



biz
FUTURE

***Plano Municipal de
Emergência de Proteção
Civil de Vila do Conde
(PMEPCVC) - 2021***

**ANEXO I – CARTOGRAFIA DE SUPORTE ÀS OPERAÇÕES DE
EMERGÊNCIA DE PROTEÇÃO CIVIL**

Ficha Técnica do Documento

Descrição:	Cartografia de suporte às operações de emergência de proteção civil.
Versão:	01/2023
Desenvolvimento e produção:	
Diretor Técnico:	Bruno Cunha – Engenheiro do Ambiente
Coordenador de Projeto:	André Silva – Geógrafo / Técnico de SIG
Equipa Técnica:	António Martins – Engenheiro do Ambiente Carlos Delgado - Geógrafo / Técnico de SIG Cláudia Guise - Geógrafa / Técnica de SIG Inês Marafuz - Geógrafa / Técnica de SIG Lorenne Barbosa – Psicóloga (Intervenção Psicológica em Situação de Catástrofe)
Estado do documento:	Versão Final
Nome do ficheiro digital:	PMEPC Vila do Conde – Anexo I

Índice

Índice de quadros	3
Índice de figuras	3
Índice de mapas	4
1.1. Movimentos de vertente	10
1.2. Cheias e inundações	21
1.3. Erosão costeira	24
1.4. Inundações e galgamentos costeiros	30
1.5. Sismos	34
1.6. Ventos fortes e ciclones/tornados	40
1.7. Secas	46
1.8. Ondas de Calor	50
1.9. Ondas de frio	54
1.10. Incêndios Rurais	57
1.11. Acidentes rodoviários	61
1.12. Acidentes ferroviários - Metro do Porto	65
1.13. Acidentes Aéreos	69
1.14. Acidentes marítimos e fluviais	74
1.15. Acidentes na rede de gás	78
1.16. Incêndios urbanos	81
1.17. Acidentes industriais	85
1.18. Acidentes no transporte terrestre de mercadorias perigosas	89
1.19. Pandemias/ Epidemias	92
1.20. Colapso de estruturas	98
2.1. Páginas da Internet	104
2.2. Planos, guias e documentos técnicos	104
2.3. Livros, artigos científicos, teses ou dissertações	104
2.4. Legislação	107

Índice de quadros

Quadro 1 – Domínios e fatores de predisposição dos movimentos de vertente	11
Quadro 2 – Valores de ponderação atribuídos a cada fator de predisposição à ocorrência de movimentos de vertente	13
Quadro 3 – Valores de ponderação, por fator, para o cálculo final da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente	16
Quadro 4 – Área e proporção da área total, por classe de suscetibilidade, no concelho de Vila do Conde	17
Quadro 5 - Valores de ponderação atribuídos a cada fator de análise da erosão costeira.....	26
Quadro 6 – Escala de magnitude de Richter e efeitos.....	35
Quadro 7 – Níveis de avisos meteorológicos para ventos fortes.....	40
Quadro 8 – Caracterização do grau de intensidade-efeito de furacões de acordo com a escala de Saffir-Simpson	40
Quadro 9 - Grau de intensidade dos tornados de acordo com a escala Fujita	42
Quadro 10 – Níveis de alerta da DGS para as ondas de calor.....	50
Quadro 11 - Área de ocupação relativa, por classe de risco de incêndio rural	57
Quadro 12 - Proporção da rede viária, por classe de densidade de acidentes rodoviários, no concelho de Vila do Conde	61
Quadro 13 – Proporção da linha B do Metro do Porto, por classe de densidade de acidentes ferroviários, no concelho de Vila do Conde	65
Quadro 14 – Área e proporção da área total, por classe de suscetibilidade, no concelho de Vila do Conde	71
Quadro 15 – Proporção da área artificializada, por classe de densidade de incêndios urbanos, no concelho de Vila do Conde	81
Quadro 16 – Proporção da área artificializada, por classe de densidade de acidentes industriais, no concelho de Vila do Conde	85
Quadro 17 - Valores de ponderação atribuídos à suscetibilidade de colapso de edifícios	98

Índice de figuras

Figura 1 – Proporção da área total, por classe de suscetibilidade, nas freguesias do concelho de Vila do Conde	17
Figura 2 – Componentes do Risco (AFN, 2012).	57
Figura 3 – Tipologia de acidentes rodoviários registados.....	62
Figura 4 – Proporção da rede viária, por classe de densidade de acidentes rodoviários, nas freguesias do concelho de Vila do Conde.....	62
Figura 5 – Tipologia de acidentes ferroviários registados	66
Figura 6 – Ocorrências de acidentes marítimos 2017 – 2021 (<i>Investigação de acidentes marítimos – Sumário da Atividade – 2021</i>)	74

Figura 7 – Proporção da área artificializada, por classe de densidade de incêndios urbanos, nas freguesias do concelho de Vila do Conde.....	82
Figura 8 – Proporção da área artificializada, por classe de densidade de acidentes industriais, nas freguesias do concelho de Vila do Conde.....	86
Figura 9 – Tipologia de acidentes industriais.....	86

Índice de mapas

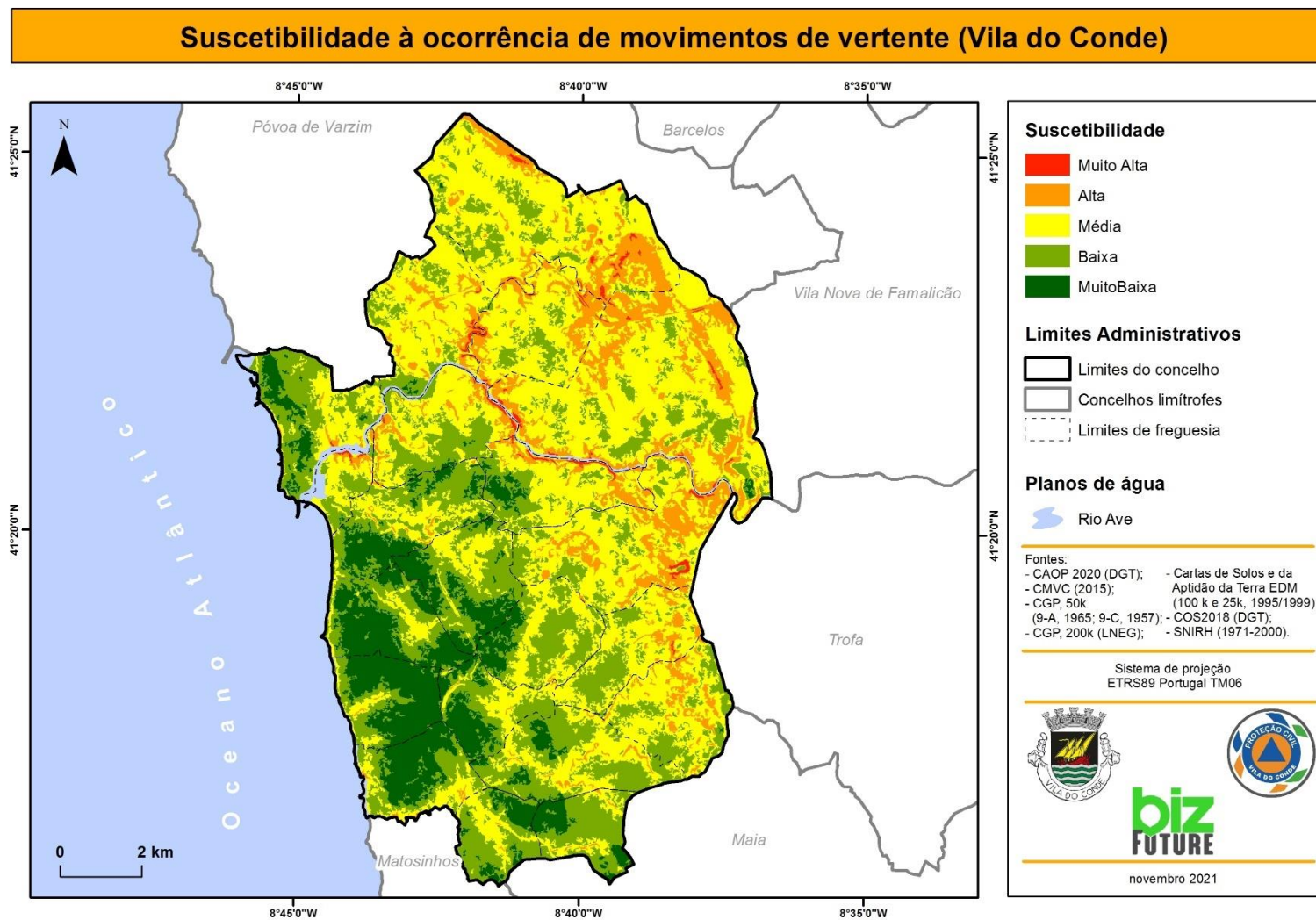
Mapa 1 – Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente no município	7
Mapa 2 – Áreas de instabilidade de vertentes no município	8
Mapa 3 – Proporção de áreas de instabilidade de vertentes, por freguesia	9
Mapa 4 – Cheias e inundações no município	20
Mapa 5 – Suscetibilidade à erosão costeira no município	23
Mapa 6 – Inundações e galgamentos costeiros no município	29
Mapa 7 – Sismicidade histórica no município	32
Mapa 8 – Suscetibilidade sísmica no município	33
Mapa 9 – Distribuição e intensidade dos tornados ocorridos no município de Vila do Conde e na área envolvente	39
Mapa 10 – Duração dos episódios de secas mais severas no município	44
Mapa 11 - Duração dos episódios de secas severas e extremas no município	45
Mapa 12 – Duração média das ondas de calor no município	49
Mapa 13 – Suscetibilidade a ondas de frio no município	53
Mapa 14 – Risco de incêndio rural no município	56
Mapa 15 – Suscetibilidade a acidentes rodoviários no município	60
Mapa 16 – Suscetibilidade a acidentes ferroviários, no metro do Porto	64
Mapa 17 - Suscetibilidade a acidentes aéreos no município	68
Mapa 18 – Acidentes marítimos e fluviais no concelho de Vila do Conde	73
Mapa 19 – Acidentes da rede de gás do concelho de Vila do Conde	77
Mapa 20 – Suscetibilidade a incêndios urbanos no município	80
Mapa 21 – Suscetibilidade a acidentes industriais no município	84
Mapa 22 – Acidente no transporte terrestre de mercadorias perigosas no município	88
Mapa 23 – Vulnerabilidade Social a Pandemias no município	91
Mapa 24 – Suscetibilidade a colapso de edifícios no Centro Histórico de Vila do Conde.....	96
Mapa 25 – Suscetibilidade a colapso de estruturas (pontes) em Vila do Conde	97

Lista da Cartografia Existente	
1	Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Vertente
2	Áreas de instabilidade de Vertentes
3	Proporção de Áreas de Instabilidade de Vertentes
4	Cheias e Inundações
5	Suscetibilidade à Erosão Costeira
6	Inundações e Galgamentos Costeiros
7	Sismicidade Histórica
8	Suscetibilidade Sísmica
9	Distribuição e Intensidade de Tornados
10	Duração de Episódios de Secas Mais Severas
11	Duração de Episódios de Secas Severas e Extremas
12	Duração Média das Ondas de Calor
13	Suscetibilidade a Ondas de Frio
14	Risco de Incêndio Rural
15	Suscetibilidade a Acidentes Rodoviários
16	Suscetibilidade a Acidentes Ferroviários
17	Suscetibilidade a Acidentes Aéreos
18	Acidentes Marítimos e Fluviais
19	Acidentes da Rede de Gás
20	Suscetibilidade a Incêndios Urbanos
21	Suscetibilidade a Acidentes Industriais
22	Acidentes no Transporte Terrestre de Mercadorias Perigosas
23	Vulnerabilidade Social a Pandemias
24	Suscetibilidade a Colapso de Edifícios no Centro Histórico
25	Suscetibilidade a Colapso de Estruturas (Pontes)
26	Zonas de Concentração e Reserva
27	Pontos de Entrega
28	Zonas de Concentração e Apoio à População
29	Zonas de Concentração e Irradiação
30	Postos de Triagem
31	ZRnM e NecPro

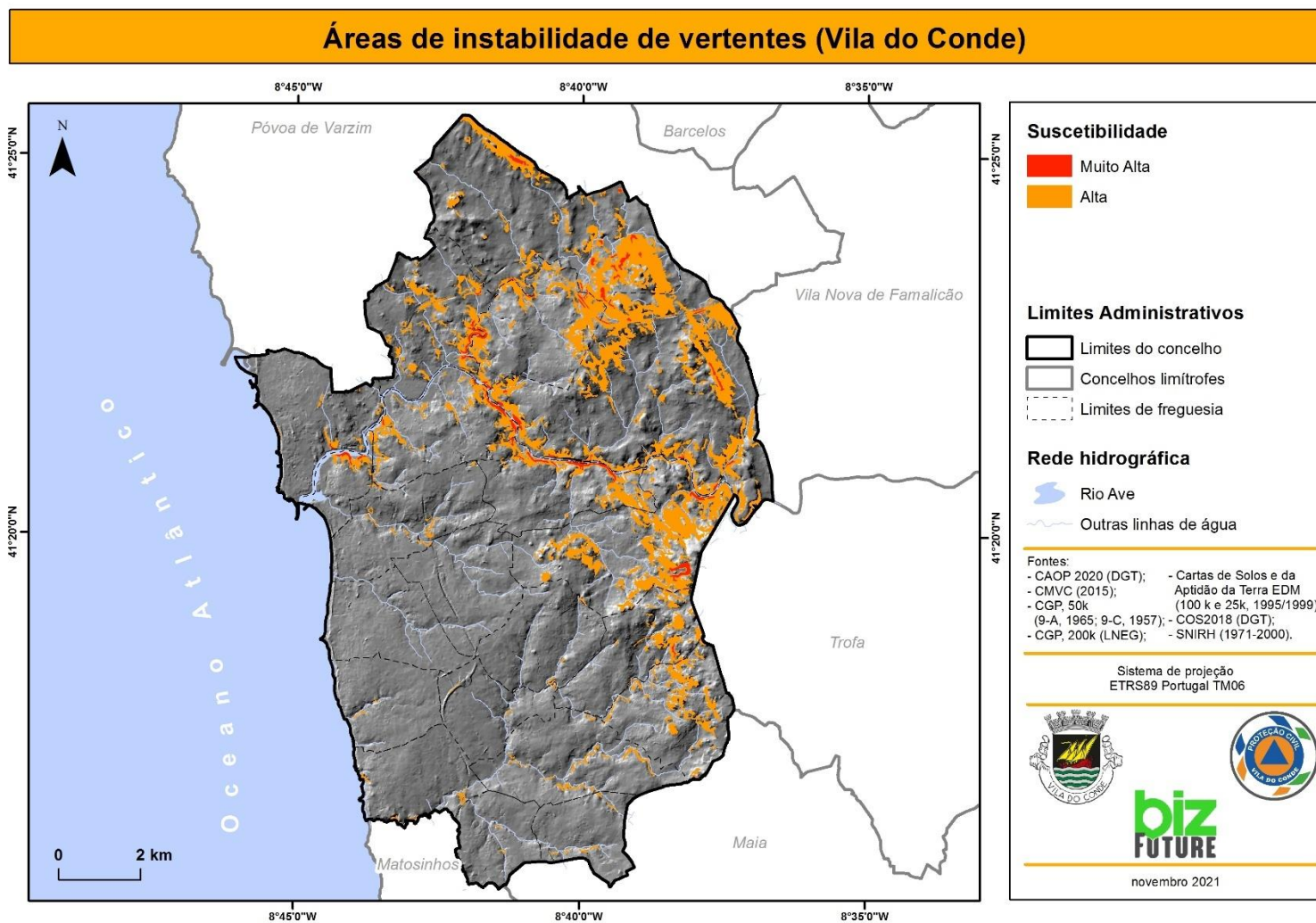
1.1.

MOVIMENTOS DE VERTENTE

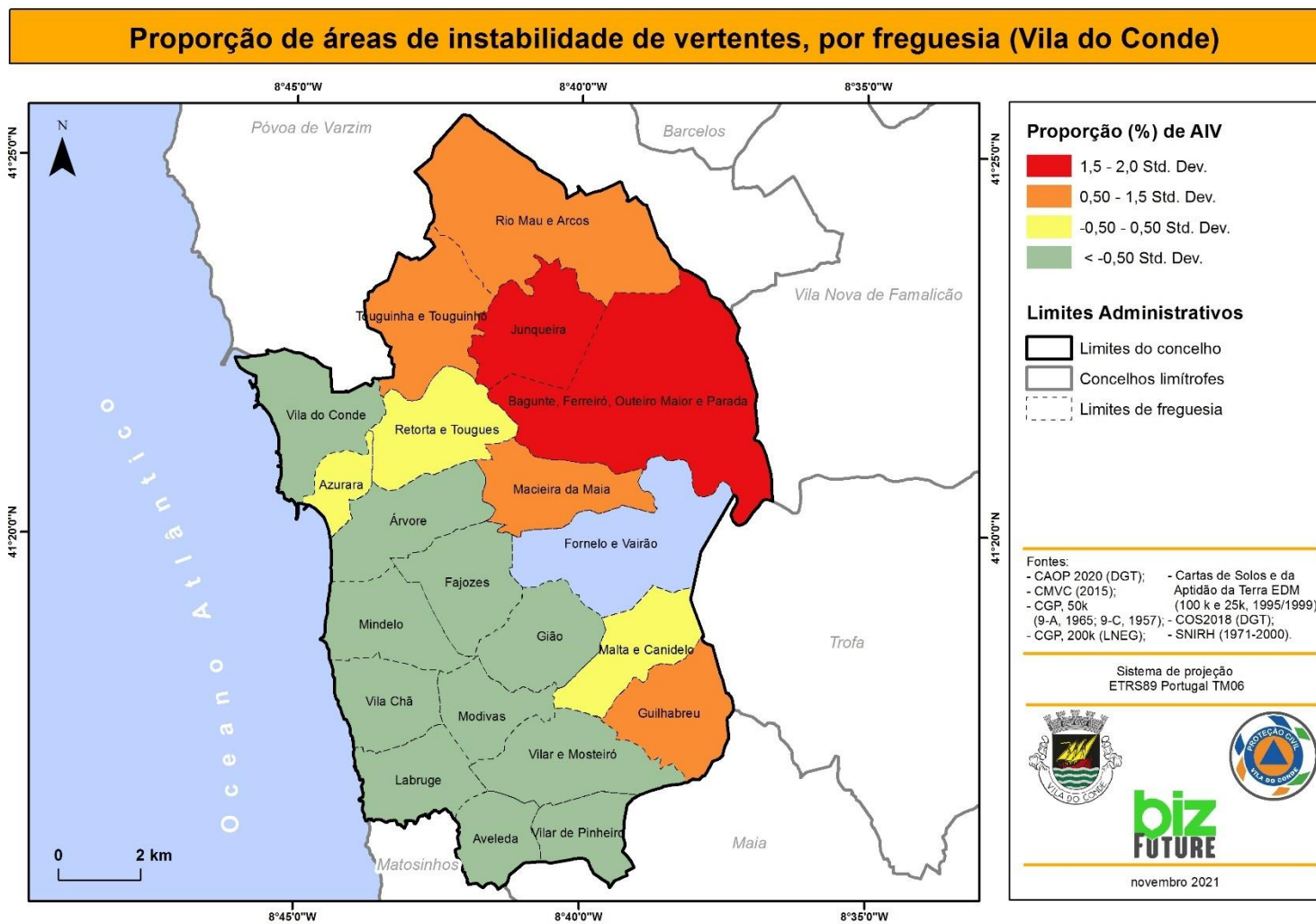
Mapa 1 – Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertente no município



Mapa 2 – Áreas de instabilidade de vertentes no município



Mapa 3 – Proporção de áreas de instabilidade de vertentes, por freguesia



1.1. Movimentos de vertente

Os movimentos de vertente constituem **riscos naturais** enquadrados na categoria “Geologia” (segundo o *Guia Para a Caracterização do Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil*, 2009), ou em “geodinâmica externa” (segundo o *Guia Metodológico Para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e Para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal*, 2009).

A terminologia em torno do fenómeno assume diversas classificações – “movimentos de massa”, “movimentos de terreno”, “movimentos de terreno em vertentes”, “movimentos de vertentes”, etc. – que, em língua inglesa, são todas designadas pela designação *landslides*. Estas classificações são feitas em função de diversos critérios, nomeadamente o *tipo de movimentos*, o *tipo e dimensão do material deslocado* ou a *velocidade do movimento*, entre tantos outros¹.

Neste trabalho empregou-se o conceito mais genérico e abrangente de “movimentos de vertentes”. No sentido mais lato, um movimento de vertente é o “movimento de descida, numa vertente, de uma massa de rocha ou solo. O centro de gravidade do material afectado progride para jusante e para o exterior” (definição adotada por diversas instituições internacionais).

Os movimentos de vertente propiciam a existência de “áreas de instabilidade de vertentes”. Segundo Silva (2018: 86)

As Áreas de Instabilidade de Vertentes (AIV) são vertentes ou sectores de vertente onde se geram ou se podem gerar processos erosivos conducentes a deslocação descendente, por acção da gravidade, de volumes de materiais desagregados, mediante a intervenção de factores de desencadeamento, que conduzem a rotura das forças de sustentação desses materiais. São pois superfícies potencialmente geradoras de perigo, logo, indutoras de risco potencial, sendo por isso motivo de particular atenção na gestão territorial.

Uma análise, avaliação e cartografia da suscetibilidade, feitas de modo exaustivo e detalhado, a tais movimentos deveriam ser aplicadas individualmente para cada uma das suas tipologias, em especial para aquelas mais preponderantes num dado território.

Existem inúmeros métodos de avaliação dos movimentos de vertentes, que podem dividir-se globalmente em quantitativos, qualitativos, inventários, estatísticos bivariados e multivariados, geomorfológicos, geotécnicos, heurísticos, ou a integração de vários para chegar a um mesmo objetivo (Silva, 2018).

De acordo com Julião (2009: 65):

Os modelos a utilizar para a predição das áreas susceptíveis à ocorrência de movimentos de vertente podem ser: (i) determinísticos (modelos de análise de estabilidade suportados pelo conhecimento dos parâmetros de resistência dos solos, do declive, da espessura de solo potencialmente instável e da posição do nível freático), (ii) heurísticos de base empírica (baseados na atribuição de scores ao conjunto de factores de condicionantes da instabilidade), ou (iii)

¹ Para uma análise mais exaustiva dos conceitos teóricos, consultar Zêzere, 2005 e Silva, 2018.

estatísticos (baseados em funções paramétricas empíricas que correlacionam espacialmente os movimentos de vertente passados e presentes com os factores que condicionam a instabilidade).

Nos últimos anos, têm adquirido maior destaque o método do Valor Informativo (Yin e Yan, 1988) ou o método de regressão logística de fatores condicionantes (R. Geidzik *et al.*, 2017), que se baseiam em inventários de deslizamentos.

O método do Valor Informativo é, aliás, o proposto pela mais recente legislação da Reserva Ecológica Nacional (REN), especificamente a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, para delimitação das áreas de instabilidade de vertentes.

Nesta mesma Portaria é especificado que

No caso de não haver registos de ocorrências de movimentos de massa em vertentes ou quando os registos são em número insuficiente para permitir a aplicação do Método do Valor Informativo acima descrito, as AIV devem ser delimitadas, nestas situações específicas e com a devida fundamentação, recorrendo a trabalhos científicos e técnicos recentes e relevantes adequados aos territórios em causa.

É precisamente o que sucede no concelho de Vila do Conde, onde não se observam quaisquer registos de movimentos de vertente no *Registo de Ocorrências das Tipologias Riscos Naturais e Tecnológicos*, da ANPC/CDOS do Porto, entre 2011 e 2021. Assim, a presente avaliação é feita com base nos conhecimentos já estabelecidos em torno deste fenómeno, com base nas evidências científicas mais relevantes e atuais.

Optou-se pela realização de uma **análise multicritério** dos fatores de predisposição (condicionantes ou desencadeantes) responsáveis pelo aparecimento ou aceleração dos movimentos. Esses fatores “são estáticos e inerentes ao terreno (...), condicionam o grau de instabilidade potencial da vertente e determinam a variação espacial da suscetibilidade do território à instabilidade”.

Tais fatores foram escolhidos em função da sua adequação em termos de escala, atualização e relevância (**Quadro 1**):

Quadro 1 – Domínios e fatores de predisposição dos movimentos de vertente

DOMÍNIOS	FATORES
Relevo/Morfologia	Declives
	Exposição das vertentes
	Unidades morfológicas (<i>Índice de Posição Topográfica</i>)
	Curvatura – perfil longitudinal das vertentes
	Curvatura – perfil transversal das vertentes
Geologia	Litologia
	Densidade de falhas
Hidrologia	Distância às linhas de água
	Densidade de drenagem
	Inverso do <i>Wetness Index</i>

Clima	Precipitação média anual
Solos	Erodibilidade do solo (Factor K)
Uso do solo	Coberto vegetal (Factor C)
Influência antrópica	Distância à rede viária
	Quebras artificiais nos declives (escarpas, taludes, aterros/desaterros, socacos)

Para o cálculo da suscetibilidade de movimentos de vertente, os fatores de predisposição foram agrupados em **7 domínios**:

- 1. Relevo/Morfologia:** declives (graus), exposição de vertentes (octantes) e unidades morfológicas, com base no índice de posição topográfica.
- 2. Geologia:** vectorização da litologia (2 folhas da *Carta Geológica de Portugal* (esc. 1:50.000); e a densidade de falhas geológicas (esc. 1:200.000) pelo método *kernel*.
- 3. Hidrologia:** linhas de água, extraídas a partir do MDT hidrológico e convertidas em formato vetorial (linhas); distância às linhas de água - euclidiana (metros); e densidade de linhas de água pelo método *kernel*; e o Inverso do Índice Topográfico de Encharcamento (*Wetness Index*).
- 4. Clima:** determinação da precipitação média anual com base nos valores de precipitação anual (normal climatológica de 1971-2000) de 22 estações meteorológicas em redor do concelho, a partir dos quais se procedeu à sua *interpolação geoestatística* com base no método IDW (*Inverse Distance Weighted*)².
- 5. Solos:** determinação da erodibilidade dos solos através da atribuição dos valores do *Fator K*, definidos pela bibliografia (em especial Pimenta, 1998, e Simões, 2013).
- 6. Uso/Ocupação do Solo:** atribuição dos valores do *Fator C* de cultura, definido pela bibliografia (Pimenta, 1998).

² Em algumas estações, observaram-se casos pontuais de ausência de dados na série temporal. Tais lacunas foram colmatadas através do “**método de ponderação regional**”. Este método consiste no preenchimento dessas falhas através de uma interpolação com base nos dados de pelo menos três estações vizinhas, que devem ser de regiões climatológicas semelhantes à da estação em estudo e o mais próximo possível da mesma.

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{M_x}{M_i} D_i$$

D_x – valor em falta a ser estimado para a estação x

D_i – valor observado na estação vizinha i no período de ocorrência da falha

M_x – valor médio da estação teste na série temporal analisada

M_i – valor médio da estação vizinha i na série temporal analisada

n – número de estações vizinhas utilizadas no cálculo

7. Influência antrópica: a distância à rede viária, calculada pela distância euclidiana (metros) à rede viária principal; e a densidade de “quebras” nos declives, pelo método *kernel*.

O passo seguinte consistiu na **atribuição de ponderações** a cada tema, ora com base em valores sugeridos em bibliografia específica, ora procedendo à divisão de classes com base na análise dos respetivos histogramas da distribuição.

Tais valores de ponderação variam entre **0 (menor suscetibilidade)** e **1 (maior suscetibilidade)**, e podem ser analisados pormenorizadamente na **Quadro 2**.

