

Avaliação do Risco de Incêndio no Distrito de Bragança

Joana Melissa Teixeira Polido¹

¹ Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Porto. E-mail: up201604705@letras.up.pt

Resumo

Para a área em estudo, foi escolhido o distrito de Bragança, devido à sua área florestal e por estar muito ligado há prática agrícola. Neste caso de estudo, pretende-se fazer uma análise de diversas variáveis físicas e sociais relacionadas com o risco de incêndio e a aplicar uma metodologia de análise multicritério, usando o método analítico hierárquico para a composição de uma carta de risco de Incêndio. Atribuindo pesos a cada variável, consoante a sua influência na propagação de um incêndio, com a utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Com a realização desta carta, permitirá perceber qual o risco de incêndio na área de estudo, se é muito elevado ou pouco. Serão também interpretados estes resultados, para perceber o seu impacto natural e socioeconómico.

Em suma, verifica-se a partir dos resultados obtidos que o risco de incêndio é elevado no distrito de Bragança, mais concretamente, nos concelhos a norte e sul do distrito. E que será necessário colocar a prevenção em primeiro lugar, para diminuir o números de danos naturais e sociais.

Palavras-Chave

Incêndio, Distrito de Bragança, Impactos Naturais, Análise Multicritério, Carta de Risco de Incêndio

Introdução

Ao longo dos anos, Portugal é afetado, por inúmeros incêndios florestais, provocando, incalculáveis perdas ambientais, sociais e económicas. A floresta portuguesa é encarada como uma efectiva prioridade nacional, importa alterar profundamente a relação da sociedade com a floresta, agindo de forma concertada no sector florestal e criando condições para a implementação de ações de natureza estrutural cuja concretização imediata se impõe, face à necessidade de dar primazia à gestão e preservação do património florestal existente (DL 156/04 - DR n.º 152, I-A Série, de 30 de junho).

Para a realização destes objetivos, será necessário uma atualização das medidas preventivas presentes, inserindo novos cuidados relacionados com a preservação da floresta, restringindo uma cartografia quantitativa da possibilidade de incêndios em Portugal. Também deverá haver normativos para a circulação nestas áreas. Determinar normas para o uso do fogo e refletir na quantidade de carga combustível, pois são potenciadoras da deflagração e propagação de incêndios florestais.

Em 2017, segundo a base de dados nacional de incêndios florestais (Sistema de Gestão de Informação de Incêndios Florestais – SGIF) registou, aproximadamente, 443.000 hectares de área ardida nas florestas. Comparativamente, com os valores dos 10 anos passados, assinalaram-se menos 3,6% de ocorrências e mais 428% de área ardida. Foi o valor mais elevado desde o ano 2007. Daqui não só resultaram inúmeros danos materiais, como também, danos naturais e socioeconómicos, de salientar, sobretudo, as perdas humanas que ocorreram devido a este tipo de acontecimento.

Segundo BACHMANN e ALLGÖWER (1999) entende-se como 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 objectos afectados. Neste sentido, o risco expressa o potencial de perda dos elementos, em função da perigosidade de um incêndio florestal.

Para avaliar o risco de incêndio, é geralmente, utilizado um modelo que incorpora diversas variáveis que contribuem para o risco de incêndio, por exemplo, ocupação do solo, exposição de vertentes, densidade populacional, entre outros. A avaliação do índice de risco torna-se um instrumento de apoio ao planeamento e ordenamento florestal, pois permite reconhecer as áreas mais passíveis aos incêndios. Também é bastantes útil para uma adequada repartição de recursos e equipamentos para a prevenção.

Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é realizar uma cartografia de risco de incêndio florestal na área de estudo (Distrito de Bragança), com a integração de diversas variáveis físicas e sociais, para reconhecer as áreas mais suscetíveis e com elevada probabilidade à ignição e propagação do fogo (risco de incêndio mais elevado). A cartografia resultante poderá ter uma participação inovadora para o avaliameto do risco de incêndio florestal noutras regiões do país.

Metodologia

Para a realização deste relatório, inicialmente, foi selecionado um distrito de Portugal, neste caso, o distrito de Bragança, para desenvolver a carta de risco de incêndio. E procedeu-se à leitura e análise de artigos científicos sobre o tema.

Seguidamente, fez-se uma caracterização e uma análise descritiva do distrito, tendo em conta, técnicas aprendidas, como, por exemplo, comandos do Analyzing Patterns e Mapping Clusters para a variável social (densidade populacional). Para facilitar os passos, utilizou-se a ferramenta model builder para a recortar toda a informação colhida para a área de estudo.

Tendo a análise descritiva concluída, foi selecionado as variáveis que conseguirão intencificar o risco de propagação do fogo (ocupação do solo, rede viária, rede hidrográfica, declives, exposição de vertentes, densidade populacional). Estas foram transformadas de dados vetoriais para dados matriciais e normalizadas para uma mesma escala, neste caso de 0 a 1, utilizando

ferramentas, como por exemplo, o fuzzy membership, euclidean distance, lookup, densidade de kernel, entre outras técnicas de análise espacial.

Para a realização da carta, foi aplicada a análise de multicritério, usando o método hierárquico, atribuindo pesos a cada uma das variáveis através desta técnica.

Depois da carta concluída, foram feitos inúmeros cálculos utilizando estas técnicas para perceber o impacto dos incêndios no Distrito de Bragança.

Área de estudo - Distrito de Bragança

O distrito de Bragança localiza-se a nordeste de Portugal. Limita-se a norte e este por Espanha, a oeste com o distrito de Vila Real e a sul com o distrito da Guarda e o de Viseu. Este divide-se nos seguintes doze municípios: Alfândega da Fé, Bragança, Carrazeda de Ansiães, Freixo de Espada à Cinta, Macedo de Cavaleiros, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Torre de Moncorvo, Vila Flor, Vimioso e Vinhais. Com 236 freguesias. A sua área é de, aproximadamente, 6 600 Km², sendo o quinto maior distrito de Portugal. Com cerca de 136 000 habitantes (2011). A sede deste distrito encontra-se no concelho de Bragança.

Este distrito é constituído por duas regiões distintas. A Província Continental do Norte ou Terra Fria, composta pelos concelhos de Vinhais, Bragança, Vimioso, Miranda do Douro e Mogadouro. Esta é caracterizada por Verões quentes e curtos e Invernos longos e frios, com neves esporádicas. A precipitação varia com o relevo, mas nos pontos mais a Este é superior a 600 mm. As regiões de maior altitude fazem parte desta região, onde a paisagem é dominada pelos baixos declives do planalto trasmontano.

A sul localiza-se a Província do Alto Douro ou Terra Quente, composta pelos concelho de Alfândega da Fé, Carrazeda de Ansiães, Macedo de Cavaleiros, Mirandela, Valpaços e Vila Flor, corresponde à região do vale e bacia do Alto Douro com uma cota máxima de aproximadamente 600 m. Os Verões são longos e quentes, enquanto os Invernos são suaves e curtos. A precipitação média anual é de 500 mm e existem três ou mais meses secos, sendo a humidade fraca no pico do Verão. É marcada pelo vale do rio Douro e pelos vales dos seus afluentes. Bragança é um distrito bastante montanhoso dominado por serras, montes e planaltos. O Douro constitui a característica geográfica mais importante, pois serve de limite ao distrito ao longo de toda a sua fronteira a sul.

O ponto mais alto em Portugal localiza-se na serra de Montesinho no distrito de Bragança, denominado de Lombada Grande, esta é uma pequena elevação secundaria numa encosta da serra. Tem 1486 metros de altitude. De seguida, a segunda elevação mais alta do distrito é a Serra da Nogueira com 1320 metros. E o terceiro ponto mais alto localiza-se na Serra da Coroa com 1273 metros de altitude. A área em estudo é, maioritariamente, utilizada para a agricultura e predominam florestas e matos.

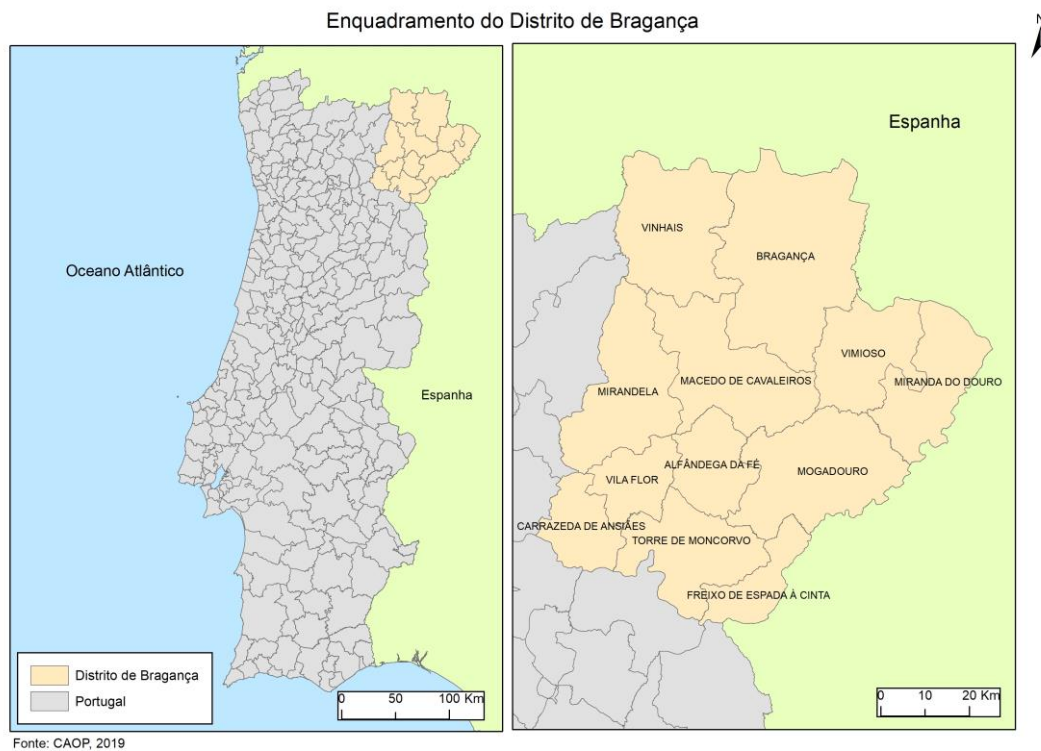


Figura 1 – Enquadramento da área de estudo (Distrito de Bragança)

Model Builder

O model builder é uma ferramenta que permite operacionalizar tarefas no ArcGis e permite sistematizar o trabalho, a partir de diagramas de fluxo (intuitivos), tornando o trabalho mais eficiente. Este permite fazer uma sequência de ferramentas do ArcGis e torna o output de uma dessas ferramentas, num input de outra ferramenta. E também pode ser editado.

