

## **MAPA DE VULNERABILIDADE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS – DISTRITO DE FARO**

RELATÓRIO ESCRITO . DISCIPLINA - CSIG . INÊS COUTINHO . Nº46974 . FCUL - JANEIRO DE 2015



1.	INTRODUÇÃO .....	3
2.	METODOLOGIA .....	4
3.	FASE I - ELABORAÇÃO DE UM MAPA DE VULNERABILIDADE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS .....	4
3.1.	Definição de critérios de vulnerabilidade de incêndio florestal .....	4
3.2.	Aquisição de dados .....	5
3.3.	Modelo cartográfico .....	7
3.4.	Organização e tratamento dos dados de acordo com os critérios definidos .....	9
3.5.	Reconversão dos dados para o formato raster.....	12
3.6.	Reclassificação dos dados .....	12
3.7.	Execução do modelo linear .....	15
3.8.	Análise do mapa de vulnerabilidade de incêndio para cada trimestre .....	16
3.9.	Análise dos resultados obtidos e comparação com o histórico de incêndios de 2000 a 2013 18	
3.10.	Discussão dos resultados .....	18
3.11.	Conclusões .....	21
4.	FASE II – AVALIAÇÃO OS LOCAIS SOB VIGILÂNCIA E PROPOSTA DE NOVAS TORRES DE VIGIA....	21
4.1.	Aquisição de dados .....	21
4.2.	Organização e tratamento dos dados.....	21
4.3.	Avaliação dos locais sob vigilância .....	21
4.4.	Proposta de novas torres de vigia.....	22
5.	BIBLIOGRAFIA.....	24

## 1. INTRODUÇÃO

*Um incêndio florestal corresponde a um fogo incontrolado em florestas, matas e outros espaços com abundante vegetação (matos, áreas de incultos e áreas agrícolas) (Julião, R.P, et all, 2009).*

Todos os anos centenas de incêndios consomem vastas áreas florestais do país, traduzindo-se em enormes perdas a nível social, económico e paisagístico. Torna-se assim imperativo o desenvolvimento de instrumentos de planeamento, prevenção e vigilância, que permitam uma protecção mais eficaz contra os fogos florestais.

A área de estudo incide sobre o distrito de Faro. Segundo os relatórios de incêndios florestais emitidos pelo Departamento de Gestão de Áreas Classificadas, Públicas e de Protecção Florestal do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), o distrito de Faro foi dos que menos ardeu no período compreendido entre 2000 e 2013, em comparação aos restantes distritos do país. As grandes excepções ocorreram em 2003 e 2012, com incêndios que consumiram grandes extensões deste território. No entanto, esta situação pode mudar a qualquer momento, pelo que importa avaliar o risco potencial a que está sujeito o distrito.

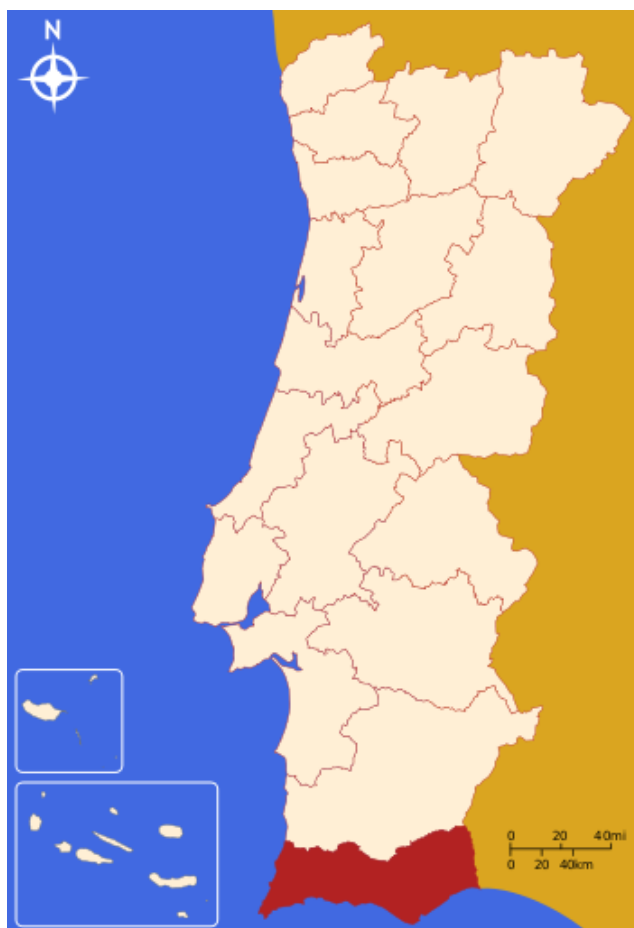


Figura 1 – Distrito de Faro. Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Faro](http://pt.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Faro)

O presente trabalho está dividido em duas fases:

Fase I - Elaboração de um mapa de vulnerabilidade de incêndios florestais para o distrito de Faro;

Fase II - Identificação e avaliação dos locais sob vigilância; produção de bacias de visão a partir das torres de vigia já existentes; proposta de localização de novas torres de vigia.

## 2. METODOLOGIA

Fase I:

- Definição de critérios de vulnerabilidade e respectivas variáveis;
- Aquisição de dados nas respectivas fontes de informação;
- Elaboração do modelo cartográfico;
- Pré-análise da informação recolhida;
- Organização e tratamento dos dados de acordo com os critérios definidos;
- Reconversão dos dados para o formato raster;
- Reclassificação dos dados de acordo com as classes de risco atribuídas a cada variável;
- Execução do modelo linear;
- Análise do mapa de vulnerabilidade de incêndio para cada trimestre;
- Análise dos resultados obtidos e comparação com o histórico de incêndios de 2000 a 2013;
- Discussão dos resultados.

Fase II:

- Aquisição de dados nas respectivas fontes de informação;
- Pré-análise da informação recolhida;
- Organização e tratamento dos dados de acordo com os critérios definidos;
- Avaliação dos locais sob vigilância - Produção de bacias de visão, a partir da localização das torres de vigia existentes;
- Proposta de colocação de novas torres de vigia nas áreas que se encontram pior vigiadas.

## 3. FASE I - ELABORAÇÃO DE UM MAPA DE VULNERABILIDADE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

### 3.1. Definição de critérios de vulnerabilidade de incêndio florestal

Foram considerados como critérios as seguintes variáveis que contribuem para o risco de incêndio florestal:

Factores físicos:

- Declive do terreno – Um declive do terreno acentuado favorece a propagação do fogo e dificulta o acesso dos meios de combate a incêndios;

- Exposição solar – Terrenos predominantemente expostos a sudeste-sudoeste atingem temperaturas mais elevadas;
- Ocupação do solo – Determinadas ocupações do solo têm maior grau de combustibilidade em detrimento de outras.

Factores meteorológicos:

- Humidade - A humidade do material vegetal morto (caruma, ramos secos, árvores e arbustos mortos) está directamente relacionada com a humidade do ar: quanto maior a humidade do material vegetal, menor a facilidade que este tem de entrar em combustão;
- Temperatura - Temperaturas elevadas tornam material vegetal mais seco e susceptível de incendiar.
- Precipitação – Influência igualmente o grau de secura do solo e coberto vegetal;
- Vento – Velocidades de vento elevadas favorecem a propagação do fogo, intensificando a queima. O vento é também o responsável pelo arrastamento de faúlhas que poderão provocar focos de incêndio a distâncias consideráveis.

Factores humanos:

- Distância à rede viária e às áreas habitacionais - Os incêndios florestais que têm origem humana, iniciam-se frequentemente perto da rede viária ou de áreas habitacionais, pelo que a proximidade a uma estrada ou a um aglomerado urbano pode aumentar o perigo de ignição;
- Densidade populacional – A ausência de população é um factor que potencia o risco de incêndio, pois a vigilância é menor, reduzindo assim a probabilidade de um fogo poder ser detectado e combatido na fase inicial.
- População activa – Uma percentagem baixa de população activa potencia o risco de incêndio, uma vez que está associado ao abandono de propriedade e à consequente acumulação de combustíveis.

