

Universidade de Lisboa  
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



**Análise da exposição sazonal a incêndios rurais e identificação de  
medidas de mitigação no concelho da Sertã**

**Ana Catarina Farinha Lopes**

Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território

Dissertação orientada pelo Doutor Sérgio Manuel Cruz de Oliveira e pela Doutora  
Sandra Isabel Santos de Oliveira

2025

Universidade de Lisboa  
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



**Análise da exposição sazonal a incêndios rurais e identificação de medidas de  
mitigação no concelho da Sertã**

**Ana Catarina Farinha Lopes**

Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território

Dissertação orientada pelo Doutor Sérgio Manuel Cruz de Oliveira e pela Doutora Sandra Isabel Santos de  
Oliveira

Júri:

Presidente: Doutor Pedro Manuel Pinto dos Santos, Professor Auxiliar do Instituto de Geografia e  
Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Doutor Eusébio Joaquim Marques dos Reis, Professor Associado do Instituto de Geografia e Ordenamento  
do Território da Universidade de Lisboa
- Doutora Maria da Conceição Almeida Colaço, Investigadora Júnior do Instituto Superior de Agronomia da  
Universidade de Lisboa
- Doutora Sandra Isabel Santos de Oliveira, Investigadora Auxiliar do Instituto de Geografia e Ordenamento  
do Território da Universidade de Lisboa (Orientadora)

## **Declaração de Autoria**

Eu Ana Catarina Farinha Lopes, declaro que a presente dissertação de mestrado intitulada Análise da exposição sazonal a incêndios rurais e identificação de medidas de mitigação no concelho da Sertã, é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas na bibliografia ou outras listagens de fontes documentais, tal como todas as citações diretas ou indiretas têm devida indicação ao longo do trabalho segundo as normas académicas.



## **Agradecimentos**

Ao longo de todo este percurso que foi a elaboração da presente dissertação de mestrado, estive acompanhada por um conjunto de pessoas que me permitiram, direta e indiretamente, atingir este objetivo, contribuindo para a conclusão de mais uma etapa. Quero, por isso, agradecer:

Em primeiro lugar, aos meus orientadores, o prof. Doutor Sérgio Oliveira e a Doutora Sandra Oliveira por toda a atenção, dedicação e paciência que demonstraram no decorrer desta etapa da minha vida. Foram fundamentais tanto no meu desenvolvimento académico como pessoal, dando-me as condições para progredir e desenvolver o meu potencial de autonomia, espírito crítico e capacidade de trabalho, sempre com a segurança da vossa presença em todos os passos dados.

A todos os meus amigos por estarem sempre presentes e me darem motivação para continuar, mesmo quando era difícil, compreendendo as minhas ausências e indisponibilidade. Todas as conversas que tivemos foram importantes para continuar a acreditar que era possível realizar todos os meus sonhos e objetivos.

À instituição que é o Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa por me ter formado e permitido o meu desenvolvimento académico e pessoal desde o início do meu percurso.

Ao Ivo Cardoso, por ter sido o meu companheiro de trabalho durante todo este tempo, nunca deixando de me acompanhar e aconselhar. A tua presença e as nossas rotinas foram cruciais para me manter focada e motivada para continuar.

À Carolina Vaz, pela disponibilidade que demonstrou para ouvir as minhas inúmeras questões e ideias que iam surgindo ao longo da realização deste trabalho.

À minha família, por ser o meu apoio incondicional em todos os momentos. Obrigada pelo constante apoio que me deram, direta e indiretamente no desenvolvimento desta dissertação.

E em especial, às duas pessoas mais importantes da minha vida, a minha mãe e a minha tia. Vocês sabem sempre ser o que eu preciso nos momentos certos, a minha zona de conforto e ao mesmo tempo as principais impulsionadoras para que esteja constantemente a desafiar-me e a procurar ser a minha melhor versão.

A vocês que estão comigo para o que der e vier, o meu mais sincero obrigada.

## Resumo

Os incêndios rurais constituem um dos fenómenos perigosos mais relevantes no panorama português, tendo estes vindo a agravar-se com as alterações atualmente observadas nas dinâmicas climáticas, socioeconómicas, de uso e ocupação do solo (Oliveira *et al.*, 2020). Torna-se assim fundamental, perceber como estes afetam as populações inseridas na interface urbano-rural, identificando as principais medidas a implementar de modo a amplificar a capacidade de resposta e reduzir o impacto dos mesmos.

Para tal, foi realizada uma análise à escala da subseção da Base Geográfica de Referenciação da Informação (INE, 2021) e do aglomerado populacional no município da Sertã, determinando diferentes componentes do risco de incêndio: a exposição estrutural, através da proporção de áreas estruturalmente mais perigosas e elementos expostos; a vulnerabilidade, considerando a população dependente e população sazonal; e o risco, resultante da conjugação da exposição estrutural e da vulnerabilidade.

Acresce a identificação e classificação dos locais de abrigo, segundo a sua aptidão e perigosidade em redor, e são apresentadas sugestões de abrigos capazes de colmatar as lacunas constatadas. Neste âmbito, são perspetivadas as condicionantes que envolvem uma possível evacuação pedestre da população do aglomerado populacional até ao abrigo mais próximo, analisados em diferentes ritmos (m/s), determinando constrangimentos temporais e de disponibilidade da rede viária para o efeito.

Tendo por base a informação que define os aglomerados onde se obteve o maior risco (considerando a perigosidade nos 100 m e 500 m envolventes) e com uma perspetiva de evacuação mais desfavorável, são considerados os aglomerados críticos que se estabelecem como prioritários na atuação e resposta perante a ocorrência de incêndios rurais. Enquadram-se nesta realidade, e em todos os cenários analisados, mais de ¼ da totalidade dos 2763 aglomerados populacionais identificados no município da Sertã.

Tendo em atenção as particularidades verificadas no município, são posteriormente identificadas medidas de mitigação e adaptação de possível implementação.

Palavras-chave: incêndios rurais; exposição estrutural; sazonalidade; evacuação; Sertã.

## Abstract

Rural fires are one of the most relevant dangerous phenomena in the Portuguese panorama, and these have been worsening with the changes perceived in the current climatic, socioeconomic and land use dynamics (Oliveira *et al.*, 2020). It is therefore essential to understand how they affect the populations inserted in the wildland-urban interface, identifying the main measures to be implemented to amplify the response capacity and reduce their impact. To this end, an analysis was carried out at the scale of the subsection of the Geographic Information Reference Base (INE, 2021) and the settlements in the municipality of Sertã, determining the structural exposure, perceived through the proportion of the more structurally hazardous areas and exposed elements; vulnerability, integrated through the consideration of the dependent population and seasonal population; and the risk resulting from the combination of structural exposure and vulnerability. In addition, the identification and classification of shelter sites according to their suitability and hazardousness are presented, and suggestions of shelters that address the main structural deficiencies found are given. In this context, the constraints involving a possible pedestrian evacuation of the population from the settlements to the nearest shelter are perceived, being analyzed at different paces (m/s) determining time constraints and the availability of the road network for this purpose. Based on the information that defines the settlements with the highest risk (considering the hazard in the 100 m and 500 m surrounding them) and with a more unfavorable evacuation perspective, the critical settlements are established as priorities when considering the action and response to the occurrence of rural fires. More than 1/4 of the total 2763 settlements identified in the municipality of Sertã fit into this reality in all the scenarios analyzed. Considering the particularities verified in the municipality, mitigation and adaptation measures are later identified.

Keywords: wildfires; structural exposure; seasonality; evacuation; Sertã.

# Índice

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1. ESTADO DA ARTE.....</b>	<b>5</b>
1.1 Componentes do risco de incêndio.....	6
1.2 Avaliação do risco de incêndios rurais.....	7
1.3 A influência da gestão nas dinâmicas de incêndio rural.....	9
1.4 A componente sazonal na análise de risco .....	9
1.5 A análise da evacuação em caso de incêndio .....	11
<b>2. ENQUADRAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO – MUNICÍPIO DA SERTÃ.....</b>	<b>14</b>
2.1 Enquadramento geográfico e limites administrativos.....	14
2.2 Características da população e aglomerados populacionais.....	14
2.3 Uso e Ocupação do Solo .....	16
2.4 Topografia.....	17
2.5 Clima.....	19
2.6 Histórico de incêndios no município da Sertã.....	21
<b>3. AVALIAÇÃO DAS COMPONENTES DE RISCO ESTRUTURAL E SAZONAL A INCÊNDIOS RURAIS .....</b>	<b>26</b>
3.1 Recolha e tratamento de dados .....	28
3.2 Enquadramento das subsecções da BGRI no município da Sertã.....	30
3.3 Metodologia para o cálculo da exposição estrutural.....	30
3.3.1 Elementos expostos e avaliação da exposição .....	30
3.3.2 Definição da Perigosidade Estrutural a incêndios rurais .....	31
3.3.3 Cálculo da exposição estrutural .....	33
3.4 Análise da exposição estrutural .....	33
3.5 Metodologia para a definição da sazonalidade .....	37
3.5.1. Identificação e distribuição da População Sazonal .....	37
3.5.2. Classificação da sazonalidade .....	39
3.6 Análise da Sazonalidade.....	39
3.7 Determinação e classificação do Índice de dependência total .....	41
3.8 Análise do Índice de dependência total.....	42
3.9 Avaliação das subsecções prioritárias em incêndios rurais .....	43
<b>4. DEFINIÇÃO DOS AGLOMERADOS POPULACIONAIS PRIORITÁRIOS ATRAVÉS DE AVALIAÇÃO DE RISCO.....</b>	<b>47</b>
4.1 Recolha e tratamento de dados .....	49

4.2	Delimitação dos aglomerados populacionais .....	51
4.3	Enquadramento dos aglomerados populacionais no município da Sertã .....	51
4.4	Metodologia para a exposição estrutural à escala do aglomerado populacional .	52
4.4.1.	Determinação da perigosidade dos aglomerados populacionais .....	52
4.4.2.	Elementos expostos a incêndios rurais .....	53
4.5	Determinação dos indicadores de vulnerabilidade (Sazonalidade e IDT) .....	54
4.6	Determinação dos aglomerados prioritários.....	54
4.7	Análise das matrizes de exposição no município .....	58
4.7.1	Análise das matrizes de exposição por freguesias .....	61
4.8	Análise da matriz de vulnerabilidade no município .....	62
4.8.1	Análise da vulnerabilidade por freguesias .....	63
4.9	Análise do risco no município.....	64
4.9.1	Análise do risco por freguesias.....	66
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DE LOCAIS DE ABRIGO FACE À EXPOSIÇÃO A INCÊNDIOS</b>	
	<b>RURAIS .....</b>	<b>69</b>
5.1	Metodologia para a determinação e condicionantes do estatuto de abrigo para classificação da aptidão .....	70
5.1.1	Identificação, Georreferenciação e Classificação dos Abrigos.....	70
5.1.2	Determinação da aptidão dos abrigos.....	71
5.2	Análise da distribuição das classes de aptidão dos abrigos.....	72
5.3	Metodologia para o estabelecimento da perigosidade estrutural na área envolvente aos abrigos.....	75
5.4	Análise da perigosidade nas áreas envolventes aos abrigos.....	76
5.4.1	Perigosidade nas áreas envolventes aos abrigos classificados como aptos .....	76
5.4.2	Perigosidade estrutural nas áreas envolventes aos abrigos classificados inaptos .....	78
5.4.3	Abrigos inaptos por danos estruturais graves ou alteração de estatuto público	81
5.5	Análise da perigosidade estrutural estabelecida na área envolvente aos abrigos .....	81
5.6	Proposta de novos locais de abrigo e determinação da exposição a incêndios rurais.....	83
5.7	Análise da perigosidade nas áreas envolventes aos abrigos propostos .....	84
5.8	Análise da distribuição dos abrigos aptos e propostas de abrigo.....	87
<b>6</b>	<b>ANÁLISE DE CENÁRIOS DE TEMPO DE EVACUAÇÃO A PARTIR DOS AGLOMERADOS</b>	
	<b>POPULACIONAIS .....</b>	<b>90</b>

6.1	Recolha e tratamento de dados .....	92
6.2	Determinação dos tempos de evacuação dos aglomerados populacionais até ao abrigo mais próximo .....	93
6.3	Análise dos tempos de evacuação a partir de cada aglomerado populacional ....	95
6.4	Definição de penalizações de tempo considerando o número de vias de saída disponíveis em cada aglomerado populacional.....	98
6.5	Análise dos tempos de evacuação com penalizações a partir de cada aglomerado populacional.....	99
6.6	Aglomerados populacionais críticos - perspetiva de evacuação desfavorável..	103
<b>7.</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO .....</b>	<b>105</b>
	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>110</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>116</b>
	<b>WEBGRAFIA.....</b>	<b>124</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>126</b>

## Índice de Figuras

Figura 2.1	Enquadramento do município da Sertã (Fonte: CAOP, 2023).....	14
Figura 2.2	Interface urbano-rural do município da Sertã - proximidade do combustível vegetal dos aglomerados populacionais (Fonte: Carta de Interface de Áreas Edificadas Estrutural 2018, DGT, 2018).....	15
Figura 2.3	Distribuição das classes de Uso e Ocupação do Solo no município da Sertã (Fonte: COS2018, DGT).....	17
Figura 2.4	Distribuição das classes de altitude no município da Sertã (Fonte: NASA Earth Data, 2025) .....	18
Figura 2.5	Distribuição das classes de declive (°) no município da Sertã.....	19
Figura 2.6	Distribuição da temperatura do ar na estação meteorológica de Castelo Branco (normal climatológica 1991 - 2020) (Fonte: IPMA, 2025).....	20
Figura 2.7	Distribuição da precipitação na estação meteorológica de Castelo Branco (normal climatológica 1991 - 2020) (Fonte: IPMA, 2025).....	21
Figura 2.8	Frequência (nº) de áreas ardidadas no município da Sertã .....	23
Figura 3.1	Esquema metodológico para a determinação da exposição estrutural e vulnerabilidade à escala da subseção da BGRI .....	27

Figura 3.2 Classes de exposição estrutural por subsecção da BGRI no município da Sertã .....	36
Figura 3.3 Forçador predominante (mais influente no cálculo da exposição estrutural) /único da exposição estrutural por subsecção da BGRI no município da Sertã .....	37
Figura 3.4 Classes de Sazonalidade por subsecção da BGRI no município da Sertã .....	41
Figura 3.5 Classes de Índice de dependência total por subsecção da BGRI no município da Sertã. ....	43
Figura 3.6 Cruzamento das variáveis em associações (dois fatores). ....	44
Figura 3.7 Classes mais gravosas da associação Perigosidade-Sazonalidade à escala da subsecção da BGRI .....	45
Figura 3.8 Classes mais gravosas da associação Perigosidade-IDT à escala da subsecção da BGRI .....	46
Figura 3.9 Classes mais gravosas da associação IDT-Sazonalidade à escala da subsecção da BGRI .....	46
Figura 4.1 Esquema metodológico para a determinação da exposição estrutural, vulnerabilidade e risco à escala dos aglomerados populacionais.....	48
Figura 4.2 Classes de exposição calculadas tendo em conta a área crítica os 100 m envolventes aos aglomerados populacionais.....	60
Figura 4.3 Classes de exposição calculadas tendo e conta a média da área crítica nos 100 m e 500 m envolventes aos aglomerados populacionais .....	60
Figura 4.4 Classes de vulnerabilidade nos aglomerados populacionais .....	63
Figura 4.5 Classes de risco tendo em consideração a área crítica nos 100 m envolventes aos aglomerados populacionais .....	65
Figura 4.6 Classes de risco tendo em consideração a área crítica na média dos 100 m e 500 m envolventes aos aglomerados populacionais .....	65
Figura 4.7 Variações identificadas nas classes de risco na transição da matriz de risco dos 100 m envolventes para a média dos 100 m e 500 m .....	68
Figura 5.1 Esquema metodológico para a identificação de abrigos e sugestões de abrigo no município da Sertã .....	69
Figura 5.2 Distribuição de abrigos estabelecidos no PMEPCS por classes de aptidão, nas diversas freguesias do município da Sertã .....	75
Figura 5.3 Distribuição das classes de perigosidade estrutural nos 50m de área envolvente aos abrigos por freguesia no município da Sertã .....	82
Figura 5.4 Distribuição das classes de perigosidade estrutural nos 50m de área envolvente às sugestões de abrigo por freguesias do município da Sertã .....	87
Figura 5.5 Distribuição dos abrigos aptos e propostas de abrigo por freguesia do município da	

Sertã .....	89
Figura 6.1 Esquema metodológico para a avaliação dos tempos de evacuação e constrangimentos estruturais para chegada ao abrigo mais próximo a partir dos aglomerados populacionais .....	91
Figura 6.2 Tempo de evacuação PEAT a partir dos aglomerados populacionais; cenário 0,89 m/s .....	96
Figura 6.3 Tempo de evacuação PEAT a partir dos aglomerados populacionais; cenário 1,2 m/s .....	97
Figura 6.4 Tempo de evacuação PEAT a partir dos aglomerados populacionais; cenário 1,52 m/s .....	97
Figura 6.5 Tempo de evacuação PEAT com penalização (inversamente proporcional ao nº de vias de saída) a partir dos centroides aglomerados populacionais - cenário 0,89 m/s .....	101
Figura 6.6 Tempo de evacuação PEAT com penalização (inversamente proporcional ao nº de vias de saída) a partir dos centroides aglomerados populacionais - cenário 1,2 m/s .....	102
Figura 6.7 Tempo de evacuação PEAT com penalização (inversamente proporcional ao nº de vias de saída) a partir dos centroides aglomerados populacionais - cenário 1,52 m/s .....	102
Figura 6.8 Aglomerados populacionais críticos (100 m) com evacuação desfavorável (superior a 20 minutos) .....	104
Figura 6.9 Aglomerados populacionais críticos (média 100 m e 500 m) com evacuação desfavorável (superior a 20 minutos) .....	105

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 Frequência (%) e área abrangida (ha) das classes de uso e ocupação do solo no município da Sertã (Fonte: COS2018, DGT) .....	16
Tabela 2.2 Frequência (%) das classes de altitude no município da Sertã. ....	18
Tabela 2.3 Frequência (%) das classes de declive no município da Sertã.....	19
Tabela 2.4 Área ardida acumulada (2000 – 2023) por freguesia no município da Sertã.....	23
Tabela 2.5 Ocorrências de incêndios por classes de altitude (ano) no município da Sertã.....	24
Tabela 2.6 Ocorrências de incêndios por classes de declive (ano) no município da Sertã.....	24
Tabela 2.7 Ocorrências de incêndios por classes de uso e ocupação do solo (ano) no município da Sertã.....	25

Tabela 3.1 Informação de base estatística e cartográfica utilizada para determinar a exposição estrutural e vulnerabilidade à escala subsecção da BGRI. -----	29
Tabela 3.2 Distribuição das subsecções da BGRI por freguesia (%) -----	30
Tabela 3.3 Intervalos de valores das classes de exposição estrutural-----	34
Tabela 3.4 Exemplo de distribuição das classes das variáveis e valores para classificação de associações nos modelos 1 a 6-----	44
Tabela 4.1 Informação de base estatística e cartográfica utilizada para determinar a exposição e vulnerabilidade à escala do aglomerado populacional-----	50
Tabela 4.2 Distribuição dos aglomerados populacionais por freguesia-----	51
Tabela 4.3 Matriz de exposição (Matriz 1) - combina Perigosidade (área crítica 100 m envolventes) e Elementos Expostos-----	55
Tabela 4.4 Matriz de exposição (Matriz 2) - combina Perigosidade (média dos 100 m e 500 m envolventes) e Elementos Expostos-----	55
Tabela 4.5 Matriz de vulnerabilidade (Matriz 3) - combina sazonalidade e IDT-----	56
Tabela 4.6 Matriz de risco (Matriz 4) - combina exposição nos 100 m envolventes ao aglomerado populacional e matriz de vulnerabilidade-----	57
Tabela 4.7 Matriz de risco (Matriz 5) - combina exposição na média dos 100 e 500 m envolventes ao aglomerado populacional e matriz de vulnerabilidade-----	57
Tabela 5.1 Distribuição dos abrigos estabelecidos no PMEPCS por freguesia e classes de aptidão-----	74
Tabela 5.2 Perigosidade estrutural nos 50m envolventes aos abrigos aptos-----	77
Tabela 5.3 Perigosidade estrutural nos 50m envolventes aos abrigos inaptos por incumprimento da faixa de gestão de combustível e inaptos ao abandono-----	79
Tabela 5.4 Perigosidade estrutural nos 50m envolventes aos abrigos inaptos por danos estruturais graves ou alteração de estatuto público-----	81
Tabela 5.5 Classes de perigosidade e sua ocupação nos 50m envolventes às sugestões de abrigo-----	85
Tabela 6.1 Informação de base estatística e cartográfica utilizada para determinar o tempo de evacuação a partir dos aglomerados populacionais e penalizações aplicadas derivadas da disponibilidade de vias de saída-----	92
Tabela 6.2 Valores de conservação de velocidade por classe de uso e ocupação do solo-----	94
Tabela 6.3 Descrição de valores de velocidade (m/s) -----	94
Tabela 6.4 Penalizações de tempo de evacuação em função do número de vias de saída dos aglomerados populacionais-----	98

## Introdução

Os incêndios rurais mostram ser um dos perigos ambientais de maior relevância no panorama nacional, situação determinada pelo contexto biofísico português que define uma acentuada predisposição para a sua ocorrência (Bergonse *et al.*, 2023). Esta realidade tem vindo a agravar-se nos últimos anos, resultante das transformações verificadas no uso e ocupação do solo, potenciadas pelas alterações climáticas e por fatores demográficos e socioeconómicos, que tendem a intensificar as circunstâncias associadas à ocorrência de incêndios rurais (Oliveira *et al.*, 2020).

A corrente alteração no padrão dos regimes deste fenómeno perigoso, que mostram uma crescente intensidade, frequência e severidade (Moreira *et al.*, 2023) vem colocar em perspetiva as consequências devastadoras que geram, traduzidas na perda de milhares de hectares de floresta e centenas de vidas humanas (Oliveira *et al.*, 2021).

Os incêndios rurais ocorridos em junho e outubro de 2017 em Portugal deixam transparecer problemas estruturais que se encontram na base da ocorrência das fatalidades verificadas. Mais de 50 % da amostra da população afetada nestes incêndios denota um fator de vulnerabilidade muito acentuado, traduzido na sua dimensão sazonal, isto é, por serem turistas e população secundária com reduzida familiaridade com o local, mas também pela população idosa, com dificuldades de mobilidade (Rodrigues *et al.*, 2022). As falhas identificadas na forma como estes incidentes foram geridos, a incapacidade de execução de medidas preventivas no processo de evacuação e a falta de preparação e consciência da população nestes cenários, revelam a necessidade de reavaliar a forma como os incêndios rurais e suas condicionantes são percebidas.

A imprevisibilidade pautada no comportamento deste fenómeno perigoso salienta a relevância de identificar padrões espaciais e temporais no desencadeamento e propagação dos incêndios rurais, reconhecendo não só condicionantes estruturais, mas também elementos e circunstâncias específicas a curto prazo que condicionam a exposição estrutural associada a um determinado local (Bergonse *et al.*, 2021). A ocorrência de incêndios rurais complexos, associados a fatores e cenários extremamente dinâmicos que incrementam o fator de risco e incerteza, requerem uma abordagem metodológica distinta (Castellnou *et al.*, 2019). Esta, valorizando uma gestão e planeamento preventivo mais cooperativo e organizado entre entidades e população de modo a poder corresponder melhor a possíveis situações não previstas e incrementar a capacidade de tomada de decisão (Canadas *et al.*, 2023).

Para além da consideração do elemento físico, é também necessário perceber no contexto social a população como um elemento exposto mutável no tempo e no espaço, sendo imprescindível considerar diferentes padrões na sua distribuição (Smith *et al.*, 2015).

O foco da gestão dos incêndios rurais é, muitas vezes, direcionado para a interface urbano-rural, que engloba áreas onde coexiste material combustível (vegetação) com população e bens (Barbosa *et al.*, 2024), o que torna estas áreas um local de extrema importância tanto na perceção deste risco (Taccaliti *et al.*, 2023), como na definição de medidas de mitigação e estratégias de combate a incêndios. É assim colocada em perspetiva a necessidade de identificar e ponderar as condicionantes estruturais refletidas nas realidades locais estabelecidas em cada aglomerado populacional e sua área envolvente, enfatizando diferentes e particulares níveis de exposição e vulnerabilidade. Esta circunstância permite a ponderação de soluções e respostas adaptadas especialmente a cada contexto, possibilitando a adoção e desenvolvimento de políticas que potenciem a maior probabilidade de êxito (Pastor *et al.*, 2019).

Transparecem ainda assim lacunas e incertezas que põem em evidência a necessidade de um maior conhecimento do contexto territorial e operacional de forma a possibilitar uma resposta mais eficaz à evolução do padrão atual dos incêndios rurais (Castellnou *et al.*, 2019). Deste modo, torna-se imprescindível uma abordagem holística que integre as temáticas afetas à capacidade de gestão, mitigação, prevenção e resposta a este fenómeno e aos seus efeitos, e uma melhor compreensão de todos os elementos que a compõem, de modo a reduzir perdas potenciais no futuro (Bergonse *et al.*, 2022a).

O município da Sertã, localizado na região Centro de Portugal continental, enquadra-se no atual padrão de incêndios rurais caracterizado por uma dinâmica de crescente incidência, severidade e potencial destrutivo, semelhante ao que se observa noutros países do sul da Europa (San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2023). Exemplo disto prende-se com o facto de, no período de 2000 a 2023, ser possível verificar uma percentagem acumulada de área ardida correspondente a 106,35 % da área deste município. O ano de 2017 surge como um exemplo incontestável desta tendência, que demarca uma nova perspetiva face ao perigo de incêndio rural, uma vez que só neste ano, a área ardida correspondeu a 35,93 % do total de área ardida desde o início do período de análise no município da Sertã, e correspondeu a 38,21 % da área do município.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo principal a análise da perigosidade e exposição aos incêndios rurais no município da Sertã, focando em particular na identificação das principais dinâmicas sazonais de população exposta, que inclui a população turística e secundária, enquadradas numa abordagem de risco resultante da

combinação de diferentes componentes exploradas nos objetivos específicos.

Os objetivos específicos pretendem:

- Determinar a perigosidade estabelecida à escala da subsecção estatística (BGRI), nas áreas envolventes aos aglomerados populacionais e edifícios estratégicos (abrigos) definindo as áreas críticas (com maior potencial perigoso);
- Determinar a população sazonal (secundária e turística), considerando-a como fator integrante na vulnerabilidade e no aporte à exposição do município da Sertã;
- Identificar e localizar a população dependente, a ser visada na discriminação da vulnerabilidade face a incêndios rurais na área de estudo;
- Determinar os aglomerados populacionais críticos considerando o risco, determinado pela exposição e vulnerabilidade, a incêndios rurais no município da Sertã;
- Definir as possibilidades de abrigo e proteção nos aglomerados populacionais mediante as suas condições estruturais atuais e nível de exposição identificados;
- Identificar os aglomerados populacionais que registam maiores constrangimentos para evacuação;
- Sugerir medidas de adaptação e mitigação mais adequadas ao contexto particular de exposição e vulnerabilidade a incêndios dos aglomerados populacionais.

Esta dissertação encontra-se organizada em 7 capítulos, definidos de acordo com os objetivos, principal e específicos, estabelecidos para este estudo. A Introdução pretende introduzir o tema, apresentar os objetivos e a estrutura da presente dissertação. No primeiro capítulo é feita uma avaliação do estado atual do conhecimento e relevância do tema no contexto atual. O segundo capítulo pretende enquadrar a área de estudo, de acordo com o seu contexto biofísico, demográfico, de uso e ocupação do solo e de incidência do fenómeno perigoso, os incêndios rurais. No terceiro capítulo, o foco incide no cálculo e análise da exposição a incêndios rurais, numa perspetiva estrutural, complementada com a introdução da componente sazonal determinada pelo incremento populacional. É também apresentada neste capítulo uma componente de vulnerabilidade afeta aos grupos de maior vulnerabilidade em cenários de incêndio rural. No quarto capítulo é avaliada a exposição e vulnerabilidade inerente aos aglomerados populacionais localizados na interface urbano-rural, bem como a componente do risco atribuída a cada povoação. No quinto capítulo são identificados os abrigos disponíveis no município e

determinada a sua aptidão para desempenho da função, assim como o cálculo da perigosidade em redor, sendo posteriormente sugeridos outros locais com capacidade para se estabelecerem como potencial abrigo. O sexto capítulo incide sobre as condições de evacuação pedestre da população a partir dos aglomerados populacionais, consagrando condicionantes como tempo de chegada ao abrigo mais próximo, aplicando vários ritmos de locomoção e a disponibilidade de vias de saída do mesmo.

O sétimo capítulo estabelece, mediante as diversas circunstâncias específicas verificadas, físicas e sociais, quais as medidas de adaptação e mitigação, que constituem a solução com maior “potencial” de êxito aquando da ativação dos meios disponíveis em situação de incêndio rural para o município. Por último são apresentados e discutidos os principais resultados obtidos, esperando que possam contribuir para o futuro desenvolvimento de medidas mais adaptadas às necessidades particulares verificadas a nível local, em particular, onde se percebem contextos biofísicos, perigosidade e dinâmicas populacionais idênticos aos observados na Sertã.

## 1. Estado da arte

O enquadramento biofísico e climático patente no território nacional permite perceber os incêndios rurais como um dos perigos ambientais mais relevantes no contexto português, tendo estes vindo a crescer em intensidade e magnitude nas últimas décadas. (Moreira *et al.*, 2023), potenciados pelas alterações climáticas e dinâmicas demográficas e socioeconómicas.

A evolução da população portuguesa nas regiões rurais denota uma redução significativa e contínua, e envelhecimento da população, gerando um grande impacto na demografia destes locais (Lourenço, 2018). Esta circunstância, potenciada pelas alterações importantes na estrutura económica baseada nas atividades ligadas ao setor primário, e resultantes no êxodo destas populações para outros territórios, impactaram diretamente o uso e ocupação dos solos nestas regiões, influenciando de forma acentuada as dinâmicas de fogo ao longo do tempo. Esta situação é evidenciada por Costa *et al.* (2011), que analisaram a influência de variáveis socioeconómicas, climáticas e da paisagem nas dinâmicas temporais de incêndios rurais em Portugal para os períodos 1980 – 1990 e 1991 - 2000. Os autores verificaram que a densidade populacional constituiu o fator mais significativo na explicação destas dinâmicas, colocando a hipótese que a alteração das atividades desenvolvidas no território e consequente alteração do uso e ocupação do solo influenciaram o potencial para arder devido à alteração na disponibilidade de combustível.

Quando adereçadas espacialmente, as condições biofísicas que permitem determinar contrastes locais nos regimes de fogo, na região Centro de Portugal, foram selecionadas através de um conjunto de variáveis como a topografia, clima, uso e ocupação do solo e a sua fragmentação, de modo a conseguir definir os padrões e dinâmicas dos incêndios rurais (Bergonse *et al.*, 2022a; Bergonse *et al.*, 2023). Para determinação da perspetiva temporal e espacial dos efeitos provocados pelos incêndios rurais num determinado período e área, em ambos os estudos mencionados anteriormente, foram consideradas como variáveis explicativas: a área ardida acumulada, o nº de incêndios por área e o índice de *Gini* (concentração temporal das áreas ardidas). Estas permitiram determinar três regimes de fogo na análise por regressão logística (Bergonse *et al.*, 2022a) e quatro regimes de fogo na análise por *clusters* (Bergonse *et al.*, 2023) nesta região.

Moreira *et al.* (2023) introduziram no seu estudo dos regimes de fogo para a região Centro, a perspetiva de análise em dois períodos consecutivos, entre 1975-1995 e 1996-

2018, por forma a avaliar se as associações estabelecidas eram mantidas nos dois intervalos. Foi observado que a incidência do fogo e a concentração de área ardida aumentou do primeiro para o segundo período, a primeira potenciada pela menor densidade populacional, menor área agrícola e maior proporção de vegetação natural, e a segunda associada a áreas agrícolas de menor dimensão e presença de vegetação natural.

As diferenças verificadas refletem os contrastes dos contextos climáticos e socioeconómicos existentes (Moreira *et al.*, 2023). Estas alterações vieram determinar dentro do uso e ocupação do solo uma maior fragmentação das áreas rurais, as quais foram acompanhadas pelo crescimento da área de interface urbano-rural em mais de 2/3 no período compreendido entre 1990 e 2012 (Tonini *et al.*, 2018), bem como por um incremento da área ardida, que duplicou.

### **1.1 Componentes do risco de incêndio**

Considerando unicamente os fatores que influenciam a propensão para arder numa perspetiva de longo prazo ou estrutural, o estudo de Oliveira *et al.* (2021a) avaliaram a suscetibilidade e perigosidade de incêndios rurais para Portugal, através da utilização de um conjunto de fatores de predisposição (e.g., topografia, uso e ocupação do solo), e com o método *Likelihood Ratio*, identificando quais as conjugações de fatores mais favoráveis à ocorrência de incêndios rurais, e calculando a probabilidade de arder tendo em conta as áreas ardidas no período de 1975 a 2018. A classificação do nível de perigosidade resultante baseou-se no modelo com melhor capacidade preditiva e maior probabilidade de arder.

Quando enquadrada a análise à escala da região Centro de Portugal e com incidência nas áreas de interface urbano-rural, Nunes *et al.* (2023a) concluem que apesar de mais de metade do território se encontrar com perigosidade elevada e muito elevada, as áreas de interface urbano-rural apresentam uma porção muito relevante com perigosidade baixa e muito baixa (87 % dos segmentos), demonstrando a influência do uso do solo neste âmbito.

Os tipos de uso e ocupação do solo que mais coincidem com as áreas ardidas correspondem aos matos e florestas de coníferas, sendo que uma situação inversa é verificada para áreas agrícolas e florestas de carvalhos (Oliveira *et al.*, 2021a; Nunes *et al.*, 2023a).

A integração de fatores mutáveis, com variação interanual, na análise dos elementos estruturais que influenciam a suscetibilidade e perigosidade aos incêndios rurais, comprovadamente traduz-se por melhorias na capacidade preditiva desses modelos (Bergonse *et al.*, 2021a). Por exemplo, foram consideradas como variáveis sazonais, para o

ano de estudo: um índice meteorológico que determina a propensão do combustível para arder no verão, baseada no stress térmico e hidrológico verificado no período da primavera (Bergonse *et al.*, 2021b); a escassez de combustível associada às áreas ardidas no ano anterior; e a abundância excessiva de combustível em áreas com grande propensão a arder que não tenham sido afetadas pelo fogo nos últimos 10 anos (Bergonse *et al.*, 2021a).

Adicionalmente, como referem Chuvieco *et al.* (2023), a exposição a incêndios rurais retrata o potencial que a população, infraestruturas e outros elementos tangíveis verificam para sofrer danos. Neste âmbito, os autores determinam que a exposição pode ocorrer por contacto direto com o perigo ou por meio de dispersão de material incandescente, identificando condições que a influenciam diretamente. Chuvieco *et al.* (2023) fazem assim referência a padrões climáticos como ondas de calor ou condições de vento.

A aplicação da variável exposição foi implementada por Schmidt *et al.* (2024), considerando na sua análise as componentes da perigosidade, conseqüente do potencial para arder, baseados na ocupação do solo e na capacidade de projeção de fagulhas e o enquadramento do elemento exposto (áreas envolventes aos aglomerados populacionais).

A componente vulnerabilidade a incêndios rurais foi perspectivada por Nunes *et al.* (2023b) através da análise de variáveis aplicadas à escala da interface urbano-rural. As variáveis introduzidas consideraram a acessibilidade dos bombeiros expressa em tempo de viagem e a percentagem destes em função do combustível em contacto direto com o edificado (bombeiros/km), os quais são definidos no seu estudo como os mais relevantes na explicação da vulnerabilidade, enquadrando também a componente demográfica explícita no índice de envelhecimento e no índice de jovens. A componente social da vulnerabilidade é mencionada por Farinha *et al.* (2022) que determina como relevantes para a região do Pinhal Interior Sul fatores que visam a demografia, edificado, economia, educação, condições sociais e infraestruturas.

## **1.2 Avaliação do risco de incêndios rurais**

Outros estudos recentes deram contributos para a análise das componentes do risco de incêndio rural a uma escala de maior detalhe, ao nível das freguesias ou dos aglomerados populacionais, considerando que as medidas de mitigação a incêndios devem ser ajustadas ao contexto local.

Oliveira *et al.* (2020), na análise do risco de incêndios rurais, exploraram, à escala do aglomerado populacional as componentes perigosidade e exposição,

resultantes da simulação do comportamento dos fogos de maior dimensão (> 1000 ha) conjuntamente com a densidade populacional e do edificado, e a vulnerabilidade, através de características sociodemográficas. Neste estudo é também analisada a capacidade de resposta, através da determinação da distância de cada aglomerado até ao quartel dos bombeiros mais próximo e o tempo de deslocação da população de cada aglomerado até um abrigo ou local considerado seguro. Para retratar as dimensões do risco, Oliveira *et al.* (2021b) introduzem como variáveis:

- a perigosidade, resultante da multiplicação da suscetibilidade com a probabilidade de arder;
- a exposição, através nº de residentes por edifício e o grau de dispersão do povoamento fora dos núcleos urbanos;
- a vulnerabilidade social, retratada por características intrínsecas ao indivíduo, que condicionam a sua reabilitação e influenciam o grau de perda; e/ou a capacidade de suporte, esta evidenciada pelas infraestruturas e equipamentos coletivos que possibilitam a recuperação e reabilitação.

Considerando o peso de cada variável na caracterização dos valores de risco, e a sua relevância espacialmente, Bergonse *et al.* (2022b) colocaram em perspetiva as três componentes do risco de modo a aferir qual aquela que apresenta uma maior preponderância no valor final de risco, para as freguesias da região Centro de Portugal continental. Esta avaliação, teve como objetivo final a identificação e futura aplicação de medidas de prevenção e mitigação que melhor respondam à realidade local. A perigosidade foi considerada de acordo com a percentagem de área verificada nas duas classes de perigosidade mais elevada resultantes da conjugação entre a suscetibilidade e probabilidade de arder; a exposição é demonstrada através da percentagem de residentes fora de núcleos urbanos (população dispersa) e a vulnerabilidade social é analisada pelas características individuais da população (vulnerabilidade e capacidade de recuperação) e capacidade de suporte (infraestruturas de apoio).

Outra abordagem ao risco de incêndios rurais à escala local foi aplicada por Benali *et al.* (2023), combinando a exposição e vulnerabilidade. A primeira considerou apenas variáveis de índole física, nomeadamente a probabilidade de um incêndio gerar projeções e focos secundários; e a probabilidade de um incêndio alcançar a área envolvente de um aglomerado com grande intensidade. A segunda componente envolveu o índice de dependência total e a dificuldade de evacuação para estimar o nível de vulnerabilidade dos aglomerados populacionais.

### **1.3 A influência da gestão nas dinâmicas de incêndio rural**

Na perspectiva da forma como a aplicação de medidas de gestão podem afetar o comportamento e influenciar a dimensão dos incêndios rurais, Hood *et al.* (2022) avaliaram, não só o perigo de incêndios, como as consequências destes a nível ecológico e social, e a influência da gestão de combustível. Neste contexto, McKinney *et al.* (2022), através de pesquisa bibliográfica, também procuraram verificar alterações no comportamento dos incêndios mediante gestão do combustível, incluindo a verificação se estes efeitos na paisagem ocorrem apenas na área gerida ou se excedem o perímetro da área gerida. Oliveira *et al.* (2020) abordaram esta situação simulando a influência da gestão de combustível nos níveis de exposição e risco em cada aglomerado populacional, considerando a gestão florestal e a implementação de faixas de gestão de combustível, que criam descontinuidade e reduzem o material combustível. É, no entanto, difícil prever o real impacto da gestão do combustível na alteração do comportamento dos incêndios, uma vez que os resultados são condicionados pela grande variabilidade na extensão dos incêndios rurais e de outros fatores de índole física, ecológica e social que os influenciam (McKinney *et al.*, 2022).

### **1.4 A componente sazonal na análise de risco**

Relativamente à exposição, o incremento de elementos expostos na perspectiva sazonal, potenciada pelas dinâmicas da população turística, tem sido estudado para vários fenómenos perigosos. Kellens *et al.* (2012) consideraram o aporte desta para a exposição ao perigo de inundações/galgamentos costeiros. Foram analisados os óbitos expectáveis num cenário que enquadra apenas a população residente e num cenário que contempla o acréscimo da população turística considerando a ocupação total dos alojamentos turísticos. Smith *et al.* (2015) consideraram o impacto da população sazonal nas dinâmicas temporais sazonais, dividindo o ano em três épocas (baixa, média e alta), constatando locais de procura e concentração, as restrições horárias, a capacidade de alojamento e as faixas etárias, de modo a estimar a exposição da população ao risco de cheias. Murali *et al.* (2013) definiram monumentos e locais de interesse cultural como os locais onde se verifica a maior concentração deste grupo da população. Na análise do risco associado a desabamentos (*rockfall*) numa ilha turística, em Maiorca, Espanha, Santos *et al.* (2024), introduzem, em três períodos com potencial turístico distinto, a população turística no estudo da exposição. Neste estudo, o cálculo da população turística na aceção

do risco é analisada sobretudo em cenários em que os perigos se verificam mais contidos no espaço, e em áreas de maior concentração sazonal do elemento exposto, sendo que esta análise não foi devidamente explorada para eventos de instabilidade onde os desabamentos ocorrem de forma mais dispersa no território, nem para situações que contemplem uma resolução mais fina que a adotada, à escala da secção dos censos, na distribuição desta população sazonal.

Acresce a circunstância que caracteriza a população turística como mais vulnerável, uma vez que este grupo regista frequentemente menor acesso a informação e recursos devido ao desconhecimento da língua e contexto sociocultural, por exemplo, comparativamente ao da população residente (Vaičiulyte *et al.*, 2025), necessitando, por isso, de uma avaliação independente na definição de prioridades de atuação perante a ocorrência de incêndios rurais. Noutro estudo, Karim *et al.* (2024) estabeleceram na sua análise que a falta de preparação e conhecimento verificados pelos operadores turísticos, a sua inadequada aceção do risco, bem como, a limitada integração dos turistas nos sistemas de gestão de desastres, incrementam a vulnerabilidade da população nestes cenários. Para tal, estabeleceram como prioridade a implementação de estratégias de mitigação capazes de reduzir o risco e assegurar a segurança tanto das comunidades locais, como dos turistas.

Paveglio *et al.* (2016), salientam a relevância, neste contexto, da aplicação de variáveis que consideram a perceção do risco e a noção de propriedade, nomeadamente o binómio estabelecido entre população residente e esporádica. Demonstraram a existência de uma relação significativa positiva entre a população residente e a aplicação de medidas de mitigação ligadas à gestão de combustível na área envolvente às residências, pela maior perceção do risco e maior sentimento de pertença ao local. Esta situação é também mencionada por Labhiri (2024) que identifica, através de uma revisão da literatura, que o acesso limitado à informação, potenciais barreiras linguísticas e desconhecimento face ao risco e local, correspondem aos fatores preponderantes que afetam a vulnerabilidade da população turística face aos incêndios rurais durante um processo de evacuação. Identifica assim que o comportamento dos turistas, na tomada de decisão num cenário de incêndio rural é afetado pelas seguintes variáveis, cuja análise permite desenvolver medidas de mitigação mais informadas e consistentes:

- Apego à propriedade;
- Experiências passadas e preparação;
- Cultura de segurança implementada;

- Percepção do risco;
- Antecedentes sociodemográficos;
- Dinâmicas de grupo;
- Interação com autoridades;
- Local de residência e tempo de permanência;
- Modo de transporte;
- Informação.

