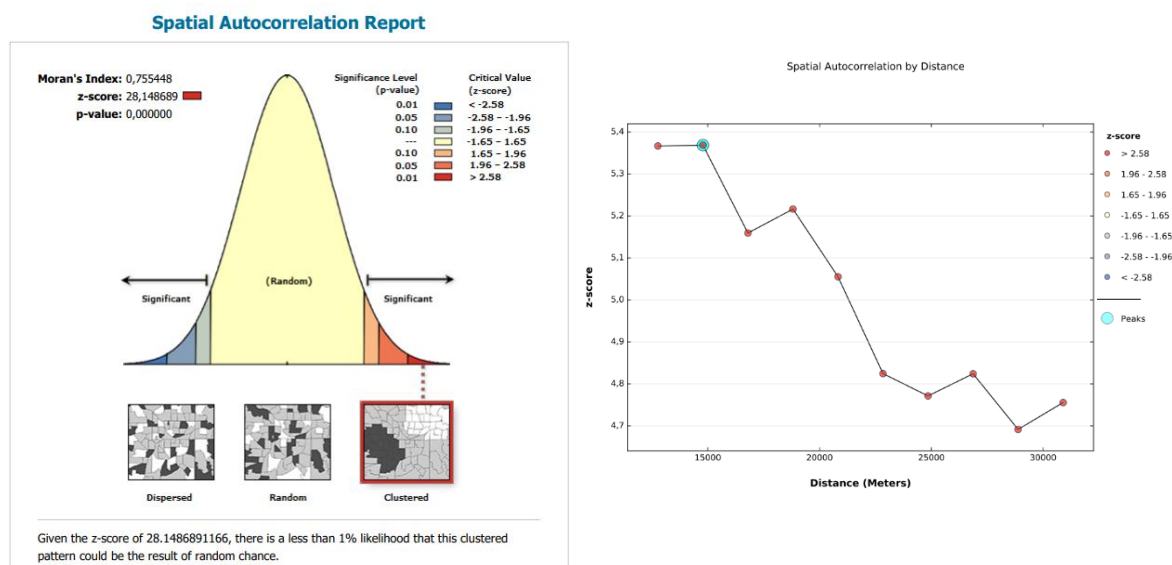


Figura 10 – Relatório de Autocorrelação Espacial e Autocorrelação Espacial pela distância para a densidade populacional com mais de 65 anos do distrito de Castelo Branco

6. Análise multicritério (AMC)

A análise multicritério (AMC) é um processo usado para ajudar no processo de tomada de decisão, visto que, este transforma/combina dados geográficos de modo a permitir a utilização de diversos parâmetros numa lógica intuitiva e sustentada, conjugando a subjetividade com a objetividade das ferramentas e cálculos matemáticos. Desta forma encontra a melhor solução depois de contempladas e cartografadas as variáveis escolhidas e as junções destas.

Em primeiro lugar é necessário a definir o problema, ou seja, qual é o objetivo, o que pretendemos saber, como iremos proceder, quais os critérios a utilizar? De seguida foi necessário definir as variáveis a ser utilizadas. Depois da escolha das variáveis, passou-se para a operacionalização, que se divide em três fases.

A primeira fase, é a reclassificação e transformação das variáveis de modo a estarem prontas a serem normalizadas, ou seja, todas as variáveis em análise deverão estar à mesma escala, tudo na mesma unidade de medida e os critérios qualitativos têm de ser alterados para quantitativos, de modo a criar uma análise integrada e onde neste caso em estudo a escala vai variar de 0 a 1. De seguida, foi atribuído um peso para cada variável (**Tabela 2**), bem como para cada subclasse de cada variável. A atribuição de pesos a cada variável e a cada subclasse foi baseada na **Tabela 4**.

No final, foram feitos “lookup’s” de cada variável e de seguida agregadas com as somas ponderadas das mesmas em formato raster com uma resolução de pixel de 10 metros de lado, criando assim a carta de suscetibilidade aos incêndios.

Variáveis		Ponderação	Coefficiente da Variável	Subclasses das Variáveis	Valor		
Declive		210	14,87%	> 40%	210		
				30-40%	140		
				20-30%	47		
				10-20%	24		
				0-10%	8		
Exposição		50	3,54%	Sul	50		
				Oeste	34		
				Este	13		
				Norte	4		
				Plano	0		
Rede Hidrográfica		40	2,83%	< 30m	0		
				> 30m	40		
Ocupação do Solo		530	37,54%	Matos	530		
				Povoamentos Mistos	472		
				Eucaliptal	413		
				Pinhal	236		
				Agrícola	177		
				Solo Nu/Pouca Vegetação	59		
Interface Urbano/Florestal		100	7,08%	Urbano	9		
				Densidade Baixa	20		
				Densidade Média	50		
				Densidade Alta	100		
Densidade demográfica		40	2,83%	< 25 hab./km²	8		
				25 - 80 hab./km²	20		
				> 80 hab./km²	40		
Proximidade ao Recreio Florestal		30	2,12%	0 - 100 m	30		
				100 - 200 m	16		
				200 - 300 m	4		
				< 100 m	35		
Rede viária	Proximidade à rede viária		70	4,96%	100 - 200 m	16	
					200 - 300 m	7	
					< 5m/ha	35	
					5 - 12,5 m/ha	16	
	Densidade de caminhos florestais e agrícolas					12,5 - 20 m/ha	7
						20 - 30 m/ha	7
						30 - 40 m/ha	16
						> 40 m/ha	35
Visibilidade de postos de vigia		30	2,12%	Oculto	30		
				Visível por 1 posto	6		
				Visível por 2 postos	4		
				Visível por 3 ou mais postos	2		
Distância aos Pontos de Água		75	5,31%	< 1000m	10		
				1000 - 2000m	40		
				2000 - 3000m	75		
				< 5min	10		
Tempo Deslocação dos Bombeiros		75	5,31%	5 - 10min	25		
				10 - 15min	50		
				> 15min	75		
Histórico de Incêndios		162	11,47%	Nunca ardeu	0		
				Ardeu uma vez	30		
				Ardeu duas vezes	70		
				Ardeu três ou mais vezes	162		

Tabela 4 – Matriz de ponderação e valoração das variáveis. Adaptado de: ALMEIDA *et al.*(1995)

6.1. Análise das variáveis

Neste relatório como já descrito anteriormente foram selecionadas as seguintes variáveis que poderão potenciar o risco propagação, ignição e outras de controlo do fogo da área de estudo: o declive, a exposição de vertentes, a rede hidrográfica, a ocupação do solo, a densidade demográfica, a proximidade à rede viária, a visibilidade de postos de vigia, distância aos pontos de água e o histórico de incêndios (2015-2019).

Nota: Nem toda a cartografia apresentada no relatório é normalizada, ou seja, a cartografia apresentada tem como objetivo a melhor análise e descrição da variável em questão.

6.1.1. Relevo / Declive

Esta variável influencia bastante na propagação de um incêndio, dado que, quanto maior for a sua declividade, maior será a potencial propagação e rapidez deste. Este realizou-se a partir das curvas de nível fornecidas pelo docente da unidade curricular onde após converter os dados para TIN e seguidamente para raster (formando o MDT, **figura 11**), apenas se aplicou a ferramenta “Slope” para elaborar o mapa de declives em percentagem.

Castelo Branco como podemos verificar na **figura 12**, aparenta estar dividido em duas metades no que diz respeito à declividade do distrito, uma metade (oeste) caracterizada por várias percentagens de declive elevado, estando também diretamente relacionado com as características de relevo presentes (cordilheira da Serra da Estrela) e uma outra metade com bastante área com declives entre os 0-10% (centro e este).