Quadro 2 – Valores de ponderação atribuídos a cada fator de predisposição à ocorrência de movimentos de vertente

FATORES	MÉTODO	CLASSES / VALORES	RECLASS.	POND.
Declives	Bibliografia (Bateira <i>et al.</i> , 2011)	< 5	N.A.	0,15
		5 – 10		0,30
		10 – 15		0,45
		15 – 20		0,6
		20 – 25		0,75
		25 – 30		1
		> 30		1
Exposição das vertentes	Bibliografia (Pereira, 2009; Vasconcelos, 2011; Faria, 2014; Martins, 2015)	Plano	N.A.	0,006
		N		0,454
		NE		0,448
		E		1,000
		SE		0,252
		S		0,222
		SW		0,196
		W		0,000
		NW		0,059
Unidades morfológicas (TPI)	Bibliografia (Weiss, 2001; Pereira, 2009; Bateira <i>et al.</i> , 2011)	Depressões ou áreas de acumulação	N.A.	0,2
		Vales abertos e planícies de inundação		0,2
		Vertentes dissecadas pela rede hidrográfica; rebordo das planícies de inundação		0,8
		Superfícies aplanadas		0,5
		Bases de vertente		1
		Topos de vertente e linhas de cumeada		1
Perfil longitudinal das vertentes	Bibliografia (Almeida <i>et al.</i> , 2019)	≤ -0,05 (convexo)	1	0,25
		-0,05 – 0,05 (retilíneo)	2	0,50
		≥ 0,05 (côncavo)	3	1
Perfil transversal das vertentes	Bibliografia (Almeida <i>et al.</i> , 2019)	≤ -0,05 (convergente)	1	1
		-0,05 – 0,05 (planar)	2	0,5
		≥ 0,05 (divergente)	3	0,25
Litologia	Bibliografia	Aluviões atuais	N.A.	0,4

	(Pereira, 2009; Bateira et al., 2011)	Areias de duna		0,4
		Areias e cascalheiras de praia e de rio		0,4
		Calhaus rolados, dispersos, de praias ou terraços desmantelados		0,4
		Conglomerados		0,4
		Conglomerados, arcoses, xistos com vegetais, etc.		0,4
		Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais		0,4
		Filões e massas de pórfiro granítico		0,4
		Formação areno-pelítica de cobertura		0,4
		Granito alcalino de grão fino		0,8
		Granito alcalino de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas (Granito do Porto ou Granito da Póvoa)		0,8
		Granito alcalino, porfiróide (Granito de Santo André)		0,8
		Grés micáceos, por vezes quartzíticos, com restos de peixes, etc.		1
		Migmatitos, gneisses, micaxistos, xistos luzentes, etc.		0,8
		Quartzitos com bilobites (Cruziana) e conglomerados intercalados		1
		Xistos argilosos, ardósíferos, com fósseis		1
		Xistos e grauvaques		1
		Xistos e grauvaques, mais ou menos metamorfizados		1
Densidade de falhas	Quebra de classes por desvio-padrão	Mínimo: 0 Máximo: 1,50	1	0,2
			2	0,4
			3	0,6
			4	0,8
			5	1
Distância às linhas de água	Quebra de classes por desvio-padrão	Mínimo: 0 Máximo: 198,05	1	0,25
			2	0,50
			3	0,75
			4	1
Densidade de drenagem	Quebra de classes por desvio-padrão	Mínimo: 0 Máximo: 4,75	1	0,2
			2	0,4
			3	0,6
			4	0,8
			5	1
Inverso do Wetness Index	Quebra de classes por quantis	Mínimo: 0 Máximo: 0,78	1	0,2
			2	0,4
			3	0,6
			4	0,8
			5	1
Precipitação média anual	Quebra de classes por desvio-padrão	Mínimo: 1165,54 Máximo: 1573,77	1	0,2
			2	0,4
			3	0,6
			4	0,8
			5	1
Fator K (métrico)	Bibliografia (Pimenta, 1998; Simões, 2013)	Arenossolos háplicos antrópicos (ou cultivados)	N.A.	0,06
		Antrossolos cumúlicos dístricos		0,35

		Cambissolos dístricos crómicos		0,31
		Cambissolos dístricos pardacentos		0,31
		Cambissolos húmico-úmbricos pardacentos		0,32
		Fluvissois dístricos grosseiros (arénicos)		0,17
		Fluvissois dístricos médios (normais)		0,38
		Leptossolos dístricos		0,31
		Regossolos dístricos normais (órticos)		0,10
		Regossolos úmbricos normais (órticos)		0,51
		Urbano		0,04
Fator C	Bibliografia (Pimenta, 1998)	Tecido edificado contínuo	N.A.	0,005
		Tecido edificado descontínuo		0,010
		Áreas de estacionamento e logradouros		0,010
		Espaços vazios sem construção		0,500
		Indústria		0,010
		Comércio		0,010
		Instalações agrícolas		0,010
		Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais		0,010
		Rede viária e espaços associados		0,010
		Terminais portuários de mar e de rio		0,010
		Marinas e docas pesca		0,010
		Aeroportos		0,010
		Pedreiras		0,500
		Aterros		0,500
		Lixeiras e Sucatas		0,100
		Áreas em construção		0,010
		Instalações desportivas		0,020
		Parques de campismo		0,020
		1Equipamentos culturais		0,010
		Cemitérios		0,010
		Outros equipamentos e instalações turísticas		0,010
		Parques e jardins		0,020
		Culturas temporárias de sequeiro e regadio		0,200
		Vinhas		0,200
		Pomares		0,050
		Mosaicos culturais e parcelares complexos		0,200
		Agricultura com espaços naturais e seminaturais		0,300
		Agricultura protegida e viveiros		0,001
		Pastagens melhoradas		0,020
		Florestas de sobreiro		0,100
		Florestas de outros carvalhos		0,100
		Florestas de castanheiro		0,100
		Florestas de eucalipto		0,200
		Florestas de espécies invasoras		0,200
		Florestas de outras folhosas		0,100

		Florestas de pinheiro bravo		0,050
		Florestas de pinheiro manso		0,050
		Matos		0,020
		Praias, dunas e areais costeiros		0,050
Distância à rede viária	Quebra de classes por desvio-padrão	Mínimo: 0 Máximo: 1097,72	1	0,25
			2	0,50
			3	0,75
			4	1
Densidade de quebras artificiais nos declives	Quebra de classes por desvio-padrão	Mínimo: 0 Máximo: 31,89	1	0,25
			2	0,50
			3	0,75
			4	1

O cálculo final da suscetibilidade fez-se através da **média ponderada** de todos os facotes de predisposição, com base nos seguintes pesos (**Quadro 3**):

Quadro 3 – Valores de ponderação, por fator, para o cálculo final da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente

DOMÍNIOS	FATORES	PONDERAÇÃO
Relevo/Morfologia	Declives	0,3
	Exposição das vertentes	0,01
	Unidades morfológicas (TPI)	0,01
	Perfil longitudinal das vertentes	0,05
	Perfil transversal das vertentes	0,05
Geologia	Litologia	0,1
	Densidade de falhas	0,005
Hidrologia	Distância às linhas de água	0,025
	Densidade de drenagem	0,04
	Inverso do <i>Wetness Index</i>	0,2
Clima	Precipitação média anual	0,05
Solos	Fator K	0,05
Uso do solo /Coberto vegetal	Fator C	0,05
Influência antrópica	Distância à rede viária	0,03
	Densidade de quebras artificiais nos declives	0,03
		1,000

As áreas de **suscetibilidade Alta e Muito Alta** constituem, assim, as “Áreas de Instabilidade de Vertentes”, integradas na Reserva Ecológica Nacional (**Mapa 1 e Mapa 2**).

Como se pode verificar, no concelho de Vila do Conde, a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente é globalmente Média (44,8%) ou mesmo Baixa/Muito Baixa (41,9%) (**Quadro 4**).

Quadro 4 – Área e proporção da área total, por classe de suscetibilidade, no concelho de Vila do Conde

SUSCETIBILIDADE	ÁREA (ha)	%
Nula/NA	175,8	1,2
Muito Baixa	1797,4	12,1
Baixa	4442,8	29,8
Média	6678,3	44,8
Alta	1722,9	11,6
Muito Alta	85,5	0,6

As freguesias com maior área de instabilidade de vertentes (suscetibilidade Alta e Muito Alta) são a UF de Fornelo e Vairão (26,8%), a UF de Bagunte, Ferreiró, Outeiro Maior e Parada (24%), e Junqueira (22,2%), com valores bastante superiores a 1,5 desvio-padrão em relação à média global do concelho ($\bar{X}=8,7\%$) (Figura 1).

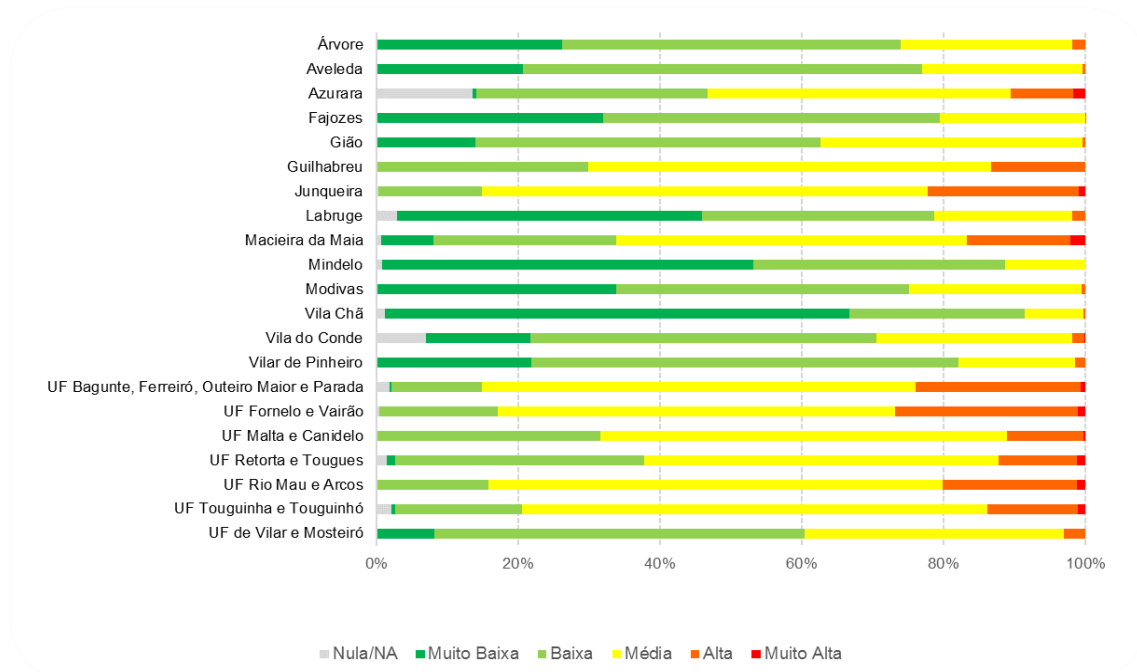


Figura 1 – Proporção da área total, por classe de suscetibilidade, nas freguesias do concelho de Vila do Conde

Apesar de ser um território com um relevo genericamente pouco acentuado, existem algumas elevações, sobretudo localizadas mais a Este e a Norte do concelho: o Monte do Mosteiro e o maciço do Socorro (na cidade), o Monte de Sant'Ana (Azurara), o Monte da Cividade (Bagunte), o Monte de Santa Eufémia (Canidelo), o Monte Marão (Fornelo), o Monte de Castro (Vairão) e o Monte Gentil (Guilhabreu). Localizam-se, em termos geomorfológicos, em níveis plio-quaternários (onde predomina já a erosão subaérea), que fazem a transição para os rebordos da plataforma litoral e para a frente atlântica das montanhas do Noroeste de Portugal. Destacam-se também os declives mais pronunciados ao longo do vale do rio Ave, e de um dos seus principais afluentes, o rio Este, na margem direita. Neste último, os maiores valores de

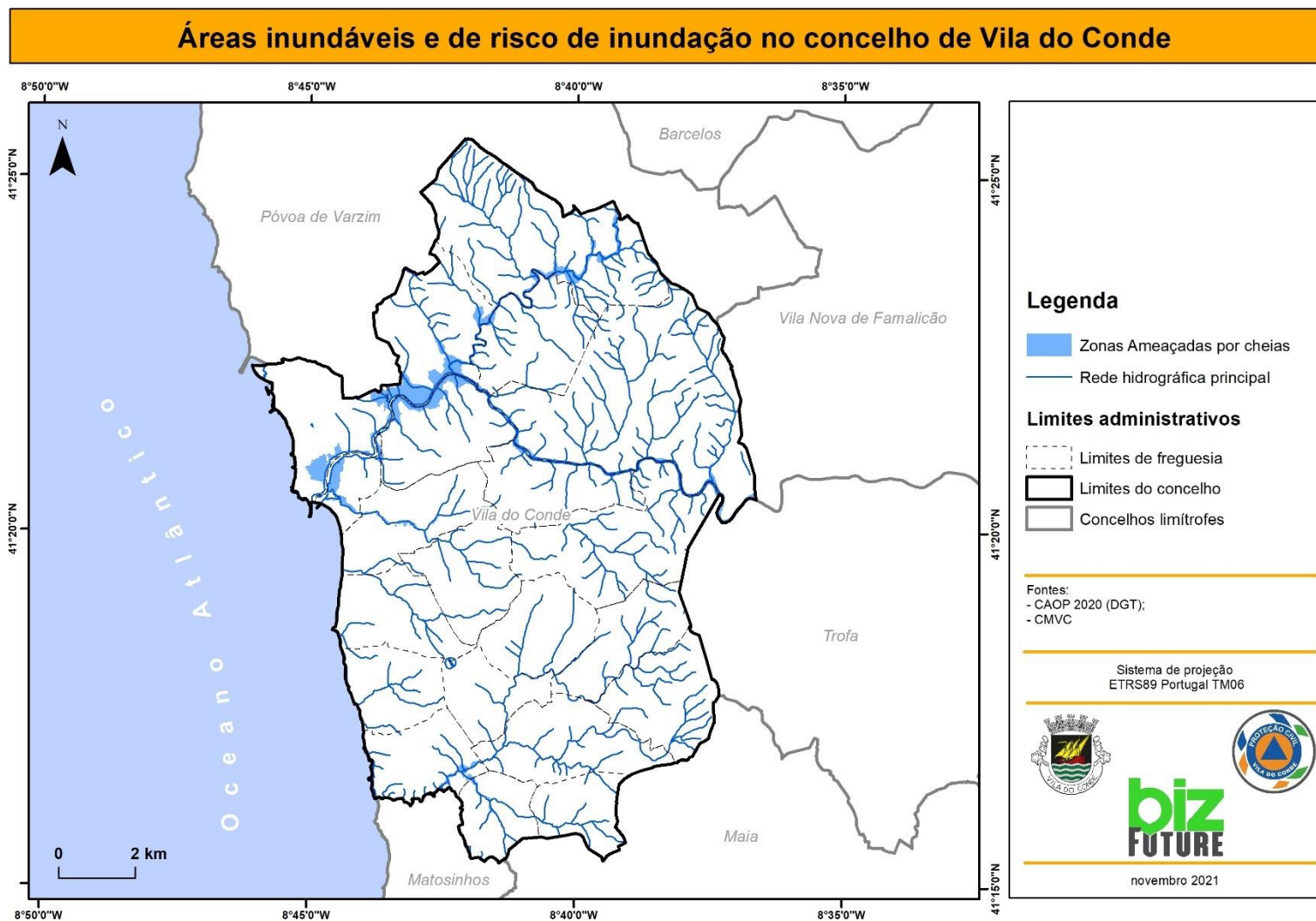
suscetibilidade a movimentos de vertente justificam-se pela sua maior *meandrização* e *encaixe* perto da sua confluência com o rio Ave, em Touguinha.



1.2.

CHEIAS E INUNDAÇÕES

Mapa 4 – Cheias e inundações no município



1.2. Cheias e inundações

As inundações são eventos hidrológicos extremos com grande impacto a nível nacional. De acordo com a base de dados mundial de catástrofes “EM-DAT”, são o segundo evento natural responsável pelo maior número de vítimas mortais e de pessoas afetadas em Portugal. É importante mencionar que os conceitos de cheia e inundação são frequentemente confundidos, quando na realidade são distintos. As cheias consistem no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito ordinário, provocando a inundação das áreas ribeirinhas. Assim, pode-se dizer que “todas as cheias provocam inundações, mas nem todas as inundações são devidas às cheias” (Ramos, 2005). As cheias podem ser classificadas como rápidas, quando associadas a episódios de precipitação intensos e de curta duração, ou lentas (progressivas), quando resultam de longos períodos chuvosos. O carácter repentino das primeiras conduz a um aumento célere do caudal dos rios, o que se reflete em episódios mais devastadores. No que concerne às inundações, de referir que estas não resultam apenas do transbordo dos rios, mas também da rutura de barragens, de episódios de galgamentos costeiros e da inundação de áreas topograficamente deprimidas em espaços urbanos (inundações urbanas) (Oliveira, 2003).

No concelho de Vila do Conde, não se registaram quaisquer eventos de cheias/inundações no Registo de Ocorrências por parte da ANPC/CDOS do Distrito do Porto, entre 2011 e 2021. No entanto, em pesquisa na Internet de notícias de tais eventos, encontraram-se algumas notícias recentes, e um artigo científico, que mencionam alguns locais de ocorrência de cheias/inundações, tanto em relação ao rio Ave, como ao rio Este. O local historicamente mais suscetível é a área ribeirinha da Praça da República, e ruas adjacentes.

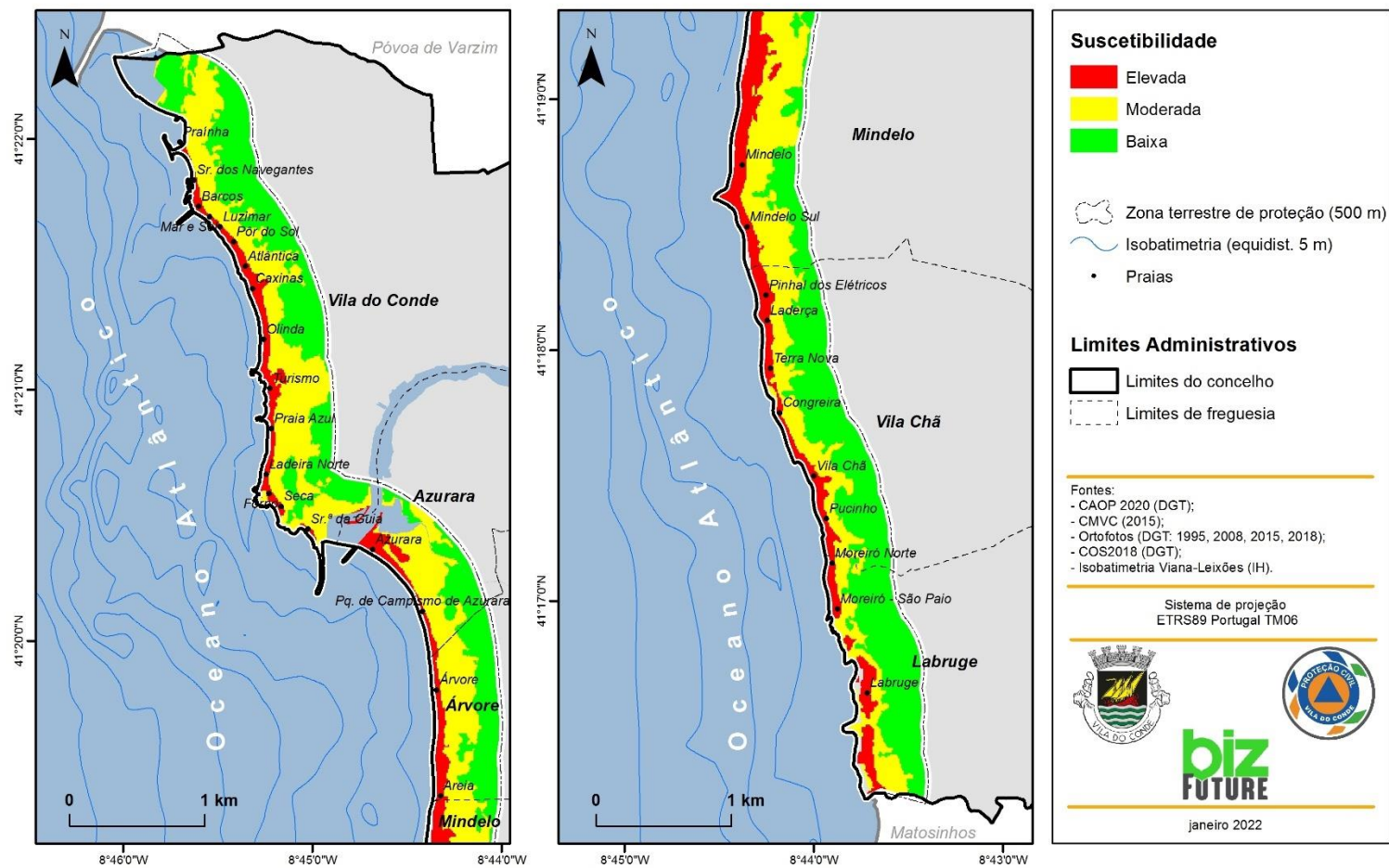
A cartografia das áreas inundáveis encontra-se em articulação com as zonas ameaçadas por cheias definidas no PDM (**Mapa 4**).

1.3.

EROSÃO COSTEIRA

Mapa 5 – Suscetibilidade à erosão costeira no município

Suscetibilidade à erosão costeira (Vila do Conde)



1.3. Erosão costeira

Segundo a APA:

A erosão costeira consiste na remoção e arrastamento dos sedimentos das praias e dunas por ação conjugada de fatores de forçamento oceanográfico (i.e. ondas, correntes e marés), traduzindo-se no recuo da linha de costa, e consequente perda de território.

A erosão costeira pode ocorrer em horizontes temporais curtos (e.g. recuo instantâneo associado a temporais), dependente da variabilidade sazonal, ou em períodos de tempo mais longos, à escala interanual ou da década.

As causas da erosão costeira são múltiplas, de origem natural ou antrópica, destacando-se a diminuição do volume de sedimentos fornecidos ao litoral, a presença de obras de engenharia costeira pesada e a subida do nível médio do mar.

Uma vez que a erosão do litoral atua somente numa faixa restrita junto ao litoral, procedeu-se à definição de uma área de estudo que compreende os critérios dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), a saber:

*Os POOC abrangem uma faixa ao longo do litoral, a qual se designa por zona terrestre de proteção, com a **largura máxima de 500 m** contados a partir do **limite das águas do mar para terra** e uma faixa marítima de proteção até à batimétrica dos 30 m, com exceção das áreas sob jurisdição portuária. (APA – POOC)*

A modelação da erosão costeira foi efetuada considerando as seguintes variáveis: evolução da linha de costa, altitude, declividade, distância à linha de costa atual, exposição face à deriva litoral e à ondulação marítima e uso do solo. A estas variáveis foram atribuídos valores de ponderação, numa escala de 0 a 1 – da menor à maior suscetibilidade à erosão costeira (**Quadro 5**).

Tendo por base o conceito de que as dinâmicas naturais do passado nos podem ajudar a prever as dinâmicas naturais que podem suceder no futuro, procedeu-se à análise da evolução da linha de costa, nas últimas décadas, a partir de Ortofotomapas digitais datadas e disponibilizadas pela DGT³. Os anos analisados foram 1995, 2008, 2015 e 2018. Após vectorização da linha de costa nestes quatro momentos, foi realizada uma interpolação geoestatística dos valores de variação, pelo método IDW, e atribuída uma ponderação. Os valores começam em 0,5, pois em toda a faixa costeira houve, nos anos analisados, variação negativa.

No caso da altitude, a atribuição das ponderações baseou-se no pressuposto de que quanto menor a altitude (em relação ao nível médio das águas do mar), maior a suscetibilidade à ação erosiva do mar. Para a declividade, assumiu-se que declives mais suaves podem ser mais suscetíveis aos avanços das ondas, mas são também aqueles onde poderá existir uma maior acumulação de sedimentos; pelo contrário, os declives mais acentuados são os mais suscetíveis à ação erosiva do mar,

³ Cf. <https://www.dgterritorio.gov.pt/cartografia/cartografia-topografica/ortofotos/ortofotos-digitais>

nomeadamente ao trabalho de sapa efetuado pelas ondas, que acentua ainda mais o declive das arribas (Araújo, 1991: 273).

Por outro lado, dois fatores determinantes, em termos oceanográficos, para compreender as dinâmicas costeiras, são a agitação marítima (ondulação) e a deriva litoral (correntes marítimas). Segundo Romão, 2014:25

A costa ocidental está exposta à ondulação gerada no Atlântico Norte e, naturalmente, a agitação marítima na costa é caracterizada por componentes de geração distante tendo, em geral, alturas e períodos superiores aos que ocorreriam por simples acção do vento local (designada por vaga). Segundo Cunha & Dinis (1998), durante a maior parte do ano, com o anticiclone próximo dos Açores, existe ondulação de NW. A menos frequente, ondulação de W e SW está associada a focos depressionários e à passagem das respectivas superfícies frontais.

Os rumos dominantes da ondulação são os seguintes:

Rumo (°)	Nº de Registos	Frequência (%)
N	154	0,47
NNW	4892	14,86
NW	14182	43,07
WNW	9199	27,94
W	2855	8,67
WSW	925	2,81
SW	483	1,47
SSW	130	0,39
S	14	0,04
NNE – SSE	94	0,29

A presença de obras de engenharia de proteção costeira transversais à linha de costa (ex. esporões ou molhes dos portos de abrigo) interrompe essa deriva, e faz com que haja uma *acrecção* (retenção) de sedimentos a barlamar desses obstáculos, e um aumento do *déficit* sedimentar a sotamar dos mesmos (intensificado pela *difração* das ondas em torno dos obstáculos). Assim, atribuíram-se os valores de ponderação para cada classe de orientação, em função da normalização das frequências da ondulação apresentadas anteriormente.

Relativamente à variável da distância à linha de costa atual, a ponderação foi definida tendo em conta que quanto menor a distância, maior a suscetibilidade à ação erosiva do mar.

Por fim, para a análise do uso e ocupação do solo e do coberto vegetal é fundamental a sua quantificação e interpretação do processo da erosão costeira por parte do mar. A presença ou não de coberto vegetal (ex. vegetação dunar), a presença de materiais geológicos e sedimentos pouco consolidados (ex. areia), o tipo de litologia (ex. rochas duras ou brandas), a maior ou menor artificialização e impermeabilização do solo, ou a presença de obras estruturais de proteção do litoral, entre outros, são, assim, fatores condicionantes da suscetibilidade a essa

erosão. Neste sentido, procedeu-se à vectorização, o mais detalhada possível, dos diferentes usos do solo da área de estudo definida, a partir do ortofotomapa mais recente (DGT, 2018) e da COS 2018, atribuindo-se, de seguida as ponderações para cada classe (**Quadro 5**).

Quadro 5 - Valores de ponderação atribuídos a cada fator de análise da erosão costeira

VARIÁVEL	CLASSES / VALORES		POND.
Evolução da linha de costa	1		1
	2		0,9
	3		0,8
	4		0,7
	5		0,6
	6		0,5
Altitude	1		1
	2		0,8
	3		0,6
	4		0,4
	5		0,2
	6		0,1
Declividade	1		1
	2		0,8
	3		0,6
	4		0,4
	5		0,2
Exposição face à deriva litoral e à ondulação marítima	Plano	1	0
	N	2	0,01
	NNE	3	0,002
	NE	4	0
	ENE	5	0
	E	6	0
	ESSE	7	0
	SE	8	0
	SSE	9	0,002
	S	10	0
	SSW	11	0,008
	SW	12	0,033
	WSW	13	0,064
	W	14	0,201
	WNW	15	0,648
	NW	16	1
	NNW	17	0,344
Distância à linha de costa atual	1		1
	2		0,9
	3		0,7
	4		0,5
	5		0,3
Uso do solo	Areal		1
	Apoios de praia e equipamentos		0,9

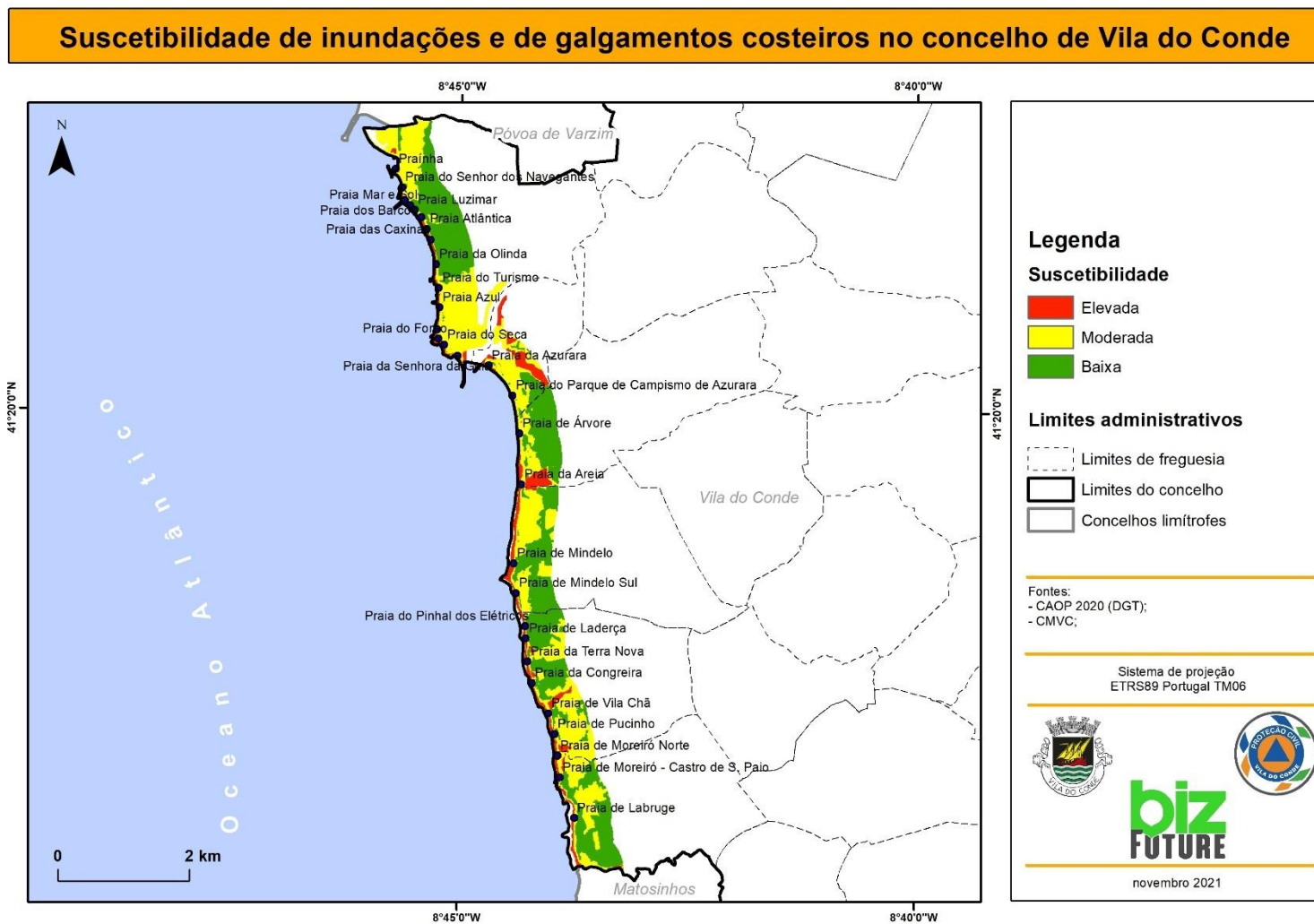
	Enrocamento	0,8
	Esporão	0,8
	Molhe de porto de abrigo	0,8
	Quebra-mar destacado	0,8
	Áreas artificializadas	0,7
	Vegetação dunar	0,6
	Matos ou vegetação rasteira	0,5
	Áreas agrícolas	0,4
	Áreas florestais	0,3
	Afloramento rochoso	0,1
	Curso de Água	0
	Oceano	0
	Porto de abrigo	0

No final, procedeu-se à média simples de todas as variáveis, resultando o **Mapa 5**. Como se pode constatar, a área de suscetibilidade elevada é maior a sotamar das obras de engenharia de proteção costeira, onde se verifica uma diminuição de sedimentos, nomeadamente, a sul da localidade de Barcos e de Azurara.