O model builder tem como elementos base, as variáveis utilizadas, as ferramentas de geoprocessamento, que realizam inúmeras operações, como, por exemplo, o clip, o dissolve, o select by attributes, entre muitas outras e os conectores, que vão, como o próprio nome indica, conectar as variáveis às ferramentas. A vantagem deste é repetir o processo para todas as variáveis, sem ter de se fazer uma de cada vez.

O model builder foi utilizado para este trabalho, para evitar repetições de ferramentas, cortando (clip) todas as shapes das diferentes variáveis pela área de estudo ao mesmo tempo. Inicialmente, com a variável da CAOP 2019 de Portugal, ligou-se à ferramenta select by attributes para seleccionar a área de estudo, neste caso o distrito de Bragança, tendo um output. De seguida ligou-se esse output à ferramenta dissolve para termos o limite da área de intervenção. Depois com todas as variáveis introduzidas no model builder e com a ferramenta clip introduzida também, as variáveis tornaram-se input features e o output do dissolve tornou-se a clip feature. Ou seja, fez-se o corte (clip) de todas ao mesmo tempo para o distrito em estudo e definiu-se onde guardar os cortes. Por fim, validou-se o modelo e correu-se o mesmo, para ver se não havia nenhum erro.

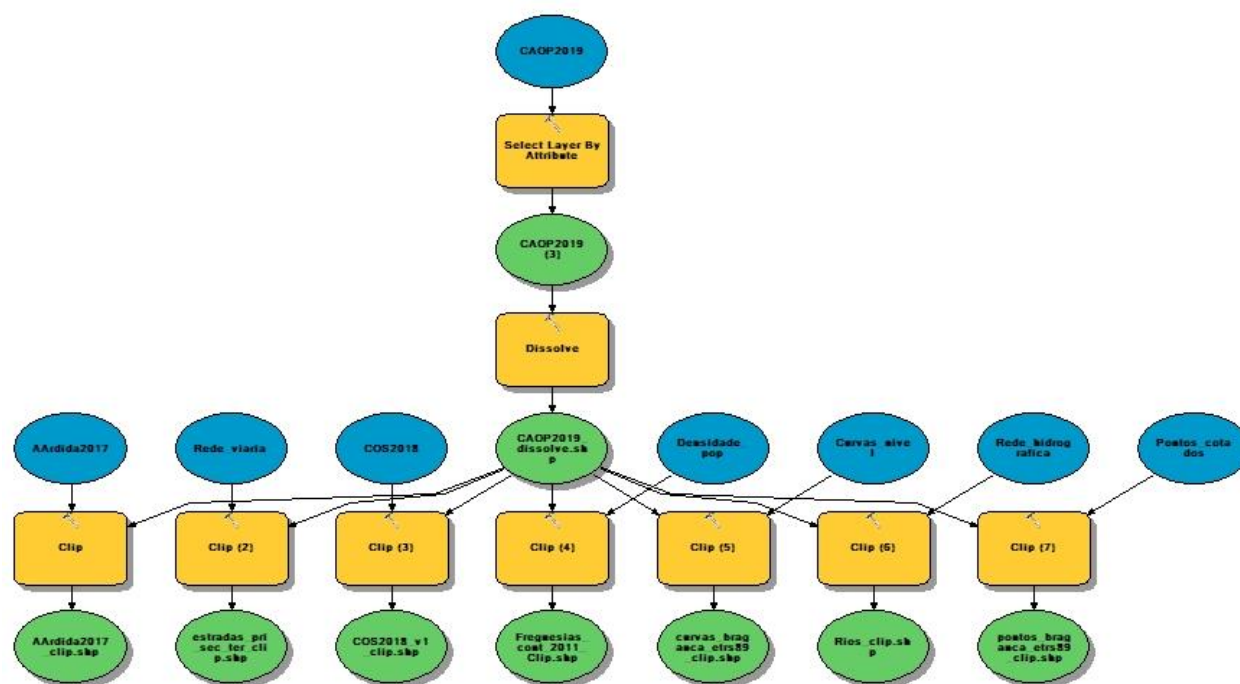


Figura 2 – Model Builder da área de estudo (Distrito de Bragança)

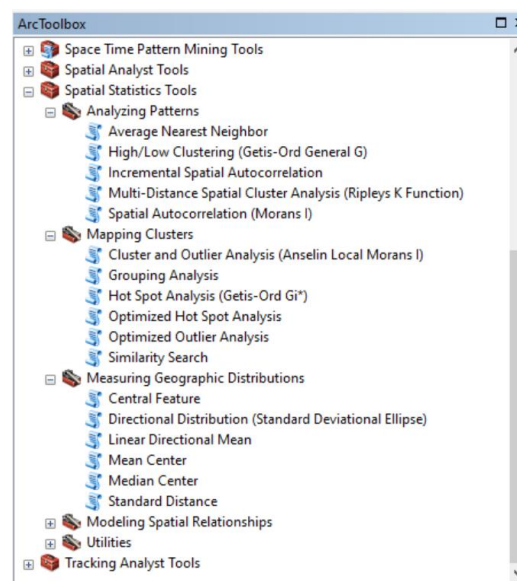
Análise descritiva

Para a realização de uma análise descritiva do distrito, foi utilizada a variável da densidade populacional, tendo por base métodos aprendidos, como, por exemplo, as ferramentas de estatística espacial (Mapping Clusters, Analyzing Patterns e Measuring Geographical Distributions).

O Measuring Geographical Distributions mede a distribuição de um conjunto e possibilita o cálculo de um valor que apresenta uma característica de distribuição, como, por exemplo, a média, a mediana, o desvio padrão, entre outros. Possibilita o estudo das alterações ao longo do tempo.

O Analyzing Patterns é bastante importante, para reconhecer padrões geográficos e perceber como se comportam os fenómenos geográficos. As ferramentas deste comando são estatísticas inferenciais. Iniciam-se com a hipótese nula dos valores e mostram um padrão aleatório. Calculam um valor-p para representar a probabilidade da hipótese nula caso esteja correta. O comando de Autocorrelação Espacial mede a autocorrelação espacial a partir dos locais dos recursos e nos valores das propriedades utilizando a estatística I do Global Moran. O I Moran testa a autocorrelação espacial, ou seja, a semelhança ou a dessemelhança de entidades próximas usando uma distância automática, ou escolhida pelo utilizador.

Por fim, o Mapping Clusters faz análises de cluster para reconhecer os locais de pontos quentes, estatisticamente, e os pontos frios. A ferramenta de análise de Cluster e Outlier dá um conjunto de meios ponderados, reconhece os pontos quentes, os pontos frios, os valores espaciais, utilizando a estatística I de Anselin Local Moran. A ferramenta de análise de Hot Spot oferece um conjunto de valores ponderados, reconhece os pontos quentes e frios mais importantes utilizando a estatística Getis-Ord g_i^* .



Análise descritiva – Densidade Populacional

Para a análise descritiva da densidade populacional, foram utilizados os comandos da ArcToolBox, especificamente, no Spatial Statistics Tools - Mapping Clusters - Cluster And Outlier Analysis (Anselin local Morans I) e Hot Spot Analysis (Getis-Ord-Gi*).

Como podemos verificar pelo mapa do lado esquerdo, na análise de cluster and outlier, numa distância definida pelo utilizador de 10 km, na maioria dos distrito, os locais são não significativos.

Os Clusters de valores elevados rodeados de valores elevados (High-High Cluster) encontram-se no concelho de Bragança. Os valores High-Low outlier localizam-se nas freguesias de Mogadouro, Izeda e Alfândega da Fé. Os valores Low-High Outlier apresentam-se também no concelho de Bragança. E os valores Low-Low Cluster representam-se com mais expressão do que os outro e localizam-se a norte e a este do distrito.

No mapa de análise dos hot spots, a grande parte do distrito é representado pela classe não significativo. E o hot spot localiza-se no centro do concelho de Bragança, em algumas freguesias.