**3.2. Aquisição de dados**

Os dados utilizados na elaboração do presente trabalho foram adquiridos em diversas fontes de acordo com a seguinte tabela:

DADOS		FONTE
1	CAOP Continente: Carta Administrativa Oficial de Portugal Continental - 2012	dgTERRITÓRIO - <a href="http://www.dgterritorio.pt/">http://www.dgterritorio.pt/</a>
2	CLC06-PT - Mapa de caracterização do uso e ocupação do solo para Portugal Continental (2006)	dgTERRITÓRIO - <a href="http://www.dgterritorio.pt/">http://www.dgterritorio.pt/</a>
3	Rede Viária - Portugal Continental	OPEN STREET MAP - <a href="http://www.openstreetmap.org">www.openstreetmap.org</a>
4	Modelo digital do terreno – Portugal Continental	<a href="http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp">http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp</a>

5	Temperatura: valores médios mensais	WORLD CLIM <a href="http://www.worldclim.org">www.worldclim.org</a>
6	Vento: valores médios mensais	Moodle FCUL (Disponibilizados pela professora)
7	Precipitação: valores médios mensais	WORLD CLIM- <a href="http://www.worldclim.org">www.worldclim.org</a>
8	Humidade Relativa: valores médios diários	SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
9	Densidade populacional	INE <a href="http://www.ine.pt">www.ine.pt</a>
10	População activa	INE <a href="http://www.ine.pt">www.ine.pt</a>

Tabela 1 – Dados e respectivas fontes

De seguida apresentam-se os metadados correspondentes:

METADADOS	
1	Shapefile (shp); Versão 2012; Sistema de referência geográfica ETRS89-TM06-PT, Elipsóide de referência GRS80, projecção cartográfica Transversa de Mercator; disponível desde 31 julho 2012; Versão produzida e armazenada numa Geodatabase ESRI – versão 9.3 ; rigor mínimo associado à escala 1:25000.
2	Shapefile (shp); Sistema de referência geográfica ETRS89-TM06-PT, elipsoide de referência GRS80 e projecção cartográfica Transversa de Mercator; Produção: Instituto Geográfico Português (IGP); Escala de 1: 100 000, unidade mínima cartográfica (UMC) de 25 ha. Ficheiro com designação dos códigos da nomenclatura Corine Land Cover : Julho de 2009, formato xls.
3	Shapefile (shp); Sistema de referência geográfica GCS_WGS_1984, Datum: D_WGS_1984.
4	Raster (tiff) - tamanho do pixel de 29,99954488. Data: 1998; sistema de referência geográfica ETRS89-TM06-PT; elipsoide de referência GRS80 e projecção cartográfica Transversa de Mercator.
5	Geotiff - resolução de 30 arcos de segundo; unidades: (°C * 10). Dados de 1950 a 2000; Datum: D_WGS_1984.
6	Raster (tiff), resolução original 0,1022, 0,085 com 119 colunas e 95 linhas; dados de 2010; sistema de referência geográfica GCS_WGS_1984, Datum: D_WGS_1984.
7	Geotiff - resolução de 30 arcos de segundo; unidades - mm. Dados de 1950 a 2000; Datum: D_WGS_1984.
8	Fiheiro xls - Humidade Relativa média diária (%); Dados de 2003 a 2007; Fiheiro xls - Localização de estações meteorológicas com coordenadas projectadas no sistema de referência geográfica GCS_WGS_1984; Datum: D_WGS_1984.
9	Ficheiro xls - Número de habitantes por quilómetro quadrado. Dados de 2012 - Período anual de referência dos dados.
10	Ficheiro xls - Conjunto de indivíduos com idade mínima de 15 anos que, no período de referência, constituíam a mão-de-obra disponível para a produção de bens e serviços que entram no circuito económico (empregados e desempregados). Dados de 2011 - Período anual de referência dos dados.

Tabela 2 – Metadados

### 3.3. Modelo cartográfico

O seguinte modelo cartográfico descreve as várias fases do projecto desde a aquisição de dados até à execução do modelo linear.