1.4.

INUNDAÇÕES E GALGAMENTOS COSTEIROS

Mapa 6 – Inundações e galgamentos costeiros no município



1.4. Inundações e galgamentos costeiros

O galgamento e inundação costeira são originados pela transposição da água do mar sobre as barreiras de proteção naturais ou artificiais e consequente submersão ocasional ou prolongada das áreas contíguas (Hermínio, 2015). Regra geral, os galgamentos costeiros que advêm das tempestades marítimas, desencadeadas por ventos fortes, localizam-se em costas baixas e arenosas, com praias estreitas. Estes eventos são condicionados pelas características da área litoral, nomeadamente da existência de dunas que são barreiras protetoras e minimizadoras dos seus efeitos. O espraiamento da água é condicionado pela malha urbana que também funciona como barreira à livre circulação da água.

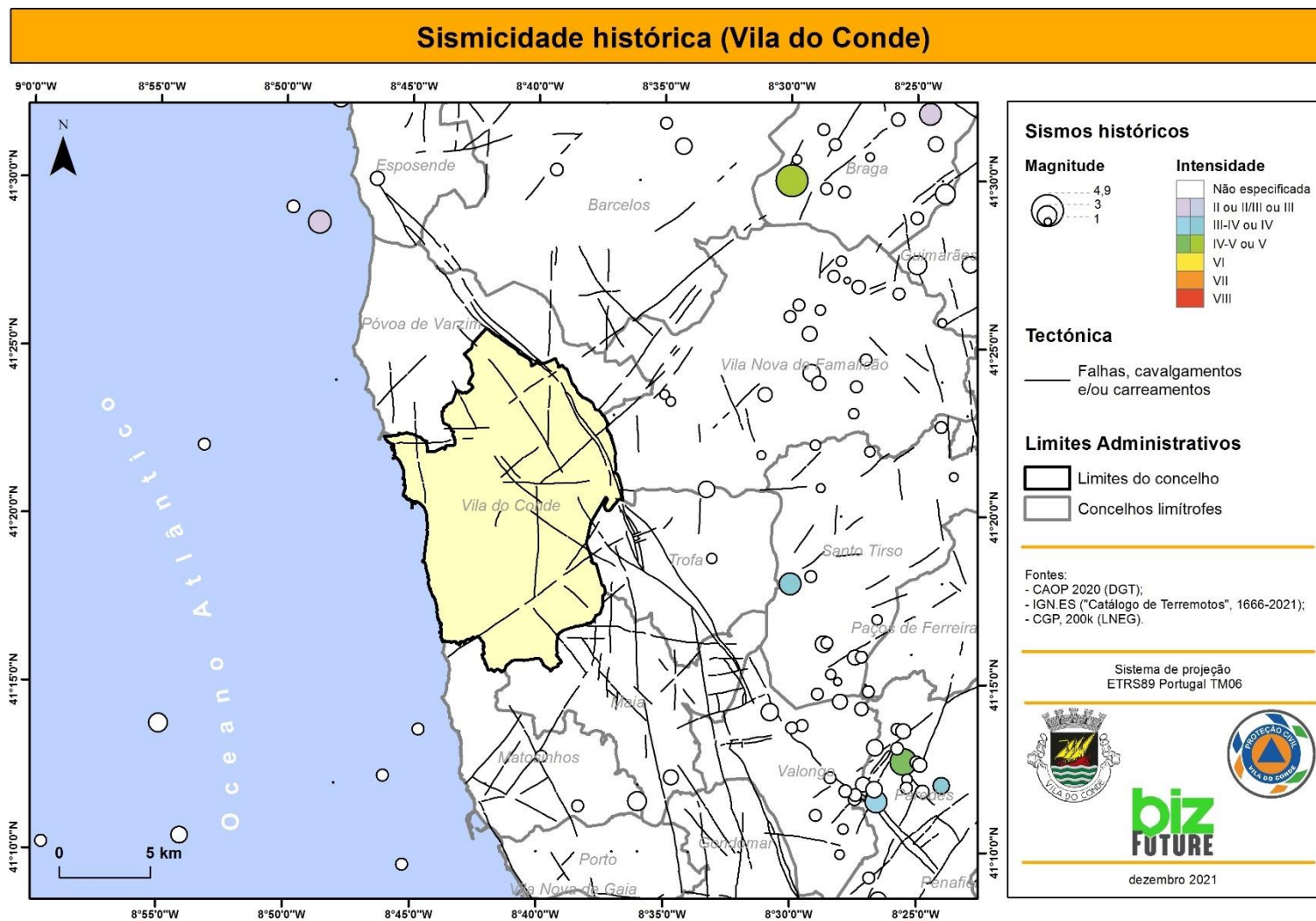
A modelação da suscetibilidade a galgamentos costeiros foi efetuada para a faixa de salvaguarda ao galgamento e inundação costeira definida no Programa para a Orla Costeira Caminha-Espinho (POC-CE). A modelação consistiu no cruzamento dos seguintes fatores com as respetivas ponderações: topografia (65%) e ocupação do solo (35%).

O resultado expresso no **Mapa 6**, evidencia a elevada suscetibilidade a inundações por galgamento costeiro, sobretudo nas praias a sul, dada a configuração morfológica do litoral. No topo do cordão dunar, onde os valores altimétricos são mais elevados, a suscetibilidade é, naturalmente, mais baixa.

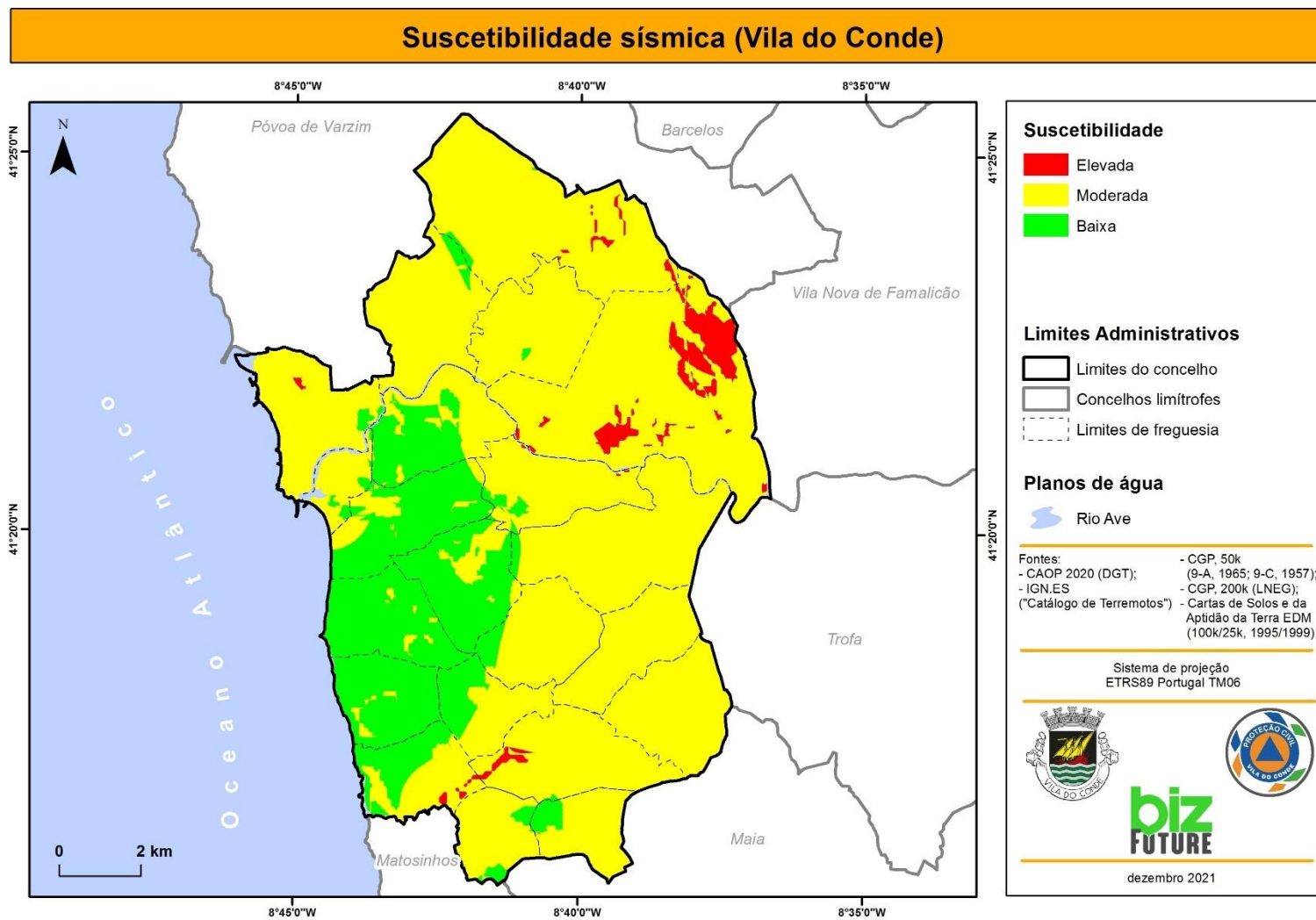
1.5.

SISMOS

Mapa 7 – Sismicidade histórica no município



Mapa 8 – Suscetibilidade sísmica no município



1.5. Sismos

A ANEPC define um sismo como um “fenómeno natural resultante de uma rutura mais ou menos violenta no interior da crosta terrestre, correspondendo à libertação súbita e inesperada de uma grande quantidade de energia, que provoca vibrações que se propagam em todas as direções a uma vasta área circundante”. A maioria dos sismos são despoletados pelo movimento de falhas geológicas que surgem quando há contacto entre diferentes placas tectónicas. Portugal situa-se num ambiente tectónico favorável à ocorrência de atividade neotectónica e sísmica, dada a sua posição numa zona de fronteira de placas tectónicas (Cabral, 1993).

A determinação da suscetibilidade sísmica no concelho de Vila do Conde baseou-se na conjugação de variáveis como a **densidade de sismos, a intensidade sísmica e a magnitude sísmica, as falhas geológicas (distância e densidade), a litologia e os solos**.

No que diz respeito ao histórico de sismos no concelho de Vila do Conde, verificou-se que não existem registos de eventos por parte da ANEPC/CDOS do Distrito do Porto, entre 2011 e 2021. Assim, no sentido de se obter a localização georreferenciada do histórico de sismos na região, recorreu-se ao “Catálogo de terremotos”, no website do Instituto Geográfico Nacional de Espanha <<https://www.ign.es/web/ign/portal/sis-catalogo-terremotos>> (**Mapa 6**). A tabela de atributos dos sismos inclui os seguintes campos: data (a mais antiga da seleção é de 1666), hora, local, profundidade (km), intensidade e magnitude.

Com esta informação, procedeu-se ao cálculo da **densidade de sismos** utilizando o método de *Kernel Density* e, posteriormente, à ponderação dos valores, numa escala de 0 (menor probabilidade) a 1 (maior probabilidade).

A **intensidade sísmica** é a medida da severidade dos efeitos provocados por um sismo num determinado local e é expressa num número que representa um padrão teórico de efeitos sobre as pessoas, objetos, edifícios e meio ambiente. Existe uma variedade de escalas macrossísmicas, e normalmente têm 12 graus de intensidade. A escala mais conhecida é a de Mercalli, mas atualmente a Escala Macrossísmica Europeia (1998) está a impor-se como a mais extensivamente utilizada. Na prática são mais utilizados os graus de intensidade entre 3 e 10. Tipicamente os restantes graus são pouco utilizados (IPMA). De acordo com a carta de sismicidade histórica (isossistas de intensidades máximas), o município de Vila do Conde apresenta um grau de intensidade sísmica de VI (bastante forte) na escala de Mercalli. Segundo o IPMA, um sismo com esta intensidade é sentido por todos e provoca queda de objetos, movimentação de mobílias, fendas em estuques mais fracos e alvenarias do tipo D, bem como agitação de árvores. A partir dos sismos registados com indicação dos valores de intensidade, fez-se a sua interpolação geoestatística, pelo método IDW.

Quanto à **magnitude** de um sismo, expressa a quantidade de energia libertada num evento no hipocentro. Existe uma enorme variedade de técnicas de cálculo da magnitude, mas a mais

conhecida é a *Magnitude Local de Richter* (ML). Esta escala funcionou como um padrão de aferição. A variedade de escalas de magnitude expressa diferentes premissas utilizadas na sua conceção. É devido a este longo processo de evolução das escalas de magnitude que, para cada sismo, são reportados valores que não são absolutamente iguais entre si mas que, em geral, não diferem muito (**Quadro 6**). Também no caso da magnitude foi efetuada a interpolação estatística pelo método IDW.

Quadro 6 – Escala de magnitude de Richter e efeitos.

Descrição	Magnitude	Efeitos	Frequência
Microssismos	< 2,0	Microssismos não perceptíveis pelos humanos	~8 000 por dia
Muito pequeno	2,0-2,9	Geralmente não sentido, apenas detetado/registado por sismógrafos	~1 000 por dia
Pequeno	3,0-3,9	Frequentemente sentido, mas raramente causa danos	~49 000 por ano
Ligeiro	4,0-4,9	Tremor notório de objetos no interior de habitações, ruídos de choque entre objetos. Sismo significativo, mas com danos importantes improváveis	~6 200 por ano
Moderado	5,0-5,9	Pode causar danos importantes em edifícios mal concebidos e em zonas restritas. Provoca apenas danos ligeiros em edifícios bem construídos.	~800 por ano
Forte	6,0-6,9	Pode ser destruidor em áreas habitadas num raio de até 160 km em torno do epicentro	~120 000 por ano
Grande	7,0-7,9	Pode provocar danos graves em zonas vastas	~18 por ano
Importante	8,0-8,9	Pode causar danos sérios num raio de várias centenas de km em torno do epicentro	~1 por ano
Excepcional	9,0-9,9	Devasta zonas num raio de milhares de km em torno do epicentro	1 em cada 20 anos
Extremo	>10,0	Desconhecido. Na histórica conhecida nunca foi registado um sismo desta magnitude	Extremamente raro (desconhecido)

A sismicidade de um território relaciona-se, em grande medida, com a *tectónica de placas*: não só com as movimentações existentes nos limites das placas, mas também com a presença de falhas e fraturas geológicas existentes no interior das mesmas. Assim, uma região é tanto mais suscetível à ocorrência de sismos quanto maior a *densidade* dessas falhas, e menor a *distância* em relação a elas. As **falhas geológicas** foram obtidas a partir da *Carta Geológica de Portugal* (esc. 1:200.000). Nesta análise, calculou-se a **distância às falhas** – distância euclidiana -, e a **densidade de falhas** pelo método de *Kernel Density*. Os valores de ambas as variáveis foram ponderados numa escala de 0 (menor suscetibilidade) a 1 (maior suscetibilidade).

O tipo **rochas ou substrato geológico** condiciona vários comportamentos sismológicos, nomeadamente a velocidade de propagação das ondas sísmicas. Assim, tendo em consideração os resultados de ensaios laboratoriais no âmbito da geofísica (cf. Kearey *et al.*, 2002; Pinto, 2018) atribuíram-se os respetivos valores médios de velocidade/aceleração das diferentes litologias existentes no território:

Litologia	Tipo	Valores de referência v_p (kms ⁻¹)	Valor máximo v_p (kms ⁻¹)
Aluviões atuais	Rochas sedimentares detríticas	1,0 – 2,5	2,5
Areias de duna	Rochas sedimentares detríticas	0,2 – 1,0	1,0
Areias e cascalheiras de praia e de rio	Rochas sedimentares detríticas	1,5 – 2,0	2,0
Calhaus rolados, dispersos, de praias ou terraços desmantelados	Rochas sedimentares detríticas	1,5 – 2,0	2,0
Conglomerados	Rochas sedimentares detríticas	1,5 – 2,0	2,0
Conglomerados, arcoses, xistos com vegetais, etc.	Rochas sedimentares detríticas	1,5 – 2,0	2,0
Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais	Rochas sedimentares detríticas	1,5 – 2,0	2,0
Filões e massas de pórfiro granítico	Rochas ígneas/eruptivas (granitóides)	5,5 – 6,0	6,0
Formação areno-pelítica de cobertura	Rochas sedimentares detríticas	1,5 – 2,0	2,0
Granito alcalino de grão fino	Rochas ígneas/eruptivas (granitóides)	5,5 – 6,0	6,0
Granito alcalino de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas (Granito do Porto ou Granito da Póvoa)	Rochas ígneas/eruptivas (granitóides)	5,5 – 6,0	6,0
Granito alcalino, porfiróide (Granito de Santo André)	Rochas ígneas/eruptivas (granitóides)	5,5 – 6,0	6,0
Grés micáceos, por vezes quartzíticos, com restos de peixes, etc.	Rochas sedimentares siliciosas	2,0 – 6,0	6,0
Migmatitos, gneisses, micaxistos, xistos luzentes, etc.	Rochas metamórficas massivas	7,5 – 8,5	8,5
Quartzitos com bilobites (Cruziana) e conglomerados intercalados	Rochas sedimentares e metassedimentares	5,5 – 6,0	6,0
Xistos argilosos, ardósiferos, com fósseis	Rochas metamórficas xistosas	3,6 – 4,9	4,9
Xistos e grauvaques	Rochas metamórficas xistosas	3,6 – 4,9	4,9
Xistos e grauvaques, mais ou menos metamorfizados	Rochas metamórficas xistosas	3,6 – 4,9	4,9

Por fim, é geralmente aceite que a magnitude de um sismo, a distância do hipocentro e as condições locais de subsuperfície são os três principais fatores que afetam a intensidade sísmica num dado local. Quanto maior a magnitude, ou menor a distância do foco do terremoto, mais forte é a intensidade sísmica.

Além disso, o nível de intensidade de agitação na rocha é geralmente diferente daquele registado na superfície do solo ou em qualquer profundidade abaixo da superfície do solo. As condições locais de subsuperfície por si só podem amplificar e atenuar as forças sísmicas. Durante pequenos sismos e microtremores, as acelerações da superfície do solo em depósitos de solo, especialmente em camadas de argila compressível macia e depósitos aluviais, são geralmente maiores do que aquelas que ocorrem na rocha. No entanto, conforme as magnitudes dos sismos

se tornam maiores, as acelerações horizontais em locais de solo podem ser iguais ou menores do que em locais de rocha.

Assim, à suscetibilidade sísmica, existe também associada a suscetibilidade de liquefação do solo. A propagação das ondas sísmicas em material saturado desloca o peso das partículas, aumentando a pressão da água intersticial e diminuindo as tensões intergranulares e a resistência.

A liquefação dos solos induzida pela atividade sísmica ocorre particularmente em solos granulares finos (areias, siltes e argilas), incoerentes e saturados. O processo é dependente da existência de um depósito arenoso ou silteoso, da presença de um aquífero a pouca distância da superfície, e da ocorrência de um sismo. Mas também depende das características do solo (compacidade, granulometria, grau de saturação, cimentação, plasticidade, etc.) e das características da própria ação sísmica.

Como consequência da liquefação do solo, destacam-se a perda da capacidade resistente das fundações, acompanhada de assentamentos diferenciais capazes de induzir o derrubamento/colapso ou o afundamento de estruturas, a impulsão, a flutuação e a instabilidade das vertentes.

Em geral, os solos mais suscetíveis à liquefação são as areias finas ou médias e os siltes, no estado solto ou pouco compacto, com uma pequena percentagem de partículas finas, saturados e sem qualquer elemento ligante. As vibrações do solo levam frequentemente à consolidação de solos arenosos; já as areias saturadas e pouco compactadas, assim como solos lodosos (silte) tendem a liquefazer-se. Os solos argilosos não sofrem liquefação quando sujeitos à atividade sísmica. No entanto, podem desenvolver-se grandes deformações sob ciclos repetidos ondas sísmicas, embora a força de pico seja aproximadamente a mesma. Tais deformações podem chegar a um ponto em que, para todos os efeitos, o solo fracassa e cede.

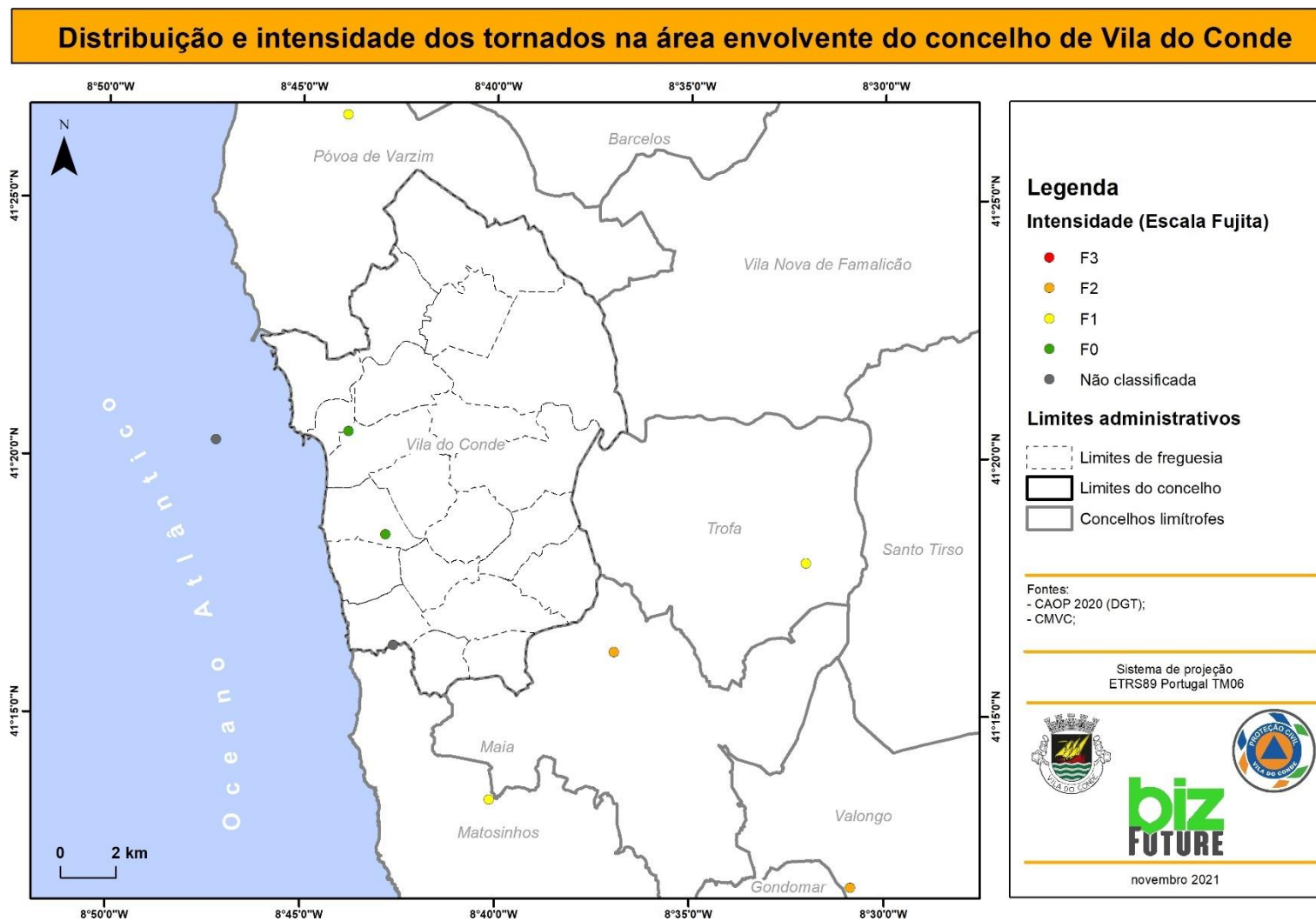
Destacam-se, assim, as formações geológicas/pedológicas modernas e Quaternárias, e de ambientes fluviais. e, por isso, atribuíram-se maiores pesos a solos com maior teor em areia (arenossolos) e de argila/silte (fluviissolos).

O **Mapa 7** resultou da média simples das variáveis supramencionadas – reclassificadas de 1 a 5. Como se pode observar, a suscetibilidade é mais baixa onde não existem planos de falhas e mais elevada, onde se verifica maior densidade de falhas, nomeadamente a nordeste.

1.6.

VENTOS FORTES E CICLONES/TORNADOS

Mapa 9 – Distribuição e intensidade dos tornados ocorridos no município de Vila do Conde e na área envolvente



1.6. Ventos fortes e ciclones/tornados

Os ventos são considerados fortes quando a sua velocidade é capaz de provocar danos e perturbar o normal funcionamento das atividades da população. Segundo o Instituto Português do Mar e da Atmosfera, existem três níveis de avisos meteorológicos, consoante o intervalo de velocidade média e máxima do vento (**quadro 7**).

Quadro 7 – Níveis de avisos meteorológicos para ventos fortes.

Aviso Meteorológico	Velocidade média (km/h)	Rajada máxima (km/h)
Amarelo	50 - 70	70 - 90
Laranja	70 - 90	90 – 130
Vermelho	>90	>130

Quanto aos ciclones, também designados por depressões, correspondem a áreas de pressão baixa em torno das quais o vento sopra no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, no caso do hemisfério norte. Os ciclones podem ser tropicais, como por exemplo os furacões, ou extratropicais que, embora menos violentos do que os anteriores, prolongam-se no tempo e ocorrem mais frequentemente, sobretudo no hemisfério norte, afetando o estado do tempo em áreas extensas. São fenómenos muito pouco frequentes em Portugal Continental, mas, quando ocorrem, acarretam avultados danos materiais e para a vida humana. O ciclone mais violento de que há registos meteorológicos em Portugal Continental ocorreu a 15 de fevereiro de 1941, tendo provocado um elevado número de vítimas mortais, milhares de quedas de árvores, inúmeras estradas intransitáveis, casas destelhadas, povoações isoladas e destruição/quebra da rede elétrica e das ligações telefónicas. As rajadas atingiram um máximo de 150 km/h em Portimão/Tavira, e um mínimo de 127 km/h em Lisboa (Nunes *et al.*, 2011). Refira-se ainda o recente Furacão Leslie, em 2018, um ciclone tropical atlântico que atingiu o território nacional já como depressão pós-tropical, com ventos bastante intensos, e que colocou 13 distritos sob aviso vermelho, entre os quais o Porto. Os furacões são classificados globalmente, inclusivamente pela ANEPC, pela escala de Saffir-Simpson, que se divide em 5 graus de intensidade crescente (**quadro 8**).

Quadro 8 – Caracterização do grau de intensidade-efeito de furacões de acordo com a escala de Saffir-Simpson

Categoria	Efeito	Velocidade (km/h)	Consequências
1	Mínimo	118-152	Raízes de árvores abaladas, ramos partidos e queda das mais expostas. Alguns danos em sinalizações públicas e em casas móveis (ou pré-fabricadas). Pequenas inundações das estradas costeiras e danos menores nos cais e paredões costeiros.

2	Moderado	152-176	Árvores tombadas ou partidas. Alguns vidros de janelas partidos; veículos deslocados para fora de rota; desprendimento ou descasque da superfície de coberturas e anexos, mas sem danos maiores nas construções principais. Corte de estradas por risco de inundação ainda antes da chegada do centro do furacão. Evacuação dos residentes em zonas costeiras.
3	Significativo	176-208	Cheias severas nas zonas costeiras. Árvores arrancadas pela raiz. Alguns danos estruturais em edifícios pequenos, principalmente nas zonas costeiras pelo arrastamento de detritos e pelo impacto das ondas. Estradas costeiras inundadas cerca de 5 horas antes da chegada do centro do furacão. Evacuação de residentes até vários quarteirões para o interior.
4	Extremo	208-248	Destruição e arrasto de árvores, sinalizações públicas, postes e outro tipo de objetos. Destruição de casas móveis (ou pré-fabricadas) e danos consideráveis nos telhados, vidros e portas dos edifícios mais sólidos. Erosão extensiva das praias. Evacuação dos residentes até cerca de 3 km da costa.
5	Catastrófico	>248	Os residentes até cerca de 16 km da costa podem ser evacuados. Destruição de janelas e portas e colapso completo de alguns edifícios.