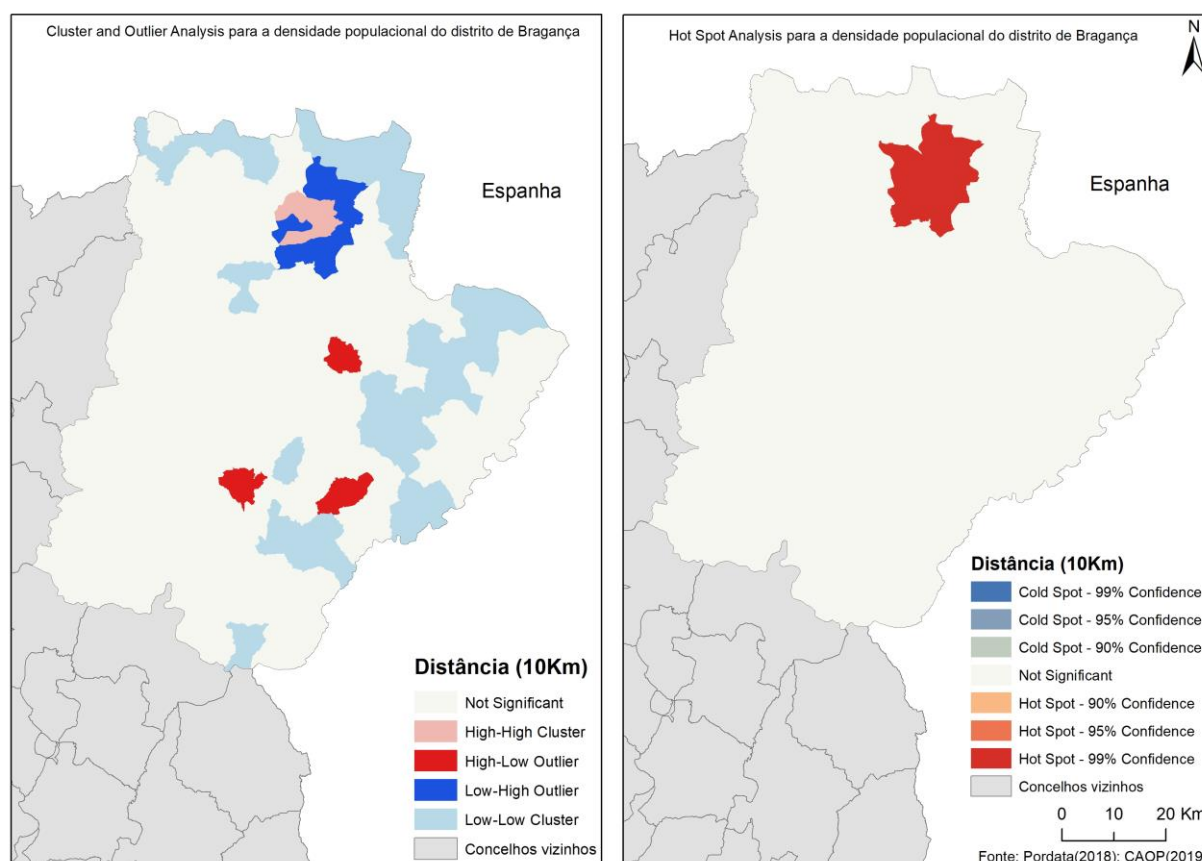
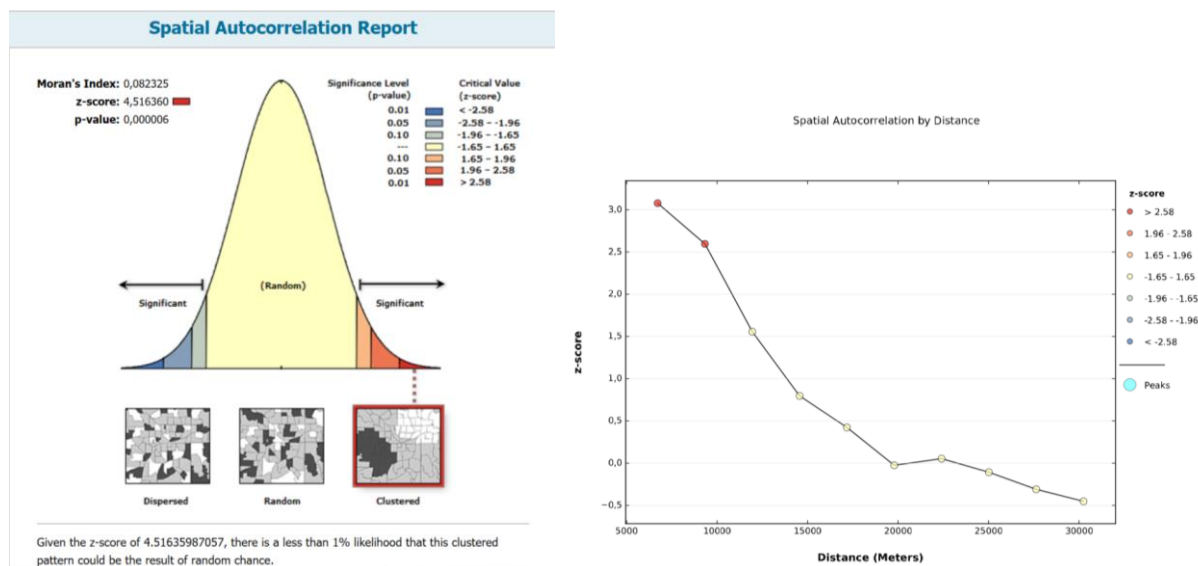


Figura 3 – Cluster and Outlier Analysis e Hot Spot Analysis da densidade populacional

De seguida, foi analisado, a partir do comando analysing patterns, o spatial autocorrelation (Morans I) e o Incremental Spatial Autocorrelation. No primeiro foi gerado um relatório de autocorrelação espacial, dando um padrão em cluster (agregado), com um p-value de 0,000006 e um z-score de 4,51. 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, o z-score vai diminuindo e não tem picos.



Por fim, foi analisado, a partir do comando Measuring Geographical Distributions e foi medido centro médio e a distribuição direcional.

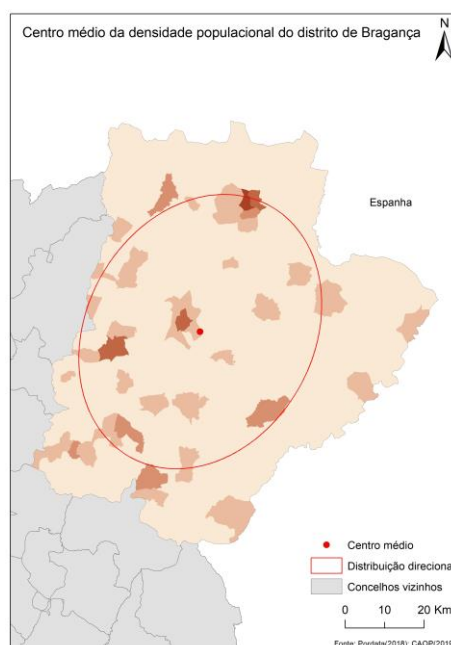


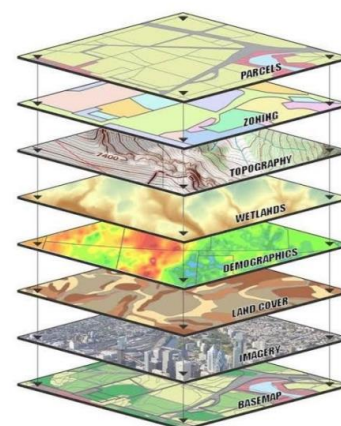
Figura 4 – Centro médio e distribuição direcional da área de estudo (Distrito de Bragança)

Análise multicritério (AMC) / Multicriteria Decision Analysis (MCDA)

A análise multicritério (AMC) é uma prática usada para a avaliação de diversas medidas de um problema. A AMC com o uso dos SIG, pode facilitar a escolha da decisão, pois modifica dados geográficos para conseguir ter informação sobre a escolha de decisão. Esta tem inúmeros benefícios, tais como, encontra soluções ajustadas e aceitáveis, clarifica questões de acordo e desacordo, fornece uma construção lógica para o planeamento, entre outros.

O primeiro passo para a AMC, é a definição do problema, ou seja, responder ao que queremos saber, neste caso, o risco de incêndio. O segundo passo é determinar os critérios, que são as variáveis que vão ser utilizadas (as mais importantes). Depois da escolha das variáveis, passa-se para a operacionalização, esta divide-se em três grandes fases. A primeira fase, é a normalização dos fatores, ou seja, colocar todas as variáveis em análise à mesma escala, tudo na mesma unidade de medida e os critérios qualitativos têm de ser alterados para quantitativos, neste caso em estudo a escala vai variar de 0 a 1.

As operações de standardização das variáveis podem ser feitas, através dos comandos Raster Calculator, da Reclassificação e dos Fuzzy. De seguida, tem de ser atribuído um peso para cada fator e foi utilizado o Processo Analítico Hierárquico (AHP – Analytic Hierarchy Process), que vai comparar os fatores através de uma escala numérica qualitativa, fazendo, comparações par-a-par e criando uma matriz de pesos e fazendo a soma dos valores e deve dar 1. Depois disto, são agregadas as variáveis utilizando a combinação linear ponderada. Analisar o resultado e se necessário, modificar as ponderações relativas ao critérios.



Análise das variáveis

Para este trabalho, as variáveis selecionadas que poderão potenciar o risco de ignição, de propagação e de controlo do fogo foram: a carta de declives, a carta da exposição de vertentes, a carta de ocupação do solo, a densidade populacional, a proximidade às linhas de água e a densidade de estradas.

Primeiramente, definiu-se o ambiente de trabalho para trabalhar com os rasters, no geoprocessing, mais concretamente, no environment. No processing extent definimos os limites da área de trabalho, ou seja, a área mínima, pois os rasters são pesados. E no raster analysis definimos o tamanho da célula para 10 (cellsize) e colocamos no mask a shape da área de estudo, para identificar quais são as células que se quer incluir ou excluir da análise, quando se utiliza alguma ferramenta. Facilitando o processamento.

