



RISCOS

territorium 27 (I), 2020, 113-132

journal homepage: <https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/>

DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_27-1_9



VULNERABILIDADE TERRITORIAL, DISTRIBUIÇÃO, OPERACIONALIDADE E EFICIÊNCIA DE HIDRANTES NA GESTÃO DO RISCO DE INCÊNDIOS*

113

TERRITORIAL VULNERABILITY, DISTRIBUTION, FUNCTIONALITY AND EFFICIENCY OF HYDRANTS IN FIRE RISK MANAGEMENT

Rui Mota

Departamento de Ciências da Terra e Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra (Portugal)
ORCID 0000-0002-1125-9208 mota.ruimiguel@gmail.com

Alexandre Tavares

Departamento de Ciências da Terra e Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra (Portugal)
ORCID 0000-0003-1621-6183 atavares@ci.uc.pt

Paulo Palrilha

Bombeiros Sapadores de Coimbra (Portugal)
paulo.palrilha@cm-coimbra.pt

Daniel Antão

Águas de Coimbra, EM (Portugal)
daniel.antao@aguasdecoimbra.pt

RESUMO

Os incêndios podem surgir de problemas estruturais, ou simplesmente de situações espontâneas, estando quase sempre relacionados com a ocupação antrópica. O ser humano foi desenvolvendo estratégias, técnicas de mitigação e resposta a estes eventos. Os hidrantes exteriores enquadram-se no processo de resposta à manifestação do risco de incêndio como um equipamento de segunda categoria, porque não se destinam ao ataque direto, mas sim ao reabastecimento dos veículos de combate a incêndios. Esta investigação verificou a operacionalidade e eficiência da rede de hidrantes, mais em concreto dos marcos de incêndios em três áreas amostra do concelho de Coimbra, relacionando a sua distribuição com a vulnerabilidade ao risco de incêndio. No final, apresentam-se propostas para melhorar a eficiência da distribuição, gestão e uso destes equipamentos.

Palavras-chave: Incêndio, vulnerabilidade, operacionalidade, eficiência.

ABSTRACT

Fires can arise from structural problems or simply from spontaneous situations, and these are often related to human occupation. Human beings have been developing strategies, mitigation techniques and a response to these events.

Exterior hydrants are part of the response to the manifestation of risk of fire as a second level device, intended for replenishing the fire-fighting vehicles. This work ascertained the functionality and efficiency of the hydrant network (more specifically, the fire hydrants) in three sample areas in the municipality of Coimbra. Their placement was related to vulnerability to fire risk. Finally, we make proposals for improving the efficiency of the distribution, management and use of these appliances.

Keywords: Fire, vulnerability, functionality, efficiency.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no IV Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 27-07-2017, sujeito a revisão por pares a 22-09-2017 e aceite para publicação em 20-11-2017. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (I), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

O desencadear de um desastre não tem uma relação linear com a ocorrência de fenómenos de distúrbio, mas sim com a conjugação de um conjunto de fatores, designadamente o perigo, a vulnerabilidade e o risco. São as diferentes predisposições/exposições territoriais aos riscos que provocam as situações de vulnerabilidade, como fragilidades, necessidades ou carências as quais devemos responder adaptando a nossa capacidade de resposta a possíveis acontecimentos extremos.

Para uma gestão de risco eficaz é fundamental o conhecimento aprofundado das características territoriais e a existência de equipamentos resposta adequados e operacionais (Nisanri, 2010; Tavares e Santos, 2014). Para melhorar a capacidade de resposta é essencial pensar o posicionamento dos recursos disponíveis (Chen *et al.*, 2014).

O tema aqui desenvolvido envolve os equipamentos socialmente conhecidos como bocas-de-incêndio, hidrantes em linguagem técnica, o que engloba as bocas-de-incêndio e os marcos de incêndios, pelas suas diferenças de eficiência serão estes últimos os estudados, relacionando o seu posicionamento com as necessidades territoriais, testando a sua operacionalidade e eficiência.

Este artigo demonstra os resultados de uma avaliação de operacionalidade e eficiência dos marcos de incêndio em três áreas distintas, consideradas amostra, do concelho de Coimbra. Esta tem como referencial negativo os acontecimentos do simulacro realizado na baixa de Coimbra no dia 7 de Abril de 2014, que ficou marcado pelas falhas dos hidrantes (bocas-de-incêndio), onde “o grande objetivo dos bombeiros era testar a operacionalidade da corporação em termos humanos e materiais, mas a verdade é que a inoperacionalidade dos hidrantes acabou por marcar este simulacro”. Segundo o comandante dos Bombeiros Voluntários de Coimbra as duas bocas-de-incêndio “não trabalham”. “A que está em frente edifício onde houve o incêndio não tem água e a segunda tem areia e a mangueira não encaixa”, explicou (in “Diário as Beiras”, 2014). Ora, apesar de a notícia referir os hidrantes com menor capacidade de débito (l/min), expõe a necessidade de perceber em que situação de operacionalização estarão os marcos-de-incêndio.

A relevância deste tema também ficou marcada em 2005, aquando do grande incêndio florestal que cercou a cidade de Coimbra, nas áreas de interface urbano florestal, onde foi necessário recorrer aos hidrantes mais próximos para defender habitações ali localizadas, verificando-se falhas na operacionalidade e eficiência destes equipamentos.

Independente dos resultados obtidos e rompendo com a legislação existente para o posicionamento dos marcos

de incêndio, considerando esta desadequada a função destes equipamentos, desenvolveu-se um método capaz de avaliar a eficiência da distribuição e operacionalização da rede de marcos de incêndio.

Este teve por base a produção e uso de cartografia de vulnerabilidade ao risco de incêndio para o qual foi desenvolvido um modelo de cálculo, sendo a partir desta avaliação que se afere a competência da distribuição atual da rede de marcos de incêndio através da sobreposição de conteúdos.

Considerando os resultados obtidos serão apresentadas propostas de melhoria da eficiência para a distribuição, gestão e uso dos hidrantes.

Metodologia

Metodologia de Análise de Vulnerabilidade

A vulnerabilidade deve ter em atenção os “contextos” estruturais, espaciais ou sociais, estando sempre associados ao espaço e à população.

Esta análise será feita para a subsecção estatística, incorporando dados obtidos através de trabalho de campo e gabinete (INE), utilizando *software* de análise territorial como o ArcGis 10.2, na sua extensão ArcMap (ESRI ®) e o Google Maps.

Para tal, foram definidos parâmetros considerados como influenciadores da vulnerabilidade, sendo estes quantificados individualmente para cada subsecção estatística das áreas de estudo, segundo valores que podem ser de aumento da vulnerabilidade (+0,5;+1), diminuição da mesma (-0,5;-1), ou de manutenção (0), segundo a sua representatividade.

No total consideram-se 19 parâmetros, de variáveis estruturais, ambientais e demográficas. Passamos agora a demonstrar estes parâmetros, dentro das variáveis demográficas, estruturais do edificado, estruturais de acessibilidades, e as de envolvimento ambiental, demonstrando a sua influência sobre a vulnerabilidade.

Demografia

A presença do ser humano é sempre um fator relevante, tendo-se calculado a densidade populacional e a expressividade dos grupos de risco, através de valores de ponderação para os diferentes parâmetros demográficos (TABELA I).

Estrutura do Edificado

Nesta variável temos um conjunto de parâmetros 11, que dizem respeito às características estruturais dos edifícios, os dados foram obtidos através do INE, à exceção do

TABELA I - Parâmetros demográficos e respetivos valores de ponderação.

TABLE I - Demographic parameters and their weighting values

Valores de Ponderação	(-1)	(-0,5)	(0)	(+0,5)	(+1)
Densidade Populacional			<4700 hab/km ²	Entre 4700 - 10200 hab/km ²	>10200 hab/km ²
Idosos (>65 anos)			<20 %	Entre 20% e 40%	>40%
Crianças (<14 anos)			<20%	Entre 20% e 40%	>40%

parâmetro relativo ao estado de conservação do edificado, que foi classificado através de trabalho de campo.

A classificação para a normalização dos dados é oscilante, havendo parâmetros que influenciam de forma positiva e outros de forma negativa (TABELA II).

O levantamento de dados executado no trabalho de campo para aferir ao estado de conservação do edificado obedeceu a seguinte metodologia: valores de 0,5 para edifícios que se considerou estarem apenas a necessitar de reparações; valores 1 para edifícios que já apresentam um mau estado de conservação, estando a necessitar uma requalificação estrutural; valores de 2 para edifícios que se encontram em muito mau estado de conservação, sendo para estes necessária uma requalificação mais profunda ou a sua demolição.

De seguida, estes valores foram somados e relativizados ao número de edifícios existentes na subsecção estatística a que pertenciam, obtendo desta forma um

valor percentual que permite ter uma noção da sua importância para a subsecção estatística em causa.

Envolvimento Ambiental

Também foram selecionados alguns parâmetros de carácter ambiental, relativos à presença de vegetação, que na perspetiva da vulnerabilidade ao risco de incêndio podem ser entendidos como material combustível. Foram considerados dois parâmetros com diferentes valores de ponderação (TABELA III): a presença de cobertura vegetal e o perímetro em contacto com área florestal, que será muitas das vezes, local de interface urbano-florestal.

Acessibilidades

Por último as acessibilidades, consideradas para esta avaliação, por motivos de carácter operacional, levaram em consideração as facilidades/dificuldades de acesso e a distância/tempo de chegada ao local (TABELA IV).

TABELA II - Parâmetros do edificado e respetivos valores de ponderação.

TABLE II - Building parameters and their weighting values.

Valores de Ponderação	(-1)	(-0,5)	(0)	(+0,5)	(+1)
Densidade de Edifícios por hectare			<15 Edifícios por ha	Entre 15 a 20 edifícios por ha	>25 Edifícios por ha
Edifícios Isolados	>60%	Entre 40% e 60%	<40%		
Edifícios em banda ou geminados			<40%	Entre 40% e 60%	>60%
Edifícios de utilização mista			<20%	Entre 20% e 40%	>40%
Número médio de pisos			1 ou 2 pisos	3 ou 4 pisos	5 ou mais pisos
Ano de Construção (Antes de 1919)			<20%	Entre 20% e 40%	>40%
Ano de construção (Depois de 1991)	>60%	Entre 40% e 60%	<40%		
Estruturas de betão	>60%	Entre 40% e 60%	<40%		
Estruturas em alvenaria ou adobe sem placa			<20%	Entre 20% e 40%	>40%
Alojamentos vagos			<20%	Entre 20% e 40%	>40%
Estado de conservação do Edificado			<10%	Entre 10% e 15%	>15%

TABELA III - Parâmetros de envolvimento ambiental e respetivos valores de ponderação.

TABLE III - Environmental involvement parameters and their weighting values.