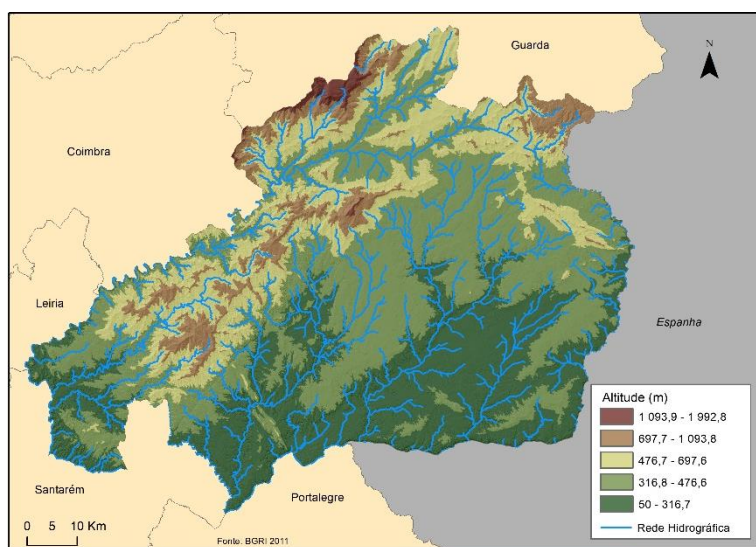


Figura 11 – Mapa de altimetria do distrito de Castelo Branco

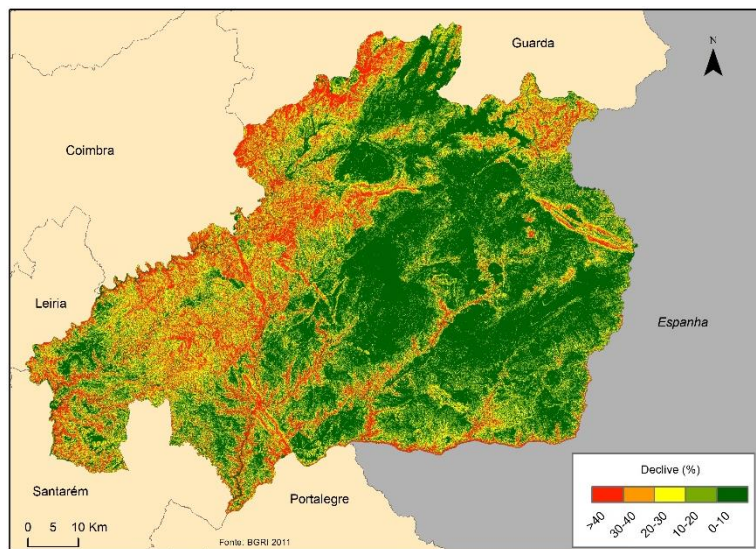


Figura 12 – Mapa de declividade do distrito de Castelo Branco, em percentagem

6.1.2. Exposição de vertentes

A exposição de vertentes além de ter influência na ignição do fogo juntamente com outros fatores como o vento, temperatura e humidade pode ajudar na propagação e em alguns casos no controlo do fogo. Para a criação do mapa de exposição de vertentes (**figura 13**), usou-se o comando “Aspect” tendo como base o MDT anteriormente criado.

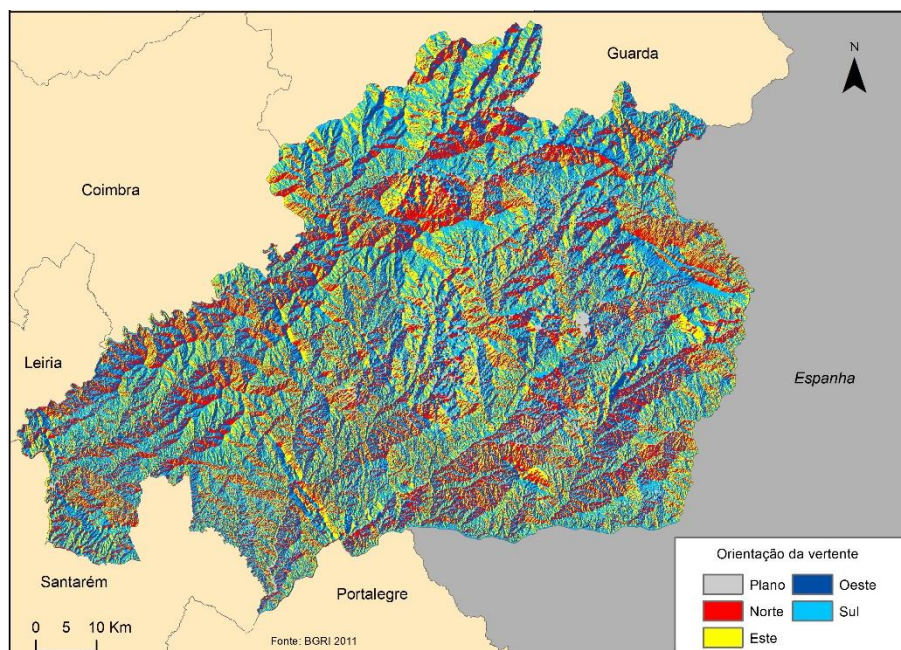


Figura 13 – Mapa de exposição de vertentes do distrito de Castelo Branco

6.1.3. Ocupação do Solo

Como terceira variável temos a ocupação do solo que é de extrema influência para a ignição e propagação dos incêndios, dado que, a sua cobertura influencia a rapidez de ignição, propagação e a intensidade de um incêndio.

A carta de ocupação e de uso do solo foi retirada da DGT e tratada segundo o primeiro nível da COS, sendo esta, dividida em 9 classes (**figura 14**), onde neste distrito em estudo, a 8ª não se encontra representada. Antes de esta ser reclassificada foi necessária uma abordagem mais ponderada sobre a ocupação do solo, na medida em que, a matriz de ponderação possuía subclasses diferentes às que estavam então representadas no nível 1 da COS.

Assim, de modo a seguir a matriz de ponderação utilizada, foi feita um agrupar de subclasses e a extração de outras para se obter as classificações pretendidas divididas em 7 classes (**figura 15**).

Mais de metade do território do distrito de Castelo Branco é ocupado por floresta (cerca de 51% do território), tendo ainda bastante espaço ocupado por agricultura e por matos. Este

sendo o quarto maior distrito português em termos de área, apenas apresenta 2% ocupado por territórios artificializados (**figura 14**).

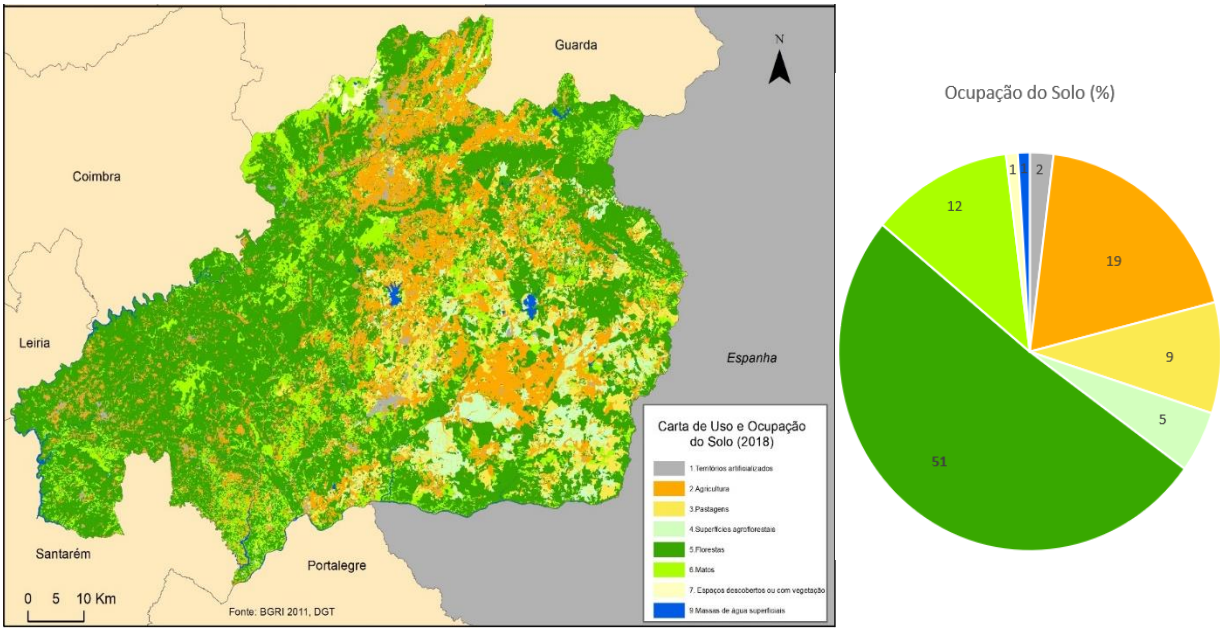


Figura 14 – Carta de ocupação e uso do solo (nível um) no distrito de Castelo Branco