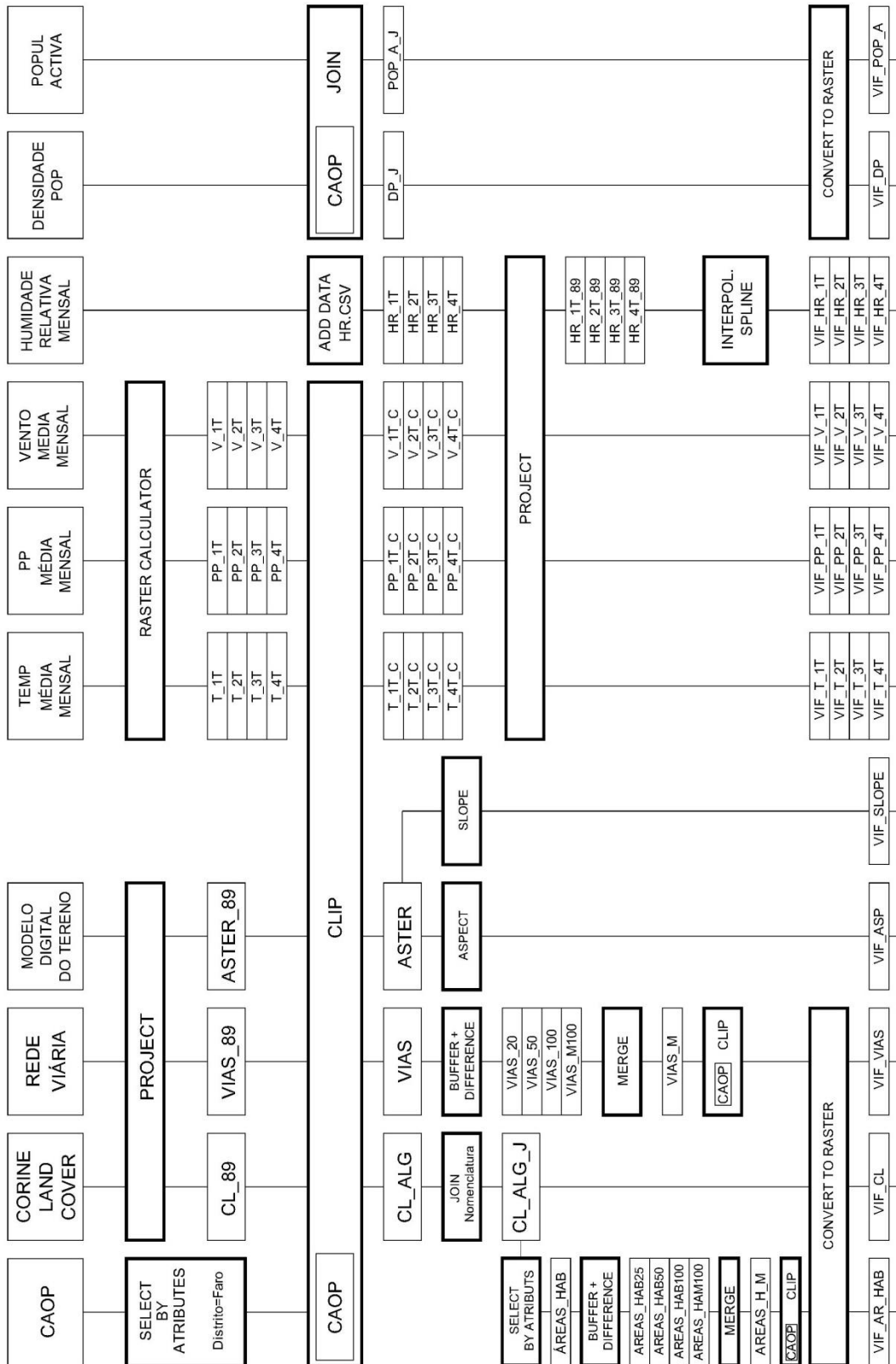


Figura 2 – Modelo cartográfico

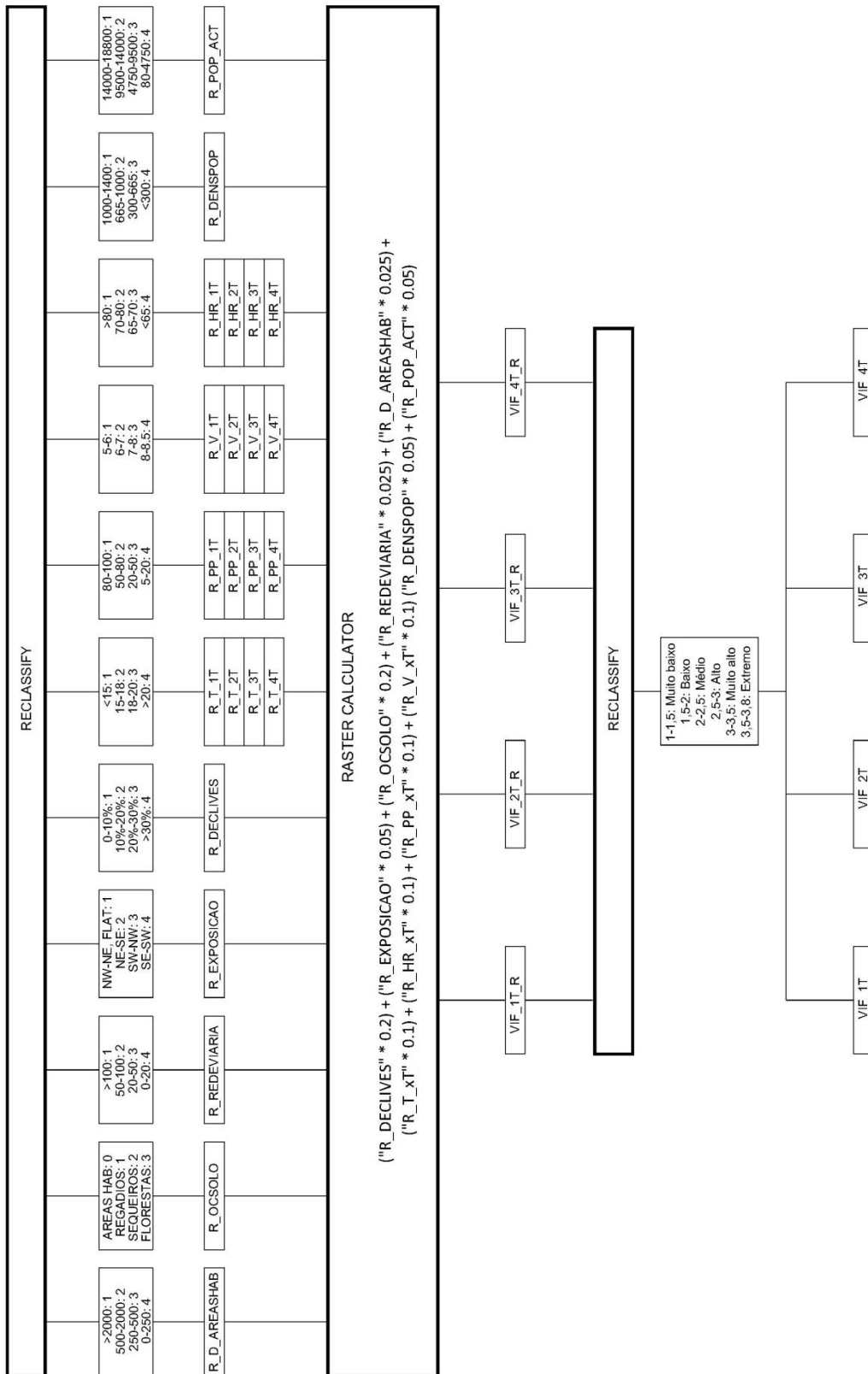


Figura 3 – Modelo cartográfico (continuação)



### 3.4. Organização e tratamento dos dados de acordo com os critérios definidos

#### 0 - Nota inicial

Todos os dados utilizados foram convertidos para o Sistema Cartográfico de Referência Nacional TM06-PT/ETRS89.

#### 1 - CAOP Continente: limites administrativos de Portugal Continental

A partir da CAOP Continente procedeu-se à criação de uma layer em que constasse apenas o distrito de Faro. Esta operação é de extrema importância, uma vez que é esta layer que vai permitir isolar o distrito nos restantes dados através da operação *clip*.

Com a operação *select by attributes* seleccionou-se o distrito de Faro, e através da *data export > selected features* foi criada a layer CAOP.

#### 2 - Caracterização do uso e ocupação do solo para Portugal Continental - CLC06-PT

A partir da layer CL\_ALG obteve-se a informação relativa à ocupação do solo (layer CL\_ALG\_J) e às distâncias às áreas habitacionais (layer AREAS\_H\_M).

Uma vez que a tabela de atributos da layer CL\_ALG não contemplava a nomenclatura das diversas classes de ocupação do solo, apenas o seu código, anexou-se essa informação através de um ficheiro Excel (nomenclatura.csv) com a operação *join field*, tendo como campo comum o código das classes (CODE06). O ficheiro nomenclatura.csv resultou da edição de um ficheiro Excel que vinha anexado à CLC06-PT. Obteve-se assim a layer CL\_ALG\_J.

As áreas habitacionais foram seleccionadas na tabela de atributos com o *select by attributes*, onde se obteve a layer AREAS\_HAB através da *data export > selected features*. A partir da layer AREAS\_HAB, foi realizada a operação *buffer* para as distâncias 250, 500 e 1000 metros. Obtiveram-se as layers AR\_HAB25, AR\_HAB50, E AR\_HAB100. Uma vez que pretendíamos quatro classes de distâncias, para calcular as distâncias superiores a 1000 metros efectuou-se uma *Symmetrical Difference* entre a layer da CAOP e a AR\_HAB100, resultando a layer AREAS\_HAM100.

De seguida repetiu-se a operação *Symmetrical Difference* para obter as layers correspondentes às classes 0-250, 250-500 e 500-1000. Daí resultaram as layers AREAS\_HAB25, AREAS\_HAB50 E AREAS\_HAB100.

Por fim, foi realizado um *merge* das 4 layers, que originou a layer AREAS\_H\_M. Como as operações de *buffer* deram origem a polígonos que extrapolaram a área do distrito, teve de se realizar um *clip* entre a AREAS\_H\_M e a CAOP.

#### 3 – Rede viária de Portugal continental

Através da layer VIAS obteve-se as distâncias à rede viária (VIAS\_M). A metodologia utilizada foi semelhante à do ponto anterior, com excepção das distâncias utilizadas na definição das novas layers, que neste caso foram: 20, 50, 100 e > 100 metros. Na operação de *buffer* optou-se por realizar um *dissolve* de modo a obter áreas contínuas, uma vez que as linhas correspondentes às estradas apresentavam-se fragmentadas.

#### 4 - Modelo digital do terreno

A partir do modelo digital do terreno (layer ASTER), foram realizadas as operações *Surface slop* e *Surface Aspect* para obtenção dos mapas de declives do terreno (VIF\_SLOPE) e exposição solar (VIF\_ASP).

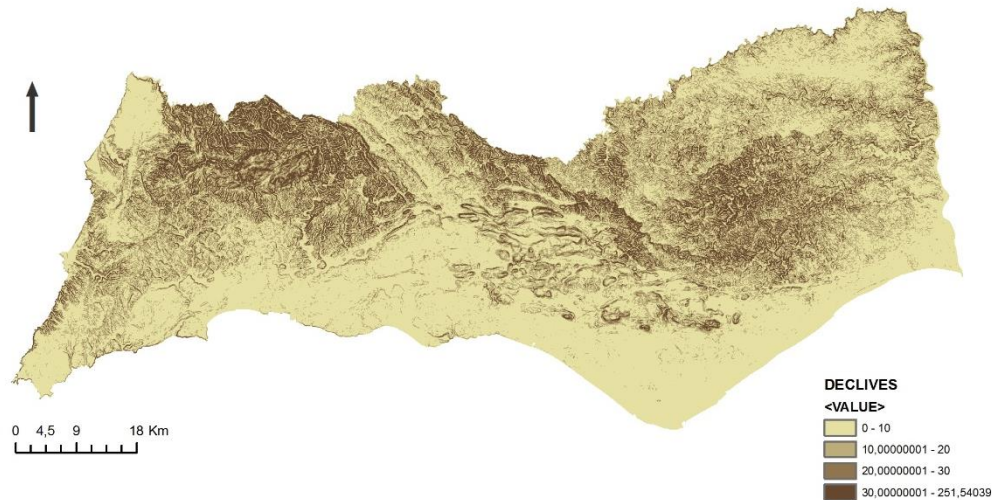


Figura 4 – Mapa de declives obtido através da operação *surface > slope*

#### DADOS METEOROLÓGICOS:

Segundo o Relatório Anual De Áreas Ardidadas e Incêndios Florestais em Portugal Continental (ICNF), a *distribuição temporal dos incêndios florestais em Portugal é claramente sazonal, concentrando-se o maior número de ocorrências de áreas ardidadas entre Julho a Setembro*. Deste modo, optou-se por trabalhar os dados meteorológicos trimestralmente, de modo a que os meses mais problemáticos (Julho, Agosto e Setembro) correspondessem ao mesmo trimestre.

#### 5 – Temperatura, 6 – Vento, 7 – Precipitação

Os dados relativos à temperatura, vento e precipitação foram trabalhados da mesma forma, uma vez que se tratam de valores médios mensais, em formato raster. Assim, foram definidos quatro trimestres: de Janeiro a Março (1T), de Abril a Junho (2T), de Julho a Setembro (3T) e de Novembro a Dezembro (4T).

Através da operação *raster calculator* calcularam-se os valores médios trimestrais para cada variável meteorológica. No caso dos dados relativos ao vento, temperatura e precipitação, antes de ser realizada a operação de *clip* com a layer CAOP, foi realizada a operação *resample* com *cell size=30*. Como o valor do píxel era muito grande, esta operação permitiu a subdivisão de cada pixel em pixeis mais pequenos, o que faz com que não se perca demasiada informação quando se efectua a operação *clip*.