Valores de Ponderação	(-1)	(-0,5)	(0)	(+0,5)	(+1)
Cobertura vegetal			<20%	Entre 20% a 40%	>40%
Perímetro da subsecção em contacto com área florestal			<20%	Entre 20% a 40%	>40%

TABELA IV - Parâmetros das acessibilidades e respetivos valores de ponderação.

TABLE IV - Accessibility parameters and their weighting values.

Valores de Ponderação	(-1)	(-0,5)	(0)	(+0,5)	(+1)
Distância/tempo do quartel dos bombeiros	<5 min		Entre 5 a 10 minutos		>10 min
Circulação de veículos pelas duas faixas	>80%	Entre 60% a 80%	<60%		
Vias condicionadas			<10%	Entre 10% a 30%	>30%

Consideram-se então os seguintes parâmetros: a) distância/tempo do quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra, os valores de distância em tempo foram obtidos através do *Google Maps*, que nos dá um valor estimado de tempo de duração de um local para outro; b) a extensão das vias internas ou contíguas da subsecção estatística em que há circulação de veículos pelas duas faixas de rodagem, esta condição territorial seria facilitadora do ponto de vista operacional, permitiria mais flexibilidade de circulação e maior rapidez da mesma; c) vias condicionadas, quer seja por largura ou estrangulamento, a presença destas vias influenciará o aumento da vulnerabilidade, pelo que estas constituem um obstáculo para a intervenção e chegada dos veículos dos bombeiros.

M-Macbeth - Julgamentos Comparativos

Para obter resultados finais de vulnerabilidade é necessário uma análise conjunta destes parâmetros, uma análise de multicritério, onde todos os parâmetros considerados como influenciadores da vulnerabilidade acima expostos terão um critério de custo (peso; influência), isto porque estes não podem ser considerados de forma igualitária, havendo fatores (parâmetros) que tem um influência diferenciada para a vulnerabilidade do que outros.

O *software M-Macbeth 2.4.0* enquadra-se como uma ferramenta de análise multicritério, sendo este o programa aproveitado para comparação de parâmetros, atribuindo pesos, o que irá possibilitar um índice final de vulnerabilidade ao risco de incêndio.

Estes julgamentos qualitativos são efetuados através de comparação entre pares de parâmetros considerados, onde se avalia a diferença de importância entre estes,

existindo sete categorias para classificação: “Extrema”; “Forte”; “Moderada”; “Fraca”; “Muito Fraca”; e “Nula” (sem diferença) (Emídio, 2014).

Os julgamentos são efetuados através de uma matriz de comparação, na qual é verificada a consistência dos mesmos e se existirem incoerências são apresentadas sugestões para resolvê-las (alterando a relação de importância entre determinados pares) (Emídio, 2014).

Deste modo, estebeleceu-se uma matriz de julgamentos para as variáveis consideradas com influenciadoras da vulnerabilidade (fig. 1).

Este *software* foi também utilizado para comparar as matrizes de julgamento dos parâmetros considerados para cada (fig.s 2, 3, 4 e 5).

Esquema do Modelo de Vulnerabilidade

O esquema apresentado demonstra o modelo de vulnerabilidade aplicado (fig. 6).

Neste esquema podemos ver as 4 variáveis consideradas para o modelo seguidas dos seus parâmetros que foram comparados no *M-Macbeth 2.4.0*, que resulta na fórmula que segue todos os conjuntos de parâmetros. O resultado de cada uma dessas fórmulas é reclassificado em intervalos de valores de 1 a 5 (TABELA V). Como as 4 variáveis não têm a mesma influência sobre a vulnerabilidade dos espaços também foram comparadas entre elas daí a fórmula: “ $V=1/4*(VE*44+VD*22+VA*61+VEA*89)$ ”; sendo esta o último cálculo realizado antes da reclassificação final, com 5 intervalos, marcada por “V” na TABELA V, que demonstra os valores originais, e as respetivas reclassificações efetuadas.

	sup.	EA	A	Ed	D	inf.	Escala actual	
sup.	nula	fraca	forte	forte	mt. forte	extrema	100	extrema
EA		nula	forte	forte	mt. forte	extrema	89	mt. forte
A			nula	moderada	forte	mt. forte	61	forte
Ed				nula	moderada	forte	44	moderada
D					nula	moderada	22	fraca
inf.						nula	0	mt. fraca
								nula

Julgamentos consistentes

Fig. 1 - Matriz de Julgamentos para as 4 variáveis.

Fig. 1 - Judgment matrix for the 4 variables.

	sup.	DP	Id	Cr	inf.	Escala actual	
sup.	nula	mt. fraca	mt. forte	mt. forte	extrema	100.0	extrema
DP		nula	mt. forte	mt. forte	mt. forte	87.5	mt. forte
Id			nula	nula	fraca	25.0	moderada
Cr				nula	fraca	25.0	fraca
inf.					nula	0.0	mt. fraca
							nula

Julgamentos consistentes

Fig. 2 - Matriz de julgamentos e escala de ponderação atribuído aos parâmetros da Demografia.

Fig. 2 - Judgment matrix and weighting scale assigned to demography parameters.

	sup.	Ec	MC	Ano	AV	Np	UM	DEH	Dp	inf.	Escala actual	
sup.	nula	nula	mt. fraca	fraca	moderada	forte	forte	forte	mt. forte	extrema	100	extrema
Ec		nula	mt. fraca	fraca	moderada	forte	forte	forte	mt. forte	extrema	100	mt. forte
MC			nula	fraca	moderada	forte	forte	forte	mt. forte	extrema	94	moderada
Ano				nula	fraca	moderada	moderada	forte	mt. forte	extrema	79	fraca
AV					nula	fraca	moderada	moderada	forte	extrema	66	mt. fraca
Np						nula	fraca	fraca	fraca	moderada	46	fraca
UM							nula	fraca	fraca	moderada	39	moderada
DEH								nula	fraca	moderada	32	moderada
Dp									nula	moderada	26	moderada
inf.										nula	0	nula

Julgamentos consistentes

Fig. 3 - Matriz de julgamentos e escala de ponderação atribuído aos parâmetros da Estrutura do Edificado.

Fig. 3 - Judgment matrix and weighting scale assigned to the building structure parameters.

	sup.	PF	CV	inf.	Escala actual	
sup.	nula	nula	extrema	extrema	100	extrema
PF		nula	extrema	extrema	100	mt. forte
CV			nula	mt. forte	45	moderada
inf.				nula	0	fraca
						mt. fraca
						nula

Julgamentos consistentes

Fig. 4 - Matriz de julgamentos e escala de ponderação atribuída aos parâmetros do Envolvimento Ambiental

Fig. 4 - Judgment matrix and weighting scale assigned to the environmental involvement parameters.

	sup.	Cc	DQ	C2f	inf.	Escala actual	
sup.	nula	mt. fraca	moderada	moderada	extrema	100	extrema
Cc		nula	fraca	fraca	extrema	85	mt. forte
DQ			nula	fraca	forte	62	forte
C2f				nula	forte	54	moderada
inf.					nula	0	fraca
							mt. fraca
							nula

Julgamentos consistentes

Fig. 5 - Matriz de julgamentos e escala de ponderação atribuído aos parâmetros das Acessibilidades.

Fig. 5 - Judgment matrix and weighting scale assigned to accessibility parameters.

Metodologia de Avaliação da Operacionalidade dos Marcos de Incêndio

Esta avaliação foi elaborada através de trabalho de campo, neste foram avaliados 62 marcos de incêndio (MI's), em de Março de 2016.

Os marcos de incêndio analisados compreendem as áreas em estudo sendo anexados aos existentes dentro destas áreas outros marcos de incêndio por critério de proximidade (200 metros), esta distância tem em conta as técnicas de uso descritas no Manual do Bombeiro, Hidráulica, mais em concreto a “manobra de trasfega entre bombas” que consiste “no transporte de água através de linhas de mangueira, recorrendo à associação de bombas em cadeia”, considera-se esta técnica em detrimento do vaivém de veículos tanque que é utilizada quando a distância ao marco de incêndio é superior a 200 metros, sendo que esta é “muito delicada e necessita de uma boa coordenação e disponibilidade de veículos tanque em número suficiente para ser bem-sucedida” (J. Rodrigues e L. Nunes, 2005).

Esta avaliação é feita na perspectiva operacional, sendo realizada como se estes fossem precisos naquele preciso momento.

Nesta avaliação é preenchida uma *check-list* onde se comprova a existência de equipamento e os seus componentes, o modelo de saída do equipamento e o estado do mesmo.

Metodologia de Avaliação da Eficiência (l/min) dos Marcos de Incêndio

Esta avaliação de eficiência só poderá ser feita aos equipamentos que na análise anterior tenham obtido um resultado positivo, ou seja, somente aos equipamentos que estejam operacionais. Sendo que, também só foi possível avaliar a eficiência aos MI's com saída em STORZ, pelo que o equipamento utilizado para esse efeito era desse encaixe, deixando de parte os MI's em roscada, que estão ultrapassados tecnicamente, e onde seria necessário o uso de um adaptador que não foi possível obter. A eficiência a ser aqui discutida tem a ver com a capacidade de débito de água, que é o caudal em l/min gerado por cada MI.

A recolha de dados é executada no mesmo trabalho de campo, obtendo-se um resultado positivo para a operacionalidade do MI procede-se a verificação da sua capacidade de débito de água.

A obtenção desta informação é garantida através do uso de material especializado, um difusor de hidrante, que permite a leitura da pressão residual em cada equipamento, sendo esta utilizada para estimar a sua capacidade em l/min através da seguinte fórmula:

$$Q = 0,0667766 C d^2 \sqrt{P}$$

Onde 0,0667766 é um valor de constante; C = 0,9 que é um valor de ponderação; d saída Storz em milímetros; P representa a Pressão em kPa e Q o Caudal em l/min.

Nesta avaliação foram considerados valores estipulados na legislação, mais concretamente no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto de 1995, onde

é possível verificar o caudal mínimo admitido por lei, e uma recomendação descrita no Manual do Bombeiro, Hidráulica (J. Rodrigues e L. Nunes, 2005), onde se recomenda um caudal superior a 900 l/min.

