

## Cartas de risco de incêndio do distrito do Porto



Docente: Miguel Marinho Saraiva

Discente: Bruno Miguel Rocha da Costa / UP201603961

## Índice

Introdução.....	3
Enquadramento da área de estudo .....	3
Objetivos .....	4
Metodologias .....	4
Análise descritiva .....	4
.....	5
.....	5
.....	6
Tratamento dos critérios adotados.....	8
Normalização das variáveis .....	10
Análise da Carta de Risco de Incêndio .....	14
Resolução de Perguntas .....	17
v) Calcular a área total do distrito classificada com um nível de risco de incêndio elevado ( $> 0,7$ ) .....	17
vi) Calcular o número total de habitantes abrangidos por estas áreas. Proceda ao cálculo recorrendo ao valor ponderado pela área .....	17
vii) calcule a percentagem de área ardida que se sobrepõe às áreas de maior risco identificadas no ponto (v)....	17
viii) 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. ....	18
Bibliografia .....	19

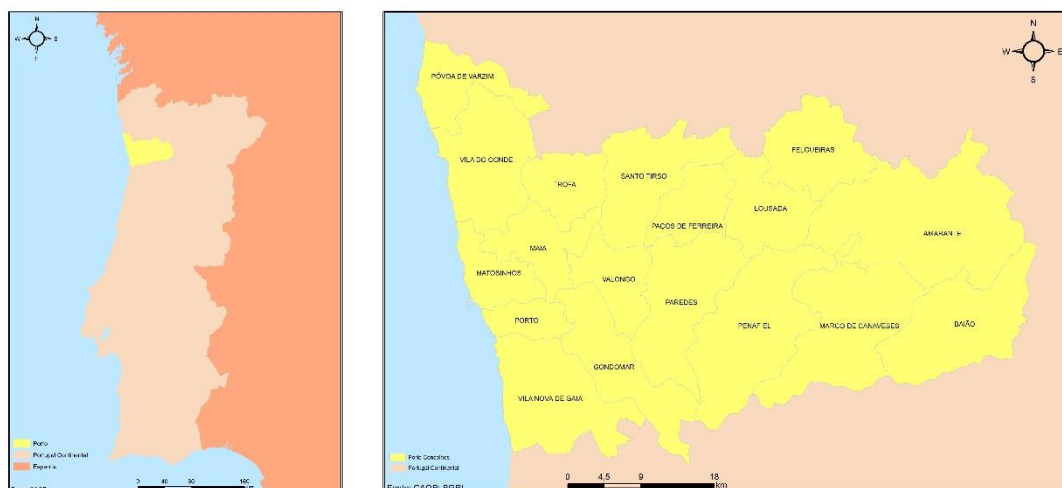
## Introdução

Este relatório surge no âmbito da disciplina de análise espacial aplicada ao ordenamento do território e tem como principal finalidade a criação de uma carta de risco de incêndio para o distrito do Porto.

A análise espacial é “um paradigma de investigação que providencia um conjunto único de técnicas e métodos para analisar eventos (...) que se localizam no espaço geográfico” (Fischer, 2001), assim sendo, este relatório procura não só identificar as áreas de maior vulnerabilidade relativamente ao risco de incêndio, como também analisar a área de estudo em diferentes vertentes, como a sua distribuição populacional entre outros indicadores. Ainda de salientar que toda a cartografia foi elaborada no software ArcGis 10.7.1 e todos os dados foram fornecidos ou pelo docente da unidade curricular ou ao longo do semestre noutras unidades curriculares.

## Enquadramento da área de estudo

O Porto é um distrito situado na região norte de Portugal, que conta com uma área de 2 395 km<sup>2</sup> e tem uma população residente de 1 778 146 habitantes. O distrito subdivide-se em 18 municípios, são eles: Amarante, Baião, Felgueiras, Gondomar, Lousada, Maia, Marco de Canaveses, Matosinhos, Paços de Ferreira, Paredes, Penafiel, Porto, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Valongo, Vila do Conde e Vila Nova de Gaia. O distrito do Porto é delimitado a Norte pelo distrito de Braga, a Este pelo distrito de Vila Real a Sul pelos distritos de Viseu e Aveiro e a Oeste pelo oceano Atlântico.



*Figura 1 mapa de enquadramento do Área de Estudo*

## Objetivos

O objetivo do trabalho proposto é, com base nas técnicas adquiridas ao longo do semestre, elaborar uma carta de risco de incêndio que permita perceber quais as áreas, inseridas no distrito do porto, mais suscetíveis a esse risco e à sua propagação, baseando essa análise em variáveis capazes de propagar ou controlar o fogo. Para isso é necessário realizar uma análise multicritério e ponderar as variáveis previamente selecionadas.

No que concerne à análise multicritério esta é uma ferramenta utilizada na avaliação de variáveis de diferentes dimensões, com a finalidade de basear uma tomada de decisão.

“A AMC – com base em SIG – pode ajudar no processo de tomada de decisão, visto que é um processo que transforma/combina dados geográficos e juízos de valor (tendo em conta os inputs dos decisores) para obter informação que suporte a tomada de decisão. (Malczewski [2006])

## Metodologias

Para a elaboração deste trabalho foi necessário proceder à recolha de informação relativamente à COS, BGRI, CAOP, Rede Viária, Rede Hidrográfica e Áreas Ardidas. Ainda foi necessário solicitar ao docente da UC os dados relativos às curvas de nível e aos pontos cotados. O passo seguinte foi, depois de criar um projeto no Software ArcGis, definir o Cellsize como 20 e utilizar uma máscara sobre a área de estudo, delimitada pela mesma e utilizado o sistema de coordenadas ETRS 1989. Ainda optei por criar uma geodatabase, numa perspetiva de organização de trabalho.

## Análise descritiva

Geralmente a análise descritiva é o primeiro passo na manipulação de dados relativos a uma área de estudo, que visa como principal objetivo resumir, sumarizar e explorar o comportamento dos mesmos. Para isso neste relatório foram usadas algumas ferramentas para conseguir caracterizar o distrito do Porto, ferramentas como: Hot Spot Analysis, Cluster and Outlier Analysis e Directional Distribution.