Partama *et al.* (2024) desenvolveram, como medida de mitigação capaz de englobar as vulnerabilidades da população turística numa perspectiva de percepção do risco e facilidade de acesso à informação local, uma aplicação que incorpora as informações mais relevantes a esta escala. Esta foi aplicada na região de Tabanan, na Indonésia, de forma a promover um destino turístico mais resiliente. Para o efeito, são elencadas na aplicação, anteriores ocorrências de desastres numa perspectiva de aviso e prevenção, funcionando também como um sistema de alerta no caso de sinais de uma possível ocorrência de um desastre natural.

### **1.5 A análise da evacuação em caso de incêndio**

No caso específico da evacuação em caso de incêndio, uma das medidas de mitigação aplicadas, considera dois domínios que influenciam o processo de evacuação e a tomada de decisão: a perspectiva estrutural ligada ao ordenamento do território e também a comportamental associada à população residente.

Cova *et al.* (2013), focaram o seu estudo na contabilização do número de vias de evacuação disponíveis para a quantidade de casas existentes num determinado aglomerado populacional, em áreas do oeste dos Estados Unidos, que apresentam uma elevada probabilidade de ocorrência de incêndios. Ramos & Yuan (2024), desenvolveram na mesma perspectiva, numa região do Texas, uma abordagem que visou determinar quais os aglomerados que cumulativamente apresentavam o maior risco de incêndios rurais e potencialmente maiores dificuldades na evacuação. Para tal, agruparam as habitações por conjuntos, intercetados ou próximos à área abrangida por *buffers* definidos de 100 pés (aproximadamente 30,5 m), envolventes à rede viária residencial, calculando-se o rácio de habitações para o número de vias existentes (Ramos & Yuan, 2024). Dye *et al.* (2021), caracterizaram a rede viária de cada cidade da região rural do Noroeste Pacífico, nos Estados Unidos, para definição de variáveis relacionadas com o potencial para evacuar

rapidamente a população e de forma segura, sendo estas:

- o nº de estradas pavimentadas que intersectam o *buffer* definido (15 km) na saída de cada cidade, que quantifica a possibilidade e capacidade de evacuação à escala regional;
- a variedade de direções disponíveis para evacuação, que descreve a flexibilidade espacial, determinando para onde a população pode evacuar;
- a distância mínima capaz de ser alcançada em estradas pavimentadas, que demonstra a flexibilidade espacial através da distância até à qual a estrada permite evacuar;
- a soma de vias conectadas em cada interseção dentro da rede viária estabelecida no *buffer* fixado, que permite verificar a qualidade das ligações internas.

A estas variáveis, Dye *et al.* (2021), acrescem mais duas que permitem caracterizar o risco de incêndio na paisagem envolvente à área de evacuação, nomeadamente, a probabilidade de arder e a intensidade média da linha de fogo.

Complementarmente às condições estruturais, Cova *et al.* (2011), referem a importância da tomada de decisão nestas circunstâncias, em particular porque condiciona a identificação das melhores medidas de proteção a adotar. Para apoio à decisão é identificado um conjunto de elementos a ter em consideração, na formulação de modelos de evacuação ou de permanência, os quais: o nível de proteção oferecido por cada uma das opções, nomeadamente a evacuação; a permanência em casa ou permanência num abrigo; o nível esperado de ameaça do fogo em cada uma destas opções; o tempo disponível para executar cada uma das opções; e o tempo requerido para o mesmo.

Testando a conjugação dos fatores de base estrutural e social, Siam *et al.* (2021) criaram um modelo de evacuação que integra as componentes da perigosidade de incêndios rurais, com a resposta expectável da população, a rede de transportes disponível e a localização dos abrigos. Para tal, com o objetivo de investigar os impactos que as decisões geraram relativamente ao risco de incêndio e possíveis óbitos, foram perspectivadas nas simulações de evacuação os seguintes fatores:

- Evacuação por zonas;
- Presença de crianças;
- Tempo que medeia o alerta e o início da evacuação;
- Capacidade dos abrigos;

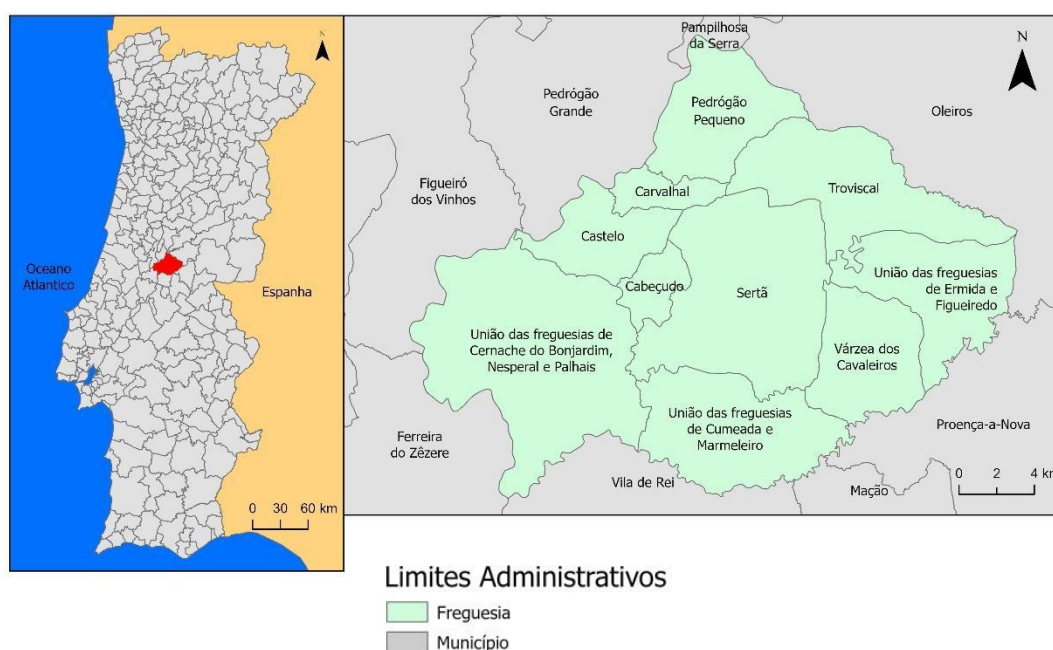
- Meio de evacuação (carro, pedestre ou misto);
- Velocidade de evacuação nos diferentes meios.

Uma revisão da literatura levada a cabo por Beyki *et al.* (2023), referente aos modelos de evacuação em caso de incêndio rural, identifica a heterogeneidade na densidade dos aglomerados populacionais na área de interface urbano-rural, a suficiência de rede viária nestas comunidades e os elementos físicos percebidos no espaço envolvente como fatores a ter em atenção quando pretendida uma evacuação segura e eficaz. No entanto, e considerando a informação necessária para aplicar este tipo de metodologia, baseando a sua avaliação em modelos adaptados a outros perigos, como é o caso dos furacões, Beyki *et al.* (2023) identificam lacunas na modelação da evacuação perante a ocorrência de incêndios rurais, e tomada de decisões, nomeadamente: a escassez de dados de índole comportamental e da perceção da população a evacuar; a consideração de assunções irrealistas; e a pouca ponderação dos efeitos interrelacionados do comportamento do fogo nas evacuações.

## 2. Enquadramento da área de estudo – município da Sertã

### 2.1 Enquadramento geográfico e limites administrativos

O município da Sertã situa-se no distrito de Castelo Branco, enquadrado na sub-região do Médio Tejo (NUTS III) pertencente à região Centro de Portugal. Este município é composto por 10 freguesias (fig. 2.1): Cabeçudo, Carvalhal, Castelo, Pedrógão Pequeno, Sertã, Troviscal, União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nespéral e Palhais, União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro, União de freguesias de Ermida e Figueiredo e Várzea dos Cavaleiros. Tem como municípios limítrofes Pampilhosa da Serra a norte, Oleiros a nordeste e este, Proença-a-Nova a sudeste, Vila de Rei e Mação a sul, Ferreira do Zêzere a sudoeste, Figueiró dos Vinhos a oeste e Pedrógão Grande a noroeste.



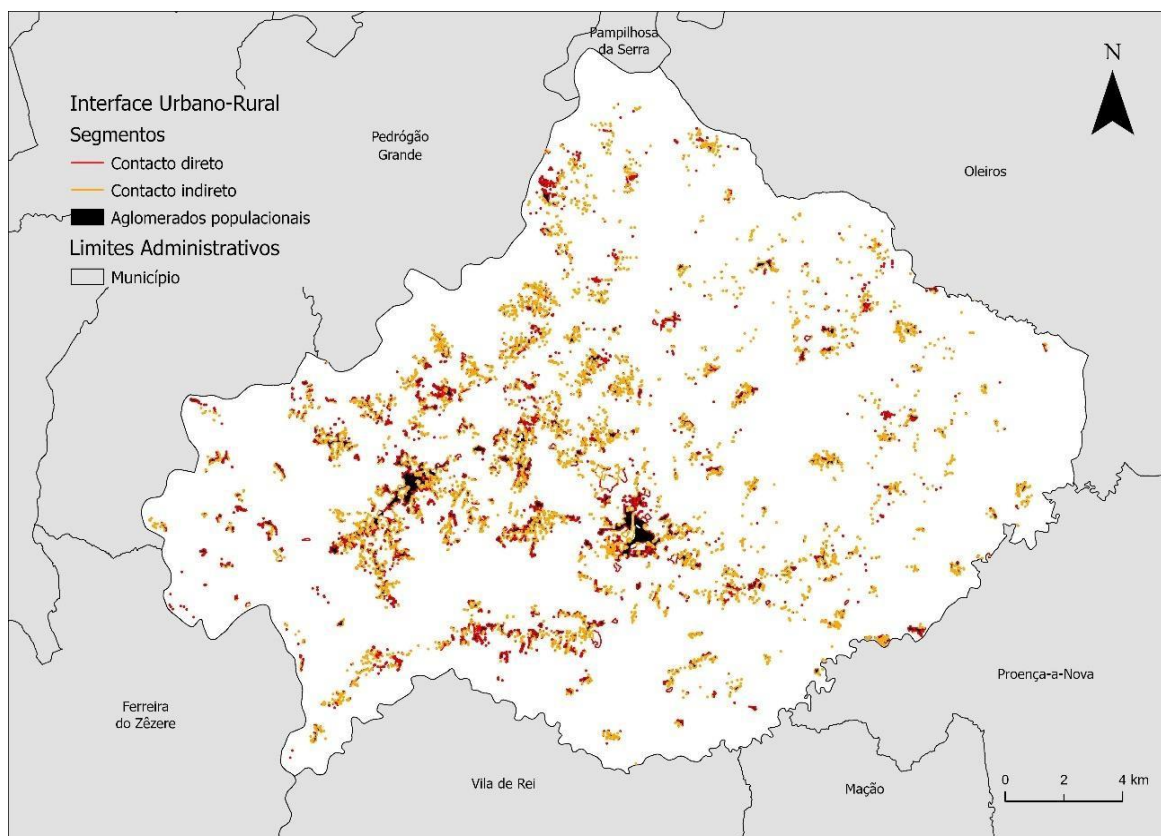
*Figura 2.1 - Enquadramento do município da Sertã (Fonte: CAOP, 2023).*

### 2.2 Características da população e aglomerados populacionais

O município apresenta uma área de 446,73 km<sup>2</sup>, com uma população residente de 14769 pessoas à data dos censos de 2021, correspondendo a uma densidade populacional de 33 habitantes por km<sup>2</sup>. A distribuição da população residente no município concentra-se nas freguesias da Sertã (40,89 %) e União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nespéral e Palhais (22,78 %), onde se encontram os dois aglomerados populacionais de maior dimensão no município, as vilas de Cernache e da Sertã (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Centro, 2025).

De um total de 2763 aglomerados populacionais no município, de acordo com os critérios estabelecidos pela Direção Geral do Território, 2536 (91,78 %) são considerados dispersos, e apresentam, neste sentido, menos de 10 edifícios (DGT, 2023).

Esta circunstância demonstra um maior isolamento entre povoações/aglomerados populacionais que dificulta a resposta em cenários de incêndios rurais, evidenciando também uma maior área de interface urbano-rural, realidade que torna estes aglomerados mais expostos ao fenómeno perigoso. Contabilizando os segmentos delineados na Carta de Interface de Áreas Edificadas Estrutural 2018 (DGT, 2018), todos os aglomerados populacionais encontram-se estabelecidos até 500 m de distância de coberto vegetal, sendo que destes, 36,51 % encontram-se em contacto direto com áreas de coberto vegetal (fig. 2.2).



**Figura 2.2** - Interface urbano-rural do município da Sertã - proximidade do combustível vegetal dos aglomerados populacionais (Fonte: Carta de Interface de Áreas Edificadas Estrutural 2018, DGT, 2018).

O índice de dependência total do município corresponde a 71,91, resultante de uma população que verifica pouco menos de 1/3 com 65 ou mais anos (31,11 %) e apenas 10,76 % com idade até aos 14 anos (CCDR-Centro, 2025).

No total estavam constituídos em 2021, 6327 agregados domésticos privados no município, sendo que destes, 1816 (28,7 %) são unipessoais. O núcleo de aglomerados

domésticos privados unipessoais é majoritariamente composto por população com 65 ou mais anos, representando 63,41 % deste, evidenciando uma maior vulnerabilidade na resposta ao perigo (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Centro, 2025).

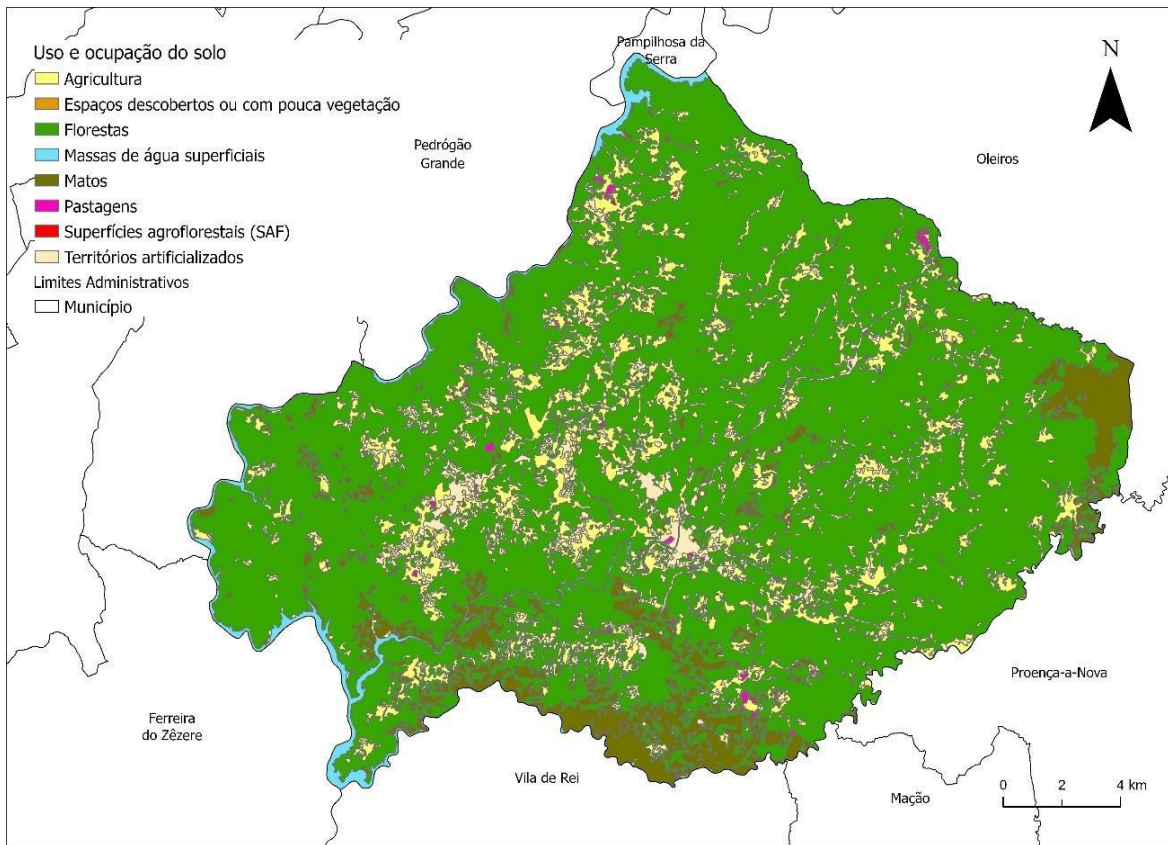
### 2.3 Uso e Ocupação do Solo

De acordo com a Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018 da DGT, é possível verificar o domínio da classe 'Florestas', representadas em quase  $\frac{3}{4}$  da área do município (tabela 2.1). Estas acrescidas da área de 'Matos', perfazem mais de 80 % do território da área de estudo, estabelecendo, face à disponibilidade de combustível, uma ocupação propícia à ocorrência de incêndios rurais.

**Tabela 2.1** – Frequência (%) e área abrangida (ha) das classes de uso e ocupação do solo no município da Sertã (Fonte: COS2018, DGT)

Classe de uso e ocupação do solo	Área abrangida (ha)	Frequência (%)
Agricultura	5680,83	12,72
Espaços descobertos ou com pouca vegetação	2,96	0,01
Florestas	33227,09	74,38
Massas de água superficiais	825,07	1,85
Matos	3307,46	7,40
Pastagens	158,16	0,35
Superfícies agroflorestais	7,16	0,02
Territórios artificializados	1464,44	3,28

A agricultura apresenta-se como a segunda classe mais representada, enquadrando-se de forma contígua aos territórios artificializados e servindo como a principal barreira estabelecida entre estes e as áreas de florestas e matos (fig 2.3).



**Figura 2.3** - Distribuição das classes de Uso e Ocupação do Solo no município da Sertã (Fonte: COS2018, DGT).

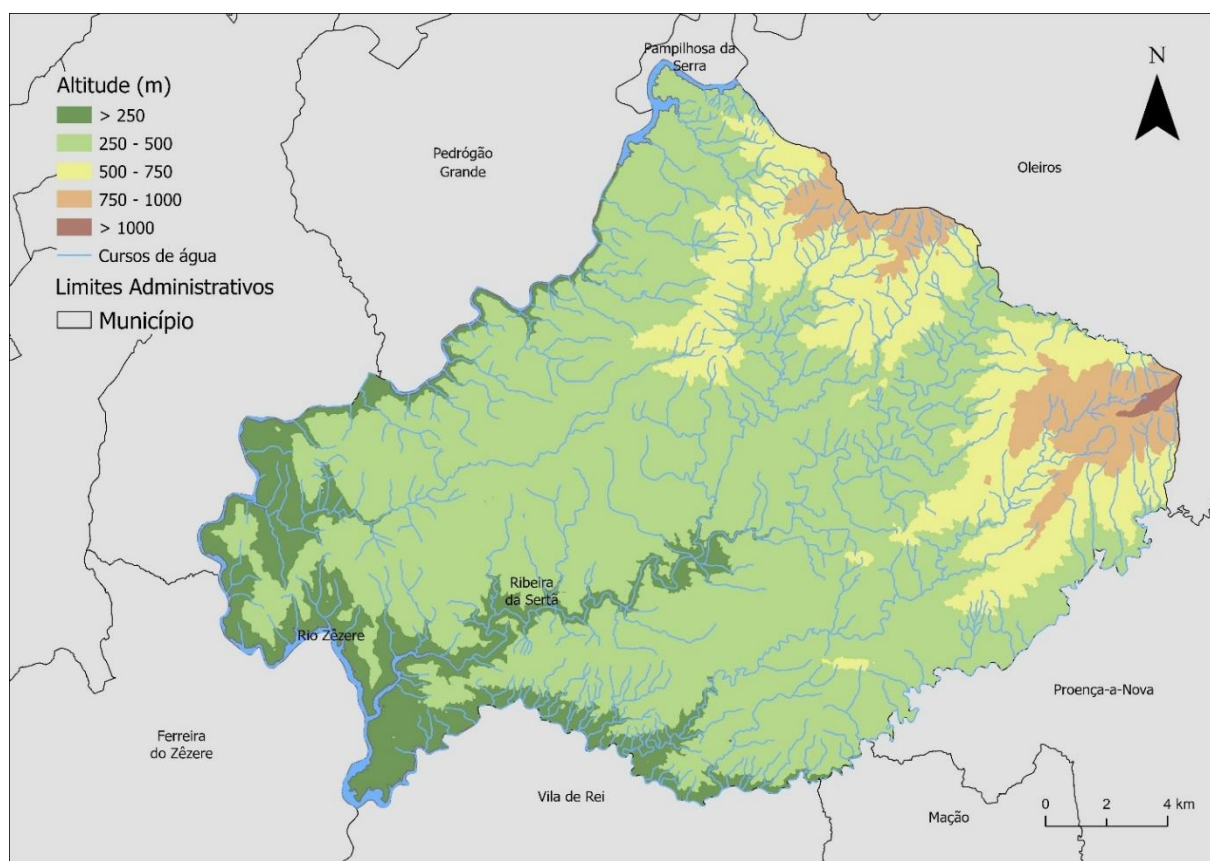
## 2.4 Topografia

A altitude, obtida com uma resolução de 25 m (NASA Earth Data, 2025) para o município da Sertã regista uma amplitude significativa, com os valores compreendidos entre 99 e 1082 m e denotando um aumento progressivo da altitude de oeste para leste (fig. 2.4). As áreas com altitude inferior a 250m (13,24 %), estabelecem-se nos principais fundos de vale, acompanhando os cursos de água que se encontram no município (tabela 2.2). Destaca-se um troço do rio Zêzere, que delimita o município a oeste e sudoeste e parte do percurso de um dos seus afluentes, a Ribeira da Sertã, desde a sede de município até desaguar no rio principal.

As áreas estabelecidas pelas classes de altitude superior a 750 m (3,44 %), enquadram a Serra dos Álveolos, que abrange as freguesias do Troviscal e União de freguesias de Ermida e Figueiredo (Turismo Centro de Portugal, 2025).

**Tabela 2.2** -Frequência (%) das classes de altitude no município da Sertã.

Classes de altitude (m)	Frequência (%)
< 250	13,24
250 – 500	65,54
500 – 750	17,78
750 – 1000	3,23
> 1000	0,21



**Figura 2.4** - Distribuição das classes de altitude no município da Sertã (Fonte: NASA Earth Data, 2025).

As classes de declive que registam uma maior expressão espacial (57 %), são as classes estabelecidas entre 5 e 15 graus (tabela 2.3). Áreas de declive mais acentuado, superior a 20 °, apresentam uma representatividade menor, 10,76 % do território, acompanhando as principais formas de relevo estabelecidas ao longo das vertentes dos vales em que se encontram os principais cursos de água (fig. 2.5).

Tabela 2.3 - Frequência (%) das classes de declive no município da Sertã.

Classes de declive (°)	Frequência (%)
< 5	15,96
5 – 10	30,31
10 – 15	26,69
15 – 20	16,28
20 – 25	7,37
25 – 30	2,50
> 30	0,89

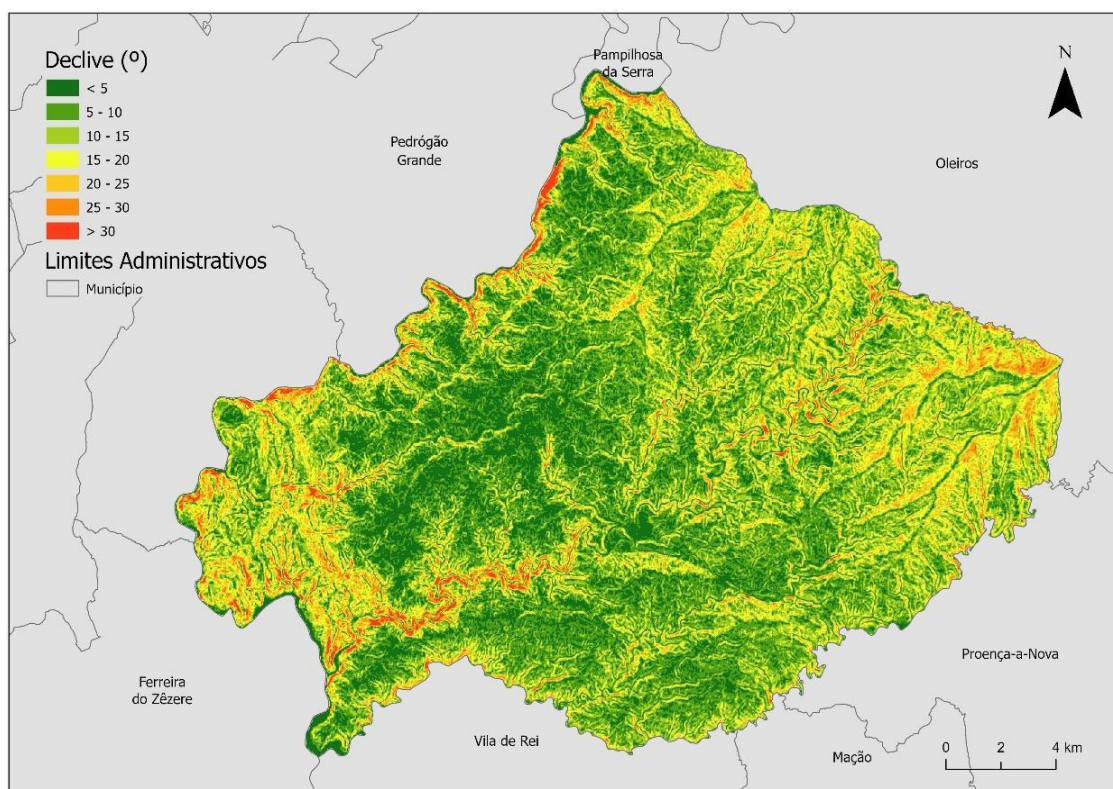


Figura 2.5 - Distribuição das classes de declive (°) no município da Sertã.

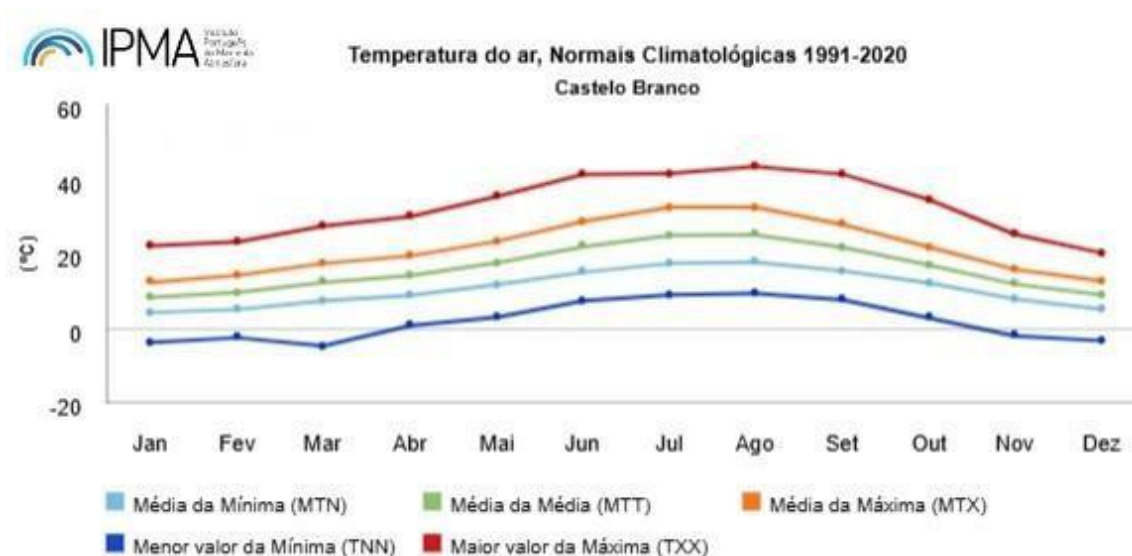
## 2.5 Clima

De acordo com os dados do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2025), o clima do município da Sertã, segundo a classificação de *Koppen* baseada nas temperaturas e precipitação médias de cada região, estabelece-se como um clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente (Csa), cenário corroborado pela estação meteorológica de Castelo Branco, através da normal climatológica de 1991 a 2020. Esta estação estabelece-se como a mais próxima da área de estudo e com as condições climáticas mais aproximadas, considerando as outras estações disponíveis. Deste modo, o mês mais frio (janeiro), apresenta como média da temperatura máxima 12,3 °C (fig. 2.6).

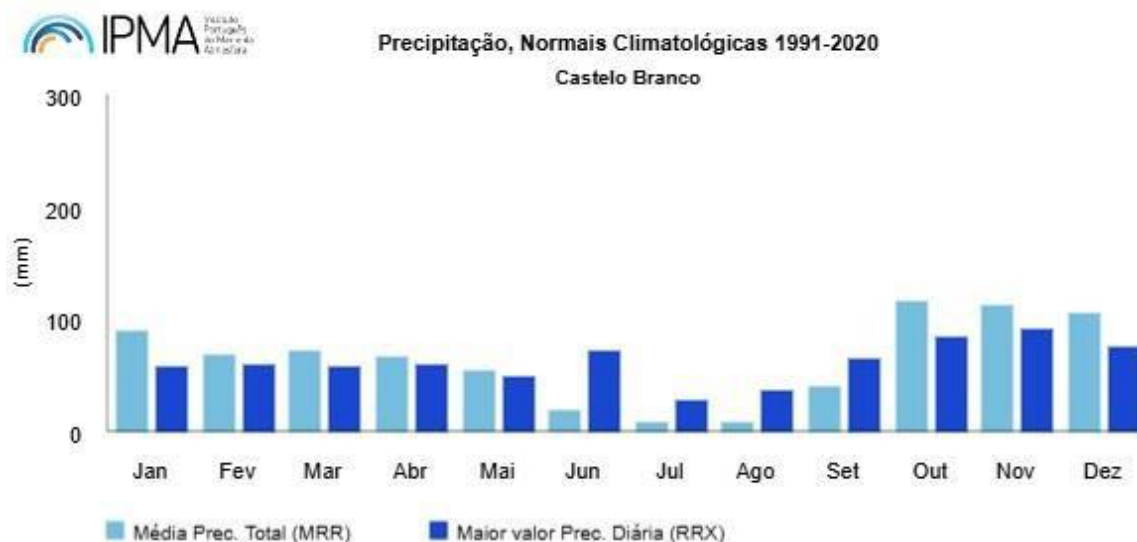
A média da temperatura máxima registada nos meses mais quentes (junho, julho, agosto e setembro) apresentam como valor mais baixo 27,9 °C no mês de setembro, com uma média de 10,7 dias a alcançar ou ultrapassar 30 °C. Considerando os dois meses mais quentes, julho e agosto, a média da temperatura máxima passa a 32,5 °C em ambos os casos, com uma média de 23 dias com temperaturas a igualar ou exceder 30 graus (fig. 2.6).

Evidenciando que a média de precipitação anual é de 744,4 mm no período da normal, os meses de outono aportam a maior quantidade de precipitação sendo que apenas nos meses de outubro, novembro e dezembro, o cumulativo representa 330,1 mm da mesma (fig. 2.7).

Os meses mais quentes verificam no seu conjunto um total de apenas 70,4 mm, isto é, menos de 10 % da média de precipitação anual.



**Figura 2.6** - Distribuição da temperatura do ar na estação meteorológica de Castelo Branco (normal climatológica 1991 - 2020) (Fonte: IPMA, 2025).



**Figura 2.7** - Distribuição da precipitação na estação meteorológica de Castelo Branco (normal climatológica 1991 - 2020) (Fonte: IPMA, 2025).

## 2.6 Histórico de incêndios no município da Sertã

Durante o período de 2000 a 2023, o município da Sertã ardeu o equivalente a 1,06 vezes a sua área, com 47509,05 ha de área ardida registada em 91 incêndios rurais observados (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, 2024).

A área do município afetada pelos incêndios rurais neste intervalo corresponde a 71,36 %, sendo que 34,02 % desta já ardeu 2 ou 3 vezes.

O setor leste denota ser o mais afetado, apresentando extensões de área ardida mais significativas e com maior recorrência (2 e 3 vezes) (fig. 2.8). Destacam-se, no total dos 24 anos de análise, 4 freguesias que arderam mais do que a sua área, nomeadamente a União de freguesias de Ermida e Figueiredo (174,01 %), Troviscal (161,12 %), Várzea dos Cavaleiros (150,09 %) e Castelo (105,34 %). Excetuando a freguesia do Cabeçudo que neste período ardeu apenas 13,66 % da sua área, as restantes 5 freguesias verificam no seu território um cumulativo de área ardida superior a 50 % do mesmo (tabela 2.4).

A área abrangida pelos incêndios rurais de 2000 a 2023 atingiu um total de 1329 (48,1 %) aglomerados populacionais, dos quais 455 (16,47 %) 2 ou 3 vezes. Três anos destacam-se no número de aglomerados populacionais intercetados (resultantes do cruzamento dos aglomerados populacionais pela área ardida), com 2017 a destacar-se como o mais crítico com 723 aglomerados atingidos pelos incêndios rurais. 2003 e 2005 apresentam também 575 e 263 aglomerados populacionais afetados, respetivamente (quadro 1 do anexo).

Nos anos 2000, 2001, 2007, 2010, 2011, 2021 e 2022 não foram atingidos

aglomerados populacionais (quadro 1 do anexo), sendo que destes anos, apenas não foram verificados incêndios rurais em 2001, 2007 e 2022 (quadro 2 do anexo).

Os três anos com maior área ardida no município da Sertã corresponderam a 2017, com um total de 17068,05 ha, seguido de 2003 com 15460,89 ha e 2005 com 5683,96 ha. Em conjunto, estes três anos compreendem 80,43 % do total ardido neste período.

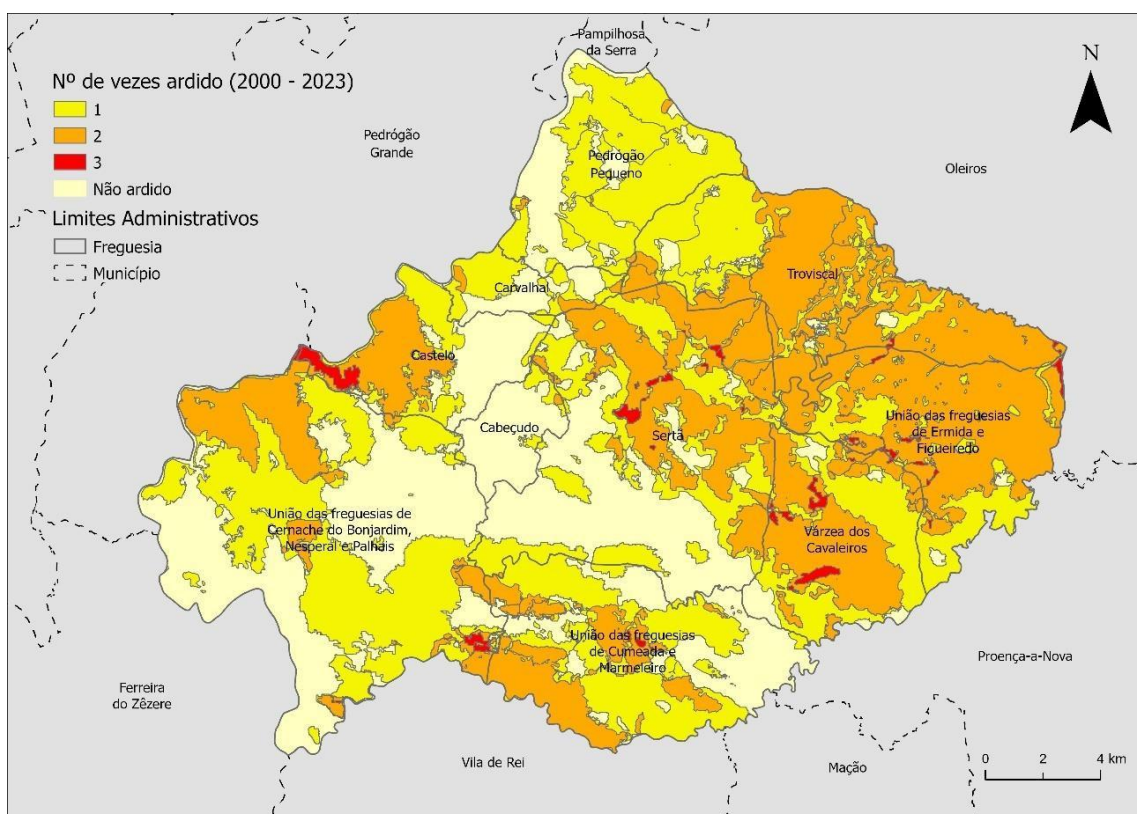
As menores áreas ardidas ocorreram nos anos 2011, 2009 e 2010, com 3,87 ha, 6,35 ha e 12,65 ha ardidos, respetivamente (quadro 2 do anexo).

Os anos de 2017, com um total de 13 incêndios, 2012 com 12 e 2005 com 8 corresponderam àqueles com o maior número de ocorrência registadas (quadro 2 do anexo).

Os incêndios rurais tendem a ocorrer em áreas situadas entre 250 e 500 m de altitude, sendo esta a classe mais representada ao longo dos anos em análise. Surge em segundo lugar a classe estabelecida entre 500 e 750m. Excluem-se desta tendência os anos 2000 e 2015, com a verificação de uma maior área ardida nas classes entre 750 e 1000 m e < 250 m, respetivamente (tabela 2.5).

Quanto aos declives, é notória uma concentração da área ardida entre os 5 – 15 °, com exceção do ano 2000, com a classe de 15 – 25 ° a ser a mais representada e do ano 2010 onde a classe 15 – 20 ° é a que sobressai mais (tabela 2.6).

O uso e ocupação do solo preferencial para a ocorrência deste perigo, acompanha a distribuição das florestas, matos e agricultura, por esta ordem, sendo estas as classes que abrangem a quase totalidade da área ardida. Nos anos de 2010, 2011 e 2021, a classe 'Florestas' representou 100 % da área ardida, sendo que a classe 'Matos' em 2000 correspondeu ao uso do solo que mais ardeu. Em 2009 a classe 'Agricultura' representou 1/3 da área ardida (tabela 2.7).



**Figura 2.8** – Frequência (nº) de áreas ardidas no município da Sertã.

**Tabela 2.4** - Área ardida acumulada (2000 – 2023) por freguesia no município da Sertã.

Freguesias	Área ardida acumulada (ha)	Área ardida acumulada (%)
Cabeçudo	142,01	13,66
Carvalhal	669,04	66,77
Castelo	2588,59	105,34
Pedrógão Pequeno	2627,47	71,29
Sertã	7978,93	98,57
Troviscal	8599,21	161,12
União das freguesias de Cernache do Bonjardim, Nespéral e Palhais	7245,33	71,32
União das freguesias de Cumeada e Marmeleiro	5038,41	97,39
União das freguesias de Ermida e Figueiredo	7437,74	174,01
Várzea dos Cavaleiros	5179,13	150,09

**Tabela 2.5-** Ocorrências de incêndios por classes de altitude (ano) no município da Sertã.

Anos	Ocorrências por classes de altitude (%)				
	< 250	250 - 500	500 – 750	750 - 1000	>1000
2000	-	-	27,42	56,91	15,67
2002	14,94	83,57	1,49	-	-
2003	6,40	48,07	37,50	7,61	0,42
2004	-	100	-	-	-
2005	26,87	73,13	-	-	-
2006	16,41	83,59	-	-	-
2008	78,34	21,66	-	-	-
2009	39,22	60,78	-	-	-
2010	-	45,77	54,23	-	-
2011	10	90	-	-	-
2012	-	100	-	-	-
2013	-	76,76	23,24	-	-
2014	-	100	-	-	-
2015	56,64	43,36	-	-	-
2016	-	87,51	12,49	-	-
2017	7,71	65,53	24,46	2,30	-
2018	6,82	40,48	52,70	-	-
2019	33,97	62,14	3,89	-	-
2020	-	7,34	61,87	28,27	2,52
2021	-	99,28	0,72	-	-
2023	17,32	82,68	-	-	-

**Tabela 2.6-** Ocorrências de incêndios por classes de declive (ano) no município da Sertã.

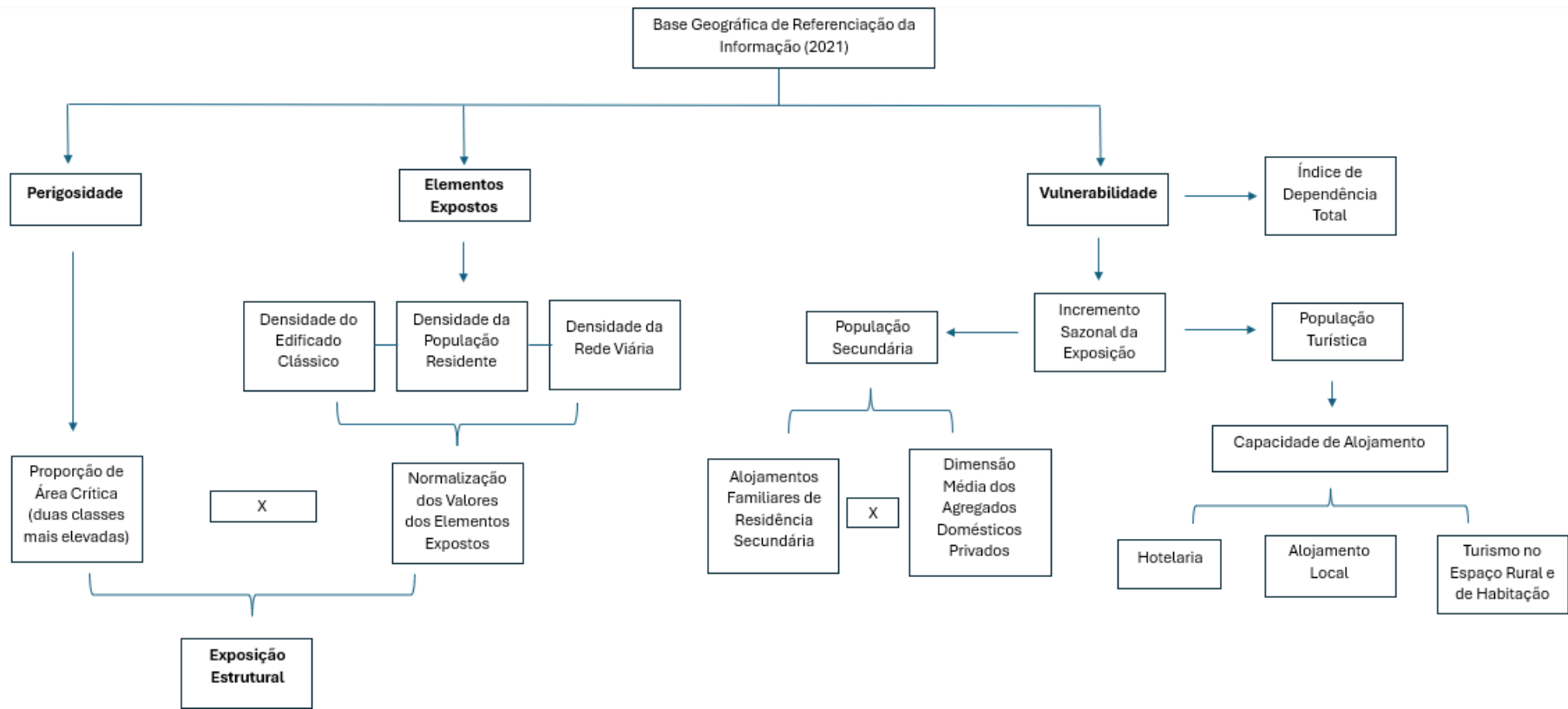
Anos	Ocorrências por classes de declive (%)						
	< 5	5 - 10	10 - 15	15 – 20	20 – 25	25 - 30	> 30
2000	0,60	4,71	14,97	37,39	36,18	6,14	-
2002	9,54	27,26	31,33	19,53	8,30	2,94	1,09
2003	8,38	27,59	32,52	20,86	8,29	2,11	0,25
2004	11,81	36,35	39,85	10,52	1,48	-	-
2005	14,86	28	23,96	15,87	9,82	5,07	2,40
2006	9,90	31,93	36,70	16,29	3,97	0,98	0,23
2008	24,57	23,28	25,97	13,25	9,16	2,80	0,97
2009	25,49	56,86	16,67	0,98	-	-	-
2010	1,03	16,41	26,15	44,62	11,79	-	-
2011	-	-	8,33	53,33	38,33	-	-
2012	24,91	48,46	21,16	5,46	-	-	-
2013	17,78	27,46	33,70	15,13	4,21	1,72	-
2014	7,07	26,07	34,98	20,54	8,43	2,91	-
2015	15,04	38,05	37,17	7,52	2,21	-	-
2016	16,54	34,02	26,61	12,92	8,10	1,81	-
2017	10,22	28,68	30,71	19,12	7,97	2,50	0,81
2018	3,15	22,86	40,70	28,56	4,65	0,07	-
2019	14,37	36,68	28,44	12,71	5,33	1,78	0,70
2020	3,23	15,33	30,68	29,29	16,31	4,79	0,37
2021	2,30	9,04	25,54	36,44	22,96	3,73	-
2023	5,15	27,46	25,90	15,76	10,45	7,18	8,11

**Tabela 2.7** - Ocorrências de incêndios por classes de uso e ocupação do solo (ano) no município da Sertão.

Anos	Ocorrências por classes de uso e ocupação do solo (%)							
	Agricultura	Espaços descobertos ou com pouca vegetação	Florestas	Massas de água	Matos	Pastagens	Superfícies Agroflorestais	Territórios artificializados
2000	-	-	18,11	-	81,89	-	-	-
2002	4,72	-	88,92	0,31	4,97	0,19	-	0,90
2003	8,30	-	77,29	0,13	13,17	0,28	-	0,83
2004	2,86	-	97,14	-	-	-	-	-
2005	5	-	75,81	2,56	14,98	0,29	-	1,36
2006	4,81	-	89,63	1,11	1,48	-	-	2,96
2008	22,95	-	68,85	-	8,20	-	-	-
2009	33,33	-	44,44	-	22,22	-	-	-
2010	-	-	100	-	-	-	-	-
2011	-	-	100	-	-	-	-	-
2012	5	-	95	-	-	-	-	-
2013	4,76	-	95,24	-	-	-	-	-
2014	1,41	-	98,59	-	-	-	-	-
2015	18,75	-	81,25	-	-	-	-	-
2016	12,82	-	85,90	-	-	-	-	1,28
2017	7,29	-	89,27	0,11	2,57	0,12	0,01	0,62
2018	1,09	-	85,87	-	13,04	-	-	-
2019	5,36	-	59,84	0,41	33,06	0,88	-	0,46
2020	4,87	-	76,01	-	19	0,10	-	0,03
2021	-	-	100	-	-	-	-	-
2023	12,20	2,44	85,37	-	-	-	-	-

### **3. Avaliação das componentes de risco estrutural e sazonal a incêndios rurais**

O presente capítulo pretende determinar a exposição estrutural e vulnerabilidade para o município da Sertã, observadas à escala da Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI) (INE, 2021). A primeira resulta do cálculo da perigosidade pelos elementos expostos, enquanto a segunda é verificada determinando o índice de dependência total e o incremento máximo expectável da população sazonal. São, ainda, estabelecidos modelos que definem as concordâncias espaciais das classes mais gravosas percebidas em cada binómio das variáveis: perigosidade, elementos expostos, sazonalidade e índice de dependência total (fig. 3.1).