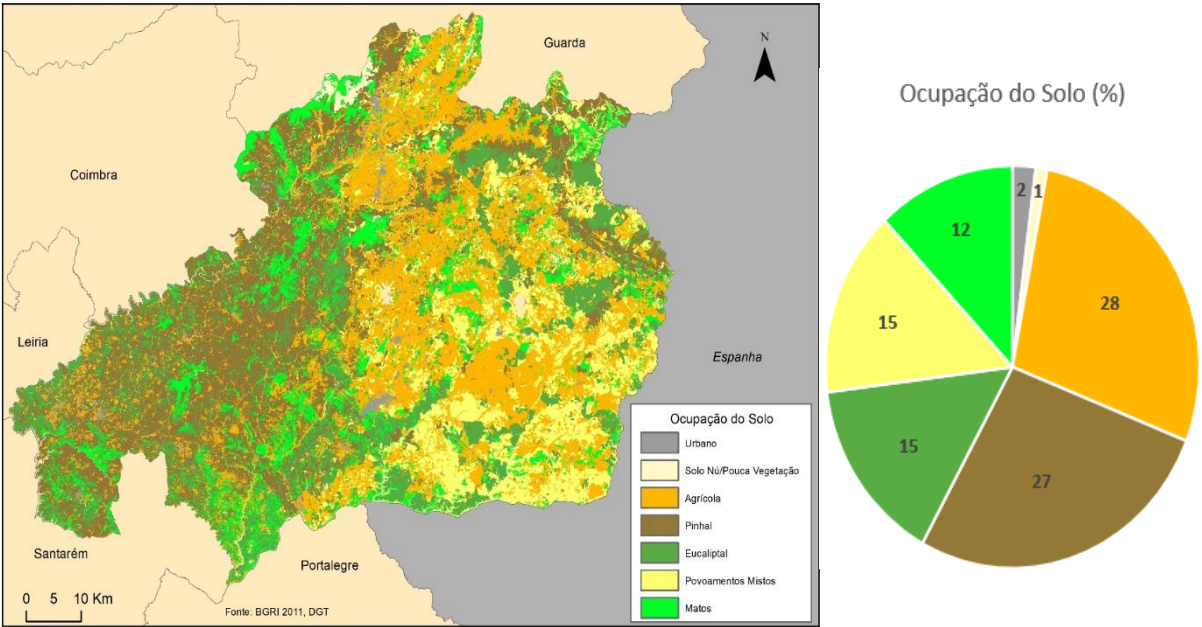


Figura 15 – Carta de ocupação do solo ponderada no distrito de Castelo Branco

6.1.4. Densidade demográfica

Esta variável apesar de já ter sido descrita e analisada anteriormente, torna-se indispensável voltar a falar nela, dado que, segundo a matriz de ponderação utilizada, esta deverá ter apenas três classes associadas como podemos ver na **figura 16**.

Desta forma, segundo esta reclassificação, passam a ser seis, os municípios representados com a classe mais alta da densidade demográfica (mais de 80hab por quilometro quadrado). São eles o município de Belmonte, Covilhã, Fundão, Penamacor, Castelo Branco e Sertão.

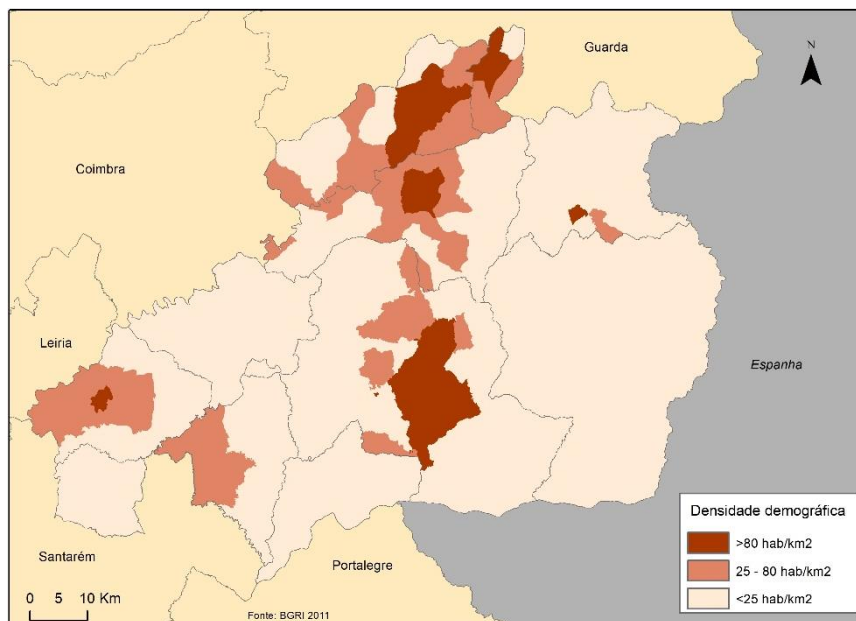


Figura 16 – Densidade demográfica do distrito de Castelo Branco

6.1.5. Rede Viária

A rede viária pode constituir quer uma vantagem quer uma desvantagem para a propagação dos incêndios, uma vez que, quanto mais densas forem, maior será a sua suscetibilidade ao incêndio, por outro lado, poderá ser um contributo para a prevenção e para o combate aos incêndios permitindo um melhor acesso às viaturas de combate, mas também poderá funcionar como “corta incêndio”, já que não alimenta a combustão do incêndio.

Com a elaboração da distância euclidiana relativamente à rede viária (**figura 17**) percebemos que se nota uma maior deficiência em termos de acessos a sudeste, este e nordeste do distrito.

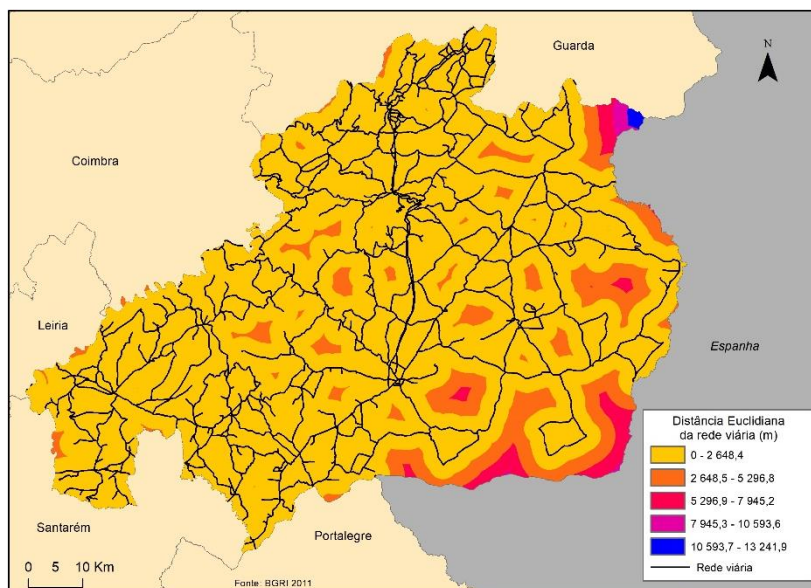


Figura 17 – Distância euclidiana da rede viária do distrito de Castelo Branco

6.1.6. Rede Hidrográfica

A rede hidrográfica impede a propagação do fogo e ajuda no controlo e combate destes. Assim a elaboração da distância euclidiana é pertinente para o estudo na medida em que permite perceber se existem áreas afastadas de qualquer curso de água.