Metodologia de Análise da Eficiência da Distribuição dos Marcos de Incêndio

A eficiência da distribuição será analisada através da sobreposição da cartografia de vulnerabilidade e da

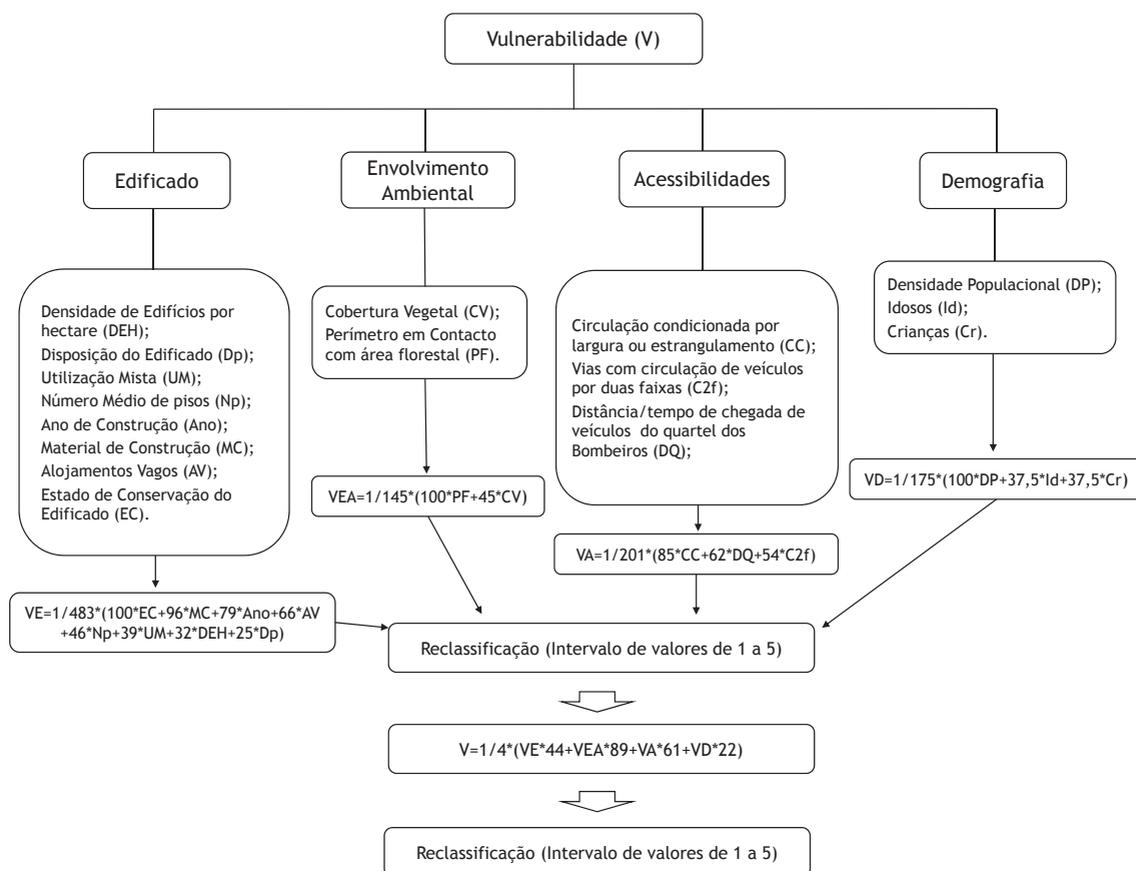


Fig. 6 - Esquema do Modelo de Cálculo de Vulnerabilidade.

Fig. 6 - Scheme of the Vulnerability Calculation Model.

TABELA V - Valores de Vulnerabilidade (originais) e reclassificação.

TABLE V - Vulnerability (original) and reclassification values.

VE (original)	-1 a -0,6	-0,2 a 0,2	-0,2 a 0,2	0,2 a 0,6	0,6 a 1
VE (reclassificado)	1	2	3	4	5
VD (original)	0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1
VD (reclassificado)	1	2	3	4	5
VA (original)	-1 a -0,6	-0,6 a -0,2	-0,2 a 0,2	0,2 a 0,6	0,6 a 1
VA (reclassificado)	1	2	3	4	5
VEA (original)	0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1
VEA (reclassificado)	1	2	3	4	5
V (original)	80 - 105	105 - 130	130 - 155	155 - 180	>180
V (reclassificado)	Muito Baixa	Baixa	Média	Elevada	Muito Elevada

cartografia do posicionamento de todos os marcos de incêndio considerados para cada área de estudo. Esta sobreposição será gerada em ambiente SIG, no *software* ArcGis 10.2, na sua extensão ArcMap (ESRI®).

Para cada um destes equipamentos será atribuída uma área de abrangência territorial de 200 metros, esta distância resulta das técnicas descritas no Manual do Bombeiro (J. Rodrigues e L. Nunes, 2005), nomeadamente da técnica de trasfega entre bombas, preferida à manobra de vaivém de veículos tanque mais delicada de executar.

Através da projeção desta cartografia será possível aferir a possíveis redundâncias ou escassez destes equipamentos, o que possibilitará a criação de cartografia de melhoria da eficiência da distribuição.

Áreas de Estudo

Concelho de Coimbra

O concelho de Coimbra situa-se na Região Centro do país, na NUT II, sub-região de Coimbra, NUT III, Coimbra é sede município com 319,4 km² de área e 143 396 habitantes (INE, 2011) e encontra-se subdividida por 18 freguesias (fig. 7).

O município é limitado a norte pelo município da Mealhada, a leste por Penacova, Vila Nova de Poiares e

Miranda do Corvo, a sul por Condeixa-a-Nova, a oeste por Montemor-o-Velho e a noroeste por Cantanhede.

Como principais particularidades geográficas do seu território destaca-se o rio Mondego, que atravessa o município, passando de um vale encaixado para uma larga planície aluvial, assim como o relevo montanhoso da parte mais oriental do concelho.

A cidade é caracterizada pela presença de inúmeras infraestruturas, organizações e empresas nela instaladas, isto associado a uma posição privilegiada no centro de Portugal continental, entre as cidades de Lisboa e Porto, sendo ao nível dos serviços de saúde e de ensino que a cidade atinge maior notoriedade.

Nas últimas décadas conheceu um crescimento urbano radial, acompanhado pela construção de importantes infraestruturas, aumentando a área urbana municipal, isto relaciona-se com processos de urbanização e periurbanização (Tavares, 2004, in Tavares *et al.*, 2012).

O estudo desenvolvido incide em três áreas distintas do concelho de Coimbra, sendo estas áreas representativas de tipologias de ocupação do espaço urbano.

Uma primeira área urbana, central no concelho de Coimbra que se define genericamente por ser uma área residencial urbana com um edificado consolidado, esta

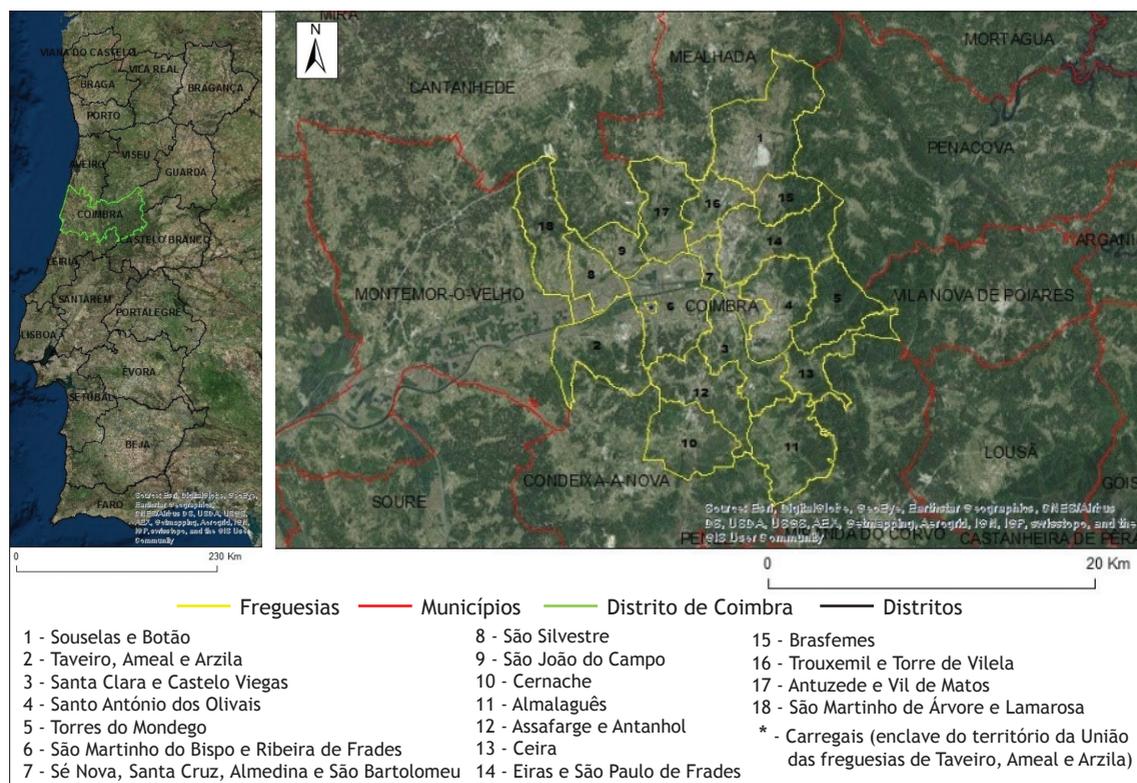


Fig. 7 - Enquadramento geográfico do concelho de Coimbra (Elaborado a partir de CAOP 2013).

Fig. 7 - Geographical setting of the municipality of Coimbra (Prepared from CAOP 2013).

caracteriza-se pela edificação contínua e pela completa existência de infraestruturas urbanas.

Em segundo, uma área urbana descontínua de génese informal. E por último uma área residencial que se situa no encontro do urbano com uma mancha florestal, representado o urbano-florestal, sendo estas áreas caracterizadas pela coexistência entre vegetação, infraestruturas e edifícios residenciais.

Área de Estudo N.º 1 - Área Urbana Consolidada

A primeira área de estudo localiza-se na área central urbana, tendo conhecido uma ocupação urbana essencialmente a partir de meados do século XX. Integra parcialmente as freguesias de Santo António dos Olivais e a União de Freguesias de Coimbra (Sé nova, Santa Cruz, Almedina e São Bartolomeu), possuindo como traçados principais as seguintes ruas: Dr. António José de Almeida, Guerra Junqueiro, Eça de Queirós e Nicolau Chanterene.

A área marcada a verde (fig. 8) contém 293 edifícios, 1420 residentes, distribuídos por 0,166 km², resultando esta situação numa densidade populacional de 8548,1 hab/km².

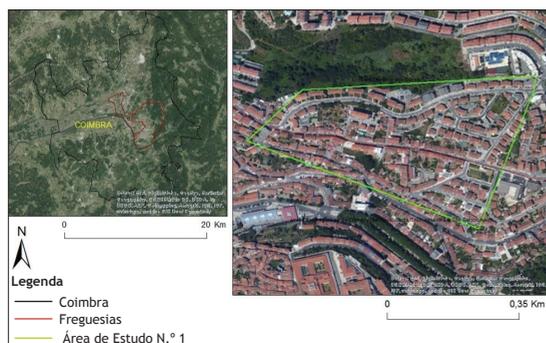


Fig. 8 - Área de estudo número 1.