**Figura 3.1** - Esquema metodológico para a determinação da exposição estrutural e vulnerabilidade à escala da subseção da BGRI.

### 3.1 Recolha e tratamento de dados

Para avaliar as diferentes componentes de risco estrutural e sazonal a incêndios rurais foram utilizadas informações de base geográfica e estatística com o intuito de determinar a exposição e a vulnerabilidade presentes na área de estudo. Para tal, foi utilizada para definição dos limites administrativos do município e das suas freguesias a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) em estrutura vetorial, complementada com a informação disponível na Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) à escala das subsecções estatísticas, constituindo estas o nível máximo de desagregação fornecida pelo INE, sendo ambas referentes ao ano de 2021 (tabela 3.1).

Para analisar a exposição estrutural, sazonalidade e vulnerabilidade em cada unidade cartográfica (subsecção estatística), foi retirada a seguinte informação estatística e/ou vetorial:

- população e edificado, compreendida em cada subsecção da BGRI;
- indicadores do INE - Dimensão média dos agregados domésticos privados;  
Capacidade máxima de alojamentos turísticos
- rede viária disponibilizada pelo *Geofabrik* com dados referentes a 2023.

Foi também obtida a Carta de Perigosidade Estrutural (20-30) do Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas com informação matricial, referente às classes de perigosidade verificadas na área de estudo.

**Tabela 3.1** - Informação de base estatística e cartográfica utilizada para determinar a exposição estrutural e vulnerabilidade à escala subsecção da BGRI.

<b>Dados</b>	<b>Tipo / Estrutura de Dados</b>	<b>Data / Período</b>	<b>Escala</b>	<b>Fonte de Informação</b>	<b>Variável obtida / derivada</b>
Carta Administrativa Oficial de Portugal	Vetorial	2023	1:25 000	Direção Geral do Território	Limites administrativos
População Residente, Edificado e Grupos Etários	Vetorial	2021	1:25 000	Base Geográfica de Referência da Informação (BGRI) Instituto Nacional de Estatística (INE)	Densidade populacional (Pop/km <sup>2</sup> ) Densidade de Edifícios Clássicos (Edif/ km <sup>2</sup> ) Índice de Dependência Total
Grupos Etários	Vetorial	2021	1:25 000	Base Geográfica de Referência da Informação (BGRI) Instituto Nacional de Estatística (INE)	Índice de Dependência Total (% de pop dependente face à ativa)
Rede Viária Principal	Vetorial	2023		<i>Geofabrik</i>	Densidade da rede viária principal (m/km <sup>2</sup> )
Carta de Perigosidade Estrutural (20-30)	Matricial (25*25m)	2020-2030		Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF)	% de área crítica (determinada pelas duas classes mais elevadas de Perigosidade Estrutural)
Nº de alojamentos familiares classificados residência secundária	Vetorial	2021	1:25 000	Base Geográfica de Referência da Informação (BGRI)	% pop sazonal face à residente
Dimensão média dos agregados domésticos privados	Estatística	2021	Freguesia	Instituto Nacional de Estatística (INE)	% pop sazonal face à residente
Capacidade de alojamento nos estabelecimentos de alojamento turístico	Estatística	2021	Município	Instituto Nacional de Estatística (INE)	% pop sazonal face à residente

### 3.2 Enquadramento das subsecções da BGRI no município da Sertã

O município da Sertã integra um total de 570 subsecções da BGRI sendo que destas, 24,91 % apresentam uma área inferior ou igual a 10 ha. A subsecção que comporta a maior área (642,04 ha) enquadra-se na União de freguesias de Ermida e Figueiredo, enquanto a subsecção com menor área (0,68 ha) insere-se na freguesia da Sertã. As subsecções encontram-se distribuídas por 10 freguesias da seguinte forma (tabela 3.2; e fig. 3.2 para referência espacial dos limites das freguesias e subsecções estatísticas):

*Tabela 3.2 - Distribuição das subsecções da BGRI por freguesia (%).*

Freguesia	% de subsecções da BGRI
Cabeçudo	4,21
Carvalhal	4,04
Castelo	6,84
Pedrogão Pequeno	8,07
Sertã	25,79
Troviscal	9,12
União de Freguesias de Cernache do Bonjardim	21,57
União de Freguesias de Cumeada e Marmeleiro	7,02
União de Freguesias de Ermida e Figueiredo	5,44
Várzea dos Cavaleiros	7,89

### 3.3 Metodologia para o cálculo da exposição estrutural

#### 3.3.1 Elementos expostos e avaliação da exposição

Para o cálculo da exposição estrutural, determinada pela conjugação dos elementos expostos cujas condições não se alteram sazonalmente com a probabilidade de arder, foram considerados como elementos expostos a população residente, o número de edifícios clássicos e a rede viária principal. Para cada elemento exposto foram calculados os valores de densidade por subsecção estatística da BGRI.

A definição da ponderação que cada elemento exposto teve na avaliação da exposição foi definido tendo por base uma perspetiva de gestão e priorização de atuação e

resposta perante a ocorrência de incêndios rurais. Esta ponderação tem em conta as considerações definidas pelo Guia Técnico do Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios (PMDFCI, 2012), que também estabelece valores de referência para a sua vulnerabilidade. Estes valores de vulnerabilidade são atribuídos tendo em conta a propensão que determinado elemento exposto apresenta para sofrer efeitos adversos aquando da ocorrência de incêndios rurais (Bergonse *et al.*, 2022), definindo quais os elementos mais importantes e, desse modo, prioritários nas ações de proteção.

A população residente apresenta uma ponderação de 1 uma vez que se traduz como o elemento exposto de maior importância e prioritário nos processos de proteção e evacuação; os edifícios clássicos verificam uma ponderação de 0,75 atribuída mediante as suas funções de residência, de local de trabalho e de possível abrigo; a rede viária principal tem uma ponderação de 0,25 ao possibilitar a evacuação da população (Gonçalves *et al.*, 2021). Os elementos expostos são calculados de acordo com Gonçalves *et al.* (2021) pela equação 3.1:

$$\text{Elementos Expostos} = (\text{Dens\_pop} * 1) + (\text{Dens\_edifícios} * 0,75) + (\text{Dens\_estradas} * 0,25)$$

(3.1)

### **3.3.2 Definição da Perigosidade Estrutural a incêndios rurais**

Tendo por base a informação expressa no Relatório da Metodologia para a Produção da Carta de Perigosidade de Incêndio Rural de Cariz Estrutural (ICNF, 2020), a perigosidade estrutural resulta da combinação da suscetibilidade com a probabilidade de ocorrência de incêndios, numa perspetiva de longo prazo.

A avaliação da suscetibilidade a incêndios rurais incluiu como variável dependente as áreas ardidadas entre 1975 e 2018, não tendo sido contabilizadas áreas ardidadas com dimensão inferior a 5 hectares. As variáveis independentes utilizadas foram o declive, a altitude e o uso e ocupação do solo, distribuídas em 5, 11 e 31 classes, respetivamente (ICNF, 2020).

A suscetibilidade aos incêndios rurais é definida de acordo com o método estatístico Razão de Verossimilhança ou Likelihood Ratio (LR) de base Bayesiana e o cálculo de LR para cada variável (classe x do fator de predisposição y) através da equação 3.2 (ICNF, 2020; Oliveira *et al.*, 2020).

(3.2)

$$Lri = \frac{Si/S}{Ni/N}$$

Sendo:

$Lri$  – Likelihood Ratio da variável  $i$  (classe  $x$  do fator de predisposição  $y$ );

$Si$  – número de unidades de terreno com área ardida e presença da variável  $i$ ;

$Ni$  – número de unidades de terreno com a presença da variável  $i$ ;

$S$  – total de unidades de terreno com área ardida;

$N$  – total de unidades de terreno da área de estudo.

A suscetibilidade a incêndios para cada unidade de terreno (células de 25 m\*25 m), é definida pelos scores de Likelihood Ratio das classes (LRi) de cada variável independente e a suscetibilidade final dada pela equação 3.3:

$$Lrj = \sum_{i=0}^n Xij Lri \quad (3.3)$$

Sendo:

$Lrj$  – Likelihood Ratio total na unidade de terreno (célula);

$n$  – número de variáveis;

$Xij$  - 1 se a classe da variável está presente; 0 se a classe da variável não está presente.

A avaliação da perigosidade estrutural, resulta, por sua vez, do “produto da suscetibilidade pela probabilidade simples de ocorrência de incêndio” (ICNF, 2020). Esta última, derivada da razão entre o número de vezes ardido e o número de anos total da série, neste caso, 44 anos de dados das áreas ardidas em Portugal continental, aquando do cálculo. A perigosidade estrutural é dada pela equação 3.4.

$$Hj = Lrj \times P \quad (3.4)$$

Sendo:

$Hj$  – Perigosidade na unidade de terreno (célula);

$Lrj$  - Likelihood Ratio total na unidade de terreno (célula);

$P$  – Probabilidade de ocorrência de incêndio na unidade de terreno (célula).

A carta de perigosidade estrutural encontra-se dividida em 5 classes (Muito Alta, Alta, Média, Baixa e Muito Baixa), sendo que a sua definição partiu das quebras de declive

estabelecidas na curva de sucesso do modelo preditivo de perigosidade estrutural que cruza a fração da área classificada como perigosa com a fração de área ardida.

Para aplicação neste trabalho serão consideradas apenas, por serem mais relevantes na definição de prioridades de intervenção, as áreas associadas às duas classes de perigosidade mais elevadas, doravante mencionadas como “área crítica”.

### 3.3.3 Cálculo da exposição estrutural

A exposição estrutural é avaliada tendo em consideração a aplicação de uma escala relativa de valores entre 0 e 100, resultante da normalização dos valores obtidos no cálculo dos elementos expostos (Gonçalves et al., 2021). A normalização pelos valores mínimos e máximos é dada pela equação 3.5:

(3.5)

$$\text{Normalização} = \left[ \frac{(X - \min(x))}{(\max(x) - \min(x))} \times 100 \right]$$

Em que: X=Valor dos elementos expostos para a povoação;

Min (x)=Valor mínimo de elementos expostos no conjunto das povoações,

Max (x)=Valor máximo de elementos expostos no conjunto das povoações;

Os valores normalizados para os elementos expostos são depois combinados com a percentagem de área crítica existentes nas subsecções inseridas no município da Sertã, de forma a estabelecer valores relativos capazes de as discriminar e classificar quanto à sua exposição estrutural.

A exposição estrutural é classificada em 6 classes qualitativas de exposição obtidas dos valores verificados, sendo estas: ‘Muito elevada’, ‘Elevada’, ‘Moderada’, ‘Baixa’, ‘Muito baixa’ e ‘Incerta’ (mas com potencial de exposição). As 5 primeiras classes derivam de uma distribuição em quintis dos valores obtidos, enquanto a última deriva dos valores nulos estabelecidos por ausência de um dos fatores presentes no cálculo, nomeadamente pela ausência de elementos expostos ou ausência de área crítica.

### 3.4 Análise da exposição estrutural

O cálculo da exposição estrutural teve como objetivo definir unidades de análise prioritária, identificadas como as subsecções da BGRI que se verificam inseridas nas classes ‘Elevada’ e ‘Muito Elevada’ de exposição estrutural, no contexto do município da

Sertã.

A classificação através da subdivisão em 5 classes de dimensão semelhante (quintis) permitiu estabelecer diferentes níveis críticos de exposição estrutural na área de estudo (tabela 3.3).

**Tabela 3.3** - Intervalos de valores das classes de exposição estrutural.

Valores Limites das classes	Descrição classes de exposição estrutural
0,000009 – 0,041288	Muito baixa
0,041288 – 0,118396	Baixa
0,118396 – 0,249961	Moderada
0,249961 – 0,526506	Elevada
0,526506 – 7,616981	Muito elevada
0	Incerta

No total das subsecções da BGRI, 26,67 % correspondem à classe de exposição 'Incerta'; 14,74 % à classe 'Muito Baixa'; 14,74 % à classe 'Baixa'; 14,74 % à classe 'Moderada'; 14,56 % à classe 'Elevada'; e 14,56 % à classe 'Muito Elevada'.

As duas classes de exposição estrutural mais elevadas representam quase um terço da totalidade da amostra, somando 29,12 % da mesma.

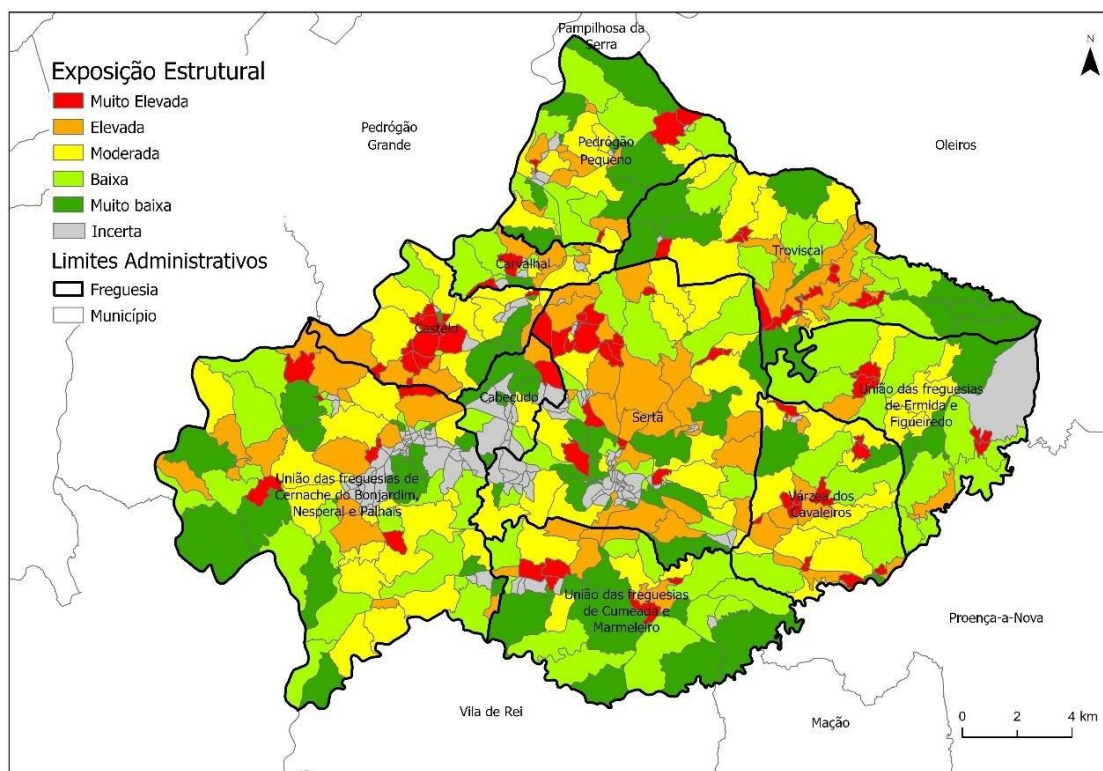
A classe 'Incerta' traduz-se como a mais representada no município da Sertã inserindo-se em mais de um quarto da totalidade das subsecções. Esta é dominada pelas subsecções das BGRI que verificam presença de elementos expostos como fator único (fig. 3.3), acompanhando a delimitação dos principais núcleos urbanos.

Especialmente (fig. 3.2), os setores centro e oeste do município da Sertã apresentam maior concentração de subsecções com as classes de exposição mais elevadas, circunstância ocorrida também para a classe 'Incerta'.

Quando analisada a informação referente à exposição estrutural no município da Sertã verifica-se que:

- todas as 10 freguesias integram subsecções inseridas nas duas classes de exposição estrutural mais elevada (classes de exposição estrutural 'Elevada' e 'Muito elevada'), sendo que destas, e como exposto no quadro 3 do anexo:

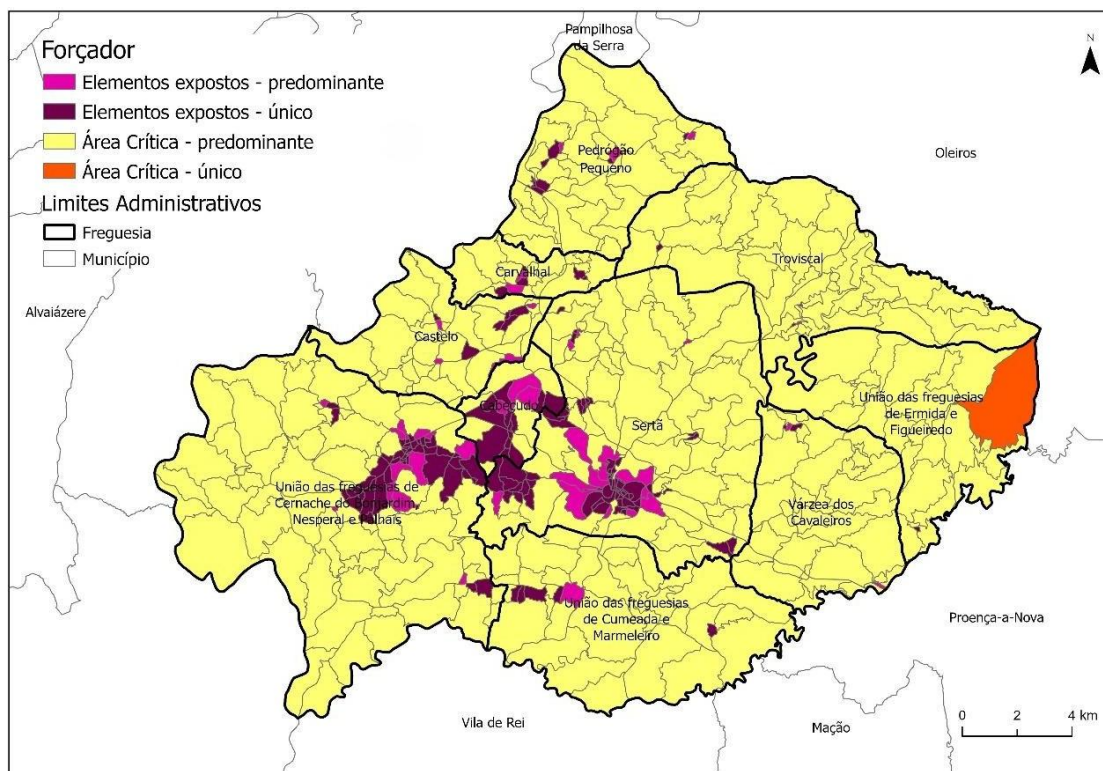
- a freguesia de Várzea dos Cavaleiros é a mais exposta, integrando mais de metade das suas subsecções (51,11 %) nestas classes;
  - as freguesias de Troviscal (42,31 %), Castelo (41,03 %) e União de freguesias de Ermida e Figueiredo (35,48 %) apresentam mais de 1/3 das suas subsecções nas classes de exposição mais elevadas;
  - as freguesias de Castelo (28,21 %), Troviscal (25 %) e Várzea dos Cavaleiros (31,11 %) verificam a maior percentagem de subsecções da BGRI inseridas na classe de exposição estrutural 'Muito elevada'.
- as freguesias de Várzea dos Cavaleiros (26,67 %) e Castelo (23,08 %) verificam também uma proporção relevante de subsecções inseridas na classe subsequente de exposição ('Moderada'). Somando às classes de exposição estrutural mais elevadas o peso das áreas classificadas com exposição estrutural moderada, fica demonstrada uma tendência de concentração da exposição nestes territórios, perfazendo um total de 77,78 % e 64,1 % das subsecções presentes em cada freguesia, respetivamente;
  - todas as 10 freguesias verificam subsecções inseridas na classe de exposição estrutural 'Incerta', sendo que:
    - as freguesias de Cabeçudo, Sertã e União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais apresentam a maior concentração de subsecções da BGRI enquadradas nesta classe, 54,17 %, 42,18 % e 37,4 % respetivamente, correspondendo à classe mais representada nas mesmas.



**Figura 3.2** – Classes de exposição estrutural por subsecção da BGRI no município da Sertã.

Como apresentadas nas fig.3.2 e fig.3.3, as áreas respetivamente classificadas como ‘Incerta’ e com presença de um forçador único (elementos expostos - único ou área crítica - único), não verificam simultaneamente as duas condições necessárias do ponto de vista conceptual (proporção de área crítica pela normalização dos elementos expostos à escala da subsecção da BGRI) para a existência de exposição estrutural. Estas surgem assim, como áreas a ser geridas de forma particular tendo em atenção qual o fator forçador que está presente, isto é, a presença de elementos expostos ou presença de perigosidade (área crítica).

Importa também considerar o fator ausente em cada subsecção da BGRI, sendo de ressaltar que nos casos em que é apenas verificada perigosidade, esses locais requerem atenção quando considerada a possível implementação de futuros elementos expostos. No caso em que se verificam apenas elementos expostos e não perigosidade, evidenciar a ideia da necessidade de proteção das franjas de contacto, de forma a manter a área envolvente com a gestão adequada de material combustível.



**Figura 3.3** - Forçador predominante (mais influente no cálculo da exposição estrutural) /único da exposição estrutural por subsecção da BGR1 no município da Sertã.

### 3.5 Metodologia para a definição da sazonalidade

#### 3.5.1. Identificação e distribuição da População Sazonal

A análise da sazonalidade, integrada no contexto de exposição aos incêndios rurais, pretende determinar o peso e influência que a consideração do elemento exposto mutável, a população sazonal, apresenta no enquadramento do município da Sertã face à população residente.

A perspetiva sazonal da exposição é determinada pelo incremento previsto da população, nos meses de verão, devido à atividade turística e/ou ao regresso temporário de emigrantes. Na área de estudo, como no resto do país, estas atividades são coincidentes com o período mais propício à ocorrência de incêndios rurais.

Neste sentido, é proposto um modelo que inclua o potencial incremento da população devido a fluxos sazonais, que engloba a população secundária e a população turística, assumindo um valor expectável máximo na variação da mesma. A população secundária é estimada pela ocupação total de alojamentos familiares de residência secundária ao nível da subsecção estatística (obtidos da BGR1) e a população turística é indicada pela capacidade máxima de alojamentos turísticos (estabelecidos no INE).

O cálculo da população secundária resulta do produto do número de alojamentos familiares de residência secundária com a dimensão média dos agregados domésticos privados de Portugal continental, e pretende refletir os valores médios da dimensão dos núcleos privados existentes.

A população turística resulta da conjugação da informação dos indicadores “número de alojamentos turísticos” com a “capacidade de alojamentos turísticos”. Numa primeira fase, foram identificados os locais considerados como alojamentos turísticos, com base na informação fornecida no *site* oficial da Câmara Municipal da Sertã, e no *site* de reserva *Booking*. Os critérios de seleção dos estabelecimentos de alojamento turístico considerados para o modelo foram definidos através de dois parâmetros:

- Classificação do estabelecimento turístico de acordo com as tipologias evidenciadas no *site* do INE:
  - 1) **Hoteldaria** - Alojamento coletivo que ocupa a totalidade ou parte de uma construção permanente ou de um conjunto de construções permanentes, que se destina a albergar mais do que uma família sem objetivos comuns e segundo um determinado preço, tal como um hotel ou uma pensão, entre outros.
  - 2) **Alojamento local** - Estabelecimento que presta serviços de alojamento temporário mediante remuneração, nomeadamente a turistas, e reúne os requisitos previstos na legislação em vigor, com exclusão dos requisitos específicos dos empreendimentos turísticos.
  - 3) **Turismo no espaço rural e de habitação** - Atividades e serviços de alojamento e animação em empreendimentos de natureza familiar prestados no espaço rural, mediante pagamento. Os empreendimentos de turismo no espaço rural podem ser classificados numa das seguintes modalidades de hospedagem: "turismo de habitação", "turismo rural", agroturismo", "turismo de aldeia", "casas de campo", "hotéis rurais" e "parques de campismo rurais".
- Manter-se em atividade ou com a finalidade inicial de alojamento turístico, à data da pesquisa.

Uma vez identificados os alojamentos turísticos, estes foram georreferenciados, categorizados de acordo com a tipologia e intercetados com a subsecção da BGRI correspondente. Posteriormente, a alocação da população turística foi realizada através de uma distribuição dasimétrica, seguindo a proposta de Garcia *et al.* (2016). Assim, a partir do valor máximo de população turística a distribuir, e determinada a capacidade máxima por tipo de alojamento, a população turística é distribuída proporcionalmente pelo número de quartos disponíveis na totalidade dos diversos tipos de alojamento turístico.

### **3.5.2. Classificação da sazonalidade**

A sazonalidade foi estimada numa abordagem relativa, considerando a relação e proporção estabelecida entre a população sazonal (soma da população secundária e população turística) e a população residente. Desta forma torna-se perceptível o incremento relativo expectável do número de indivíduos por subsecção no período de maior probabilidade de ocorrência de incêndios rurais. A sazonalidade foi classificada em 6 classes, as quais: Sem população (SP); Apenas população residente; População sazonal  $\leq$  à população residente ( $PS \leq PR$ ); População sazonal  $>$  à população residente ( $PS > PR$ ); População sazonal  $>$  ao dobro da população residente ( $PS > \text{ao dobro da PR}$ ); Apenas população sazonal.

### **3.6 Análise da Sazonalidade**

A abordagem da sazonalidade tem como objetivo determinar as áreas com maior presença de população sazonal, considerando um incremento relativo da população em comparação com a população residente, permanente, evidenciando também uma população mais vulnerável aquando da ocorrência de incêndios rurais. Este cenário é determinado por uma perceção do perigo menos informada e possivelmente subestimada, atendendo a uma menor familiarização com o local e possíveis constrangimentos linguísticos (Santos *et al.*, 2024).

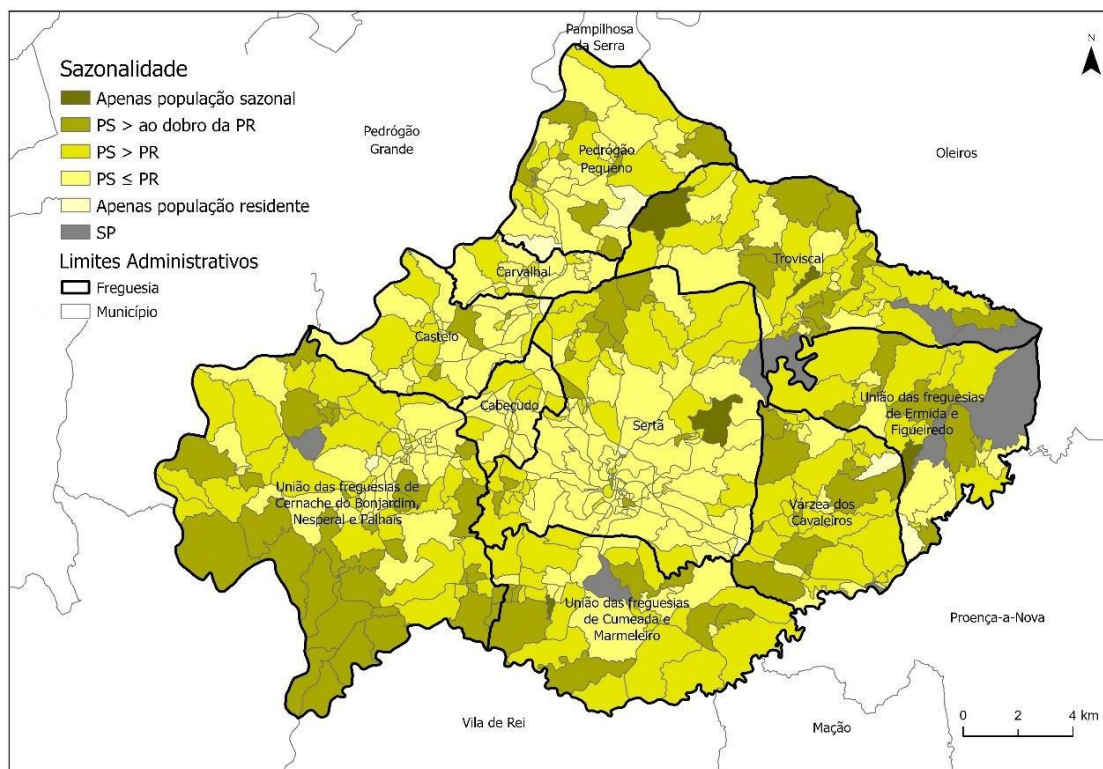
A avaliação da sazonalidade no município da Sertã permitiu observar que do total das subsecções da BGRI: 1,75 % não registam população residente ou sazonal, 1,58 % apresentam apenas população residente, 43,16 % das subsecções são classificadas como ' $PS \leq PR$ '; 34,56 % são classificadas como ' $PS > PR$ '; 18,07 % das subsecções como ' $PS > \text{ao dobro da PR}$ '; e só 0,88 % é que apresenta apenas população sazonal.

A conjugação das classes com um valor de população sazonal superior ao da

população residente, constitui 53,51 % da totalidade da amostra, determinando um nível de exposição / vulnerabilidade relevante no município. A distribuição espacial das diferentes classes que denotam maior preponderância da população sazonal é mais centrífuga (fig. 3.4), no entanto, com uma incidência mais demarcada no setor a este, onde são as mais representadas, seguindo-se sul e oeste. Quando considerada apenas a classe 'PS> ao dobro da PR', as concentrações mais perceptíveis ocorrem a oeste, norte e leste do município. Já a classe 'apenas população sazonal', verifica-se pontualmente a leste, sul e no centro.

Quando analisada em detalhe a distribuição espacial da sazonalidade na Sertã, é perceptível que, tal como evidenciado no quadro 4 do anexo:

- todas as 10 freguesias verificam subsecções da BGRI com população sazonal, sendo que:
  - as freguesias do Troviscal (3,85 %), União de freguesias de Ermida e Figueiredo (3,23 %), União de Freguesias de Cumeada e Marmeleiro (2,5 %) e Sertã (0,68 %), apresentam baixa frequência de subsecções com “apenas população sazonal”;
  - as freguesias de Várzea dos Cavaleiros (77,78 %), União de freguesias de Ermida e Figueiredo (70,97 %), União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (67,5 %), Troviscal (67,31 %), União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (60,16 %) e Pedrógão Pequeno (54,35 %), denotam mais de metade das subsecções onde a população sazonal é superior à residente;
  - a União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (26,83 %), a União de freguesias de Ermida e Figueiredo (25,81 %) e a freguesia de Pedrógão Pequeno (26,1 %) apresentam mais de ¼ das suas subsecções com a população sazonal superior ao dobro da população residente.



**Figura 3.4** – Classes de Sazonalidade por subsecção da BGRI no município da Sertão.

### 3.7 Determinação e classificação do Índice de dependência total

O cálculo e análise do IDT (Índice de Dependência Total) pretende aferir o nível de vulnerabilidade da população de uma determinada subsecção, assumindo que quanto maior for o número de indivíduos dependentes face aos indivíduos em idade ativa (considerados mais autónomos), maior a vulnerabilidade da unidade em análise (Benali *et al.*, 2023). Este índice assume-se como uma variável que revela a falta de autonomia e menor capacidade de resposta da população residente, tendo por base o seu grupo etário (Benali *et al.*, 2023). O IDT é calculado de acordo com a equação 1.6, fornecida pelo INE:

$$\left[ \frac{pop_{0-14} + pop_{>65}}{pop_{15-64}} \right] * 100 \quad (1.6)$$

Em que:

- pop<sub>0-14</sub> refere-se ao número de indivíduos com idades até aos 14 anos (*inclusive*)
- pop<sub>>65</sub>, refere-se ao número de indivíduos com idades igual ou superior a 65 anos

- pop15-64, refere-se ao número de indivíduos com idades compreendidas entre 15 e 64

O IDT foi dividido em 6 classes, de acordo com a proposta apresentada por Benali *et al.* (2023), sendo estas: sem população (SP); Apenas população ativa; População dependente  $\leq$  população ativa (PD $\leq$ PA); População dependente  $>$  população ativa (PD $>$ PA); População dependente  $>$  ao dobro da população ativa (PD $>$  ao dobro da PA); Apenas população dependente.

### 3.8 Análise do Índice de dependência total

Do total das subsecções no município da Sertã, 2,63 % não registam população residente; 2,28 % correspondem à classe de IDT 'Apenas população ativa'; 65,26 % à classe 'PD  $\leq$  PA'; 18,77 % à classe 'PD $>$ PA'; 6,8 % à classe 'PD $>$  ao dobro da PA; e 4,21 % à classe 'apenas população dependente'.

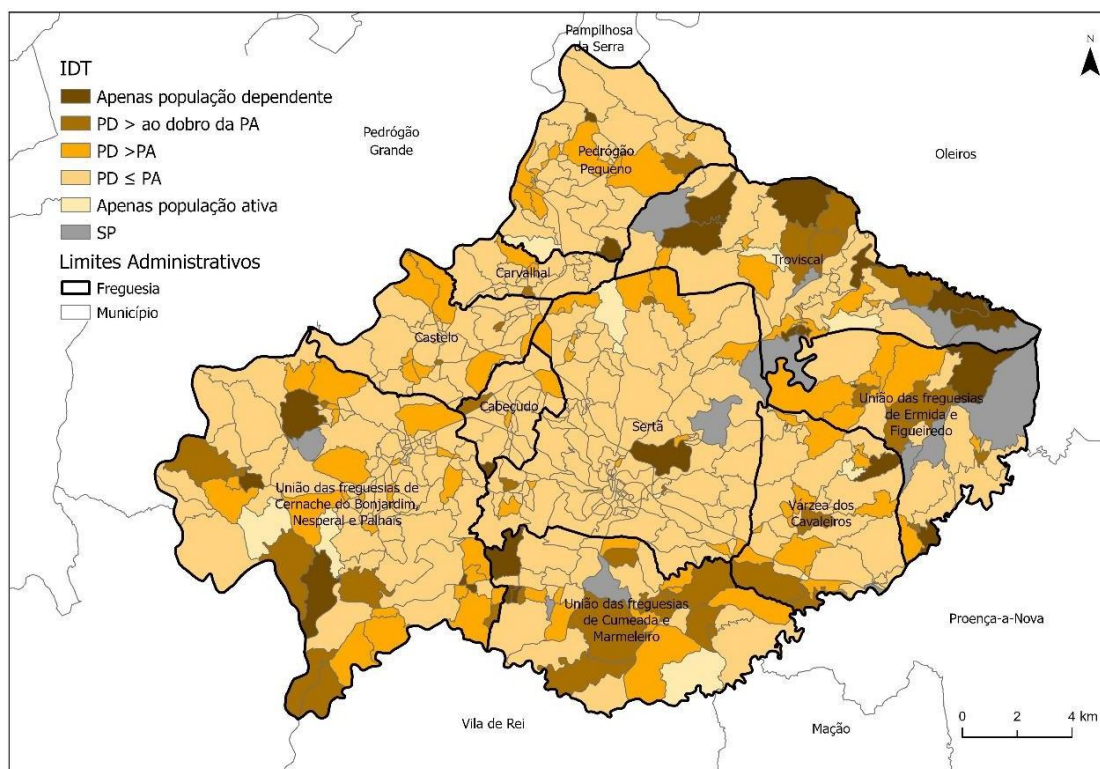
As classes que determinam um valor superior de população dependente face à população ativa representam menos de 1/3 da totalidade da amostra, correspondendo a 29,78 % das subsecções. Percebe-se assim, neste contexto, uma vulnerabilidade menos acentuada no município. De acordo com a figura 3.5, as concentrações mais evidentes de subsecções com maior vulnerabilidade encontram-se situadas no setor leste, sul e sudoeste. A distribuição da classe 'apenas população dependente' verifica-se mais concentrada a nordeste do município.

Através da análise espacial do IDT, como apresentado no quadro 5 do anexo afere-se que:

- em todas as freguesias, excetuando Castelo e Carvalhal, verificam-se subsecções da BGRI com 'apenas população dependente' - destas, a freguesia do Troviscal apresenta a percentagem mais significativa de unidades de análise nesta classe (15,38 %);
- a União de freguesias de Ermida e Figueiredo (54,84 %) e a União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (50 %) denotam quase metade ou metade das suas subsecções, respetivamente, em que a população dependente supera a população ativa – estas duas freguesias são também aquelas que apresentam a maior proporção das unidades de análise

inseridas na classe 'PD > ao dobro da PA', correspondendo a 19,35 % e 20 % respetivamente;

- as freguesias de Várzea dos Cavaleiros (42,22 %), Troviscal (40,38 %) e Pedrógão Pequeno (36,96 %) demonstram mais de 1/3 das suas subsecções com população dependente superior à população ativa.

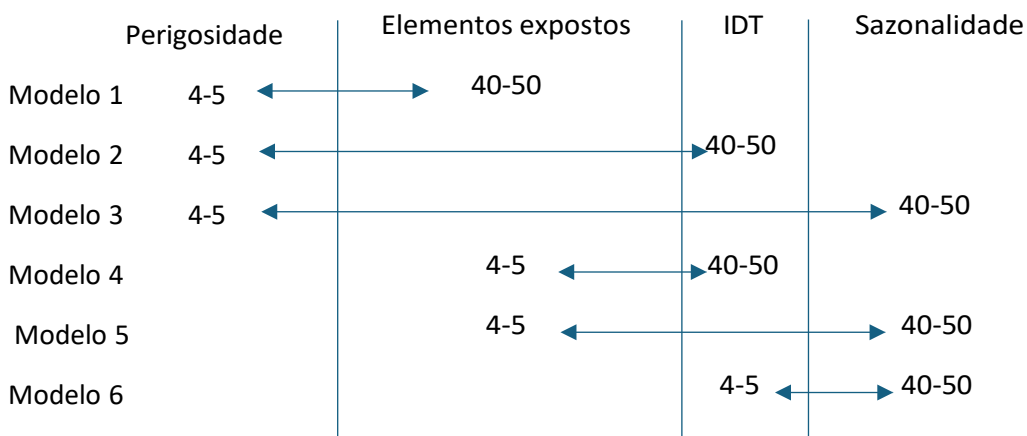


**Figura 3.5** – Classes de Índice de dependência total por subsecção da BGRI no município da Sertã.

### 3.9 Avaliação das subsecções prioritárias em incêndios rurais

Para determinar quais as subsecções a considerar prioritárias aquando da ocorrência de incêndios rurais, de acordo com o potencial danoso e vulnerabilidade, foram considerados os 4 fatores anteriormente determinados: 'Perigosidade', 'Elementos Expostos', 'Sazonalidade' e 'IDT'.

São definidos seis cenários resultantes da combinação destes quatro fatores, agrupados em associações de dois (fig. 3.6). Estes são cruzados entre si através de um somatório, tendo sido, para o efeito e para representação cartográfica, consideradas apenas as duas classes mais gravosas das variáveis 'Perigosidade' e 'Elementos Expostos' e as três classes mais elevadas da 'Sazonalidade' e 'IDT', como determinado na tabela 3.4.



**Figura 3.6** - Cruzamento das variáveis em associações (dois fatores).

**Tabela 3.4** - Exemplo de distribuição das classes das variáveis e valores para classificação de associações nos modelos 1 a 6.