Seguidamente, antes da transformação dos vetores das variáveis para rasters, criou-se uma fishnet, no datamanagement tools – sampling – create fishnet, considerando um cellsize de 10 por 10. Esta serve para verificar se os rasters estão bem feitos, pois devem encaixar, perfeitamente, nos quadrados das células.

Influência do relevo – Declive

O declive é uma das variáveis escolhida para a análise, pois influência bastante na propagação de um incêndio, pois quanto maior o declive, maior a propagação.

Inicialmente, foram fornecidas as curvas de nível e os pontos cotados da área de estudo pelo docente. O primeiro passo foi converter estes dados num TIN, de seguida, converteu-se o tin to raster para termos o modelo digital do terreno, a partir do MDT utilizou-se o comando Slope para representar um mapa de declives em graus. De seguida, o resultado foi normalizado, na escala de 0 a 1, a partir do comando FuzzyLinear.

Relativamente, aos declives que representam o território do distrito de Bragança, caracteriza-se por ter declives acima do 41º graus, ou seja, declives acentuados, estes estão mais presentes no Norte, centro e Sul do distrito. E as partes mais planas encontram-se a este, no concelho de Miranda do Douro e a oeste no concelho de Mirandela.

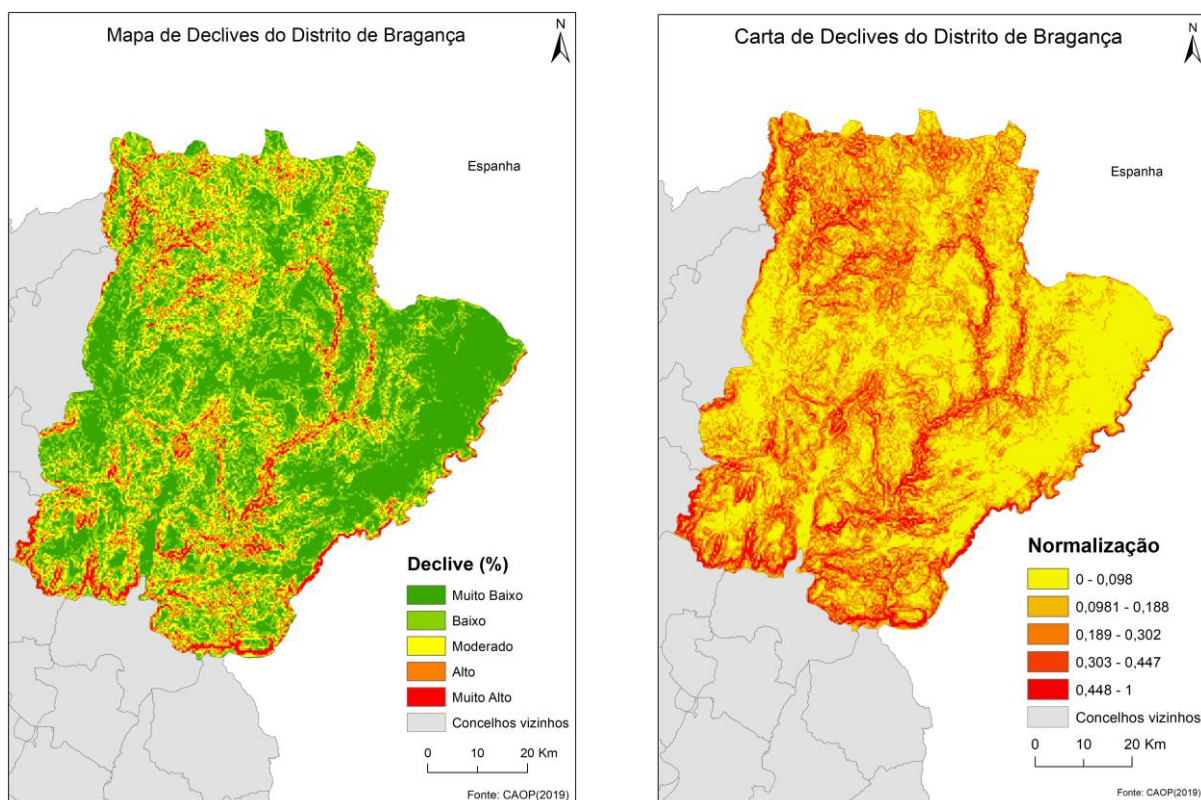


Figura 5 e 6 – Mapa de declives e normalização da área de estudo (Distrito de Bragança)

Influência do relevo – Exposição das Vertentes

A exposição das vertentes, também será uma das variáveis em análise, pois influencia na ignição e no controlo do fogo, devido à alteração da posição do sol durante o dia, faz variar as temperaturas na superfície, a humidade e a velocidade do vento. O valor máximo à propagação é 135 – 225 graus (SE-SO).

Para a análise, desta variável, foi utilizado o MDT criado para o declive, e com o comando aspect, criou-se um mapa de exposição de vertentes. De seguida, para se reclassificar as classes, utilizou-se o comando reclassify, alterando o número de classes.

Orientação	Peso
Plano	0
Norte	0,1
Nordeste	0,1
Este	0
Sudeste	0,7
Sul	0,8
Sudoeste	0,7
Oeste	0
Noroeste	0,1

Por fim, para a normalização, foi criada uma nova coluna na tabela de atributos e foram atribuídos pesos a cada classe, neste caso, a cada orientação (tabela). Para se criar um novo raster a partir de outra coluna, foi utilizado o comando lookup, criando um novo raster, baseado nestes pesos. Podemos verificar pelo mapa 7, que a maioria das vertentes se encontra voltada para Norte e Noroeste e as áreas planas são muito pouco significativas.

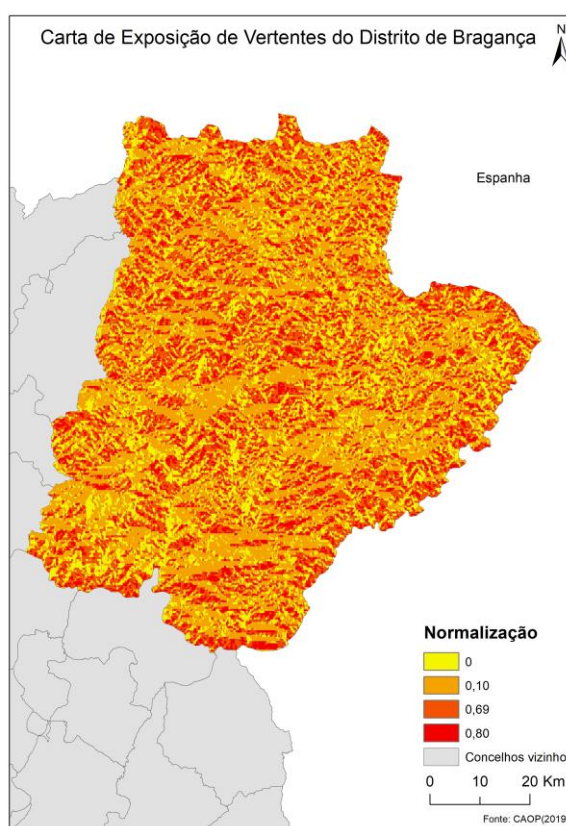
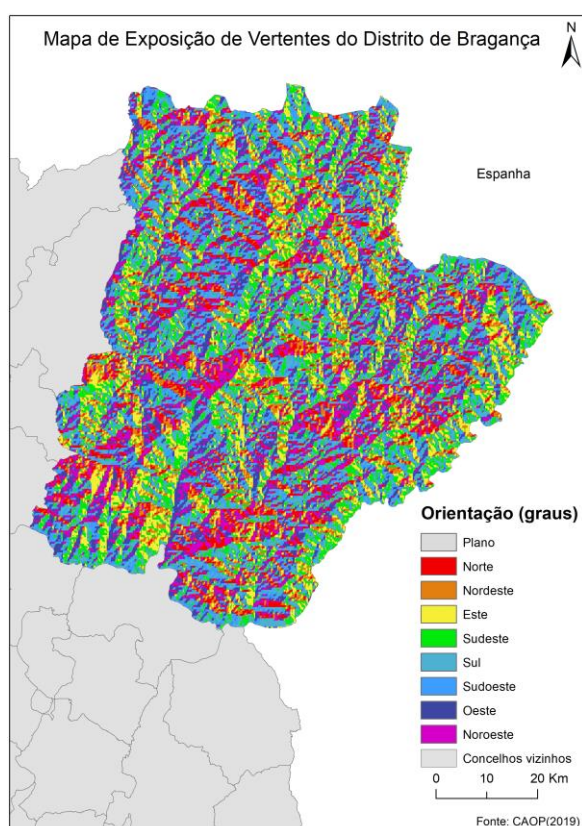


Figura 7 e 8 – Mapa de exposição de vertentes e normalização da área de estudo (Distrito de Bragança)

Influência da cobertura florestal – Ocupação do solo

A carta de Ocupação do solo é outra variável escolhida para o potencial de incêndio, pois o tipo de cobertura influencia, diretamente, na propagação de um incêndio. Neste caso, há uma extensa área de matos, florestas e áreas agrícolas, tornando o local muito propício à ignição de incêndios e sua propagação.