Fig. 8 - Study area number 1

Área de Estudo N.º 2 - Periferia Residencial não Planeada

A segunda área de estudo localiza-se na União de Freguesia de S. Martinho do Bispo e Ribeira de Frades, mais concretamente na localidade de Fala. Uma particularidade desta freguesia é o facto de esta conter uma pequena área, pertencente a outra freguesia, dentro do seu espaço, circundando-a, no caso esta área pertence a União de freguesias Taveiro, Ameal e Arzila.

Fala constitui uma área periférica da cidade de Coimbra, tendo-se desenvolvido através de um crescimento urbano não planeado. A área em análise (fig. 9) tem 0,478 km², onde existem 555 edifícios, habitam 2142 pessoas (censos 2011), tendo uma densidade populacional de 4485,7 hab/km².

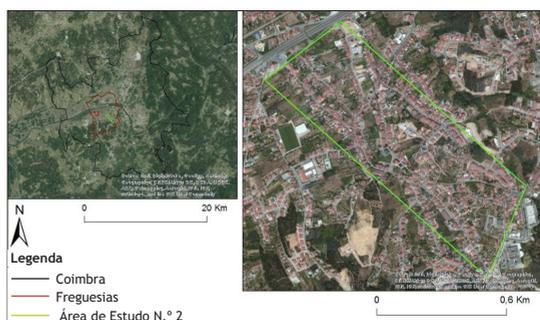


Fig. 9 - Área de estudo número 2.

Fig. 9 - Study area number 2.

Área de Estudo N.º 3 - Área de Interface Urbano-Florestal

A terceira área de estudo localiza-se, administrativamente, na freguesia de Santo António dos Olivais.

Esta insere-se nas localidades de Tovim, Chão do Bispo e Portela da Cobiça (fig. 10), representando uma área de 2,29 km², onde residem 5059 habitantes, resultando numa densidade populacional de 2205,6 hab/Km².

É uma área distinta das restantes em estudo, pela presença de um contínuo de combustível que expõe, em caso de incêndio florestal, as infraestruturas e as pessoas que nela habitam, sendo exemplo desta situação o incêndio de 2005 que cercou a cidade de Coimbra.

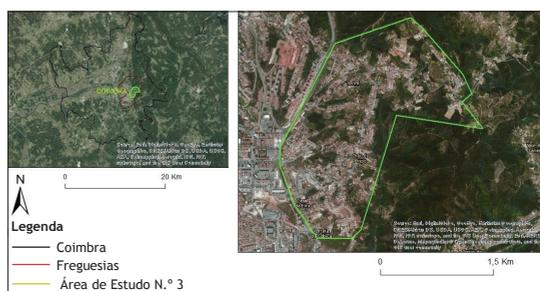


Fig. 10 - Área de estudo número 3.

Fig. 10 - Study area number 3.

Caracterização das Áreas de Estudo

Esta caracterização pretende demonstrar alguns elementos constituintes das áreas de estudo, através de dados estatísticos que permitem obter um maior conhecimento sobre as mesmas.

A exposição destas características em forma de tabela pretende possibilitar uma fácil diferenciação e comparação das características do edificado para as três áreas, sendo possível observar de forma quantificada e relativa as características consideradas (TABELA VI).

TABELA VI - Características do Edificado.

TABLE VI - Building Characteristics.

Caracterização do Edificado							
Áreas de Estudo		Área 1		Área 2		Área 3	
Número de Edifícios		293		555		1338	
Uso do Edificado	Exclusivamente Residencial	275	94%	530	95%	1294	97%
	Principalmente Residencial	17	6%	25	5%	32	2%
	Principalmente não residencial	1	0%	0	0%	12	1%
Número de Pisos	1 ou 2 pisos	78	27%	451	81%	905	62%
	3 ou 4 pisos	153	52%	94	17%	492	34%
	5 ou mais pisos	62	21%	10	2%	55	4%
Material de Construção	Estruturas de Betão	244	83%	357	64%	1026	77%
	Alvenaria com Placa	21	7%	155	28%	287	21%
	Alvenaria sem Placa	28	10%	39	7%	21	2%
	Alvenaria de Pedra Solta	0	0%	2	0%	1	0%
Ano de Construção	Antes de 1919	25	9%	13	2%	4	0%
	1919 - 1945	38	13%	29	5%	33	2%
	1946 - 1960	83	28%	74	13%	167	12%
	1961 - 1970	73	25%	106	19%	148	11%
	1971 - 1980	41	14%	89	16%	227	17%
	1981 - 1990	5	2%	102	18%	335	25%
	1991 - 2000	18	6%	75	14%	220	16%
2001 - 2011	10	3%	67	12%	204	15%	

Fonte dos dados: Elaborado a partir de INE, Censos 2011 / Data source: Prepared from INE, 2011 Census.

Comparativamente, no número de edifícios existente nas três áreas de estudo, destaca-se a área 3, no entanto o uso deste edificado é semelhante às três áreas, sendo nas três o uso exclusivamente residencial acima dos 90%.

Quanto ao número de pisos do edificado é a área 1 que merece maior atenção, onde a maioria dos edifícios (52%) tem 3 ou 4 pisos, característica típica de áreas urbanas centrais como é o caso. As outras áreas têm o seu edificado, maioritariamente, com 1 ou 2 pisos, com maior destaque para a área 2 que tem 81% do edificado nesta condição.

Já o tipo de material de construção, todas as áreas têm uma presença maioritária de estruturas de betão.

Os dados estatísticos relativos aos anos de construção do edificado permite uma ideia do como/quando se deu o crescimento das estruturas urbanas ao longo dos anos e do ponto de vista da vulnerabilidade permite perceber quantos dos edifícios estarão de acordo com o Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, aprovado no decreto de lei 64/90, 21 de Fevereiro de 1990.

A área 1 conheceu a sua maior edificação a partir de 1946 até 1980, com a construção de 67% dos edifícios.

Já a área 2 revela, através dos dados ser uma área em progressivo crescimento desde 1946 até 2011, com a construção de edifícios a derivar, ao longo dos períodos

demonstrados na tabela, entre 12% a 19%, revelando desta forma ter um crescimento lento mas progressivo.

Por fim, os anos de construção do edificado da área 3, os dados demonstram que não tem expressividade estatística até 1946, tendo a maioria das construções acontecido entre 1971 até 2011 (73%), sendo que é no período de 1981-1990 que este conhece o seu maior crescimento (25%).

Passamos agora a apresentar as características socioeconómicas (TABELA VII).

A tabela de caracterização socioeconómica começa por demonstrar o número de residentes, onde se demonstra que é na área 3 que encontramos o maior número de população residente.

No que diz respeito à estrutura etária as três áreas apresentam percentagens bastante similares dos 0 aos 24 anos, sendo nos 25 - 64 anos e nos >65 que área 1 tem diferenças relativamente as outras áreas, tendo mais residentes considerados como idosos (> 65 anos).

Quanto ao nível de escolaridade, as três áreas revelam ter um peso percentual muito baixo para residentes sem escolaridade, sendo o resto dos dados bastante semelhantes excetuando o nível de ensino superior que na área 2 é menor (18%) comparativamente com as outras duas áreas em que este é de 40%.

TABELA VII - Características Socioeconómicas.

TABLE VII - Socioeconomic characteristics.

Caracterização Demográfica e Socioeconómica							
Áreas de Estudo		Área 1		Área 2		Área 3	
Número de Residentes		1420		2142		5059	
Estrutura Etária	> 65	482	34%	362	17%	895	18%
	25 - 64	693	49%	1281	60%	2944	58%
	20 - 24	79	6%	127	6%	280	6%
	14 - 19	69	5%	140	7%	354	7%
	10 - 13	32	2%	80	4%	197	4%
	5 - 9	36	3%	79	4%	218	4%
	0 - 4	29	2%	73	3%	171	3%
Nível de Escolaridade	Sem Escolaridade	15	1%	60	3%	94	2%
	1º Ciclo	223	17%	466	24%	789	17%
	2º Ciclo	112	8%	248	13%	408	9%
	3º Ciclo	187	14%	393	20%	658	15%
	Secundário	248	19%	389	20%	713	16%
	Pós-Secundário	7	1%	24	1%	33	1%
	Ensino Superior	526	40%	348	18%	1832	40%
Atividade Económica	População Ativa	694	49%	1363	64%	3194	63%
	População Empregada	523	75%	994	73%	2318	73%
	População Desempregada	171	25%	369	27%	876	27%
Sector de Atividade	Sector Primário	0	0%	4	0%	6	0%
	Sector Secundário	39	7%	149	15%	275	12%
	Sector Terciário	484	93%	841	85%	2037	88%

Fonte dos dados: Elaborado a partir de INE, Censos 2011 / Data source: Prepared from INE, 2011 Census.

A atividade económica é em todo semelhante para as três áreas de estudo, sendo a percentagem de população ativa que na área 1 é menor (49%). A população empregada tem a sua distribuição idêntica pelos três sectores de atividade nas três áreas de estudo, estando a grande maioria empregada no sector terciário sem que o sector primário tenha expressão estatística.

Resultados

Vulnerabilidade ao Risco de Incêndio

Neste capítulo serão descritos os resultados do modelo aplicado, que considera as quatro variáveis e todos os parâmetros já demonstrados. A cartografia de vulnerabilidade engloba assim, todas as variáveis e parâmetros considerados como influenciadores da vulnerabilidade que foram descritos e calculados segundo o modelo desenvolvido.

Para a área de estudo 1 os resultados obtidos demonstram que nesta área temos qualquer subsecção com resultados de vulnerabilidade muito baixa, estando grande parte desta área com valores de vulnerabilidade média (fig. 11).



Fig. 11 - Vulnerabilidade ao Risco de Incêndio, Área 1.

Fig. 11 - Vulnerability to fire hazard, Area 1.

Esta elevada vulnerabilidade média relaciona-se com os parâmetros das acessibilidades, particularmente com a falta de vias em que a circulação é feita nos dois sentidos, sendo esta uma área marcada por acessos de só um sentido de circulação.

Relacionando também de forma mais influenciadora com as características do edificado, um edificado mais antigo e estando alguns edifícios em mau estado de conservação

a somar ao número médio de pisos que por toda a área tem uma média de 3 a 4 pisos.

A área com valores mais elevados de vulnerabilidade está situada numa subsecção estatística a Norte, no contacto com uma área florestal, o que é revelador da importância atribuída, pelo modelo criado, ao envolvimento ambiental, mais especificamente ao parâmetro do perímetro em contacto com área florestal.

Os resultados de vulnerabilidade para a área 2 revelam que esta também não tem qualquer subsecção estatística com vulnerabilidade muito baixa, ficando quase toda a área representada por vulnerabilidade média, havendo somente duas subsecções em que a vulnerabilidade é elevada (fig. 12).