No final obtiveram-se as seguintes layers:

Temperatura: VIF\_T\_1T, VIF\_T\_2T, VIF\_T\_3T, VIF\_T\_4T;

Vento: VIF\_V\_1T, VIF\_V\_2T, VIF\_V\_3T, VIF\_V\_4T;

Precipitação: VIF\_PP\_1T, VIF\_PP\_2T, VIF\_PP\_3T, VIF\_PP\_4T.

### 8 – Humidade relativa

Para cada estação meteorológica existente no concelho, foram recolhidos os valores de humidade relativa médios diários, assim como as respectivas coordenadas planimétricas. Num ficheiro Excel calcularam-se os valores médios trimestrais para todos os anos em que houvesse informação válida em todas as estações. Consideraram-se os anos de 2003 a 2007 nas estações da Albufeira da Bravura, Albufeira de Odeleite, Algoz, Barragem do Arade, Lagos, Martim Longo, Monchique, Picota e São Brás de Alportel.

Através da operação *add data* adicionou-se o ficheiro HR.csv, em que se obtiveram os pontos relativos à localização de cada estação meteorológica, com respectivos valores de humidade relativa associada. Para tornar essa layer num ficheiro vectorial, utilizou-se a operação *export data*. Repetiu-se esta operação para os quatro trimestres. Por fim, através da operação *interpolation > spline* foi criado um mapa em formato raster das humidades relativas para cada trimestre (VIF\_HR\_1T, VIF\_HR\_2T, VIF\_HR\_3T, VIF\_HR\_4T).

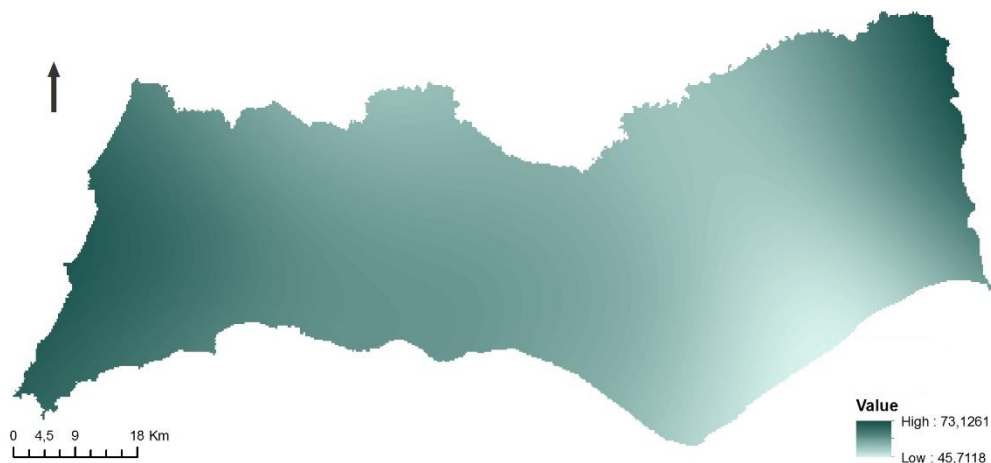


Figura 5 – Mapa de humidade relativa correspondente ao 3º trimestre (VIF\_HR\_3T)

### 9 – Densidade populacional, 10 – População activa

Os dados relativos aos census – densidade populacional e população activa foram obtidos num ficheiro com formato xls. Foi realizado um *join field* na tabela de atributos da layer CAOP, tendo como campo comum a coluna dicofre, que corresponde às freguesias. Para a densidade populacional obteve-se a layer DP\_J e para a população activa a layer POP\_A\_J.

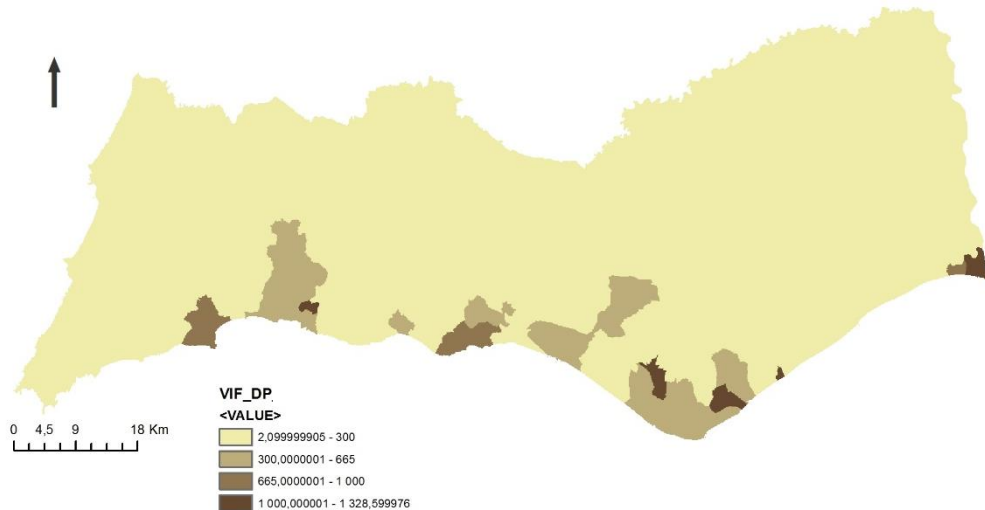


Figura 5 – Mapa da densidade populacional (VIF\_DP)

### 3.5. Reconversão dos dados para o formato raster

Depois dos dados serem organizados e tratados de acordo com os critérios definidos, foi necessário que todas as layers que se encontrassem em formato vectorial fossem convertidas para formato raster através da operação *conversion tools > to raster*, para que fosse possível proceder às fases seguintes do trabalho - reclassificação e aplicação do modelo linear. Assim, foram convertidas as layers correspondentes aos seguintes critérios de vulnerabilidade: distância às áreas habitacionais, ocupação do solo, distância à rede viária, densidade populacional e população activa, obtendo-se as seguintes layers respectivamente: VIR\_AR\_HAB, VIF\_CL, VIF\_VIAS, VIF\_DP, VIF\_POP\_A.

### 3.6. Reclassificação dos dados

Nesta fase os dados foram reclassificados, sendo atribuído diferentes classes de risco a cada variável. De forma a uniformizar o modelo, a cada variável foi atribuída 4 classes de risco, cujos coeficientes variam entre 1 e 4, correspondendo o coeficiente 1 a uma classe de risco baixo, 2 a uma classe de risco média, 3 a uma classe de risco alta e 4 a uma classe de risco muito elevada. A única excepção à regra é aplicada na variável ocupação do solo, em que os coeficientes de risco variam entre 0 e 3. Esta variável contém parâmetros (como os planos de água do sistema lagunar da Ria Formosa e os aglomerados habitacionais) que não fazem sentido entrar no mapa de vulnerabilidade de incêndios florestais, pelo que a atribuição de um coeficiente 0 vai anulá-los do mapa final.

Em alternativa poderia ter-se atribuído a mesma escala de coeficientes de risco (de 1 a 4) e no raster calculator realizava-se uma multiplicação entre o mapa de vulnerabilidade de incêndios florestais final e um mapa em formato raster que contivesse as áreas habitacionais e os planos de água com o píxel reclassificado a zero, e as restantes áreas com o píxel igual 1. Assim garantia-se que essas áreas seriam anuladas do mapa e as restantes se mantinham. Optou-se pela primeira solução, uma vez que envolve menos operações.

Na seguinte tabela apresentam-se as variáveis que contribuem para o risco de incêndio florestal e respectivas classes de risco atribuídas:

TIPO DE FACTORES	VARIÁVEIS	CLASSES	CLASSE DE RISCO	PESO DA VARIÁVEL
FÍSICOS (45%)	Declive do terreno (%)	<10	1	20%
		10-20	2	
		20-30	3	
		>30	4	
	Exposição solar	NW-NE, flat	1	5%
		NE-SE	2	
		SW-NW	3	
		SE-SW	4	
	Ocupação do solo	111, 112, ,121, 122, ,123 ,124, 132, 133, 142, 331, 332, 421, 422, 423, 511, 512, 521, 522, 523	0	20%
212, 221, 222, 223, 242, 323		1		
211, 243, 244, 324		2		
		231, 241, 311, 312, 313, 321	3	
CLIMÁTICOS (40%)	Temperatura média trimestral (°C)	<15	1	10%
		15-18	2	
		18-20	3	
		>20	4	
	Precipitação média trimestral (mm)	80-110	1	10%
		50-80	2	
		20-50	3	
		5-20	4	
	Vento médio trimestral (mm)	5-6	1	10%
		6-7	2	
		7-8	3	
		8-8.5	4	
Humidade relativa trimestral (mm)	>80	1	10%	
	70-80	2		
	65-70	3		
	<65	4		
HUMANOS (15%)	Distância à rede viária (m)	>100	1	2.5%
		50-100	2	
		20-50	3	
		0-20	4	
	Distância às áreas habitacionais (m)	>2000	1	2.5%
		500-2000	2	
		250-500	3	
		0-250	4	

	Densidade populacional (nº hab/km2)	1000-1400	1	5%	
		665-1000	2		
		300-665	3		
		0-300	4		
	População activa (nº /local de residência)	14000-18800	1		5%
		9500-14000	2		
		4750-9500	3		
		80-4750	4		

Tabela 3 – Critérios de vulnerabilidade a incêndio florestal e respectivas classes de risco

Importa ainda referir que na definição de classes de risco para a variável ocupação do solo, foi também tido em conta o relatório anual de áreas ardidadas e incêndios florestais do Instituto da Conservação da Natureza e Florestas de 2012 (ICNF), que refere que a ocupação do solo que mais ardeu em 2012 e anos anteriores são as florestas, matos e pastagens, sendo o pinheiro-bravo, o eucalipto e sobreiro as espécies florestais mais afectadas pelos fogos.