Na **figura 18** estão então representadas as distâncias euclidianas da rede hidrográfica, onde apesar desta ser mais ou menos homogénea por todo o distrito, existem algumas áreas onde a distância ao curso de água mais próximo fica a mais de 2000 metros, podendo ser um motivo de preocupação, caso não existam postos de água nestas áreas.

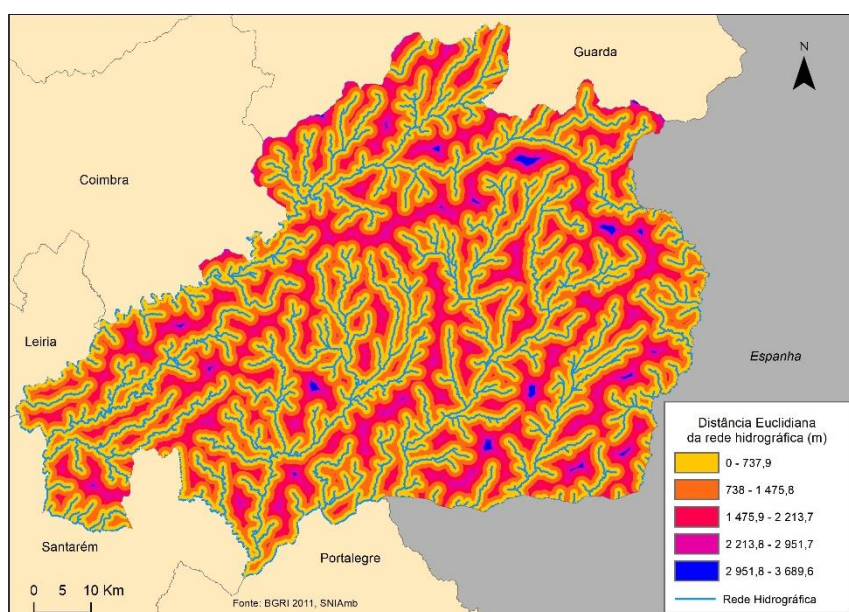


Figura 18 – Distância euclidiana da rede hidrográfica do distrito de Castelo Branco

6.1.7. Pontos de abastecimento de Água

Os pontos de água espalhados por todo o distrito de Castelo Branco bem como por todo o país, serve de apoio às cooperações dos bombeiros no suporte ao combate de incêndios, o que categoriza esta variável como parte das variáveis que ajudam a controlar os incêndios.

A parte central do distrito, o município de Castelo Branco, é o que possui menos pontos de água disponíveis, contudo isto deverá dever-se ao facto desta área ser bastante urbana.

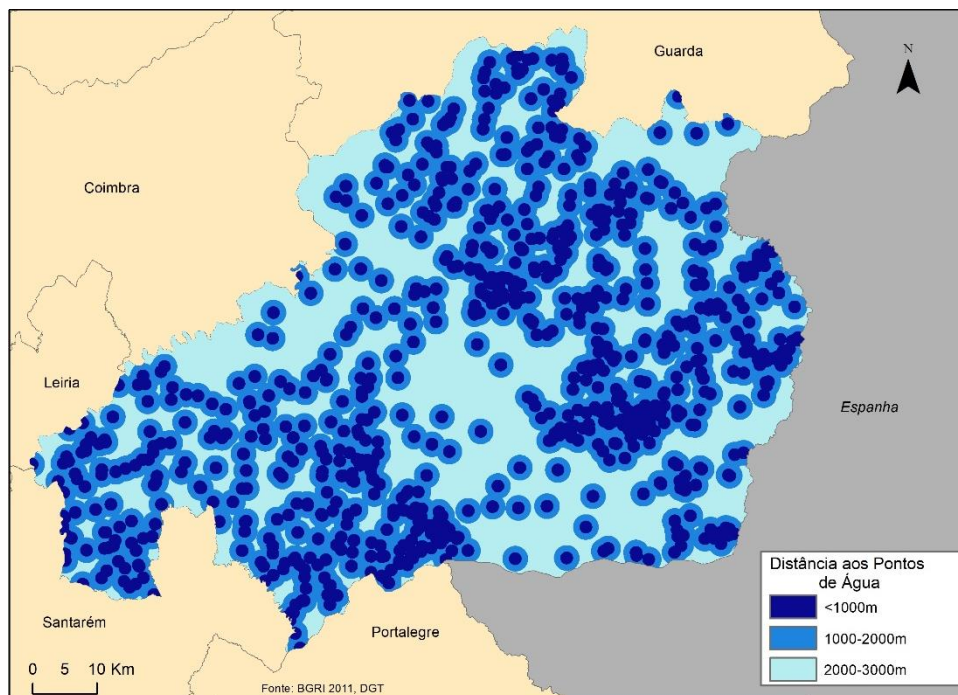


Figura 19 – Distribuição e localização dos pontos de água no distrito de Castelo Branco

6.1.8. Visibilidade de postos de vigia

Os postos de vigia são fulcrais quer para a prevenção da ignição de incêndios, mas também para alertar as centrais das corporações dos bombeiros de forma precisa em caso de incêndio. Estes encontram-se espalhados ao longo do distrito e apesar de na **figura 20** estarem representadas a cor-de-rosa, as áreas não visíveis por estes postos de vigia, poderão ser visíveis por outros postos existentes nos distritos e municípios ao redor de Castelo Branco.

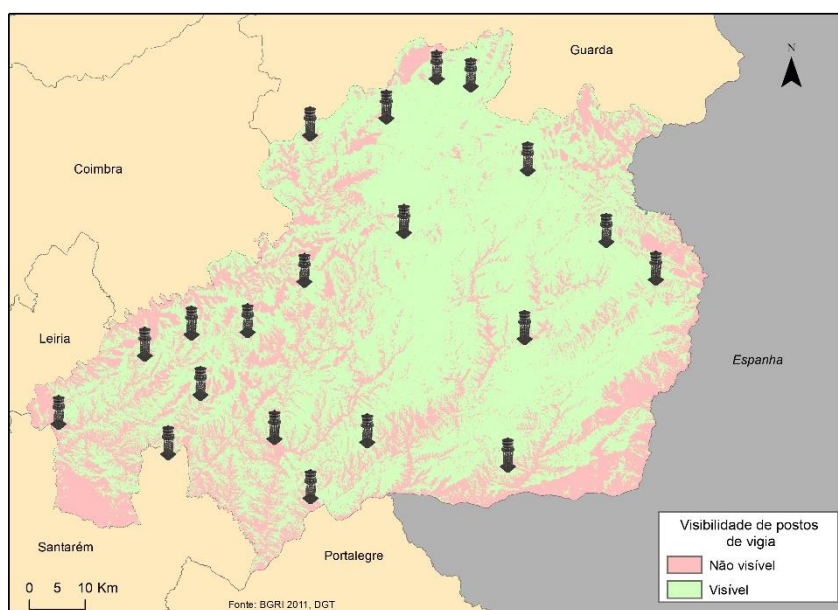


Figura 20 – Distribuição dos postos de vigia e sua visibilidade no distrito de Castelo Branco

6.1.9. Histórico de incêndios (2015-2019)

Relativamente ao histórico de incêndios, este foi utilizado devido à sua incidência espacial de incêndios, uma vez que, as áreas já ardidas em anos anteriores, encontram-se mais expostas e suscetíveis ao flagrar de novos incêndios.