Estes resultados derivam em grande parte da influência de más acessibilidades, havendo várias vias condicionadas, por largura ou estrangulamento, esta condição está presente nas subsecções em que a vulnerabilidade é “Elevada”, somando a várias de sentido único um pouco por toda a área. Estes resultados estão ainda associados a disposição em banda do edificado, a sua data de construção e a algumas debilidades no seu estado de conservação.

Na área de estudo 3 estão presentes todas as classes consideradas no modelo de vulnerabilidade aplicado (fig. 13). A sua distribuição pelo território demonstra que é nas áreas de maior contacto urbano-florestal que a vulnerabilidade é mais elevada, refletindo a valorização da variável de envolvimento ambiental, em particular o parâmetro do perímetro em contacto com área florestal, sendo também esta uma área em que a cobertura vegetal esta presente por quase todas as subsecções.

A presença de várias subsecções com resultados de vulnerabilidade “Muito Baixa” e “Baixa” relaciona-se com o facto de esta ser uma área muito distinta entre si, contrastando com locais em que as variáveis do edificado e acessibilidade têm alguma influência para o aumento da vulnerabilidade e outra em que essa é nula ou de diminuição.

Os diferentes resultados da representação cartográfica da vulnerabilidade nestas 3 áreas distintas são indicadores da aplicabilidade do modelo.

Numa análise conjunta é de salientar a menor vulnerabilidade geral da área 2, o que é independente do nível de ordenamento, assim como a relação dos níveis mais elevados de vulnerabilidade com o envolvimento ambiental, no parâmetro do perímetro em contacto com área florestal (áreas 1 e 3).

Avaliação da Operacionalidade dos Marcos de Incêndio

Aqui a demonstração dos resultados será feita para cada área de estudo, começando por demonstrar a distribuição dos equipamentos, onde se pode observar

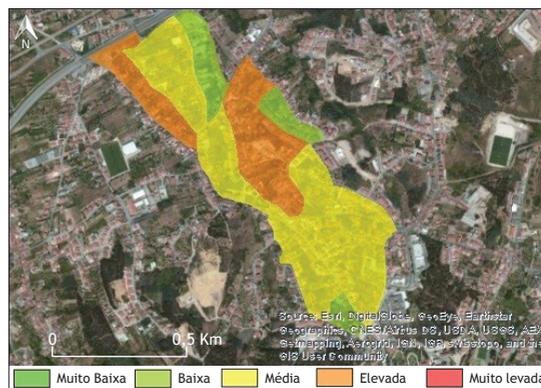


Fig. 12 - Vulnerabilidade ao Risco de Incêndio, Área 2.

Fig. 12 - Vulnerability to fire hazard, Area 2.

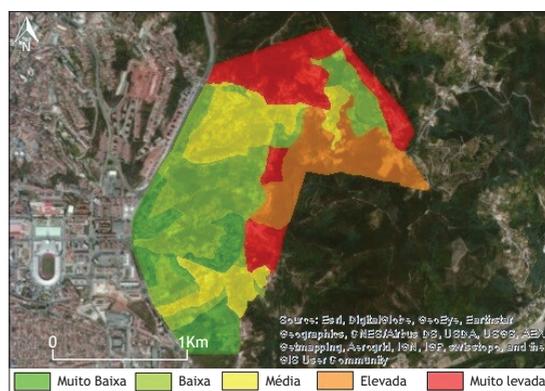


Fig. 13 - Vulnerabilidade ao Risco de Incêndio, Área 3.

Fig. 13 - Vulnerability to fire hazard, Area 3.

além da sua disposição territorial os equipamentos que estão dentro dos seus limites das áreas e os que foram considerados por critério de proximidade explicado na metodologia.

A representação cartográfica da distribuição de todos os marcos de incêndio avaliados para a área 1 (14 MI's), mostra 6 destes dentro dos seus limites, tendo sido considerados mais 8 por critérios de proximidade (fig. 14).

Na área 2 foi considerados 11 MI's (fig. 15) onde podemos ver além da distribuição dos equipamentos, a área de proximidade, que permitiu considerar mais 2 marcos de incêndio.

Na área 3 foram considerado para avaliação um total de 37 MI's estando 30 destes dentro da área de estudo, considerando mais 7 por critério de proximidade (fig. 16).

A avaliação dos resultados para as 3 áreas de estudo (TABELA VIII), permitiu mostrar que na área de estudo número 1, a maioria dos MI's avaliados estavam a data desta avaliação (Março 2016), operacionais.



Fig. 14 - Distribuição dos Marcos de Incêndio (Área 1).

Fig. 14 - Fire hydrant distribution (Area 1).



Fig. 15 - Distribuição dos Marcos de Incêndio (Área 2).

Fig. 15 - Fire hydrant distribution (Area 2).

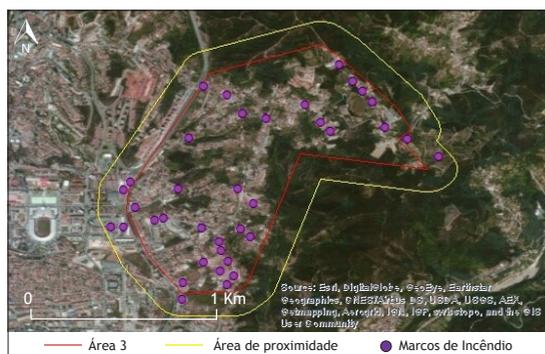


Fig. 16 - Fire Hydrants Distribution (Area 3).

Fig. 16 - Fire hydrant distribution (Area 3).

Foi entendido como resultado de “desconformidade parcial” os MI’s que têm as suas saídas em roscada, sendo estes equipamentos capazes de garantir uma boa eficiência, em termos de caudal, mas que do ponto de vista operacional

são inferiores, obrigando os bombeiros a terem nos seus veículos o material necessário para fazer a adaptação.

Já os resultados mais negativos, considerados como inoperáveis, resultam na sua maioria no não débito água, marcos que não funcionam. Este facto pode dever-se a diferentes motivos, fecho na válvula de seccionamento, falta de ligação a rede, entre outros. Outra situação que os faz serem considerados como inoperacionais prende-se com a impossibilidade de abertura, podendo estar calcinados no dado que faz abertura da água, o que impede a sua utilização.

Por sua vez, a área 2 mostra uma elevada representatividade dos MI’s operacionais, 9 o que corresponde a 82%, o resultado mais positivo em comparação com as outras áreas em estudo.

Um outro resultado expresso é o “Parcialmente Inoperável”, este relaciona-se com uma situação encontrada nas saídas de 50 mm as quais estavam fisicamente obstruídas, o que impossibilitava a utilização das mesmas, sendo apenas possível a utilização da saída frontal de 75 mm.

Na área 3 a avaliação executada encontrou 5 resultados diferentes, sendo que a maioria dos equipamentos estavam operacionais (57%). Importa aqui explicar os resultados descritos como “parcialmente operacional”, que corresponde a equipamentos que apresentavam falhas no seu funcionamento, sendo possível utiliza-los mas sem que estes estivessem a funcionar no pleno das suas capacidades, de forma geral estes apresentavam fuga(s) na(s) saída(s), o que resultava na perda de eficiência.

A disposição geográfica dos resultados obtidos nesta avaliação para a área 1 (fig. 17) não evidencia nenhum padrão territorial específico, resultando somente uma pequena área a Este com dois equipamentos inoperacionais.

A exposição geográfica dos resultados pela área 2 (fig. 18) demonstra uma boa distribuição de MI’s operacionais.

Nela podemos ver que os MI’s operacionais estão distribuídos por toda a área de estudo, mesmo os equipamentos que não estavam (a data desta avaliação) operacionais têm outros próximos (a menos de 200 metros) a funcionar.

A fig. 19 demonstra a distribuição dos resultados da avaliação de operacionalidade na área 3.

TABELA VIII - Resultados da Avaliação de Operacionalidade.

TABLE VIII - Operability assessment results.

Áreas de Estudo	Operacionais	Desconformidade Parcial	Parcialmente Operacionais	Parcialmente Inoperáveis	Inoperacionais
Área 1	10	1	0	0	3
Área 2	9	0	0	1	1
Área 3	21	5	2	1	8



Fig. 17 - Distribuição dos resultados da avaliação de operacionalidade dos Marcos de Incêndio (Área 1).

Fig.17 - Result distribution of the fire hydrant operational assessment (Area 1).



Fig. 18 - Distribuição dos resultados da avaliação de operacionalidade dos Marcos de Incêndio (Área 2).

Fig. 18 - Result distribution of the fire hydrant operational assessment (Area 2).

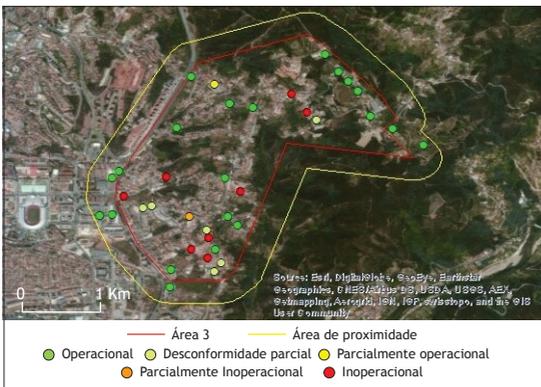


Fig. 19 - Distribuição dos resultados da avaliação de operacionalidade dos Marcos de Incêndio (Área 3).

Fig. 19 - Result distribution of the fire hydrant operational assessment (Area 3).

Na distribuição destes resultados (área 3) destaca-se uma área a Nordeste com bastantes MI's (7) e todos operacionais. Um outro destaque, mas negativo, nesta distribuição é que existe uma área a Sul onde se observa um MI operacional, mas rodeado por 3 inoperacionais e 3 outros em desconformidade parcial.

Numa análise geral e dado ser esta a área maior em comparação com as outras, podemos zona-la, entre a secção Norte e Sul sendo a primeira secção a que exhibe resultados de operacionalidade de MI's mais positivos.

Eficiência do Funcionamento dos Marcos de Incêndio

Constituem elementos da amostra para a avaliação de eficiência todos os MI's cujo resultado da avaliação de operacionalidade foi classificado como "operacional". Assim, o número de equipamentos submetidos a esta avaliação é de 40 MI's, esta avaliação de eficiência assenta na capacidade de débito de água, em litros por minutos gerada por cada um destes equipamentos.

Para esta avaliação consideram-se valores com suporte institucional e recomendações para classificar os resultados obtidos. Considera-se então o mínimo a ser garantido por Lei, segundo o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto de 1995, que define diferentes caudais para diferentes zonas, sendo que este valor nunca é menor que 900 l/min, posto isto, os resultados inferiores a este valor foram classificados como "insuficientes".