Tendo em consideração o processo de formação e de evolução lenta dos ciclones violentos, é possível aos meteorologistas prever com alguma antecedência a sua rota, intensidade e tempo de chegada, podendo assim emitir avisos de alerta aos agentes de proteção civil e à população, em tempo útil.

Relativamente aos tornados, refira-se que estes são fenómenos meteorológicos que se caracterizam por uma coluna de ar em rotação que está em contacto com a superfície terrestre e com cumulonimbus – nuvens de grande desenvolvimento vertical que podem dar origem a eventos meteorológicos extremos (Leitão, P. & Pinto, P., 2020). A imprevisibilidade que caracteriza o comportamento dos tornados impossibilita o alerta atempado, e, assim, que os danos causados por estes eventos sejam extremamente graves.

A escala mais utilizada internacionalmente para determinar a intensidade dos tornados é a escala Fujita, que se divide em seis categorias crescentes de acordo com os danos provocados (**quadro 9**).

Quadro 9 - Grau de intensidade dos tornados de acordo com a escala Fujita

Classificação	Velocidade (km/h)	Consequências
F0	Até 110	Danos fracos. Ramos partidos, sinais de trânsito destruídos.
F1	111 - 180	Telhas arrancadas, casas móveis puxadas do seu alicerce ou viradas, automóveis atirados para fora da estrada, garagens podem ser parcialmente destruídas.
F2	181 - 250	Danos consideráveis. Telhados parcialmente destruídos, casas móveis destruídas, árvores largas arrancadas, pequenos objetos projetados.
F3	251 - 330	Telhados e paredes arrancados de casas, comboios tirados fora dos carris e virados, árvores projetadas.
F4	331 - 420	Casas bem construídas são destruídas, estruturas com fundações fracas são projetadas a grandes distâncias, carros e grande objetos projetados a grande velocidade.
F5	421 - 510	Casas fortes levantadas do seu alicerce e levadas a distâncias consideráveis e completamente destruídas, automóveis pesados atirados como mísseis e levantados no ar pelo menos a uma altura de 100 m, árvores destroçadas, estruturas em aço reforçado ficam ferozmente destruídas.
F6	511 - 610	Estes ventos são muito raros e os estragos não são conhecidos.

O **Mapa 8** apresenta a localização e intensidade, em consonância com a escala de Fujita, dos tornados que ocorreram em Portugal Continental; informação proveniente de uma base de dados com registos até 2020 (Leitão & Pinto, 2020). Como se pode observar, foram registados dois tornados de intensidade F0 no município, mais concretamente nas freguesias de Árvore e de Mindelo. Nos eventos desta intensidade, o vento pode atingir os 110 km/h mas os danos são reduzidos. Muito próximo dos limites do concelho, também é possível verificar a ocorrência de um tornado de intensidade F2 (na Maia), e três de intensidade F1.

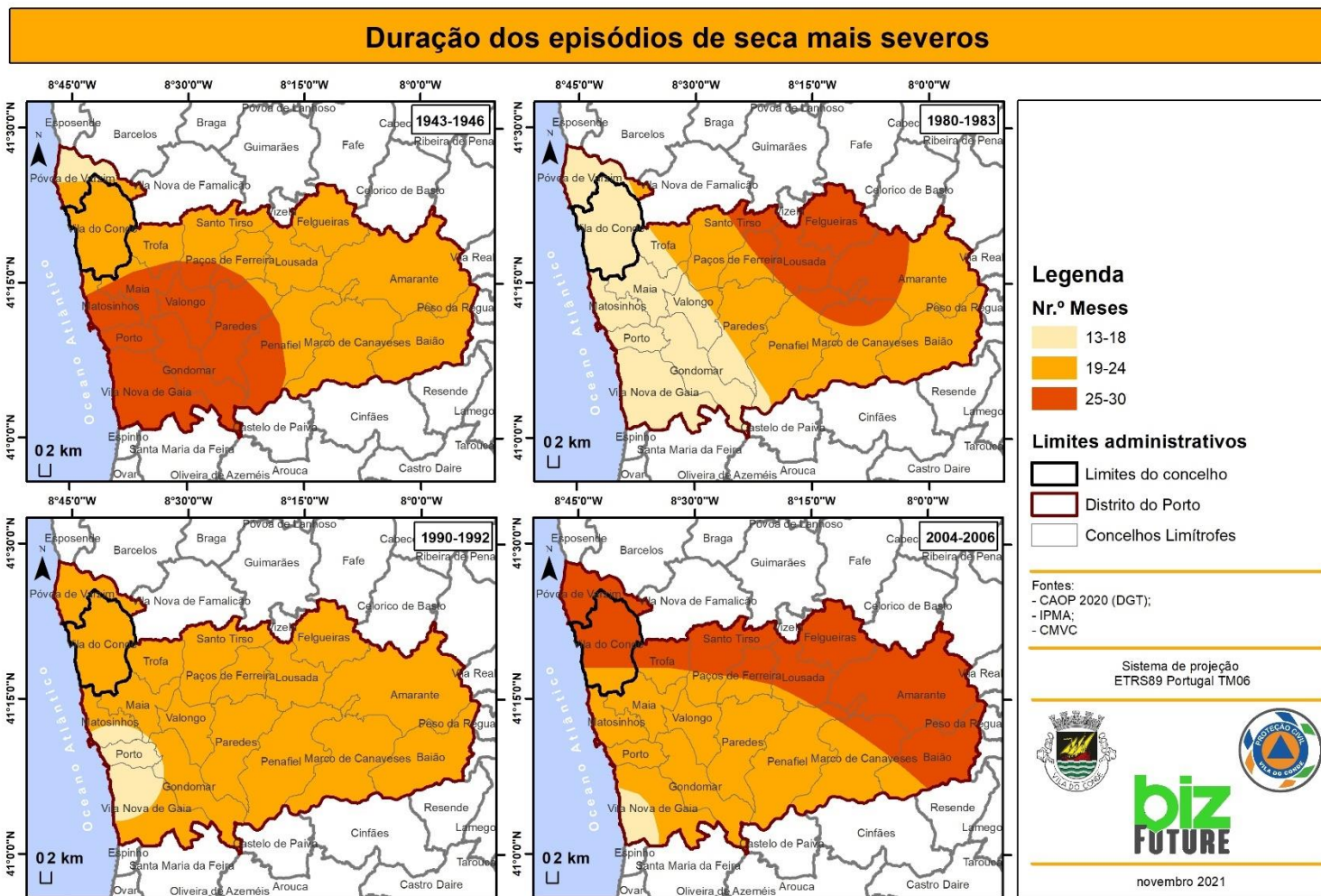
Segundo a base de dados criada por Leitão & Pinto (2020), os tornados registados ocorreram sobretudo nos meses de outubro a abril.

Os ciclones e os tornados podem ocorrer em qualquer parte do município de Vila do Conde e acarretar diversos estragos, consoante o grau de intensidade. Como referido anteriormente, os ciclones podem ser previstos com alguma antecedência, possibilitando aos agentes de proteção antecipar algumas medidas de proteção e de prevenção. Os tornados são, neste âmbito, mais problemáticos, já que são fenómenos que ocorrem de forma súbita e imprevisível.

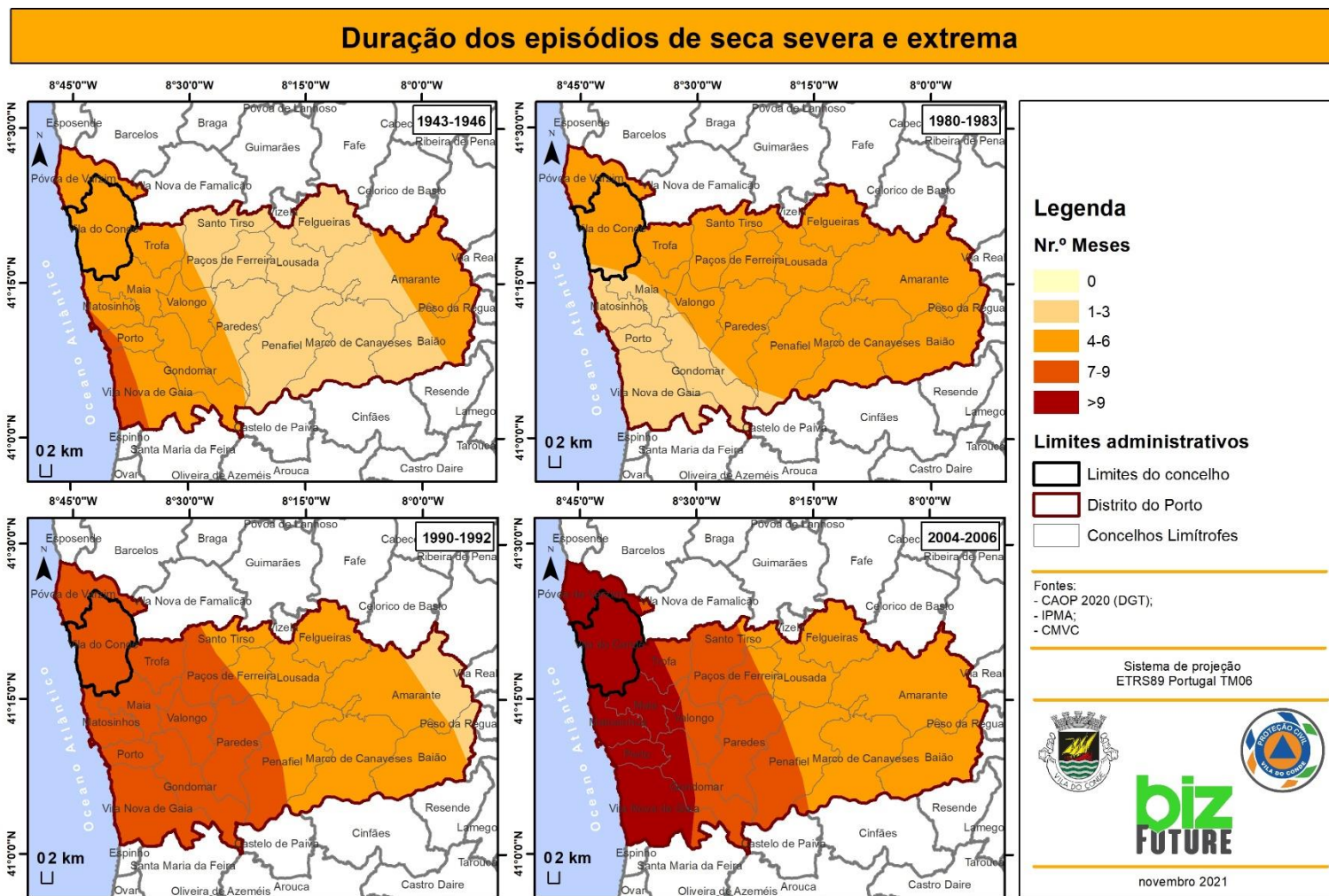
1.7.

SECAS

Mapa 10 – Duração dos episódios de secas mais severas no município



Mapa 11 - Duração dos episódios de secas severas e extremas no município



1.7. Secas

As situações de seca são o resultado de longos períodos de ausência ou escassez de precipitação que conduzem a um desequilíbrio hidrológico grave, visível nos caudais dos rios, no nível das albufeiras e lagos, na quantidade de água no solo e nos aquíferos. Assumem-se como o desastre natural de origem meteorológica e climatológica mais complexo, duradouro, e que afeta o maior número de pessoas, tendo a particularidade de, ao contrário de outros fenómenos, os seus efeitos não serem imediatos, mas sim prolongados no tempo. Emergem, todos os anos, em diversas regiões do mundo, tendo muitas vezes consequências devastadoras para os países afetados, nomeadamente ao nível da atividade agropecuária e dos recursos hídricos, afetando consequentemente o normal funcionamento das sociedades e o bem-estar das populações. Neste contexto, o estudo das secas revela-se crucial para que possam ser minimizados os seus efeitos negativos, refletidos em setores diversos como a atividade agrícola, industrial e também no dia a dia da sociedade urbana.

O IPMA monitoriza as situações de seca meteorológica que ocorrem em Portugal com base em dados de temperatura e precipitação, indicando mensalmente o grau de severidade e projetando a sua evolução através de cenários baseados em probabilidades de ocorrência de precipitação a médio prazo. Esta monitorização é efetuada através do índice de seca PDSI (Palmer Drought Severity Index) e do índice SPI (Standardized Precipitation Index).

Neste sentido, a representação da duração dos episódios de seca e da sua extensão temporal nas classes de seca severa e extrema, baseou-se na recolha de dados sobre as grandes secas ocorridas no país, nomeadamente através da informação disponibilizada pelo IPMA e em outras publicações científicas e relatórios. Desta análise, identificaram-se os seguintes períodos de seca com maior severidade em Portugal Continental: 1943/46, 1980/83, 1990/93 e 2004/06.

Analisando estes episódios de seca no município de Vila do Conde, ao nível da sua duração, verifica-se que este território esteve em seca durante, no mínimo, 13 meses consecutivos (**mapa 9**). O momento mais crítico foi registado em 2004-2006, com uma duração de 25 a 30 meses em praticamente todo o território municipal, com exceção do setor sul, no qual a seca se prolongou entre 19 e 24 meses. De acordo com o IPMA, este foi o período que registou os valores mais baixos de precipitação num intervalo temporal de análise de 75 anos – entre 1930 e 2005 -, apresentando uma situação de seca severa e extrema. Salientar que, em 30 de setembro de 2005 a área afetada nestas classes de severidade, era a mais grave dos últimos 60 anos (IPMA, 2005). A seca de 1980-1983 foi a que apresentou uma duração menor no litoral – entre 13 e 18 meses.

Para cada um dos episódios de seca anteriormente descritos, foi também representado o número de meses consecutivos em seca severa e extrema. Neste âmbito, foi possível verificar que, no município de Vila do Conde, a intensidade foi maior no evento mais recente – 2004/2006 (**mapa 10**). Neste período, a seca severa e extrema foi mais prolongada no litoral do distrito do Porto,

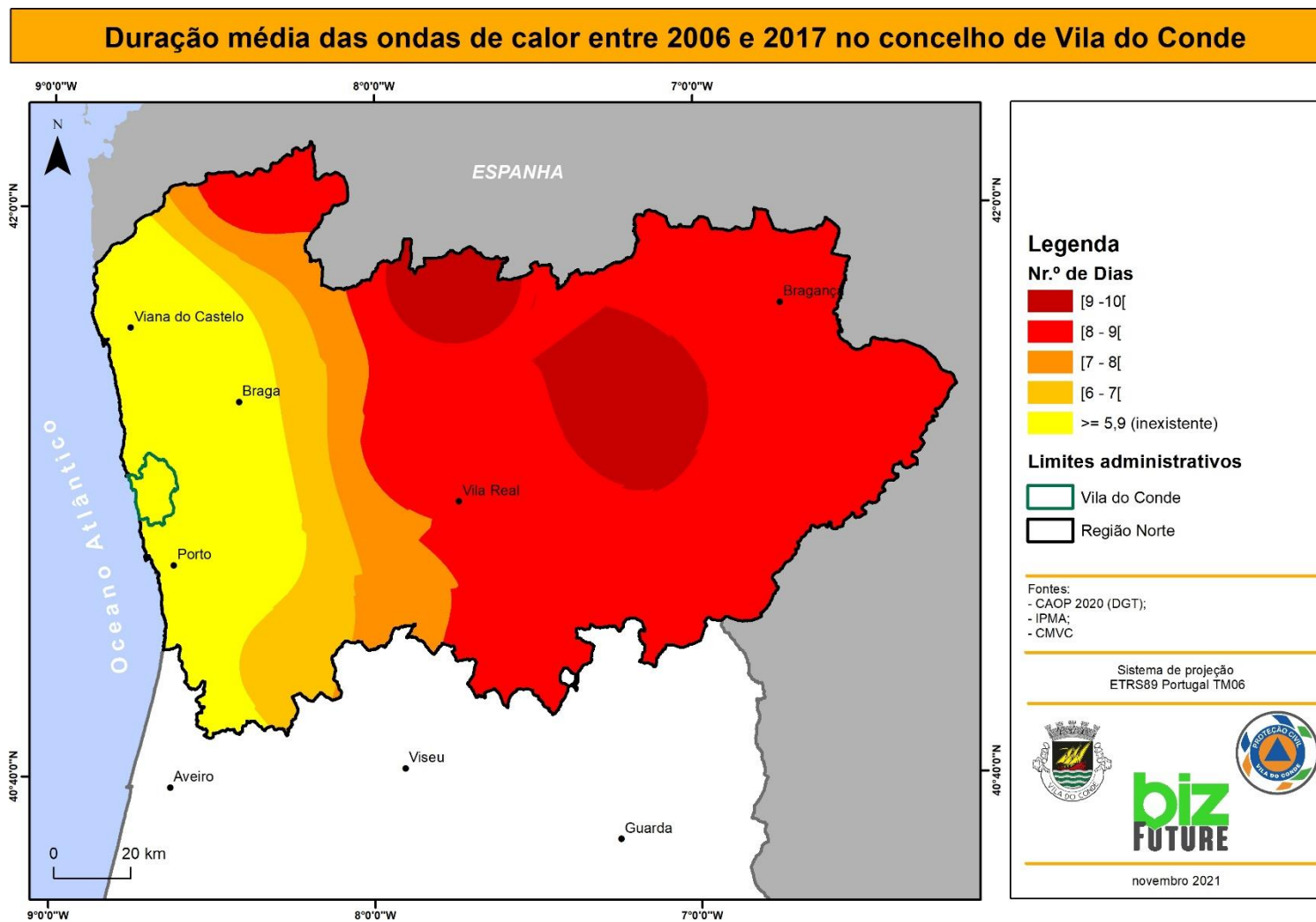
prolongando-se durante mais do que 9 meses. No que diz respeito à seca de 1943-1946 e de 1980-1983, esta foi de intensidade severa e extrema durante 4 a 6 meses. Quanto à seca de 1990-1992, pode constatar-se que, à semelhança do que foi registado em todo o litoral, prolongou-se entre 7 a 9 meses.



1.8.

ONDAS DE CALOR

Mapa 12 – Duração média das ondas de calor no município



1.8. Ondas de Calor

A temperatura do ar é dos elementos climáticos que mais condiciona as atividades humanas e os processos biológicos ao nível do conforto e saúde, constituindo as ondas de calor um paroxismo térmico que origina um aumento da mortalidade de acordo com a vulnerabilidade da população exposta, bem como da duração, intensidade e frequência da onda de calor.

Ora, de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), define-se onda de calor como um período de seis dias consecutivos cuja temperatura máxima é superior em 5°C ao valor médio no período de referência. No entanto, importa aqui ressaltar que as ondas de calor estão mais relacionadas com o estudo da variabilidade climática e não tanto com os impactos de temperaturas extremas, que possam ocorrer num período de tempo mais curto, na saúde pública. O Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) utiliza esta definição para classificar estes eventos em Portugal.

A OMS recomenda ainda que a caracterização destes eventos deve contemplar a análise da sua magnitude (com base em variáveis como a temperatura, humidade e velocidade do vento), duração, intensidade (magnitude e persistência) e extensão (Nunes, 2017).

Ainda assim, a temperatura é a principal variável a ter em conta aquando da definição de níveis de alerta. A Direção Geral da Saúde (DGS) define três níveis:

Quadro 10 – Níveis de alerta da DGS para as ondas de calor

Níveis	Limiares de T°C
0	Quando não se verificam os limiares definidos para o alerta amarelo
1	Quando ocorre um dia com temperaturas máximas iguais ou superiores a 32°C e em que estão previstos mais dois dias com T°C iguais ou superiores a 32°C.
2	Quando ocorrem três dias com temperaturas máximas iguais ou superiores a 35°C e em que estão previstos mais dois dias com T°C iguais ou superiores a 35°C.

Embora possam ocorrer ondas de calor em qualquer época do ano, é essencialmente em junho, julho e agosto que estas se manifestam com maior frequência e intensidade, associadas, na sua maioria, a circulações anticiclónicas com circulação do ar de sul e de este. As ondas de calor resultam, principalmente, da instalação de massas de ar muito quentes e secas oriundas do norte de África e/ou da Europa Oriental, ou de massas de ar quentes e húmidas transportadas de sudoeste.

O padrão de distribuição territorial das ondas de calor foi analisado à escala da região de norte, com base nos registos das principais ondas de calor que ocorreram no período entre 2006 e 2017, de acordo com os dados do IPMA e de publicações científicas. Após recolha dos dados das estações meteorológicas mais próximas, iniciou-se uma análise geoestatística, com recurso a um interpolador do tipo IDW (Inverse Distance Weighted), para efetuar a análise espacial das

principais ondas de calor. Por fim, calculou-se a média de dias de ondas de calor identificadas, por estação meteorológica e, através do método IDW, procedeu-se à sua distribuição espacial.

Analisando os resultados do **mapa 12**, verifica-se que a duração das ondas de calor na região de norte, em número médio de dias, aumenta de oeste para este. Neste sentido, o município de Vila do Conde é um dos menos assolados por estes episódios, com uma duração média abaixo dos 6 dias (inexistente).

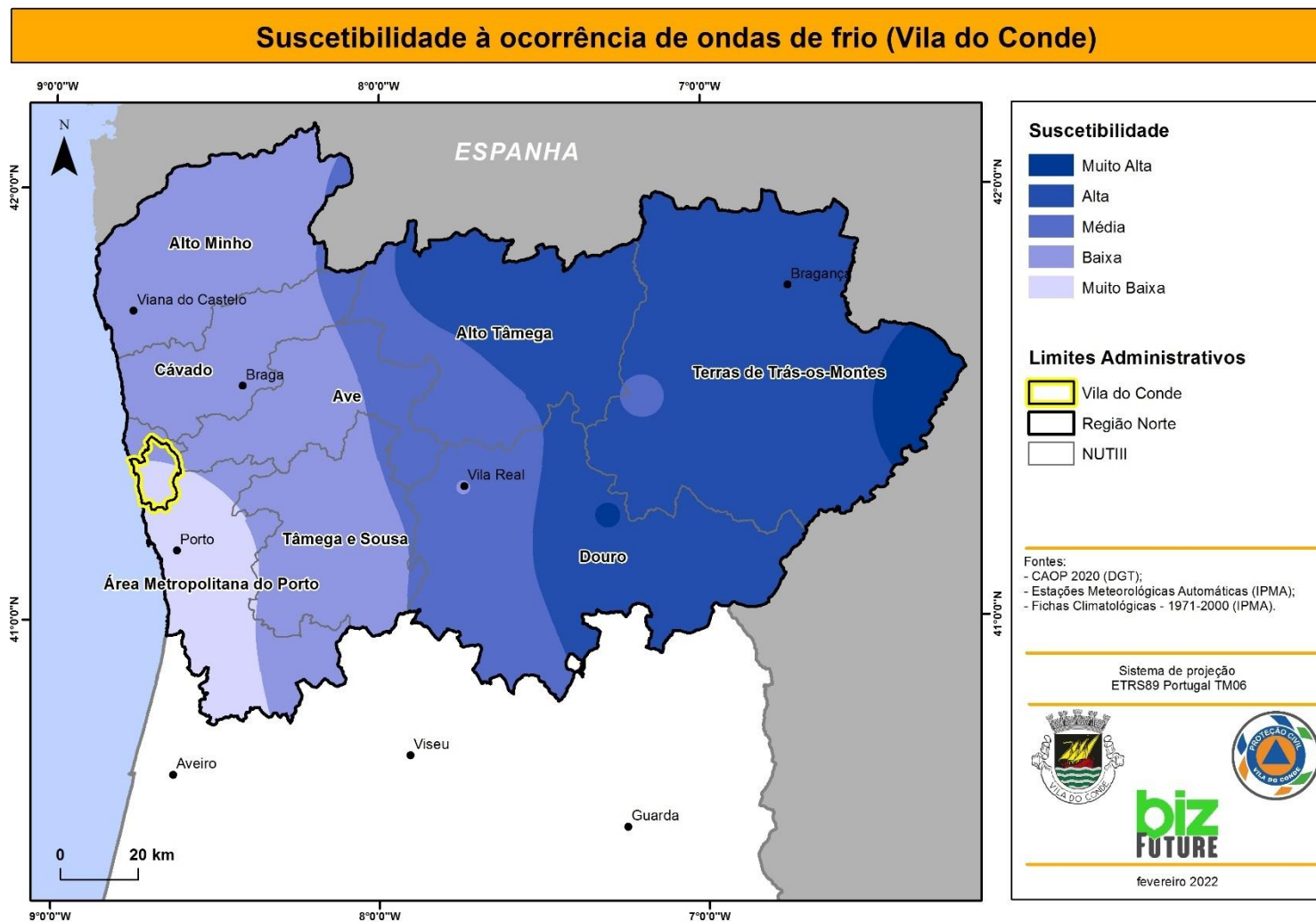
Ora, o conhecimento do padrão de distribuição das ondas de calor permitirá definir uma estratégia de adaptação, quando, sabe-se, as ondas de calor serão cada vez mais intensas e ocorrerão com maior frequência em consequência das alterações climáticas e do respetivo aumento global da temperatura média.

A exposição prolongada a períodos de calor intenso acarreta um vasto conjunto de impactos para as populações ao nível da sua saúde, com o aumento da mortalidade e morbilidade. Os grupos mais vulneráveis são os idosos, as crianças, indivíduos com patologias e pessoas com nível socioeconómico baixo. Para a minimização dos efeitos negativos das ondas de calor, é importante reforçar a articulação entre as entidades de saúde e a proteção civil.

1.9.

ONDAS DE FRIO

Mapa 13 – Suscetibilidade a ondas de frio no município



1.9. Ondas de frio

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), uma onda de frio ocorre quando há um período de seis dias consecutivos em que a temperatura mínima é inferior em 5°C ao valor médio do período de referência. A diminuição da temperatura é geralmente acompanhada pelo aumento do vento, o que se traduz num incremento da sensação de arrefecimento e, em casos mais graves, pode conduzir a situações de hipotermia. As ondas de frio afetam sobretudo os grupos mais vulneráveis, como os idosos e as pessoas sem-abrigo, mas também podem condicionar o normal funcionamento das atividades socioeconómicas e dos serviços.

A análise das ondas de frio foi realizada com base nos dados das várias estações do IPMA, para a Normal Climatológica de 1971-2000, nomeadamente:

- O menor valor da temperatura mínima diária;
- O valor médio da temperatura mínima diária;
- O número médio de dias com temperatura igual ou inferior a 0°C.

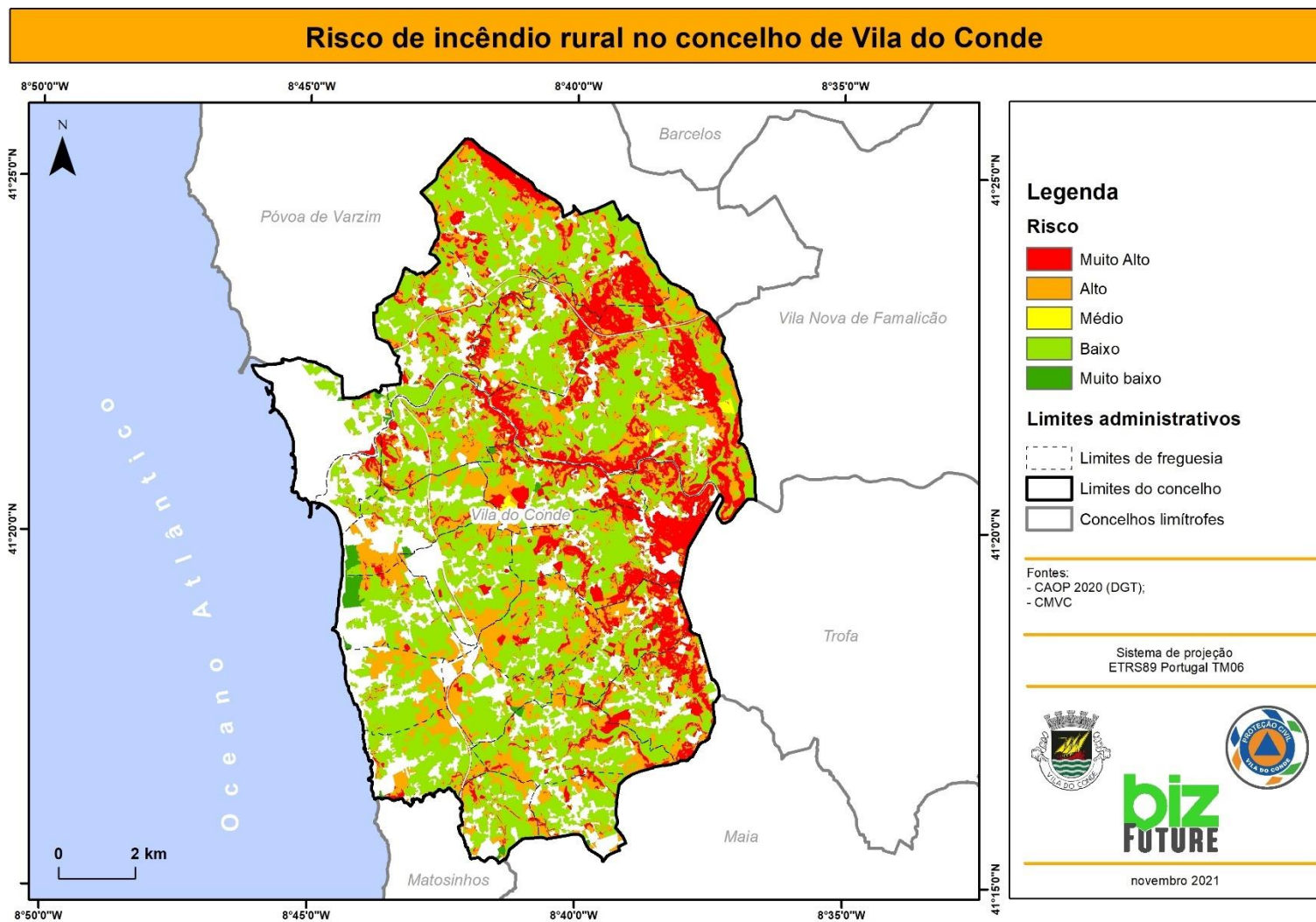
Os resultados foram interpolados e, de seguida, normalizados de 0 a 1. Posteriormente, efetuou-se o cálculo da suscetibilidade com base na ponderação: $(T_{Min} * 0,3) + (Dif. Média * 0,2) + (Nr.^\circ \text{ Dias} * 0,5)$.