Entre os anos de 2015 e de 2019, o distrito de Castelo Branco apenas verificou a incidência de duas vezes as mesmas áreas ardidas em pequenas áreas. Os municípios do distrito que sofreram mais entre este histórico de incêndios, são aqueles localizados a oeste do distrito como a Sertã, Vila de Rei, Oleiros e Proença-a-Nova e algumas áreas do Fundão e Covilhã.

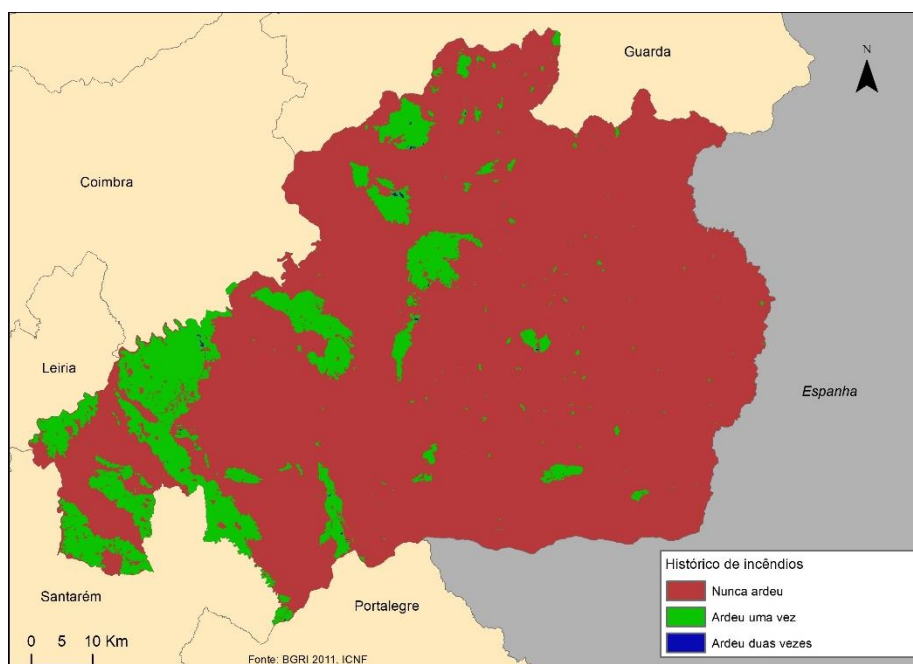


Figura 21 – Distribuição dos postos de vigia e sua visibilidade no distrito de Castelo Branco

6.2. Ponderação de peso para cada variável

Após a análise individual, da realização da cartografia, da reclassificação e por sua vez da normalização dos rasters (entre valores de 0 e 1) de cada variável e subclasse, foi necessário atribuir um peso a cada uma destas nove variáveis. Para isso utilizou-se como referido anteriormente a **tabela 2**, tabela esta baseada na matriz de ponderação também já referida (**Tabela 4**).

Resumidamente cada variável terá menos ou mais importância que a outra e assim sucessivamente. Depois de todos os valores da **tabela 2** preenchidos e ponderados, dividiu-se os produtos de cada variável pela soma total destas, fazendo assim média de influência que cada variável tem para a carta de suscetibilidade aos incêndios.

Fórmula de ponderação do peso de cada subclasse (tabela 4):

(valor de cada subclasse – valor mínimo das subclasses) / (valor máximo das subclasses – valor mínimo das subclasses)

6.3. Agregar as variáveis

Antes de agregar as variáveis foi necessário fazer um “lookup” para cada uma das variáveis, tendo como campo da tabela usado nestes, o “Peso” (de cada subclasse). Posto isto, utilizando o comando do “raster calculator” somaram-se os resultados de cada multiplicação do “lookup” de cada variável pelo peso definido anteriormente e obteve-se assim o mapa final, a carta de suscetibilidade aos incêndios do distrito de Castelo Branco (**Figura 22**).

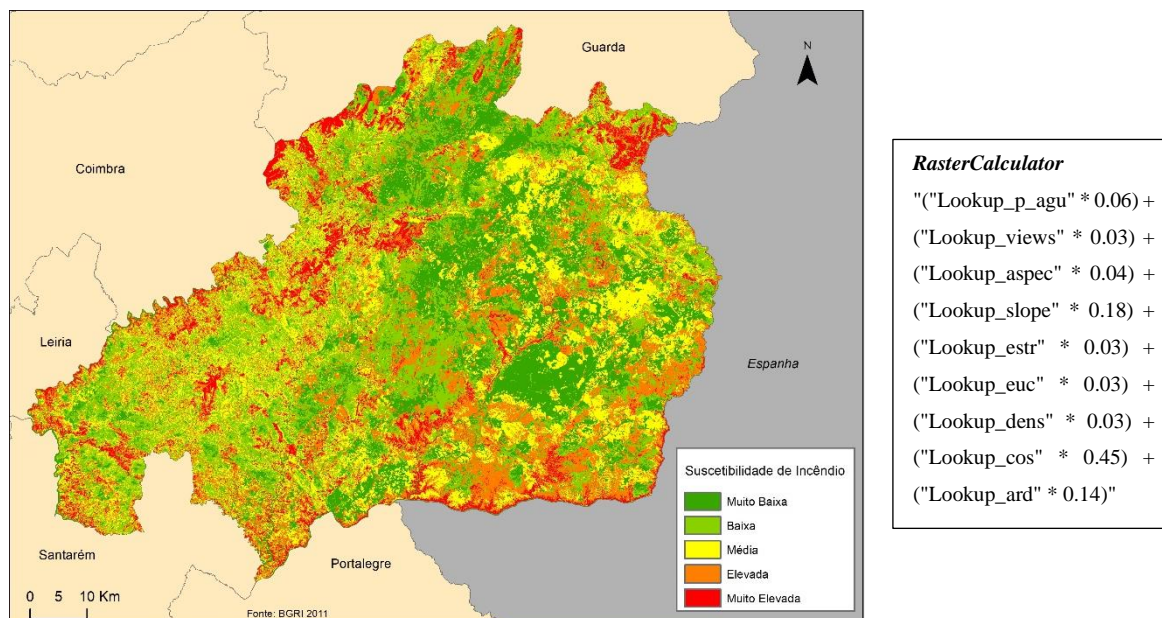


Figura 22 – Carta de Suscetibilidade de Incêndios no distrito de Castelo Branco

7. Análise da Carta de Suscetibilidade a Incêndios

Depois de realizada a carta de suscetibilidade de incêndios era importante para a análise desta, apenas considerar as áreas de maior suscetibilidade, sendo estas, as áreas com suscetibilidade com valor superior a 0,7 na análise multicritério. Para isso bastou utilizar o “raster calculator” e colocar o resultado final, o raster da suscetibilidade, maior que 0,7 (dada a escala de 0 a 1).