Após a consulta do *PROT Algarve, Volume II – Floresta, caracterização e diagnóstico do sector*, constatou-se ainda que o sobreiro, eucalipto e pinheiro bravo eram das espécies florestais mais abundantes na região. Deste modo, considerou-se que as ocupações do solo com maior vulnerabilidade aos incêndios florestais no distrito de Faro são os diversos tipo de florestas (folhosas, resinosas e mistas) e as pastagens. Na tabela seguinte encontra-se a nomenclatura correspondente ao código das classes do mapa Corine Land Cover apresentado na tabela 3:

Código Corine Land Cover	Nomenclatura Corine Land Cover
111, 112, ,121, 122, ,123 ,124, 132, 133, 142, 331, 332, 421, 422, 423, 511, 512, 521, 522, 523	Oceano, Praias, Lagoas costeiras, Planos de agua, Rocha nua, Cursos de agua, Salinas e aquicultura litoral, Sapais, Desembocaduras fluviais, Zonas entre-mares, Aeroportos e aeródromos, Áreas de deposição de resíduos, Áreas em construção, Áreas portuárias, Equipamentos desportivos, Industria, Redes viárias e ferroviárias e espaços associados, Tecido urbano contínuo, Tecido urbano descontínuo;
212, 221, 222, 223, 242, 323	Culturas temporarias de regadio, Pomares, Vegetação esclerofila, Vinhas, Olivais, Sistemas culturais e parcelares complexos;
211, 243, 244, 324	Florestas abertas, Agricultura com espaços naturais e seminaturais, Culturas temporarias de sequeiro, Sistemas agroflorestais;
231, 241, 311, 312, 313, 321	Florestas de folhosas, Florestas de resinosas, Florestas mistas, Vegetacao herbácea natural, Culturas temporarias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes, Pastagens permanentes;

Tabela 4 – Nomenclatura Corine Land Cover

### 3.7. Execução do modelo linear

Após a reclassificação dos dados, obtiveram-se as seguintes layers correspondentes a cada variável de risco, à qual está associado um determinado peso:

Variáveis	Layers	Peso atribuído
Declive do terreno	R_DECLIVES	20%
Exposição solar	R_EXPOSIÇÃO	5%
Ocupação do solo	R_OCSOLO	20%
Temperatura	R_T_xT	10%
Precipitação	R_PP_xT	10%
Vento	R_V_xT	10%
Humidade relativa	R_HR_xT	10%
Distância à rede viária	R_REDEVIARIA	2.5%
Distância às áreas habitacionais	R_D_AREASHAB	2.5%
Densidade populacional	R_DENSPOP	5%
População activa	R_POP_ACT	5%

Tabela 5 – Pesos atribuídos às variáveis

A partir das layers e do peso atribuído a cada uma delas, executou-se o seguinte modelo linear no *raster calculator* para cada um dos trimestres:

$$(R\_DECLIVES*0.20) + (R\_EXPOSICAO*0.05) + (R\_OCSOLO*0.20) + (R\_REDEVIARIA*0.025) + (R\_D\_AREASHAB*0.025) + (R\_T\_xT*0.10) + (R\_HR\_xT*0.10) + (R\_PP\_xT*0.10) + (R\_V\_xT*0.10) + (R\_DENSPOP*0.05) + (R\_POP\_ACT*0.05)$$

Obtiveram-se os seguintes mapas: 1º trimestre: VIF\_1T\_R, 2º trimestre: VIF\_2T\_R, 3º trimestre: VIF\_3T\_R e 4º trimestre: VIF\_4T\_R.

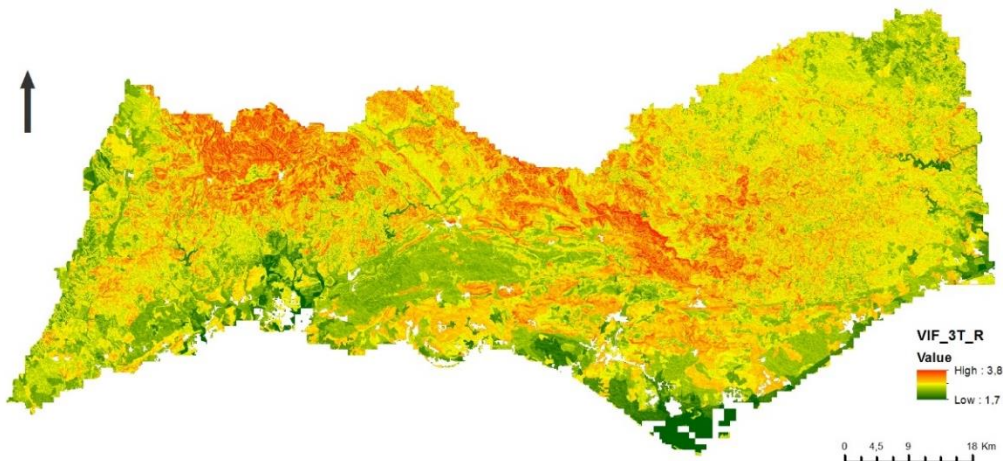


Figura 6 – Mapa vulnerabilidade de incêndios florestais relativo ao 3º trimestre, originado a partir do modelo linear

Por fim, procedeu-se à reclassificação de cada um dos mapas obtidos em 6 classes de risco distintas, de acordo com a seguinte tabela:

Classe de risco	Escala	Valores
Muito baixo	1	1-1,5
Baixo	2	1,5-2
Médio	3	2-2,5
Alto	4	2,5-3
Muito alto	5	3-3,5
Extremo	6	3,5-3,8

Tabela 6 – Reclassificação em classes de risco de incêndio florestal

Desta operação resultaram 4 mapas relativos a cada trimestre: 1º trimestre: VIF\_1T, 2º trimestre: VIF\_2T, 3º trimestre: VIF\_3T e 4º trimestre: VIF\_4T.

### 3.8. Análise do mapa de vulnerabilidade de incêndio para cada trimestre

Tal como era previsto, o mapa relativo ao 3º trimestre (meses de Julho, Agosto e Setembro) é o que apresenta maior vulnerabilidade aos incêndios florestais, com predominância das classes de risco alta (4), muito alta (5) e extrema (6). O 1º e 4º trimestre apresentam vulnerabilidades muito semelhantes, em que as classes de risco predominantes são as médias (3) e baixas (2). No 2º trimestre predominam as classes médias e altas apresentando já algumas áreas com um risco muito elevado.

Estas diferenças entre trimestres são mais visíveis devido ao peso atribuído à variável factores climáticos (precipitação + temperatura + humidade + vento) - 40%, que se considerou ser um dos factores mais importantes para este estudo.

As variações entre trimestres demonstram mais uma vez o carácter sazonal dos incêndios, facto comprovado nos relatórios de incêndios florestais do ICNF, em que o maior número de ocorrências de áreas ardidadas se concentram entre os meses de Julho a Setembro (3º trimestre).