Com a ferramenta Directional Distribution, é possível observar que a elipse resultante, tanto dos valores dos alojamentos como da população residente, coincide quase na totalidade, apontando como concelhos com mais população residente e maior número de alojamentos os municípios: Porto, Matosinhos, Maia e Valongo que estão totalmente inseridos na elipse, e ainda os municípios que estão parcialmente intersetados com a elipse: Vila Nova de Gaia, Vila do Conde, Trofa, Gondomar, Paredes, Santo Tirso, Louzada, Penafiel e Paços de Ferreira

Figura 2 Directional Distibution DensPop & Alojamentos

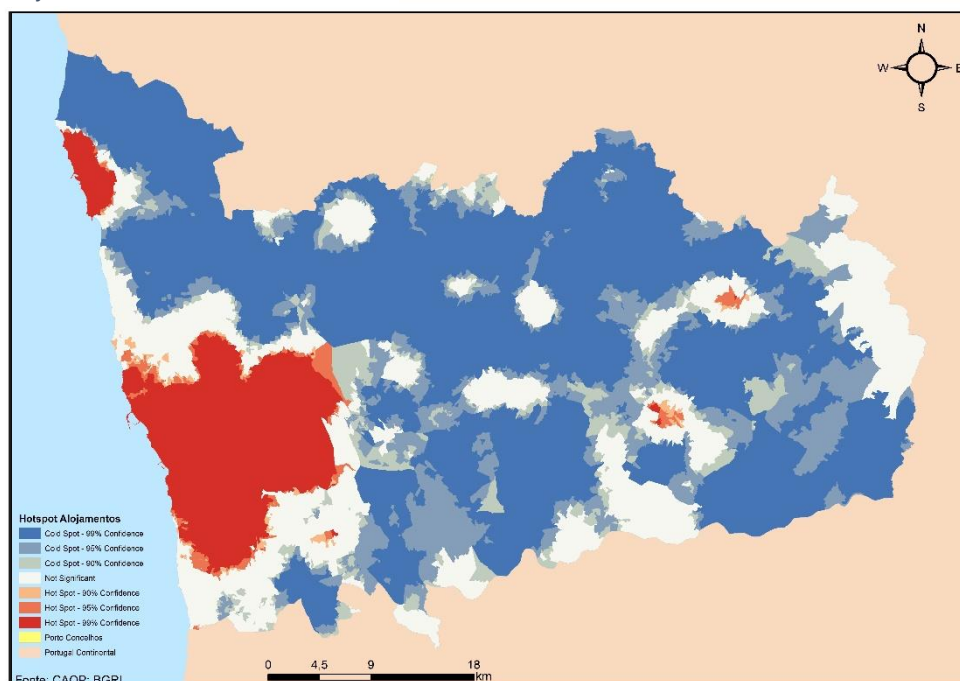


Figura 3 Hotspot Alojamentos

Com recurso à ferramenta Hot Spot Analysis relativamente ao número de alojamentos é possível verificar que o ponto de concentração de alojamentos faz referência à área metropolitana do Porto e ainda com expressão nas zonas entre Vila do Conde e a Póvoa de Varzim, existem ainda mais dois pontos de referência na zona mais central do Marco de Canaveses e Amarante.

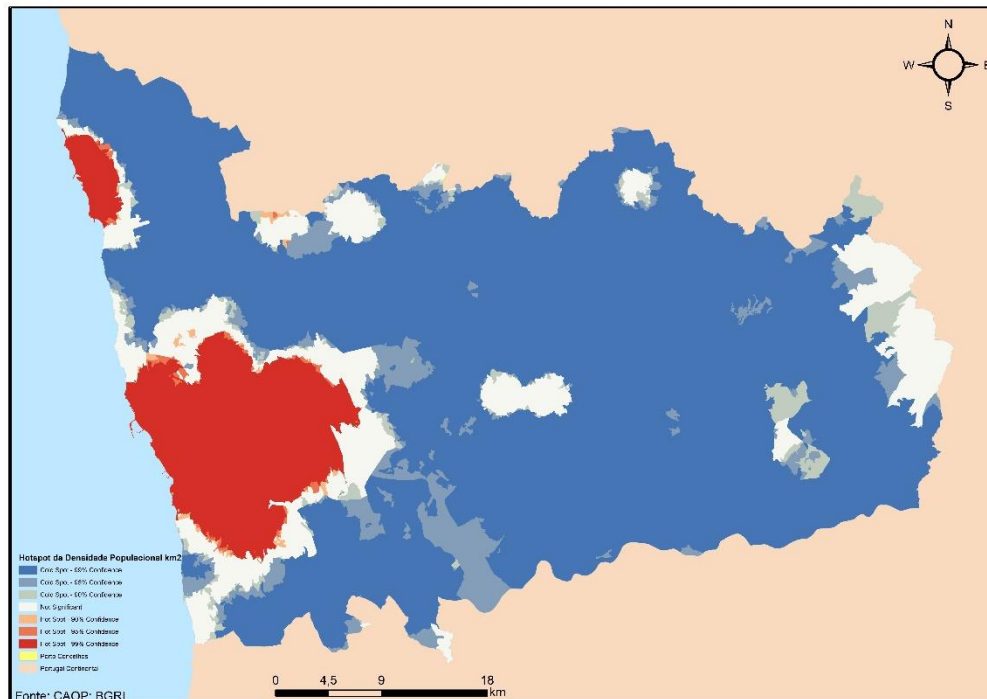


Figura 4 Hotspot Densidade Populacional

Aplicando a mesma ferramenta, mas desta vez a uma variável diferente, é notório que existem dois polos principais de densidade populacional, são eles, mais uma vez a área metropolitana do Porto e a zona de cruzamento entre a Póvoa do Varzim e Vila do Conde. Os resultados circundantes destes dois polos são apresentados como Cold Spots, mostrando assim uma grande variação em termos de densidade populacional em relação à área metropolitana do Porto.