Perigosidade (% área crítica)		Elementos Expostos		Sazonalidade		IDT	
Intervalos iguais	Classe associação	Escala logarítmica	Classe associação		Classe associação		Classe associação
				PS>PR	3/30	PD>PA	30
60-80	4	1000-10000	4/40	PS> ao dobro da PR	4/40	PD> ao dobro da PA	40
80-100	5	>10000	5/50	Apenas população Sazonal	5/50	Apenas população dependente	50

As associações (modelos) analisados que integram subseções, simultaneamente, abrangidas pelos valores mais significativos e classes mais graves em ambas as variáveis determinadas em cada conjugação foram: ‘Perigosidade-Sazonalidade’ (modelo 3), ‘Sazonalidade-IDT’ (modelo 6) e ‘Perigosidade-IDT’ (modelo 2), representando 28,25 %, 21,92 % e 16,14 % do total das unidades de análise respectivamente.

As restantes três associações (modelos 1, 4 e 5) que enquadraram os Elementos Expostos, não apresentam valores de representatividade com significância, uma vez que as classes mais elevadas deste fator não são espacialmente concordantes com as classes mais graves dos outros fatores. Deste modo, não serão analisados.

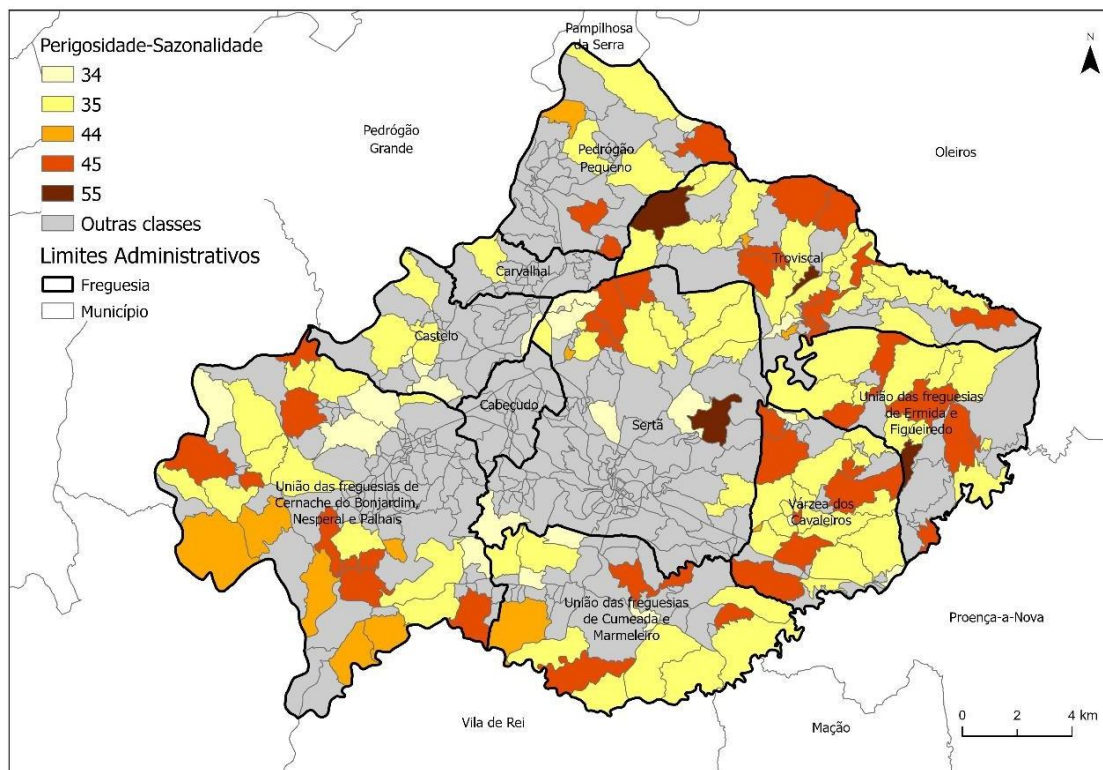
Especialmente, de acordo com as relações Perigosidade-Sazonalidade (modelo 3), Perigosidade – IDT (modelo 2) e Sazonalidade-IDT (modelo 6), figuras 3.7, 3.8 e 3.9, respectivamente, verifica-se uma maior concentração das subseções que apresentam classes mais elevadas a leste no município, situação que é comum nas três associações

referidos anteriormente. Os setores oeste e sul do município também apresentam uma maior representação destas classes, apesar de menos significativa.

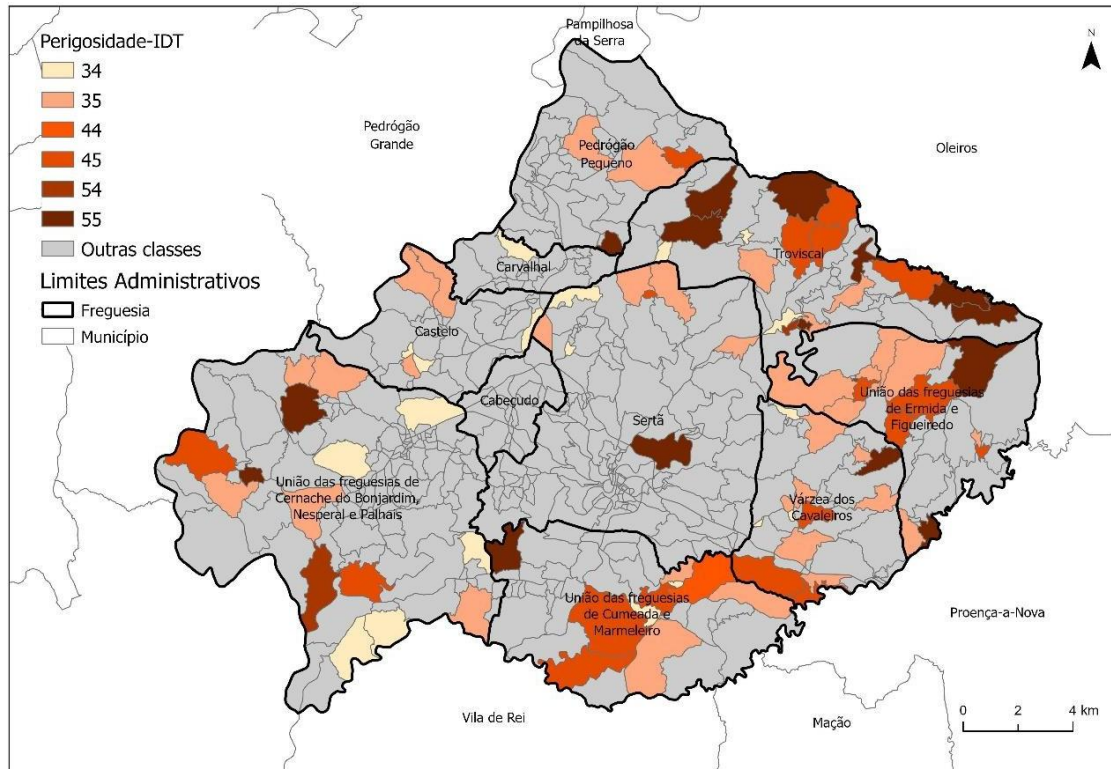
O centro do município apresenta alguma expressão quando considerada a relação 'Perigosidade-Sazonalidade'.

Quando consideradas as subsecções que integram as classes mais elevadas nas variáveis 'perigosidade', 'sazonalidade' e 'IDT', que integram 247, 305 e 170 subsecções respetivamente, entende-se que perante os modelos que conjugam estas variáveis:

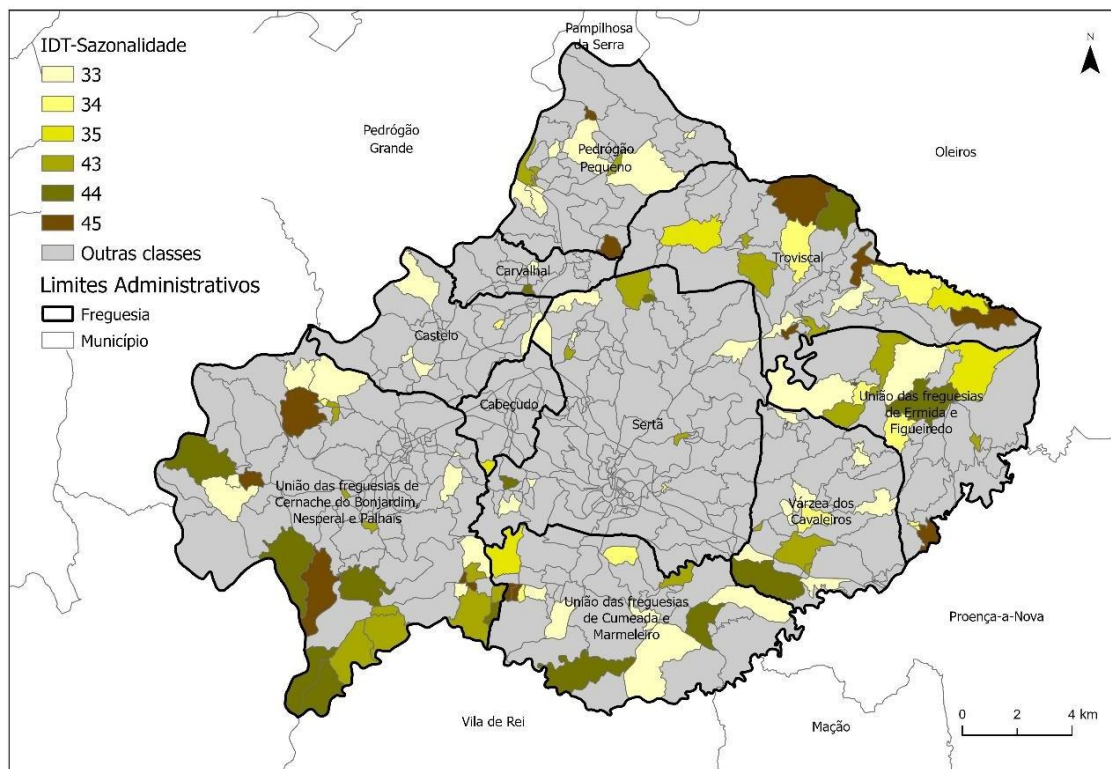
- A perigosidade tem a menor concordância em termos percentuais das suas áreas mais críticas com o IDT, correspondendo a apenas 37,53 % das suas subsecções abrangidas pelas classes mais gravosas.
- O IDT apresenta simultaneamente com a sazonalidade, 73,53 % de todas as suas subsecções abrangidas pelas 3 classes mais elevadas, enquanto a sazonalidade compreende neste modelo (IDT – Sazonalidade) apenas 40,98 % das suas subsecções com classes mais elevadas.
- A perigosidade compartilha com a sazonalidade 65,18 % das suas subsecções com as duas classes mais gravosas.



**Figura 3.7** - Classes mais gravosas da associação Perigosidade-Sazonalidade à escala da subsecção da BGRI.



**Figura 3.8** - Classes mais gravosas da associação Perigosidade-IDT à escala da subsecção da BGRI.



**Figura 3.9** - Classes mais gravosas da associação IDT-Sazonalidade à escala da subsecção da BGRI.

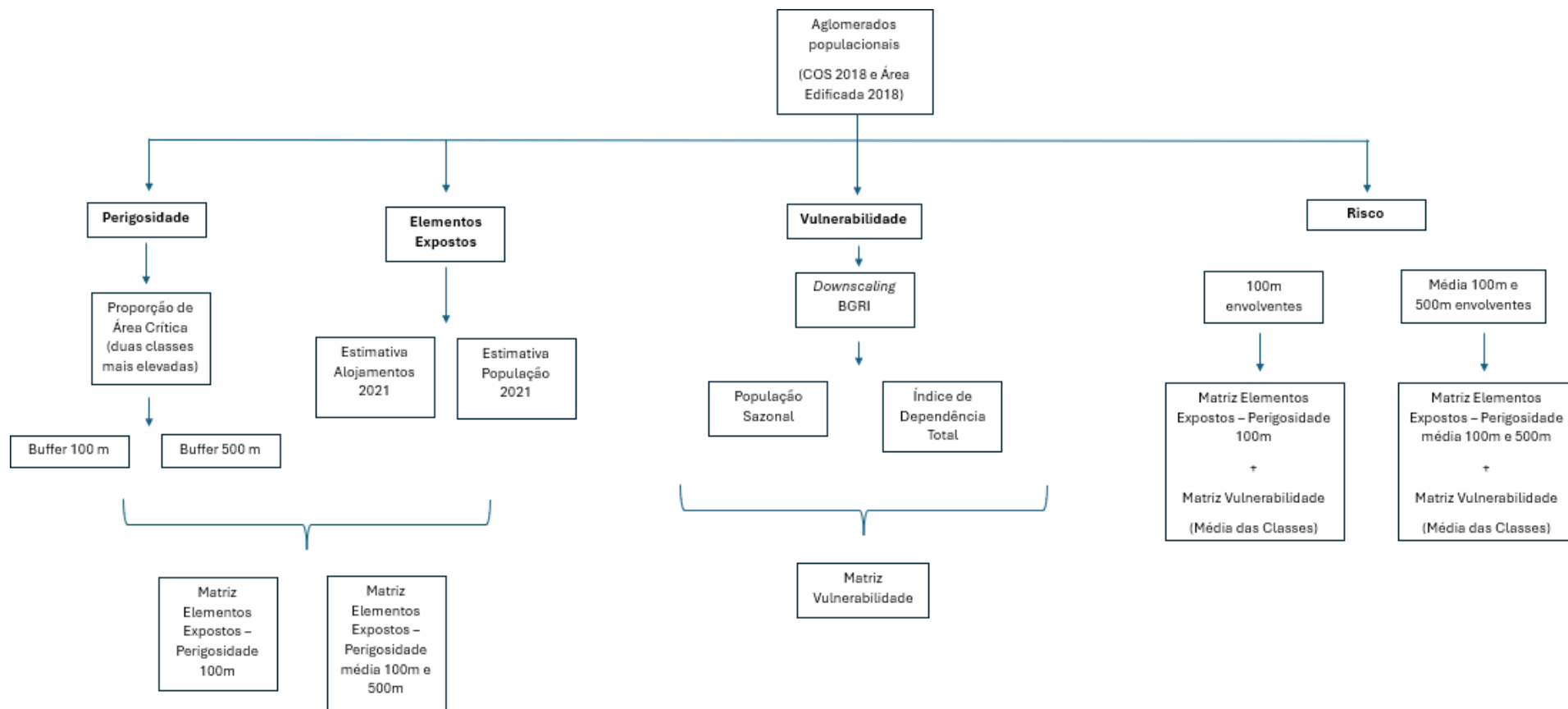
Quando considerada a concordância espacial das classes mais críticas das associações (modelos 2, 3 e 6) por freguesias, denota-se que:

- a freguesia do Troviscal com 19,57 %, União de freguesias de Ermida e Figueiredo, Várzea dos Cavaleiros e União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais, com 16,3 % e União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro com 10,87 %, são aquelas que verificam um maior número de subsecções abrangidas pela associação Perigosidade -IDT;
- a associação Perigosidade – Sazonalidade encontra a maior concentração de subsecções na freguesia do Troviscal e União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (18,01 %), seguido de Várzea dos Cavaleiros (16,77 %), Sertã (14,2 %), União de freguesias de Ermida e Figueiredo (11,8 %) e União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (9,94 %);
- a associação IDT – Sazonalidade verifica uma representação mais relevante na União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (24 %), Troviscal e Várzea dos Cavaleiros (12,8 %), Pedrógão Pequeno (12 %), União de freguesias de Ermida e Figueiredo (11,2 %) e União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro e Sertã (10,4 %)

Fica assim perceptível que as conjugações estabelecidas permitem diferenciar os contextos particulares afetos a cada subsecção, permitindo desenvolver abordagens distintas de ação e medidas de adaptação e mitigação face a ocorrência de incêndios rurais direcionadas à realidade de cada unidade de análise.

#### **4. Definição dos aglomerados populacionais prioritários através de avaliação de risco**

Com este capítulo é procurado enquadrar a conjugação das variáveis: perigosidade determinada através da proporção da área crítica para a área envolvente aos aglomerados populacionais; elementos expostos, verificados através das estimativas de alojamentos e população residente; e vulnerabilidade, resultante da conjugação da população dependente e sazonal à escala do aglomerado populacional. Esta conjugação é feita através de matrizes, de modo a determinar e classificar aqueles aglomerados populacionais com maior nível de risco, sendo definidos quais os mais críticos.



**Figura 4.1** - Esquema metodológico para a determinação da exposição estrutural, vulnerabilidade e risco à escala dos aglomerados populacionais.

#### 4.1. Recolha e tratamento de dados

No presente capítulo, foram utilizadas informações de base estatística e cartográfica de modo a determinar as perspetivas conjuntas de exposição e vulnerabilidade à escala dos aglomerados populacionais (tabela 4.1).

Foram também considerados conjuntos de dados fornecidos à escala das subsecções da BGRI. Neste último caso foi aplicado um *downscaling* da informação adquirida no capítulo anterior, nomeadamente:

- Classes de Sazonalidade
- Classes de IDT

Os aglomerados populacionais foram obtidos através da informação facultada pela Direção Geral do Território referente às Áreas Edificadas 2018 e à Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018.

A Carta de Perigosidade Estrutural (20-30), com as classes de perigosidade a incêndios rurais foi utilizada posteriormente para definição da perigosidade estrutural na área envolvente (*buffer* de 100 m e *buffer* de 500 m) aos aglomerados populacionais.

**Tabela 4.1** - Informação de base estatística e cartográfica utilizada para determinar a exposição e vulnerabilidade à escala do aglomerado populacional.

<b>Dados</b>	<b>Tipo de informação/ estrutura de dados</b>	<b>Período / Data</b>	<b>Escala</b>	<b>Fonte de informação</b>	<b>Variável obtida / derivada</b>
Carta de Uso e ocupação do Solo 2018	Vetorial	2018	1:25 000	Direção Geral do Território (DGT)	Limites de Aglomerados populacionais
Áreas Edificadas 2018	Vetorial	2011 - 2019	1:25 000	Direção Geral do Território (DGT)	Limites de Aglomerados populacionais
Carta de Perigosidade Estrutural (20-30)	Matricial (25*25m)	2020-2030		Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF)	% de área crítica (determinada pelas duas classes de Perigosidade Estrutural mais elevada)
Taxa de variação da população residente (2011- 2021) (%)	Estatística	2021	freguesia	Instituto Nacional de Estatística (INE)	Estimativa da população para o ano 2021 ao nível dos aglomerados
Taxa de variação dos alojamentos (2011 - 2021) (%)	Estatística	2021	freguesia	Instituto Nacional de Estatística (INE)	Estimativa dos alojamentos para o ano de 2021 ao nível dos aglomerados
Nº de alojamentos familiares classificados residência secundária	Vetorial	2021	1:25 000	Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI)	Classes de Sazonalidade (% pop. sazonal face à residente)
Dimensão média dos agregados domésticos privados	Estatística	2021	freguesia	Instituto Nacional de Estatística (INE)	Classes de Sazonalidade (% pop. sazonal face à residente)
Capacidade de alojamento nos estabelecimentos de alojamento turístico	Estatística	2021	município	Instituto Nacional de Estatística (INE)	Classes de Sazonalidade (% pop. sazonal face à residente)
Grupos etários	Vetorial	2021	1:25 000	Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI)	Classes de Índice de Dependência Total (% de pop. dependente face à ativa)
Nº de alojamentos familiares classificados residência secundária	Vetorial	2021	1:25 000	Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI)	Classes de Sazonalidade (% pop. sazonal face à residente)

## 4.2. Delimitação dos aglomerados populacionais

A área dos aglomerados populacionais é determinada pela identificação das áreas associadas a edificado residencial, resultando estas, da conjugação de informação disponibilizada nas classes da Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018 (COS 2018) “Tecido urbano contínuo”, “Tecido urbano descontínuo” e “Tecido urbano descontínuo esparso” e nas classes das Áreas Edificadas 2018 referentes às categorias “Área com 10 e mais edifícios residenciais” e “Áreas isoladas ou dispersas (podem conter 1 a 9 edifícios residenciais)” identificadas como tipologia 1 e 2, respetivamente (Nicolau, 2023). A informação do edificado retirada da COS 2018 assume-se como a camada (*layer*) de base, sendo posteriormente agregada a esta as classes das ‘Áreas Edificadas 2018’ que complementam a informação não constante da primeira, nomeadamente na identificação de aglomerados maioritariamente dispersos enquadrados em áreas com uma outra ocupação do solo predominantemente como é exemplo a florestal.

Importa referir que a informação vetorial ‘Áreas Edificadas 2018’ apresenta, como critério de delimitação, a definição de um *buffer* de 25m em torno dos centroides representativos de edifícios residenciais clássicos fornecidos pelo INE (Nicolau, 2023).

## 4.3 Enquadramento dos aglomerados populacionais no município da Sertã

A distribuição da totalidade dos 2763 aglomerados populacionais que existem no município demonstra uma concentração destes principalmente em duas freguesias (tabela 4.2), sendo estas a União de Freguesias de Cernache do Bonjardim e a Sertã que representam, cada uma, mais de 1/5 do total de aglomerados.

**Tabela 4.2** - Distribuição dos aglomerados populacionais por freguesia.

Freguesia	% de aglomerados populacionais
Cabeçudo	5,06
Carvalhal	4,02
Castelo	8,29
Pedrogão Pequeno	9,7
Sertã	24,29
Troviscal	10,1
União de Freguesias de Cernache do Bonjardim	20,67
União de Freguesias de Cumeada e Marmeleiro	6,51
União de Freguesias de Ermida e Figueiredo	4,45
Várzea dos Cavaleiros	6,91

## **4.4 Metodologia para a exposição estrutural à escala do aglomerado populacional**

### **4.4.1. Determinação da perigosidade dos aglomerados populacionais**

A perigosidade definida para as unidades de análise (aglomerados populacionais) resulta da ponderação dada pela percentagem da área crítica (área ocupada pelas duas classes de perigosidade estrutural mais elevadas na Carta de Perigosidade Estrutural 20-30) determinada numa área envolvente a cada aglomerado populacional estabelecida por *buffers* de 100 m e 500 m.

O limiar dos *buffers* de 100 m é definido de acordo com os critérios de delimitação estipulados pela lei que determina a faixa de gestão de combustíveis para aglomerados populacionais. O Decreto-Lei nº124/2006, de 28 de junho que estabelece as medidas e ações a desenvolver no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios, indica que “nos aglomerados populacionais inseridos ou confinantes com espaços florestais [...] é obrigatória a gestão de combustível numa faixa exterior de proteção de largura mínima não inferior a 100 m...”.

O mesmo limiar é referido no Decreto-Lei nº82/2021, de 13 de outubro, que estabelece o sistema de gestão integrada de fogos rurais no território continental e define as suas regras de funcionamento, determinando que na envolvente das áreas edificadas, “quando confinante com territórios florestais, os proprietários [...] que, a qualquer título, aí detenham terrenos asseguram a gestão de combustível numa faixa envolvente com largura padrão de 100 m a partir da interface de áreas edificadas.”

O limite definido pelos *buffers* de 500 m estabelece uma segunda distância de potencial exposição a incêndios rurais. Na literatura, este surge como um limiar considerado adequado para definir uma distância a assumir relativamente à capacidade de propagação e transporte de material combustível com possibilidade de provocar outra ignição a partir do local de deflagração do incêndio rural.

Page et al. (2019), num estudo conduzido nas Northern Rockies, nos Estados Unidos, durante a época de incêndios definiu que aproximadamente 94 % dos incêndios são deflagrados por disseminação de material combustível que apresentou uma distância de transporte até 500 m.

Este limiar é corroborado noutros estudo sobre incêndios rurais, na Austrália e Canadá, que de acordo com observações efetuadas, determinaram para a distância de transporte deste tipo de materiais, um limiar crítico de exposição nos 500 m a partir do local inicial de ignição. Nestes a deposição de fagulhas, ou outras partículas incandescentes, excetuando condições extremas, ocorre predominantemente nesta faixa

(Beverly et al., 2010, Beverly *et al.*, 2021).

#### **4.4.2. Elementos expostos a incêndios rurais**

- **Cálculo do número de elementos expostos nos aglomerados populacionais das ‘Áreas Edificadas 2018’**

Os elementos expostos nos aglomerados populacionais foram contabilizados através do número de residentes e de alojamentos para a totalidade dos objetos verificados nas “Área Edificadas 2018” inseridos nas tipologias 1 (povoamento concentrado,  $\geq 10$  edifícios) e 2 (povoamento disperso,  $< 10$  edifícios) de edificado, de acordo com os campos que discriminam a densidade de residentes por ha e a densidade de alojamentos por ha disponíveis na cartografia. Uma vez que os dados fornecidos são referentes ao ano de 2011, os valores de população residente e alojamentos foram posteriormente estimados para o ano de 2021 através dos indicadores do INE aplicados à escala da freguesia ‘Taxa de variação da população residente (2011- 2021) (%)’ e ‘Taxa de variação dos alojamentos (2011 - 2021) (%)’.

A estimativa de população e alojamentos para 2021 resultou da aplicação da taxa de variação da freguesia a que pertence o aglomerado aos valores disponíveis na cartografia de Áreas Edificadas 2018.

Assumiu-se também que, na circunstância de um aglomerado populacional estar espacialmente inserido em duas freguesias, a variação aplicada seria aquela correspondente à da freguesia onde este interseta maior área.

- **Cálculo dos elementos expostos nos aglomerados populacionais da ‘COS 2018’**

Uma vez que os dados da COS 2018 não apresentam variáveis referentes aos elementos expostos população residente e alojamentos, estes foram ponderados a partir das variáveis referentes à área das unidades de análise (aglomerados populacionais) e respetivas estimativas da população residente e do nº de alojamentos da totalidade do conjunto de dados das ‘Áreas Edificadas 2018’.

Foram assim determinadas duas equações de função linear definidas para cada uma das variáveis dependentes (4.1 e 4.2), sendo estas posteriormente aplicadas na estimativa dos valores de população residente e nº de alojamentos (arredondados para valores absolutos) para os aglomerados populacionais da COS 2018.

$$pop\ 2021 = 11.758x - 2.7621 \quad (4.1)$$

$$aloj\ 2021 = 8.1519x - 1.2315 \quad (4.2)$$

$x$  = área do aglomerado populacional

Para a definição final do valor associado aos elementos expostos em cada unidade de análise foi aplicada a equação 4.3:

$$(Pop*1 + Aloj*0,75) \quad (4.3)$$

#### **4.5 Determinação dos indicadores de vulnerabilidade (Sazonalidade e IDT)**

Para a atribuição de dados de sazonalidade e IDT a cada aglomerado populacional, foi realizado um *downscaling* da informação disponibilizada à escala das subsecções da BGRI. Deste modo, cada unidade de análise, adotou o valor da classe verificada na subsecção da BGRI em que se encontra.

Na circunstância dos aglomerados populacionais terem a sua área distribuída por duas ou mais subsecções da BGRI, estes adotaram o valor da BGRI com maior intersecção espacial com a sua área.

#### **4.6 Determinação dos aglomerados prioritários**

De modo a determinar quais os aglomerados populacionais mais críticos e prioritários, foram definidas matrizes que combinam perigosidade, exposição e vulnerabilidade nestas unidades de análise. Esta abordagem, foi aplicada, por exemplo, para avaliar o impacto potencial de perigos naturais por Mileu *et al.* (2025, submetido), tendo como retorno, informação crucial para auxiliar agentes de proteção civil na avaliação do risco e planeamento da resposta em situações de emergência.

- **Matrizes de exposição**

Para a determinação da exposição foram utilizadas três variáveis aplicadas em duas matrizes:

- Matriz 1 (tabela 4.3) - Elementos expostos (número população residente e alojamentos) combinados com a perigosidade (área crítica nos 100 m

envolventes ao aglomerado populacional)

- Matriz 2 (tabela 4.4) - Elementos expostos (número população residente e alojamentos) com a perigosidade (área crítica na média dos 100 m e 500 m envolventes ao aglomerado populacional)

**Tabela 4.3** - Matriz de exposição (Matriz 1) - combina Perigosidade (área crítica 100 m envolventes) e Elementos Expostos.

		% de área crítica nos 100 m envolventes aos aglomerados populacionais					
		0	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Elementos Expostos (nº pop e aloj)	0-1						
	1-10						
	10-100						
	100-1000						
	>1000						

**Tabela 4.4** - Matriz de exposição (Matriz 2) - combina Perigosidade (média dos 100 m e 500 m envolventes) e Elementos Expostos.

		% de área crítica média dos 100 m e 500 m envolventes aos aglomerados Populacionais					
		0	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Elementos expostos (nº pop e aloj)	0-1						
	1-10						
	10-100						
	100-1000						
	>1000						

Estas verificam interseções entre seis classes de perigosidade e cinco classes de elementos expostos, tendo como método de classificação das variáveis, igual intervalo e escala logarítmica, respetivamente. O resultado desta relação entre Perigosidade e Elementos expostos é expresso nas matrizes 1 e 2 em classes de exposição: ‘Incerta’ (sem perigosidade – área crítica), ‘Muito Baixa’, ‘Baixa’, ‘Moderada’, ‘Elevada’ e ‘Muito elevada’.

- **Matriz de vulnerabilidade**

A Matriz 3 (tabela 4.5) é utilizada para definir as classes de vulnerabilidade através do cruzamento das variáveis Sazonalidade e Índice de Dependência Total (IDT).

**Tabela 4.5 - Matriz de vulnerabilidade (Matriz 3) - combina sazonalidade e IDT.**

		IDT					
		Apenas população Ativa	PD≤PA	PD>PA	PD> ao dobro da PA	Apenas população dependente	SP
Sazonalidade	Apenas população residente						condição não verificada
	PS ≤ PR						
	PS > PR						
	PS> ao dobro da PR						
	Apenas população sazonal	condição não verificada					

PS = população sazonal, PR = população residente

Para a matriz de vulnerabilidade foram conjugadas cinco classes de sazonalidade, estabelecidas em função da relação entre população residente e população sazonal e cinco classes de IDT, definidas em função da relação entre população ativa e população dependente. Nas classes de IDT, unidades de análise sem população são classificadas como SP.

A informação resultante da conjugação destas classes de variáveis na matriz de vulnerabilidade, foi posteriormente traduzida em seis classes finais de vulnerabilidade: Muito baixa, Baixa, Moderada, Elevada, Muito elevada, Muito elevada – apenas população sazonal.

- **Matrizes de risco**

A conjugação das classes finais verificadas nas matrizes de exposição e matriz de vulnerabilidade resultam na formação de duas matrizes de risco:

- ✓ Matriz 4 (tabela 4.6) – classes finais da matriz de risco, incluindo a exposição nos 100 m envolventes ao aglomerado populacional e a vulnerabilidade
- ✓ Matriz 5 (tabela 4.7) – classes finais da matriz de risco, incluindo as classes de exposição na média dos 100 m e 500 m envolventes ao aglomerado populacional e as classes de vulnerabilidade

**Tabela 4.6** - Matriz de risco (Matriz 4) - combina exposição nos 100 m envolventes ao aglomerado populacional e matriz de vulnerabilidade.

		Vulnerabilidade				
		1	2	3	4	5
Exposição (100 m)	1	Muito baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado
	2	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado
	3	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado
	4	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado	Muito elevado
	5	Moderado	Elevado	Elevado	Muito elevado	Muito elevado

**Tabela 4.7** - Matriz de risco (Matriz 5) - combina exposição na média dos 100 e 500 m envolventes ao aglomerado populacional e matriz de vulnerabilidade.

		Vulnerabilidade				
		1	2	3	4	5
Exposição (100 m e 500 m)	1	Muito baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado
	2	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado
	3	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado
	4	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado	Muito elevado
	5	Moderado	Elevado	Elevado	Muito elevado	Muito elevado

As matrizes de risco aplicam-se apenas aos aglomerados populacionais onde se verifica exposição, excluindo desta matriz de risco as unidades cuja exposição foi classificada como 'Incerta' por ausência de perigosidade. Ainda assim, é importante reforçar a necessidade de uma adequada gestão de combustível nessas áreas por forma a não potenciar a existência de risco.

Na matriz de vulnerabilidade, foi adicionalmente considerada uma classe de vulnerabilidade muito elevada, no essencial, para incluir os aglomerados populacionais que apenas apresentam população sazonal, inseridos na classe 'Muito elevada – apenas população sazonal'. Nas matrizes de risco, os aglomerados populacionais nesta classe foram considerados juntamente com aqueles associados à classe de vulnerabilidade 'Muito elevada'.

Para a disposição final das classes nas matrizes de risco, foram ponderadas as classes qualitativas anteriormente estabelecidas de forma numérica (1-5) por ordem crescente de gravidade, resultando as classes de risco finais da média dos cruzamentos das classes de exposição e vulnerabilidade. Uma vez que foi adotada uma perspectiva conservadora e por isso agravante, a classe final de risco, quando necessário, isto é, no caso em que a média dos valores das duas classes foi decimal, o arredondamento do valor foi efetuado para o

nível da classe de risco acima desse valor. Importa reforçar que a ponderação conjunta de ambas as componentes, não é perspectivada como fator de desagramento do risco, mas sim para hierarquizar territórios críticos e prioritários.

Os aglomerados populacionais mais críticos e prioritários correspondem àqueles inseridos nas duas classes de risco mais elevadas (elevado, muito elevado).

#### **4.4 Análise das matrizes de exposição no município**

Na totalidade dos aglomerados populacionais, quando considerada a exposição na área envolvente de 100 m, 28,09 % enquadram-se na classe de exposição 'Muito elevada', 8,54 % na classe 'Elevada', 9,45 % na classe 'Moderada', 20,67 % na classe 'Baixa', 3,66 % na classe 'Muito baixa' e 29,61 % na classe 'Incerta'.

As duas classes mais elevadas de exposição verificam uma representação superior a 1/3 da amostra traduzindo 36,63 % da mesma. A classe 'Incerta' verifica uma preponderância significativa, pelo que requer atenção na forma de gestão, de modo a garantir a permanência da área circundante sem perigosidade (quadro 6 do anexo).

Quando considerada a exposição determinada para os aglomerados populacionais na média dos 100 m e 500 m da sua área envolvente, verifica-se que 29,57 % da amostra se encontra inserida na classe 'Muito elevada, 11,65 % na classe 'Elevada', 11,94 % na classe 'Moderada', 35,32 % na classe 'Baixa', 8,18 % na classe 'Muito Baixa' e 3,33 % na classe 'Incerta'.

As duas classes mais gravosas apresentam uma ponderação de 41,22 % da totalidade da amostra (quadro 6 do anexo).

Quando comparados os resultados da aplicação de ambas as matrizes de exposição, verifica-se que a principal discrepância recai sobre a distribuição dos aglomerados populacionais inseridos na classe 'Incerta' pelas restantes classes.

Importa referir que qualquer alteração constatada entre as classes estabelecidas nas duas matrizes de exposição, parte exclusivamente de variações verificadas na proporção da perigosidade (área crítica) observada na área envolvente dos aglomerados populacionais, uma vez que os elementos expostos permanecem imutáveis. Deste modo, as principais modificações percebidas são as seguintes:

- 726 aglomerados populacionais passam a verificar perigosidade (área crítica) no seu espaço envolvente quando considerados os 500 m face aos 100 m, constituindo um incremento de 26,28 %.
- no total, 416 (15,1 %) aglomerados constataram um decréscimo na percentagem de perigosidade (área crítica), quando aumentado o *buffer* de análise.
- o maior desagravamento da perigosidade verificado para os aglomerados populacionais foi de 32,04 %, na freguesia do Castelo, enquanto o aporte mais significativo ocorreu na freguesia do Troviscal, com 16,97 %.

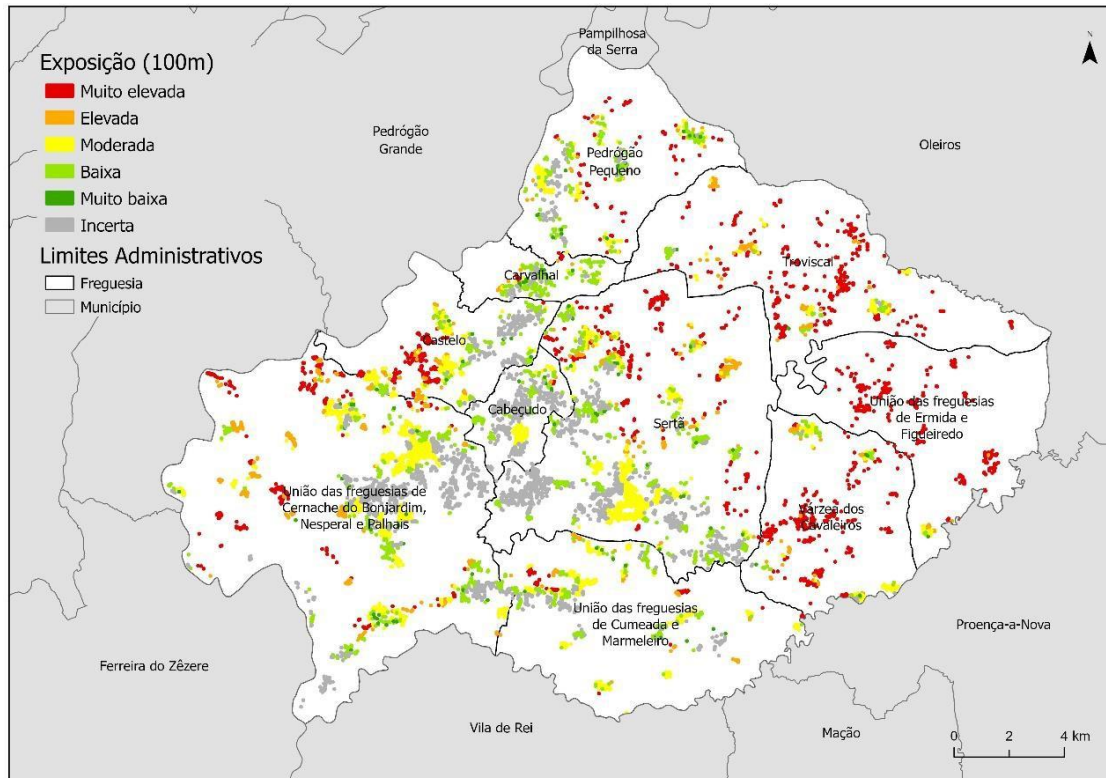
Percebe-se assim que dos 100 m para os 500 m de área crítica envolventes aos aglomerados populacionais onde não era verificada perigosidade (classe de exposição 'Incerta'), passa a existir algum nível de perigosidade, pelo que apenas 3,33 % das unidades de análise permanecem classificadas como 'Incerta', isto é, sem perigosidade quando considerado este segundo limiar.

De notar que nos casos em que foi verificada a redução da área crítica na transição do *buffer* de perigosidade dos 100 m para os 500 m, este primeiro representa uma área mais perigosa face ao anel mais abrangente, sendo necessária uma gestão particular destes aglomerados populacionais.

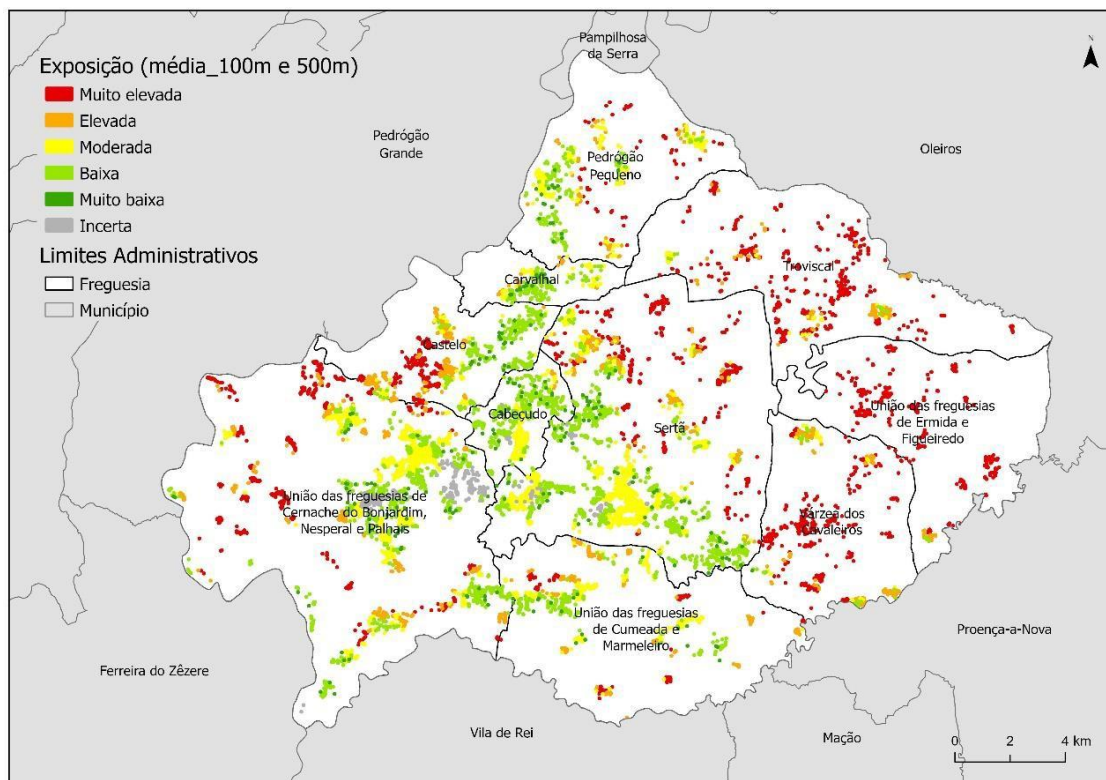
A área dos 500 m envolventes apresenta assim um contexto amplificador da perigosidade, verificando-se também de forma geral um cenário de agravamento da perigosidade.

Como é possível verificar para o caso da área de exposição dos 100 m de área crítica envolventes, na figura 4.2 os aglomerados populacionais enquadrados nas duas classes mais gravosas de exposição verificam uma dispersão por todo o município, excetuando parte do setor oeste/noroeste e centro onde se encontram os aglomerados populacionais de maior dimensão e aqueles inseridos na classe de exposição 'Incerta'.

O mesmo cenário de distribuição é percebido para as duas classes de exposição mais elevada que considera a média dos 100 m e 500 m de área crítica (fig. 4.3), no entanto, a classe de exposição 'Incerta', concentra-se numa área muito mais restrita entre o setor oeste e central do município, acompanhando a localização dos maiores aglomerados populacionais.



**Figura 4.2** - Classes de exposição calculadas tendo em conta a área crítica os 100 m envolventes aos aglomerados populacionais.



**Figura 4.3** - Classes de exposição calculadas tendo em conta a média da área crítica nos 100 m e 500 m envolventes aos aglomerados populacionais.

#### 4.7.1. Análise das matrizes de exposição por freguesias

Quando considerada a exposição nos 100 m envolventes aos aglomerados populacionais por freguesia (quadro 7 do anexo), é perceptível que:

- todas as 10 freguesias verificam aglomerados populacionais inseridos nas duas classes mais gravosas, sendo que destas:
  - a União de freguesias de Ermida e Figueiredo (95,93 %), Troviscal (83,87 %) e Várzea dos Cavaleiros (75,92 %) verificam mais de  $\frac{3}{4}$  dos seus aglomerados populacionais inseridos nas mesmas, com as percentagens mais significativas enquadradas na classe mais exposta ('Muito Elevada'), correspondendo a 92,93 %, 72,4 % e 65,45 % respetivamente;
  - a freguesia de Castelo (31 %), Pedrógão Pequeno (27,99 %) e Sertã (27,72 %), enquadram mais de  $\frac{1}{4}$  dos seus aglomerados populacionais nestas classes, sendo que a classe 'Muito elevada' verifica o maior aporte percentual nas mesmas.
- a União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (41,16 %), Cabeçudo (70 %), Castelo (41,44 %) e Sertã (39,79 %) verificam a maior parte dos seus aglomerados populacionais inseridos na classe 'Incerta'.