Seguidamente apresentam-se os quatro mapas de vulnerabilidade de incêndios florestais obtidos:



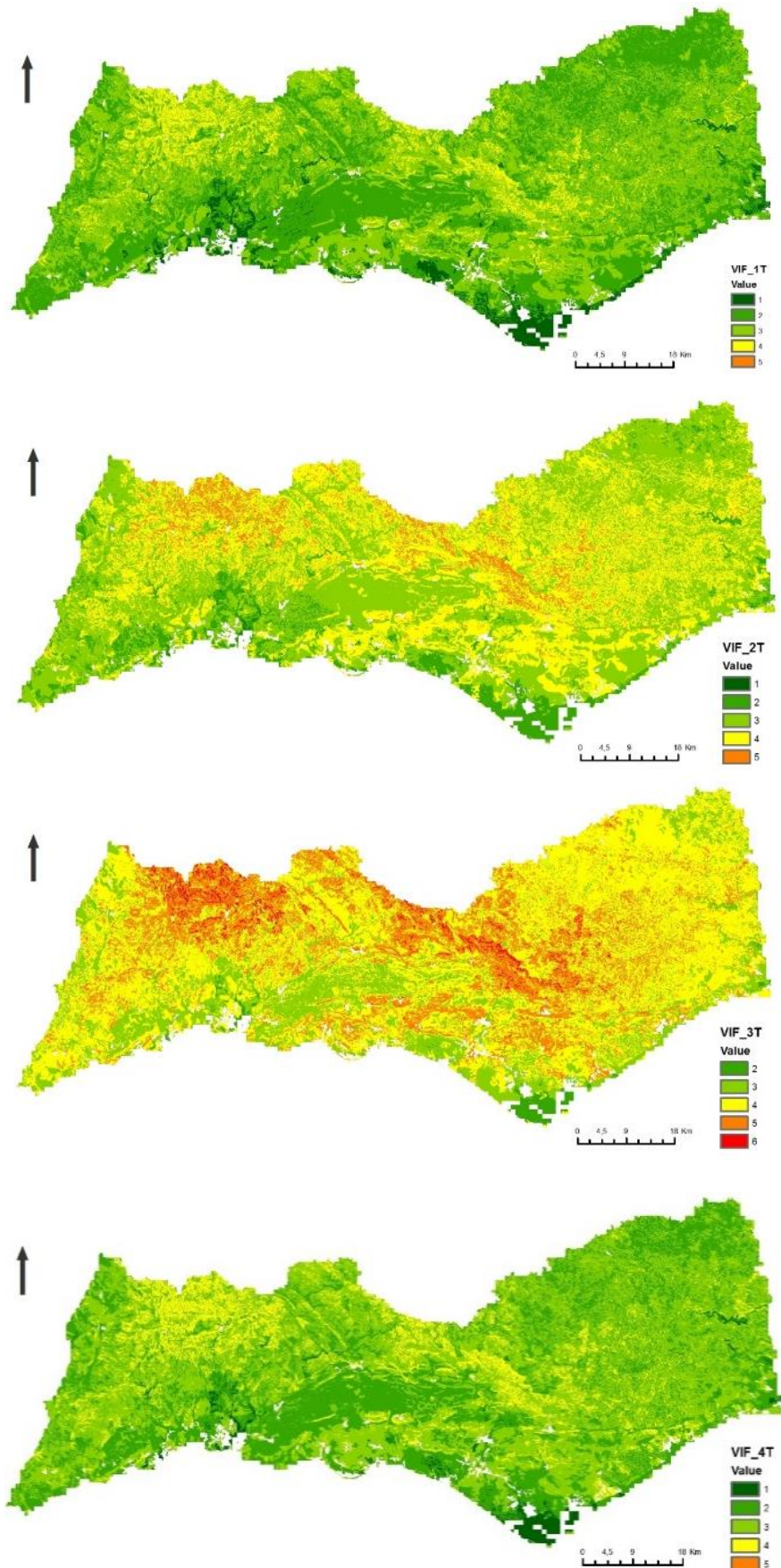


Figura 7 – Mapas vulnerabilidade de incêndios florestais reclassificados, relativos aos 4 trimestres analisados (VIF\_1T, VIF\_2T, VIF\_3T, VIF\_4T)

### 3.9. Análise dos resultados obtidos e comparação com o histórico de incêndios de 2000 a 2013

Consideram-se como termo de comparação os dados históricos a nível de áreas ardidas e focos de incêndio no período entre 2000-2013.

Tanto os dados relativos às áreas ardidas e aos focos de incêndio foram adquiridos no site do ICNF. As áreas ardidas (dados vectoriais), à semelhança dos restantes dados utilizados ao longo deste projecto, foram convertidos para o sistema de coordenadas TM06-PT/ETRS89, tendo sido realizada posteriormente uma operação *clip* com a layer CAOP, para obtermos os dados apenas relativos ao distrito de Faro.

Nos focos de incêndio (ficheiro excell), apagaram-se todos os campos correspondentes aos falsos alarmes, antes de inserir os dados no projecto.

Foram assim criadas as layers correspondentes às áreas ardidas (VIF\_AREAS\_ARDIDAS) e aos focos de incêndio (VIF\_FI), com a operação *merge*.

Seguidamente mostra-se a sobreposição do mapa de vulnerabilidade de fogos florestais para o 3º trimestre com as áreas ardidas, uma vez que os grandes fogos no distrito, segundo o relatório de Incêndios Florestais do ICNF, ocorreram entre os meses de Julho e Setembro.

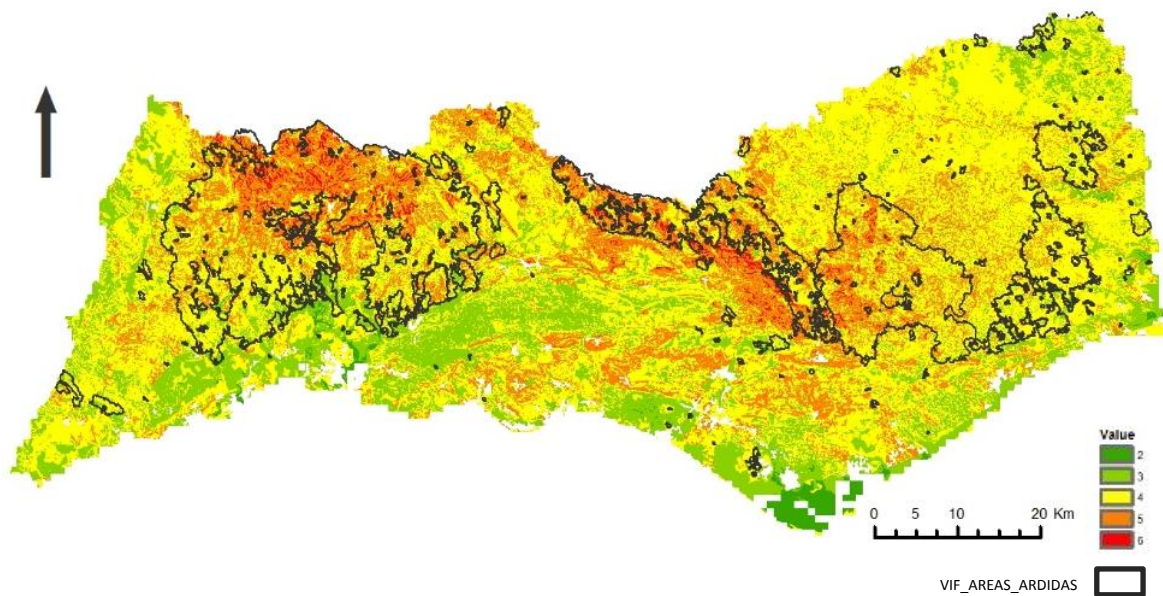


Figura 8 – Mapa vulnerabilidade de incêndios florestais para o 3º trimestre e áreas ardidas

### 3.10. Discussão dos resultados

Como se pode verificar, as áreas ardidas coincidem predominantemente com as zonas que apresentam classes de risco mais elevadas (alta -4, muito alta -5 e extrema -6), observando-se alguns casos pontuais de zonas com vulnerabilidades mais baixas que arderam.

Posteriormente procedeu-se à análise dos dados relativos aos focos de incêndio. Para tal, realizou-se a operação espacial *kernel density*, com um raio de 50m, que calcula a magnitude de pontos por

unidade de área (neste caso m<sup>2</sup>), permitindo verificar onde houve a maior densidade de focos de incêndio. Obteve-se o ficheiro VIF\_KERNEL.

Sobrepondo o mapa de densidade de focos de incêndio com as áreas ardidas, verificou-se que no geral, as áreas ardidas raramente coincidem com as áreas onde ocorreram mais focos de incêndio.