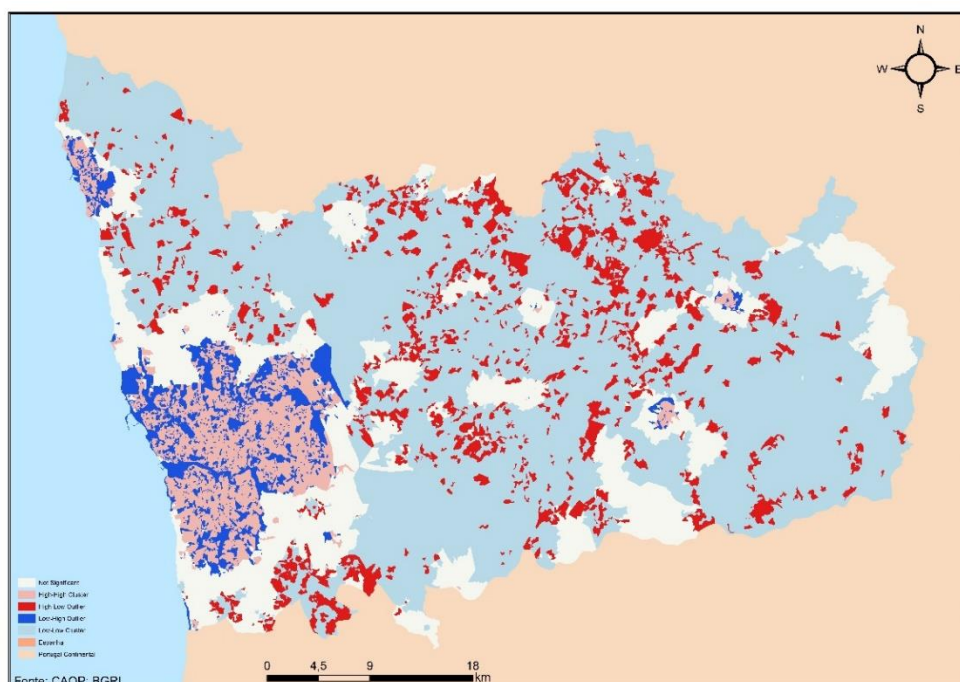


Figura 5 Outliers Alojamentos



Com recurso à ferramenta Outlier Analysis, é possível concluir a disparidade de resultados numa área, ou seja, aplicando esta ferramenta na área de estudo, sobre a variável dos alojamentos, esta mostra-nos que na área metropolitana do Porto e na interceção da Póvoa do Varzim com Vila do Conde os resultados são mais uma vez elevados, mantendo um padrão consistente desses mesmos resultados elevados, são assim High-High clustres, enquanto que a distribuição pelo resto do território é mais dispersa, apresentando em varias áreas valores de High-Low Outliers que podem enviasar o estudo da área, já que estes se encontram em zonas Low-Low Cluster. Isso mostra que muito do território desses municípios não tem grande representatividade no número de alojamentos pois esses alojamentos encontram-se concentrados na mesma área.

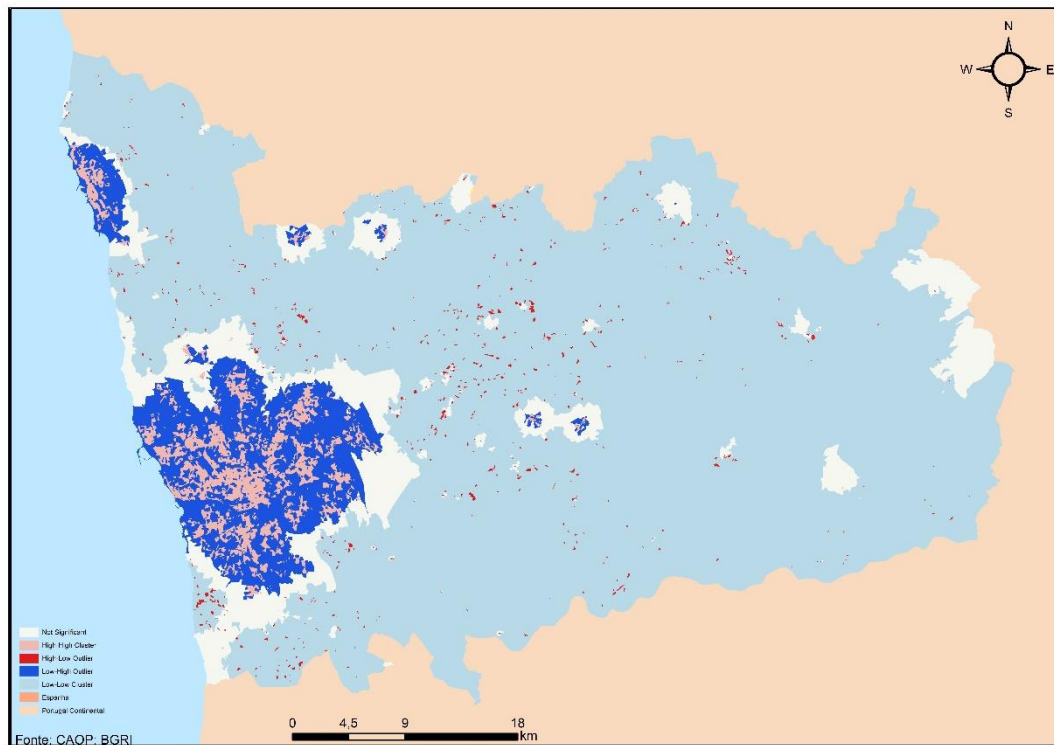


Figura 6 Outliers Densidade Populacional

De acordo com o mapa de Cluster and Outlier Analysis para a Densidade Populacional podemos concluir que a área Metropolitana do Porto e o concelho da Póvoa do Varzim são as regiões que apresentam uma maior concentração de população por km<sup>2</sup> devido a presença de High-High Cluster. Porém, à medida que nos afastamos das cidades principais começam a surgir valores mais dispersos e menores, daí o resultado observado a azul escuro ser Low-High Outlier.

Ao longo do distrito os valores estão mais equilibrados, onde é possível encontrar valores baixos rodeados de valores baixos, os Low-Low Cluster. Ainda assim surgem também alguns focos de High-Low Outlier, pois existem cidades com focos de densidade populacional concentrada.

## Tratamento dos critérios adotados

Em termos teóricos um critério representa um parâmetro utilizado para estabelecer uma comparação, ou seja, uma medida de um determinado elemento que irá contribuir para determinar a melhor solução face a uma problemática previamente definida. Na Análise multicritério, os vários critérios de avaliação podem sobrepor-se e ter uma importância diferente dependendo da ponderação do utilizador, podendo este utilizar as variáveis da forma que achar mais pertinente. Na AMC, os critérios podem ser de tipos diferentes: Fatores ou Condicionantes. Estes fatores correspondem a critérios de aptidão de uma determinada alternativa em relação a um estudo, como por exemplo a distância a uma rede de esgotos, que quanto mais próxima estiver a alternativa dessa mesma rede mais adequada será e vice-versa. Quanto aos constrangimentos, estes dizem respeito a restrições ou impedimentos das alternativas, fazendo com que estabeleçam uma relação direta na aceitação ou recusa de uma alternativa, sendo que 0 é considerado inapto e 1 apto.

No trabalho proposto e realizado, foram considerados 6 fatores para a realização da análise multicritério, fatores esses que foram, os declives, densidade da rede viária, proximidade da rede hidrográfica, uso do solo, densidade populacional e a exposição de vertentes. Todos estes fatores tiveram de ser trabalhados até chegarem ao ponto em que podiam ser conjugados para obter informação.

O primeiro fator enunciado, os Declives, surgem da elaboração do modelo digital de terreno, criado na ferramenta Create Tin, através das curvas de nível e dos pontos cotados como inputs. Nos pontos cotados foram selecionados como type os “Mass Points” e no caso das curvas de nível a “Hard line”, no campo do peso seleccionei o “ELEVATION” para os dois. Depois do TIN ter sido criado, o passo que se seguiu foi converter o mesmo para raster, com recurso à ferramenta TIN TO RASTER para consequentemente elaborar o Slope em graus, mapa de Declives. “À semelhança da ocupação do solo é um dos fatores naturais que condiciona fortemente as características de um incêndio uma vez que “quanto mais abrupto for o declive, maior será a velocidade de um fogo ascendente de encosta e o comprimento da sua chama” (Sardinha, 1993)

O segundo fator a considerar foi a densidade da rede viária, atendendo a área de estudo. Assim sendo converteu-se a shapefile da rede viária para raster de duas formas diferentes, através da ferramenta Euclidean Distance e também da ferramenta Kernel Density. Depois de visualizar os resultados optei por escolher o resultado da ferramenta Kernel Density por achar que era o mais perceptível.