A recomendação vem do Manual do Bombeiro, no volume III Hidráulica, publicado em 2005, editado pela Escola Nacional de Bombeiros, onde vem descrito o valor de 1500 l/min de débito de água a ser assegurado por cada marco de incêndio, segundo este valor, todos os resultados iguais ou superiores serão considerados como "eficientes".

Os resultados situados entre estes dois valores serão considerados como "suficientes".

Assim os resultados obtidos de eficiência do funcionamento dos Marcos de Incêndio para cada área de estudo foram diferentes (TABELA IX).

Os resultados para os marcos de incêndio da área 1, revelam que o caudal destes é na sua maioria "eficiente", estando à data desta avaliação, 60% com caudais superiores à recomendação acima apresentada, contudo, 30% dos MI's apresentam caudais "insuficientes", restando apenas um equipamento desta área com um caudal considerado como "suficiente".

TABELA IX - Resultados de Eficiência do Funcionamento dos Marcos de Incêndio.

TABLE IX - Fire hydrant action efficiency results.

Áreas de Estudo	Eficiente	Suficiente	Insuficiente
Área 1	6	1	3
Área 2	3	5	1
Área 3	12	7	2

A avaliação de eficiência dos MI's considerados para a área 2 mostrou uma maioria de equipamentos com caudais considerados "suficientes" (56%), tendo apenas verificado um marco de incêndio em que o caudal estimado teve um resultado de "insuficiente" e três que apresentaram caudais "eficientes". Esta área apresenta assim valores de eficiência tendencialmente inferiores aos da área 1.

A terceira área em estudo, onde foi possível avaliar o maior número de caudais, sendo também a área com maior derivação de cotas de altitude, o que poderia influenciar os resultados obtidos, apresenta apenas 10% dos MI's com caudais "insuficientes", destacando-se pela maior presença de equipamentos com caudais "eficientes" (57%).

Os resultados da avaliação de eficiência executada para os marcos de incêndio na área 1 demonstrou um padrão territorial na distribuição dos mesmos, com os equipamentos situados mais a Este a apresentar os resultados "Insuficientes" e mais a sul o único resultado "suficiente", estando o resto dos equipamentos com débitos de água "eficientes" (fig. 20).

A distribuição dos caudais medidos na área 2 (fig. 21) não demonstra qualquer padrão geográfico, os resultados de "suficiente" e "eficientes" encontram-se distribuídos por toda a área de estudo, ficando o único insuficiente localizado mais a norte em relação aos seus pares.

Contrariamente, a disposição das diferentes classes de resultados (caudais) considerados distribuídos pela área 3 revelam ter uma disposição padronizada onde identifica um sector com concentração de caudais "suficientes" e outro sector mais a Nordeste que apresenta caudais "insuficientes" intercalados com outros "eficientes" (fig. 22).

Análise da Eficiência da Distribuição dos Marcos de Incêndio

Nesta análise iremos considerar todos os marcos de incêndio para cada área de estudo, incluindo os que foram considerados por critério proximidade, independentemente dos resultados obtidos na avaliação de operacionalidade e eficiência do funcionamento.

Pretende-se analisar a capacidade de resposta da distribuição atual destes equipamentos nas 3 áreas de estudo, considerando a técnica de uso preferencial, trasfega entre bombas, descrita no Manual do Bombeiro (J. Rodrigues e L. Nunes, 2005), mencionada na metodologia. Como tal, para cada marco de incêndio foi considerada uma área de abrangência até 200 metros.

Esta discussão utilizará cartografia, tendo por base as necessidades territoriais, representadas pela vulnerabilidade e a localização dos marcos de incêndio com a sua área de abrangência, fazendo a sua sobreposição, analisando as carências e os excessos (sobreposição



Fig. 20 - Distribuição dos resultados da avaliação de eficiência (l/min) dos Marcos de Incêndio (Área 1).

Fig. 20 - Fire hydrant efficiency assessment results distribution (Area 1).



Fig. 21 - Distribuição dos resultados da avaliação de eficiência (l/min) dos Marcos de Incêndio (Área 2).

Fig. 21 - Fire hydrant efficiency assessment results distribution (Area 2).



Fig. 22 - Distribuição dos resultados da avaliação de eficiência (l/min) dos Marcos de Incêndio (Área 3).

Fig. 22 - Fire hydrant efficiency assessment results distribution (Area 3).

redundante) na distribuição destes equipamentos (figs 23, 24 e 25) pretendem apoiar nesta análise.

Nesta área a distribuição de MI's responde bem as necessidades territoriais que estão representadas pela cartografia de vulnerabilidade, uma vez que, nem sempre as suas áreas de abrangência cobrem toda a área em estudo.

No entanto, a sobreposição da abrangência destes equipamentos é em alguns sectores redundante, o que evidencia um excesso no posicionamento, o que representa um uso excedentário de recursos.

Por exemplo, na área de estudo 2 a cobertura dos marcos de incêndio não abrange toda a área de estudo, ficando parte de 3 subsecções mais a Norte com valores de vulnerabilidade “baixa”, “média” e “elevada” sem qualquer cobertura por parte destes equipamentos (fig. 24). Na análise de possíveis excessos no posicionamento nesta área não encontramos nenhuma sobreposição redundante.

A análise do posicionamento dos MI's na área de estudo 3 revelou ter alguns desequilíbrios na distribuição e na relação com a vulnerabilidade ao risco de incêndio, existindo áreas classificadas como vulnerabilidade “elevada” e “muito elevada” sem alcance de qualquer equipamento e locais com várias “sobreposições redundantes”.

Em síntese, nesta área analisada temos duas realidades distintas: locais a Sul onde temos excesso destes equipamentos e locais a Norte com vulnerabilidade “elevada” e “muito elevada” sem cobertura (fig. 25).

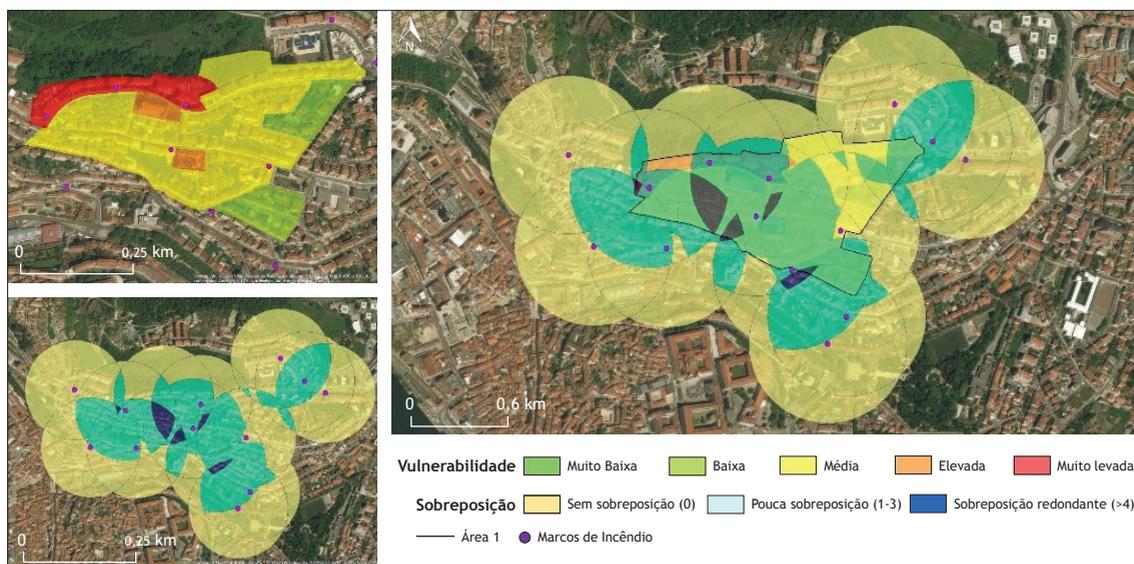


Fig. 23 - Capacidade atual da distribuição dos Marcos de Incêndio, a sua abrangência e relação com a vulnerabilidade ao risco de incêndio (Área 1).

Fig. 23 - Current capacity of the fire hydrant distribution system, its coverage and relation to fire vulnerability (Area 1).

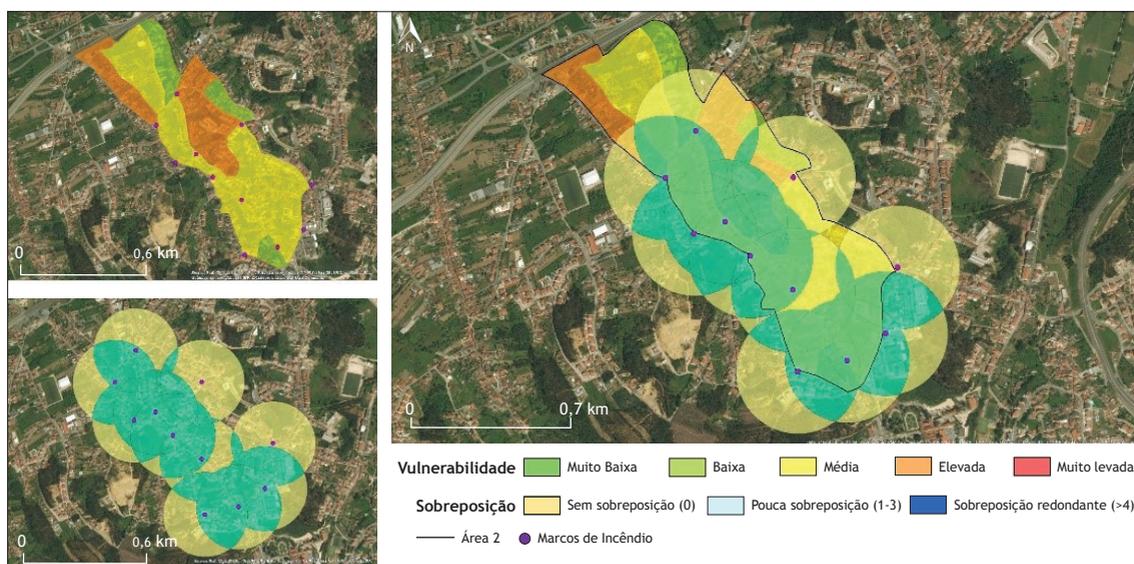


Fig. 24 - Capacidade atual da distribuição dos Marcos de Incêndio, a sua abrangência e relação com a vulnerabilidade ao risco de incêndio (Área 2).

Fig. 24 - Current capacity of the fire hydrant distribution system, its coverage and relation to fire vulnerability (Area 2).