No **Mapa 13** encontra-se o resultado final que revela uma suscetibilidade muito baixa na maioria do município. Como se pode constatar, a suscetibilidade aumenta em direção ao interior. Assim, o município de Vila do Conde, por se localizar na linha de costa, beneficia do efeito regularizador do mar em relação à temperatura, não apresentado, assim, valores térmicos tão baixos. Consequentemente, o município não estará tão propenso à ocorrência de uma onda de frio, como os locais mais interiores do país. Não obstante, para a minimização dos efeitos negativos das ondas de frio sobre a população, é importante reforçar a articulação entre as entidades de saúde e a proteção civil.

1.10.

INCÊNDIOS RURAIS

Mapa 14 – Risco de incêndio rural no município



1.10. Incêndios Rurais

Os incêndios rurais são fogos incontrolados em espaços com vegetação abundante, que ocorrem sobretudo em dias quentes e secos, e são intensificados pela ação dos ventos fortes. A maioria dos incêndios rurais são provocados por negligência humana e/ou por atos criminosos.

A metodologia para o cálculo do risco de incêndio rural encontra-se devidamente explicitada no Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios de Vila do Conde (PMDFCI) em vigor, realizada com base no modelo de risco adotado pela Autoridade Florestal Nacional (AFN, 2012), atual Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (**figura 2**).

Figura 2 – Componentes do Risco (AFN, 2012).



Como se pode observar pelo **mapa 14** e pelo **quadro 11**, metade do território municipal apresenta risco baixo a incêndio rural. As classes de risco alto e muito alto também ocupam uma área significativa do município, com 26,67% e 19,84%, respetivamente. Essas áreas encontram-se, sobretudo no setor oriental, nas freguesias de Junqueira, na União de freguesias de Bagunte, Ferreiró, Outeiro Maior e Parada, União de freguesias de Fornelo e Vairão, União de freguesias de Malta e Canidelo e Guilhabreu.

Quadro 11 - Área de ocupação relativa, por classe de risco de incêndio rural

Classes	%
Muito baixa	0,87
Baixa	52,26
Média	0,36
Alta	26,67
Muito Alta	19,84

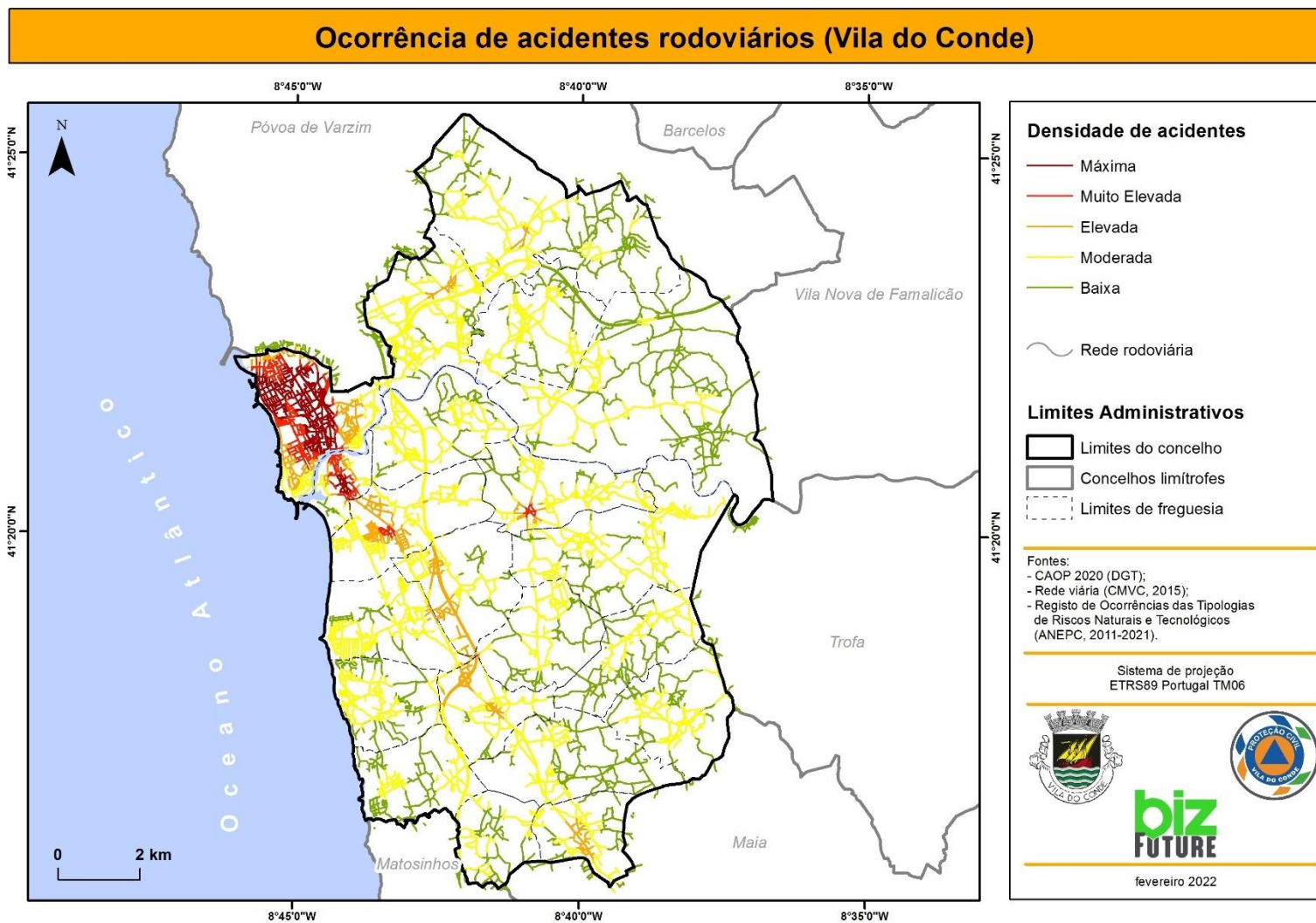
Refletindo sobre os valores apresentados, urge a necessidade de se cumprirem as medidas propostas no PMDFCI, não só para diminuir o número de ocorrências, mas também para minimizar os danos humanos e materiais que advém dos incêndios. Por outro lado, em termos operacionais, importa referir a importância de seguir as diretrizes do Plano Operacional Municipal.



1.11.

ACIDENTES RODOVIÁRIOS

Mapa 15 – Suscetibilidade a acidentes rodoviários no município



1.11. Acidentes rodoviários

Um acidente rodoviário é uma ocorrência que envolve um ou mais veículos que circulam numa via e da qual podem resultar feridos e/ou vítimas mortais e danos materiais. As causas dos acidentes podem estar relacionadas com o comportamento dos condutores, entendendo-se por comportamento, a condução agressiva, o desrespeito pela sinalização rodoviária - incluindo o excesso de velocidade -, mas também o cansaço e fadiga. Na génese dos acidentes pode estar também a atitude dos peões, a intensidade de tráfego, o estado de manutenção das vias, problemas técnicos dos próprios veículos e ainda as condições meteorológicas adversas – chuva intensa, nevoeiros, gelo e granizo.

Não existe ainda definida qualquer metodologia de análise e avaliação da suscetibilidade ou risco de acidentes rodoviários, nomeadamente no *Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco* (Julião et al., 2009) ou no *Guia para a Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração dos Planos Municipais de Emergência de Protecção Civil* (ANPC, 2009). Assim, para efeitos metodológicos, na presente análise considera-se que uma maior densidade de ocorrências registadas no passado (e que serve de base ao cálculo da *probabilidade*), determina uma maior suscetibilidade de ocorrências do mesmo tipo nesses mesmos locais.

Para a representação do histórico de ocorrências de acidentes rodoviários, georreferenciaram-se os acidentes rodoviários registados pela ANEPC para o município de Vila do Conde, com base na informação fornecida. De seguida, efetuou-se o cálculo da densidade kernel desses pontos. Para cada segmento linear da rede viária, foi calculado o valor médio da densidade de acidentes anteriormente calculada. Os **valores finais** de densidade de acidentes rodoviários foram reclassificados em **5 classes** (Baixa, Moderada, Elevada, Muito Elevada e Máxima), pelo método do **desvio-padrão**, por este se revelar mais adequado face ao histograma da distribuição desses valores e à representação do fenómeno em análise.

O **Mapa 15** da ocorrência de acidentes rodoviários revela que, no concelho de Vila do Conde, a densidade de acidentes rodoviários é globalmente moderada (51%) ou mesmo baixa (31%), muito embora com “hotspots” de densidades mais elevadas (**Quadro 12**).

Quadro 12 - Proporção da rede viária, por classe de densidade de acidentes rodoviários, no concelho de Vila do Conde

Densidade	Comprimento (km)	%
Baixa	598,4	30,5
Moderada	1008,9	51,4
Elevada	175,1	8,9
Muito Elevada	68,7	3,5
Máxima	110,6	5,6

Dos 2710 acidentes registados, 1582 (58%) foram colisões, 776 (29%) foram despistes e 353 (13%) foram atropelamentos (**Figura 3**).

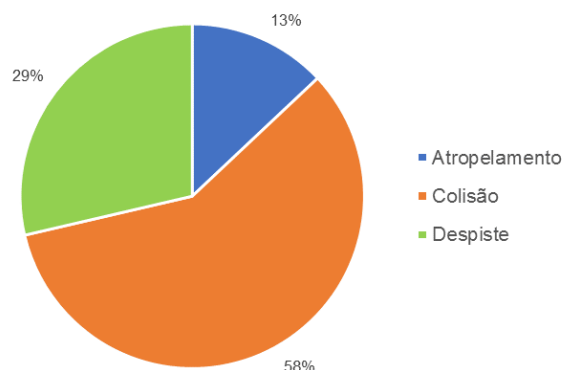


Figura 3 – Tipologia de acidentes rodoviários registados

Analisando os resultados por freguesia, a densidade é muito maior no centro urbano da freguesia sede de concelho, onde também a rede viária é maior e mais densa. É aqui que se regista a maior proporção de rede viária com densidade elevada, muito elevada e máxima de acidentes rodoviários, que somam cerca de 87% da rede viária nessa freguesia, e quase 9% da rede viária total do concelho. Também se salienta a freguesia de Azurara, com 72,5% da sua rede viária com densidades elevada, muito elevada e máxima de acidentes. As densidades elevadas ou muito elevadas também predominam nas freguesias de Árvore, Fajozes, Macieira da Maia, Modivas ou Vilar de Pinheiro (**Figura 4**).

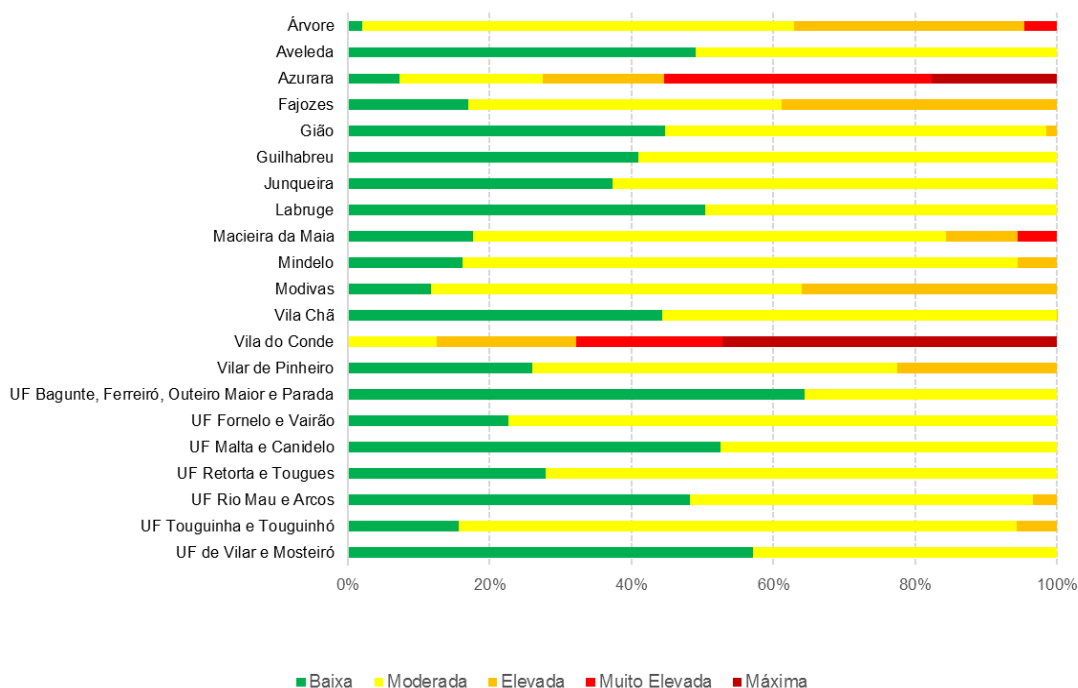
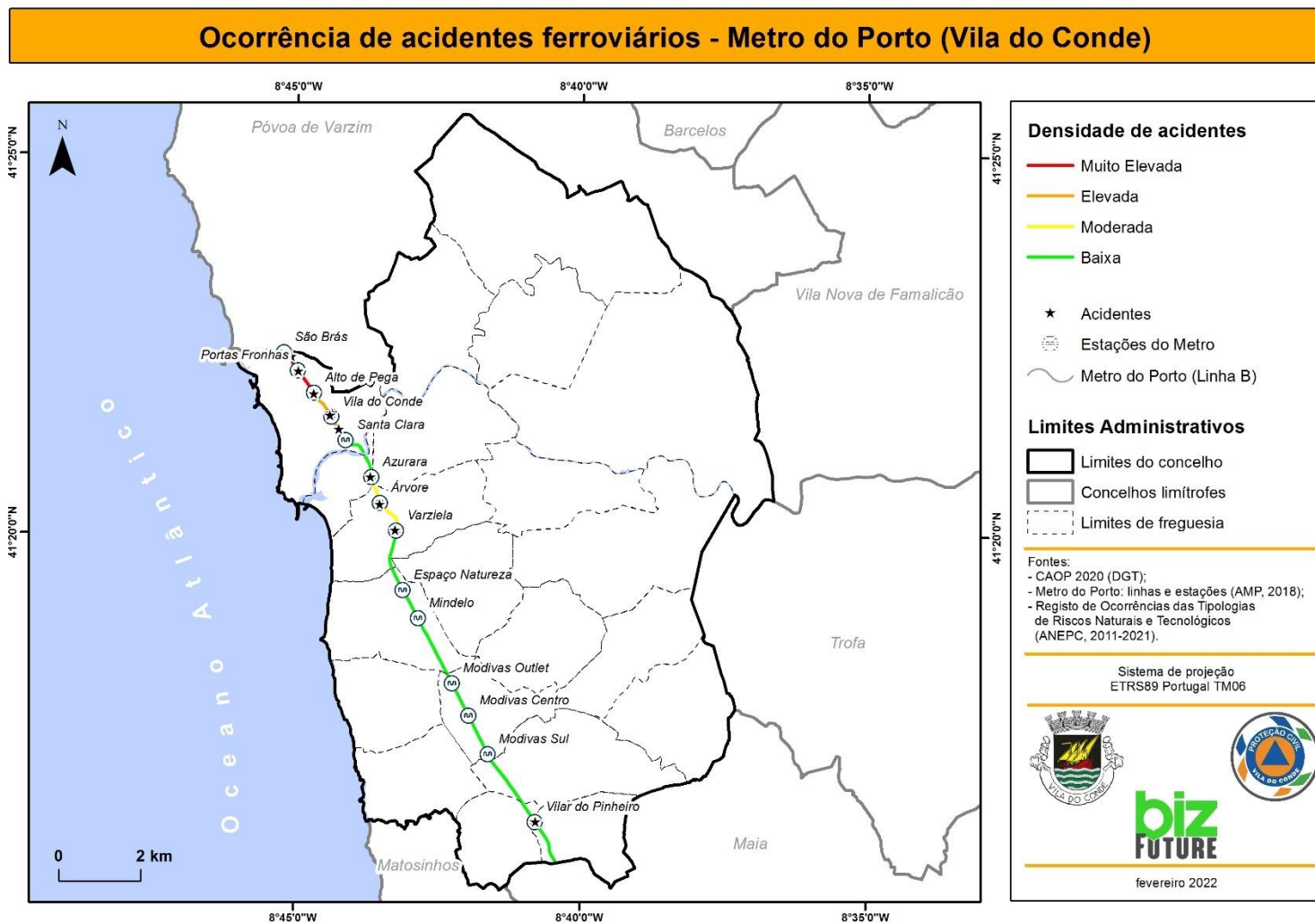


Figura 4 – Proporção da rede viária, por classe de densidade de acidentes rodoviários, nas freguesias do concelho de Vila do Conde

1.12.

***ACIDENTES FERROVIÁRIOS –
METRO DO PORTO***

Mapa 16 – Suscetibilidade a acidentes ferroviários, no metro do Porto



1.12. Acidentes ferroviários - Metro do Porto

Um acidente ferroviário ocorre aquando de uma interrupção – não planeada - brusca da circulação ferroviária. Quando se fala em acidentes ferroviários podem-se elencar diferentes tipos: descarrilamento, colisão (entre composições/comboios; com automóveis e/ou edificações, após descarrilamento; ou com outras infraestruturas), obstrução e/ou atravessamento da via, atropelamento (mesmo sendo comum, é mais específico quanto à génese), bem como outros menos comuns. São o caso dos acidentes por explosão, incêndio e/ou eletrocussão, colapso estrutural de infraestruturas (pontes, tuneis, carris, etc.) e fatores de cariz natural (indiretos – podem despoletar os restantes tipos), entre outros (mais específicos e/ou pontuais).

Para efeitos metodológicos, na presente análise considera-se que uma maior densidade de ocorrências registadas no passado (e que serve de base ao cálculo da *probabilidade*), determina uma maior suscetibilidade à ocorrência de ocorrências do mesmo tipo nos mesmos locais. Para tal, georreferenciaram-se as ocorrências registadas pela ANEPC na linha do metro do Porto. De seguida, efetuou-se o cálculo da densidade de kernel dos acidentes ferroviários.

No sentido de se restringir a densidade de acidentes ferroviários às áreas onde eles efetivamente ocorrem, utilizou-se a rede e estações do Metro do Porto, e restringiu-se a análise à Linha B (Vermelha) que, atravessando o município de Vila do Conde, liga as estações do Estádio do Dragão (Porto) e da Póvoa de Varzim. Essa linha foi posteriormente seccionada em lanços entre as estações no concelho e, para cada um, foi calculado o valor médio da densidade de acidentes.

Os **valores finais** de densidade de acidentes ferroviários foram reclassificados em **4 classes** (Baixa, Moderada, Elevada e Muito Elevada), pelo método do **desvio-padrão**, por este se revelar mais adequado face ao histograma da distribuição desses valores e à representação do fenómeno em análise.

O resultado final encontra-se apresentado no **Mapa 16**, que evidencia que no concelho de Vila do Conde, a densidade de acidentes ferroviários é globalmente baixa (71%) (**Quadro 13**).

Quadro 13 – Proporção da linha B do Metro do Porto, por classe de densidade de acidentes ferroviários, no concelho de Vila do Conde

Densidade	Comprimento (km)	%
Baixa	10,4	71,1
Moderada	1,6	10,9
Elevada	1,4	9,5
Muito Elevada	1,2	8,4

Dos 12 acidentes registados, 8 (67%) foram atropelamentos e 4 (33%) foram abalroamentos (Figura 5).

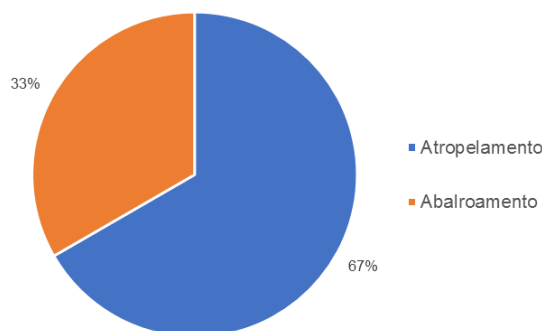


Figura 5 – Tipologia de acidentes ferroviários registados

A Linha B do Metro do Porto atravessa 8 freguesias neste concelho: Vilar do Pinheiro, Aveleda, UF de Vilar e Mosteiró, Modivas, Mindelo, Árvore, Azurara e Vila do Conde.

Embora globalmente reduzida, a densidade de acidentes ferroviários é maior nos lanços localizados no centro urbano, sobretudo entre as estações de Alto de Pega e São Brás, mas também entre Alto de Pega e Santa Clara, e entre Azurara e Varziela. Tais valores são mais expressivos nas áreas onde o conflito entre a circulação do metro, de veículos automóveis e de peões é maior, em virtude de se tratar de uma linha de metro de superfície.

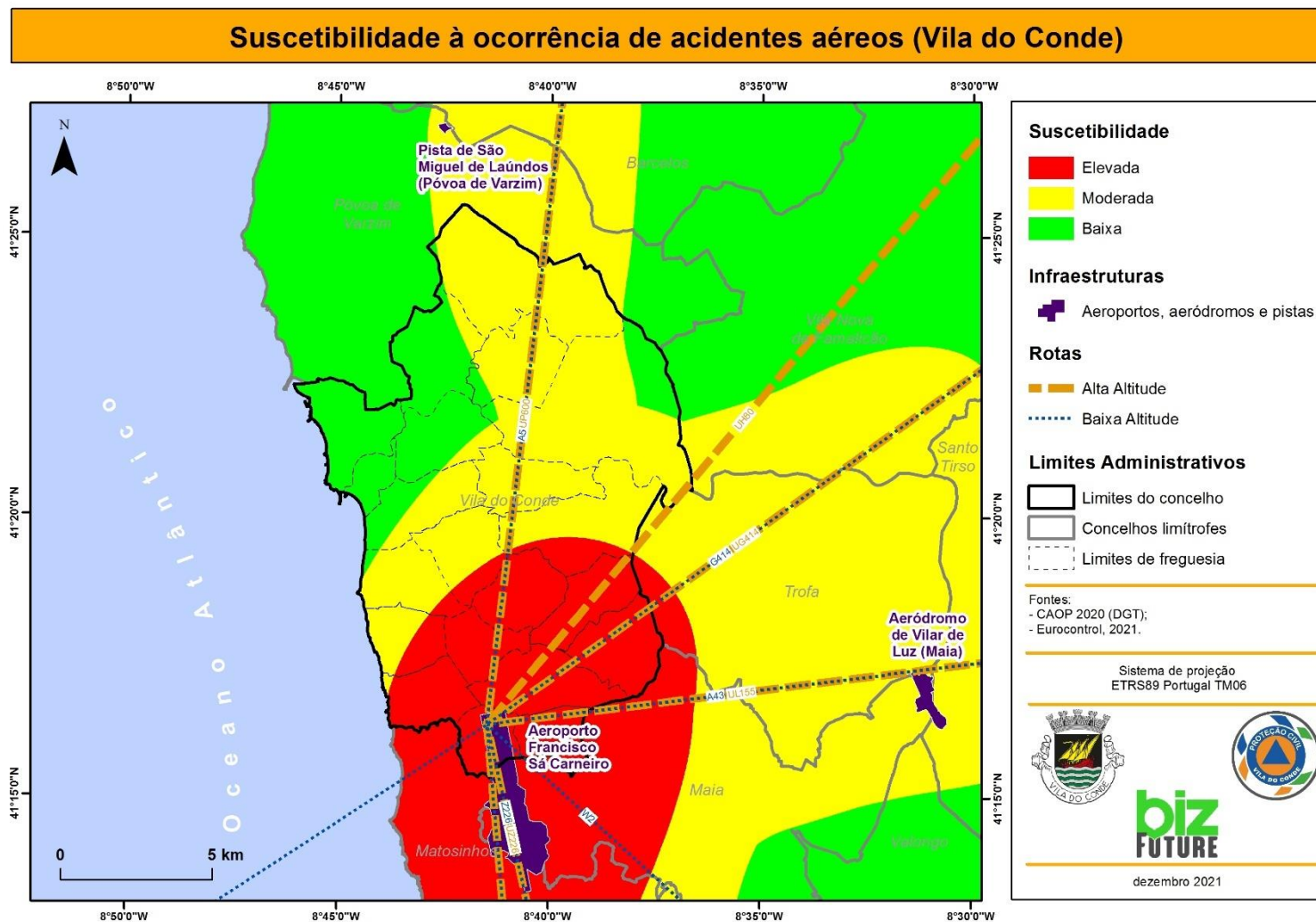
A intervenção num acidente ferroviário é complexa pela sua dimensão, pelo número elevado de feridos/vítimas e pelos fatores de segurança. A organização do teatro de operações, bem como o desempenho das equipas de salvamento e desencarceramento são fundamentais para garantir a qualidade da prestação de socorro nesta área.

Neste contexto, será então importante a promoção de exercícios de socorro, estabelecendo rotinas de procedimentos em articulação com os agentes da proteção civil, que garantam condições operacionais de intervenção e de proteção das pessoas em situações críticas de emergência.

1.13.

ACIDENTES AÉREOS

Mapa 17 - Suscetibilidade a acidentes aéreos no município



1.13. Acidentes Aéreos

O enquadramento legislativo e normativo que incide sobre os acidentes aéreos é muito abrangente. Como refere a recente *Diretiva Operativa Nacional n.º 4 (DIRACAERO)*, logo na sua parte introdutória (p. 9):

“Os acidentes com aeronaves, sobretudo os resultantes da queda das mesmas, configuram situações complexas e, frequentemente, de elevada projeção mediática, exigindo a articulação entre entidades com responsabilidades em diversos setores que porventura sejam fundamentais à resposta ao cenário em causa, nomeadamente, no âmbito da busca e salvamento, serviços de tráfego aéreo, operações de proteção e socorro, emergência médica, investigação de acidentes, forças de segurança e proteção ambiental, sem prejuízo de outros cujo envolvimento se revele necessário.”

O próprio conceito de “acidente com aeronave”, no âmbito da Proteção Civil, é muito abrangente e, como tal, entende-se aqui apenas a *queda de aeronaves*.

Das inúmeras entidades competentes nesta área de intervenção (com destaque para as autoridades aeronáuticas: Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN), Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC), ANA, Aeroportos de Portugal SA, Navegação Aérea de Portugal (NAV) ou Força Aérea Portuguesa, salienta-se que compete às Câmaras Municipais (DIRACAERO, p. 26):

- a) apoiar técnica e logisticamente, e na medida das suas possibilidades, as operações em curso na sua respetiva área geográfica;
- b) garantir a articulação institucional com os demais agentes de proteção de proteção civil e outras entidades de âmbito municipal;
- c) promover a permanente avaliação da situação e, sempre que se justifique, acionar as respetivas Comissões Municipais de Proteção Civil, considerando a eventual necessidade de ativarem os respetivos Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil.

A gestão de emergências no setor de aviação é uma matéria extremamente complexa e altamente escrutinada, que depende da aplicação de boas práticas da indústria e modelos de suporte eficazes. No entanto, a cartografia da suscetibilidade e risco de acidentes aéreos ainda não atraiu a atenção necessária, particularmente quando ocorrem incidentes com aviões que funcionam mal durante o curso de seu voo. Não existe então qualquer metodologia de análise e avaliação da suscetibilidade ou risco de acidentes aéreos, até porque, em virtude do tipo de deslocação (por meio aéreo), um desastre pode ocorrer virtualmente em qualquer local atravessado por uma aeronave, tanto durante o voo como em terra.

Assim, para efeitos metodológicos, na presente análise considerou-se que a maior suscetibilidade à ocorrência de acidentes aéreos seja maior (em terra) nos locais:

- a) Mais próximos de aeroportos, aeródromos ou outras pistas (p. ex. de “ultraleves”), onde é maior a probabilidade de aterragens forçadas ou de emergência, descolagens mal efetuadas, falhas técnicas ou danos estruturais, choques com outras aeronaves, veículos ou outros obstáculos, incidentes ou acidentes que envolvam mercadorias ou produtos perigosos, etc.;
- b) Atravessados pelos “corredores aéreos” ou “rotas aeronáuticas” devidamente estabelecidos pelas autoridades nacionais e internacionais de aviação civil e/ou militar.