Ocupação do solo	Peso
1.Territórios Artificializados	0,1
2.Agricultura	0,4
3.Pastagens	0,3
4.Superfícies Agroflorestais	0,3
5.Florestas	0,7
6.Matos	1
7.Espaços descobertos ou com pouca vegetação	0,3
9.Massas de água superficiais	0

Inicialmente, tratada para o primeiro nível da Cos, dividindo-se as classes em 9, sendo que a 8 não está presente. De seguida, para a normalização, foi criada uma nova coluna na tabela de atributos e foram conferidos pesos a cada classe, neste caso, a cada tipo de ocupação do solo. Assim, foram atribuídos valores igual a zero às massas de água superficiais, 0,3 às pastagens, superfícies agroflorestais e espaços descobertos ou com pouca vegetação e valores máximos aos matos, 0,7 às florestas e 1 aos matos, pois estas classes tem bastante influência na propagação dos incêndios florestais. Para se criar um novo raster a partir de outra coluna, foi utilizado o comando lookup. Podemos verificar que o distrito é composto, maioritariamente, por florestas, agricultura e matos, sendo que não estão muito representados no mapa territórios artificializados.

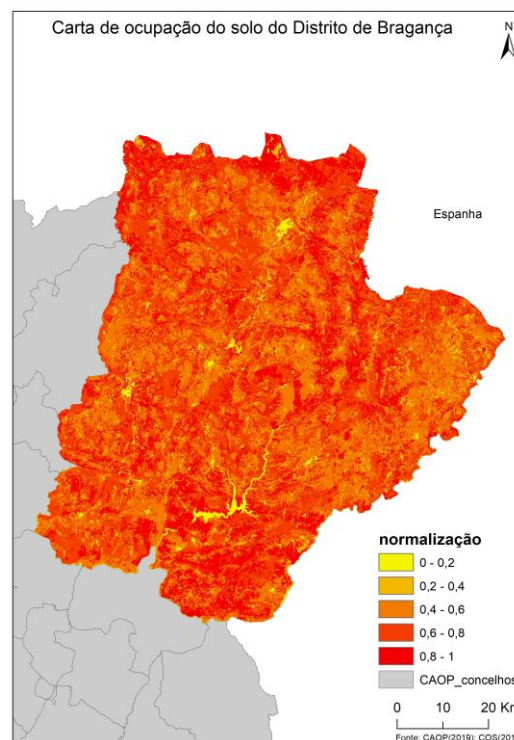
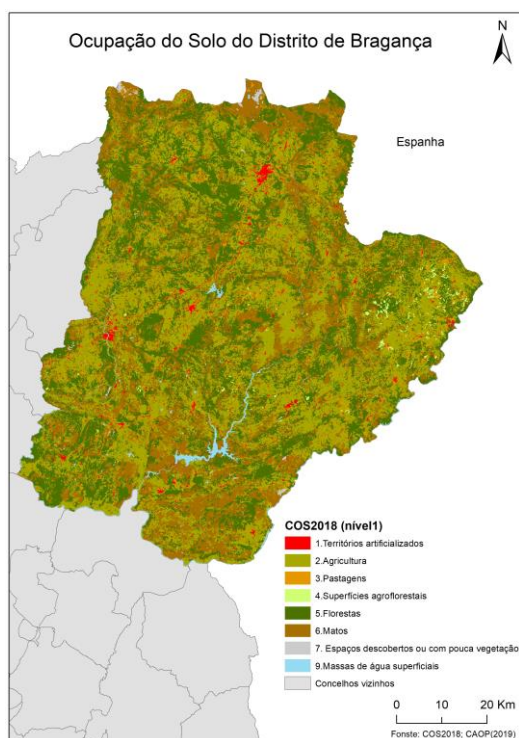


Figura 9 e 10 – Mapa de ocupação do solo e normalização da área de estudo (Distrito de Bragança)

Influência da rede viária – Densidade de estradas

O risco de incêndio florestal é devido também a atividades antrópicas, como, por exemplo, a construção da rede viária. Estas influenciam positivamente e negativamente na propagação dos incêndios. Pois a proximidade às estradas e a densidade das mesmas interferem, diretamente, na propagação dos fogos. Quanto mais densas estas forem mais susceptível será o risco. Mas ajuda, também, na prevenção e no combate aos incêndios, permitindo uma maior visibilidade e acesso aos locais pelas viaturas de combate e funciona também como corta incêndios.

Como podemos observar pelo mapa 11, existem poucas estradas secundárias e terciárias em alguns dos concelhos, tornando os acessos difíceis para os bombeiros em caso de incêndio.

Para a análise deste fator, foi utilizada a shape fornecida pelo OpenStreetMap e seleccionadas apenas as estradas principais, secundárias e terciárias do distrito.

Para conhecer a densidades das estradas, foi utilizado o comando kernel density, para dar a cada pixel o valor de densidade de linhas numa proximidade circular. Os resultados foram reclassificados e normalizados, a partir do comando fuzzylinear.

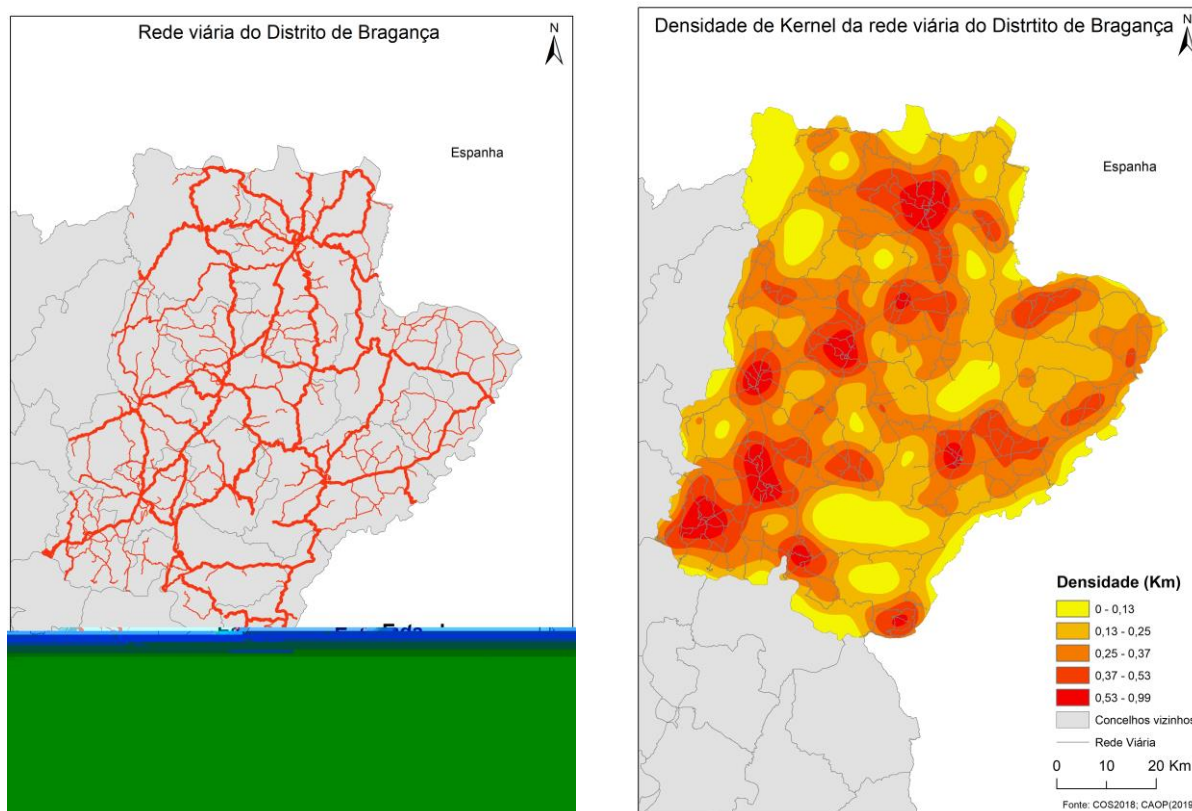


Figura 11 e 12 – Mapa da rede viária e densidade de kernel da rede viária da área de estudo (Distrito de Bragança)

Influência da rede hidrográfica – Proximidade às linhas de água

Outra variável, bastante importante é a rede hidrográfica, pois impede a propagação do fogo e ajuda no combate aos incêndios. Como podemos verificar pelo mapa 13, o distrito é constituído pelo rio Douro no seu limite a sul e a este. E tem uma rede hidrográfica bastante densa.

Os dados foram retirados do OpenStreetMap, como para a rede viária. Para a análise da proximidade à rede hidrográfica, primeiro, transformou-se a shape em raster, através do comando Euclidean Distance. Foi utilizado o método de variação linear, pois para isto funcionar será necessário tornar os valores do raster em float para efetuar a conta. De seguida, com o comando do raster calculator, colocou-se a seguinte expressão (imagem). E o resultado fica normalizado, convertendo os valores para uma escala linear, entre o intervalo de 0 a 1.