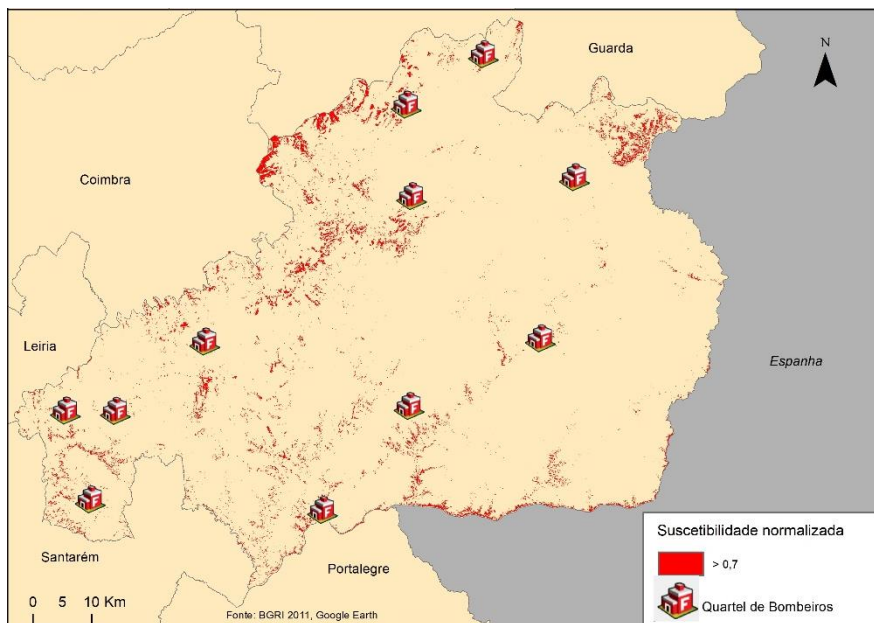


Figura 23 – Suscetibilidade superior a 0,7 e localização das corporações dos bombeiros de Incêndios no distrito de Castelo Branco

7.1. Como se divide a área de maior suscetibilidade pelas diversas classes de uso do solo

Para ver de que forma se divide a área de maior pelas diversas classes de uso dos solos, foi necessário aplicar um “Tabulate Area” de forma este intersestar os valores da suscetibilidade acima de 0,7 com os valores referentes à carta de ocupação e uso do solo. O resultado foi a **figura 24**, onde cerca de 80,4% da área de maior suscetibilidade (>0,7) é a composta por matos, 19,3% por florestas e apenas 0,3% por superfícies agroflorestais.

multicriterio5									
OID	VALUE	A 1 TERRIT	A 2 AGRICU	A 3 PASTAG	A 4 SUPERF	A 5 FLORES	A 6 MATOS	A 7 ESPA	A 9 MASSAS
0	0	121146400	1282596900	567298000	340274600	3368352800	636569800	35172300	66514300
1	1	0	0	0	613700	39452100	164360300	0	0

Figura 24 – Divisão do uso do solo pela área de maior suscetibilidade (>0,7) no distrito de Castelo Branco

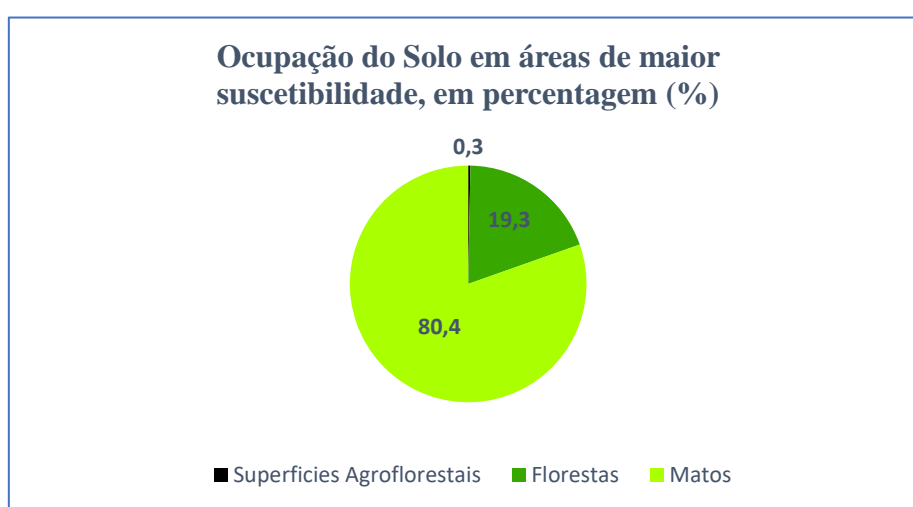


Figura 25 – Gráfico circular da ocupação do solo em áreas de maior suscetibilidade (>0,7) no distrito de

7.2. Como se distribui a área ardida nos últimos 5 anos (2015-2019) com as áreas classificadas como de maior suscetibilidade. Qual a percentagem de área ardida sobreposta?

De forma a conseguirmos responder a esta questão apresentada foi necessário juntar toda a área ardida entre os anos de 2015 e 2019 (**figura 21**). Após termos então as duas variáveis necessárias, repetiu-se novamente o comando do “Tabulate área” de modo a intersestar as áreas de maior suscetibilidade (>0,7) com as áreas ardidas nos anos em causa. Elaborada uma “regra de três simples” calculou-se a percentagem aproximada da área ardida em áreas de maior suscetibilidade (>0,7), onde o resultado foi de aproximadamente 6%.

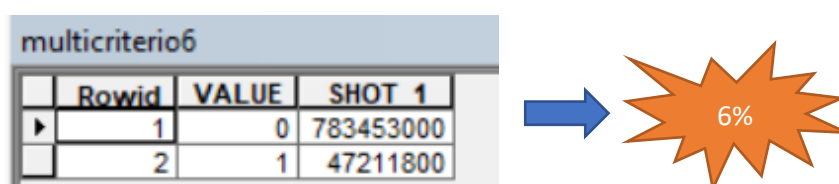


Figura 26 – Área ardida entre os anos de 2015 e 2019 em áreas de maior suscetibilidade (>0,7) no distrito de Castelo Branco

7.3. Qual o número total de habitantes abrangidos por estas áreas de maior suscetibilidade, e a percentagem de habitantes idosos (acima de 65 anos).

Nesta terceira questão, foi necessário possuir os dados da população total e o número de pessoas com mais de 65 anos do distrito de Castelo Branco. Com os estes dados, efetuei um “intersect” com os dados da população e as áreas de maior suscetibilidade ($>0,7$). Com toda a informação agora agrupada no “intersect”, foi necessário a criação de novos campos na tabela como a área da informação intersetada em hectares, a população total ponderada e a população com mais de 65 anos ponderada. Tendo os campos criados foi aplicado o “calculate geometry” para o campo da área em hectares e para os campos da população foi aplicado a seguinte formula no “*field Calculator: ([poptotal] * [area_inter]) / [Area]*”, onde a “*poptotal*” é a população total, “*area_inter*” é a área em hectares intersetada e a “*Area*” é a área de cada freguesia.

Por fim para determinar a percentagem de idosos abrangidos por áreas de maior suscetibilidade ($>0,7$) foi necessário ver a soma do campo relativo à população com mais de 65 anos ponderada, dividir este valor pela população total idosa e multiplicar por cem.

Em Castelo Branco cerca de 5160 habitantes encontram-se em locais de maior suscetibilidade a incêndios e onde aproximadamente 2,8% a população total idosa encontra-se nesta mesma área.

7.4. Da mesma forma, calcular o número total de edifícios abrangidos pelas áreas de maior suscetibilidade, e a percentagem de edifícios com mais de 50 anos.

Este procedimento dado a sua similaridade com o anterior, foi efetuado ao mesmo tempo e usados os mesmos cálculos no seu processo, onde bastou então recolher os dados relativos aos edifícios totais e aqueles construídos antes de 1970 e criar campos no resultado do “intersect” realizado com o número total edifícios ponderados e total de edifícios com mais de 50 anos ponderados. A fórmula a aplicar foi a mesma apenas se mudou o primeiro fator na fórmula *field Calculator: ([edi_pond50] * [area_inter]) / [Area]*” (destinado ao nome de cada coluna que se prende calcular, neste caso, totais edifícios ponderados ou com mais de 50 anos ponderados).