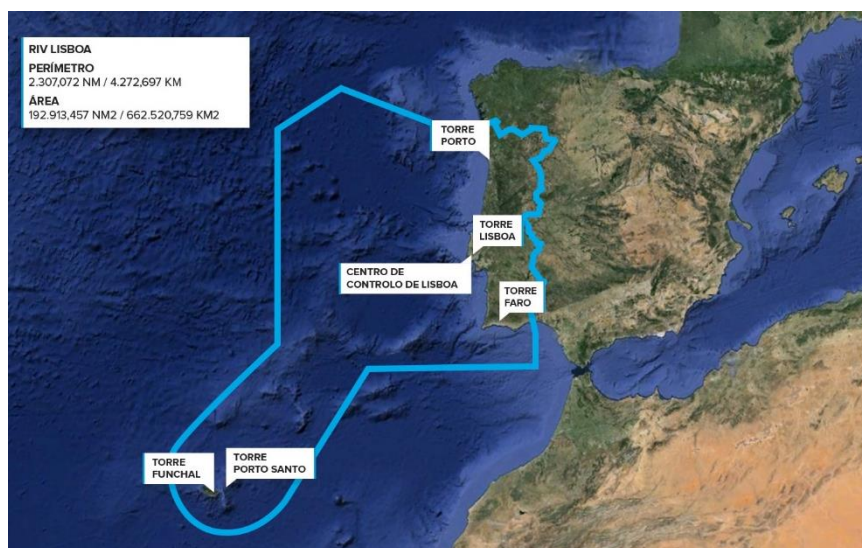
Estes fatores foram escolhidos em função da existência de dados de base (geográfica e estatística) e da adequação em termos de escala, atualização e relevância. Assim, para o cálculo da suscetibilidade à ocorrência de acidentes aéreos, os fatores de predisposição foram tratados e calculados do seguinte modo:

a) Infraestruturas aeroportuárias:

Realizou-se a georreferenciação das plantas dos das infraestruturas aeroportuárias abrangidas pelo concelho de Vila do Conde: a pista do **Aeroporto Francisco Sá Carneiro**, a sul; e na sua vizinhança, o **aeródromo de Vilar de Luz**, na Maia, e a **pista de São Miguel de Laúndos**, na Póvoa de Varzim, pertencente ao Aeroclube do Norte e orientada para “ultraleves”. Posteriormente, efetuou-se a distância euclidiana a partir desses perímetros.

b) Rotas aeronáuticas:

O espaço aéreo que abrange Portugal Continental e o arquipélago da Madeira, e onde se localiza o Aeroporto Francisco Sá Carneiro, é denominado por Região de Informação de Voo⁴ de Lisboa.



⁴ Flight Information Region (FIR).

No tráfego aéreo, existem “canais” de navegação específicos para o efeito, que se designam de “rotas aeronáuticas”. São corredores definidos que ligam um local especificado a outro, a uma dada altitude, ao longo do qual uma aeronave – que deve preencher os requisitos dessa via aérea – pode ser usada.

Assim, georreferenciaram-se as rotas centradas e adjacentes ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro e calculou-se a densidade *kernel* das linhas.

O passo seguinte consistiu na **normalização** das variáveis, pelo método dos *valores extremos*, em que os valores obtidos anteriormente são harmonizados numa mesma escala quantitativa contínua, que varia de 0 (menos suscetível) a 1 (mais suscetível). O cálculo final da suscetibilidade fez-se através da **multiplicação** das variáveis normalizadas.

Pelo **Mapa 17** constata-se que a suscetibilidade à ocorrência de acidentes aéreos é globalmente moderada (49%), mas também elevada (32%), sobretudo a sul (**Quadro 4**).

Quadro 14 – Área e proporção da área total, por classe de suscetibilidade, no concelho de Vila do Conde

SUSCETIBILIDADE	ÁREA (ha)	%
Baixa	2827,6	19
Moderada	7297,6	49
Elevada	4775,7	32

As freguesias com maior suscetibilidade à ocorrência de acidentes aéreos localizam-se a sul do concelho, mais perto do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, destacando-se Aleveda, Vilar do Pinheiro, Labruge, UF Vilar e Mosteiró, Modivas, Guilhabreu, Gião e UF Malta e Canidelo, cuja totalidade ou quase totalidade da sua área tem suscetibilidade elevada. Também devem ser destacadas as freguesias de Vila Chã, UF de Fornelo e Vairão, e Fajozes, por terem suscetibilidade moderada a elevada.

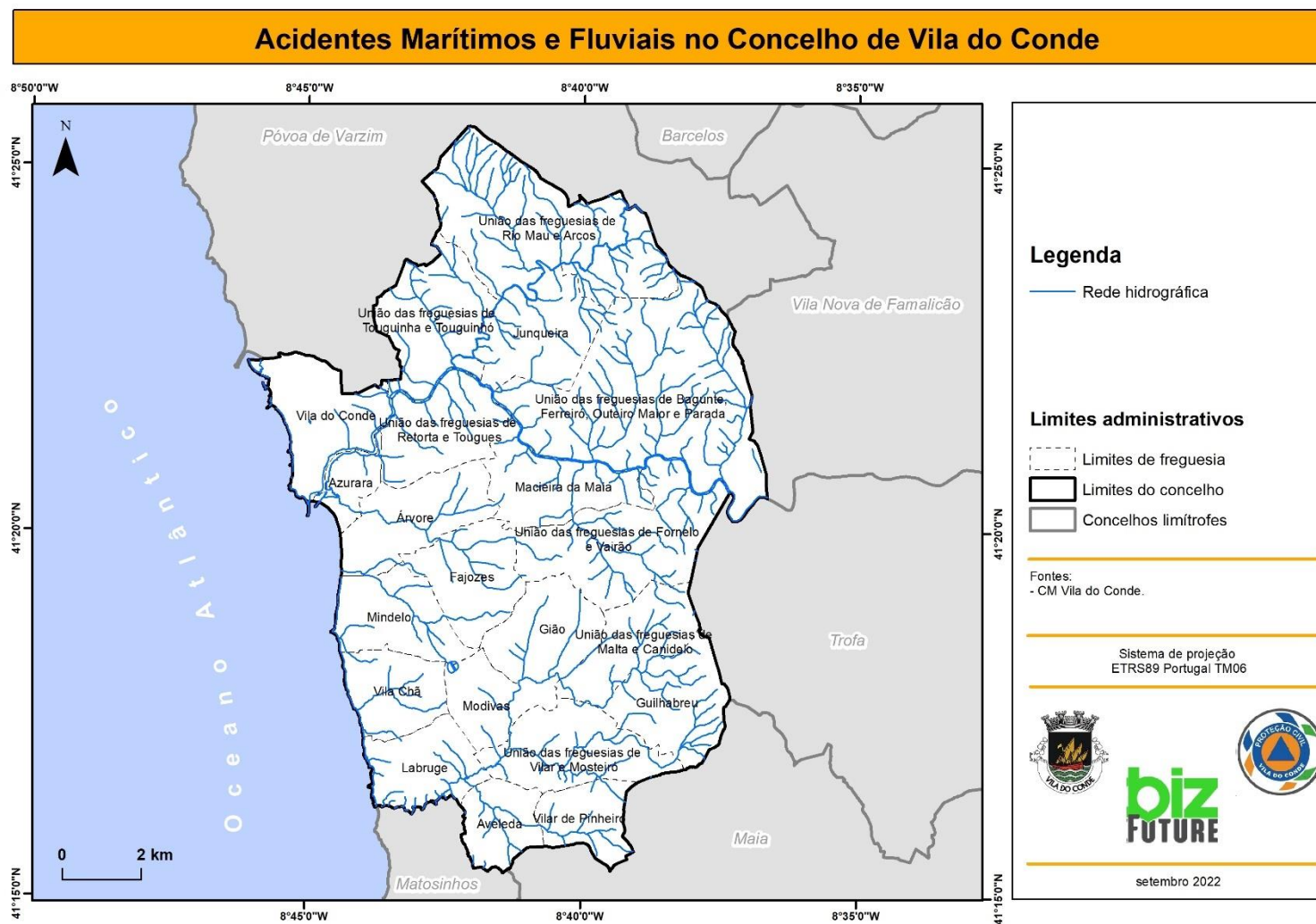
Importa salientar que, nas áreas onde a suscetibilidade é baixa, não significa que não possa ocorrer uma queda de uma aeronave nesta área, tendo em conta a imprevisibilidade de determinadas causas sobretudo as técnicas.

De referir que, um acidente aéreo pode desembocar numa catástrofe, envolvendo não só os ocupantes das aeronaves, mas também as populações, edifícios e outras infraestruturas localizadas no solo. O socorro, nestes casos, envolve um leque alargado de atores, dos mais variados quadrantes, pelo que existe a necessidade de uma preparação atempada, através da elaboração de planos de emergência, para que os intervenientes conheçam de antemão o papel que cabe a cada um, as formas de articulação e o processamento global, por forma a garantir as condições operacionais de intervenção e proteção das pessoas em situações de emergência.

1.14.

ACIDENTES MARÍTIMOS E FLUVIAIS

Mapa 18 – Acidentes marítimos e fluviais no concelho de Vila do Conde



1.14. Acidentes marítimos e fluviais

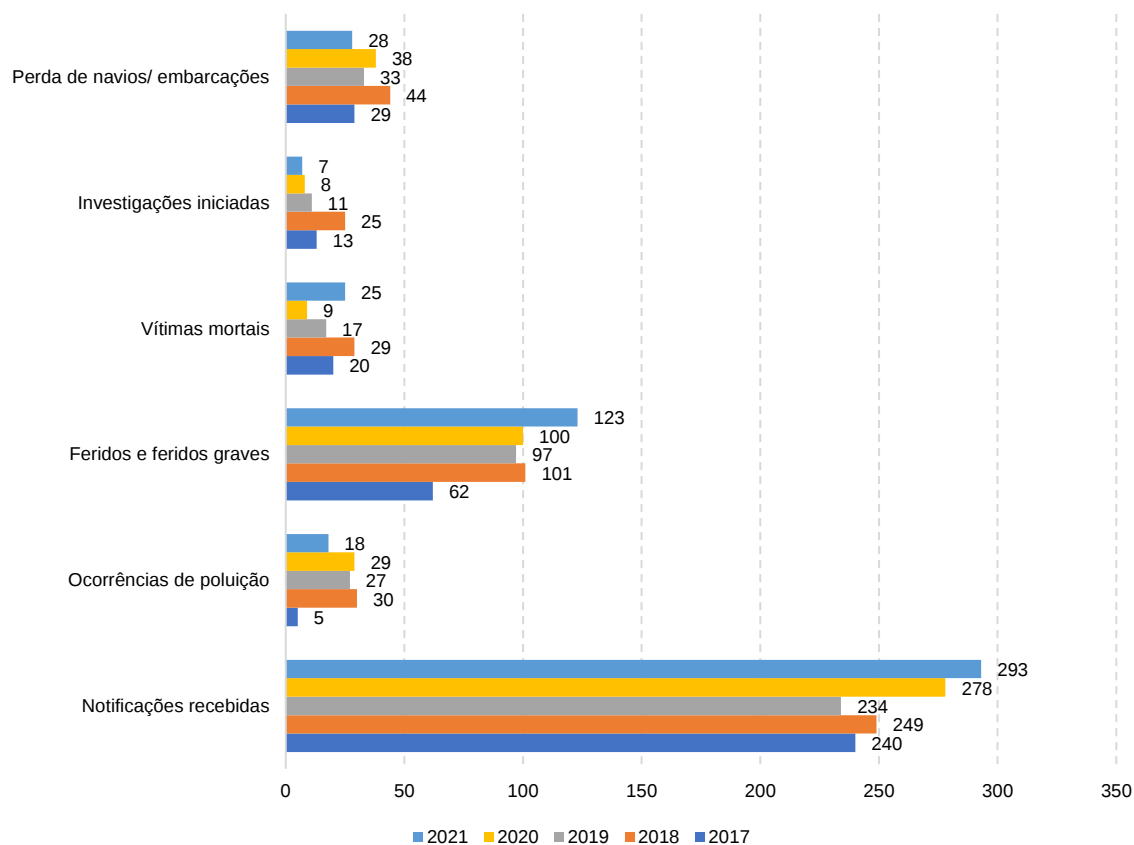
Apesar da regulamentação nacional e internacional existente no âmbito da segurança marítima e do investimento da indústria em embarcações mais seguras, os acidentes marítimos e fluviais, continuam a ocorrer.

Alguns dos esforços para a redução deste tipo de acidentes tem sido a constante formação dos tripulantes, a melhoria de barcos e navios e práticas de preservação do meio aquático. No entanto, e apesar de todos os esforços que têm vindo a ser implementados, os acidentes marítimos e fluviais continuam a acontecer, provocando, muitas vezes, a perda de vidas humanas e de embarcações e prejuízos para o ecossistema aquático e/ou zonas costeiras.

Em Portugal, de 2017 a 2021, o Gabinete de Investigação de Acidentes Marítimos e da Autoridade para a Meteorologia Aeronáutica, tem realizado relatórios anuais, onde faz uma análise dos acidentes reportados.

Assim, observou-se que, entre 2017 e 2021, foram reportados 1294 incidentes. Na Figura 6 estão representados os acidentes desta escala temporal, representados pelo número de investigações iniciadas, número de vítimas mortais, número de feridos e feridos graves, ocorrências com poluição e perda de navios/ embarcações.

Figura 6 – Ocorrências de acidentes marítimos 2017 – 2021 (*Investigação de acidentes marítimos – Sumário da Atividade – 2021*)



Em 2021, das 293 notificações recebidas, 193 foram com embarcações destinadas ao comércio, 31 com embarcações de pesca, 59 com embarcações de recreio e 10 com embarcações auxiliares e outras.

Relativamente à gravidade das notificações apresentadas, verificou-se que 40 foram acidentes muito graves, 100 graves, 61 pouco graves e 92 foram descritos como incidentes ou não acidentes.

Ainda, em 2021, foram notificadas 18 ocorrências com poluição, na forma de destroços, alijamento de carga, carga e óleos ou hidrocarbonetos.

Embora com um reduzido número de incidentes na zona costeira e nos rios navegáveis de Vila do Conde, a organização do teatro de operações, bem como o desempenho das equipas de salvamento são fundamentais para garantir a qualidade da prestação de socorro.

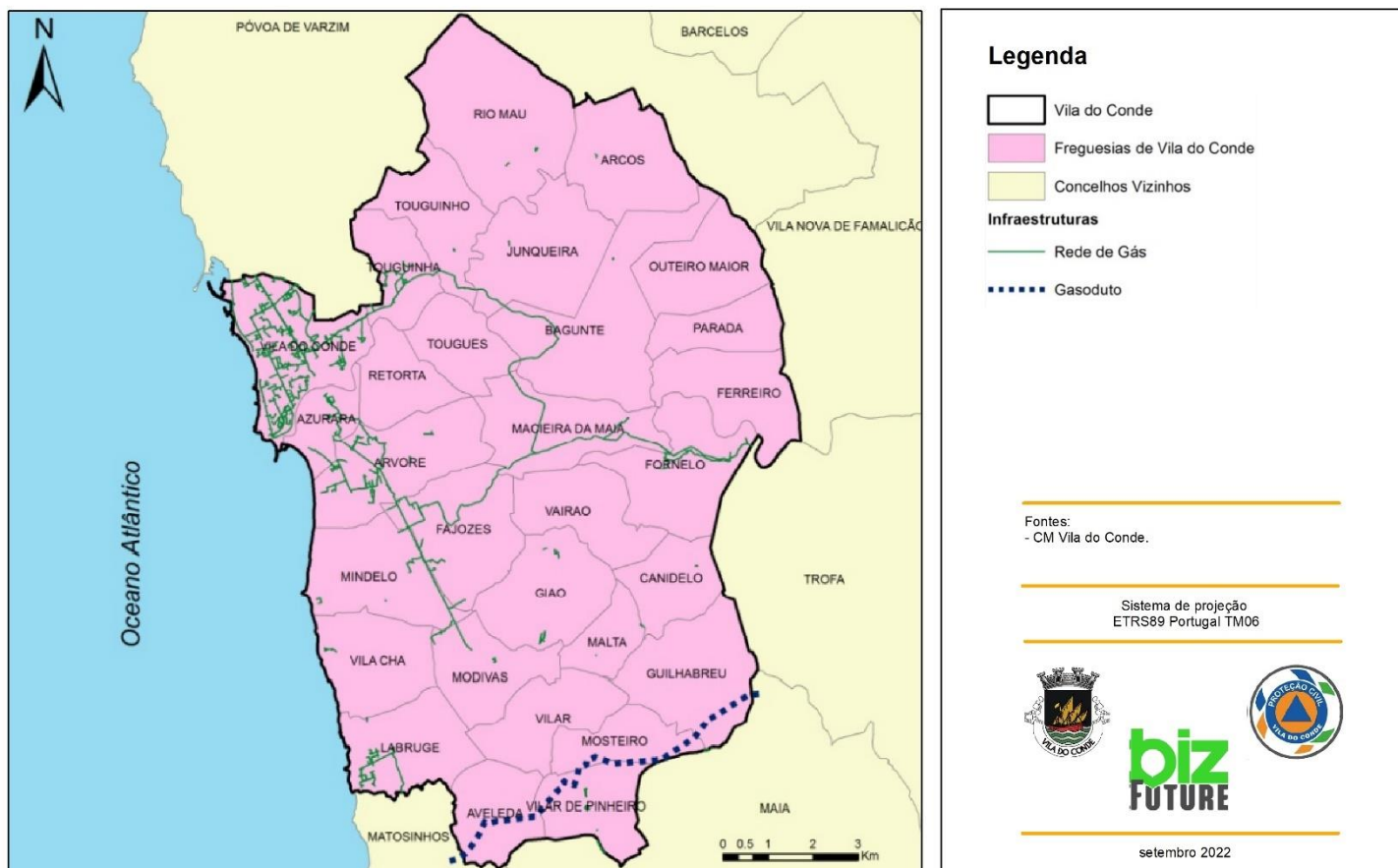
Será então importante a promoção de exercícios de socorro, estabelecendo rotinas de procedimentos em articulação com os agentes da proteção civil, que garantam condições operacionais de intervenção e de proteção das pessoas em situações críticas de emergência.

1.15.

ACIDENTES NA REDE DE GÁS

Mapa 19 – Acidentes da rede de gás do concelho de Vila do Conde

Acidentes em Gasodutos e na Rede de Gás Natural do Concelho de Vila do Conde



1.15. Acidentes na rede de gás

O transporte da rede de gás natural, no concelho de Vila do Conde, é distribuído via gasodutos ou “pipelines”. Apesar deste meio de transporte de gás ser considerado o mais seguro, é reconhecida de a existência de risco de acidentes graves na rede.

No Mapa 19, estão representadas as condutas de gás natural, bem como o gasoduto que atravessa o concelho no setor sul.

Podem-se assim, identificar vários tipos de atravessamento do gasoduto no concelho:

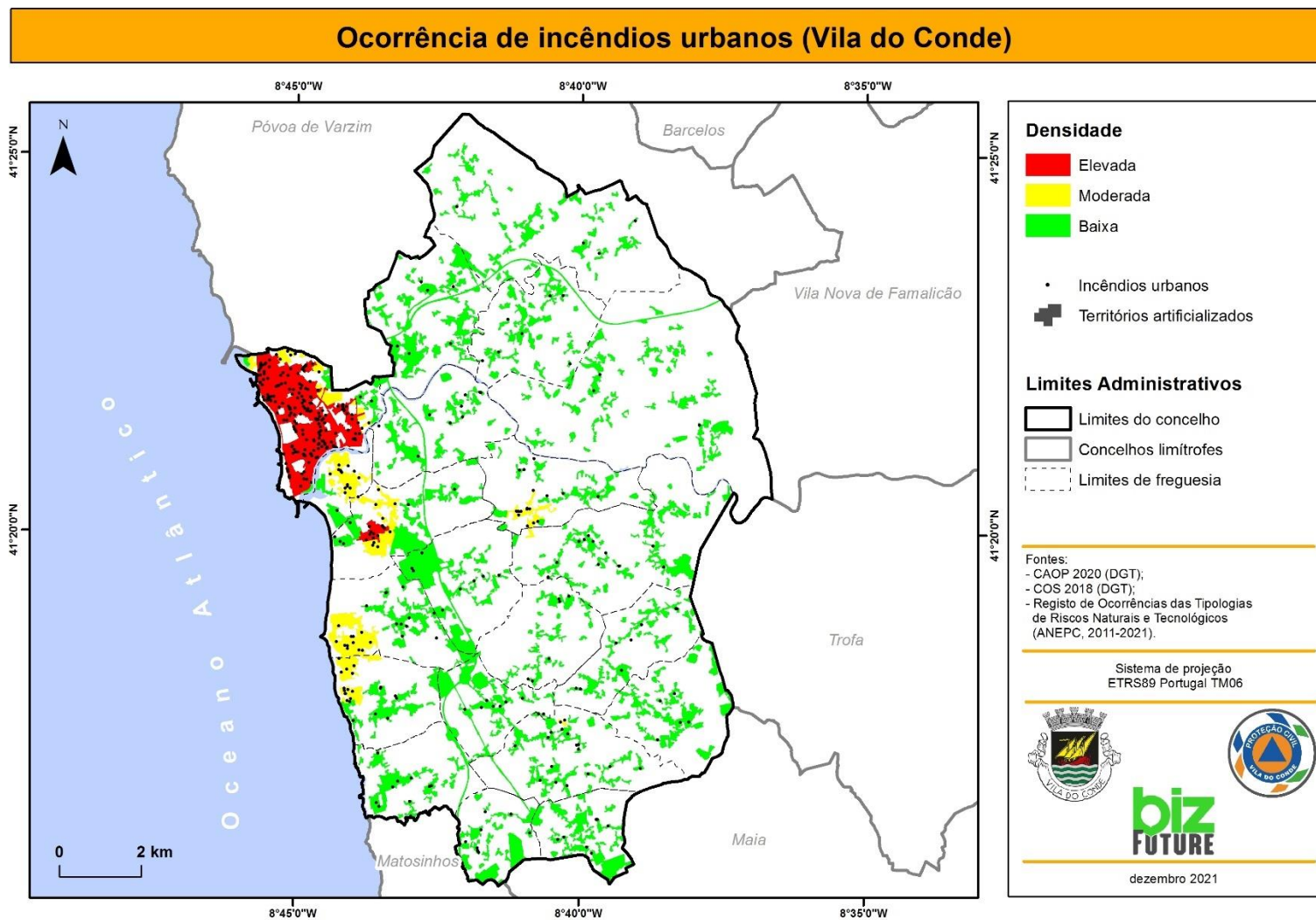
- Estradas Nacionais e Autoestradas: atravessamento da EN318, EN13 e ao A28;
- Linhas de água: atravessamento de pequenos cursos de água, grande parte de caraterísticas sazonais;
- Estradas não classificadas: atravessamento de caminhos municipais e outros não classificados, assim como vários caminhos agrícolas e florestais;
- Outros atravessamentos: atravessamento do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, por perfuração dirigida.

Assim, a ocorrência de acidentes no gasoduto que atravessa Vila do Conde, estarão associados, primariamente, a fugas de gás, onde se inserem riscos de asfixia, de incêndio, de radiação térmica com valores elevados e de sobrepressão resultante de explosão.

1.16.

INCÊNDIOS URBANOS

Mapa 20 – Suscetibilidade a incêndios urbanos no município



1.16. Incêndios urbanos

Os incêndios urbanos dizem respeito a episódios de fogo em edifícios e que, por isso, representam um sério problema para a segurança das populações e do património. Na sua origem podem estar procedimentos negligentes nas instalações e o uso de equipamentos elétricos e a gás.

Existem diversas metodologias para a avaliação do risco de incêndio: umas que se adequam a áreas onde o edificado é isolado e recente, e outras que se aplicam a áreas que se aproximam mais da realidade dos núcleos urbanos nacionais, com edifícios mais antigos (exemplo do método de GRETENER, FRAME e ARICA (Valentim, 2014)). Porém, todos estes métodos exigem um grande número de critérios de caracterização dos edifícios e da área envolvente, como por exemplo, a inclinação das vias verticais de evacuação; a carga de incêndio imobiliária; os sistemas de aquecimento dos edifícios; as dimensões dos compartimentos, entre outros (Valentim, 2014).

Assim, para efeitos metodológicos, na presente análise considera-se que uma maior densidade de ocorrências registadas no passado (e que serve de base ao cálculo da *probabilidade*), determina uma maior suscetibilidade à ocorrência de ocorrências do mesmo tipo nos mesmos locais.

Para a representação do histórico de ocorrências de incêndios urbanos, procedeu-se a georreferenciação das ocorrências registadas pela ANEPC, para o município de Vila do Conde e, posteriormente, efetuou-se o cálculo da densidade *kernel* dos pontos. De seguida, estimou-se a densidade média de incêndios urbanos por cada polígono de área artificializada da COS 2018.

No concelho de Vila do Conde, a densidade de incêndios urbanos nas áreas artificializadas é globalmente baixa (76%) (**Mapa 20, Quadro 15**).

Quadro 15 – Proporção da área artificializada, por classe de densidade de incêndios urbanos, no concelho de Vila do Conde

DENSIDADE	Área (ha)	%
Baixa	2331,2	76,4
Moderada	318,1	10,4
Elevada	401,5	13,2

Embora globalmente reduzida, tal densidade é, como seria de esperar, maior no centro urbano da freguesia sede de concelho. É aqui que se regista a maior proporção de área artificializada com densidade elevada de incêndios urbanos. Salienta-se ainda a freguesia de Árvore, com 10,6% de área artificializada com densidade elevada, e com 30% com densidade moderada.

Também existem densidades relativamente significativas nas freguesias de Azurara, Mindelo, Vila Chã e Macieira da Maia, localizadas predominantemente na fachada ocidental do concelho, mais urbanizada (**Figura 1 6**).

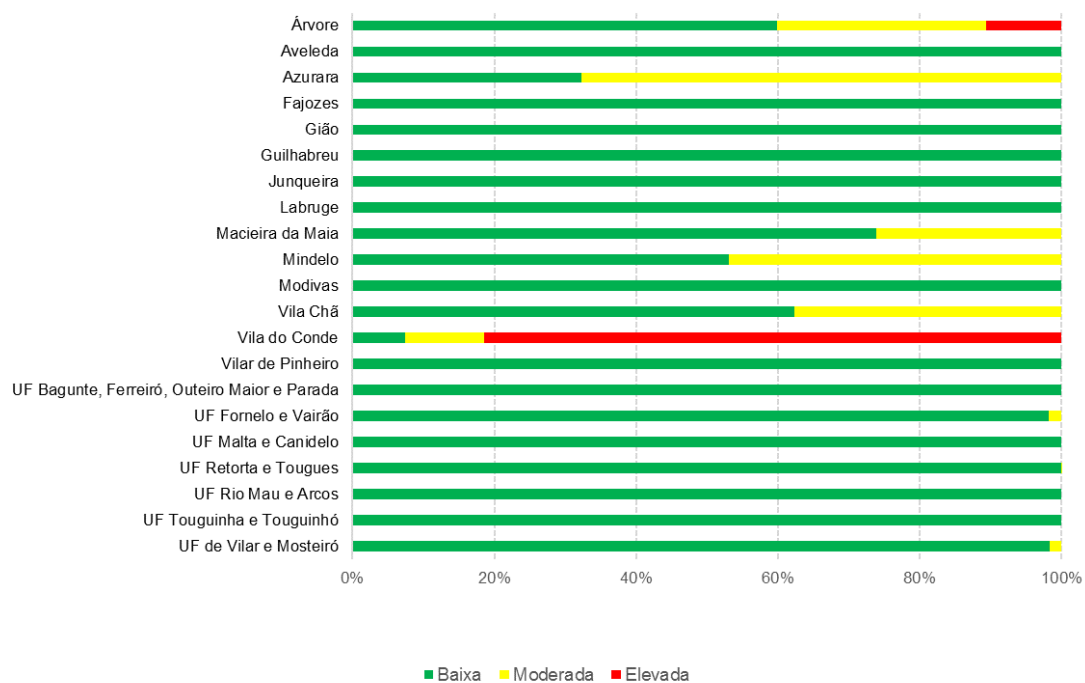


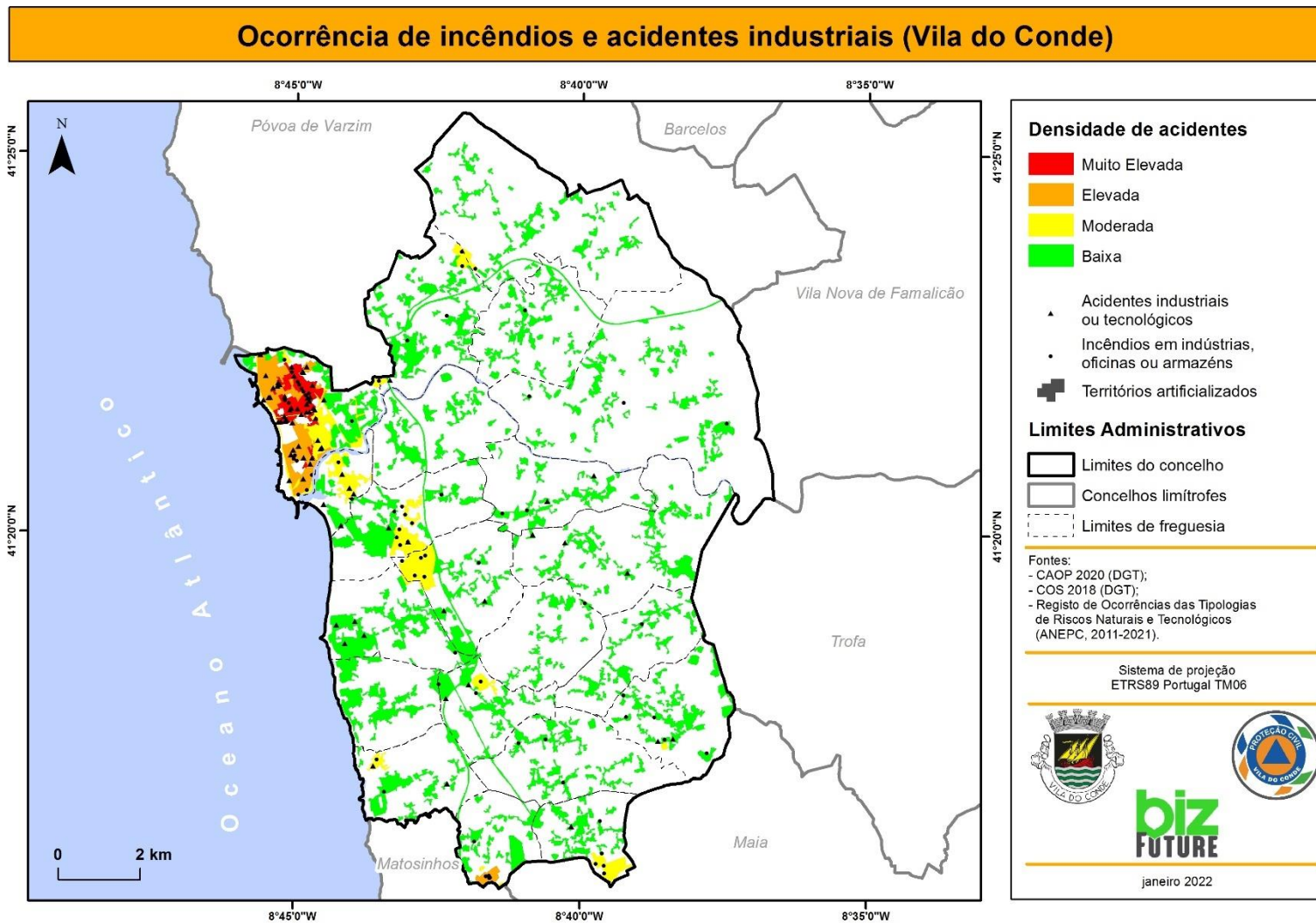
Figura 7 – Proporção da área artificializada, por classe de densidade de incêndios urbanos, nas freguesias do concelho de Vila do Conde



1.17.