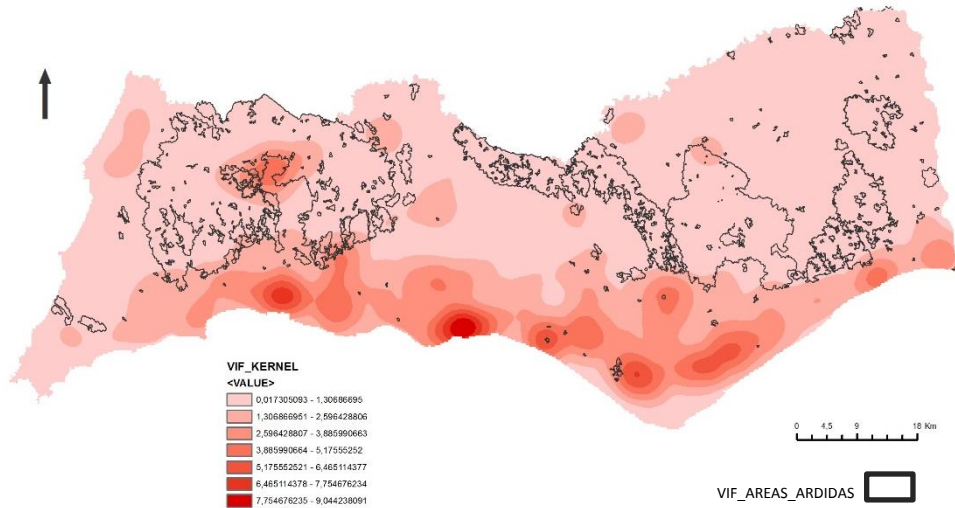


Figura 9 – Mapa de densidade de focos de incêndio e áreas ardidas

Este facto pode ser explicado com base em outros factores considerados neste modelo: os factores humanos, ocupação do solo e declives. Como já foi referido, a proximidade a áreas urbanas aumenta o risco de incêndio por acidente, negligência ou actos criminosos, pelo que a proximidade a um aglomerado urbano pode aumentar o perigo de ignição. Assim é de esperar que a maior densidade de focos de incêndio estejam perto dos aglomerados.

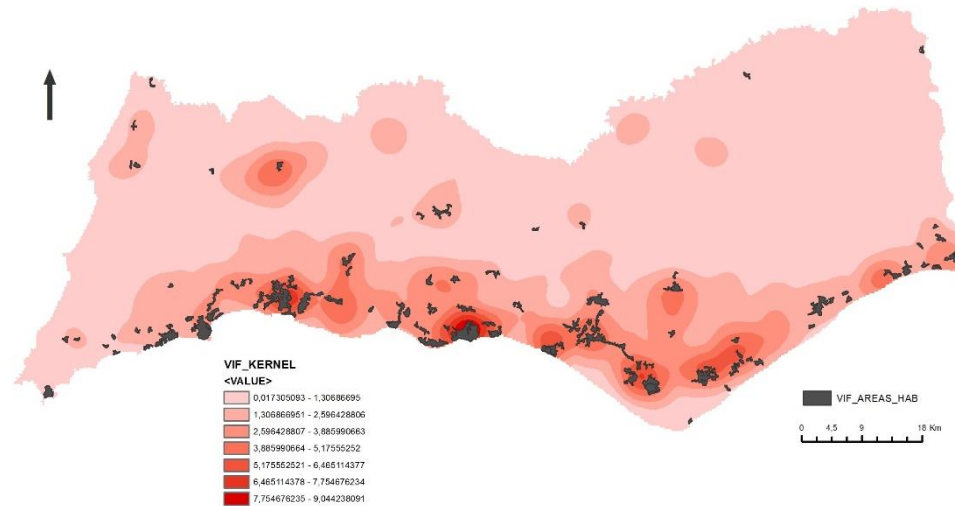


Figura 10 – Mapa de densidade de focos de incêndio e áreas habitacionais

O facto de ter existido mais incêndios longe destes focos pode ser explicado pela ocupação do solo (presença de florestas), pela existência de zonas de difícil acesso (declives muito acentuados) e de áreas menos habitadas, onde há menos vigilância e maior abandono de propriedade. Na figura 11

pode-se constatar como as áreas ardidas coincidem, na maioria dos casos com a ocupação do solo com maior risco de incêndio.

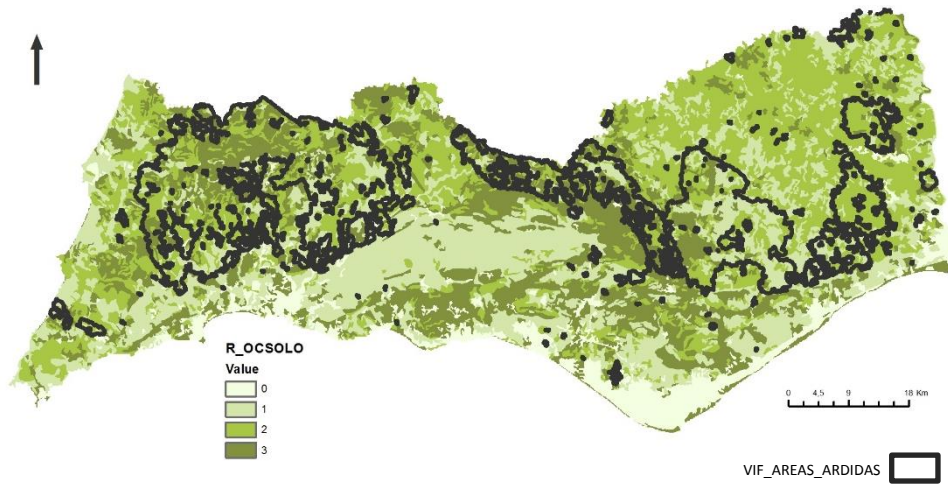


Figura 11 – Mapa de de ocupação do solo reclassificado e áreas ardidas

Para terminar, considerou-se ainda importante mostrar o mapa de declives sobreposto ao mapa de incêndios florestais, uma vez que este foi, a par com a ocupação do solo, uma das variáveis com mais peso no modelo (20%). Pode-se observar que há uma clara coincidência das áreas ardidas com as zonas de declive mais acentuado.

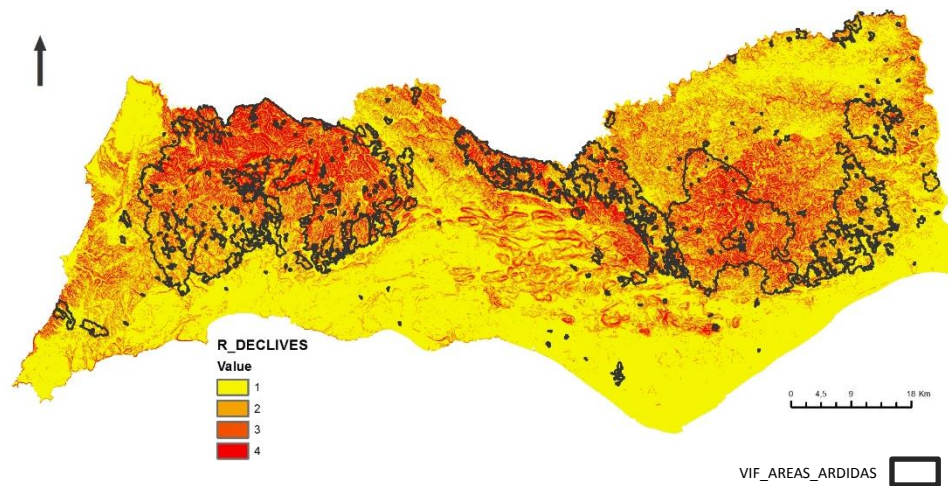


Figura 12 – Mapa de declives reclassificado e áreas ardidas

### 3.11. Conclusões

Após a análise dos resultados obtidos e comparação com os dados históricos, pode-se considerar que o modelo adoptado é um modelo válido.

Existem muitos estudos e modelos já criados para a elaboração de cartografia de vulnerabilidade de incêndio florestal. O modelo utilizado neste trabalho, assim como a determinação de variáveis de risco e respectivos pesos foi pensado de modo a estar adaptado o mais possível às principais características deste distrito.

Como foi referido na introdução, o distrito de Faro é dos que menos arde, comparado com outros distritos de Portugal continental. A elaboração de cartografia de vulnerabilidade de incêndio florestal tem assim um papel decisivo prevenção e combate de futuros incêndios.

## 4. FASE II – AVALIAÇÃO OS LOCAIS SOB VIGILÂNCIA E PROPOSTA DE NOVAS TORRES DE VIGIA

### 4.1. Aquisição de dados

Os dados relativos à localização das torres de vigia foram adquiridos no site <http://scrif.igeo.pt/servicos/pvigia>, onde é possível fazer uma pesquisa por concelho. Para cada torre foi recolhida informação relativa à designação, coordenadas, freguesia, concelho, altitude e altura da plataforma. Actualmente existem 12 torres de vigia no distrito de Faro.

### 4.2. Organização e tratamento dos dados

Com os dados recolhidos realizou-se uma tabela excel que foi posteriormente convertida para o formato csv. Depois de inserida no projecto, criaram-se os pontos relativos a cada torre de vigia existente com a respectiva informação associada. Como os pontos se encontravam no sistema Hayford Gauss militar, procedeu-se à sua reprojecção para TM06-PT/ETRS89.