Relativamente aos edifícios, cerca de 3154 edifícios encontram-se em áreas de maior suscetibilidade ($>0,7$) e cerca de 2,9% de edifícios com mais de 50 anos encontram-se nestas áreas. Demonstrando assim grande similaridade entre a população idosa presente e a idade do edifício onde provavelmente residem dado a sua proximidade de percentagens.

intersect														
Freg	Area	dens pop	den mais65	edifi 50	den edifi50	edifi tota	den edifiTot	pop total	pop65	area inter	pop pond 1	pop pond5	edi pond 1	edi pond50
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000283	0,005536	0,002146	0,004774	0,002161
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000068	0,001338	0,000519	0,001154	0,000522
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000255	0,004177	0,015574	0,034647	0,015687
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,001625	0,031778	0,012319	0,027404	0,012408
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000276	0,005394	0,002091	0,004651	0,002106
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,0001	0,001955	0,000758	0,001686	0,000763
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000064	0,001252	0,000485	0,00108	0,000489
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000137	0,00267	0,001035	0,002303	0,001043
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000095	0,018573	0,0072	0,016017	0,007252
50101	30,904991	102,993073	23,167779	477	15,4344	1512	48,924136	3183	716	0,000099	0,010207	0,002296	0,004849	0,00153
50101	30,904991	102,993073	23,167779	477	15,4344	1512	48,924136	3183	716	0,000269	0,027668	0,006224	0,013143	0,004146
50101	30,904991	102,993073	23,167779	477	15,4344	1512	48,924136	3183	716	0,0003	0,030896	0,00695	0,014677	0,00463
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000068	0,001338	0,000519	0,001154	0,000522
50101	30,904991	102,993073	23,167779	477	15,4344	1512	48,924136	3183	716	0,000219	0,022569	0,005077	0,010721	0,003382
50101	30,904991	102,993073	23,167779	477	15,4344	1512	48,924136	3183	716	0,0001	0,010299	0,002317	0,004892	0,001543
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000068	0,001338	0,000519	0,001154	0,000522
50101	30,904991	102,993073	23,167779	477	15,4344	1512	48,924136	3183	716	0,000235	0,024171	0,005437	0,011462	0,003622
50101	30,904991	102,993073	23,167779	477	15,4344	1512	48,924136	3183	716	0,000054	0,029508	0,186594	0,394036	0,124309
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000279	0,005446	0,002112	0,004898	0,002127
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000135	0,00264	0,001023	0,002276	0,001031
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000137	0,00267	0,001035	0,002303	0,001043
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000068	0,001338	0,000519	0,001154	0,000522
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000135	0,00264	0,001023	0,002276	0,001031
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,0001	0,001955	0,000758	0,001686	0,000763
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000531	0,114017	0,044197	0,096323	0,044516
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000352	0,006886	0,002669	0,005938	0,002668
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,00074	0,014477	0,005612	0,012464	0,005652
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,0001	0,001955	0,000758	0,001686	0,000763
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,0001	0,001955	0,000758	0,001686	0,000763
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000343	0,006708	0,0026	0,005784	0,002619
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,003562	0,069651	0,026999	0,060064	0,027195
50105	18,206497	19,553459	7,579712	139	7,634637	307	16,862112	356	138	0,000575	0,011252	0,004362	0,009703	0,004393

Tabela 5 – Informação presente e criada no “intersect” realizado

7.5. Analise a distância das corporações dos bombeiros às áreas de maior suscetibilidade.

Em ordem a analisar a distância das corporações dos bombeiros às áreas de maior suscetibilidade ($>0,7$), foi necessário a recolha da localização destas que se encontram espalhadas por todo o distrito. Depois da recolha da localização das corporações dos bombeiros do distrito, foi necessário fazer a “*euclidean distance*” para a rede viária para possuir um raster de custo destas. Para finalizar, com o comando “*cost distance*” e utilizando a *shapefile* da localização das corporações dos bombeiros juntou-se com o resultado da “*euclidean distance*”.

O resultado foi a **figura 28** onde estão marcadas as corporações de bombeiros do distrito de Castelo Branco, bem como a sua área de influência no território. Desde logo percebemos que os principais municípios do distrito possuem corporações de bombeiros e nas áreas em redor destas a distância de intervenção é relativamente rápida e curta. A este na fronteira com Espanha encontram-se as áreas com menos capacidade de resposta das corporações de bombeiros do distrito, uma vez que, a rede viária é bastante deficiente e apenas 2% da área do distrito é território artificializado não faria sentido a construção de corporações de bombeiros fora da “urbanização”.

Também com a **figura 27** elaborada através do comando de “*zonal statistics as table*” foi possível ter valores concretos às áreas de influência de cada corporação. Onde demonstra que a distância mínima de atuação é de 420 metros e a distância máxima de aproximadamente 94,5 km (sendo esta distância entre a corporação de bombeiros numa extremidade até à extremidade oposta). A distância média de atuação destas corporações é cerca de 32km.

zonal_stats									
Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
1	0	64147810	6414781000	0	96893,6875	96893,6875	27122,986877	14317,83925	1739880208798,863281
2	1	2043240	204324000	420	94632,070313	94212,070313	32083,088101	17062,886658	65553448932,052704

Figura 27 – Estatísticas das áreas de influência das corporações de bombeiros do distrito de Castelo Branco

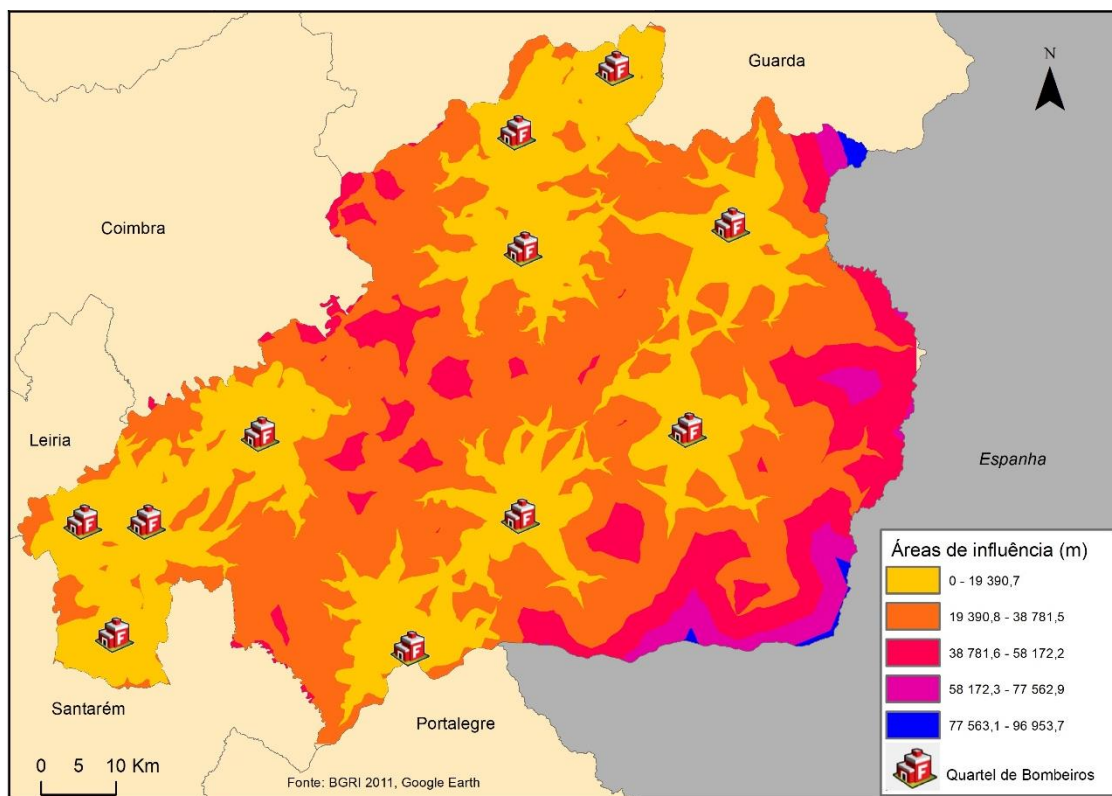


Figura 28 –Áreas de influência das corporações de bombeiros do distrito de Castelo Branco

7.6. Calcule o orçamento necessário para a limpeza dos terrenos do distrito que selecionou (segundo a faixa de proteção e custos da *tabela 3*)

De modo a proteger as populações de desastres como o incêndio de Pedrogão Grande, foi necessário definir leis de modo que os proprietários de terrenos e leiras, sejam de alguma forma cuidadosos e não deixem os terrenos ao abandono. Assim com a criação neste caso de faixa de proteção, é uma forma de salvaguardar as zonas urbanas em caso de incêndio.