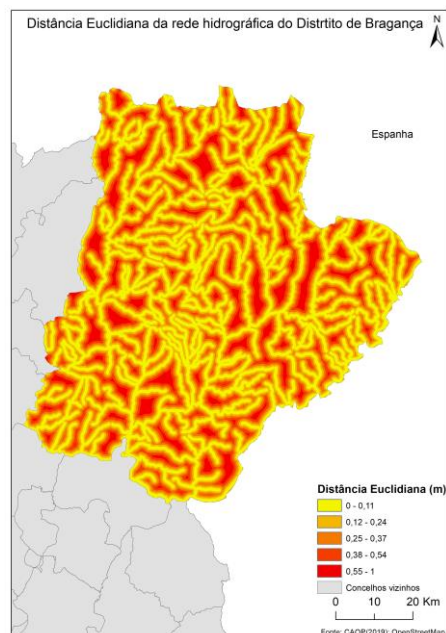
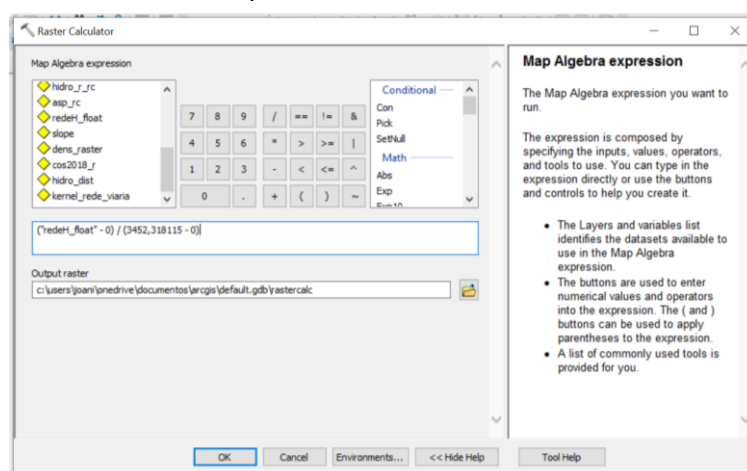


Figura 13 e 14 – Mapa da rede hidrográfica e distância euclidiana da rede hidrográfica da área de estudo (Distrito de Bragança)

Influência da população – Densidade Demográfica

Por último, foi escolhida a densidade populacional, como variável, pois tem um efeito combinado, uma densidade baixa pode causar um aumento do risco, mas as densidades elevadas também podem causar o mesmo efeito.

Apartir dos dados do censo de 2011, foram retirados os valores de densidade populacional por Km² no distrito em estudo. E foi utilizado o comando FuzzyGaussian para normalizar os valores entre 0 e 1. Como podemos verificar, o distrito tem na maioria densidades entre o 1,72 e 20,8 km². As freguesias com a classe mais alta são Mirandela, Macedo de Cavaleiros, Gostei e Bragança (Sé).

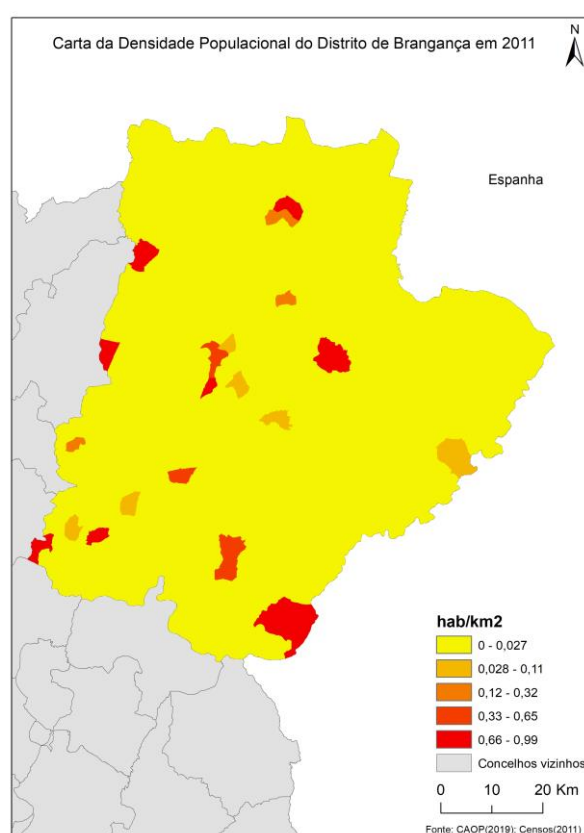
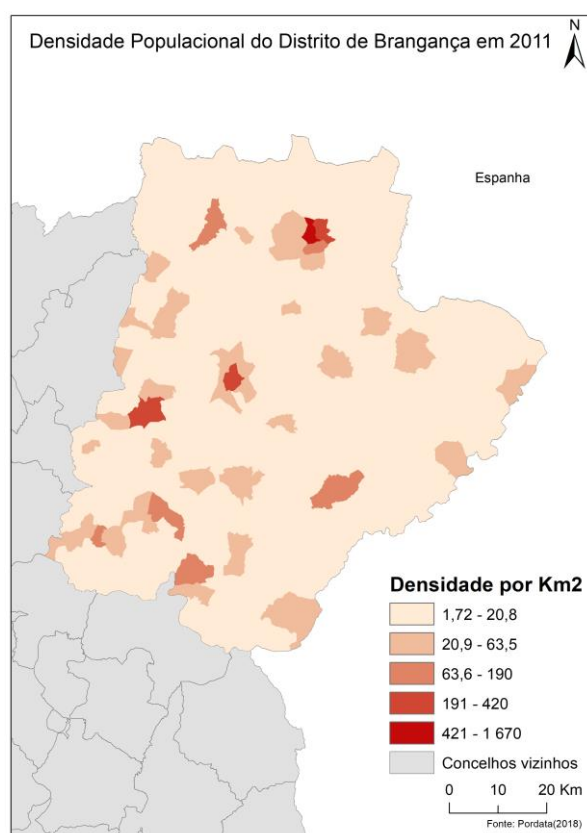


Figura 15 e 16 – Mapa da densidade populacional por km² e normalização da área de estudo (Distrito de Bragança)

Determinar peso para cada fator/variável

Depois das seis variáveis terem os seus rasters normalizados entre 0 e 1, terá de se atribuir um peso a cada fator. Utilizando o método AHP, foi utilizado um ficheiro em excel tratado para atribuir os pesos par-a-par dado pelo docente. Por exemplo, a comparação entre o declive e a densidade das vias na propagação de um incêndio, o declive vai valer mais do que a densidade da rede viária. Serão considerados em escalas quantificáveis, ou seja, considerar pesos 2x mais, 5x mais e 10x mais. Neste caso, em concreto, o declive vai valer 10x mais do que as densidades das vias, ou seja, estas vão valer 10x menos do que o declive e assim sucessivamente para todos os fatores em caso. Depois da tabela toda preenchida, soma-se os valores. E divide-se os pesos de cada fator com o total e os resultados estão apresentados na segunda tabela. Depois de ter estes valores faz-se a média dos pesos (soma-se todos e divide-se por 6). Dando o peso (influência) média de cada variável.

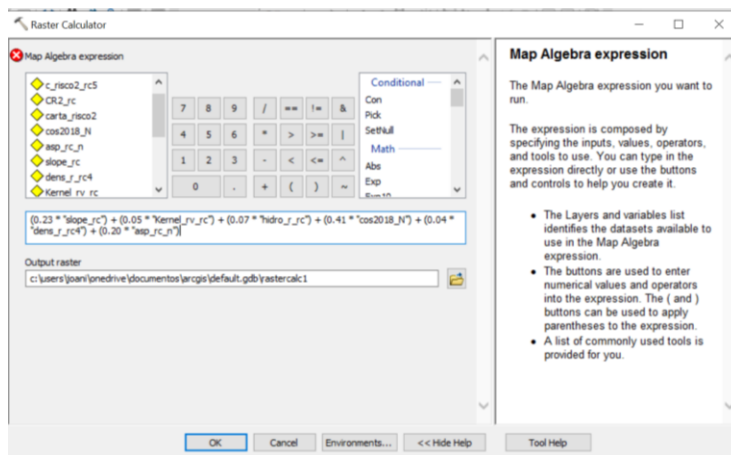
	N = 6					
Matriz de comparação (A)						
CRITÉRIOS	dec	densv	disthi	usolo	densp	ExVert
Declives (dec)	1,00	10,00	3,33	0,40	2,86	1,43
Densidade vias (densv)	0,10	1,00	1,43	0,20	1,11	0,25
Distância rede hidrográfica (disthi)	0,30	0,70	1,00	0,14	5,00	0,25
Uso solo (usolo)	2,50	5,00	7,00	1,00	10,00	2,00
Densidade populacional (densp)	0,35	0,90	0,20	0,10	1,00	0,25
Exposição Vertentes (ExVert)	0,70	4,00	4,00	0,50	4,00	1,00
Soma	4.95	21.60	16.96	2.34	23.97	5.18

Matriz normalizada									
	dec	densv	disthi	usolo	densp	ExVert	Produto	VP (w)	Ou
Declives (dec)	0,20	0,46	0,20	0,17	0,12	0,28	0,22	0,23	0,24
Densidade vias (densv)	0,02	0,05	0,08	0,09	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
Distância rede hidrográfica (disthi)	0,06	0,03	0,06	0,06	0,21	0,05	0,06	0,07	0,08
Uso solo (usolo)	0,51	0,23	0,41	0,43	0,42	0,39	0,39	0,41	0,40
Densidade populacional (densp)	0,07	0,04	0,01	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
Exposição Vertentes (ExVert)	0,14	0,19	0,24	0,21	0,17	0,19	0,19	0,20	0,19
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00

Tabela 1 e 2 – matriz de comparação e normalizada

Agregar as variáveis – combinação linear ponderada

Para agregar as variáveis, foi utilizado o comando do raster calculator, com a seguinte expressão (imagem), resultando numa carta de risco de incêndio.



Na carta de risco resultante destas variáveis, podemos verificar que o valor mais alto, ou seja, o valor do risco de incêndio, é de 0,81, numa escala de 0 a 1. As zonas representadas pelo baixo nível de risco de incêndio encontram-se nas áreas mais planas, preenchidas por terrenos agrícolas ou pela rede hidrográfica sobretudo em vertentes expostas ao lado norte, este nível encontra-se mais a este e oeste do distrito. As áreas classificadas com um elevado risco de incêndio depreendem-se nas zonas mais montanhosas e com declives acentuados, ocupadas por florestas e matos mais potenciadores da propagação de incêndios, encontra-se mais a norte e a sul do distrito. A classe mais predominante no distrito é a classe de muito alto.