Analisando a exposição quando considerada a área crítica na média da área dos 100 m e 500 m envolventes aos aglomerados populacionais (quadro 7 do anexo), verifica-se que:

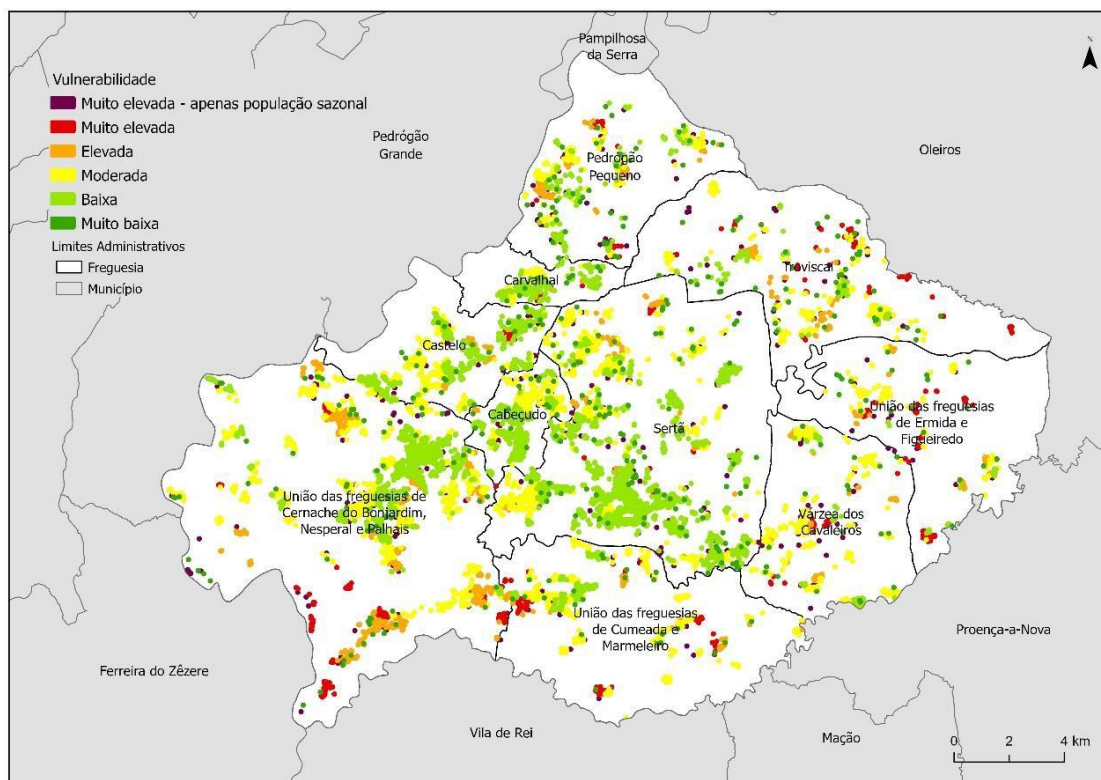
- a União de freguesias de Ermida e Figueiredo (97,56 %), Troviscal (91,04 %) e Várzea dos Cavaleiros (82,2 %) verificam mais de  $\frac{4}{5}$  dos seus aglomerados populacionais inseridos nas duas classes de exposição 'Elevada' e 'Muito elevada'. Esta última classe revela-se como a mais representada enquadrando 95,12 %, 76,7 % e 69,63 % respetivamente dos aglomerados populacionais inseridos nestas freguesias;
- a freguesia de Castelo (37,55 %) enquadra mais de  $\frac{1}{3}$  dos seus aglomerados populacionais nas duas classes mais expostas enquanto as freguesias de Pedrógão Pequeno (32,46 %), Sertã (30,25 %), União de freguesias de Cernache

do Bonjardim, Nespéral e Palhais (29,42 %) e União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (27,78 %) apresentam mais de ¼ dos seus aglomerados populacionais nas duas classes mais gravosas. Excetuando esta última, todas as freguesias apresentam uma maior preponderância da classe ‘Muito elevada’ face a ‘Elevada’;

- apenas a União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nespéral e Palhais (11,73 %), Cabeçudo (2.14 %) e Sertã (3.28 %) verificam aglomerados populacionais na classe de exposição ‘Incerta’.

#### **4.5 Análise da matriz de vulnerabilidade no município**

A distribuição da totalidade da amostra dos aglomerados populacionais pelas classes de vulnerabilidade indica que 10,35 % se inserem na classe ‘Muito elevada – apenas população sazonal’, 5,65 % na classe ‘Muito elevada’, 10,42 % na classe ‘Elevada’, 34,96 % na classe ‘Moderada’, 25,77 % na classe ‘Baixa’ e 12,84 % na classe ‘Muito Baixa’ (quadro 8 do anexo). Mais de ¼ dos aglomerados populacionais do município (26,42 %) estão inseridos nas três classes mais vulneráveis. Destas, as classes ‘Muito elevada’ e ‘Elevada’ encontram uma dispersão mais consistente com as áreas limítrofes do município, especialmente no setor leste, não verificando uma incidência significativa no centro do mesmo. A classe ‘Muito elevada – apenas população sazonal’ encontra uma distribuição mais dispersa no território, concordante com os aglomerados populacionais de menor dimensão, não apresentando nenhum padrão espacial particular (fig. 4.4).



**Figura 4.4** - Classes de vulnerabilidade nos aglomerados populacionais.

#### 4.8.1. Análise da vulnerabilidade por freguesias

À escala da freguesia, a análise da vulnerabilidade dos aglomerados populacionais, verifica uma dispersão que favorece as freguesias limítrofes na percentagem de aglomerados populacionais classificados como mais vulneráveis (três classes de maior vulnerabilidade), sendo que, como exposto no quadro 9 do anexo:

- a União de freguesias de Ermida e Figueiredo (43,9%), Troviscal (36,2%), União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (34,44%) e União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nespéral e Palhais (34,15%), enquadram mais de 1/3 dos seus aglomerados populacionais nestas classes;
- as freguesias de Várzea dos Cavaleiros (31,41%) e Pedrógão Pequeno (27,99%) apresentam mais de ¼ dos seus aglomerados populacionais nas classes ‘Muito elevada – apenas população sazonal’, ‘Muito elevada’ e ‘Elevada’;
- as freguesias de Várzea dos Cavaleiros (14,66%), Troviscal (12,54%) e Pedrógão Pequeno (12,31%), verificam a maior proporção dos aglomerados populacionais enquadrados na classe ‘Muito elevada – apenas população sazonal’.

#### 4.6 Análise do risco no município

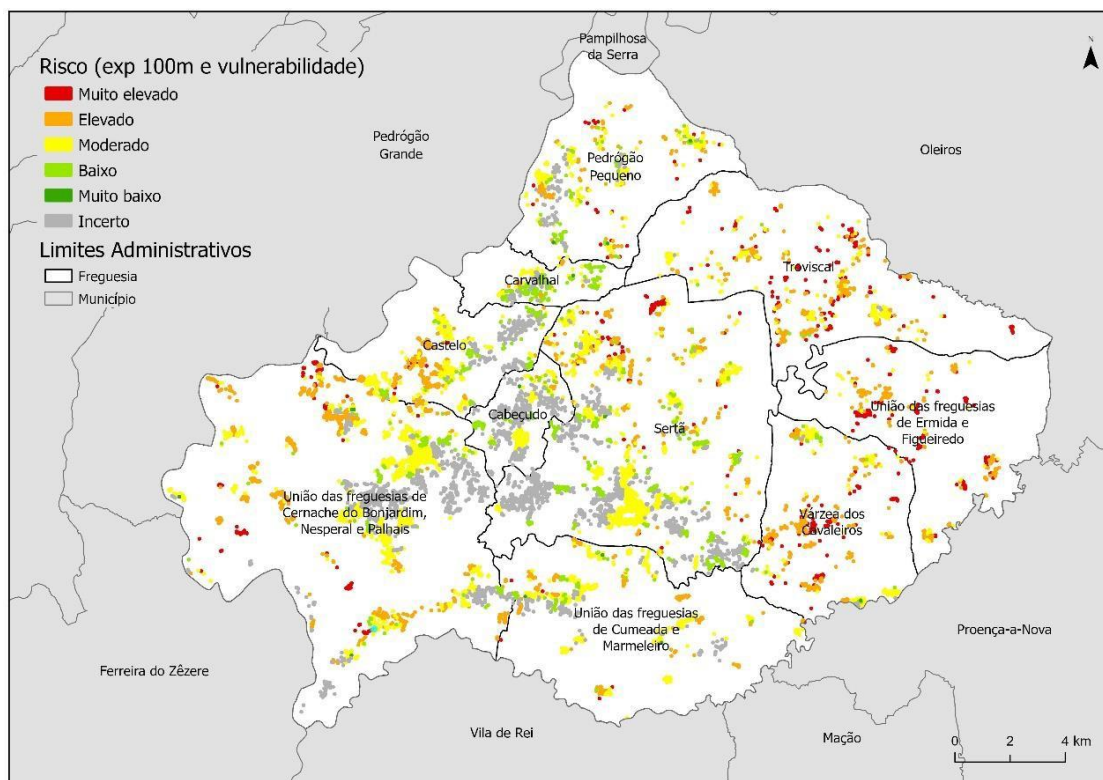
A distribuição dos aglomerados populacionais pelas classes de risco geradas na matriz que conjuga a exposição nos 100 m envolventes com a vulnerabilidade, permite inferir espacialmente que 10,57 % destes estão inseridos na classe 'Muito elevado', 23,85 % na classe 'Elevado', 23,31 % na classe 'Moderado', 12,05 % na classe 'Baixo', 0,62 % na classe 'Muito baixo' e 29,61 % na classe 'Incerto'.

Mais de 1/3 da amostra (34,42 %) encontra-se inserida nas duas classes de risco mais gravosas, devendo por isso ser considerados aglomerados populacionais prioritários (quadro 10 do anexo).

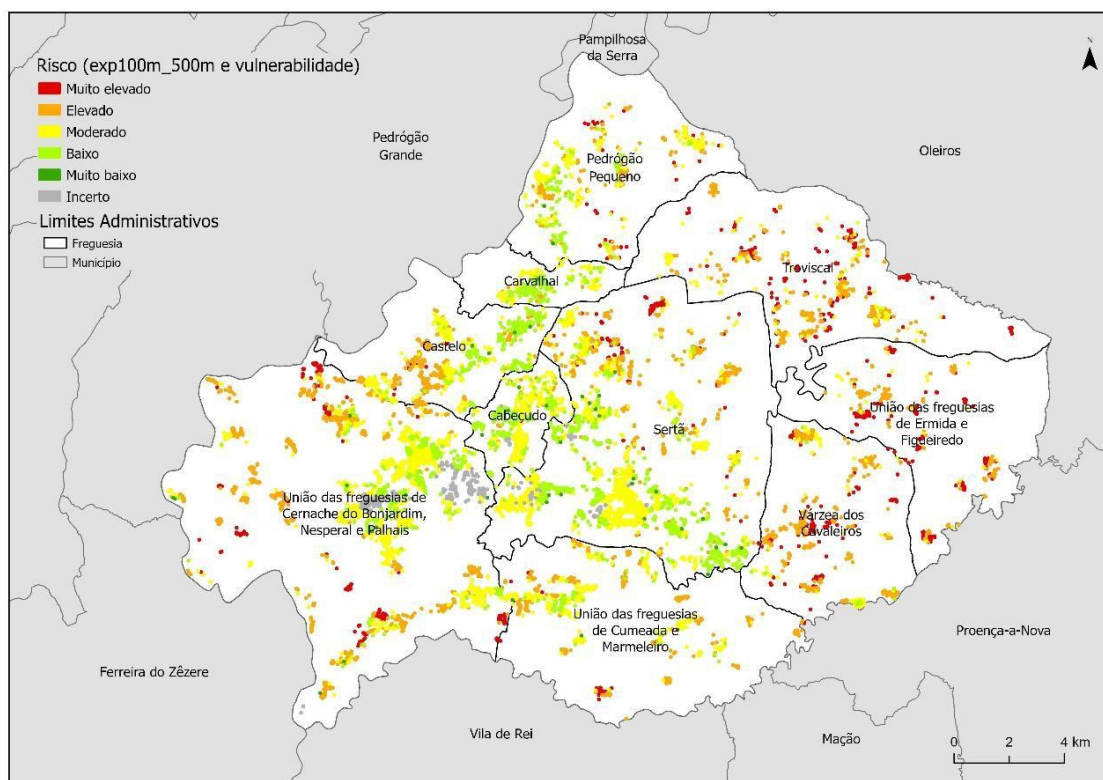
Quando considerada a classe de risco resultante da matriz que conjuga a exposição da média dos 100 m e 500 m de área envolvente aos aglomerados populacionais e a vulnerabilidade, as classes em que se enquadram estas unidades de análise apresentam a seguinte distribuição: 11,29 % na classe 'Muito elevado', 29,35 % na classe 'Elevado', 31,35 % na classe 'Moderado', 23,05 % na classe 'Baixo', 1,59 % na classe 'Muito baixo' e 3,33 % na classe 'Incerto'.

As duas classes mais elevadas de risco estão associadas a 40,64 % dos aglomerados populacionais do município (quadro 10 do anexo).

Em ambas as matrizes de risco (100 m e média dos 100 m e 500 m), é encontrada uma dispersão das duas classes de maior risco pela área do município, incidindo, no entanto, de forma mais notória no setor leste e áreas limítrofes do mesmo, afastando-se dos aglomerados de maior dimensão. Destacam-se as áreas que englobam os núcleos urbanos principais como as que verificam ausência das duas classes de risco mais elevadas (fig. 4.5 e fig. 4.6).



**Figura 4.5** - Classes de risco tendo em consideração a área crítica nos 100 m envoltantes aos aglomerados populacionais.



**Figura 4.6** - Classes de risco tendo em consideração a área crítica na média dos 100 m e 500 m envoltantes aos aglomerados populacionais.

#### 4.9.1. Análise do risco por freguesias

Quando analisado o risco referente à conjugação da vulnerabilidade e exposição nos 100 m de área envolvente aos aglomerados populacionais (quadro 11 do anexo), à escala da freguesia, é determinado que:

- todas as freguesias apresentam aglomerados populacionais inseridos em pelo menos uma das duas classes mais elevadas de risco, sendo que destas:
  - todas as freguesias verificam uma percentagem superior de aglomerados populacionais enquadrados na segunda classe mais gravosa 'Elevado' face à classe 'Muito elevado';
  - a União de freguesias de Ermida e Figueiredo (81,3 %) apresenta mais de  $\frac{3}{4}$  dos seus aglomerados populacionais nestas classes de risco mais elevado;
  - as freguesias de Várzea dos Cavaleiros (69,63 %) e Troviscal (68,46 %) mais de  $\frac{2}{3}$  dos seus aglomerados populacionais nestas classes;
  - as freguesias de Pedrógão Pequeno (29,85 %), União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (26,9 %), Castelo (26,2 %), União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (25,56 %) e Sertã (25,04 %) enquadram mais de  $\frac{1}{4}$  dos seus aglomerados populacionais também nestas classes.

Através da aplicação da matriz de risco que conjuga vulnerabilidade e exposição na média dos 100 m e 500 m de área envolvente aos aglomerados populacionais (quadro 11 do anexo), é determinado que:

- todas as freguesias apresentam aglomerados populacionais inseridos em pelo menos uma das duas classes mais elevadas de risco, sendo que destas:
  - todas as freguesias a exceção da União de freguesias de Ermida e Figueiredo, verificam uma representatividade maior da segunda classe mais gravosa 'Elevado' face à classe 'Muito elevado'
  - a União de freguesias de Ermida e Figueiredo (82,93 %) engloba mais de  $\frac{4}{5}$  dos seus aglomerados populacionais nestas classes;

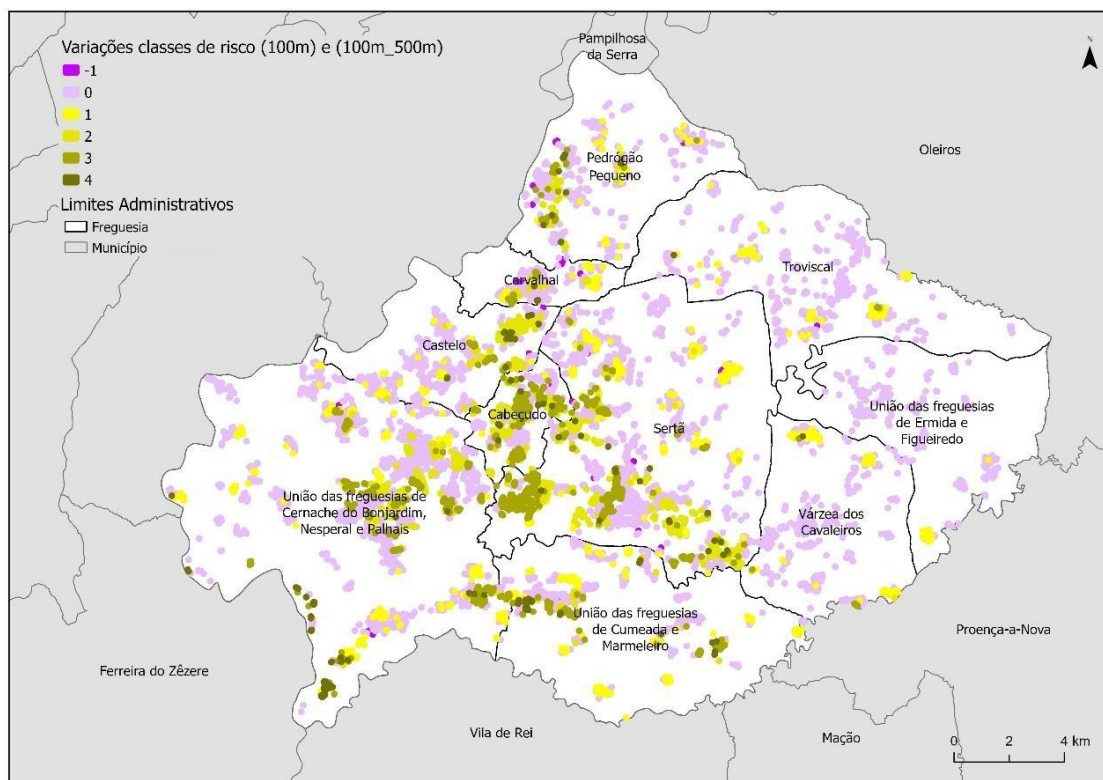
- as freguesias do Troviscal (74,91 %) e Várzea dos Cavaleiros (74,87 %) verificam quase  $\frac{3}{4}$  dos seus aglomerados populacionais são classificados nestas classes;
- a União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (42,78 %), União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (35,55 %), Castelo (34,06 %) e Pedrógão Pequeno (33,58 %) apresentam mais de  $\frac{1}{3}$  dos seus aglomerados populacionais nas duas classes de maior risco e a Sertã (29,21 %) mais de  $\frac{1}{4}$ .

Quando verificadas as alterações estabelecidas entre a matriz de risco nos 100 m envolventes e a matriz de risco nos 500 m envolventes, foram identificados 976 aglomerados populacionais (35,32 %) com mudanças nas classes destas, 946 das quais agravamentos, sendo que 685 (72,4 %) partem da classe 'Incerta'.

Considerando as freguesias, é denotado que:

- todas as 10 freguesias apresentam agravamentos, sendo Cabeçudo (68,57 %), União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (45,56 %) e Sertã (42,77 %) aquelas que verificam uma maior proporção dos seus aglomerados populacionais abrangidos;
- 8 freguesias denotam desagravamentos, sendo a freguesia do Carvalhal (5,41 %) a demonstrar a maior incidência dos mesmos. Não verificaram desagravamentos a União de freguesias de Ermida e Figueiredo e Várzea dos Cavaleiros.

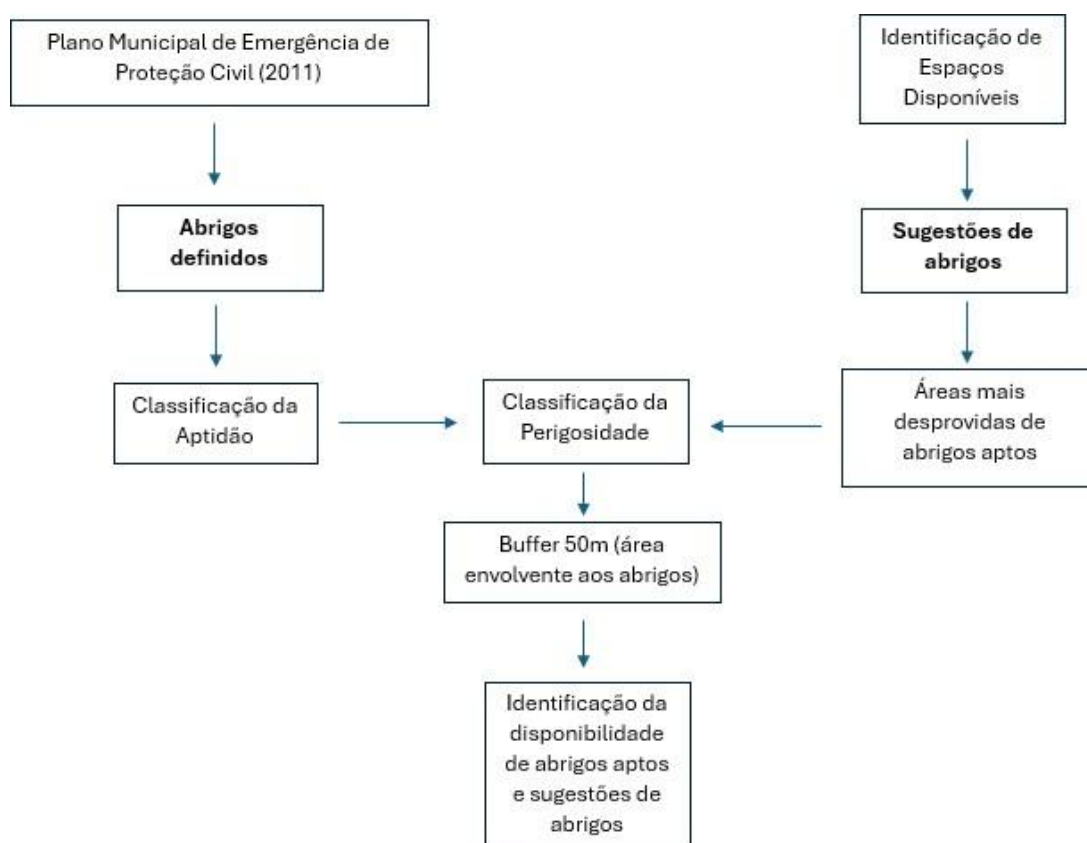
Analisando a distribuição espacial, os setores centro-oeste, sudoeste e noroeste são aqueles que verificaram os incrementos mais significativos na classificação do risco (2 a 4 classes), com estas a incidirem também no sul do município e no sudeste da freguesia da Sertã. Esta situação é percebida na medida em que os aglomerados localizados nestes setores permitem um agravamento mais significativo percebido nas suas classes de risco nos 100 m considerando que muitas destas partem de classe mais baixas, nomeadamente a 'Incerta' (fig. 4.7).



**Figura 4.7** - Variações identificadas nas classes de risco na transição da matriz de risco dos 100 m envolventes para a média dos 100 m e 500 m.

## 5. Análise e classificação de locais de abrigo face à exposição a incêndios rurais

O seguinte capítulo tem como objetivo identificar os locais de abrigo considerados aptos para a função no período de desenvolvimento do trabalho de campo (agosto de 2024), sendo analisada a sua capacidade estrutural e a perigosidade estabelecida na área envolvente. Assim, são considerados para análise os abrigos estabelecidos no Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil na sua data disponível mais recente (2011) e avaliadas sugestões de espaços disponíveis, capazes de cumprir os critérios para a sua definição como potenciais abrigos (fig. 5.1).



**Figura 5.1** - Esquema metodológico para a identificação de abrigos e sugestões de abrigo no município da Sertã.

## **5.1 Metodologia para a determinação e condicionantes do estatuto de abrigo para classificação da aptidão**

O propósito fundamental de um abrigo passa pela sua constatação como local seguro dentro de um aglomerado populacional, ao permitir a proteção das pessoas face a ameaças verificadas no decorrer de incêndios rurais como são exemplo a exposição direta às chamas, inalação de fumo e projeção de materiais e biomassa (Guia de Apoio à Implementação do Programa Aldeias Seguras, Pessoas Seguras, ANEPC, 2018). Para o estatuto de abrigo permanecer inalterado, estas condições fundamentais de proteção precisam de ser permanentes.

Quando considerada, neste trabalho a atribuição das classes de aptidão determinadas para os abrigos estabelecidos no PMEPCS, é importante ressaltar que estas apenas refletem o momento presente e estão, portanto, sujeitos a alteração no futuro.

Deste modo destaca-se a necessidade de uma gestão regrada e periódica dos abrigos e áreas envolventes, capaz de garantir a manutenção e funcionalidade das infraestruturas e assegurar o cumprimento da sua faixa de gestão de combustível, de modo a permitir uma maior proteção/segurança face ao risco de incêndio rural.

### **5.1.1. Identificação, Georreferenciação e Classificação dos Abrigos**

A identificação dos 51 abrigos estabelecidos no Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil da Sertã (PMEPCS, 2011), foi realizada através da fotointerpretação de imagens do *Google Earth (street view)*, com apoio de informação existente: no *site* da Câmara Municipal da Sertã, nas páginas de redes sociais referentes ao uso corrente de alguns destes abrigos, e no *site* “Memórias Resgatadas, Identidades (Re)construídas” alusivo entre outras outros aspetos, ao património educativo local.

Como complemento, para a identificação de alguns abrigos, nomeadamente escolas, acresceu o reconhecimento de traços específicos como o nome das ruas (ex.: Rua da Escola), hastes com a bandeira de Portugal, recreios, pátios ou campos de jogos, placas das escolas ainda visíveis e desenhos infantis. Estes abrigos foram posteriormente georreferenciados.

### 5.1.2. Determinação da aptidão dos abrigos

Para estabelecer a aptidão dos abrigos identificados no município e determinar a sua pronta disponibilidade, foi efetuada uma primeira validação da informação através da fotointerpretação de imagens de satélite do *Google Earth* e de acordo com o Guia de Apoio à Implementação do Programa Aldeias Seguras, Pessoas Seguras (2018), definidas três classes: apto, inapto (ao abandono), e inapto (danos estruturais graves ou alteração de estatuto público). Estas classes estão associadas a um conjunto de critérios referentes à estrutura dos mesmos:

- Apto – o abrigo verifica-se prontamente disponível para utilização, constatando uma estrutura que permite a segurança, bem-estar e o assegurar das necessidades básicas dos que o utilizam;
- Inapto (ao abandono) – o abrigo não apresenta nenhum tipo de utilização de momento e desse modo não garante a manutenção das suas infraestruturas nem assegura as necessidades básicas do utilizador;
- Inapto (danos estruturais graves ou alteração de estatuto público) – o abrigo verifica problemas estruturais graves e ou de difícil reabilitação que comprometem a segurança da infraestrutura, podendo já constituir ruínas. Acresce ainda a alteração da administração do abrigo do domínio público para privado, inviabilizando a sua utilização.

Aquando da validação da aptidão dos abrigos com trabalho de campo (realizado em agosto de 2024), para além do enfoque na condição das infraestruturas, esta avaliada unicamente na perspetiva exterior do edifício, foi também analisada a área envolvente, nomeadamente o cumprimento da faixa de gestão de combustível, condição também adereçada no Guia de Apoio à Implementação do Programa Aldeias Seguras, Pessoas Seguras (ANEPC, 2018).

Deste modo, às três classes já estabelecidas anteriormente, acresce uma, sendo esta:

- Inapto (incumprimento da faixa de gestão de combustível) – o abrigo, apesar de apresentar boas condições estruturais e encontrar-se em utilização, não verifica o cumprimento da faixa de gestão de combustíveis instituído no Decreto-Lei n.º 82/2021 que estabelece o Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais no território continental e define as suas regras de funcionamento.

## 5.2 Análise da distribuição das classes de aptidão dos abrigos

Os resultados da análise da distribuição das classes de aptidão dos abrigos estabelecidos no PMEPCS são sistematizados na tabela 5.1, sendo possível estabelecer que:

- Dos 51 abrigos indicados do Plano de Emergência e Proteção Civil da Sertã, apenas 19 (37,25 %) podem ser classificados como aptos; a totalidade dos abrigos considerados inaptos (62,74 %) encontram-se repartidos pelas classes de inaptidão determinadas por incumprimento da faixa de gestão de combustível, abandono ou condicionantes estruturais ou administrativas, que representam respetivamente 29.41 %, 27.45 % e 5.88 % do total de abrigos;

A distribuição espacial dos abrigos por classe de aptidão (fig. 5.2.) mostra uma maior concentração dos abrigos aptos no setor central e oeste do município, situação contrastante com a verificada na parte mais ocidental e a norte que apresenta apenas abrigos em classes de inaptidão.

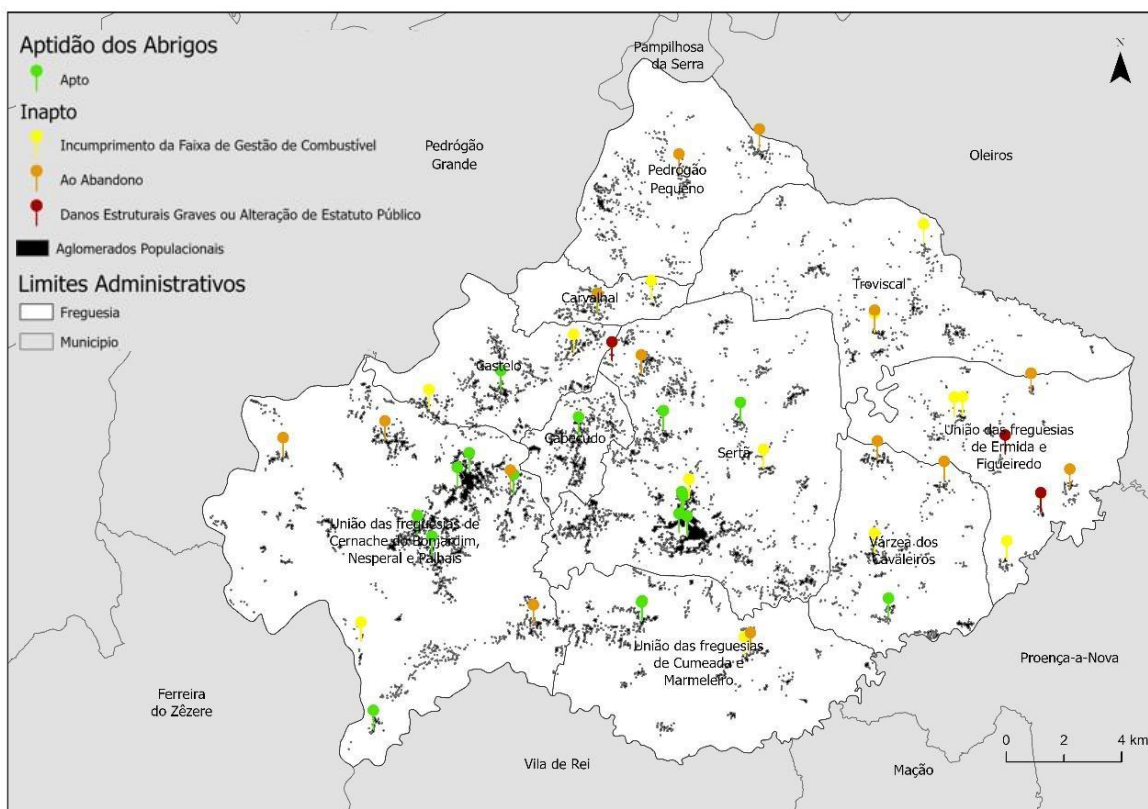
- Das 10 freguesias do concelho da Sertã, 3 (30 %), as quais União de freguesias de Ermida e Figueiredo, Pedrógão Pequeno e Troviscal, não têm qualquer abrigo apto; a União de freguesias de Ermida e Figueiredo apresenta abrigos inaptos por incumprimento da faixa de gestão de combustíveis (50 %), abandono (25 %) e condicionantes estruturais ou administrativas (25 %); a inaptidão verificada na freguesia do Troviscal resulta da conjugação do incumprimento da faixa de gestão de combustível (66,67 %) e do abandono (33,33 %); Pedrógão Pequeno verifica a totalidade da sua inaptidão devido ao abandono;
- 3 freguesias (30 %) verificam apenas um abrigo apto, sendo estas Carvalhal, Castelo, e Várzea dos Cavaleiros. A freguesia de Várzea dos Cavaleiros verificou a maior perda neste contexto, permanecendo apenas com 25 % das soluções iniciais de abrigos, seguida de Carvalhal e Castelo, ambas as freguesias com apenas 33 % dos seus abrigos considerados aptos.
- Apenas 4 freguesias (40 %) têm como aptos 50 % ou mais dos seus abrigos, conjunto em que se enquadra a freguesia do Cabeçudo, que apenas tem um abrigo e este foi classificado como apto; segue-se a União de freguesias de Cernache do Bonjardim,

Nesperial e Palhais e Sertã, que correspondendo às freguesias com maior número de soluções apresentadas no PMEPCS, apresentam percentagens de abrigos inseridos nesta classe de aptidão de 58,33 % e 54,55 %, respetivamente. Já a União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro tem exatamente metade dos seus abrigos inseridos na classe 'apto'.

Evidencia-se também que, mediante a implementação das condições/critérios apresentadas acima relativamente à aptidão dos abrigos, os abrigos inaptos ao abandono e inaptos por incumprimento da faixa de gestão de combustível apresentam uma real e provável possibilidade de reabilitação e subsequente validação da estrutura como abrigo apto.

**Tabela 5.1** - Distribuição dos abrigos estabelecidos no PMEPCS por freguesia e classes de aptidão.

<b>Freguesias</b>	<b>Nº Abrigos</b>	<b>Aptos</b>	<b>Inaptos (incumprimento da faixa de gestão de combustível)</b>	<b>Inaptos (ao abandono)</b>	<b>Abrigos inaptos (danos estruturais graves ou alteração de estatuto público)</b>
Cabeçudo	1	1	-	-	-
Carvalhal	3	1	1	1	-
Castelo	3	1	2	-	-
Pedrógão Pequeno	2	-	-	2	-
Sertã	11	6	3	1	1
Troviscal	3	-	2	1	-
UF de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	12	7	1	4	-
UF de Cumeada e Marmeleiro	4	2	1	1	-
UF de Ermida e Figueiredo	8		4	2	2
Várzea dos Cavaleiros	4	1	1	2	
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>3</b>



**Figura 5.2 -** Distribuição de abrigos estabelecidos no PMEPCS por classes de aptidão, nas diversas freguesias do município da Sertã.

### 5.3 Metodologia para o estabelecimento da perigosidade estrutural na área envolvente aos abrigos

Para a verificação da perigosidade estrutural estabelecida na área envolvente a todos os abrigos estabelecidos pelo PMEPCS, foi definida uma área com os mesmos limites estabelecidos para a faixa de gestão de combustível, que como referido no Guia Técnico do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (GTPMDFCI, Direção de Unidade de Defesa da Floresta, 2012), é estipulada para os 50m de área circundante às edificações integradas em espaços rurais. Para os abrigos que se encontram inseridos nos aglomerados populacionais de maior dimensão, estes, apesar de cingidos à faixa de gestão de combustível em vigor para estes espaços (100 m), para manter a consistência, também lhes foi aplicado um mesmo *buffer* de 50m.

De acordo com a informação presente na Carta de Perigosidade Estrutural (20-30) os diversos níveis de perigosidade estrutural foram distribuídos por 5 classes de acordo com as quebras da curva de sucesso e capacidade preditiva do modelo utilizado (Oliveira *et al.*, 2021). Para esta análise, foi calculado o peso que a área crítica (considerada como as duas classes de perigosidade estrutural mais elevadas - muito alta e alta) e área não crítica

(classes de perigosidade estrutural média, baixa e muito baixa) apresentam na área envolvente aos abrigos. Estas classes são:

- com área crítica  $\geq$  a 50 %;
- com área crítica  $<$  a 50 %;
- sem área crítica  $\geq$  a 50 %;
- sem área crítica  $<$  a 50 %;
- sem perigosidade estrutural.

#### **5.4 Análise da perigosidade nas áreas envolventes aos abrigos**

##### **5.4.1 Perigosidade nas áreas envolventes aos abrigos classificados como aptos**

Quando analisada a perigosidade estrutural estabelecida na área dos 50m envolventes aos abrigos aptos (tabela 5.2), é possível determinar que:

- a maior concentração dos abrigos (57,89 %) apresenta na área envolvente menos de 50 % de mesma com presença de classes de PE;
- 4 destes abrigos (21,05 %) apresentam na área envolvente PE, sem área crítica, ou seja, as classes mais baixas de PE ocupam mais de 50 % da área envolvente;
- apenas um abrigo (Antiga Escola Básica de Vale Pereiro) denota a presença de área crítica inferior a 50 % na área envolvente.

**Tabela 5.2** - Perigosidade estrutural nos 50m envolventes aos abrigos aptos.

<b>Freguesias</b>	<b>Abrigos Aptos</b>	<b>Classes de Perigosidade Estrutural</b>
Cabeçudo	Centro de Assistência Social da Freguesia do Cabeçudo	sem área crítica < a 50 %
Carvalho	Antigo Jardim de Infância do Carvalho	sem área crítica ≥ a 50 %
Castelo	Centro Social Nossa Senhora da Assunção	sem área crítica < a 50 %
UF de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	Antiga Escola Básica de Casal da Madalena	sem área crítica ≥ a 50 %
	Antigo Jardim de Infância da Quintã	sem área crítica < a 50 %
	Antiga Escola Básica da Quintã	sem área crítica < a 50 %
	Antigo Jardim de Infância de Cernache do Bonjardim	sem área crítica < a 50 %
	Antiga Escola Básica de Cernache do Bonjardim	sem área crítica < a 50 %
UF de Cumeada e Marmeleiro	Centro de Apoio à Terceira Idade de Santa Ana	sem área crítica < a 50 %
	Centro de Apoio à Terceira Idade de Santa Ana (cantina)	sem área crítica < a 50 %
Nesperal	Junta de Freguesia do Nesperal	sem área crítica ≥ a 50 %
Palhais	Centro Social, Cultural, Recreativo e Desportivo do Trízio	sem área crítica < a 50 %
Sertã	Antiga Escola Básica de Codiceira	sem área crítica ≥ a 50 %
	Casa de Apoio da Igreja	sem perigosidade estrutural
	Associação Recreativa – Clube da Sertã	sem perigosidade estrutural
	Agrupamento de Escoteiros	sem área crítica < a 50 %
	Antiga Escola de Abegoaria	sem perigosidade estrutural
Várzea dos Cavaleiros	Antiga Escola Básica de Vale Porco	sem área crítica < a 50 %
	Antiga Escola Básica de Vale Pereiro	com área crítica < a 50 %

#### **5.4.2 Perigosidade estrutural nas áreas envolventes aos abrigos classificados inaptos**

- **Abrigos inaptos por incumprimento da faixa de gestão de combustível**

De acordo com a tabela 5.3., dos 15 abrigos inseridos na classe inapto por incumprimento da faixa de gestão de combustível:

- 9 (60 %) encontram a área envolvente classificada nas duas classes de perigosidade mais elevadas, isto é, área crítica e 3 das quais na classe de PE mais gravosa (20 %);
- 6 (40 %) encontram na sua envoltória classes de perigosidade estrutural não correspondentes a área crítica; destes, 3 verificam uma presença de PE na área da faixa envolvente igual ou superior a 50 %.

- **Abrigos inaptos ao abandono**

- 6 dos 14 abrigos inaptos ao abandono (42,86 %) encontram a PE na área envolvente classificada com área crítica inferior a 50 %. Os 8 abrigos restantes apresentam PE que não corresponde a área crítica (57,14 %) e apenas 2 (14,29 %) apresentam uma percentagem de PE (sem área crítica) igual ou superior a 50 %

**Tabela 5.3** - Perigosidade estrutural nos 50m envolventes aos abrigos inaptos por incumprimento da faixa de gestão de combustível e inaptos ao abandono.

Freguesias	Abrigos Inaptos		Classes de Perigosidade Estrutural
	Inaptos (incumprimento da faixa de gestão de combustível)	Inaptos (ao abandono)	
Carvalhal	Antiga Escola Básica de Viseu Fundeiro		sem área crítica $\geq$ a 50 %
		Antiga Escola Básica de Carvalhal	sem área crítica $\geq$ a 50 %
Castelo	Antiga Escola Básica de Carvalhos		com área crítica $<$ a 50 %
	Antiga Escola Básica de Mourisco		sem área crítica $<$ a 50 %
Pedrógão Pequeno		Antiga Escola Básica de Vale da Galega	sem área crítica $<$ a 50 %
		Antiga Escola Básica de Bravo	com área crítica $<$ a 50 %
Sertã	Antiga Escola Básica do Venestal		com área crítica $\geq$ a 50 %
	Santa Casa da Misericórdia		sem área crítica $\geq$ a 50 %
	Centro Social Alcainho		sem área crítica $<$ a 50 %
		Antiga Escola Básica da Passaria	sem área crítica $<$ a 50 %
Troviscal	Antiga Escola Básica de Vale do Laço		com área crítica $\geq$ a 50 %
	Centro Social do Troviscal		com área crítica $<$ a 50 %
		Antiga Escola Básica do Troviscal	com área crítica $<$ a 50 %

UF de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	Antiga Escola Básica da Foz da Sertã		sem área crítica $\geq$ a 50 %
		Antiga Escola Básica do Sambado	com área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica do Pampilhal	sem área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica do Nesperal	sem área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica de Valongo	sem área crítica < a 50 %
UF de Cumeada e Marmeleiro	Centro de Dia do Marmeleiro		sem área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica do Marmeleiro	sem área crítica $\geq$ a 50 %
UF de Ermida e Figueiredo	Centro de Dia de Ermida		com área crítica < a 50 %
	Antiga Escola Básica de Sipote		com área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica de Relvas	com área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica de Castanheira Cimeira	com área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica de Figueiredo	com área crítica $\geq$ a 50 %
		Junta de Freguesia de Figueiredo	com área crítica < a 50 %
Várzea dos Cavaleiros	Junta de Freguesia de Várzea dos Cavaleiros		com área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica de Mosteiro de São Tiago	sem área crítica < a 50 %
		Antiga Escola Básica de Entre as Serras	com área crítica < a 50 %

### 5.4.3 Abrigos inaptos por danos estruturais graves ou alteração de estatuto público

Através da tabela 5.4 denota-se que os três abrigos que integram a classe de inaptidão por danos estruturais graves ou alteração de estatuto público, enquadram-se exclusivamente em áreas que verificam na sua envolvente PE classificada como área crítica, dois destes com mais de 50 % de AC.