Assumindo as condições da **tabela 3**, uma faixa de proteção de até 100 metros aos aglomerados urbanos e 10 metros às estradas, e que o preço da limpeza dos terrenos varia entre os 350 e os 1.200 euros/há comecei por efetuar “*buffers*” aos aglomerados urbanos (territórios artificializados) e à rede viária conforme os valores estipulados, 100metros e 10 metros respetivamente (**figura 29**). De seguida efetuei um “*union*” entre os resultados dos dois “*buffers*” de modo a não calcular mesma área duas vezes. Para findar, criei três campos na shape de resultado do “*union*”, um para o cálculo da área em hectares e outros dois para o preço mínimo e preço máximo. O cálculo destes últimos dois foi realizado através da multiplicação do valor do preço (quer para o preço mínimo quer para o preço máximo) pela área em hectares.

Para a limpeza dos terrenos até 100 metros aos aglomerados urbanos e 10 metros às estradas de Castelo Branco, o preço mínimo ficaria nos 16 219 337 euros e o preço máximo custaria ao distrito 55 609 201 euros.

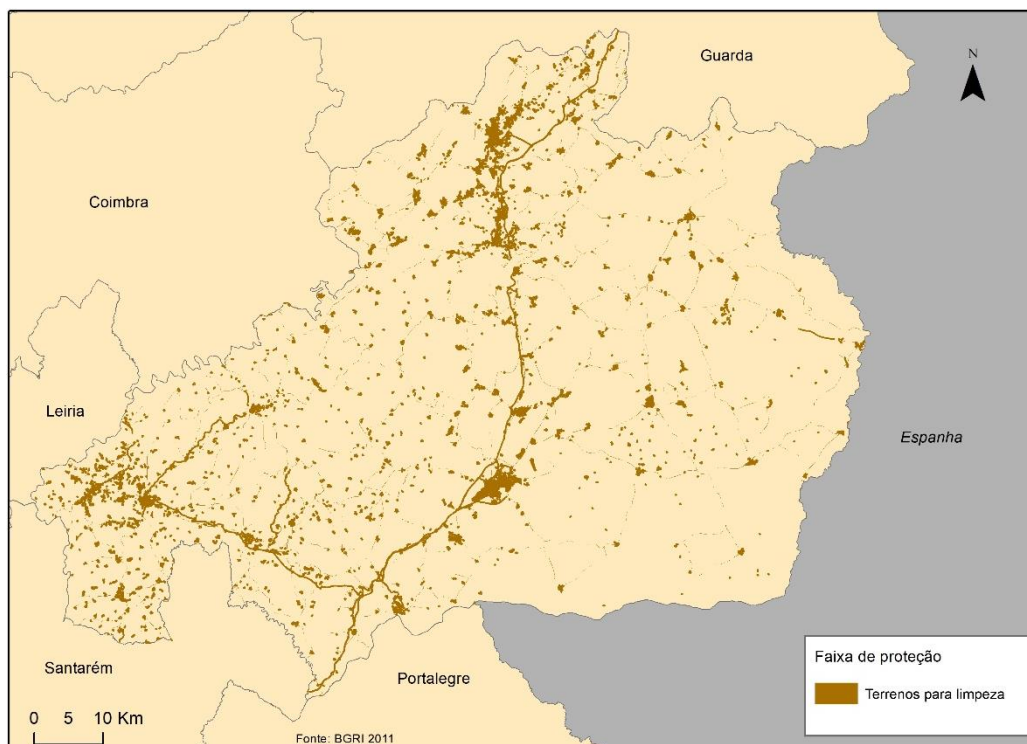


Figura 29 –Terrenos para limpeza incorporados na faixa de proteção para o distrito de Castelo Branco

8. Considerações finais

Este exercício prático permitiu-se relembrar e utilizar novamente as ferramentas e comandos lecionados nesta unidade curricular e que são de grande importância para o ordenamento do território dos municípios e distritos de Portugal.

Foi concluído com sucesso a avaliação da suscetibilidade aos incêndios no distrito de Castelo Branco com recurso a variáveis físicas e demográficas e da sua integração através da sua soma ponderada. Assim o desenvolvimento deste estudo foi perceber as características físico-naturais do distrito sem o ter visitado presencialmente.

Estas características físico-naturais potenciam a suscetibilidade aos incêndios uma vez que apenas 2% deste território é artificializado, refletindo assim em baixos níveis de presença humana. Perante estas características e estes dados tratados no estudo é necessário continuar a tomar medidas de prevenção eficazes como: a criação de novas torres de vigias assente numa boa e rápida comunicação às corporações de bombeiros, a criação de mais postos de água junto das áreas mais distantes a cursos de água e/ou mais distantes das áreas de influência das corporações dos bombeiros e faixas de proteção mais alargadas uma vez que, o distrito de Castelo Branco tendo baixos níveis de presença humana se flagrar um incêndio longe dos aglomerados urbanos,

rapidamente pode chegar a estas zonas se tiver fatores a seu favor (ex: vento, vegetação seca) , faixas até 100 metros dos aglomerados não irão ser suficientes para impedir um grande incêndio de avançar e alcançar estes aglomerados.

Em suma o distrito de Castelo Branco tem como mencionado em cima, tem algumas áreas com suscetibilidade muito elevada, contudo estas podem ser facilmente contrariadas com o aumento de algumas medidas de prevenção já referidas já que a meu ver com a fraca presença humana num distrito com esta dimensão, não se justificaria a criação de novas corporações de bombeiros, mas sim o aumento de postos de abastecimentos de água, postos de vigia e um melhoramento e alcance da rede viária.

Neste sentido é de extrema importância as análises deste género para todos os municípios de Portugal de modo a expor as áreas mais suscetíveis e tomar-se medidas de ordenamento de território para impedir danos materiais e mortes devido a incêndios.

Bibliografia

- Almeida, R., Caridade, Redinha, J., Grilo, F., M., António, R., Castro, M. Vinagre, P., Pinheiro, D., Guerreiro, J. Sousa e C. Mendonça, M. (1995) Relatório do Projeto-piloto de Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal, Centro Nacional de Informação Geográfica, 60 pp., Lisboa.
- Amador, D. (2014). *CARTOGRAFIA DE RISCO DE INCÊNCIO FLORESTAL PARA O CONCELHO DA MURTOSA*. Guarda.
- Antunes, C., Viegas, D., & Mendes, J. (Agosto de 2011). Avaliação do Risco de Incêndio Florestal no Concelho de Arganil.
- Bachmann, A. e Allgöwer, B. (1999) – “The need for a consistent wildfire risk terminology” In Proceedings from the Joint Fire Science Conference and Workshop, Boise, Idaho, Junho pp.15-17.
- Freire, S., Carrão, H., & Caetano, M. (Janeiro de 2002). Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal com Recurso a Imagens de Satélite e Dados Auxiliares.
- Leite, F., Gonçalves, A., Lourenço, L., Úbeda, X., & Vieira, A. (2013). Grandes Incêndios Florestais em Portugal Continental como Resultado das Perturbações nos Regimes de Fogo no Mundo Mediterrâneo. pp. 127-142.
- Nunes, A., Lourenço, L., Gonçalves, A., & Vieira, A. (2013). Três décadas de incêndios florestais em Portugal: incidência regional e principais fatores responsáveis. pp. 133-143.