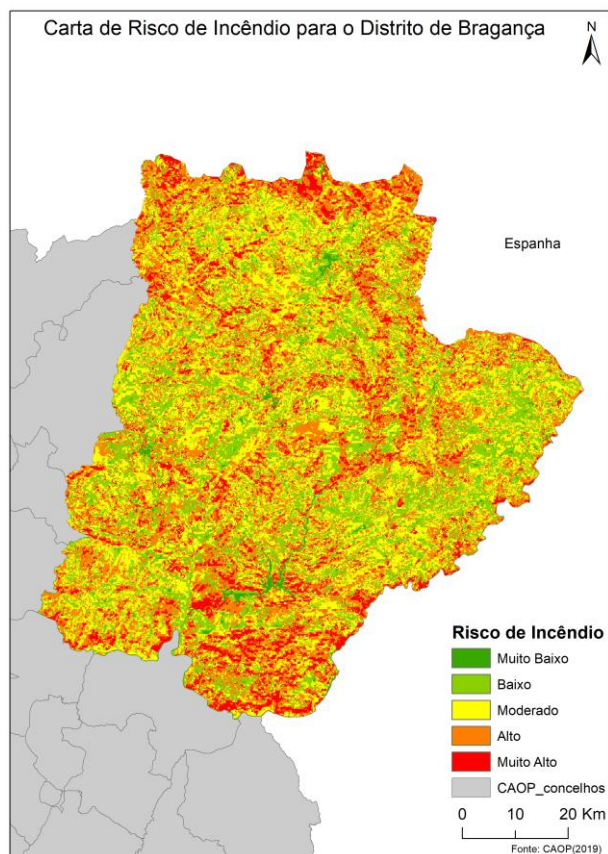


Figura 17 – Carta de Risco de Incêndio da área de estudo (Distrito de Bragança)

Análise a partir da Carta de Risco

Depois de criada a carta de risco de incêndio do Distrito de Bragança e feita a sua análise, pretende-se responder a várias questões. A primeira questão é a seguinte:

1. Calcular a área total do distrito classificada com um nível de risco de incêndio elevado (> 0,7).

Para responder a esta questão foi necessário a carta de risco, primeiramente, utilizando o comando do reclassify, reclassificamos as classes da carta, sendo que a classe mais alta tem que começar por 0,7. De seguida, com o comando raster calculator extraímos a classe mais alta para um novo raster. Depois de ter um novo raster, e para o calculo da área converteu-se este para uma shape, a partir do comando raster to polygon, sem ser simplificado e criar recursos de várias partes. Por fim, acrescenta-se uma coluna na tabela de atributos desta nova shape e calcula-se a área no comando calculate geometry. Assim a área com risco de incêndio elevado superior a 7 é 38,77 km².

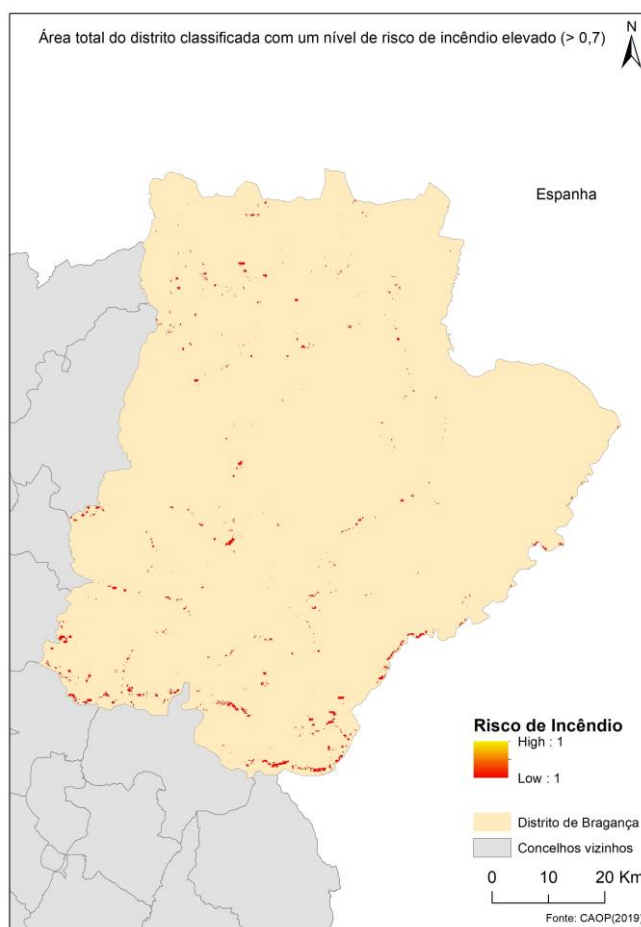


Figura 18 – Mapa da área total classificada com um nível de risco de incêndio >0,7

2. Calcular o número total de habitantes abrangidos por estas áreas. Proceda ao cálculo recorrendo ao valor ponderado pela área.

De seguida, foi necessário a shape criada na alínea anterior e a shape de densidade populacional. Utilizando o comando intersect juntou-se estas duas numa. Depois criou-se um novo campo na tabela de atributos para o cálculo da área do intersect, seguidamente, foi criado um outro campo e calculou-se a seguinte expressão: população residente x a área calculada/ área que já se encontrava na tabela de atributos, para se responder à questão colocada. Atráves deste cálculo da densidade populacional e com o uso do comando Statistics (Sum), a densidade populacional é de 31,16 km², nestas áreas.

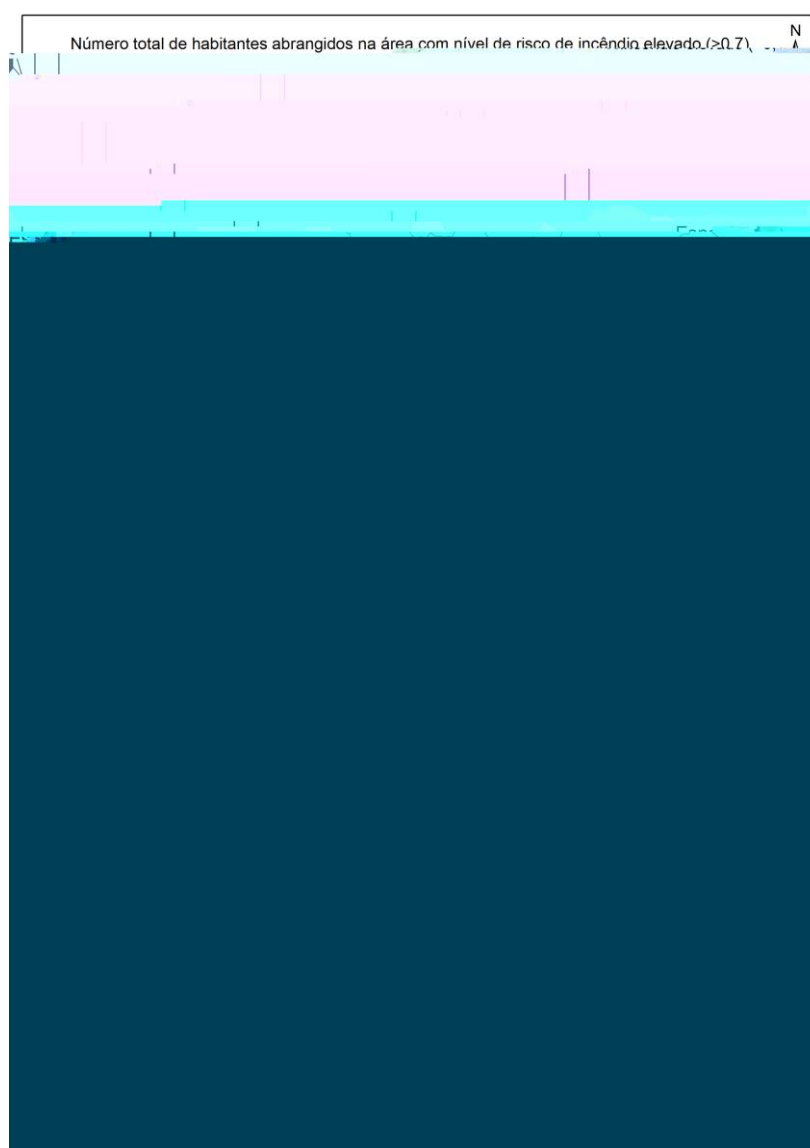


Figura 19 – Número de habitantes na área com nível de risco de incêndio >0,7

2019-2020

3. Recorrendo à cartografia nacional de áreas ardidas do ano de 2017, disponível no ICNF, calcule a percentagem de área ardida que se sobrepõe às áreas de maior risco identificadas no ponto (v). O que se pode concluir?

Inicialmente, foi retirado os dados da área ardida do ano de 2017 ao ICNF e introduzidos no projeto. Foi utilizado, novamente, o comando do intersect para a shape de áreas ardidas e a para a shape criada na primeira questão. Foi calculada a área em Km² e depois a percentagem com a seguinte expressão: $\text{área em km}^2 / \text{área total} \times 100$. De seguida, foi feito o mesmo processo só que para o distrito. O resultado pode ser observado nas figuras 20 e 21. Apesar da área ardida do Distrito não ser significativa, acrescentamos que do total dessa área que efetivamente ardeu 51% ardeu em áreas de elevado risco de incêndio. E as áreas ardidas em 2017 para o distrito todo foi de 43%.