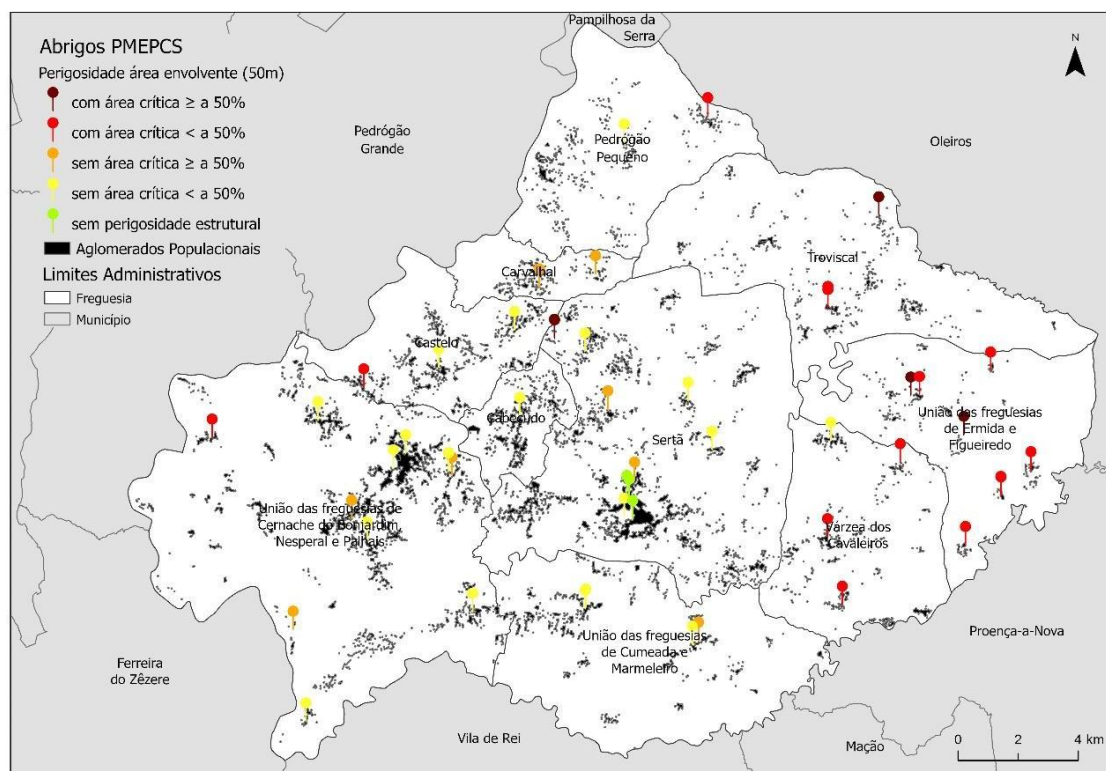
**Tabela 5.4** - Perigosidade estrutural nos 50m envolventes aos abrigos inaptos por danos estruturais graves ou alteração de estatuto público.

<b>Freguesias</b>	<b>Abrigos Inaptos (danos estruturais graves ou alteração de estatuto público)</b>	<b>Classes de Perigosidade Estrutural</b>
Sertã	Antiga Escola Básica do Venestal (cantina)	com área crítica $\geq$ a 50 %
UF de Ermida e Figueiredo	Antiga Escola Básica Dona Maria	com área crítica $\geq$ a 50 %
	Antiga Escola Básica de Ermida	com área crítica $<$ a 50 %

### 5.5 Análise da perigosidade estrutural estabelecida na área envolvente aos abrigos

De acordo com a figura 5.3 é possível verificar que os valores mais elevados de perigosidade estrutural nos 50m envolventes aos abrigos estão concentrados nas freguesias localizadas a leste do concelho, nas quais se destacam a União de freguesias de Ermida e Figueiredo e Troviscal. A perigosidade estrutural diminui de forma generalizada, excetuando alguns casos específicos, nas áreas envolventes aos abrigos nas freguesias enquadradas na parte central e ocidental do município.

De referir que todos os abrigos que se estabelecem na classe 'sem perigosidade estrutural' estão enquadrados junto a classes de uso e ocupação do solo que estão excluídas da Carta de Perigosidade de Incêndio Rural de Cariz Estrutural (ICNF, 2020), nomeadamente nas áreas urbanizadas. Esta característica denota-se positiva uma vez que estes espaços na exigem manutenção de combustível.



**Figura 5.3** - Distribuição das classes de perigosidade estrutural nos 50m de área envolvente aos abrigos por freguesia no município da Sertã.

Quando conjugada a análise à perigosidade estrutural para a totalidade dos abrigos visados no PMEPCS, é possível estabelecer um padrão que denota uma concentração de área crítica na área envolvente àqueles que pertencem às freguesias situadas a leste do município, nomeadamente União de freguesias de Ermida e Figueiredo, Troviscal e Várzea dos Cavaleiros. Considerando o conjunto dos abrigos aptos, inaptos ao abandono e inaptos por incumprimento da faixa de gestão de combustível, estas freguesias englobam 75 % dos abrigos do PMEPCS onde é registada a presença de área crítica.

Os abrigos inaptos por danos estruturais graves ou alteração de estatuto público que apenas se integram nas classes de PE com área crítica, denotam um padrão semelhante ao apresentarem 2 dos 3 abrigos na União de freguesias de Ermida e Figueiredo.

## **5.6. Proposta de novos locais de abrigo e determinação da exposição a incêndios rurais**

Perante a indisponibilidade de parte dos abrigos definidos no PMEPCS devido à sua inaptidão e, por forma a colmatar a necessidade de outras alternativas de abrigos que se apresentem prontamente disponíveis (aptos), são propostos novos locais passíveis de constituir abrigo.

Deste modo, e priorizando as freguesias mais desprovidas de abrigos, foram sugeridas, quando possível, as opções mais adequadas em cada povoação, possibilitando a substituição direta de alguns abrigos definidos no PMEPCS e acrescentando opções em áreas não visadas pelo mesmo.

A perigosidade estrutural das sugestões de abrigo foi definida e classificada de acordo com a mesma informação e critérios estabelecidos para os abrigos do PMEPCS, tendo sido selecionadas as propostas de abrigo que verificavam, entre as opções disponíveis, a menor perigosidade estrutural.

Em casos específicos, nos quais foi possível sugerir uma solução de abrigo que verifique uma menor perigosidade estrutural face a um determinado abrigo classificado como apto, esta foi identificada e agregada como opção. Para este efeito considera-se a diminuição da percentagem de área envolvente com verificação de perigosidade/ou a redução do nível de perigosidade.

As soluções de abrigos foram inicialmente determinadas identificando os locais passíveis de concentração da população engobando espaços administrativos, educativos, lúdicos, de repouso, entre outras finalidades (estruturas) disponíveis nos diversos aglomerados populacionais, nomeadamente juntas de freguesia, lares e centros de dia, escolas, associações, igrejas e cafés. A informação referente a estes espaços foi retirada do site da Câmara Municipal da Sertã, bem como através de fotointerpretação de imagens do Google Earth.

Estes locais foram posteriormente analisados do ponto de vista da sua aptidão, tendo sido selecionados os que cumpriam o maior número de requisitos considerados necessários para a determinação de um abrigo apto, e foi realizada validação dos abrigos com trabalho de campo.

## **5.7 Análise da perigosidade nas áreas envolventes aos abrigos propostos**

Numa primeira fase foram identificados 24 possíveis abrigos adicionais para o município da Sertã, com 9 localizados nas freguesias a leste, 12 nas freguesias dos setores oeste, noroeste e centro, 2 no norte e 1 a sul.

Importa referir que a seleção das sugestões de abrigo está condicionada pela limitação na disponibilidade de locais capazes de corresponder aos critérios referidos.

Deste modo, das 24 propostas de abrigo, apresentadas na tabela 5.5:

- 19 (79,2 %) têm na sua área envolvente classes de perigosidade estrutural sem área crítica, 16 das quais com uma percentagem inferior a 50 % de PE;
- 1 proposta de abrigo não enquadra na sua área envolvente nenhuma classe de perigosidade estrutural.
- apenas 4 (16,7 %) encontram-se inseridas numa das classes que denotam presença de área crítica, esta a que verifica uma percentagem < a 50 % da área envolvente estipulada; 3 das 4 propostas pertencem à União de freguesias de Ermida e Figueiredo e Várzea dos Cavaleiros.

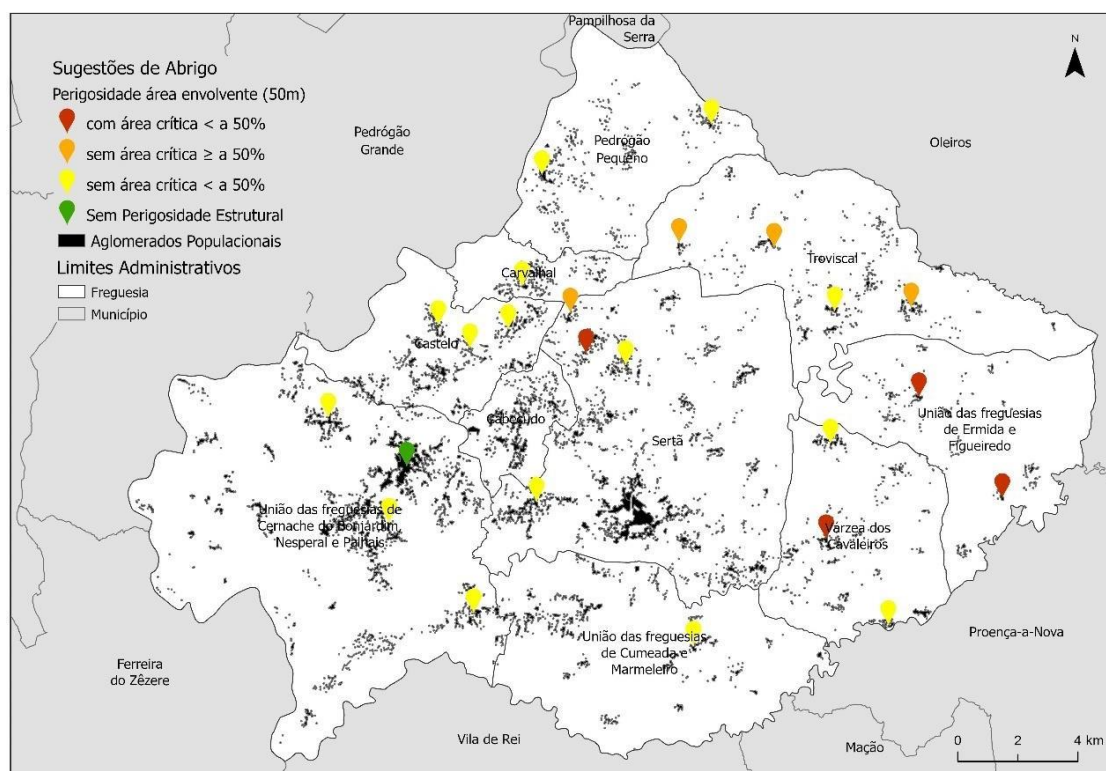
**Tabela 5.5** - Classes de perigosidade e sua ocupação nos 50m envolventes às sugestões de abrigo.

<b>Freguesias</b>	<b>Sugestões de Abrigos</b>	<b>Classes de Perigosidade Estrutural</b>
Carvalhal	Igreja Paroquial de Carvalhal	sem área crítica < a 50 %
Castelo	Associação Recreativa Cultural e Desportiva de Santa Maria do Seixo	sem área crítica < a 50 %
	Associação Cultural e Recreativa do Mourisco	sem área crítica < a 50 %
	Associação, Recreativa, Cultural e Desportiva de Santa Rita	sem área crítica < a 50 %
Pedrógão Pequeno	Mini Mercado/Café Helena	sem área crítica < a 50 %
	Junta de Freguesia de Pedrógão Pequeno	sem área crítica < a 50 %
Sertã	Associação para Desenvolvimento, Apoio Social e Recreativa de Verdelhos	sem área crítica ≥ a 50 %
	Centro Social, Cultural, Recreativo e Desportivo dos Casais Unidos	sem área crítica < a 50 %
	Associação Nossa Senhora da Penha de França	com área crítica < a 50 %
	Centro Recreativo Cultural e Social de São Domingos	sem área crítica < a 50 %
Troviscal	Igreja Matriz do Troviscal	sem área crítica < a 50 %
	Café "Central do Troviscal"	sem área crítica ≥ a 50 %
	Associação de Melhoramento, Apoio Social e Desporto da Macieira	sem área crítica ≥ a 50 %

	Associação Recreativa e Cultural da Marinha de Vale Carvalho	sem área crítica $\geq$ a 50 %
UF de Cernache do Bonjardim, Nespéral e Palhais	Centro Cultural e Recreativo Dos Lugares Unidos À Calvaria	sem área crítica < a 50 %
	Associação Recreativa do Pampilhal	sem área crítica < a 50 %
	Escola Básica São Nuno de Santa Maria	sem perigosidade estrutural
	Centro Social Recreativo e Cultural do Valongo	sem área crítica < a 50 %
UF de Cumeada e Marmeleiro	Casa dos Mestres	sem área crítica < a 50 %
UF de Ermida e Figueiredo	Igreja de Ermida	com área crítica < a 50 %
	Igreja de Figueiredo	com área crítica < a 50 %
Várzea dos Cavaleiros	Centro Bem Estar São José	sem área crítica < a 50 %
	Café "Bom gosto"	com área crítica < a 50 %
	Igreja de São Tiago	sem área crítica < a 50 %

De acordo com a figura 5.4, as propostas de abrigo corroboram a ideia apresentada anteriormente que refere uma bipartição na distribuição da perigosidade no município da Sertã determinada pelo conjunto das freguesias estabelecidas a leste, e as restantes enquadradas na parte central e ocidental.

No entanto, é de ressaltar o decréscimo da perigosidade na área envolvente às sugestões de abrigo da freguesia do Troviscal e, apesar de menos notório, também na freguesia de Várzea dos Cavaleiros. A União de freguesias de Ermida e Figueiredo continua a destacar-se ao não verificar nenhuma proposta de abrigo que não denote a presença de área crítica na sua envolvente, circunstância demonstrativa da importância de incorporar mais abrigos nesta área, tendo em atenção a necessidade de gestão do combustível em redor de forma reduzir a perigosidade, quando possível.



**Figura 5.4** - Distribuição das classes de perigosidade estrutural nos 50m de área envolvente às sugestões de abrigo por freguesias do município da Sertã.

## 5.8 Análise da distribuição dos abrigos aptos e propostas de abrigo

Quando analisadas as possibilidades de locais disponíveis em cada freguesia capazes de constituírem abrigo verificou-se que, de modo geral, mas com maior incidência nas freguesias a leste, norte e sul da Sertã, as povoações circundantes às sedes de freguesia demonstram poucas ou nenhuma opções adicionais de abrigo. Estes aglomerados

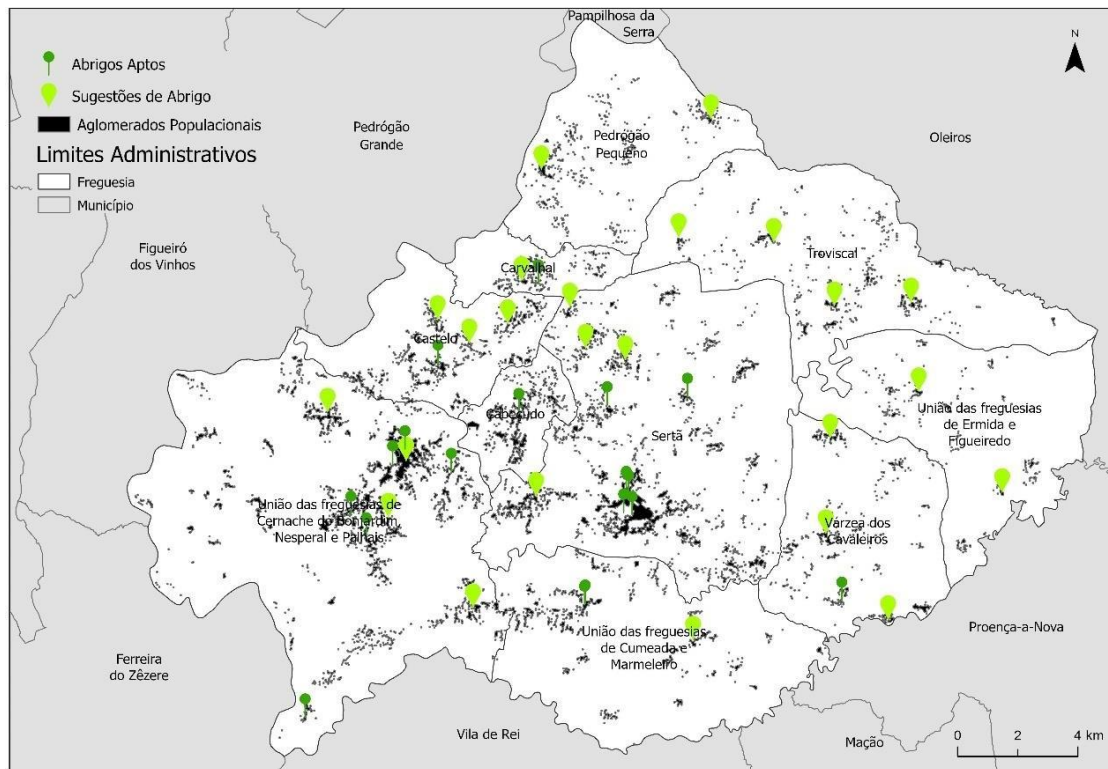
populacionais registam na sua maioria, e em determinados casos na sua totalidade, apenas habitações particulares. Neste contexto, é possível determinar que as freguesias capazes de aportar mais soluções de abrigo são a União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais, Castelo, Sertã, Troviscal e Várzea dos Cavaleiros (fig. 5.5).

Verifica-se, no entanto, uma distribuição muito heterogénea das opções de abrigo no território, sendo perceptível que:

- Castelo e Carvalhal verificam soluções de abrigo em grande parte dos aglomerados populacionais;
- a União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais e Sertã verificam uma distribuição muito desajustada de abrigos e sugestões destes nas suas respetivas áreas da freguesia pelo que as concentrações destes ocorrem de forma quase exclusiva nos setores nordeste no primeiro caso e oeste e central no segundo;
- Troviscal e Várzea dos Cavaleiros, não conseguem apresentar soluções viáveis de abrigo para parte significativa dos seus aglomerados populacionais, sendo necessária uma deslocação para abrigos de aglomerados populacionais próximos.
- a União de freguesias de Ermida e Figueiredo e Pedrógão Pequeno surgem como as freguesias que verificam as maiores deficiências no estabelecimento de locais capazes de constituir abrigo, ou que não aportam uma proposta melhor que a opção já estabelecida no PMEPCS.

Verificando a distribuição dos abrigos aptos, é possível determinar que, com exceção de um abrigo localizado em Várzea dos Cavaleiros, todos os outros estão estabelecidos nas freguesias mais a oeste e centro do município, que registam a maior disponibilidade de edifícios para o cumprimento da função de abrigo.

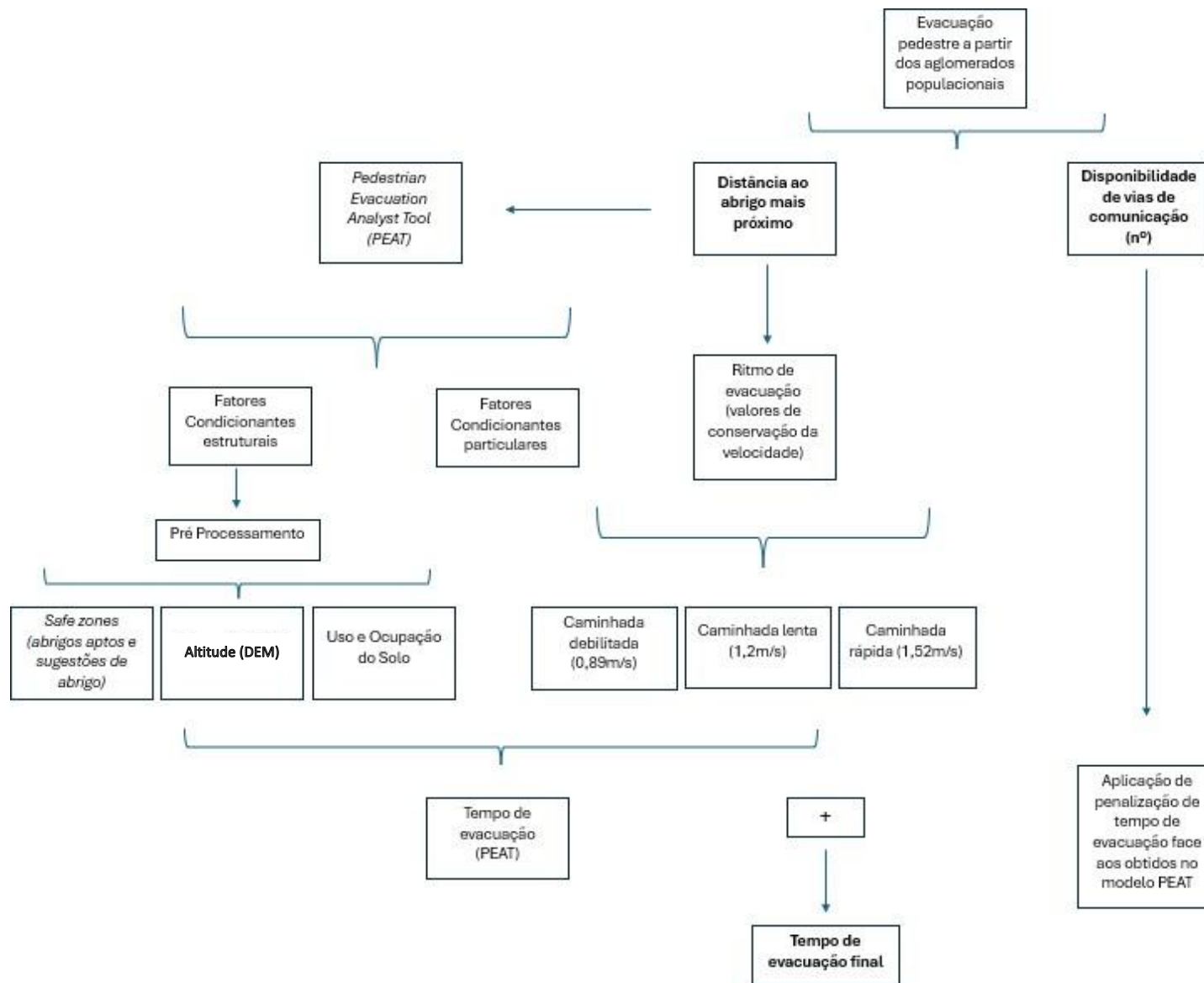
Quando conjugada a informação dos abrigos aptos com as propostas de abrigo, destaca-se como preocupante a pouca disponibilidade de abrigos nas freguesias de Pedrógão Pequeno, Troviscal, União de freguesias de Ermida e Figueiredo, Várzea dos Cavaleiros e União de freguesias de Marmeleiro e Cumeada.



**Figura 5.5 - Distribuição dos abrigos aptos e propostas de abrigo por freguesia do município da Sertão.**

## **6 Análise de cenários de tempo de evacuação a partir dos aglomerados populacionais**

O presente capítulo pretende determinar as condicionantes que impactam o processo de evacuação pedestre dos aglomerados populacionais aquando da ocorrência de incêndios rurais, considerando fatores de índole estrutural como a altitude, áreas seguras, uso e ocupação do solo e disponibilidade de vias para evacuação e particular ao indivíduo como o tempo demorado a evacuar (fig. 6.1). São, deste modo, estabelecidos os aglomerados populacionais mais condicionados que verificam a maior dificuldade na evacuação.



**Figura 6.1** - Esquema metodológico para a avaliação dos tempos de evacuação e constrangimentos estruturais para chegada ao abrigo mais próximo a partir dos aglomerados populacionais.

## 6.1 Recolha e tratamento de dados

No presente capítulo, foram utilizadas informações de base geográfica (tabela 6.1) de modo a determinar as perspetivas de evacuação a partir dos aglomerados populacionais para os abrigos aptos e sugestões de abrigo mais próximas face à ocorrência de incêndios rurais.

A informação contida na Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018 foi ainda utilizada para identificar e delimitar os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, conjuntamente com os dados de altitude, rede viária e linhas de água para a ponderação de tempos de evacuação até ao local seguro mais próximo (*safe zones*) a partir dos aglomerados populacionais, considerando a dificuldade do trajeto.

A informação da rede viária permitiu também determinar o número de vias de evacuação disponíveis em cada aglomerado populacional aquando da evacuação.

A Carta de Perigosidade Estrutural (20-30), foi aplicada no âmbito da determinação da perigosidade estabelecida na área envolvente aos abrigos identificados na área de estudo e sugestões de abrigo.

**Tabela 6.1** - Informação de base estatística e cartográfica utilizada para determinar o tempo de evacuação a partir dos aglomerados populacionais e penalizações aplicadas derivadas da disponibilidade de vias de saída.

Dados	Tipo de informação/Estrutura de dados	Período / Data	Escala	Fonte de informação	Variável obtida/derivada
Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018	Vetorial	2018	1:25 000	Direção Geral do Território (DGT)	Limites de Aglomerados populacionais e habitações isoladas; Uso e Ocupação do Solo
Áreas Edificadas 2018	Vetorial	2011-2019	1:25 000	Direção Geral do Território (DGT)	Limites de Aglomerados populacionais e habitações isoladas
Carta de Perigosidade Estrutural (20-30)	Matricial (25*25m)	2020-2030		Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF)	% de área crítica (determinada pelas duas classes mais elevadas de Perigosidade Estrutural)
Altitude – SRTM_DEM	Matricial (25*25m)			NASA Earth Data	Altitude
Rede viária	Vetorial	2023		Geofabrik	Nº de vias de evacuação disponíveis
Linhas de água	Vetorial	2023		Geofabrik	Constrangimentos à evacuação

## 6.2 Determinação dos tempos de evacuação dos aglomerados populacionais até ao abrigo mais próximo

Para estimar o tempo de evacuação da população de cada aglomerado populacional até ao local seguro mais próximo, foi utilizada a ferramenta *Pedestrian Evacuation Analyst Tool* (PEAT), desenvolvida pelo *United States Geological Survey*, sendo esta uma aplicação associada ao *software ArcGIS*. De acordo com o guia de utilizador, esta estima o tempo necessário para evacuar uma pessoa, a pé, de uma zona de perigo para uma zona segura, considerando a influência das mudanças de elevação e os diferentes tipos de uso e ocupação do solo no trajeto a efetuar (Jones, 2017).

Neste âmbito, os modelos de evacuação explicados por Jones (2017), implicam inicialmente o pré processamento de três camadas de informação, a ser aplicadas de forma sequencial, as quais: altitude (modelo numérico de elevação), *safe zones* e uso e ocupação do solo.

Deste modo, a camada da altitude, com uma célula de 25m\*25m verifica-se como a projeção a ser aplicada nos processamentos subsequentes. A *layer safe zones*, define os locais de destino, indicando os pontos até aos quais o modelo determinará todos os trajetos a partir dos aglomerados populacionais (áreas a evacuar) na área de estudo. Estas *safe zones*, seguindo a proposta apresentada por Gonçalves *et al.* (2024), são os abrigos determinados aptos e sugestões de abrigo apresentadas no capítulo anterior, uma vez que estes constituem espaços preferencialmente definidos nas estratégias de gestão e resposta à evacuação.

Uma vez que o perímetro de alguns dos locais de abrigo (polígonos), devido ao seu enquadramento e dimensão inferior face ao tamanho da célula aplicada, não estarem a ser abrangidas no modelo, foi adicionado a estes uma área adicional definida por um *buffer* de 15 m na área envolvente aos abrigos.

Para que seja gerado o inverso da distância custo, são atribuídos valores de conservação de velocidade a cada tipo de uso e ocupação do solo, representando a fração da velocidade máxima capaz de ser atingida ao longo do percurso num designado uso e ocupação do solo. Esta condição encontra-se estabelecida numa escala entre 0 (áreas onde a evacuação não é possível) e 1 (locais onde a velocidade de evacuação a pé constitui 100 % do ritmo base). Deste modo, para o pré-processamento do uso e ocupação do solo, foi tida como base a Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018, no seu nível de desagregação de classes mais geral (nível 1; tabela 6.2). De acordo com os valores estipulados em Oliveira *et al.* (2020), foram atribuídos os seguintes valores a cada nível de classificação da COS 2018

(Tabela 6.2). Por exemplo, as áreas de floresta são classificadas como 0,1389, enquanto as áreas agrícolas e com vegetação mais baixa têm uma classificação de 0,5556.

**Tabela 6.2** - Valores de conservação de velocidade por classe de uso e ocupação do solo.

<b>Classe de uso e ocupação do solo</b>	<b>Valores de conservação de velocidade</b>
Agricultura	0,5556
Espaços descobertos ou com pouca vegetação	0,6667
Floresta	0,1389
Massas de água	0
Matos	0,2778
Pastagens	0,6667
Superfícies agroflorestais	0,5556
Territórios artificializados	0,9091

Sobre a *layer* base (COS 2018 – nível 1) foram ainda sobrepostas, por ordem, uma *layer* referente às linhas de água, estabelecida com um valor de conservação de velocidade de 0 e uma *layer* da rede viária, com um valor de conservação de velocidade de 1, acrescentando mais detalhe à *layer* nestas duas classes.

Com a informação referente à elevação, área de estudo, *safe zones*, e o inverso da distância custo, foram gerados os resultados da modelação da evacuação em duas etapas.

Uma primeira etapa visou gerar uma superfície de evacuação, utilizando os *inputs* gerados no pré processamento com a ferramenta que visa a acumulação da distância (*Distance Accumulation*). Esta calcula a distância do trajeto de todas as células da área de estudo até à célula da *safe zone* mais próxima, resultando num *output* expresso no tempo do trajeto de evacuação em minutos. É também considerada a velocidade com que é efetuado o trajeto (tabela 6.3), sendo aplicados vários cenários de evacuação mediante este fator.

Atendendo às condições de mobilidade reduzida existentes numa população mais envelhecida e vulnerável e um processo de evacuação pedestre realizado de forma calma e ordeira, foram determinados os seguintes valores de velocidade de evacuação em metros por segundo, sugeridos por defeito pelo software.

**Tabela 6.3** - Descrição de valores de velocidade (m/s).

<b>Descrição da velocidade</b>	<b>Valores de velocidade (m/s)</b>
Caminhada debilitada	0,89
Caminhada lenta	1,2
Caminhada rápida	1,52

Numa segunda etapa foram criados, através dos mapas da superfície de evacuação, mapas tempo de evacuação pedestre estabelecidos em intervalos de 1 minuto.

Para estabelecer os pontos de partida dos trajetos de evacuação, foram utilizados os centroides de cada aglomerado populacional.

Nas situações em que os centroides dos aglomerados populacionais estavam localizados em áreas classificadas como evacuação não sendo possível (conservação de velocidade = 0, por exemplo, pela presença de cursos de água), foi estabelecido um *buffer* de 15m envolvente aos centroides dos mesmos, para permitir a aplicação da ferramenta. Nos casos específicos em que se verificou um enquadramento espacial destes com as isócronas definidas nos mapas de tempo de evacuação, intercetando, nesse âmbito, dois valores de tempo de evacuação (com espaçamento de 1 minuto entre estes), foram considerados para esses aglomerados populacionais, de forma conservadora, o valor de tempo de evacuação mais elevado.

### **6.3 Análise dos tempos de evacuação a partir de cada aglomerado populacional**

Em caso de ocorrência de incêndio, é definido o máximo de 20 minutos como o tempo desejado de primeira intervenção (PMDFCI, 2012; Oliveira et al., 2020). Neste sentido, foi este o limite considerado expectável para proceder a uma evacuação segura.

Partindo de uma distribuição em 4 classes de distância tempo, estas: até 10 minutos, entre 10 e 20 minutos, entre 20 e 40 minutos e mais de 40 minutos, os intervalos de tempo mais críticos estão associados às duas classes de distância-tempo mais elevadas.

Os resultados do tempo de evacuação obtido com a ferramenta PEAT indicam que no cenário do ritmo 0,89 m/s (caminhada debilitada), 9,37 % da amostra demora neste percurso até 10 minutos, 16,03 % entre 10 e 20 minutos, 24,29 % entre 20 e 40 minutos e 50,31 % mais de 40 minutos.

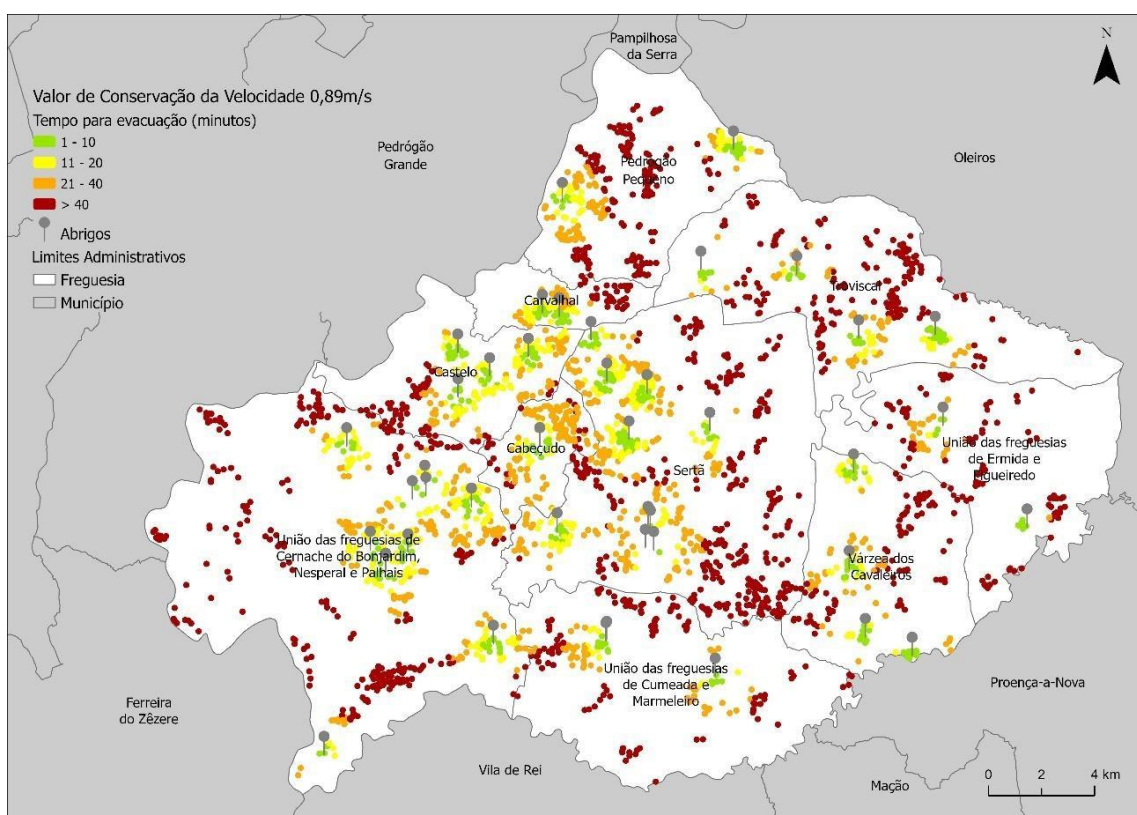
No cenário que estabelece o ritmo 1,2 m/s (caminhada lenta), 15,35 % da amostra necessita de até 10 minutos para chegar ao abrigo mais próximo, 18,93 % entre 10 e 20 minutos, 30,84 % entre 20 e 40 minutos e 34,89 % mais de 40 minutos.

Analisando o cenário que estabelece um ritmo de 1,52 m/s (caminhada rápida), 21,39 % da amostra está abrangida por um tempo para a evacuação até 10 minutos, 21,32 % entre 10 e 20 minutos, 32,43 % entre 20 e 40 minutos e 24,86 % mais de 40 minutos.

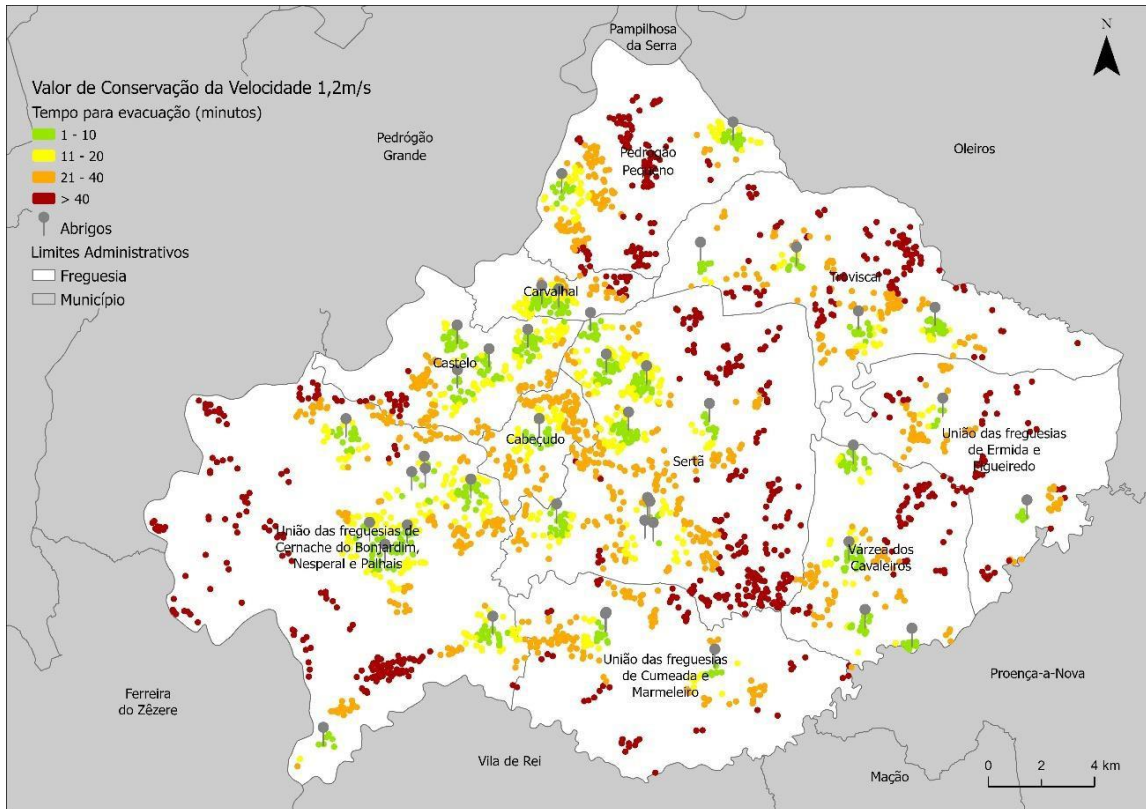
Considerando as duas classes que evidenciam tempos mais elevados para percorrer a distância dos aglomerados populacionais à *safe zone* mais próxima, em todos os cenários é possível verificar que mais de metade dos aglomerados populacionais estão em situação desfavorável à evacuação, representando 74,59 %, 65,73 % e 57,29 % destes nos ritmos de deslocação 0,89 m/s, 1,2 m/s e 1,52 m/s respetivamente (quadro 12 do anexo).

É também possível constatar que os tempos de evacuação são fortemente condicionados pela disponibilidade de *safe zones*, verificando-se que os menores tempos de deslocação estão associados às áreas mais servidas por abrigos.

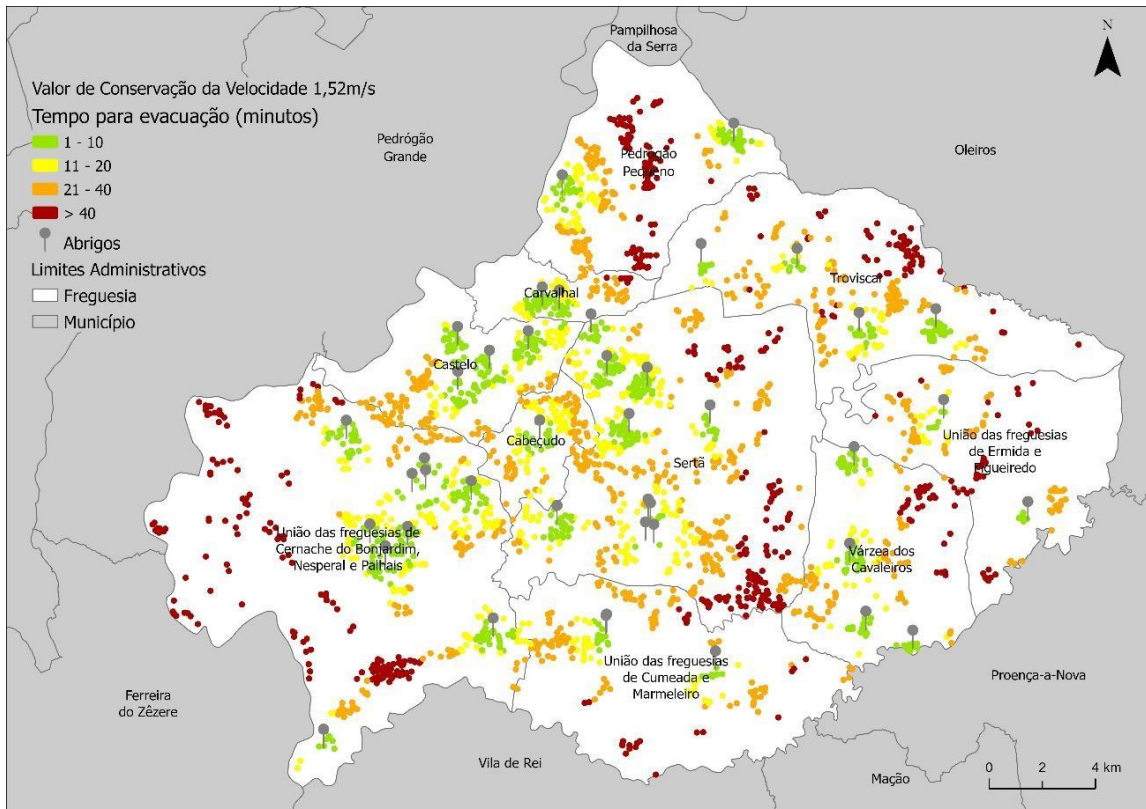
Como é possível observar nas figuras 6.2, 6.3 e 6.4, as duas classes mais baixas de tempo de evacuação, até 20 minutos, permitem perceber alguns contrastes espaciais, demonstrando os setores centro-oeste, noroeste e centro como aqueles que mais favorecem a possibilidade de evacuação. Quando analisada a distribuição das duas classes mais elevadas de tempo, identifica-se, especialmente, uma maior dispersão de aglomerados populacionais pela área do município, apesar de notórios alguns pontos de concentração como são exemplo o sudeste da freguesia da Sertã e o oeste da União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nespéral e Palhais. Os tempos mais elevados são também condicionados pelo afastamento dos núcleos urbanos de maior dimensão.



**Figura 6.2** - Tempo de evacuação PEAT a partir dos aglomerados populacionais; cenário 0,89 m/s.



**Figura 6.3** - Tempo de evacuação PEAT a partir dos aglomerados populacionais; cenário 1,2 m/s.



**Figura 6.4** - Tempo de evacuação PEAT a partir dos aglomerados populacionais; cenário 1,52 m/s.

#### 6.4 Definição de penalizações de tempo considerando o número de vias de saída disponíveis em cada aglomerado populacional

Com o propósito de identificar os aglomerados populacionais com os maiores constrangimentos na evacuação, estes derivados das disponibilidades de vias de saída do aglomerado populacional, foram contabilizados os pontos de interseção destas vias com os perímetros dos aglomerados populacionais.