O terceiro fator a considerar foi a distância à Rede Hidrográfica, uma vez que a área do Distrito do Porto é servida por 1100,148838 km de extensão de cursos de água. Para tal, foi feita a conversão da shapefile da rede hidrográfica através da ferramenta Euclidean Distance.

No caso do quarto fator a considerar, a carta de ocupação do solo, foi elaborada uma ponderação das classes da COS, tendo por base a perigosidade do risco de incêndio consoante o tipo de solo exposto, então na própria shapefile da COS foi criado um campo “Classes” onde foram agrupados ou dissolvidos os tipos de solo pelos seus atributos, como é possível ver na figura 7.



A opção de separar alguns territórios pelos seus atributos, surgiu numa lógica da sua perigosidade em risco de incêndio, como no caso da separação da indústria dos territórios artificializados, essa opção foi tomada tendo por base a noção de que se um incêndio alcança uma área industrial a sua força e capacidade de propagação sobre outros territórios aumenta, na eventualidade dessa zona industrial possuir uma capacidade inflamável maior do que um território artificializado “comum”. Já no caso do território florestal a opção de separar das florestas as florestas de castanheiro e de eucalipto acontece porque as mesmas tem características diferentes na perspetiva da propagação de um incêndio, já que o eucalipto é um tipo de árvore muito inflamável e o castanheiro um tipo de árvore que “atua” no caso de incêndio como uma árvore capaz de abrandar a propagação de incêndio devido as suas características pouco inflamáveis.

CLASSES
Territórios artificializados
Indústria
Culturas temporárias de sequeiro e regadio
Agricultura
Pastagens
Florestas
Florestas de Castanheiro
Florestas de Eucalipto
Matos
Espaços descobertos ou com pouca vegetação
Águas

Figura 7 Classes da COS

O quinto fator a utilizar foi a densidade populacional, que foi retirada através da BGRI pelo campo de indivíduos residentes. Foi necessário criar um campo na BGRI novo, ao qual chamei área km2 onde foi calculada a área em km2 do distrito do Porto, em seguida foi criado mais um campo chamado densidade populacional onde foi calculada a população residente dividida pela área em km2, de forma a obter o resultado da densidade populacional por km2. Por fim recorrendo à ferramenta feature to raster foi selecionado o campo da Densidade Populacional km2, criado anteriormente.

Por fim, o último fator calculado foi a exposição de vertentes, para este procedimento foi utilizada a ferramenta Aspect, onde o input usado nesta mesma ferramenta foi o resultado da ferramenta tin to raster, assim concluído este processo é possível obter informação relativa à exposição de vertentes.

## Normalização das variáveis

As variáveis podem apresentar-se em diferentes tipos (nominais, ordinais, proporcionais). Na realização da análise multicritério as variáveis devem passar pelo processo de normalização, processo esse que as coloque todas na mesma unidade de medida, o que possibilita que estas variáveis sejam comparadas entre si e que sejam realizadas operações entre elas. A lógica da escala deve ser a mesma em todas as variáveis, ou seja, os valores mais elevados devem significar maior aptidão e os mais baixos menor, ou vice-versa, esta é a lógica da reclassificação. O método de normalização utilizado nas variáveis foi o escalonamento linear.



Figura 8 Mapa de declives Normalizado

No caso da variável Declives, a normalização consistiu em colocar em prática a ferramenta Fuzzy Membership e, dessa forma, adotar a escala escolhida, de 0 a 1. O resultado é visível na figura 8, e demonstra que à medida que se analisa o território de Oeste para Este os declives aumentam, reflexo também do aumento da altitude do território nessa mesma direção.

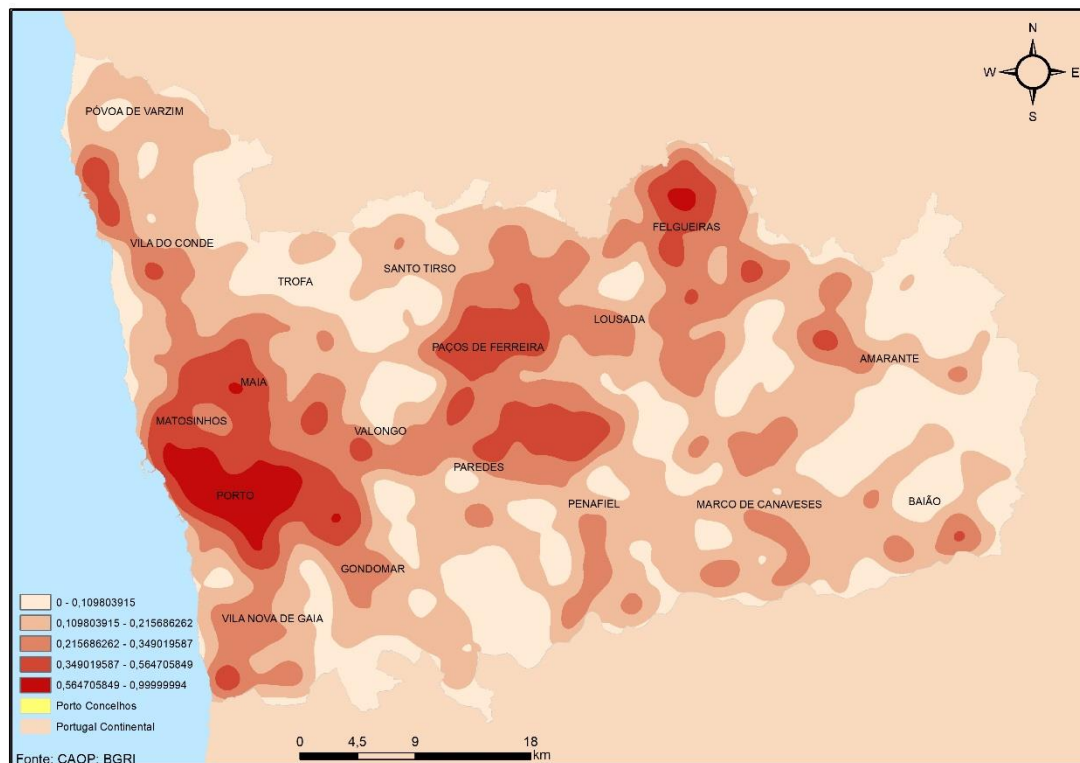


Figura 9 Mapa da Densidade da Rede Viária

Para o fator, rede viária, foi utilizada a ferramenta *Kernel Density* para ser perceptível quais os focos onde a rede viária é mais densa. Depois desse passo foi necessário normalizar os resultados, e para isso foi utilizada a ferramenta *Fuzzy Membership* que normalizou os resultados numa escala de 0-1.