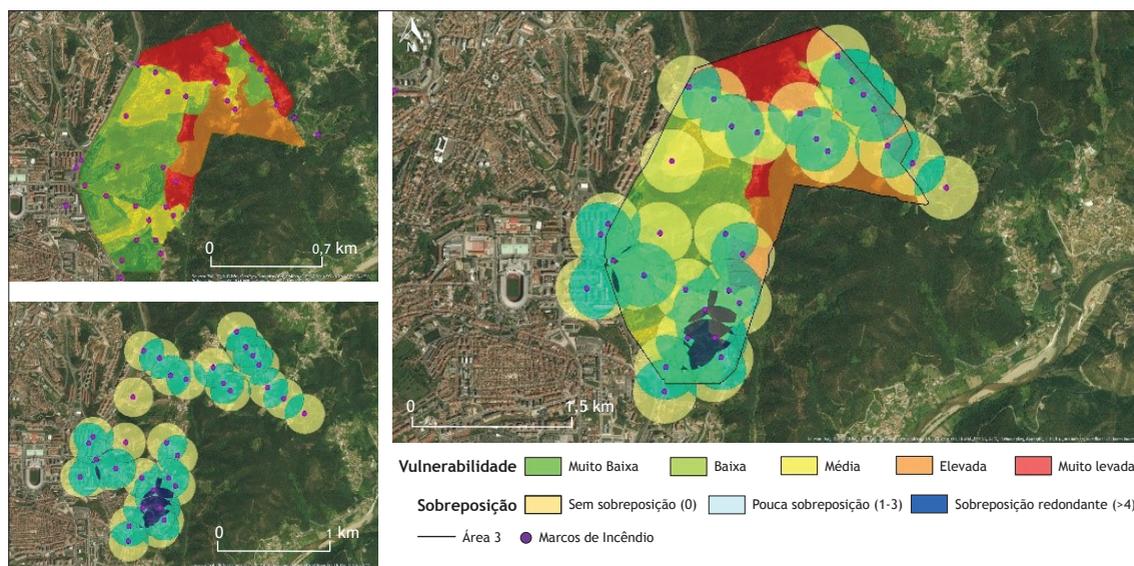


Fig. 25 - Capacidade atual da distribuição dos Marcos de Incêndio, a sua abrangência e relação com a vulnerabilidade ao risco de incêndio (Área 3).

Fig.25 - Current capacity of the fire hydrant distribution system, its coverage and relation to fire vulnerability (Area 3).

Discussão

Discussão sobre a relação entre a Vulnerabilidade, Operacionalidade e Eficiência (l/min)

Neste subcapítulo pretende-se discutir a operacionalidade dos marcos de incêndio, destacando a finalidade destes equipamentos, procurando a sua relação com a vulnerabilidade, analisando a distribuição dos resultados da avaliação de operacionalidade e eficiência para cada área de estudo.

Estes equipamentos destinam-se a reabastecer dos veículos de combate a incêndios, posicionando-se assim como equipamentos de segunda linha, de recurso, respondendo à falha do primeiro ataque ao incêndio, onde todos os segundos contam.

Posto isto, não deveriam ser admitidas falhas de operacionalidade/eficiência, e isto deve ser independente da vulnerabilidade registada.

A operacionalidade destes equipamentos está dependente de testes de manutenção e as consequentes correções. No trabalho de campo realizado deparamo-nos com diferentes situações que impediam o normal funcionamento dos marcos de incêndio, no entanto pela experiência adquirida concluímos que as situações de “inoperacionais” relacionam-se quase exclusivamente com 3 situações: dados de abertura calcinados, válvulas de seccionamento fechadas, problemas técnicos na tubagem.

A legislação existente não faz qualquer referência à manutenção, não equacionando prazos para testes de operacionalidade, existindo apenas uma recomendação

na nota técnica n.º 7 da ANPC onde está expresso que as operações de manutenção devem ser efetuadas pelo menos uma vez por ano.

Quanto as desigualdades de eficiência no débito de água são as diferenças na complexidade da rede e das suas condições que podem causar disparidades no caudal gerado, estas podem estar relacionadas com os seguintes fatores expostos por ordem de importância: a) diferentes cotas dos reservatórios de água que os abastecem; b) diferenças de tubagens, entre redes e até mesmo dentro da própria rede; c) consumos locais, com o uso dinâmico da rede.

Analisando a relação da vulnerabilidade com a operacionalidade e eficiência na área 1, vejamos a subsecção estatística com o grau mais elevado de vulnerabilidade (muito elevada), situada a Norte no contacto com uma mancha florestal, destaca-se a presença de 3 marcos de incêndio, destes apenas 1 encontrava-se operacional, no entanto o seu caudal (l/min) era “insuficiente”, concluindo a desproteção deste sector.

Na área 2 temos duas áreas com valores correspondentes a vulnerabilidades elevadas, no sector a laranja (vulnerabilidade elevada) mais Norte temos um MI operacional com um caudal “eficiente”, sendo esta uma relação positiva dos três temas aqui relacionados. Pelo contrário, na maior área com o mesmo valor de vulnerabilidade mais central na área de estudo, temos 4 equipamentos estando 3 operacionais, não havendo nenhum com caudal (l/min) “eficiente”, 2 “suficientes” e 1 “insuficiente”, o que demonstra falhas na relação da vulnerabilidade, operacionalidade e eficiência.

Na área 3, quase todas as subsecções situadas no contacto com áreas florestais apresentam valores vulnerabilidade elevada ou muito elevada, merecendo principal destaque, pela positiva, o local mais a Norte de vulnerabilidade “muito elevada” com 7 equipamentos operacionais, 5 com caudais “eficientes” e 2 “insuficientes”.

Uma outra análise vai para a subsecção mais a Sul com vulnerabilidade “muito elevada” com 4 MI’s, estando 3 operacionais, sendo que todos estes apresentaram caudais “suficientes”. Destaque pela negativa para os locais a Sul deste anterior, contendo vulnerabilidades médias, baixas e muito baixas, com 10 MI’s, onde apenas 3 estavam operacionais, considerando 1 destes por proximidade, com caudais “suficientes”.

Para toda esta análise, não era de esperar a houvesse uma relação limiar entre a vulnerabilidade e a operacionalidade dos marcos de incêndio, algo que não está dimensionado em nenhum documento regulador, no entanto dever-se-ia esperar um maior cuidado em locais em que uso destes equipamentos é mais recorrente como as áreas de interface urbano-florestal (área 3).

No entanto, para eficiência do funcionamento o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais de 23 de Agosto de 1995 estabelece que os volumes de água para combate a incêndios “são função do risco da sua ocorrência e propagação na zona em causa”, atribuindo diferentes graus de riscos (5 graus) a diferentes zonas urbanas considerando apenas características do edificado, com caudais a garantir no mínimo 900/min para o grau 1 com o máximo tabela do no 4º grau a 2700/min, ficando o 5º com a valor a definir.

Posto isto, a eficiência do funcionamento esta regulada para ir de encontro com características do edificado que relacionam a probabilidade de ocorrência, a facilidade de propagação, e as possíveis dificuldades de mitigação dimensionando o número de pisos, sendo seguro dizer que os documentos legais que regulam a eficiência do funcionamento equacionam o risco e a vulnerabilidade.

Discussão entre a Localização dos Hidrantes (Marcos de Incêndio) e a Eficiência da resposta no combate a incêndios

Esta discussão terá por base a os resultados da análise da eficiência da distribuição dos marcos de incêndio para cada área de estudo, que relacionou a vulnerabilidade com a cobertura geográfica, segundo as técnicas de uso dos equipamentos estudados.

Nesta serão apresentadas propostas de reposicionamento, corrigindo os excessos e as carências, tendo em consideração as necessidades territoriais, contribuindo para melhorar a resposta no combate a incêndios.

Estas propostas rompem com a legislação existente para a localização dos hidrantes, mais em concreto dos

marcos de incêndio, descrita no Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, Portaria n.º 1532/2008, de 29 de Dezembro, que entrou em vigor no dia 1 de Janeiro de 2009, onde no Capítulo III, Artigo 12º, 3º ponto, descreve as regras para a localização declarando: “[...] os marcos de incêndio devem ser instalados junto ao lancil dos passeios que marginam as vias de acesso de forma que, no mínimo, fiquem localizados a uma distância não superior a 30 metros de qualquer das saídas do edifício [...]”.

Ora, além desta regulamentação não corresponder a realidade, sendo desrespeitada, é exagerada e desnecessária, o posicionamento destes equipamentos não deveria ser pensado de edifício em edifício, de rua a rua, ou de quarteirão em quarteirão, mas sim em espaços homogêneos pelas suas características, pensados ao nível municipal já que a gerência destes equipamentos esta entregue as entidades gestoras das águas municipais, fazendo estes corresponder as maiores ou menores necessidades territoriais.

As propostas para as diferentes áreas de estudo, acrescentando ou retirando marcos de incêndio, conforme os desequilíbrios apontados e representados na análise da eficiência da distribuição são as seguintes (TABELA X).

TABELA X - Balanço numérico da Proposta de Melhoria da Eficiência para a Localização dos Marcos de Incêndio.

TABELA X - Numerical balance of the Proposal to Improve the Efficiency of Fire Hydrant Placement.

Áreas de Estudo	MI's retirados	MI's acrescentados
Área 1	2	0
Área 2	0	1
Área 3	5	3

Começando pela área 1, a análise da eficiência da distribuição dos marcos de incêndio desta área evidenciou a existência de equipamentos em excesso, facto demonstrado através da sobreposição redundante (fig. 23), o que constitui um uso desnecessário de recursos. A proposta apresenta para esta área consiste na correção desta localização desnecessária retirando 2 MI's (TABELA X e fig 26).

Na área 2 o problema apontado na análise da eficiência da distribuição dos marcos de incêndio (fig. 24) estava na falta de cobertura por parte destes equipamentos nos locais mais Norte, compreendendo partes significativas de 3 subsecções estatísticas em que os valores de vulnerabilidade eram de “baixa”, “média” e “alta”. A proposta apresentada para a área 2 (TABELA X e fig. 27), traduz-se no acréscimo de um marco de incêndio para dar resposta a estas áreas que estão sem cobertura por parte destes equipamentos.

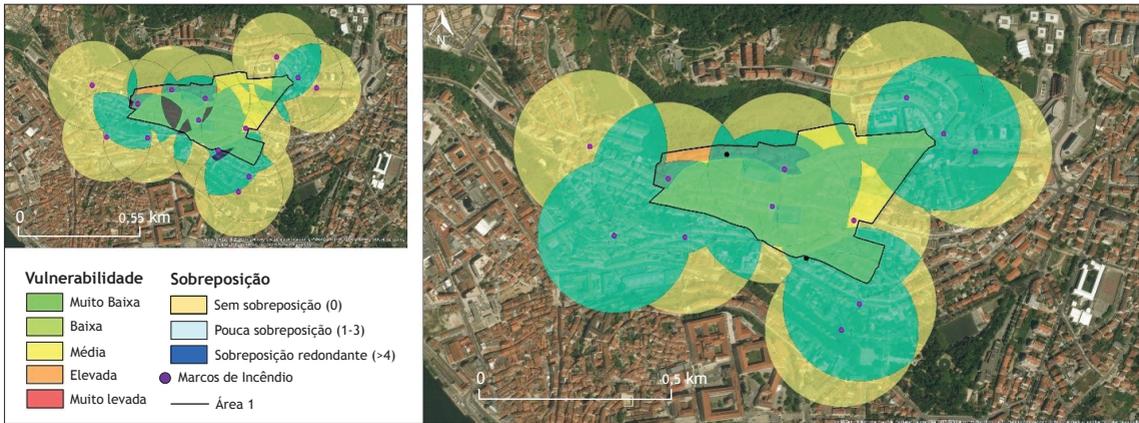


Fig. 26 - Proposta de reposicionamento dos Marcos de Incêndio (Área 1).