### 4.3. Avaliação dos locais sob vigilância

Nesta fase queria-se analisar se as torres de vigia existentes eram suficientes para abranger todo o distrito e avaliar a sua adequabilidade. Para tal, gerou-se um mapa de visibilidades utilizando os pontos relativos á sua localização (T\_VIGIA\_ETRS89), a informação da altura da plataforma e o modelo digital de terreno (ficheiro ASTER) através da função *visibility > analysis type frequency*. No campo *observer parameters > observer offset* foi colocado a informação relativa à altura da plataforma. Obteve-se o mapa VIF\_VISIB, constituído por duas classes – as áreas visíveis desde as torres de vigia (visible) e as áreas não visíveis (not visible).

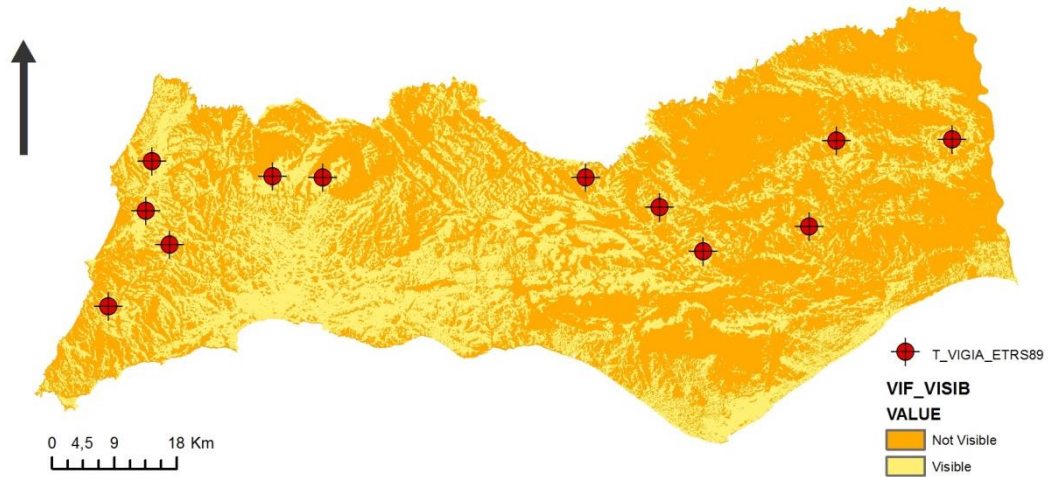


Figura 13 – Mapa de visibilidades e torres de vigia existentes

Através do mapa de visibilidades obtido pode-se constatar que existem muitas áreas que não são visíveis a partir das torres de vigia actualmente existentes, o que se traduz num elevado número de zonas não vigiadas.

A sobreposição do mapa de visibilidades com as áreas ardidas, mostra a existência de várias zonas sem vigilância que arderam.

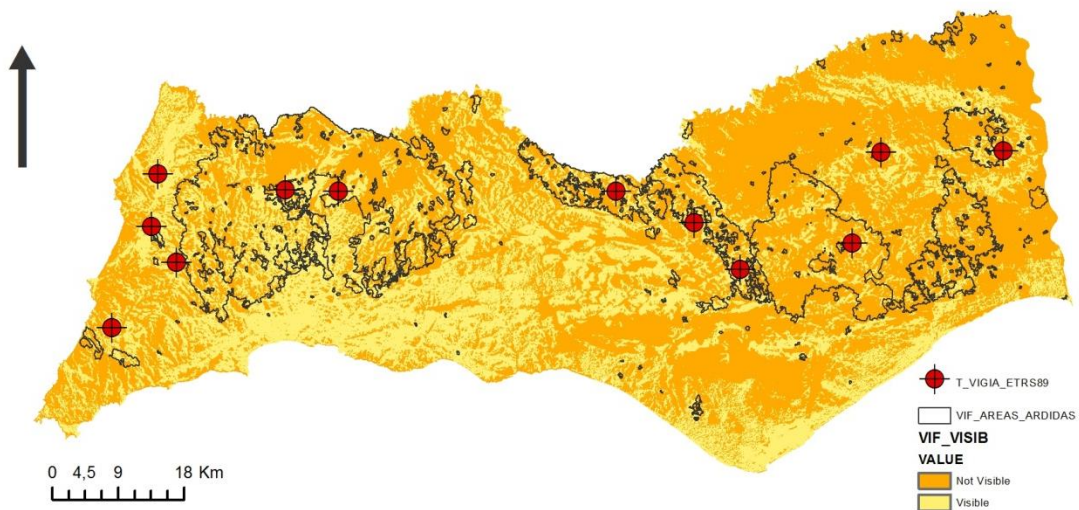


Figura 14 – Mapa de visibilidades (VIF\_VISIB) e áreas ardidas (VIF\_AREAS\_ARDIDAS)

#### 4.4. Proposta de novas torres de vigia

As torres de vigia são elementos indispensáveis na estratégia de prevenção dos fogos florestais. Assim, e de acordo com a análise feita no ponto anterior, surge a necessidade de definir novas

localizações para a colocação de mais torres de vigia no distrito de Faro, de forma a garantir uma maior abrangência visual sob o território.

Com base no mapa de visibilidades obtido na fase anterior, das torres de vigia existentes, de informação relativa às linhas de água (presença de vales), e no mapa modelo digital do terreno (altitudes mais elevadas e mais baixas), propôs-se mais 17 torres de vigia, de forma a criar a máxima abrangência visual possível.

Através da função *feature class > points*, criou-se uma layer de pontos vazia. Activou-se o *edit* e colocaram-se os pontos nas localizações pretendidas. Com o comando *features > add xy coord*, obteve-se as coordenadas relativas aos pontos inseridos. Tal como no ponto anterior, voltou-se a utilizar a função *visibility* para criar o novo mapa de visibilidade, agora abrangido pelas torres que já existiam e pelas novas propostas. Obteve-se o seguinte mapa (VIF\_VISIB\_PROP):

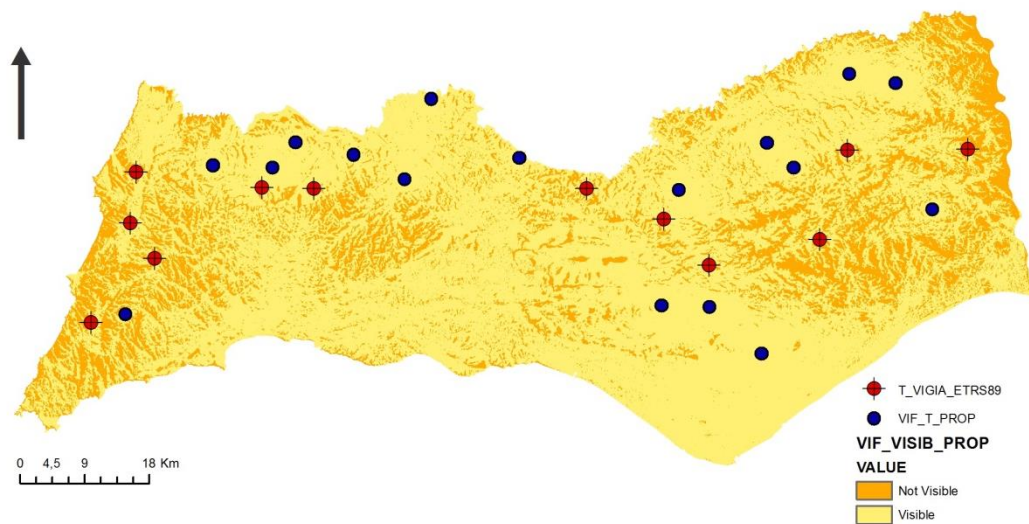


Figura 15 – Mapa de visibilidades (VIF\_VISIB\_PROP) com novas torres de vigia existentes (T\_VIGIA\_ETRS89) e propostas (VIF\_T\_PROP)

A proposta de novas torres veio diminuir de forma significativa o número de áreas não visíveis. É de referir ainda que, face às características orográficas desta paisagem, vão existir sempre áreas mais difíceis de colocar sob vigilância (zonas de serra).

## 5. BIBLIOGRAFIA

ICNF, *Relatório Provisório de Incêndios Florestais – 1 de Janeiro a 15 de Agosto de 2013*, Departamento de Gestão de áreas Classificadas, Públicas e de Protecção Florestal. Número 05/2013.

ICNF, ANPC. *Relatório Anual de Áreas ardidadas e Incêndios Florestais em Portugal Continental – 2012*.

*Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (sig) de base municipal*. Julião, R. P. et all. Edição: Autoridade Nacional de Protecção Civil. Setembro 2009.

*CRIF - Cartografia de risco de incêndio florestal*. Critérios e ponderação utilizados. Direcção Geral do Território – 2011.

PROT Algarve. *Plano Regional de Ordenamento do território*. Volume II – Caracterização e diagnóstico. Anexo D – Floresta: caracterização e diagnóstico do sector. Julho 2006.