ACIDENTES INDUSTRIAIS

Mapa 21 – Suscetibilidade a acidentes industriais no município



1.17. Acidentes industriais

Um acidente industrial resulta do anormal funcionamento de um estabelecimento industrial pela emissão de substâncias perigosas, incêndios ou grandes explosões, entre outros eventos. Estes acidentes podem trazer consequências como a radiação térmica e projéteis de uma explosão e a emissão de substâncias tóxicas nocivas para a população, bens e para o meio ambiente. O carácter imprevisível destes eventos, remete para a importância da definição de áreas de maior suscetibilidade (Cardoso, 2015).

Para efeitos metodológicos, na presente análise considera-se que uma maior densidade de ocorrências registadas no passado (e que serve de base ao cálculo da *probabilidade*), determina uma maior suscetibilidade à ocorrência de ocorrências do mesmo tipo nos mesmos locais. Assim, para a representação do histórico de ocorrências de acidentes industriais, georreferenciaram-se as ocorrências de incêndios industriais e acidentes industriais e tecnológicos, disponibilizadas pelo município de Vila do Conde. Posteriormente, efetuou-se a densidade *kernel* dos pontos e a densidade média de acidentes industriais por cada polígono de área artificializada.

Como se pode verificar pelo **Mapa 19**, a densidade de acidentes industriais nas áreas artificializadas do concelho de Vila do Conde é globalmente baixa (77%) (**Quadro 16**).

Quadro 16 – Proporção da área artificializada, por classe de densidade de acidentes industriais, no concelho de Vila do Conde

DENSIDADE	Área (ha)	%
Baixa	2432,1	77,2
Moderada	342,4	10,8
Elevada	182,0	6,2
Muito Elevada	94,1	3,1

Analisando os resultados à escala da freguesia, verifica-se que a densidade é maior no centro urbano da freguesia sede de concelho. É aqui que se regista a maior proporção de área artificializada com densidade elevada e muito elevada de acidentes industriais, que somam cerca de 56% de toda a área artificializada.

Também se salienta a freguesia de Aveleda, com 16,7% de área artificializada com densidade elevada. As densidades moderadas predominam nas freguesias de Azurara, Fajozes, Vilar do Pinheiro e Árvore (**Figura 7**Figura 1).

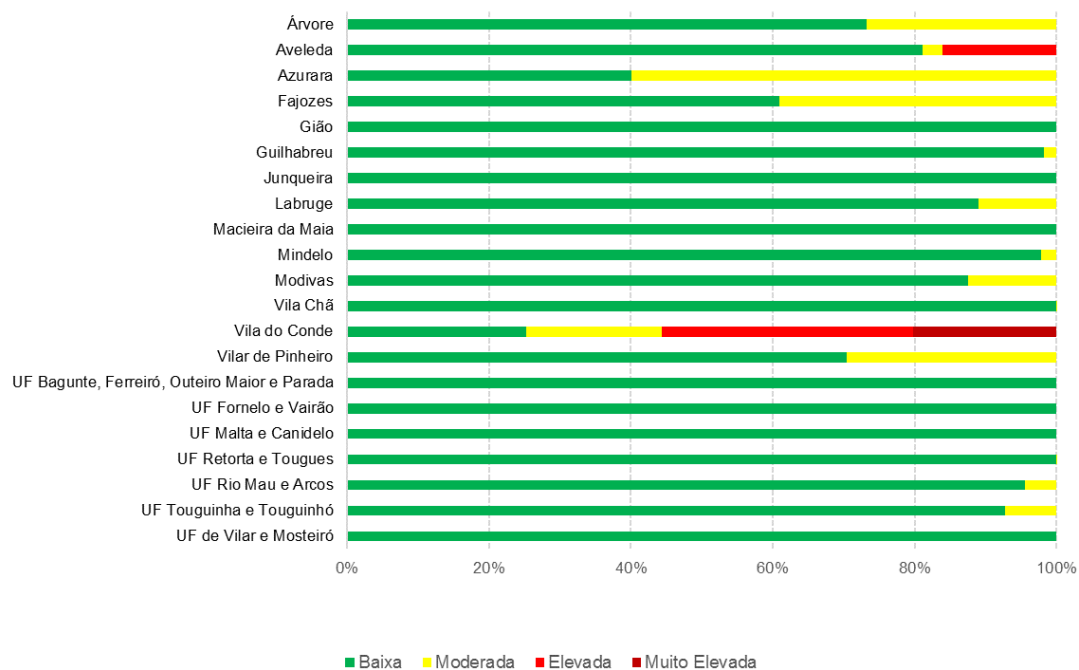


Figura 8 – Proporção da área artificializada, por classe de densidade de acidentes industriais, nas freguesias do concelho de Vila do Conde

Das 149 ocorrências registadas, 75 (50%) foram incêndios em indústrias, oficinas ou armazéns, 72 (48%) foram fugas de gás (em condutas, garrafas ou reservatórios) e 2 (2%) foram acidentes com produtos químicos, dentro de uma instalação ou em trânsito (**Figura 7**).

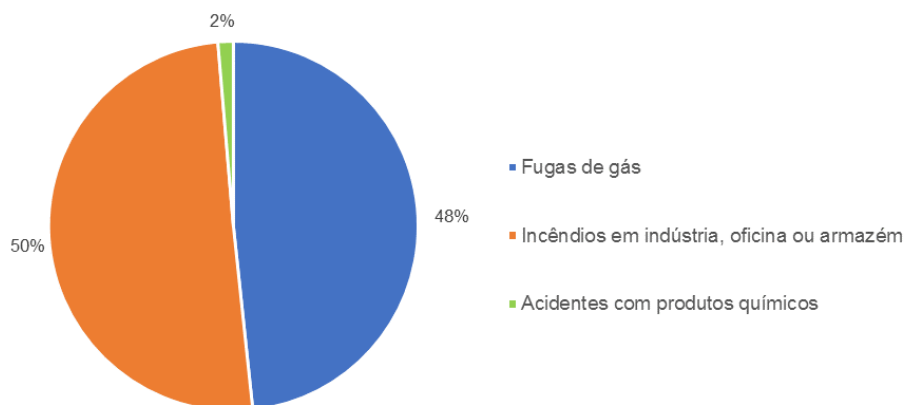
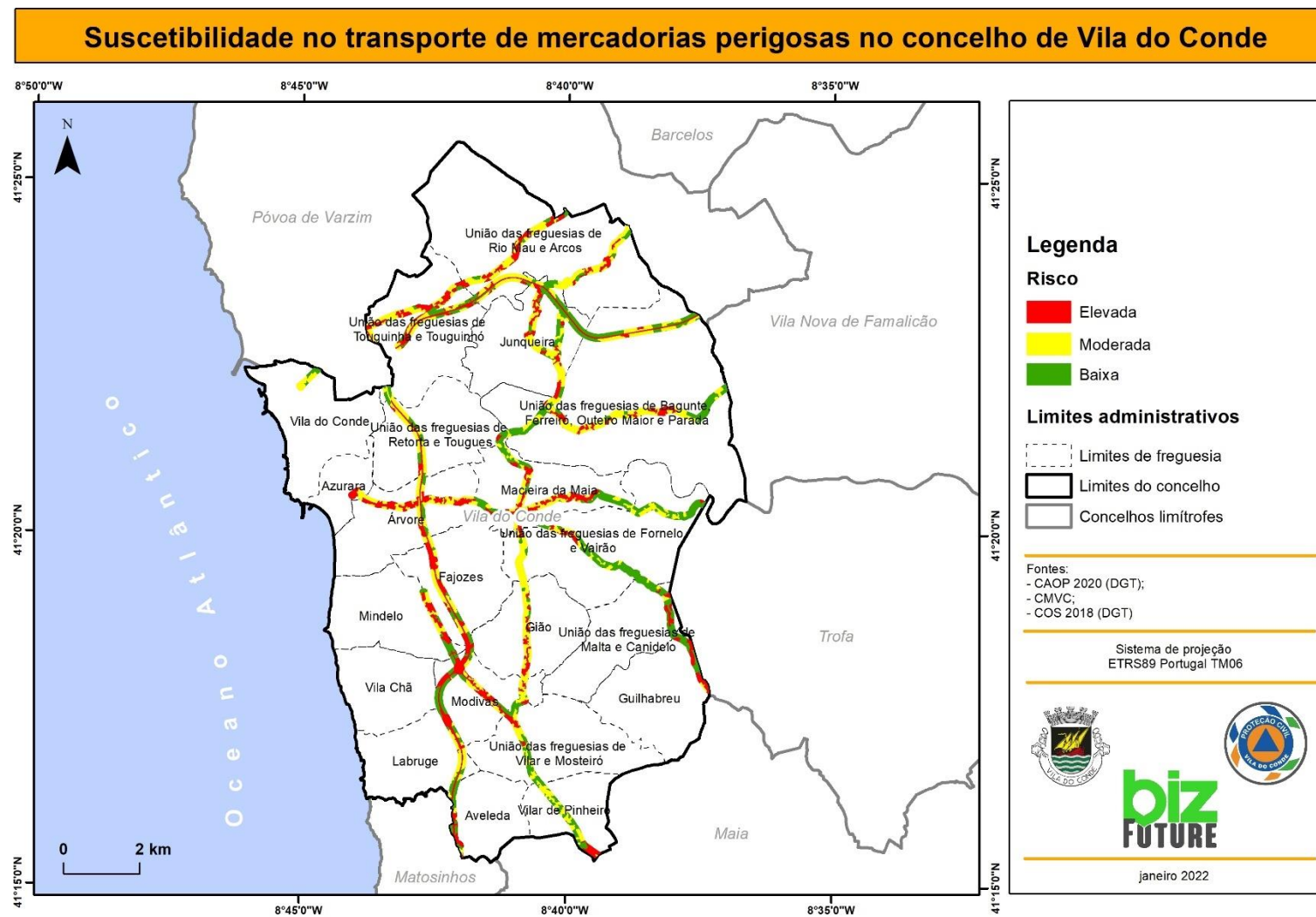


Figura 9 – Tipologia de acidentes industriais

1.18.

***ACIDENTES NO TRANSPORTE TERRESTRE
DE MERCADORIAS PERIGOSAS***

Mapa 22 – Acidente no transporte terrestre de mercadorias perigosas no município



1.18. Acidentes no transporte terrestre de mercadorias perigosas

As matérias perigosas são substâncias inflamáveis, ecotóxicas, corrosivas ou radioativas que podem provocar danos para o homem e para o ambiente. O transporte destas matérias passa a ser problemático quando há libertação de substâncias perigosas durante o trajeto. Para assegurar as melhores condições de segurança possíveis no transporte de mercadorias perigosas por via terrestre, foi publicada a Diretiva n.º 2008/68/CE, do Parlamento e do Conselho, de 24 de setembro, transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 41-A/2010, de 29 de abril – Regulamento Nacional do Transporte Terrestre de Mercadorias Perigosas.

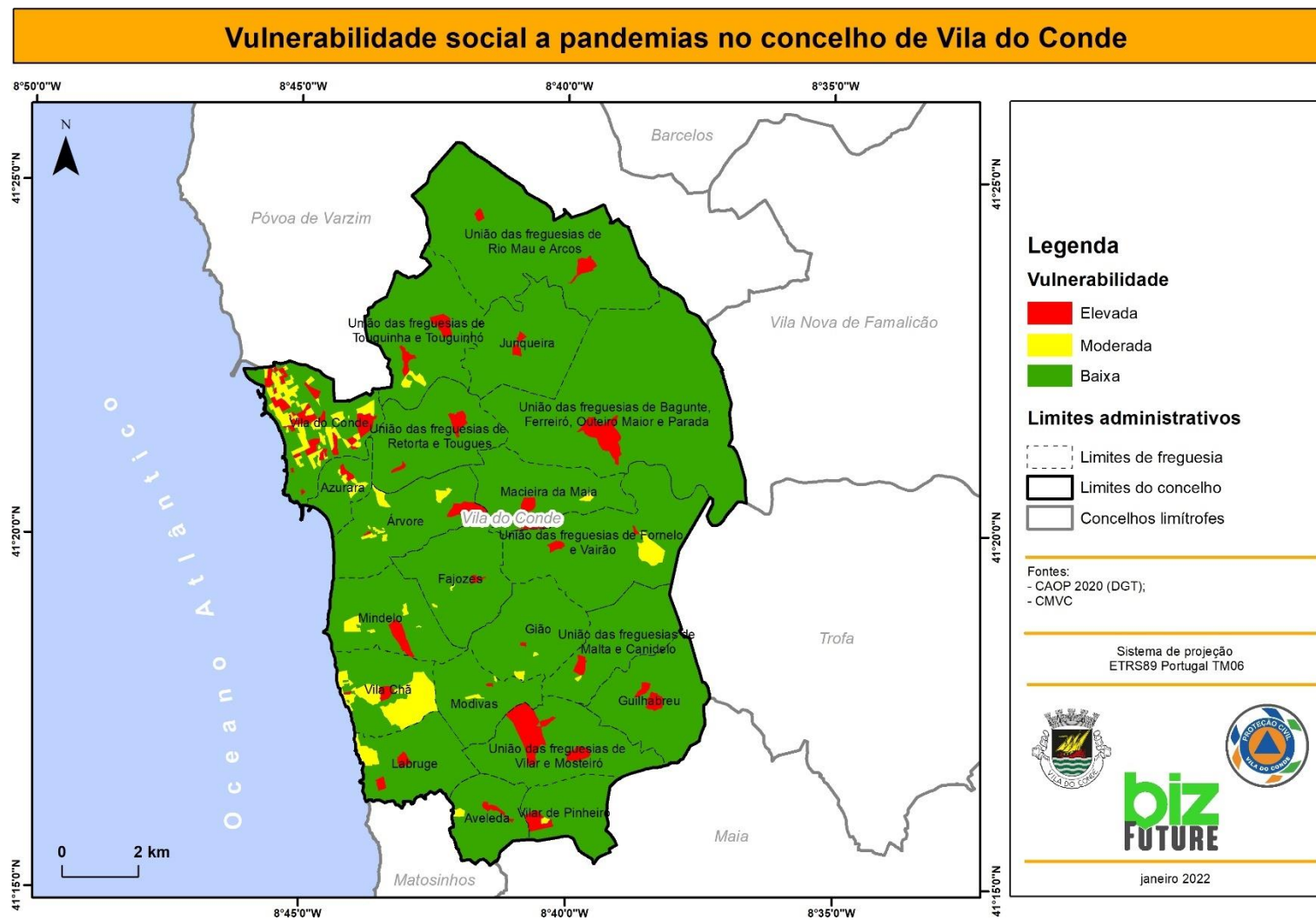
Para a determinação da suscetibilidade no transporte de mercadorias perigosas, identificaram-se as principais rodovias do concelho e efetuou-se uma faixa de 100 metros ao longo das mesmas. A metodologia consistiu numa análise multicritério que incluiu as seguintes variáveis: proximidade à faixa delimitada (45%), ocupação do solo (30%) e distância aos bombeiros (25%). Para as classes de cada variável foi efetuada a normalização para uma escala quantitativa comum que varia entre 0 (menos suscetível) e 1 (mais suscetível). Os acidentes no transporte de mercadorias perigosas ocorrem nas vias principais, onde o tráfego é maior, e os danos que deles advém ocorrem na área envolvente. Por este motivo, considerou-se a variável ocupação do solo, atribuindo-se uma maior classificação aos aglomerados populacionais atravessados por essas vias. Em caso de libertação de substâncias podem ocorrer incêndios, explosões e contaminações, provocando vítimas, prejuízos materiais e ambientais, e o corte do tráfego rodoviário.

O **Mapa 20** expressa o resultado da modelação e, como se pode verificar, o grau de suscetibilidade mais elevado encontra-se ao longo das vias mais próximas das grandes áreas industriais do setor ocidental do município, nomeadamente, na A 28 e na EN 104. Destaque também para o setor norte, na UF de Touguinha e Touguinhó, na UF de Rio Mau e Arcos e na freguesia de Junqueira, ao longo da EN 206.

1.19.

EMERGÊNCIAS DE SAÚDE PÚBLICA

Mapa 23 – Vulnerabilidade Social a Pandemias no município



1.19. Emergências de saúde pública

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), uma Emergência de Saúde Pública (ESP) é “uma ocorrência ou ameaça iminente de uma doença ou condição de saúde, causada por bioterrorismo, doença epidêmica ou pandêmica ou um novo e altamente letal agente infeccioso ou toxina biológica, que representa um risco substancial para um número significativo de humanos em termos de mortalidade, incidentes ou invalidez permanente ou a longo prazo”.

Perante uma emergência, e de acordo com orientações do Diretor-Geral da Saúde, as entidades que integram o sistema de vigilância em Saúde Pública (SP) devem, entre outros:

- Determinar rapidamente as medidas de controlo necessárias, com vista a prevenir a propagação;
- Assegurar uma ligação operacional direta com as autoridades de saúde e outros responsáveis, com o objetivo de aprovar e aplicar as medidas de contenção e de controlo;
- Assegurar, pelos meios de comunicação mais eficazes disponíveis, a ligação com os hospitais, centros de saúde, aeroportos, portos, laboratórios e outras estruturas operacionais fundamentais.

A monitorização e vigilância de fenómenos e acontecimentos que possam interferir ou fazer perigar a saúde da população, a elaboração de planos de contingência em situações de ESP, bem como a análise de risco, a gestão de risco e a comunicação de risco, no contexto da vigilância epidemiológica são competências dos Médicos de Saúde Pública (MSP). Para além disso, os MSP que sejam nomeados Autoridade de Saúde, exercem o poder discricionário do Estado de intervir na defesa da SP.

Considerando as competências da AS, esta deve desempenhar um conjunto de atribuições, em cada uma das fases da gestão de emergências (pré, durante e pós), que devem ser previamente planeadas e articuladas com os demais agentes de PC, considerando os riscos identificados e os recursos locais disponíveis.

Durante a elaboração deste documento, o país encontrava-se a atravessar uma pandemia de Covid-19 - nome atribuído pela OMS à doença provocada pelo novo coronavírus, SARS-COV-2. Esta pode causar um leque alargado e diversificado de sintomas – que podem surgir num intervalo de tempo entre os 2 e os 14 dias -, podendo estes ser moderados ou implicar o surgimento de uma doença grave. De acordo com o *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), os sintomas a ter em conta são a tosse, febre, dificuldade respiratória, dores musculares, cefaleias, perda de olfato e/ou paladar, fraqueza generalizada, entre outros.

De acordo com a análise histórica de pandemias que ocorreram no passado, constata-se que “a segunda onda tem ocorrido entre três a nove meses após a onda inicial, afetando maior número de pessoas e causando maior número de mortes” (DGS, 2006). Foi precisamente o que

verificámos nesta pandemia, e, daí, emerge a necessidade de se incluir este risco no planeamento de emergência municipal, até porque o vírus é imprevisível, vai adquirindo novas variantes e poderá tornar-se mais contagioso e letal. É também premente a articulação entre a proteção civil e as entidades de saúde, de modo a minimizar o impacto da doença.

A experiência adquirida com as vagas ocorridas até à data, em termos de propagação, contenção e mesmo da preparação hospitalar para dar resposta a um número potencialmente exacerbado de infetados, remete para a necessidade de uma organização e planeamento prévio que conduza a uma resposta eficaz não só à Covid-19 mas a qualquer outra pandemia que possa surgir futuramente. Neste âmbito, refira-se que a OMS, em parceria com o governo alemão, vai criar um centro mundial de dados com o intuito de prevenir, detetar atempadamente e melhorar a capacidade de resposta em caso de uma possível nova pandemia.

Sabendo que grandes concentrações populacionais são focos de contágio, e que os grupos de risco são a população idosa e com patologias várias, realizou-se um exercício de modelação da vulnerabilidade social, tendo em conta estas duas variáveis. Este foi realizado com base na informação da subsecção estatística do INE sobre a densidade populacional e o número de pessoas com idade superior a 65 anos no município de Vila do Conde, em 2011. Na atribuição das ponderações, também foi tido em conta a localização das escolas, onde a propagação do vírus é elevada.

Como se pode observar pelo **Mapa 21**, existem algumas subsecções estatísticas com vulnerabilidade elevada, nomeadamente nos centros das freguesias. Porém, verifica-se que as freguesias do litoral, nas quais a densidade populacional é maior e onde se encontra o maior número de residentes com idade superior a 65 anos, concentram mais subsecções com vulnerabilidade moderada a elevada. Destaque para as freguesias de Vila do Conde, Azurara, Mindelo e Vila Chã.

No âmbito das pandemias, importa referir a importância dos comportamentos individuais na contenção dos vírus: o isolamento profilático ou de doentes confirmados, os cuidados de higiene amplamente divulgados, o uso de proteções como máscaras e luvas e o recurso aos serviços essenciais, também eles locais de elevada probabilidade de contágio, só quando estritamente necessário e com o devido distanciamento de segurança. Em termos laborais, e como se tem verificado com a Covid-19, o fecho de estabelecimentos que promovam o contacto entre pessoas, o fecho de escolas e creches, a implementação do regime de teletrabalho, sempre que possível, e a criação de condições de trabalho, isto é, de proteção individual, no caso dos serviços essenciais – de saúde (hospitais, centros de saúde, farmácias, entre outros), de bens essenciais (supermercados, mercearias, indústria relacionada com a produção dos bens), lares – são medidas a considerar/ implementar.

Neste sentido, foi também criado um caderno “Guidelines ZCAP COVID-19” com as orientações para a instalação e gestão técnica de Zonas de Concentração e Apoio à População no âmbito do Covid-19, que deverá ser tido em conta aquando da definição de circuitos e procedimentos

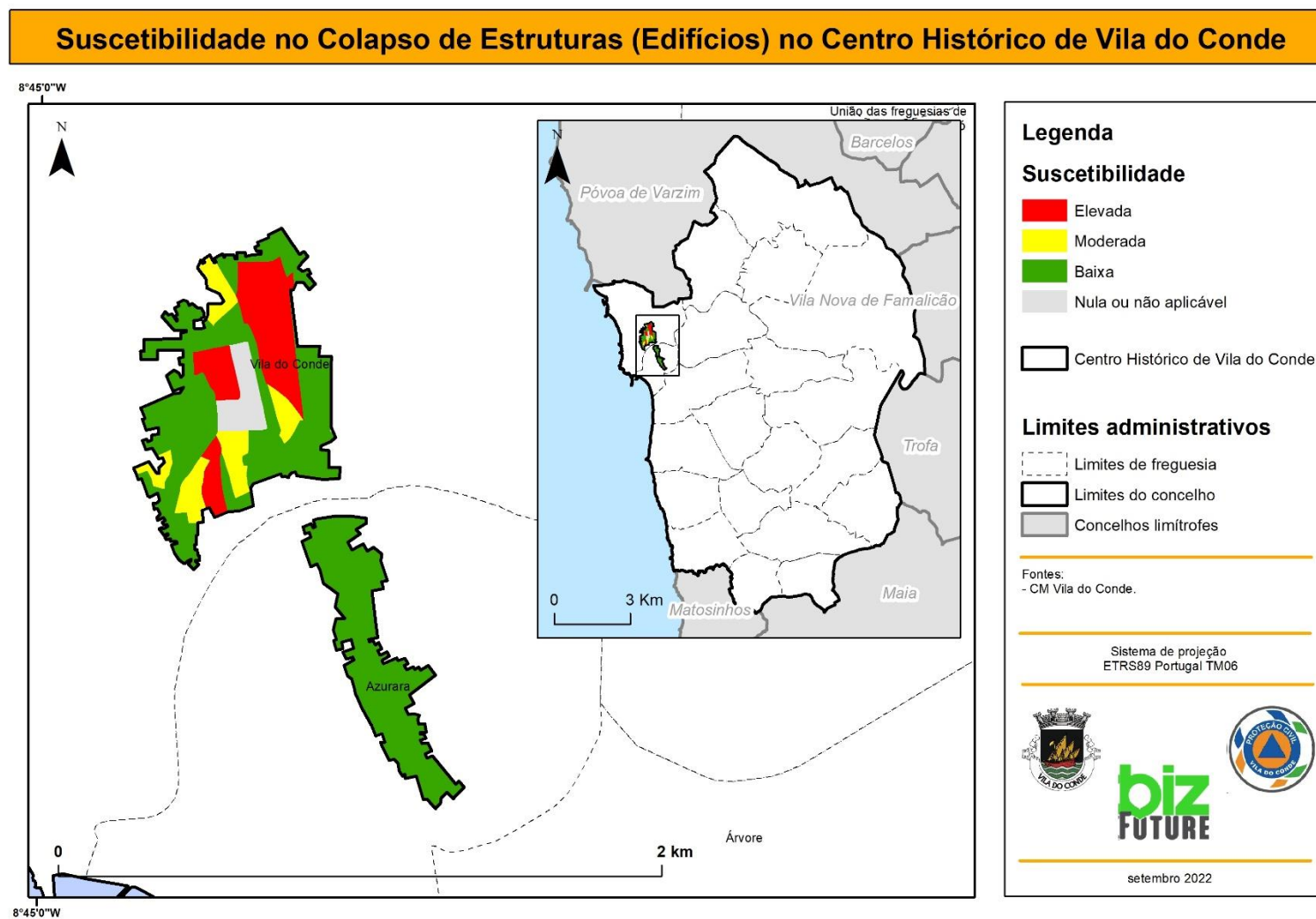
para o alojamento de emergência de carácter preventivo, isolamento profilático e/ou com infeção confirmada, mas sem necessidade de internamento hospitalar. Cabe ao município a iniciativa de instalar e coordenar o funcionamento destes espaços, bem como de centros de vacinação - quando produzidas vacinas para minimizar a sintomatologia.