Fig. 26 - Fire hydrant repositioning proposal (Area 1).

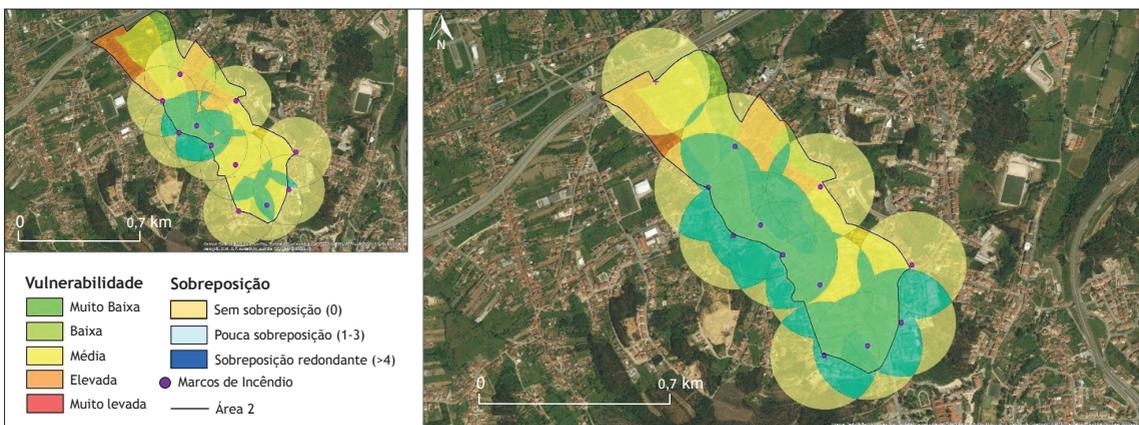


Fig. 27 - Proposta de reposicionamento dos Marcos de Incêndio (Área 2).

Fig. 27 - Fire hydrant repositioning proposal (Area 2).

A análise da eficiência da distribuição dos MI's da área 3 demonstrou desequilíbrios na distribuição destes equipamentos, locais com excessos (sobreposição redundante) e outros locais com faltas, sendo a vulnerabilidade destes últimos "elevada" ou "muito

elevada". Com o objetivo de corrigir estes desequilíbrios, a proposta de reposicionamento (TABELA X e fig. 28) retira 5 MI's que estão colocados em locais onde a sua abrangência é redundante (sobreposição redundante) e acrescenta 3 MI's nos locais que estão sem cobertura.

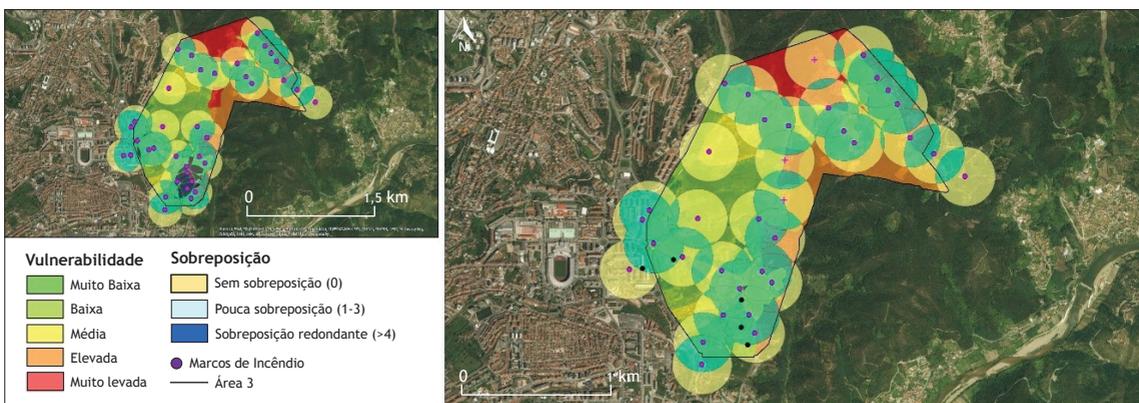


Fig. 28 - Proposta de reposicionamento dos Marcos de Incêndio (Área 3).

Fig. 28 - Fire hydrant repositioning proposal (Area 3).

Em suma, nas propostas de reposicionamento, para as 3 áreas de estudo, retiram-se 7 MI's e acrescentam-se 4, constituindo um uso mais eficaz dos recursos estudados.

Posto isto, as propostas apresentadas demonstram os ajustes geograficamente realizados.

Contudo, a eficácia de resposta destes equipamentos não depende só da sua localização, o estudo realizado em turno destes equipamentos concluiu que é necessário melhorar o fluxo de informação entre as entidades envolvidas, entidades utilizadoras, Bombeiros Sapadores e Voluntários de Coimbra e entidade gestora, Águas de Coimbra.

Com o objetivo de melhorar o fluxo de informação existente recomenda-se a utilização de uma ferramenta SIG (*open source*), de fácil utilização, simples, como é o Google Earth. Esta ferramenta seria para a entidade gestora um apoio à manutenção e um meio fácil e simples de fazer chegar a informação aos utilizadores.

O ambiente de utilização e a informação associada à localização dos marcos de incêndio permite gerar um sistema de informação geográfica que incorpora, informação essencial a partilhar entre gestor e utilizador (fig. 29), contendo:

- A identificação do marco de incêndio;
- A localização do equipamento;
- O estado de operacionalidade;
- A capacidade de débito de água (l/min) de forma estimada;

- O encaixe da mangueira no equipamento;
- A falta (ou não) de equipamento;
- Possíveis falhas;
- A data da última verificação.

Esta ferramenta ao serviço dos Corpos de Bombeiros seria um instrumento de apoio à tomada de decisão, aumentando a capacidade de resposta em situações de incêndio, poupando tempo, contribuindo para salvar pessoas e bens em situações limite, podendo sair com o carro de comando, ou qualquer outro veículo para o teatro de operações, um vez que funciona sem estar conectado a internet (*offline*).

Bibliografia

AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL. NÚCLEO DE CERTIFICAÇÃO E FISCALIZAÇÃO. (2013). Segurança Contra Incêndios em Edifícios. *Nota Técnica* n.º 7, Hidrantes Exteriores.

Chen, L. C., Wu, C.H., Shen, T.S. and Chou, C.C. (2014). The application of geometric network models and building information models in geospatial environments for fire-fighting simulations. *Computers, Environment and Urban Systems* 45:1-12.

Emídio, A. (2014). *Avaliação da Vulnerabilidade dos Edifícios no Centro Urbano da Cidade de Setúbal, em caso de Tsunami*, Universidade de Lisboa.

Melo, R. (2014). *Bocas-de-incêndio avariadas no Terreiro da Erva*. Disponível em:

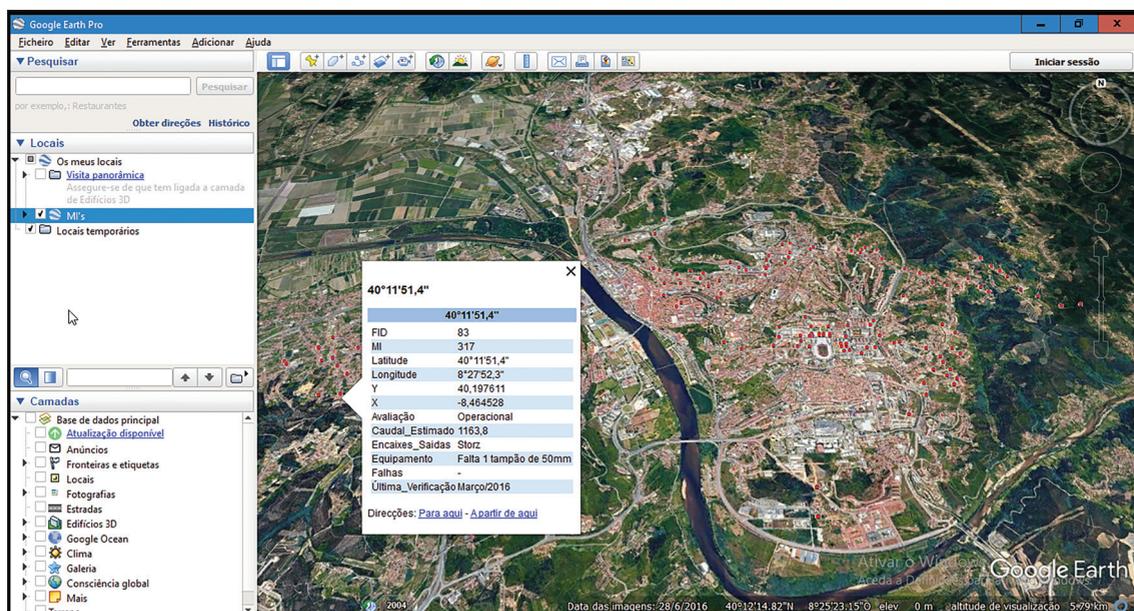


Fig. 29 - Sistema de Informação Geográfica, ambiente de utilização, Google Earth.

Fig. 29 - Geographic Information System, usage environment, Google Earth.

<http://www.asbeiras.pt/2014/04/bocas-de-incendio-avariadas-no-terreiro-da-erva-com-fotos/>

Nisanci, R. (2010). GIS based fire analysis and production of risk maps: The Trabzon experience. *Scientific Research and Essays* 5(9): 970-977.

132

NORMA: NP EN 14384:2007 - Marcos de Incêndio (Hidrantes de Incêndio de Coluna).

Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais - Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto.

Regulamento Técnico de SCIE (Portaria 1532/2008, de 29 de Dezembro; Título II, Capítulo III, Artigo 12.º.

Rodrigues, J. e Nunes, L. (2005). *Hidráulica*. Volume III, Manual de formação inicial do Bombeiro, Escola Nacional de Bombeiros.

Tavares, A. O. (2010). *Riscos Naturais e Ordenamento do Território - Modelos, Práticas e Políticas Públicas a partir de uma reflexão para a Região Centro de Portugal*, Departamento de Ciências da Terra e Centro de Estudos Sociais de Universidade de Coimbra.