Deste modo, para ponderação final do tempo de chegada ao abrigo mais próximo, foram acrescidas penalizações aos valores resultantes dos diversos mapas finais de tempo de evacuação derivados do *software* PEAT, ponderadas consoante o número de vias de saída que intersectam o perímetro do aglomerado populacional (tabela 6.4). Ou seja, é assumido que, quanto menos vias de evacuação existirem no aglomerado, maior será o tempo de evacuação dos seus residentes e/ou visitantes.

As penalizações foram atribuídas de acordo com Benali *et al.* (2023) e são as seguintes:

**Tabela 6.4** - Penalizações de tempo de evacuação em função do número de vias de saída dos aglomerados populacionais.

<b>Nº de vias de saída</b>	<b>Penalização aplicada (tempo adicionado)</b>
1	2/3 do tempo de evacuação obtido do modelo PEAT
2	1/3 do tempo de evacuação obtido do modelo PEAT
3 ou mais	Sem penalização

Sendo estas penalizações ponderadas numa abordagem que determina uma evacuação por meio de carro (Benali *et al.*, 2023), é possível considerar estes valores exacerbados quando aplicados numa evacuação pedestre, assumindo-se essa limitação. Importa, neste sentido, relevar para efeitos de análise, o acréscimo de um obstáculo à evacuação pedestre, que se prende com a disponibilidade das vias de saída dos aglomerados populacionais.

Para tal, numa primeira abordagem, foi considerada a totalidade da rede viária pavimentada que interceta o perímetro do aglomerado populacional, sendo posteriormente validada de modo a excluir considerações erróneas ou sobreavaliadas das possibilidades de evacuação verificadas e ponderar apenas as vias que permitem a saída para vias de maior nível. Neste sentido, becos sem saída, caminhos florestais e estradas que permitem a circulação apenas dentro do aglomerado populacional, foram excluídas da análise. Mediante a morfologia definida pela própria delimitação dos aglomerados,

foram também retificadas as sobrevalorizações dos números de interseções das vias com os mesmos.

Nos casos em que, devido a condicionantes/lacunas nos dados, não se verificaram interseções dos aglomerados populacionais com a rede viária, foram aplicados a estes a penalização de tempo máxima, isto é, 2/3 do tempo de evacuação obtido do modelo PEAT.

Devido a estes constrangimentos, será posteriormente necessário recorrer a trabalho de campo à escala do aglomerado populacional.

### **6.5 Análise dos tempos de evacuação com penalizações a partir de cada aglomerado populacional**

Quando considerado o tempo de evacuação de cada aglomerado populacional até ao abrigo mais próximo com o incremento do tempo por penalização afeta à disponibilidade de vias de comunicação, é verificado que num ritmo de 0,89 m/s (caminhada debilitada), 5,54 % da amostra demora até 10 minutos, 11,22 % entre 10 e 20 minutos, 18,68 % entre 20 e 40 minutos e 64,57 % mais de 40 minutos.

Deste modo, 83,24 % dos aglomerados populacionais encontram-se numa situação crítica para evacuação.

Quando considerado o cenário com caminhada lenta (1,2 m/s), 8,72 % da amostra leva 10 minutos a evacuar, 14,77 % demora entre 10 e 20 minutos, 22,80 % entre 20 e 40 minutos e 53,71 % mais de 40 minutos. Neste cenário, 76,51 % dos AP encontram-se acima do limiar considerado seguro para evacuação.

Para o cenário de caminhada rápida (1,52 m/s), 12,52 % da totalidade da amostra precisa de 10 minutos para evacuar, 18,10 % entre 10 e 20 minutos, 26,42 % entre 20 e 40 minutos e 42,96 % mais de 40 minutos. Assim sendo, 69,38 % dos aglomerados populacionais estão estabelecidos numa área crítica para evacuação (quadro 13 do anexo).

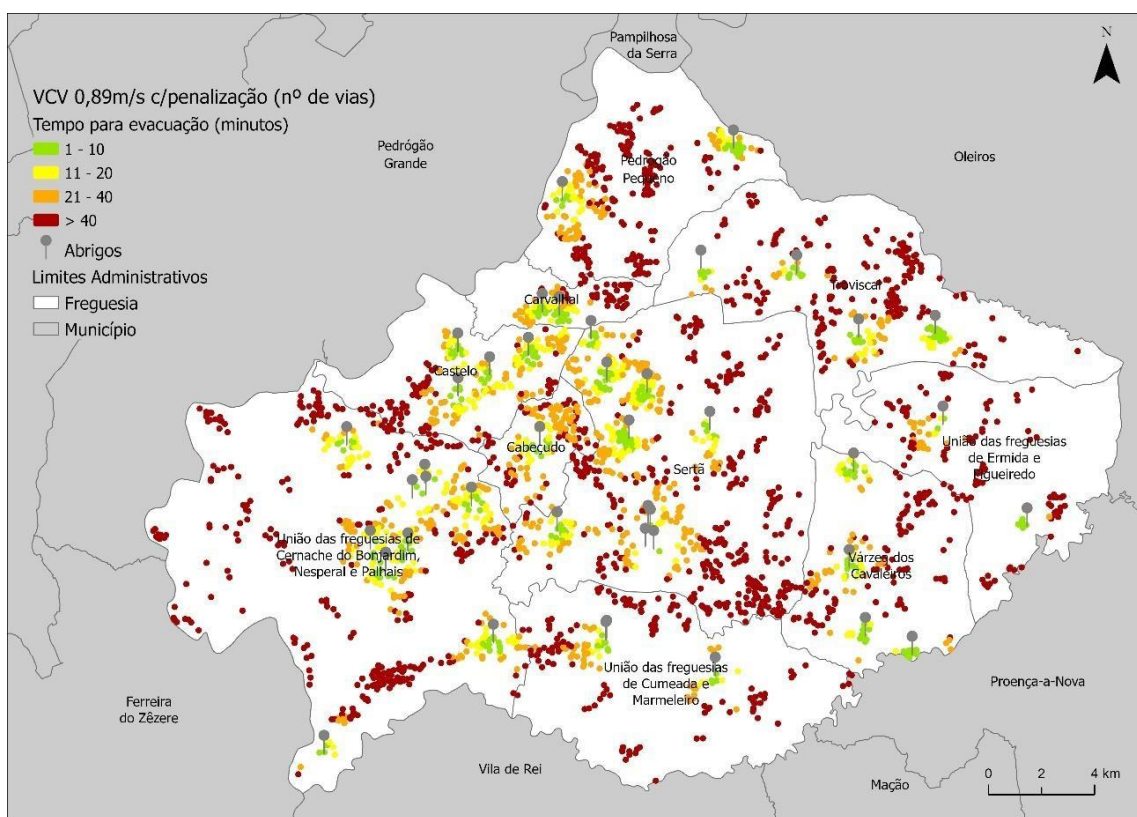
Os menores tempos de chegada aos abrigos mais próximos a partir dos aglomerados populacionais com penalização afeta à disponibilidade de vias de comunicação seguem a mesma tendência espacial demonstrada nos mapas de tempo de evacuação gerados sem penalização (ver secção anterior), denotando uma dispersão por toda a área de estudo, acompanhando a disponibilidade de abrigos com um cenário de agravamento que se percebe espacialmente nos aglomerados populacionais encontrados nas áreas contíguas aos aglomerados de maior dimensão (Fig. 6.5, 6.6 e 6.7).

Quando analisados os tempos de evacuação a partir dos aglomerados populacionais pelas freguesias da área de estudo (quadro 14 do anexo), verifica-se que:

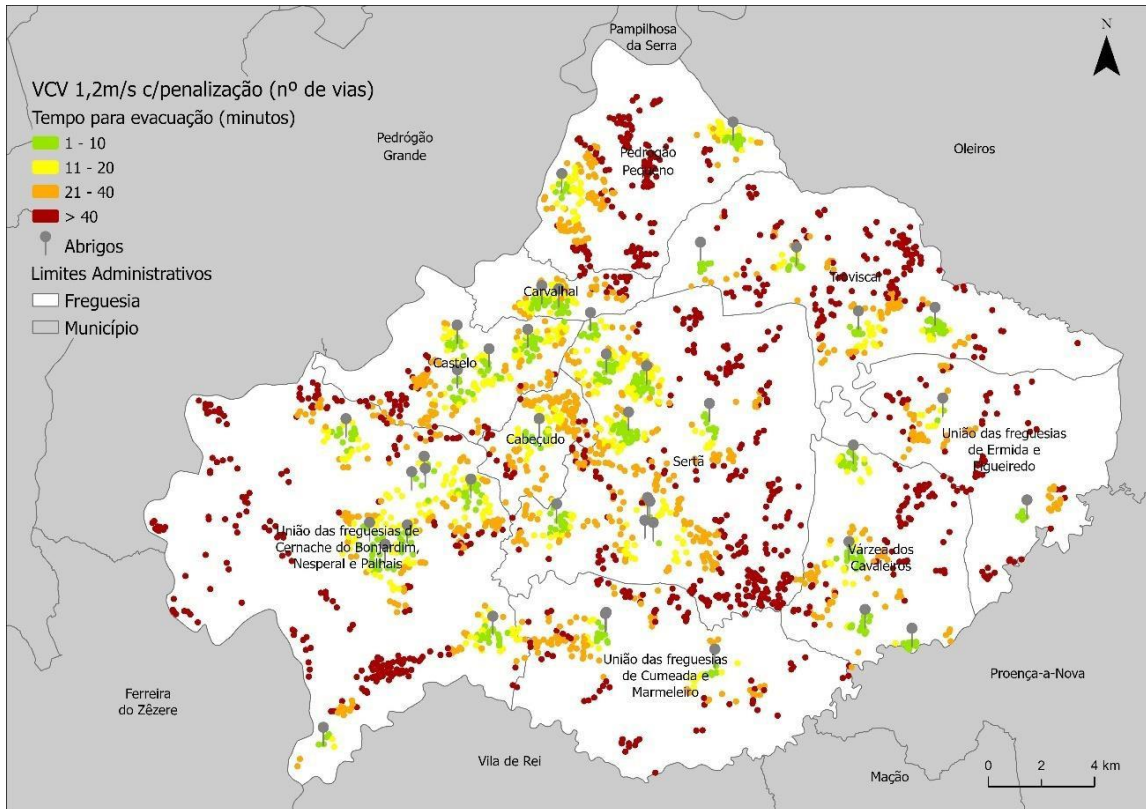
- O ritmo 0,89 m/s (caminhada debilitada) regista, em todas as freguesias, uma proporção superior a 70 % da amostra inserida nas classes que determinam um tempo superior a 20 minutos na distância ao abrigo mais próximo.
  - Destas, a União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (83,36 %), Troviscal (83,87 %), Sertã (83,9 %) e União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (87,78 %) enquadram mais de 4/5 dos seus aglomerados nestas classes, sendo que Pedrógão Pequeno (90,3 %), Cabeçudo (92,14 %) e União de freguesias de Ermida e Figueiredo (93,5 %) verificam a quase totalidade dos mesmos inseridos nas classes mais elevadas.
- No ritmo 1,2 m/s (caminhada lenta), todas as freguesias excedem 50 % dos seus AP nas duas classes mais críticas, destacando-se a União de freguesias de Ermida e Figueiredo com 91,87 % dos seus aglomerados neste cenário, seguida da União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (86,11 %), Pedrógão Pequeno (84,33 %) e Cabeçudo (81,43 %) com mais de 4/5 representados nestas classes e União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais (74,78 %), Sertã (78,24 %), Troviscal (79,21 %), com ¼ destes nas mesmas.
- Considerando o ritmo 1,52 m/s (caminhada rápida), todas as freguesias excetuando Carvalhal (47,75 %) enquadram-se nas duas classes de tempo superior a 20 minutos mais de 50 % dos seus aglomerados populacionais, sendo que as freguesias da Sertã (71,39 %), Cabeçudo (72,86 %), Troviscal (77,06 %), Pedrógão Pequeno (77,61 %), União de freguesias de Cumeada e Marmeleiro (80,56 %) e União de freguesias de Ermida e Figueiredo (90,24 %) verificam as maiores proporções dos mesmos inseridos nestas classes.

Considerando apenas as duas classes que determinam um tempo de evacuação superior a 20 minutos, os resultados mostram que:

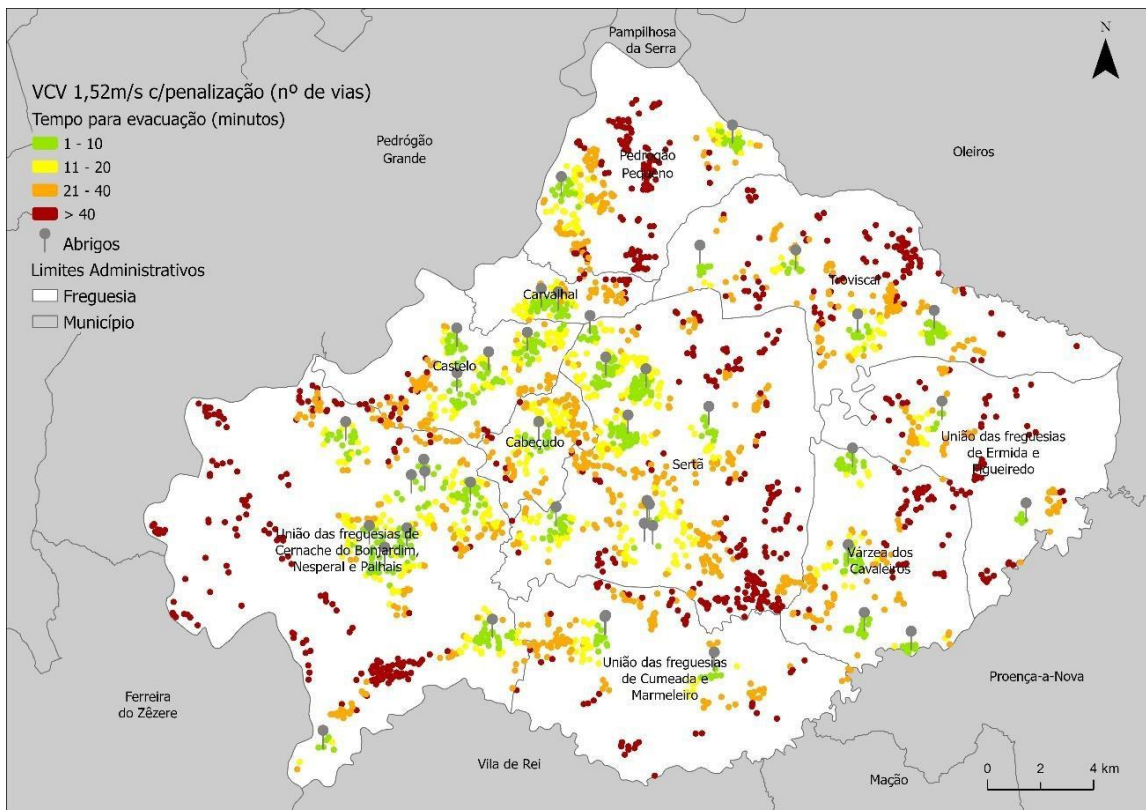
- 9 das freguesias do município, sendo apenas excluída a freguesia do Cabeçudo, demonstram que a classe mais gravosa de distância de tempo para a evacuação (> a 40 minutos) é a mais relevante em todos os cenários de locomoção pedestre;
- Destaca-se a União de freguesias de Ermida e Figueiredo que apenas na classe mais gravosa enquadra 88,62 %, 80,49 % e 69,92 % dos seus aglomerados, respetivamente nos ritmos 0,89 m/s, 1,2 m/s e 1,52 m/s respetivamente.



**Figura 6.5** - Tempo de evacuação PEAT com penalização (inversamente proporcional ao nº de vias de saída) a partir dos centroides aglomerados populacionais - cenário 0,89 m/s.



**Figura 6.6** - Tempo de evacuação PEAT com penalização (inversamente proporcional ao nº de vias de saída) a partir dos centroides aglomerados populacionais - cenário 1,2 m/s.



**Figura 6.7** - Tempo de evacuação PEAT com penalização (inversamente proporcional ao nº de vias de saída) a partir dos centroides aglomerados populacionais - cenário 1,52 m/s.

Num enquadramento geral, as áreas limítrofes das freguesias, assim como as áreas mais afastadas dos aglomerados populacionais de maior dimensão, tendem a registar os tempos mais elevados de chegada ao abrigo mais próximo, situação partilhada em todos os cenários.

As principais alterações decorrentes da ponderação do tempo de evacuação PEAT ou pelo número de vias de saída disponíveis, recaem num acréscimo de aglomerados populacionais inseridos nas duas classes de distância tempo que determinam a evacuação superior a 20 minutos. No cenário com 0,89 m/s, o acréscimo foi de 8,65 %, no cenário de 1,2m/s foi de 10,78 %, e no cenário de 1,52 m/s foi de 12,09 %.

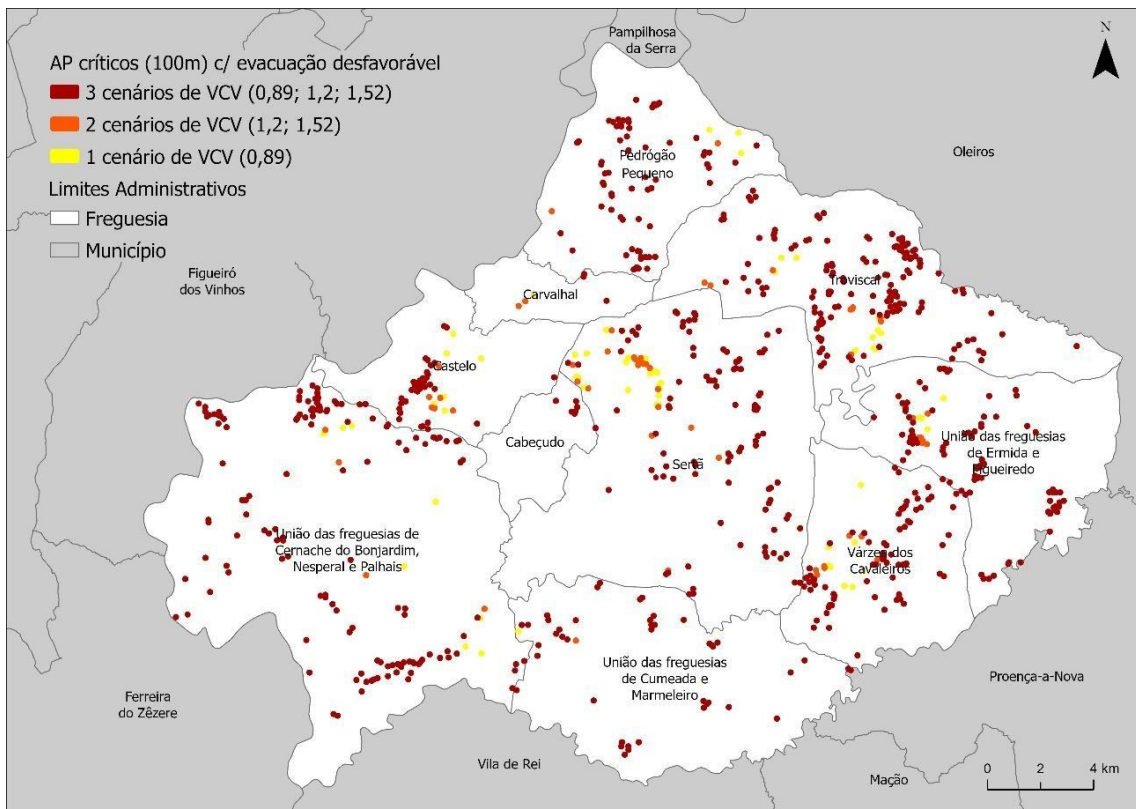
Do total dos 2763 aglomerados populacionais, 2438 (88,24 %) registam penalizações resultantes da existência de menos de 3 vias de saída, dos quais 903 com um acréscimo de 1/3 do tempo base do PEAT (com apenas 2 vias de saída) e 1535 com um incremento de 2/3 deste tempo (com apenas 1 via de saída). Esta circunstância coloca em evidência a escassez de soluções disponíveis relativamente às vias de evacuação que subsistem nos aglomerados populacionais.

## **6.6 Aglomerados populacionais críticos - perspetiva de evacuação desfavorável**

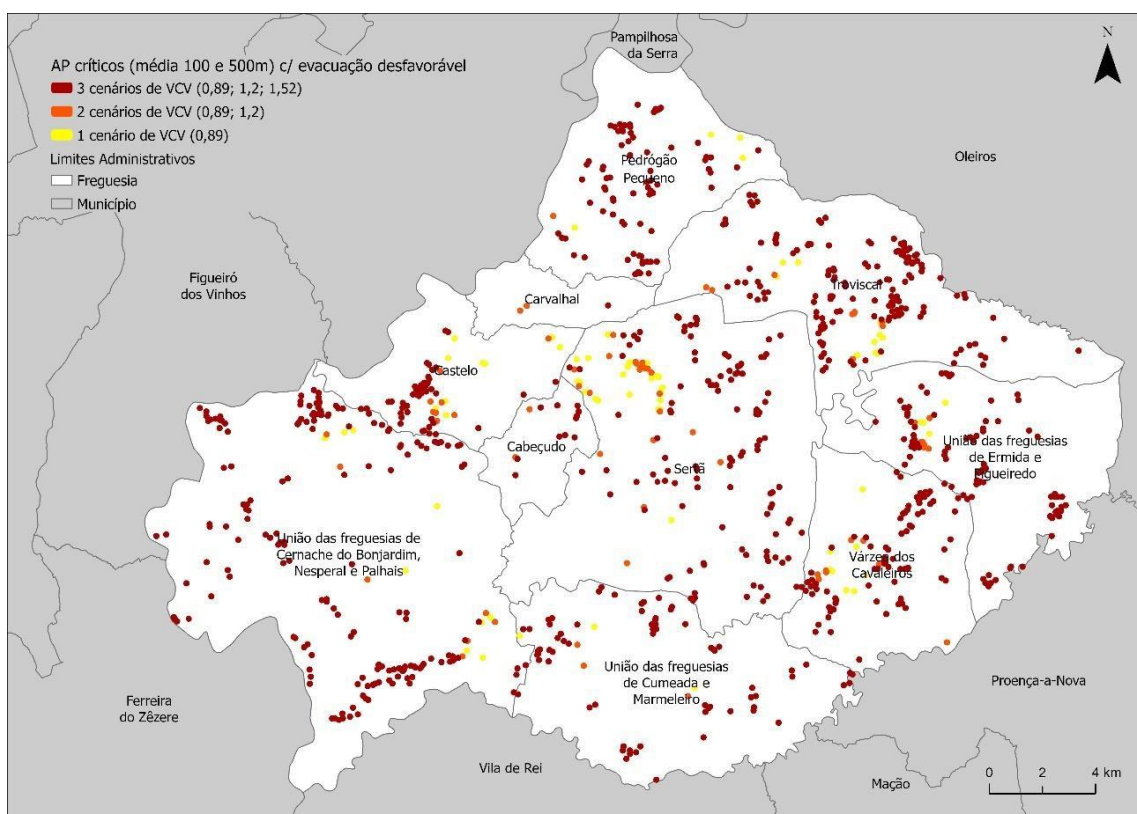
Intercetando os aglomerados populacionais críticos determinados no 2º capítulo, tanto pela consideração do risco na área envolvente de 100 m, como na média dos 100 e 500 m envolventes, com as duas classes de tempo mais desfavoráveis à evacuação nos diversos cenários de caminhada, concluiu-se que:

- Dos 951 aglomerados populacionais críticos determinados da matriz de risco dos 100 m envolventes:
  - 775 (81,49 %) aglomerados evidenciam um tempo de evacuação superior a 20 minutos, no ritmo 1,52 m/s, 819 (86,12 %) no ritmo 1,2 m/s e 868 (91,27 %) no ritmo 0,89 m/s;
- Dos 1123 aglomerados populacionais críticos identificados na matriz de risco das áreas envolventes na média dos 100 e 500 m:
  - 904 (80,5 %) aglomerados apresentam um tempo de evacuação acima dos 20 minutos no cenário 1,52 m/s, 953 (84,86 %) no cenário 1,2 m/s e 1007 (89,67 %) no cenário 0,89 m/s.

Espacialmente, o setor leste, norte e áreas limítrofes do setor noroeste e sudoeste demonstram a maior concentração de aglomerados críticos, que cumulativamente se enquadram nas duas classes mais elevadas de risco e tempo de evacuação que excede o limiar definido como seguro (fig. 6.8 e 6.9).



**Figura 6.8** - Aglomerados populacionais críticos (100 m) com evacuação desfavorável (superior a 20 minutos).



**Figura 6.9** - Aglomerados populacionais críticos (média 100 m e 500 m) com evacuação desfavorável (superior a 20 minutos).

## 7. Identificação de medidas de mitigação

Considerando o contexto da incidência de incêndios rurais e a predisposição para a sua ocorrência resultantes de um uso e ocupação do solo predominantes que disponibilizam uma vasta área de combustível para arder ('Florestas' e 'Matos') no município da Sertã, é crucial a identificação e aplicação das medidas de adaptação e mitigação que melhor respondem às particularidades e deficiências encontradas no mesmo.

- **Perigosidade**

Com um número de aglomerados populacionais significativo (2763) e inseridos num contexto de interface urbano-rural, é necessário considerar a área envolvente aos mesmos.

Neste sentido, e tendo a determinação da perigosidade na área envolvente dos 100 m aos aglomerados populacionais evidenciado uma percentagem acentuada destes (70,39 %) com perigosidade (área crítica), reitera-se a importância do cumprimento da gestão do combustível na faixa de gestão dos 100 m decretada por lei (Resolução do Conselho de Ministros n.º 157-A/2017, de 27 de outubro). A perigosidade percebida na média dos 100 m e 500 m envolventes vem agravar este cenário ao apresentar 96,67 % dos aglomerados

com área crítica, denotando-se assim uma continuidade da perigosidade com o afastamento dos aglomerados populacionais.

De referir também que mais de ¼ dos abrigos estabelecidos no Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil da Sertã (29,41 %) não cumprem a gestão de combustível na faixa decretada para edifícios de 50 m por lei (Decreto-Lei n.º 82/2021), tornando esta uma medida imprescindível e particularmente relevante no município da Sertã. Considerando a existência de aglomerados populacionais nos quais não se verificam locais capazes de cumprir a função de abrigo sem que estes denotem a presença de área crítica nos 50 m envolventes, é de reforçar que estes são espaços prioritários de proteção que requerem uma gestão permanente do combustível.

- **Abrigos e evacuação**

É constatado um baixo número de abrigos aptos e disponíveis para a evacuação das populações, sendo também percebida uma distribuição heterogénea dos mesmos com setores do município sem soluções definidas à data da validação dos mesmos (agosto de 2024), pelo que se verifica necessária uma deslocação que excede o limiar de tempo considerado seguro para a execução da evacuação. Para tal, é justificada a identificação de novos locais capazes de corresponder às necessidades tanto dos espaços disponíveis para a função, como a sua dispersão no território perspetivando uma real possibilidade de evacuação a partir de todos os aglomerados populacionais existentes. Como é constatado no município da Sertã, existem locais nos setores mais desprovidos de abrigos ou sem opções dos mesmos capazes de cumprir a função de abrigo.

Nos casos em que não seja possível efetuar uma evacuação para um abrigo, pelos constrangimentos causados tanto pelo tempo necessário para efetuar a evacuação pedestre, como também pela ausência de um número de vias de saída dos aglomerados populacionais satisfatório (55,56 % com apenas uma via) que permitam que esta ocorra de forma segura nos cenários de incêndio rural, promover e desenvolver ações que deem a conhecer à população medidas de autoproteção, e incentivando a manutenção da gestão do combustível na área de 50m envolvente às habitações.

Neste âmbito e considerando o contexto espacial percebido no município, que apresenta uma percentagem elevada de espaços florestais e rurais, e uma dispersão significativa da população, a perspetiva de projetos integrados, de modo a evitar ações

isoladas apresenta-se como benéfica. No entanto, a integração do município em programas e planos que visam a consciencialização da população na forma de organização e atuação em caso de incêndios rurais é baixo.

Os ‘condomínios de Aldeia’ constituem uma opção que visa apoiar as áreas edificadas mais vulneráveis ou críticas no território florestal, por meio de um conjunto de ações que promovem tanto a alteração do uso e ocupação do solo, bem como a gestão de combustíveis em redor dos aglomerados populacionais. O projeto atua também de forma a contribuir para a resiliência das comunidades, potenciar as economias locais e a biodiversidade (DGT, 2021; Recuperar Portugal, 2023). No entanto, à data, maio de 2025, o município da Sertã verifica apenas um Condomínio de Aldeia, estabelecido em 2021, localizado no Vale do Pereiro na freguesia de Várzea dos Cavaleiros.

Já os programas “Aldeia Segura” e “Pessoas Seguras”, criados no âmbito de proteção de aglomerados populacionais e de proteção florestal, estabelecem, de acordo com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 157-A/2017, de 27 de outubro, medidas estruturais que visam a proteção de pessoas e bens, e dos edificados enquadrados na interface urbano-rural. Estes programas pretendem implementar e gerir “zonas de proteção aos aglomerados e de infraestruturas estratégicas, identificando pontos críticos e locais de refúgio” (ANEPC, 2023), verificam um mesmo cenário de implementação uma vez que, à data (maio de 2025), o município da Sertã apresenta apenas um refúgio inserido nestes programas, localizado no Trízio, pertencente à União de freguesias de Cernache do Bonjardim, Nespéral e Palhais.

É, deste modo, necessária uma aplicação mais vasta deste projeto na área de estudo, considerando os setores mais prioritários (setor leste e áreas limítrofes do setor oeste; núcleo central afastado dos aglomerados populacionais de maior dimensão).

- **Exposição e vulnerabilidade**

A consideração da população sazonal no desenvolvimento de planos a nível municipal para atuação em circunstância de incêndios rurais deve assumir-se como uma temática de relevância no município da Sertã, uma vez que esta influencia de forma direta a exposição e a vulnerabilidade percebidos no mesmo. A população sazonal pode chegar a representar, em 45,42 % dos aglomerados populacionais deste, num contexto de ocupação máxima, uma proporção superior face à população residente, pelo que verifica uma preponderância acentuada na realidade do município.

Deste modo, identificar os locais que representam alojamentos turísticos e residências secundárias como fonte de informação adicional que apoie e complemente um planeamento das medidas de mitigação e adaptação mais pormenorizado e enquadrado com as especificidades e constrangimentos dos diferentes grupos populacionais traduz-se como necessário para a melhor capacidade de resposta nestes cenários.

É também necessário identificar e categorizar os locais onde é possível existir os maiores constrangimentos potenciados por um número mais relevante de população dependente (34 % dos aglomerados populacionais apresentam mais população dependente do que ativa), considerando a possibilidade de existirem condições instituídas como mobilidade reduzida e ou outras circunstâncias individuais que não permitam uma tomada de decisão consciente na perceção do risco de incêndio.

- **Acesso à informação e meios de comunicação**

A forma como a comunicação da informação é dirigida, apresenta-se como uma condição importante para uma prevenção, gestão, atuação e resposta mais eficazes aquando da ocorrência deste perigo. Neste âmbito, esta deve ser transmitida de modo conciso e objetivo e difundida através de diversos meios, permitindo uma abordagem abrangente e capaz de alcançar o público-alvo na sua totalidade.

A transmissão de informação mais direcionada e específica ao contexto regional, com identificação do público-alvo e dos fatores de risco mais relevantes nesta escala, permite a criação de iniciativas de sensibilização estabelecidas ao nível local. Estas verificam-se cruciais para a adoção de práticas mais seguras na prevenção e combate aos incêndios rurais.

Neste sentido coloca-se em evidência a medida sugerida no Plano Nacional de Gestão Integrada de Fogos Rurais 20-30 – Programa Nacional de Ação (2021), sendo esta:

“Criar e reforçar mecanismos de comunicação de forma a melhorar o diálogo e a passagem de informação, ao nível comunitário, envolvendo os cidadãos, fornecendo informações locais factuais e incentivando-os a tomar decisões e a assumir responsabilidades (...).”

Assim, para a população residente realçam-se os principais meios de comunicação, adaptados a realidades locais, passando pelos jornais e rádios regionais que dirigem informação mais particular. Com notícias afetas ao município da Sertã, constituem exemplos a ‘rádio Condestável’ e os jornais regionais ‘A Reconquista’ e ‘Médio Tejo’.

Considerando a presença de população secundária e turística no município da Sertã, (mais apartada da realidade local, com constrangimentos linguísticos e uma perceção do risco subavaliada) outros meios de disponibilização de informação de índole administrativa e de cariz oficial como os sites da câmara municipal e das juntas de freguesia, serão mais relevantes.

São assim sugeridas as seguintes medidas para maior e mais fácil acesso à informação:

- criação de uma aplicação ou espaço digital próprio, posteriormente divulgado pelos meios administrativos, mas também pelas entidades turísticas que representam a via de comunicação mais próxima com a população turística, que disponibilizasse toda a informação de contextualização local sobre o perigo, locais de concentração e abrigos, alertas e contactos dos principais meios de socorro, de modo a ser mais rápido e intuitivo o alcance desta informação;
- promoção de uma formação junto dos hotéis e alojamentos locais, formando os funcionários dos mesmos para a prestação e reforço do conhecimento sobre o risco, divulgando estas informação perante a população turística;
- comunicação direta (pessoa a pessoa), aproveitando ocasiões particulares para divulgação de informação, nomeadamente convívios e festas de aldeia, considerando que são locais que concentram núcleos mais abrangentes da população;
- criação de uma base de dados de prestadores de serviços no âmbito da gestão de combustível, mediante registo dos mesmos, facilitando o acesso à informação das entidades disponíveis para realização destes trabalhos e incentivando a participação ativa na prevenção de incêndios por parte da população com residência secundária. Um município que já verifica esta abordagem em Portugal é o município de Monchique.

## Conclusão

Com os principais resultados do presente trabalho a incidirem sobre a classificação e discriminação dos aglomerados populacionais, quanto à sua exposição, vulnerabilidade e constrangimentos face ao processo de evacuação perante o perigo de incêndio rural, foram determinadas as particularidades que caracterizam a realidade do município da Sertã neste contexto.

Numa primeira abordagem, que considerou o cálculo da exposição estrutural à escala da subsecção da BGRI, foi determinado que as duas classes de exposição mais elevadas ('Muito elevada' e 'Elevada') se estabelecem em quase um terço da totalidade destas unidades, e estão representadas em todas as freguesias do município. A classe de exposição 'Incerta', que determina áreas sem presença das duas classes de perigosidade mais elevadas (área crítica), encontra-se representada em 26,67 % das subsecções estatísticas, acompanhando espacialmente as áreas que enquadram os principais núcleos urbanos. Deste modo, e verificando a preponderância estabelecida pelas duas variáveis que constituem a exposição estrutural (área crítica e elementos expostos), denota-se um cenário que privilegia a incidência da área crítica como o fator mais explicativo e predominante na explicação da exposição no município da Sertã.

A população sazonal e a forma como esta se constitui como um elemento condicionante e de interesse na consideração do incremento da exposição e vulnerabilidade no âmbito da avaliação de risco de incêndios rurais, vem perspetivar a necessidade de implementação de novas medidas dirigidas a esta tendência. No município da Sertã, a população secundária e turística, numa perspetiva que estabelece a relação entre esta e a população residente, apresenta mais de metade das subsecções da BGRI com um número superior da população sazonal face à residente (53,51 %). Denota uma tendência de dispersão centrífuga, mais demarcada no setor leste do município; esta acompanha, deste modo, as áreas que verificam estruturalmente uma exposição que estabelece como fator preponderante a perigosidade (área crítica).

A distribuição da população dependente, determinada através da aplicação do índice de dependência total, foi analisada perspetivando o rácio entre a população em faixas etárias consideradas mais dependentes (jovens até aos 14 anos e idosos com mais de 65 anos) e a população ativa, tendo-se constatado que, 29,78 % das subsecções da BGRI integram um maior número de população dependente face à população ativa. Mais uma

vez, é notado que as classes de maior vulnerabilidade se enquadram espacialmente nas áreas onde o fator 'área crítica' verifica maior peso na explicação da variável exposição estrutural, maioritariamente nas áreas limítrofes do município da Sertã e com maior incidência no setor leste, onde sobressai a presença da classe 'Apenas população dependente'.

Na perspetiva cumulativa da incidência das variáveis trabalhadas, constata-se que as associações estabelecidas entre a 'Perigosidade', 'Sazonalidade' e 'IDT' verificam as maiores concordâncias na distribuição espacial das suas classes mais perigosas e vulneráveis, respetivamente. Destaca-se, neste sentido, a associação definida entre as variáveis 'Perigosidade' e 'Sazonalidade' que registam nestas classes uma concordância espacial em 28,25 % da totalidade das subseções da BGRI na área de estudo.

A análise da exposição estrutural à escala dos aglomerados populacionais, expressa em matrizes e considerando a proporção de área crítica nos 100 m envolventes e média dos 100 m e 500 m envolventes a estes e os elementos expostos, apresenta uma exposição de 36,63 % e 41,22 %, respetivamente, considerando as duas classes de exposição mais elevadas ('Muito elevada' e 'Elevada'). É assim demonstrado um agravamento em 4,59 % dos aglomerados enquadrados nestas classes, quando ampliada a área envolvente. A principal discrepância verificada quando comparadas as duas áreas de perigosidade envolventes aos aglomerados, passa pela relevância da classe 'Incerta' que ocorre em 29,61 % dos aglomerados nos 100 m envolventes (estes principalmente estabelecidos nos principais núcleos urbanos), passando a representar apenas 3,33 % destes na média dos 100 m e 500 m. Esta situação demonstra que em 26,28 % da totalidade dos aglomerados populacionais, passa a ser verificada a presença de área crítica no intervalo estabelecido entre os 100 m e os 500 m. É, no entanto, de notar que se verifica um desagravamento da perigosidade em 15,1 % dos aglomerados, percebendo-se nestes casos uma perigosidade mais acentuada nos 100 m requerem por isso uma gestão atenta. Especialmente, as áreas que evidenciam a presença das classes mais elevadas em ambas as matrizes de exposição, enquadram-se nas freguesias a leste no município da Sertã.

A matriz de vulnerabilidade demonstra que 26,42 % dos aglomerados populacionais se enquadra nas três classes mais vulneráveis, estas representativas de rácios que estabelecem uma população sazonal e dependente superior à população residente e ativa respetivamente. O padrão que estas constatarem apresenta-se mais consistente com as áreas limítrofes do município, afastando-se dos aglomerados de maior dimensão. É ainda de ressaltar que, num total de 10,42 % dos aglomerados populacionais no município, se observa apenas população sazonal.

Relativamente ao enquadramento do risco, que conjuga as classes obtidas nas matrizes de exposição e de vulnerabilidade, para os 100 m envolventes e para a média dos 100 m e 500 m envolventes, foi determinado que mais de um terço dos aglomerados populacionais (34,42 %) se enquadra nas duas classes de maior risco na faixa de 100 m e 40,64 % para o limiar de 500 m. Verifica-se assim um agravamento em 6,22 % dos aglomerados nas duas classes mais elevadas. No total foi perceptível uma alteração de classes em 35,32 % dos aglomerados entre as duas matrizes de risco, sendo que destes, 96,93 % são agravamentos. Os incrementos mais significativos nas classes de risco ocorrem nos setores sudoeste e noroeste do município, devido ao facto de partirem de classes mais baixas de risco (matriz de risco referente aos 100 m envolventes), nomeadamente das classes 'Incertas', isto é, sem área crítica.

Em relação à disponibilidade de abrigos e à evacuação, a disponibilidade de abrigos estabelecidos para o município da Sertã, regista, à data do trabalho de campo realizado, apenas 37,26 % com condições necessárias para desempenhar a função, encontrando-se os restantes indisponíveis do ponto de vista estrutural, permanente ou por condições passíveis de resolução (33,33 %), ou condicionados pelo incumprimento da faixa de gestão de combustível (29,41 %) definida para a área envolvente. Neste domínio verifica-se uma concentração dos abrigos inaptos, introduzidos nas diversas categorias, nos setores norte e leste do município, com os abrigos aptos a enquadrarem-se maioritariamente junto aos aglomerados populacionais de maior dimensão no centro e oeste do mesmo. Nenhum dos abrigos aptos verifica, nos 50m envolventes, presença de área crítica, permitindo a sua plena e segura utilização, circunstância que deixa de se verificar com os abrigos estabelecidos nas classes de inaptidão. Os abrigos enquadrados nas classes 'Inaptos – ao abandono' e 'Inaptos – incumprimento da faixa de gestão de combustível', registam em 50 % dos casos, a presença de área crítica no limiar estabelecido de 50m. Acompanhando os resultados estabelecidos da avaliação da perigosidade, as freguesias a leste no município da Sertã são aquelas que verificam as proporções mais elevadas de área crítica, espelhando-se na faixa a limitar os abrigos.

As sugestões de abrigo vêm colmatar algumas das deficiências encontradas na distribuição dos abrigos aptos pelo município, que demonstra uma dissemelhança muito acentuada entre o setor leste e centro-oeste, com o segundo a verificar as maiores concentrações destes, permitindo uma futura ponderação destes locais para a função. É, no entanto, percebida uma oferta de espaços limitada nas áreas mais desprovidas de abrigos, sendo que estas verificam simultaneamente a maior concentração das sugestões com maior perigosidade. A União de freguesias de Ermida e Figueiredo estabelece-se como o exemplo

mais crítico do setor leste, ao não verificar nenhuma opção que não apresente área crítica na sua envolvente.

Conjugando a informação dos abrigos aptos e sugestões de abrigo, é de notar preocupação na disponibilidade destes nos setores norte, leste e áreas limítrofes do setor oeste. Estas áreas verificam aglomerados populacionais sem um abrigo próximo, sendo por isso os mais condicionados na perspetiva de evacuação.

Neste sentido, analisando a evacuação pedestre das populações dos aglomerados populacionais até ao abrigo mais próximo e, tendo em atenção diferentes ritmos de evacuação, é constatado que a partir de 57,29 % dos aglomerados, em caminhada rápida, (1,52 m/s), as populações necessitam de um tempo para alcançar o abrigo mais próximo que excede o limiar definido como seguro para evacuação (20 minutos). Este cenário agrava-se nos ritmos mais lentos, constatando-se 65,73 % e 74,59 % dos aglomerados populacionais neste cenário em caminhada lenta e caminhada debilitada, respetivamente.

Introduzindo o número de vias de saída disponíveis a partir de cada aglomerado, é de notar que 88,24 % dos mesmos têm menos de 3 vias disponíveis para a evacuação, situação que limita estas ações.

Com o incremento de penalizações no tempo inicial de evacuação ponderado pela disponibilidade de vias de saída, passam a ser 83,24 % dos aglomerados populacionais a exceder o limiar de tempo seguro para evacuação em caminhada debilitada, 76,51 % em caminhada lenta e 69,38 % em caminhada rápida, sendo colocada em perspetiva um cenário mais complicado para o processo de evacuação no município da Sertã. Especialmente, é percebido que apenas os aglomerados populacionais de maior dimensão e mais relevantes no contexto das freguesias, verificam um limiar seguro de tempo de evacuação.

A interseção da informação referente aos aglomerados populacionais com as duas classes de risco mais elevadas, e os aglomerados com as classes de tempo de evacuação que excedem o limiar de tempo seguro para a mesma, são críticos, particularmente no setor leste, norte e áreas limítrofes do setor oeste.

- **Limitações e trabalho futuro**

A definição do aglomerado populacional, nomeadamente a sua morfologia, dimensão e forma de agrupamento do edificado, está sujeita à estipulada nas duas fontes de dados utilizadas para determinar os mesmos, sendo o número total dos aglomerados

populacionais condicionado por estes fatores. Acresce a omissão de dados percebida em algumas áreas do município, que não encontravam georreferenciados alguns edificadros, podendo esta circunstância estar associada ao facto de o período a que estes dados remontam, datar 7 anos face ao atual.