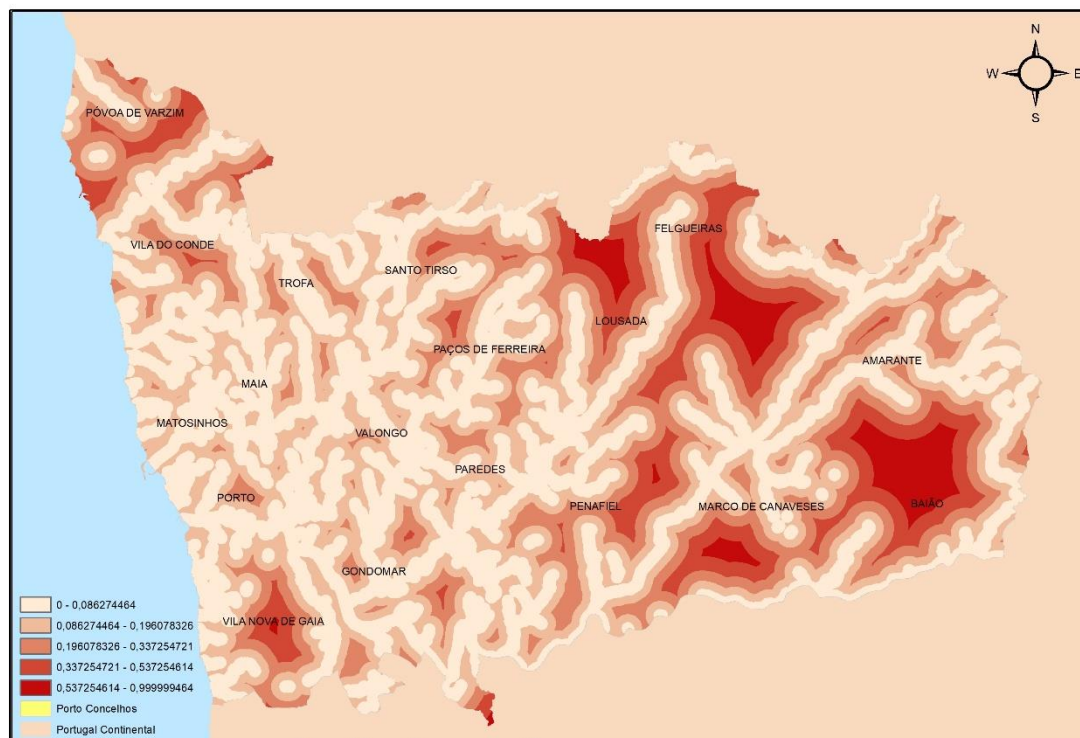


Figura 10 Mapa Euclidean Distance da Rede Hidrográfica

No caso da rede hidrográfica, optei por utilizar a ferramenta *Euclidean Distance*, e depois disso o resultado dessa mesma ferramenta foi convertido para *Float*, ainda depois disso foi necessário recorrer à ferramenta *raster calculator* normalizar a escala de valores, a “Map Algebra expression” utilizada foi:

$(\text{"Resultado\_Float"} - 0) / (5671.44 - 0)$

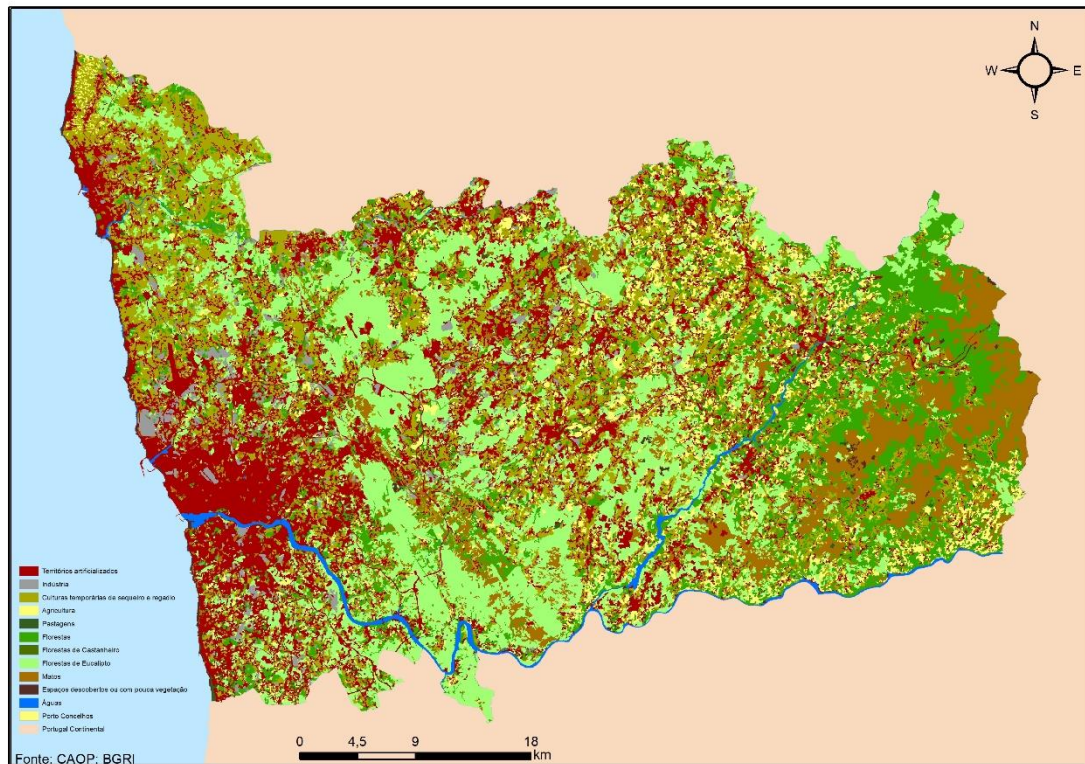


Figura 11 Carta de Ocupação do Solo reclassificada

Relativamente à carta de ocupação do solo, a mesma foi dividida em onze classes, sendo elas:

- Territórios Artificializados
- Indústria
- Culturas temporárias de sequeiro e regadio
- Agricultura
- Pastagens
- Florestas
- Florestas de Castanheiro
- Florestas de Eucalipto
- Matos
- Espaços descobertos ou com pouca vegetação
- Águas





Mediante a carta de ocupação do solo é possível saber que o uso do solo predominante é referente à floresta de Eucalipto, seguido pelo Território artificializado, o território com menos expressão, no que diz respeito à área é o território de florestas de Castanheiro.