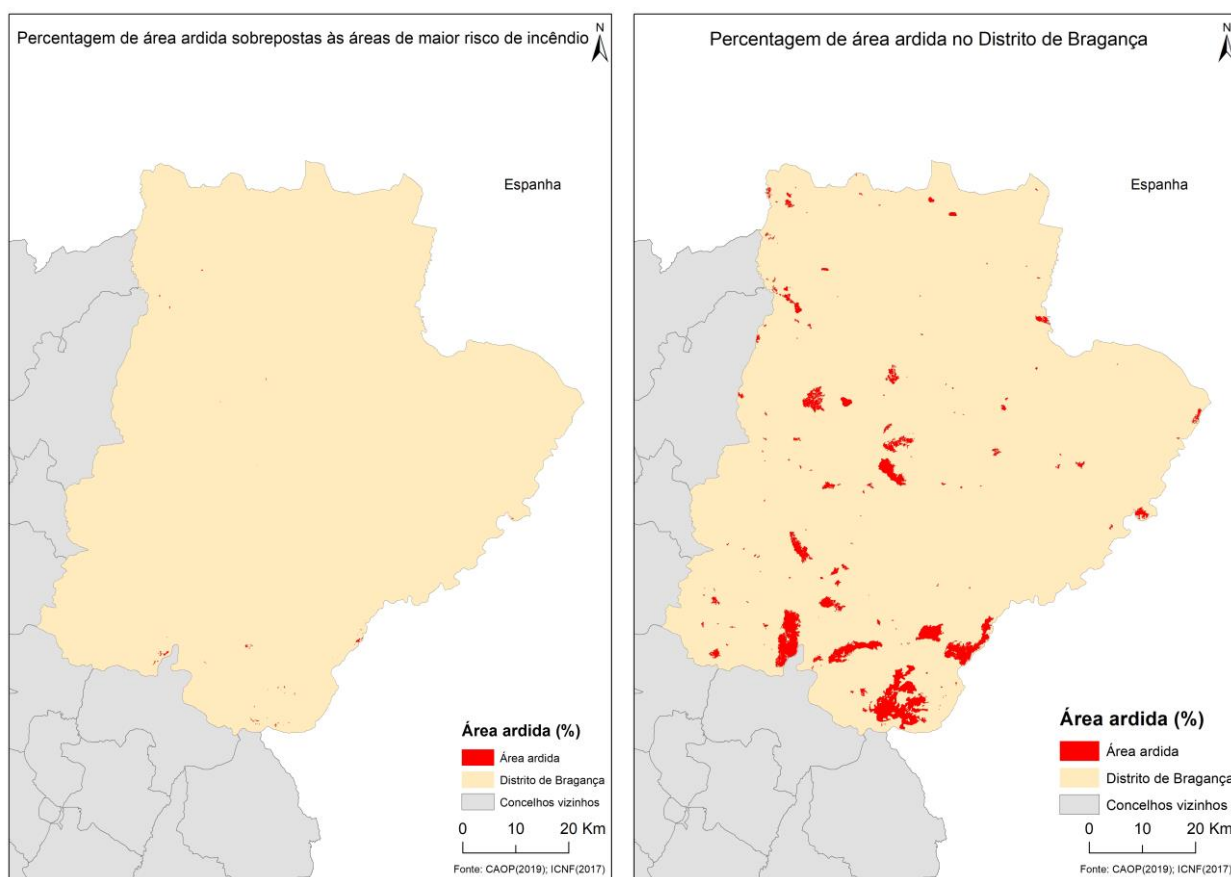


Figura 20 e 21 – Percentagem de área ardida sobreposta com a área de maior risco de incêndio e com o distrito em estudo

4. Assumindo 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/ha, calcule o orçamento necessário para a limpeza dos terrenos do distrito que selecionou.

Para esta última questão, é utilizada a shape da ocupação do solo (COS2018) e a rede viária. Inicialmente, selecionou-se na tabela de atributos da COS, os aglomerados urbanos e exportou-se para uma nova shape. A partir, desta nova shape utilizou-se o comando dissolve para tornar os polígonos num só e de seguida fez-se um buffer de 100 metros para fazer a faixa de proteção. De seguida, utilizou-se a shape da rede viária e realizou-se, novamente, um buffer, mas, neste caso, com 10 metros para formar a faixa de proteção das vias. Para se unir estas duas faixas utilizou-se, a ferramenta do merge.

Para o cálculo do orçamento foi acrescentada uma coluna para o cálculo da área total. E mais duas colunas, uma para o preço mínimo e outra para o preço máximo, onde foi multiplicado a área por cada um dos preços, neste caso, 350 euros/ha e 1200 euros/ha.

Podemos concluir que para a limpeza dos terrenos dos distritos, com estas faixas de proteção, o custo mínimo de limpeza é 1 017 032,80 68 16€ e o custo máximo é 3 486 969,62 33 66€.

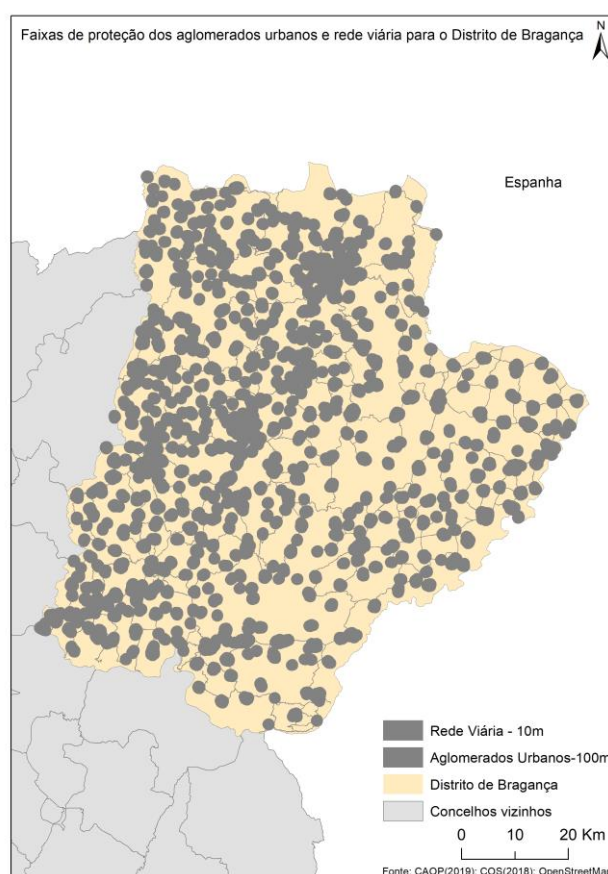


Figura 22 – Mapa de faixas de proteção para os aglomerados urbanos e rede viária da área em estudo (Distrito de Bragança)

Cosiderações finais

Como podemos verificar pelas análises anteriores, no distrito de Bragança, o risco de incêndio é muito elevado e elevado na maioria do distrito. Estes resultados devem-se, muito às características do território que potenciam a ocorrência de incêndios. Já as características sociais não demonstram um papel muito importante, devido aos baixos níveis de densidade populacional no distrito.

Apesar do distrito de Bragança, não ter sido um dos mais afetados no ano de 2017, acabou por ver parte do seu território a arder. Neste sentido, a realização de uma carta distrital do risco de incêndio em complemento com as outras cartas dos restantes distritos, torna-se muito útil. Permite também reconhecer as áreas com maior potencial para o incêndio.

Neste distrito, a área que ardeu não é significativa na maioria do território, mas este encontra-se com risco elevado. Sendo preciso tomar medidas para a prevenção das florestas, matos e áreas agrícolas.

Podemos concluir, que é necessário tomar medidas eficazes de prevenção, tais como, o a limpeza dos terrenos e matos, a construção de faixas de proteção, entre outros. Para que estas sejam eficazes é necessário a participação os agentes da gestão do território e também por parte da própria população. Pois tem um elevado custo financeiro.

Referências Bibliográficas

Wikipédia. (s.d). Distrito de Bragança – Wikipédia, a enciclopédia livre. Obtido de: https://pt.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Bragan%C3%A7a

Departamento de Gestão de Áreas Públicas e de Proteção Florestal , 2017. Relatório provisório de incêndios florestais. ICNF.

Oliveira, A., Nero, M., Júnior, J., Candeias, A., Nóbrega, R., 2017. COMPARAÇÃO E VALIDAÇÃO DA MODELAGEM ESPACIAL DE RISCOS DE INCÊNDIOS CONSIDERANDO DIFERENTES MÉTODOS DE PREDIÇÃO, v. 23, no4, p.556 - 577, Oct - Dec, 2017.

Dias, P., Pelegrina, M., Julião, R., Bertotti, L., 2016. Análise exploratória de estatística espacial aplicada ao espaço urbano, v.12 n.2 p. 539 – 549.

Monteiro, L., 2011. A Importância da Análise da Vulnerabilidade na Gestão do Risco de Incêndio Florestal: Algumas Evidências no Concelho de Bragança. Disertificação de Mestrado. Universidade de Letras da Faculdade do Porto.

Diário da República n.º 152/2004, Série I-A de 2004-06-30.

Carvalho, P., 2005. Modelação do risco de incêndio florestal com redes neuronais artificiais: aplicação ao Parque Natural de Montesinho. Tese de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.

Antunes, C., Viegas, D., Mendes, J., 2001. Avaliação do Risco de Incêndio Florestal no Concelho de Arganil. Silva Lusitana 19(2): 165 – 179.