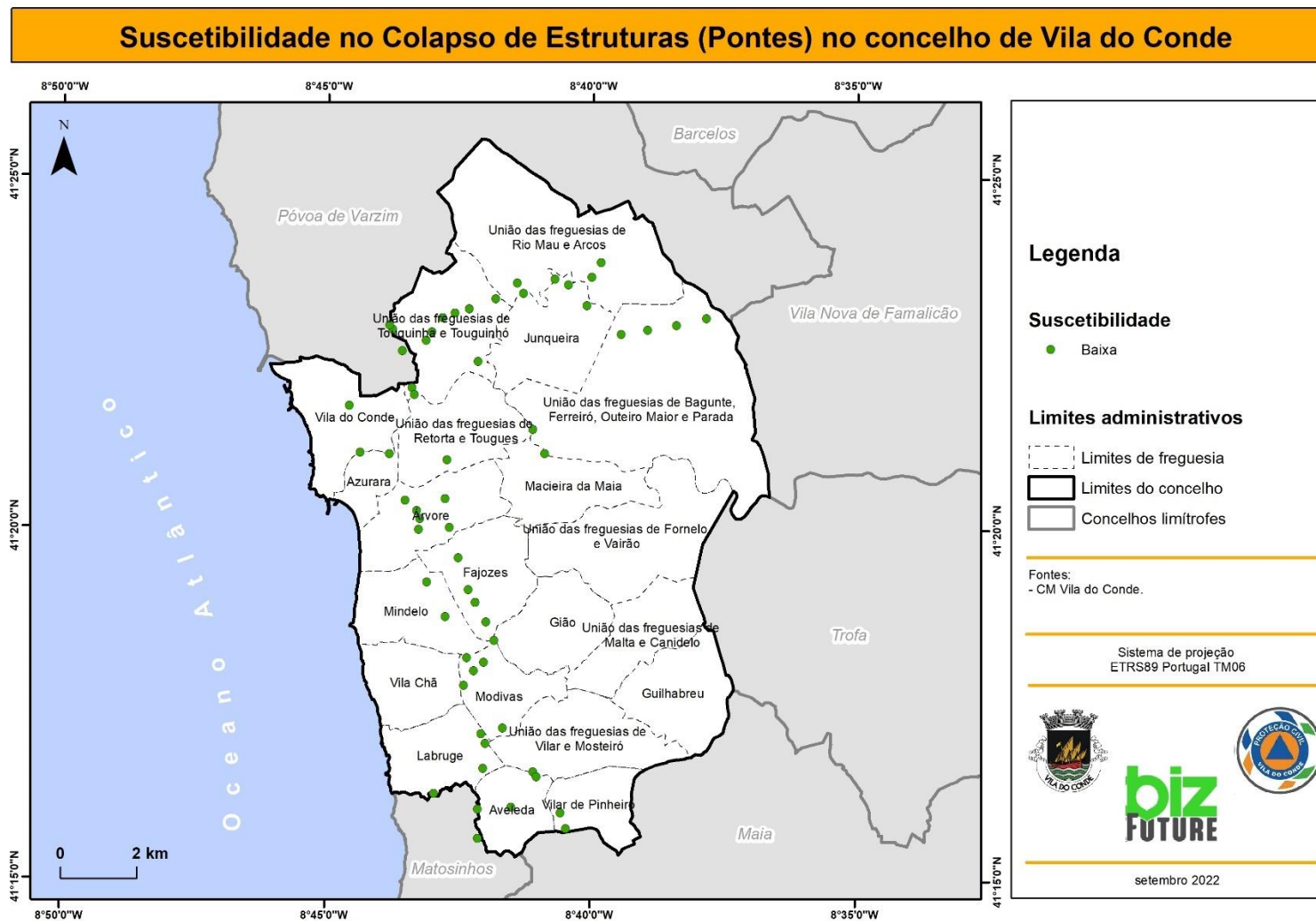
1.20.

Colapso de Estruturas

Mapa 24 – Suscetibilidade a colapso de edifícios no Centro Histórico de Vila do Conde



Mapa 25 – Suscetibilidade a colapso de estruturas (pontes) em Vila do Conde



1.20. Colapso de estruturas

O colapso de edifícios e estruturas está quase sempre relacionado com o seu estado de degradação. Normalmente, este tipo de incidente ocorre em edifícios abandonados e desabitados com níveis de degradação avançados. No entanto, estes incidentes também podem ocorrer em edifícios habitados e em estruturas com uma manutenção deficiente.

Na análise da suscetibilidade de colapso de estruturas analisou-se o colapso dos edifícios do centro histórico e o colapso de das pontes do concelho de Vila do Conde, que por serem estruturas que, em caso de colapso, podem comprometer a eficácia da resposta dos Agentes de Proteção Civil perante uma situação de emergência.

Para a determinação da suscetibilidade do colapso de edifícios no centro histórico de Vila do Conde, utilizaram-se os dados do INE 2011, por subsecção, - nomeadamente a idade dos edifícios. Sendo assim, agruparam-se estes dados em 3 intervalos, edifícios construídos antes de 1960, edifícios construídos entre 1960 e 1980 e edifícios construídos após 1980. A estes intervalos foram dadas ponderações, conforme o Quadro 17.

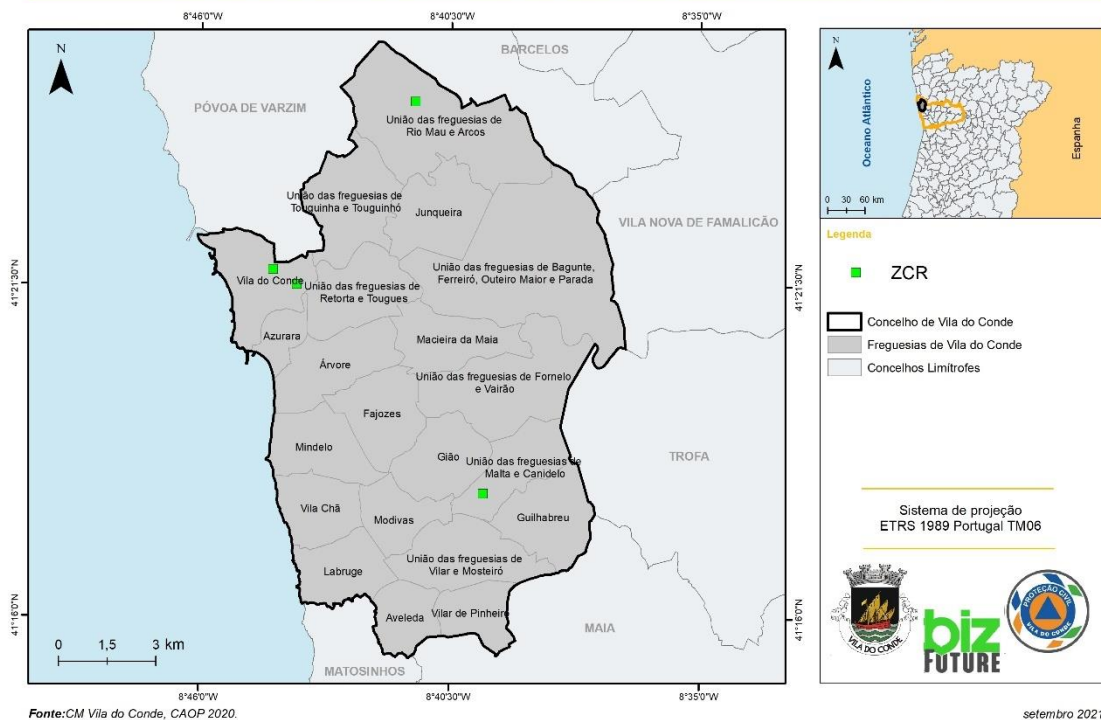
Quadro 17 - Valores de ponderação atribuídos à suscetibilidade de colapso de edifícios

Variável	Classes	Ponderação
Idade dos edifícios	Antes de 1960	80%
	Entre 1960 – 1980	15%
	Após 1980	5%

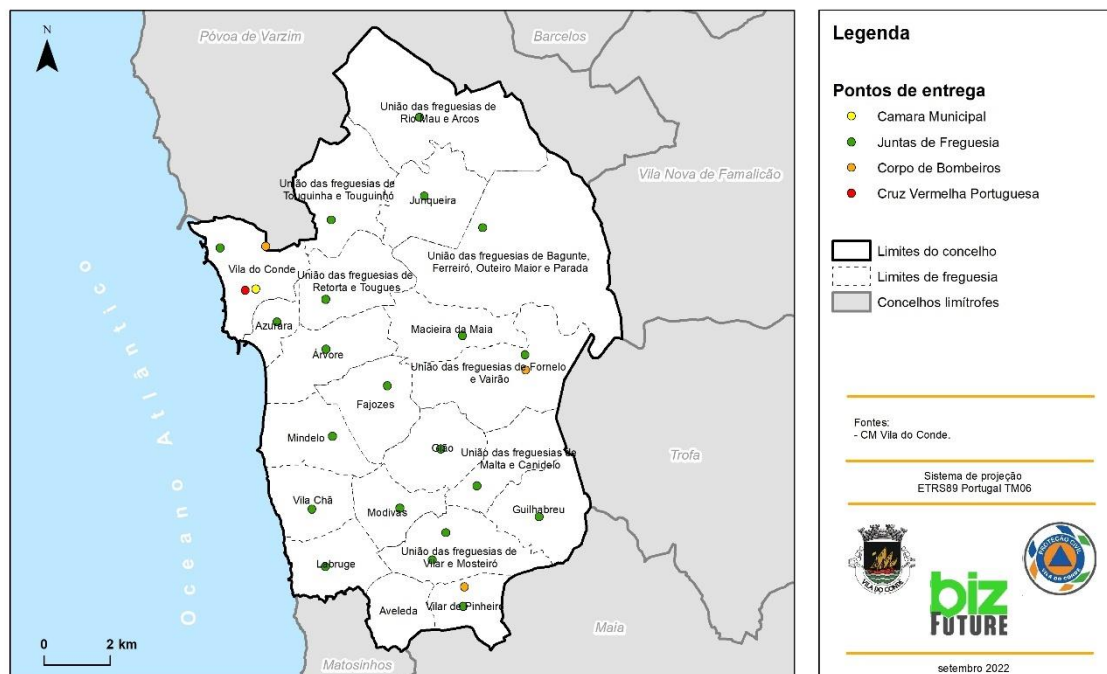
Como se pode verificar pelo Mapa 22, a suscetibilidade a colapso de edifícios no centro histórico de Vila do Conde apresenta níveis baixos, moderados e elevados, sendo, no entanto, o nível baixo o mais predominante.

Em relação ao colapso das pontes, foi efetuado um levantamento do estado das pontes e foi atribuída uma ponderação consoante o seu estado de conservação, o seu uso e idade. A análise efetuada permitiu concluir que a suscetibilidade de colapso das pontes é baixa, no entanto, importa referir que mediante fatores como sismos, precipitações intensas, etc. a suscetibilidade de colapso das mesmas pode aumentar consideravelmente.

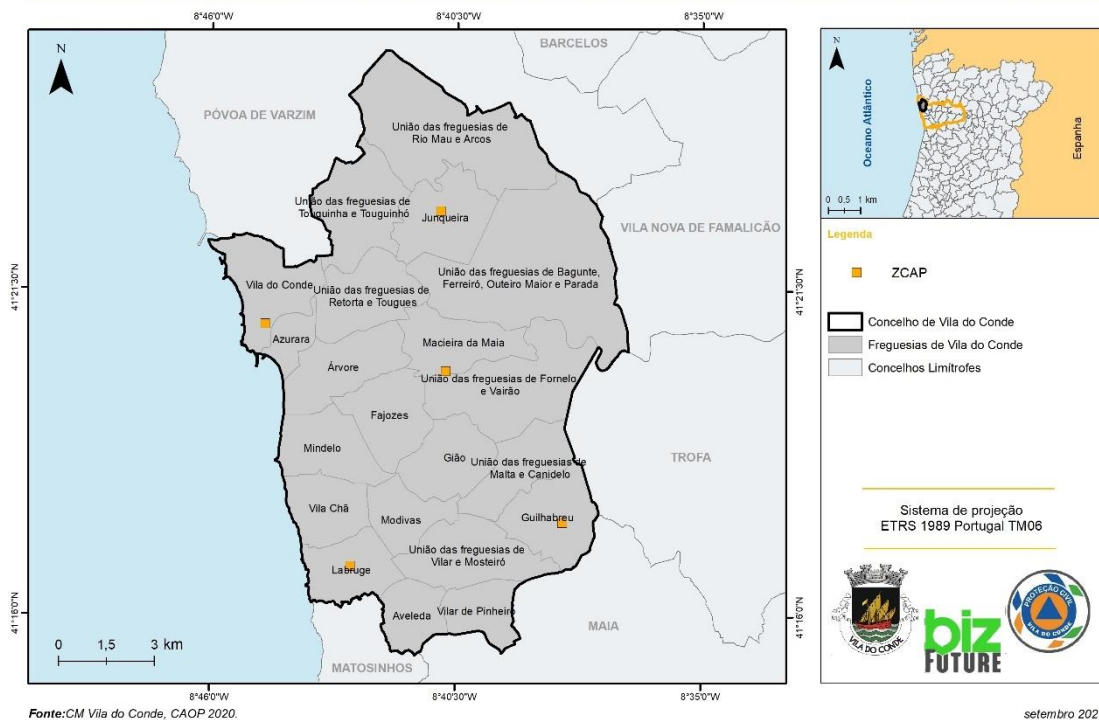
Zonas de Concentração e Reserva (ZCR) no concelho de Vila do Conde



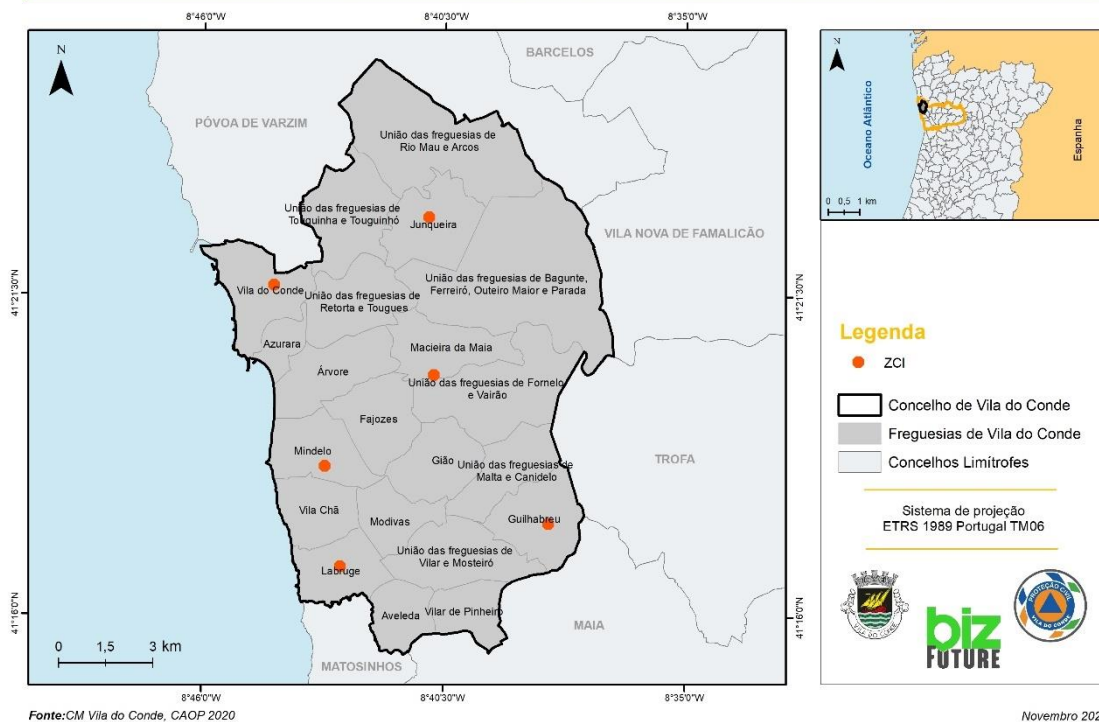
Pontos de Entrega no Concelho de Vila do Conde



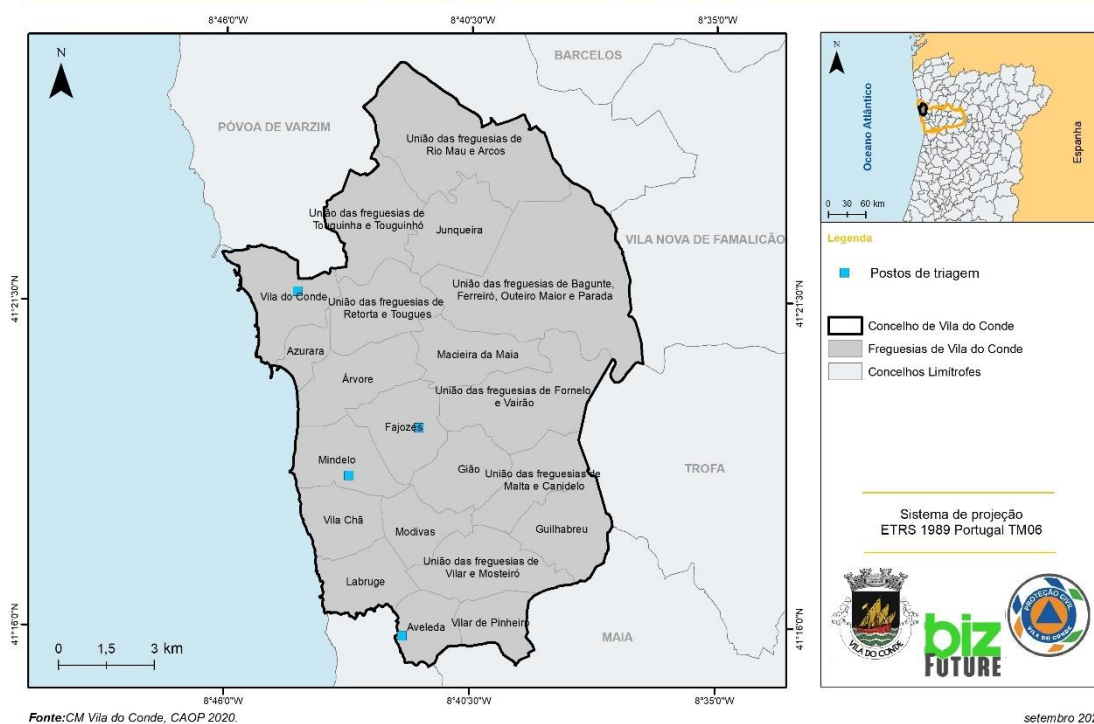
Zonas de Concentração e Apoio às Populações (ZCAP) no Concelho de Vila do Conde



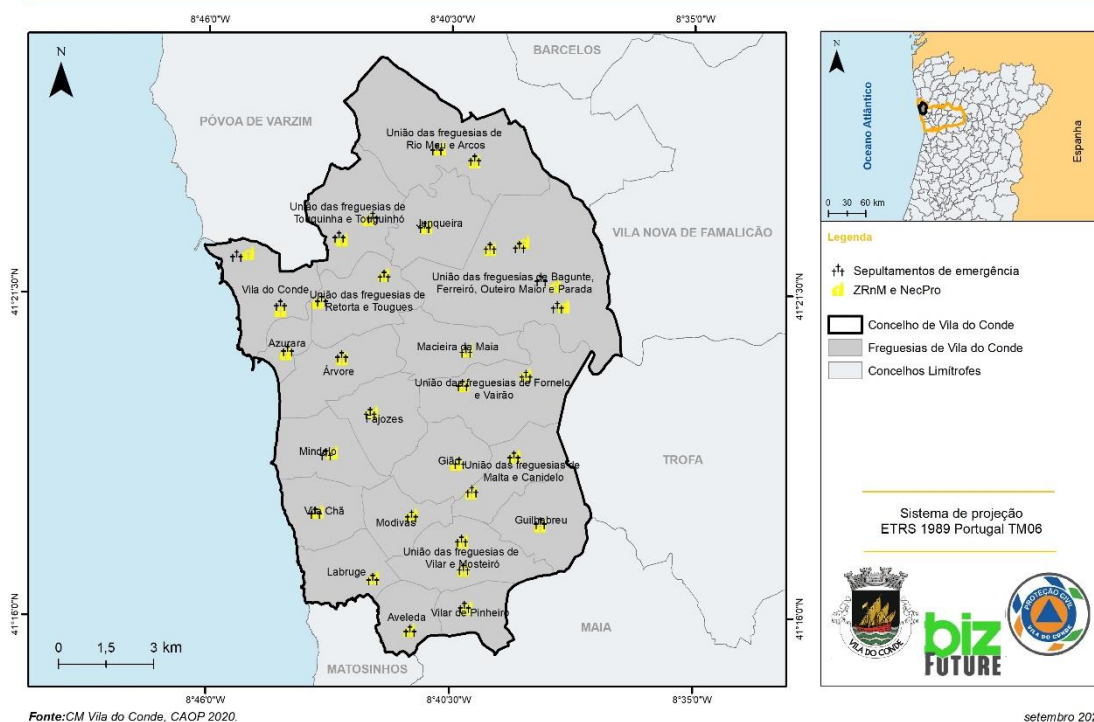
Zona de Concentração e Irradiação (ZCI) do Concelho de Vila do Conde



Postos de Triagem no Concelho de Vila do Conde



ZRnM e NecPro no concelho de Vila do Conde



2.

FONTES E BIBLIOGRAFIA

2.1. Páginas da Internet

- ANAC – Autoridade Nacional de Aviação Civil [em linha] <<https://www.anac.pt/>>.
- ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil [em linha] <<http://www.prociv.pt/>>.
- CNT – Comissão Nacional do Território. <<http://cnt.dgterritorio.pt/>> [em linha].
- DGADR – Nota Explicativa da Carta de Solos de Portugal e da Carta de Capacidade de Uso do Solo. In Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. <<https://www.dgadr.gov.pt/nota-explicativa>> [em linha].
- Eurocontrol [em linha] <<https://www.eurocontrol.int/>>.
- NAV – Navegação Aérea de Portugal, EPE [em linha] <<https://www.nav.pt/>>.

2.2. Planos, guias e documentos técnicos

- ANPC (2009) – *Guia para a Caracterização de Risco no âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil*. Caderno Técnico PROCIV n.º 9. Autoridade Nacional de Protecção Civil / Direção Nacional de Planeamento de Emergência. 28 p. Disponível em <http://www.prociv.pt/bk/Documents/CTP9_www.pdf>.
- Julião, R. P.; Nery, F.; Ribeiro, J. L.; Castelo Branco, M.; Zêzere, J. L. (2009) – *Guia Metodológico Para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e Para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal*. Autoridade Nacional de Protecção Civil / Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano / Instituto Geográfico Português. 2009. 91 p. Disponível em <http://www.prociv.pt/bk/Documents/guia_metodologico_SIG.pdf>.

2.3. Livros, artigos científicos, teses ou dissertações

- Almeida, V. P.; Bortolini, W.; Silveira, R.; Silveira, C. (2019) – Mapeamento de formas de vertentes com uso de modelagem digital de terreno na Serra do Ibitiraquire, Estado do Paraná. XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 12 p. Disponível em <<http://www.editora.ufc.br/images/imagens/pdf/geografia-fisica-e-as-mudancas-globais/834.pdf>>.
- Araújo, M. A. (1991) – *Evolução Geomorfológica da Plataforma Litoral da Região do Porto*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física. Porto: Faculdade de Letras da

Universidade do Porto, 505 p. + Anexos. Disponível em <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/22280>>.

- Asgary, A.; Ansari, S.; Duncan, R.; Pradhan, S. (2015) – Mapping potential airplane hazards and risks using airline traffic data. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13: 276-280. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.07.002>>.
- Barbosa, J. P.; Gomes, F. V.; Pinto, F. T. (2010) – Análise de Formas e Padrões Costeiros como Indicadores de Erosão na Zona Costeira Noroeste de Portugal. *Recursos Hídricos*, 31(2) Lisboa: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, pp. 15-28. Disponível em <https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh31_n2-2.pdf>.
- Bateira, Carlos Valdir de Meneses (2001) – Movimentos de Vertente no NW de Portugal, Susceptibilidade Geomorfológica e Sistemas de Informação Geográfica. Tese de Doutoramento. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 469 p. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10216/13059>>.
- Bateira, Carlos; Martins, Luciano; Santos, Mónica; Pereira, Susana (2011) – Cartografia da Susceptibilidade a Movimentos de Vertente na Região Demarcada do Douro. Porto: Universidade Lusófona, 38 p. Disponível em <<https://www.ivdp.pt/pt/docs/SUVIDUR/Cartograf.Susceptib.Movim.%20Vertente%20na%20RDD.pdf>>.
- Bio, A.; Gonçalves, J. A.; Pinho, J.; Vieira, L.; Vieira, J.; Smirnov, G.; Bastos, L. (2020) – Indicadores de vulnerabilidade de erosão costeira: um estudo de caso no Norte de Portugal. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 20(3). Lisboa: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, pp. 197-209. Disponível em <<https://ojs.aprh.pt/index.php/rgci/article/view/337>>.
- Faria, Ana Filipa P. F. de (2014) – Avaliação da Suscetibilidade a Movimentos de Vertentes por Método Matemático de Base Física e de Base Estatística: Estudo Comparativo no Vale do Douro Vinhateiro. Dissertação de Mestrado em SIG e Ordenamento do Território. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 133 p. Disponível em <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/76929>>.
- Henriques, Cristina da Silva (2009) – Dinâmica de Vertentes no Contexto da Reserva Ecológica Nacional: o Caso de Estudo do Concelho de Caldas da Rainha. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento. Lisboa: Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 140 p. Disponível em <<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/360>>.
- Julião, Rui Pedro (coord.) (2009) – Guia Metodológico Para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e Para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal. Autoridade Nacional de Proteção Civil / Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano / Instituto Geográfico Português, 91 p. Disponível em <http://www.prociv.pt/bk/Documents/guia_metodologico_SIG.pdf>.

- Martins, Cátia Vanessa Duarte (2015) – Avaliação da Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Vertente na Bacia Hidrográfica da Meia Léguas: Modelação Estatística e Simulação Matemática de Base Física. Dissertação de Mestrado em SIG e Ordenamento do Território. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 113 p. Disponível em <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/80599>>.
- Pereira, Susana da Silva (2009) – Perigosidade a Movimentos de Vertente na Região Norte de Portugal. Tese de Doutoramento em Geografia Física. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 370 p.
- Pimenta, Maria Teresa (1998) – Directrizes para a aplicação da equação universal da perda dos solos em SIG. Factor de cultura C e Factor de Erodibilidade do Solo K. INAG/DSRH, 12 p. Disponível em <https://snirh.apambiente.pt/snirh/download/relatorios/factorC_K.pdf>.
- Rattanagraikanakorn, B.; Sharpanskykh, A.; Schuurman, M.; Gransden, D.; Blom, H.; Wagter, C. (2018) – Characterizing UAS Collision Consequences in Future UTM. *AIAA Journal*, “2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference” (June 25-29, 2018), p. Disponível em <<https://doi.org/10.2514/6.2018-3031>>.
- Romão, S. R. M. (2014) – *Balanço Sedimentar Costeiro no Troço Litoral Entre a Praia da Barra e a Praia de Mira*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Geológica. Aveiro: Universidade de Aveiro – Departamento de Geociências, 104 p. + Anexos. Disponível em <<https://ria.ua.pt/handle/10773/14538>>.
- Silva, António Amílcar de Moura Alves da (2018) – Metodologia para delimitação de áreas de instabilidade de vertentes. In Lourenço, L. e Vieira, A. – Metodologia de Análise de Riscos Através de Estudos de Caso. Riscos – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, pp. 85-116. Disponível em <https://doi.org/10.34037/978-989-54295-2-3_3>.
- Simões, Hugo David Gonçalves (2013) – Modelação Espacial da Erosão Hídrica do Solo. Aplicação da Equação Universal da Perda de Solo (EUPS). Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica em Recursos Agro-Florestais e Ambientais, Especialização em Análise de Informação Geográfica. Castelo Branco: Escola Superior Agrária – Instituto Politécnico de Bragança, 164 p. Disponível em <<https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/2137>>.
- Weiss, Andrew D. (2001) – Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation. ESRI User Conference. San Diego, California. Disponível em <http://www.jennessent.com/downloads/tpi-postertnc_18x22.pdf>.
- Zêzere, José Luís (2001) – Distribuição e Ritmo dos Movimentos de Vertente na Região a Norte de Lisboa. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos (Área de Geografia Física e Ambiente: Relatório n.º 38), 167 p. Disponível em <<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/39440>>.

- Zêzere, José Luís (2005) – Dinâmica de Vertentes e Riscos Geomorfológicos: Programa. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos (Área de Geografia Física e Ambiente: Relatório n.º 41), 128 p. Disponível em <<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/39456>>.
- Zêzere, J. L.; Garcia, R. A. C.; Cruz de Oliveira, S.; Reis, E. (2005) – Análise sensível na avaliação da susceptibilidade a deslizamentos na região a norte de Lisboa. *X Colóquio Ibérico de Geografia*, 15 p. Disponível em <http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/075.pdf>.

2.4. Legislação

- ANPC (2021) – Diretiva Operacional Nacional n.º 4 – “Dispositivo Integrado de Resposta a Acidentes com Aeronaves” (DIRACAERO). Autoridade Nacional de Proteção Civil. 53 p. Disponível em <http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/OUTROSNORMATIVOSDIRETIVAS/Documents/DON%204_DIRACAERO_2021.pdf>.
- Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto [altera e republica o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional]. *Diário da República*, 1.ª série, n.º 164, pp. 60-118. Disponível em <<https://data.dre.pt/eli/dec-lei/124/2019/08/28/p/dre>>.
- Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro [aprova a revisão das Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais previstas no Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional]. *Diário da República*, 1.ª série, n.º 185, pp. 17-62. Disponível em <<https://data.dre.pt/eli/port/336/2019/09/26/p/dre>>.