Depois de separadas as classes do uso do solo, foi necessário ponderar a sua suscetibilidade ao risco de incêndio, para isso foram atribuídas diferentes ponderações às diferentes classes do uso do solo, como é possível ver na figura 13. Foi ainda necessário utilizar a ferramenta *Lookup*, para normalizar as ponderações dadas anteriormente, selecionando esse mesmo campo na utilização da ferramenta.

cos_rastervdd					
Rowid	VALUE	COUNT	CLASSES	PONDERAÇÃO	
0	1	1199723	Territórios artificializados	0,4	
1	2	134112	Indústria	0,7	
2	3	1146707	Culturas temporárias de sequeiro e regadio	0,3	
3	4	415459	Agricultura	0,1	
4	5	10084	Pastagens	0,1	
5	6	891408	Florestas	0,6	
6	7	2708	Florestas de Castanheiro	0,2	
7	8	1379364	Florestas de Eucalipto	0,8	
8	9	560772	Matos	0,5	
9	10	20726	Espaços descobertos ou com pouca vegetação	0,1	
10	11	68072	Águas	0	

Figura 13 Ponderações da COS

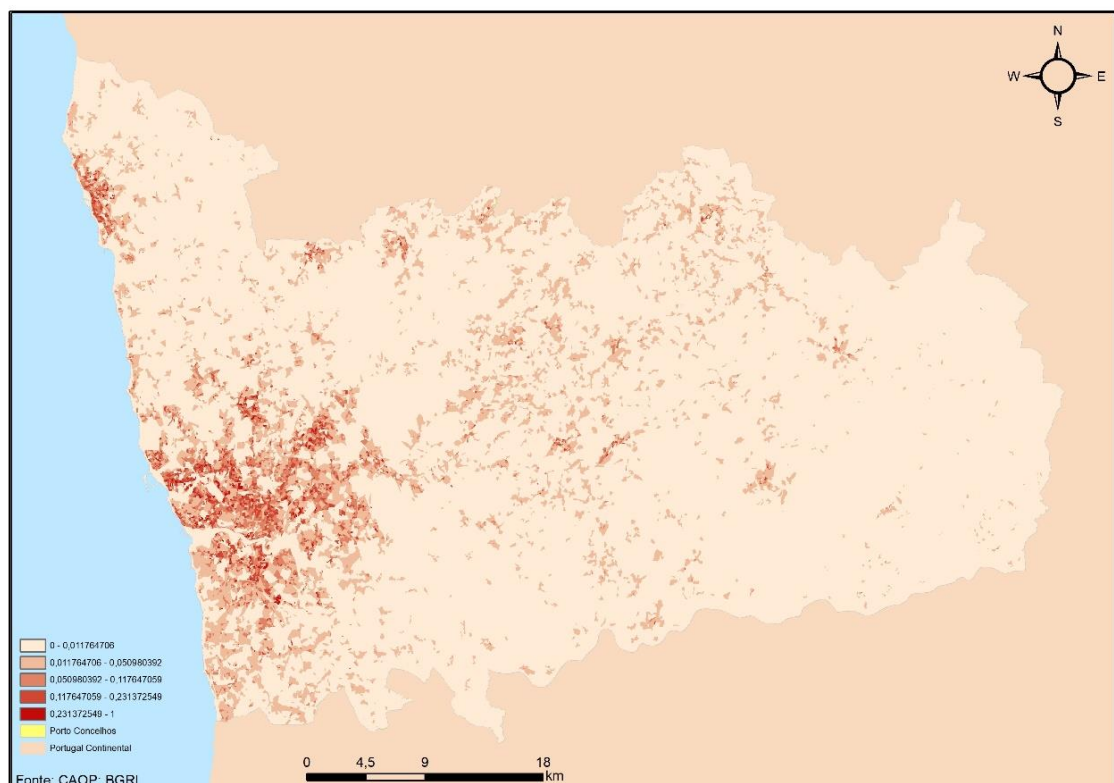


Figura 12 Mapa da Densidade Populacional Normalizada

A densidade populacional foi normalizada utilizando a ferramenta *Fuzzy Membership*, e foi utilizado o tipo de normalização linear.

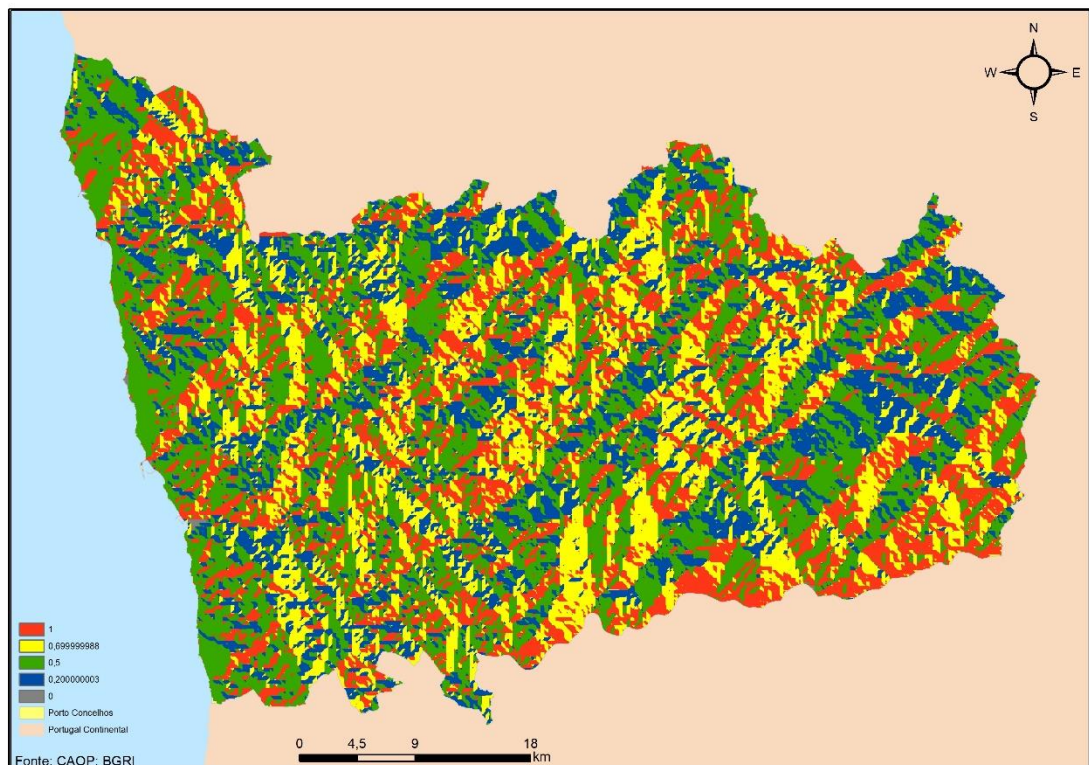


Figura 14 Mapa de Exposição de Vertentes Normalizado

Relativamente à normalização do mapa de exposição de vertentes, esta foi elaborada tendo em conta os pesos atribuídos a cada vertente exposta, para isso foi criado um campo com o nome de “ponderação”, onde foram atribuídos valores de zero a um. É possível ver que o maior número de células diz respeito as vertentes expostas a Oeste e o menor à classe “Plano”. Os valores atribuídos as Vertentes expostas foram:

- Plano - 0
- Norte - 0,2
- Este - 0,7
- Sul - 1
- Oeste - 0,5

Rowid	VALUE	COUNT	PONDERACAO
0	1	5983	0
1	2	1153797	0,2
2	3	1251915	0,7
3	4	1408086	1
4	5	1993587	0,5

Figura 15 Tabela da ponderação dos pesos por vertente

## Análise da Carta de Risco de Incêndio

As cartas de risco de incêndio são um elemento de apoio à prevenção de incêndios, e são produzidas recorrendo à escolha de variáveis que podem influenciar e explicar a variabilidade do risco de incêndio.

Para a realização da carta de risco de incêndio é necessário elaborar uma análise multicritério, essa análise foi realizada baseada na metodologia (pairwise comparison) par-a-par, esta metodologia consiste num processo de decisão estruturado e que utiliza tanto dados quantitativos quanto qualitativos, apesar de ser

o método mais complexo para a atribuição de pesos é o mais adequado para uma correta avaliação dos critérios.

Para a atribuição dos pesos foi utilizada uma escala numérica de 0-1, escala essa inserida na matriz de comparação, que tem como função estabelecer uma relação de pesos entre as variáveis, no caso do presente relatório os campos com a ponderação de pesos mais significativa dizem respeito aos campos uso do solo(0,52) e declives(0,20) e a ponderação de pesos menos significativa são referentes à densidade de vias(0,3) e à densidade populacional(0,3).

Matriz de comparação (A)						
CRITÉRIOS	dec	densv	RH	usolo	densp	vert
Declives (dec)	1,00	10,00	7,00	0,14	4,00	3,00
Densidade vias (densv)	0,10	1,00	1,67	0,10	1,11	0,20
redehido (RH)	0,20	0,60	1,00	0,14	5,00	0,20
Uso solo (usolo)	7,00	10,00	7,00	1,00	10,00	8,00
Densidade populacional (densp)	0,35	0,90	0,20	0,10	1,00	0,20
Vertentes (vert)	0,80	5,00	5,00	0,60	5,00	1,00
Soma	9,45	27,50	21,87	2,09	26,11	12,60

Figura 16 Matriz de Comparação

	dec	densv	RH	usolo	densp	vert	Produto	VP (w)	Ou
Declives (dec)	0,11	0,36	0,32	0,07	0,15	0,24	0,18	0,20	0,208226
Densidade vias (densv)	0,01	0,04	0,08	0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	0,038256
redehido (RH)	0,02	0,02	0,05	0,07	0,19	0,02	0,04	0,05	0,060762
Uso solo (usolo)	0,74	0,36	0,32	0,48	0,38	0,63	0,46	0,52	0,486975
Densidade populacional (densp)	0,04	0,03	0,01	0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	0,030171
Vertentes (vert)	0,08	0,18	0,23	0,29	0,19	0,08	0,16	0,18	0,17561
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	1

Figura 17 Matriz Normalizada

Depois de chegar aos resultados da matriz normalizada, esses mesmos resultados foram utilizados para o cálculo da análise multicritério, cálculo esse executado através da ferramenta Raster Calculator.

Na ferramenta foi feita a soma de todas as variáveis, tendo em conta a multiplicação do valor de cada variável pelo seu peso atribuído na matriz de comparação e consequentemente na matriz normalizada.

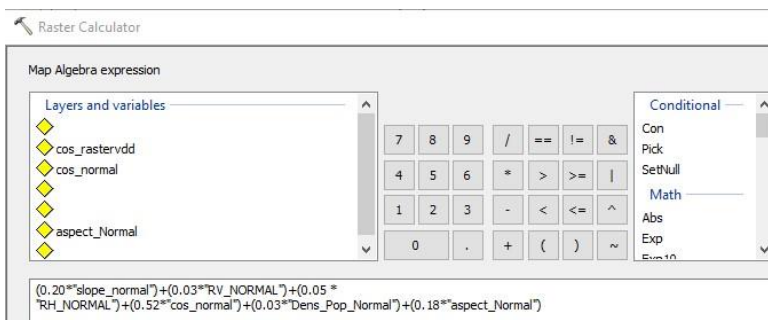


Figura 18 Cálculo das Variáveis Segundo a Ponderação



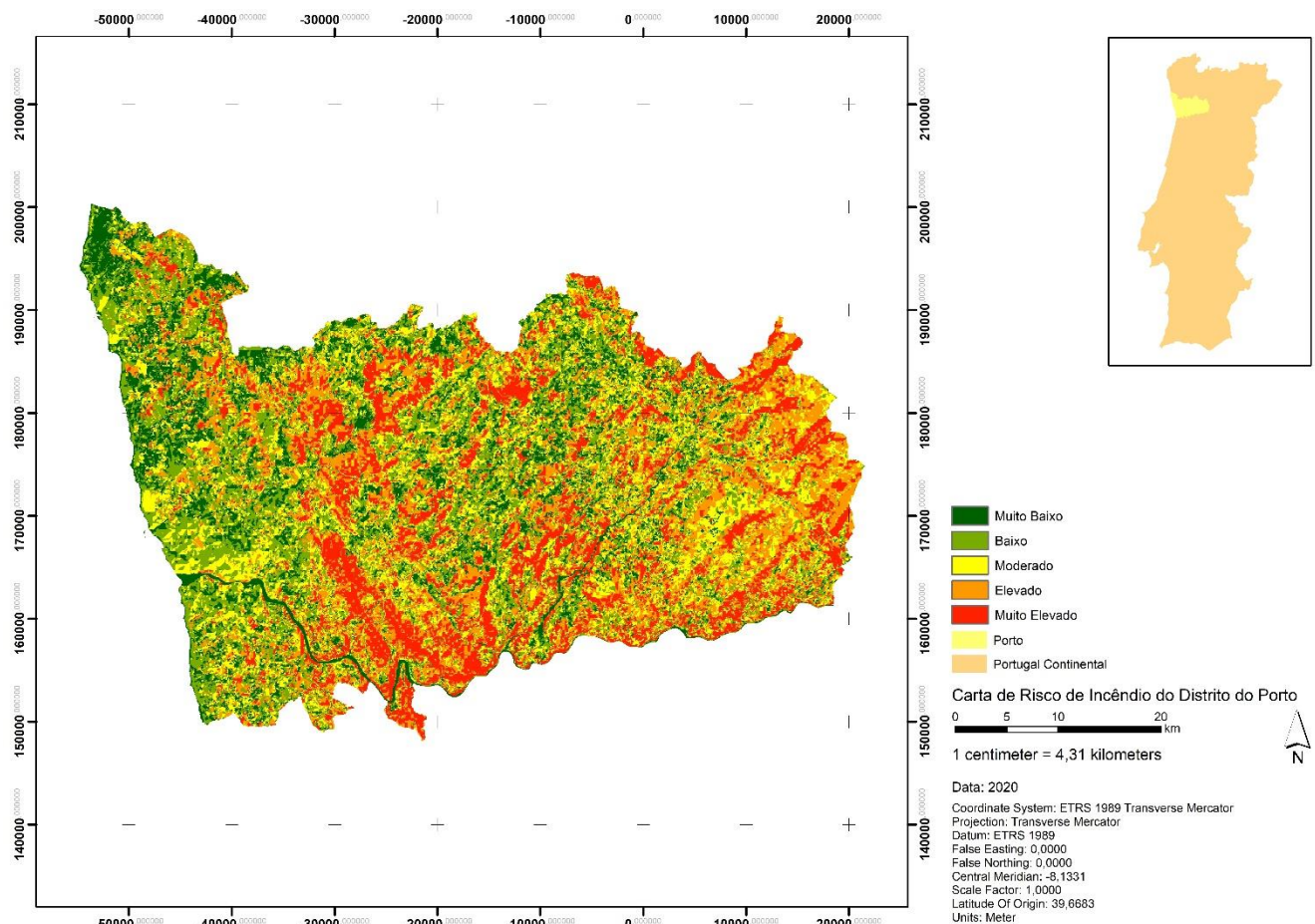
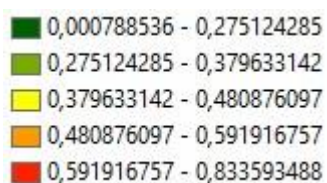


Figura 19 Carta de Risco de Incêndio para o Distrito do Porto

A carta de risco de incêndio do Distrito do Porto foi o resultado de todo o processo descrito anteriormente e nela é possível observar que os resultados obedecem a um comportamento “linear”, na medida em que observando o território de Este para Oeste é notório o aumento gradual das áreas de risco de incêndio elevado e muito elevado. As zonas com os resultados mais elevados são referentes à zona de Gondomar, Valongo, Santo Tirso, Trofa, Baião e Amarante enquanto que toda a zona de costa, Vila Nova de Gaia, Porto, Matosinhos, Vila do Conde e Póvoa de Varzim, apresentam os resultados com os valores mais baixos em termos de risco de incêndio. A ponderação da ocupação do solo é bastante notória na medida em que é visível que os concelhos com uma área de edificado mais elevada apresentam uma menor suscetibilidade enquanto que os concelhos com uma área florestal de maiores dimensões apresentam uma maior perigosidade quanto ao risco de incêndio.

O intervalo de valores está estabelecido entre 0,000788536 – 0,833593488



## Resolução de Perguntas

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

Para dar resposta a esta questão foi necessário usar o Raster Calculator, onde foi usada expressão:

**(Com( AMC  $> 0,7,1$ ))**

Assim foi criado automaticamente um raster com todas as áreas com um nível de risco de incêndio elevado ( $> 0,7$ ). Depois de criado o raster foi necessário usar a ferramenta Raster to Polygon para tornar este raster numa shapefile de modo a ser possível calcular a área em km<sup>2</sup>. Assim, quando a ferramenta foi executada foi calculada a área em que o risco de incêndio era maior que 0,7, que resultou num total de 72,7048 km<sup>2</sup> de área do distrito classificada com um nível de risco de incêndio elevado ( $> 0,7$ ).

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

Para realizar este exercício foi usada a ferramenta Intersect entre a BGRI e a shapefile criada na pergunta anterior. Depois de criado o Intersect foi calculada a área em km<sup>2</sup>. Para calcular o valor do número total de habitantes abrangidos por estas áreas foi criado mais um campo na tabela de atributos do Intersect onde o cálculo executado no Field Calculator foi :

**Número de indivíduos residentes\* Áreakm2(do intersect) / áreakm2**

Depois do cálculo estar executado foi visualizado no Sum do Statistics, em que o resultado apresentado foi:

82 441,82, este resultado diz respeito aos habitantes abrangidos pelas áreas classificadas com um nível de risco de incêndio elevado ( $> 0,7$ ).

vii) calcule a percentagem de área ardida que se sobrepõe às áreas de maior risco identificadas no ponto (v).

De acordo com a pergunta, primeiramente, foi necessário descarregar a informação remetente às áreas ardidas que estava disponível no link indicado. Para usar essa informação foi fundamental realizar um Clip pela área de estudo, a fim de cingir essa mesma informação.

De seguida foi calculada a área em km<sup>2</sup> das áreas ardidas no distrito do Porto. Depois desta ferramenta estar concluída, foi necessário recorrer mais uma vez à ferramenta intersect, para interseção a shapefile das áreas ardidas com a shape file da pergunta inicial.

Assim, através da informação obtida do Intersect, foi criado um campo da área em km<sup>2</sup> desse mesmo intersect. Em seguida para calcular a percentagem de áreas ardidas que se sobrepõem as áreas de maior risco  $< 0,7$  foi dividida a

área resultante do intersect (6,323756) pela área das áreas ardidas (73,750599) e multiplicado por 100, obtendo um resultado de 8,59 de percentagem de áreas ardidas que se sobrepõem as áreas de risco de incendio maior que 0,7.

viii) 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 consolidar uma shapefile de aglomerados populacionais foi necessário realizar uma seleção por atributos da carta de ocupação do solo, e os atributos foram: (Tecido edificado contínuo predominantemente vertical, Tecido edificado contínuo predominantemente horizontal, Tecido edificado descontínuo, Tecido edificado descontínuo esparso), depois de realizada a seleção foi criada uma shapefile só com informação relativa a esses campos no distrito do Porto. O seguinte passo foi realizar um buffer de 100 metros à shapefile criada anteriormente dos aglomerados urbanos. O mesmo método foi aplicado sobre a shapefile da rede viária, mas foi aplicado um buffer de 10 metros. Após concluídas ambas a operação foi feito um merge sobre os dois buffers para ser possível calcular a área em hectares dos mesmos, que resultou em 141 319,15147 hectares. Depois dessa área calculada, foi feita uma multiplicação pelos valores de referência (350 e 1200) obtendo dois valores para a limpeza dos territórios, sendo eles 49 461 703 euros e 169 582 981,76 euros.

## Bibliografia

Fischer. (2001). *Spatial Analysis in Geography*.

Sardinha, M. &. (1993).