Os dados utilizados na determinação da população residente e alojamentos para cada aglomerado populacional, foi baseada em estimativas de variação da população e alojamentos para 2021, aplicados à escala da freguesia, descurando-se as alterações constatadas à escala particular do aglomerado. A mesma circunstância aplica-se à perspectiva da informação referente ao índice de dependência total e sazonalidade, uma vez que estas informações transitaram da escala da subseção da BGRI para o aglomerado populacional.

Os dados referentes à rede viária apresentam falhas na sua delineação, existindo áreas em que estas se encontram omissas, ou definem uma extensão e traçado que não permite a sua consideração para a análise da evacuação através da metodologia aplicada de interseção com o perímetro do aglomerado populacional. Desta forma, foram considerados para todos os aglomerados populacionais que denotavam este problema a aplicação do nível de penalização mais acentuado, impossibilitando uma análise isenta de assunções.

É de constatar ainda, que a determinação da perigosidade (área crítica) ao longo do presente trabalho baseou-se em informação em estrutura matricial, com resolução de 25m, sendo, por isso, os resultados apresentados para as proporções de áreas abrangidas por estas classes, condicionados por este facto. É também estabelecida numa estrutura matricial com resolução de 25 m, a informação da área ardida no período em análise (2000-2023), pelo que todas as variáveis intercetadas com a mesma no enquadramento do presente trabalho, nomeadamente a altitude, os declives e o uso e ocupação do solo, refletem problemas de incoerência entre cartografia e a generalização da informação.

A metodologia de aplicação da evacuação pedestre, constata tempos de evacuação significativamente mais elevados, considerando uma evacuação por outros meios. Neste sentido, considera-se que as penalizações aplicadas devido aos constrangimentos determinados pela disponibilidade de vias de saída, são muito exacerbadas, uma vez que aplicadas relativamente ao tempo inicialmente estabelecido.

Considerar também que toda a análise foi realizada na perspectiva da área do município da Sertã, não tendo sido consideradas informações referentes a municípios limítrofes e possibilidades que estes oferecem no contexto de evacuação e proteção face ao perigo de incêndios rurais.

Futuramente, o desenvolvimento de uma análise capaz de aplicar esta informação (exposição, vulnerabilidade, vias de saída) à escala do aglomerado populacional através de trabalho de campo, permitirá melhorar os modelos, evidenciando de forma mais precisa as realidades particulares existente ao nível do município. Presentemente, este trabalho pretende contribuir para uma abordagem que introduza as principais condicionantes, biofísicas, populacionais e de perigosidade afetas ao município da Sertã, permitindo a ponderação e implementação de medidas de mitigação e adaptação contextualizadas nos quadros do ordenamento do território e gestão de situações de emergência e respetiva replicação em locais com características idênticas.

## Bibliografia

Autoridade Nacional de Proteção Civil. (2018) Aldeia Segura, Pessoas Seguras – Guia de Apoio à Implementação

Benali, A., Aparício, B. A., Gonçalves, A., & Oliveira, S. (2023). Defining priorities for wildfire mitigation actions at the local scale: insights from a novel risk analysis method applied in Portugal. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1270210. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1270210>

Bergonse, R., Oliveira, S., Gonçalves, A., Nunes, S., da Câmara, C., & Zêzere, J. L. (2021a). A combined structural and seasonal approach to assess wildfire susceptibility and hazard in summertime. *Natural hazards*, 106(3), 2545-2573. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04554-7>

Bergonse, R., Oliveira, S., Gonçalves, A., Nunes, S., DaCamara, C., & Zêzere, J. L. (2021b). Predicting burnt areas during the summer season in Portugal by combining wildfire susceptibility and spring meteorological conditions. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1), 1039-1057. <https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1909664>

Bergonse, R., Oliveira, S., Zêzere, J. L., Moreira, F., Ribeiro, P. F., Leal, M., & Santos, J. M. L. (2022a). Biophysical controls over fire regime properties in Central Portugal. *7 of The Total Environment*, 810, 152314. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152314>

Bergonse, R., Oliveira, S., Santos, P., & Zêzere, J. L. (2022b). Wildfire risk levels at the local scale: assessing the relative influence of hazard, exposure, and social vulnerability. *Fire*, 5(5), 166. <https://doi.org/10.3390/fire5050166>

Bergonse, R., Oliveira, S., Zêzere, J. L., Moreira, F., Ribeiro, P. F., Leal, M., & Santos, J. M. L. (2023). Differentiating fire regimes and their biophysical drivers in central Portugal. *Fire*, 6(3), 112. <https://doi.org/10.3390/fire6030112>

Beverly, J. L., Bothwell, P., Conner, J. C. R., & Herd, E. P. K. (2010). Assessing the exposure of the built environment to potential ignition sources generated from vegetative fuel.

*International journal of wildland fire*, 19(3), 299-313. <https://doi.org/10.1071/WF09071>

Beverly, J. L., McLoughlin, N., & Chapman, E. (2021). A simple metric of landscape fire exposure. *Landscape Ecology*, 36, 785-801. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01173-8>

Beyki, S. M., Santiago, A., Laím, L., & Craveiro, H. D. (2023). Evacuation simulation under threat of wildfire—an overview of research, development, and knowledge gaps. *Applied Sciences*, 13(17), 9587. <https://doi.org/10.3390/app13179587>

Bruno, B., Sandra, O., Mário, C., & Jorge, R. (2024). Mapping the wildland-urban interface at municipal level for wildfire exposure analysis in mainland Portugal. *Journal of environmental management*, 368, 122098. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122098>

Câmara Municipal da Sertã (2011). Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil da Sertã – Parte III – Áreas de intervenção.

Canadas, M. J., Leal, M., Soares, F., Novais, A., Ribeiro, P. F., Schmidt, L., Delicado, A., Moreira, F., Bergonse, R., Oliveira, S., Madeira, P.M. & Santos, J. L. (2023). Wildfire mitigation and adaptation: Two locally independent actions supported by different policy domains. *Land Use Policy*, 124, 106444. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106444>

Castellnou, M., Prat-Guitart, N., Arilla, E., Larrañaga, A., Nebot, E., Castellarnau, X., Vendrell, J., Pallàs, J., Herrera, J., Monturiol, M., Cespedes, J., Pagès, J., Gallardo, C., & Miralles, M. (2019). Empowering strategic decision-making for wildfire management: avoiding the fear trap and creating a resilient landscape. *Fire ecology*, 15(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s42408-019-0048-6>

Chuvieco, E., Yebra, M., Martino, S., Thonicke, K., Gómez-Giménez, M., San-Miguel, J., Oom, D., Velea, R., Mouillot, F., Molina, J., Miranda, A., Lopes, D., Salis, M., Bugaric, M., Sofiev, M., Kadantsev, E., Gitas, I., Stavrakoudis, D., Eftychidis, G., Bar-Massada, A., Neidermeier, A., Pampanoni, V., Pettinari, M.L., Arroigante-Funes, F., Ochoa, C., Moreira, B. & Viegas, D. (2023). Towards an integrated approach to wildfire risk assessment: when, where, what and how may the landscapes burn. *Fire*, 6(5), 215. <https://doi.org/10.3390/fire6050215>

Costa, L., Thonicke, K., Poulter, B., & Badeck, F. W. (2011). Sensitivity of Portuguese forest

fires to climatic, human, and landscape variables: subnational differences between fire drivers in extreme fire years and decadal averages. *Regional Environmental Change*, 11(3), 543-551. <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0169-6>

Cova, T. J., Dennison, P. E., & Drews, F. A. (2011). Modeling evacuate versus shelter-in-place decisions in wildfires. *Sustainability*, 3(10), 1662-1687. <https://doi.org/10.3390/su3101662>

Cova, T. J., Theobald, D. M., Norman III, J. B., & Siebeneck, L. K. (2013). Mapping wildfire evacuation vulnerability in the western US: the limits of infrastructure. *GeoJournal*, 78(2), 273-285. <https://doi.org/10.1007/s10708-011-9419-5>

Direção de Unidade de Defesa da Floresta. (2012) Plano Municipal de defesa da floresta contra incêndios - Guia Técnico

Dye, A. W., Kim, J. B., McEvoy, A., Fang, F., & Riley, K. L. (2021). Evaluating rural Pacific Northwest towns for wildfire evacuation vulnerability. *Natural hazards*, 107(1), 911-935. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04615-x>

Farinha, J., Cunha, L., & Dimuccio, L. A. (2022). Exploratory spatial analysis of social vulnerability and forest fire risk in the pinhal interior sul (central portugal). *Sustainability*, 14(5), 3010. <https://doi.org/10.3390/su14053010>

Garcia, R. A., Oliveira, S. C., & Zêzere, J. L. (2016). Assessing population exposure for landslide risk analysis using dasymetric cartography. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(12), 2769-2782. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-2769-2016>

Gonçalves, A., Oliveira, S., Sá, A., Benali, A., Zêzere, J. L., & Pereira, J. M. (2021). *Avaliação da exposição das comunidades locais a incêndios rurais: o caso de Alvares, Góis. Finisterra*, 56(117), 29-53. <https://doi.org/10.18055/Finis19277>

Gonçalves, A., Oliveira, S., & Zêzere, J. L. (2024). Assessing wildfire exposure and social vulnerability at the local scale using a GIS-based approach. *MethodsX*, 12, 102650. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102650>

Hood, S. M., Varner, J. M., Jain, T. B., & Kane, J. M. (2022). A framework for quantifying forest wildfire hazard and fuel treatment effectiveness from stands to landscapes. *Fire Ecology*, 18(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s42408-022-00157-0>

Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (2020). *Metodologia para a produção da Carta de Perigosidade de Incêndio Rural de cariz estrutural*. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/96bb210ebf341cda>

Jones, J.M. (2017), *Pedestrian Evacuation Analyst Tool Guide* <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/58ebc531e4b0b4d95d320186?community=Hazards+Vulnerability+Analysis>

Karim, T. Z., Siregar, H., Mulatsih, S., & Tjahjono, B. (2024). Tourism industry management strategy based on disaster mitigation in morotai island regency. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5(1), e03934-e03934. <https://doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v5.n01.pe03934>

Kellens, W., Neutens, T., Deckers, P., Reyns, J., & De Maeyer, P. (2012). Coastal flood risks and seasonal tourism: analysing the effects of tourism dynamics on casualty calculations. *Natural Hazards*, 60(3), 1211-1229. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9905-6>

Labhiri, A., Vaiciulyte, S., Kuligowski, E., & Ronchi, E. (2024). Evacuation decisions of tourists in wildfire scenarios. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 113, 104836. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104836>

Mani Murali, R., Ankita, M., Amrita, S., & Vethamony, P. (2013). Coastal vulnerability assessment of Puducherry coast, India, using the analytical hierarchical process. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(12), 3291-3311. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-3291-2013>

McKinney, S. T., Abrahamson, I., Jain, T., & Anderson, N. (2022). A systematic review of empirical evidence for landscape-level fuel treatment effectiveness. *Fire Ecology*, 18(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s42408-022-00146-3>

Mileu, Nelson; Barra, Anna; Ezquerro, Pablo; Oliveira, Sérgio Cruz; Garcia, Ricardo; Melo, Raquel; Santos, Pedro Pinto; Béjar-Pizarro, Marta; Monserrat, Oriol; Zêzere, José Luís (2025). Adaimpact Tool: Toward a European Ground Motion Impact Map. [Manuscrito submetido para publicação] Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=5211127> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5211127>

Moreira, F., Leal, M., Bergonse, R., Canadas, M. J., Novais, A., Oliveira, S., Ribeiro, P. F., Zêzere, J. L. & Santos, J. L. (2023). Recent trends in fire regimes and associated territorial features in a fire-prone Mediterranean region. *Fire*, 6(2), 60. <https://doi.org/10.3390/fire6020060>

Nicolau, R. (2023) Carta de Áreas Edificadas e Cartas de Interfaces de Áreas Edificadas. Direção Geral do Território

Nunes, A. N., Figueiredo, A., Pinto, C., & Lourenço, L. (2023a). Assessing wildfire hazard in the wildland–urban interfaces (WUIs) of Central Portugal. *Forests*, 14(6), 1106. <https://doi.org/10.3390/f14061106>

Nunes, A. N., Figueiredo, A., Pinto, C. D., & Lourenço, L. (2023b). An Evaluation of Wildfire Vulnerability in the Wildland–Urban Interfaces of Central Portugal Using the Analytic Network Process. *Fire*, 6(5), 194. <https://doi.org/10.3390/fire6050194>

Oliveira, S., Gonçalves, A., Benali, A., Sá, A., Zêzere, J. L., & Pereira, J. M. (2020). Assessing risk and prioritizing safety interventions in human settlements affected by large wildfires. *Forests*, 11(8), 859. <https://doi.org/10.3390/f11080859>

Oliveira, S., Gonçalves, A., & Zêzere, J. L. (2021a). Reassessing wildfire susceptibility and hazard for mainland Portugal. *Science of the total environment*, 762, 143121. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143121>

Oliveira, S., Bergonse, R., Santos, P. P., Gonçalves, A., Melo, R., & Zêzere, J. (2021b). Avaliação de Risco de Incêndio Rural à escala local na região Centro de Portugal. *Geografia, Riscos e Proteção Civil: Homenagem ao Professor Doutor Luciano Lourenço*, 79-89. <http://hdl.handle.net/10451/50427>

Page, W. G., Wagenbrenner, N. S., Butler, B. W., & Blunck, D. L. (2019). An analysis of spotting distances during the 2017 fire season in the Northern Rockies, USA. *Canadian Journal of Forest Research*, 49(3), 317-325. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0094>

Partama, I. G. Y., Pandawana, I. D. G. A., & Kumara, D. G. A. G. (2024). E-tourism application development to support integrated and disaster-safe tourism villages in Kerambitan District, Tabanan. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2961, No. 1, p. 030007). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0193639>

Pastor, E., Muñoz, J. A., Caballero, D., Àgueda, A., Dalmau, F., & Planas, E. (2020). Wildland–urban interface fires in Spain: summary of the policy framework and recommendations for improvement. *Fire technology*, 56(5), 1831-1851. <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00883-z>

Paveglio, T. B., Prato, T., Edgeley, C., & Nalle, D. (2016). Evaluating the characteristics of social vulnerability to wildfire: Demographics, perceptions, and parcel characteristics. *Environmental Management*, 58(3), 534-548. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0719-x>

Plano Nacional de Gestão Integrada de Fogos Rurais 20-30 – Programa Nacional de Ação (2021) <https://www.agif.pt/pt/plano-nacional-de-gestao-integrada-de-fogos-rurais-20-30>

Ramos, C., & Yuan, Y. (2024). Neighborhood-Scale Wildfire Evacuation Vulnerability in Hays County, TX. *Geographies*, 4(3), 481-499. <https://doi.org/10.3390/geographies4030026>

República Portuguesa (2006). Decreto-Lei no 124/2006, de 28 de junho. Estabelece as medidas e ações a desenvolver no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/124-2006-358491>

República Portuguesa (2017). Resolução do Conselho de Ministros n.º 157-A/2017, de 27 de outubro. Aprova alterações estruturais na prevenção e combate a incêndios florestais. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/157-a-2017-114109966>

República Portuguesa (2021). Decreto-Lei no 82/2021, de 13/10/2021. Estabelece o Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais no território continental e define as suas regras de funcionamento.

[https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei\\_mostra\\_articulado.php?nid=3453&tabela=leis&so\\_miolo=](https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=3453&tabela=leis&so_miolo=)

Rodrigues, A., Santiago, A., Laím, L., Viegas, D. X., & Zêzere, J. L. (2022). Rural fires—Causes of human losses in the 2017 fires in Portugal. *Applied Sciences*, *12*(24), 12561. <https://doi.org/10.3390/app122412561>

San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Boca, R., Maianti, P., Liberta`, G., Jacome Felix Oom, D., Branco, A., De Rigo, D., Suarez-Moreno, M., Ferrari, D., Roglia, E., Scionti, N., Broglia, M., Onida, M., Tistan, A. and Loffler, P., Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2023, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, doi:10.2760/8027062, JRC139704.

Santos, P. P., Reyes-Carmona, C., Pereira, S., Sarro, R., Martínez-Corbella, M., Coll-Ramis, M. À., Zêzere, J. L. & Mateos, R. M. (2024). Seasonal rockfall risk analysis in a touristic island: Application to the Tramuntana Range (Mallorca, Spain). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *101*, 104264. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104264>

Schmidt, J. I., Ziel, R. H., Calef, M. P., & Varvak, A. (2024). Spatial distribution of wildfire threat in the far north: exposure assessment in boreal communities. *Natural Hazards*, *120*(5), 4901-4924. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06365-4>

Siam, M. R. K., Wang, H., Lindell, M. K., Chen, C., Vlahogianni, E. I., & Axhausen, K. (2022). An interdisciplinary agent-based multimodal wildfire evacuation model: Critical decisions and life safety. *Transportation research part D: transport and environment*, *103*, 103147. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103147>

Smith, A., Newing, A., Quinn, N., Martin, D., Cockings, S., & Neal, J. (2015). Assessing the impact of seasonal population fluctuation on regional flood risk management. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *4*(3), 1118-1141. <https://doi.org/10.3390/ijgi4031118>

Taccaliti, F., Marzano, R., Bell, T. L., & Lingua, E. (2023). Wildland–urban interface: Definition and physical fire risk mitigation measures, a systematic review. *Fire*, 6(9), 343. <https://doi.org/10.3390/fire6090343>

Tonini, M., Parente, J., & Pereira, M. G. (2018). Global assessment of rural–urban interface in Portugal related to land cover changes. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(6), 1647-1664. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-1647-2018>

Vaiciulyte, S., Rohaert, A., & Ronchi, E. (2025). Tourist Population Vulnerability Assessment in Cross-Border Wildfire-Prone Areas. *Fire Technology*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10694-025-01750-w>

Wood, N. J., & Schmidlein, M. C. (2012). Anisotropic path modeling to assess pedestrian-evacuation potential from Cascadia-related tsunamis in the US Pacific Northwest. *Natural Hazards*, 62, 275-300. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9994-2>

## Webgrafia

Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil - Aldeia Segura Pessoas Seguras (2023).

<https://prociv.gov.pt/pt/prevencao-e-preparacao/programas-e-projetos/aldeia-segura-pessoas-seguras/>

Booking (2024) - <https://www.booking.com/index.pt-pt.html> - consultado em março de 2024

Câmara Municipal de Monchique (2025) - Prestadores de Serviços de Limpeza Florestal

<https://cm-monchique.pt/pt/menu/883/prestadores-de-servicos-de-limpeza-florestal.aspx>

Câmara Municipal da Sertã (2023) – *Hotelaria e Turismo Rural*.

<https://turismo.cm-serta.pt/turismopt/informa%C3%A7%C3%B5es-%C3%BAteis/hotelaria-e-turismo-rural>

Câmara Municipal da Sertã (2023) – Instituições de Solidariedade Social.

<https://cm-serta.pt/viver/m-acao-social/120-acao-social/353-instituicoes-solidariedade-social>

Câmara Municipal da Sertã (2023) – Plataforma de associações.

<https://associacoes.cm-serta.pt/Login.aspx?ReturnUrl=%2f>

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Centro, 2025 – Data Centro -

<https://datacentro.ccdrc.pt/Viewer.aspx>

Direção Geral do Território (2018) – Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018 -

<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/home>

Direção Geral do Território (2023) - Carta Administrativa Oficial de Portugal

[https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?resultType=details&sortBy=referenceDateOrd&anysnig=Carta%20Administrativa%20Oficial%20de%20Portugal%20-%20CAOP2023%20\(Continente\)&fast=index&content\\_type=json&type=dataset%20Bor%2Bseries&from=1&to=20](https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?resultType=details&sortBy=referenceDateOrd&anysnig=Carta%20Administrativa%20Oficial%20de%20Portugal%20-%20CAOP2023%20(Continente)&fast=index&content_type=json&type=dataset%20Bor%2Bseries&from=1&to=20)

Direção Geral do Território - Condomínio de Aldeia (2021)  
<https://www.dgterritorio.gov.pt/paisagem/ptp/condominio-aldeia>

Geofabrik (2023) – <https://download.geofabrik.de/europe/portugal.html>

Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (2023) - Carta de Perigosidade estrutural (20-30)  
<https://www.icnf.pt/florestas/gfr/gfrgestaoinformacao/dfciinformacaocartografica>

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (2024) – Geocatálogo áreas ardidadas -  
<https://www.icnf.pt/florestas/gfr/gfrgestaoinformacao/dfciinformacaocartografica>

Instituto Nacional de Estatística (2023) – Base Geográfica de Referenciação da Informação (2021) <https://mapas.ine.pt/download/index2021.phtml>

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2025) -  
<https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml>

Memórias Resgatadas Identidades (Re)construídas  
<http://memorias.resgatadas.ie.ulisboa.pt/>

NASA Earth Data, 2025 - <https://www.fc.up.pt/pessoas/jagoncal/dems/>

Recuperar Portugal - Condomínios para proteger as florestas (2023)  
<https://recuperarportugal.gov.pt/2023/03/17/um-condominio-para-protoger-as-aldeias/>

Turismo Centro Portugal, 2025 - <https://turismodocentro.pt/poi/serra-dos-alveolos/>

## Anexo

**Quadro 1 – Aglomerados populacionais afetados por incêndios rurais (ano) no município da Sertã**

<b>Ano</b>	<b>Aglomerados populacionais afetados</b>
2002	84
2003	575
2004	1
2005	263
2006	18
2008	3
2009	1
2012	2
2013	1
2014	2
2015	2
2016	2
2017	723
2018	1
2019	51
2020	61
2023	4

**Quadro 2 – Área ardida (ha) e nº de ocorrências por ano no município da Sertã**

<b>Ano</b>	<b>Área ardida (ha)</b>	<b>Nº de ocorrências</b>
2000	121,19	1
2002	2979,01	3
2003	15460,89	4
2004	33,36	1
2005	5683,96	8
2006	244,73	4
2008	58,05	2
2009	6,35	4
2010	12,65	2
2011	3,87	1
2012	17,93	12
2013	40,25	4
2014	64,45	4
2015	14,01	4
2016	73,37	6
2017	17068,05	13
2018	83,6	5
2019	1789,01	7
2020	3670,54	2
2021	43,6	2
2023	40,19	2

**Quadro 3 – Número e % de subsecções da BGRI inseridas nas classes de exposição estrutural por freguesia no município da Sertã**

<b>Freguesia</b>	<b>Classes exposição estrutural</b>	<b>nº de BGRI</b>	<b>% BGRI</b>
Cabeçudo	Incerta	13	54,17
	Muito Baixa	2	8,33
	Baixa	6	25,00
	Moderada	1	4,17
	Elevada	1	4,17
	Muito Elevada	1	4,17
Carvalhal	Incerta	5	21,74
	Muito Baixa	6	26,09
	Baixa	2	8,70
	Moderada	3	13,04
	Elevada	5	21,74
	Muito Elevada	2	8,70
Castelo	Incerta	6	15,38
	Muito Baixa	2	5,13
	Baixa	6	15,38
	Moderada	9	23,08
	Elevada	5	12,82
	Muito Elevada	11	28,21
Pedrógão Pequeno	Incerta	9	19,57
	Muito Baixa	9	19,57
	Baixa	8	17,39
	Moderada	8	17,39
	Elevada	8	17,39
	Muito Elevada	4	8,70
Sertã	Incerteza	62	42,18
	Muito Baixa	12	8,16
	Baixa	16	10,88
	Moderada	17	11,56
	Elevada	22	14,97
	Muito Elevada	18	12,24
Troviscal	Incerta	2	3,85
	Muito Baixa	9	17,31
	Baixa	11	21,15
	Moderada	8	15,38
	Elevada	9	17,31
	Muito Elevada	13	25,00
U.F. Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	Incerta	46	37,40
	Muito Baixa	19	15,45
	Baixa	19	15,45

	Moderada	17	13,82
	Elevada	15	12,20
	Muito Elevada	7	5,69
U.F. Cumeada e Marmeleiro	Incerta	5	12,5
	Muito Baixa	11	27,5
	Baixa	9	22,5
	Moderada	4	10
	Elevada	6	15
	Muito Elevada	5	12,5
U.F. Ermida e Figueiredo	Incerta	2	6,45
	Muito Baixa	10	32,26
	Baixa	3	9,68
	Moderada	5	16,13
	Elevada	3	9,68
	Muito Elevada	8	25,81
Várzea dos Cavaleiros	Incerta	2	4,44
	Muito Baixa	4	8,89
	Baixa	4	8,89
	Moderada	12	26,67
	Elevada	9	20,00
	Muito Elevada	14	31,11

**Quadro 4 – Número e % de subsecções da BGRI inseridas nas classes de sazonalidade por freguesia no município da Sertã**

Freguesia	Classes sazonalidade	nº de BGRI	% de BGRI
Cabeçudo	SP	0	0
	Apenas população residente	0	0
	PS≤PR	15	62,5
	PS>PR	9	37,5
	PS>ao dobro da PR	0	0
	Apenas população sazonal	0	0
Carvalhal	SP	0	0
	Apenas população residente	0	0
	PS≤PR	17	73,91
	PS>PR	5	21,74
	PS>ao dobro da PR	1	4,35
	Apenas população sazonal	0	0
Castelo	SP	0	0
	Apenas população residente	1	2,56
	PS≤PR	23	58,97
	PS>PR	12	30,77
	PS>ao dobro da PR	3	7,69
	Apenas população sazonal	0	0
Pedrógão Pequeno	SP	0	0
	Apenas população residente	2	4,35
	PS≤PR	19	41,30
	PS>PR	13	28,26
	PS>ao dobro da PR	12	26,09
	Apenas população sazonal	0	0
Sertã	SP	2	1,36
	Apenas população residente	3	2,04
	PS≤PR	85	57,82
	PS>PR	40	27,21
	PS>ao dobro da PR	16	10,88
	Apenas população sazonal	1	0,68
Troviscal	SP	3	5,77
	Apenas população residente	0	0

	PS≤PR	14	26,92
	PS>PR	21	40,38
	PS>ao dobro da PR	12	23,08
	Apenas população sazonal	2	3,85
U.F. Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	SP	1	0,81
	Apenas população residente	1	0,81
	PS≤PR	47	38,21
	PS>PR	41	33,33
	PS>ao dobro da PR	33	26,83
	Apenas população sazonal	0	0
U.F. Cumeada e Marmeleiro	SP	1	2,50
	Apenas população residente	0	0
	PS≤PR	12	30,00
	PS>PR	18	45,00
	PS>ao dobro da PR	8	20,00
	Apenas população sazonal	1	2,50
U.F. Ermida e Figueiredo	SP	2	6,45
	Apenas população residente	1	3,23
	PS≤PR	6	19,35
	PS>PR	13	41,94
	PS>ao dobro da PR	8	25,81
	Apenas população sazonal	1	3,23
Várzea dos Cavaleiros	SP	1	2,22
	Apenas população residente	1	2,22
	PS≤PR	8	17,78
	PS>PR	25	55,56
	PS>ao dobro da PR	10	22,22
	Apenas população sazonal	0	0

**Quadro 5 – Número e % de subsecções da BGRI inseridas nas classes de IDT por freguesia no município da Sertã**

<b>Freguesia</b>	<b>Classes IDT</b>	<b>nº de BGRI</b>	<b>% de BGRI</b>
Cabeçudo	SP	0	0
	Apenas população ativa	0	0
	PD≤PA	20	83,33
	PD>PA	2	8,33
	PD>ao dobro da PA	1	4,17
	Apenas população dependente	1	4,17
Carvalhal	SP	0	0
	Apenas população ativa	1	4,35
	PD≤PA	19	82,61
	PD>PA	2	8,70
	PD>ao dobro da PA	1	4,35
	Apenas população dependente	0	0
Castelo	SP	0	0
	Apenas população ativa	0	0
	PD≤PA	29	74,36
	PD>PA	8	20,51
	PD>ao dobro da PA	2	5,13
	Apenas população dependente	0	0
Pedrógão Pequeno	SP	0	0
	Apenas população ativa	2	4,35
	PD≤PA	27	58,70
	PD>PA	14	30,43
	PD>ao dobro da PA	1	2,17
	Apenas população dependente	2	4,35
Sertã	SP	3	2,04
	Apenas população ativa	3	2,04
	PD≤PA	120	81,63
	PD>PA	16	10,88
	PD>ao dobro da PA	4	2,72
	Apenas população dependente	1	0,68
Troviscal	SP	5	9,62
	Apenas população ativa	2	3,85
	PD≤PA	24	46,15
	PD>PA	9	17,31
	PD>ao dobro da PA	4	7,69
	Apenas população dependente	8	15,38

U.F. Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	SP	1	0,81
	Apenas população ativa	2	1,63
	PD≤PA	82	66,67
	PD>PA	25	20,33
	PD>ao dobro da PA	8	6,50
	Apenas população dependente	5	4,07
U.F. Cumeada e Marmeleiro	SP	2	5,00
	Apenas população ativa	1	2,50
	PD≤PA	17	42,50
	PD>PA	9	22,50
	PD>ao dobro da PA	8	20,00
	Apenas população dependente	3	7,50
U.F. Ermida e Figueiredo	SP	3	9,68
	Apenas população ativa	0	0
	PD≤PA	11	35,48
	PD>PA	8	25,81
	PD>ao dobro da PA	6	19,35
	Apenas população dependente	3	9,68
Várzea dos Cavaleiros	SP	1	2,22
	Apenas população ativa	2	4,44
	PD≤PA	23	51,11
	PD>PA	14	31,11
	PD>ao dobro da PA	4	8,89
	Apenas população dependente	1	2,22

**Quadro 6 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de exposição estrutural nos 100 m e média dos 100 m e 500 m no município da Sertã**

Classes exposição	Exposição (100 m envolventes)		Exposição (média 100 m e 500 m envolventes)	
	Nº de aglomerados populacionais	% de aglomerados populacionais	Nº de aglomerados populacionais	% de aglomerados populacionais
Muito elevada	776	28,09	817	29,57
Elevada	236	8,54	322	11,65
Moderada	261	9,45	330	11,94
Baixa	571	20,67	976	35,32
Muito baixa	101	3,66	226	8,18
Incerta	818	29,61	92	3,33

**Quadro 7 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de exposição estrutural nos 100 m e média dos 100 m e 500 m por freguesias no município da Sertã**

Freguesia	Classes exposição	Exposição (100 m envolventes)		Exposição (média 100 m e 500 m envolventes)	
		Nº de aglomerados populacionais	% de aglomerados populacionais	Nº de aglomerados populacionais	% de aglomerados populacionais
Cabeçudo	Muito elevada	2	1,43	0	0
	Elevada	2	1,43	4	2,86
	Moderada	5	3,57	10	7,14
	Baixa	28	20,00	95	67,86
	Muito baixa	5	3,57	28	20,00
	Incerta	98	70,00	3	2,14
Carvalhal	Muito elevada	4	3,60	0	0
	Elevada	6	5,41	10	9,01
	Moderada	8	7,21	19	17,12
	Baixa	60	54,05	68	61,26
	Muito baixa	10	9,01	14	12,61
	Incerta	23	20,72	0	0
Castelo	Muito elevada	44	19,21	47	20,52
	Elevada	27	11,79	39	17,03
	Moderada	33	14,41	26	11,35
	Baixa	46	20,09	94	41,05
	Muito baixa	7	3,06	23	10,04
	Incerta	72	31,44	0	0
Pedrógão Pequeno	Muito elevada	54	20,15	47	17,54
	Elevada	21	7,84	40	14,93
	Moderada	36	13,43	60	22,39
	Baixa	85	31,72	102	38,06
	Muito baixa	14	5,22	19	7,09
	Incerta	58	21,64	0	0
Sertã	Muito elevada	140	20,86	143	21,31
	Elevada	46	6,86	60	8,94
	Moderada	55	8,20	88	13,11
	Baixa	141	21,01	296	44,11
	Muito baixa	22	3,28	62	9,24
	Incerta	267	39,79	22	3,28
Troviscal	Muito elevada	202	72,40	214	76,70
	Elevada	32	11,47	40	14,34
	Moderada	20	7,17	15	5,38
	Baixa	19	6,81	10	3,58
	Muito baixa	2	0,72	0	0
	Incerta	4	1,43	0	0
UF de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	Muito elevada	79	13,84	99	17,34
	Elevada	60	10,51	69	12,08
	Moderada	59	10,33	59	10,33

	Baixa	111	19,44	215	37,65
	Muito baixa	27	4,73	62	10,86
	Incerta	235	41,16	67	11,73
U.F. Cumeada e Marmeleiro	Muito elevada	12	6,67	17	9,44
	Elevada	18	10,00	33	18,33
	Moderada	31	17,22	38	21,11
	Baixa	57	31,67	75	41,67
	Muito baixa	9	5,00	17	9,44
	Incerta	53	29,44	0	0
U.F. Ermida e Figueiredo	Muito elevada	114	92,68	117	95,12
	Elevada	4	3,25	3	2,44
	Moderada	2	1,63	0	0,00
	Baixa	2	1,63	3	2,44
	Muito baixa	1	0,81	0	0
	Incerta	0	0,00	0	0
Várzea dos Cavaleiros	Muito elevada	125	65,45	133	69,63
	Elevada	20	10,47	24	12,57
	Moderada	12	6,28	15	7,85
	Baixa	22	11,52	18	9,42
	Muito baixa	4	2,09	1	0,52
	Incerta	8	4,19	0	0

**Quadro 8 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de vulnerabilidade no município da Sertã**

<b>Classes vulnerabilidade</b>	<b>Nº de aglomerados populacionais</b>	<b>% de aglomerados populacionais</b>
Muito elevada – apenas população Sazonal	286	10,35
Muito elevada	156	5,65
Elevada	288	10,42
Moderada	966	34,96
Baixa	712	25,77
Muito baixa	355	12,85

**Quadro 9 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de vulnerabilidade por freguesias no município da Sertã**

<b>Freguesias</b>	<b>Classes vulnerabilidade</b>	<b>Nº de aglomerados populacionais</b>	<b>% de aglomerados populacionais</b>
Cabeçudo	Muito elevada – apenas população sazonal	16	11,43
	Muito elevada	1	0,71
	Elevada	2	1,43
	Moderada	66	47,14
	Baixa	40	28,57
	Muito baixa	15	10,71
Carvalhal	Muito elevada – apenas população sazonal	4	3,60
	Muito elevada	5	4,50
	Elevada	2	1,80
	Moderada	24	21,62
	Baixa	67	60,36
	Muito baixa	9	8,11
Castelo	Muito elevada – apenas população sazonal	18	7,86
	Muito elevada	2	0,87
	Elevada	15	6,55
	Moderada	74	32,31
	Baixa	97	42,36
	Muito baixa	23	10,04
Pedrógão Pequeno	Muito elevada – apenas população sazonal	33	12,31
	Muito elevada	15	5,60
	Elevada	27	10,07
	Moderada	75	27,99
	Baixa	78	29,10
	Muito baixa	40	14,93
Sertã	Muito elevada – apenas população sazonal	62	9,24

	Muito elevada	5	0,75
	Elevada	51	7,60
	Moderada	209	31,15
	Baixa	248	36,96
	Muito Baixa	96	14,30
Troviscal	Muito elevada – apenas população sazonal	35	12,54
	Muito elevada	34	12,19
	Elevada	32	11,47
	Moderada	94	33,69
	Baixa	37	13,26
	Muito baixa	47	16,85
UF de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	Muito elevada – apenas população sazonal	59	10,33
	Muito elevada	32	5,60
	Elevada	104	18,21
	Moderada	224	39,23
	Baixa	88	15,41
	Muito baixa	64	11,21
U.F. Cumeada e Marmeleiro	Muito elevada – apenas população sazonal	18	10,00
	Muito elevada	27	15,00
	Elevada	17	9,44
	Moderada	71	39,44
	Baixa	25	13,89
	Muito baixa	22	12,22
U.F. Ermida e Figueiredo	Muito elevada – apenas população sazonal	13	10,57
	Muito elevada	22	17,89
	Elevada	19	15,45
	Moderada	39	31,71
	Baixa	10	8,13
	Muito baixa	20	16,26
Várzea dos Cavaleiros	Muito elevada – apenas população sazonal	28	14,66
	Muito elevada	13	6,81
	Elevada	19	9,95
	Moderada	90	47,12
	Baixa	22	11,52
	Muito baixa	19	9,95

**Quadro 10 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de risco nos 100 m e média dos 100 m e 500 m no município da Sertã**

Classes risco	Risco (100 m envolventes)		Risco (média 100 m e 500 m envolventes)	
	Nº de aglomerados populacionais	% de aglomerados populacionais	Nº de aglomerados populacionais	% de aglomerados populacionais
Muito elevado	292	10,57	312	11,29
Elevado	659	23,85	811	29,35
Moderado	644	23,31	867	31,38
Baixo	333	12,05	637	23,05
Muito baixo	17	0,62	44	1,59
Incerto	818	29,61	92	3,33

**Quadro 11 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de risco nos 100 m e média dos 100 m e 500 m por freguesias no município da Sertã**

Freguesia	Classes risco	Risco (100 m envolventes)		Risco (média 100 m e 500 m envolventes)	
		Nº de aglomerados populacionais	% de aglomerados populacionais	Nº de aglomerados populacionais	% de aglomerados populacionais
Cabeçudo	Muito elevado	0	0	0	0
	Elevado	6	4,29	14	10,00
	Moderado	19	13,57	63	45,00
	Baixo	16	11,43	56	40,00
	Muito baixo	1	0,71	4	2,86
	Incerto	98	70,00	3	2,14
Carvalhal	Muito elevado	0	0	0	0
	Elevado	13	11,71	11	9,91
	Moderado	22	19,82	41	36,94
	Baixo	51	45,95	58	52,25
	Muito baixo	2	1,80	1	0,90
	Incerto	23	20,72	0	0
Castelo	Muito elevado	8	3,49	8	3,49
	Elevado	52	22,71	70	30,57
	Moderado	61	26,64	63	27,51
	Baixo	36	15,72	84	36,68
	Muito baixo	0	0	4	1,75
	Incerto	72	31,44	0	0
Pedrógão Pequeno	Muito elevado	22	8,21	24	8,96
	Elevado	58	21,64	66	24,63
	Moderado	79	29,48	108	40,30
	Baixo	48	17,91	68	25,37
	Muito baixo	3	1,12	2	0,75
	Incerto	58	21,64	0	0

Sertã	Muito elevado	40	5,96	41	6,11
	Elevado	128	19,08	155	23,10
	Moderado	134	19,97	213	31,74
	Baixo	99	14,75	220	32,79
	Muito baixo	3	0,45	20	2,98
	Incerto	267	39,79	22	3,28
Troviscal	Muito elevado	88	31,54	90	32,26
	Elevado	103	36,92	119	42,65
	Moderado	79	28,32	69	24,73
	Baixo	5	1,79	1	0,36
	Muito baixo	0	0	0	0
	Incerto	4	1,43	0	0
UF de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	Muito elevado	30	5,25	37	6,48
	Elevado	124	21,72	166	29,07
	Moderado	133	23,29	187	32,75
	Baixo	45	7,88	103	18,04
	Muito baixo	4	0,70	11	1,93
	Incerto	235	41,16	67	11,73
U.F. Cumeada e Marmeleiro	Muito elevado	5	2,78	8	4,44
	Elevado	41	22,78	69	38,33
	Moderado	56	31,11	64	35,56
	Baixo	22	12,22	37	20,56
	Muito baixo	3	1,67	2	1,11
	Incerto	53	29,44	0	0
U.F. Ermida e Figueiredo	Muito elevado	49	39,84	52	42,28
	Elevado	51	41,46	50	40,65
	Moderado	23	18,70	21	17,07
	Baixo	0	0	0	0
	Muito baixo	0	0	0	0
	Incerto	0	0	0	0
Várzea dos Cavaleiros	Muito elevado	50	26,18	52	27,23
	Elevado	83	43,46	91	47,64
	Moderado	38	19,90	38	19,90
	Baixo	11	5,76	10	5,24
	Muito baixo	1	0,52	0	0
	Incerto	8	4,19	0	0

**Quadro 12 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de tempo (PEAT) por valor de conservação da velocidade (VCV;m/s) no município da Sertã**

Classes de tempo (minutos)	Nº e % de aglomerados populacionais por classes de tempo e Valor de Conservação da Velocidade (VCV)					
	0,89	0,89 (%)	1,2	1,2 (%)	1,52	1,52 (%)
0 – 10	259	9,37	424	15,35	591	21,39
10 – 20	443	16,03	523	18,93	589	21,32
20 – 40	671	24,29	852	30,84	896	32,43
> 40	1390	50,31	964	34,89	687	24,86

**Quadro 13 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de tempo (PEAT) com penalização (vias de saída) por valor de conservação da velocidade (VCV) no município da Sertã**

Classes de tempo (minutos)	Nº e % de aglomerados populacionais por classes de tempo (com penalização) e Valor de Conservação da Velocidade (VCV)					
	0,89	0,89 (%)	1,2	1,2 (%)	1,52	1,52 (%)
0-10	153	5,54	241	8,72	346	12,52
10 – 20	310	11,22	408	14,77	500	18,10
20 – 40	516	18,68	630	22,80	730	26,42
> 40	1784	64,57	1484	53,71	1187	42,96

**Quadro 14 – Número e % de aglomerados populacionais inseridos nas classes de tempo por valor de conservação da velocidade (VCV) no município da Sertã**

Freguesia	Classes de tempo (minutos)	Nº e % de aglomerados populacionais por classes de tempo (com penalização) e Valor de Conservação da Velocidade (VCV;m/s)					
		0,89	0,89 (%)	1,2	1,2 (%)	1,52	1,52 (%)
Cabeçudo	0-10	5	3,57	5	3,57	9	6,43
	10_20	6	4,29	21	15,00	29	20,71
	20-40	38	27,14	50	35,71	74	52,86
	>40	91	65,00	64	45,71	28	20,00

Carvalhal	0-10	9	8,11	14	12,61	23	20,72
	10_20	22	19,82	32	28,83	35	31,53
	20-40	32	28,83	28	25,23	24	21,62
	>40	48	43,24	37	33,33	29	26,13
Castelo	0-10	18	7,86	28	12,23	41	17,90
	10_20	42	18,34	53	23,14	71	31,00
	20-40	63	27,51	64	27,95	56	24,45
	>40	106	46,29	84	36,68	61	26,64
Pedrógão Pequeno	0-10	9	3,36	12	4,48	21	7,84
	10_20	17	6,34	30	11,19	39	14,55
	20-40	44	16,42	64	23,88	68	25,37
	>40	198	73,88	162	60,45	140	52,24
Sertã	0-10	31	4,62	56	8,35	81	12,07
	10_20	77	11,48	90	13,41	111	16,54
	20-40	125	18,63	168	25,04	201	29,96
	>40	438	65,28	357	53,20	278	41,43
Troviscal	0-10	22	7,89	35	12,54	38	13,62
	10_20	23	8,24	23	8,24	26	9,32
	20-40	26	9,32	38	13,62	46	16,49
	>40	208	74,55	183	65,59	169	60,57
UF de Cernache do Bonjardim, Nesperal e Palhais	0-10	25	4,38	44	7,71	70	12,26
	10_20	70	12,26	100	17,51	128	22,42
	20-40	132	23,12	134	23,47	130	22,77
	>40	344	60,25	293	51,31	243	42,56
U.F. Cumeada e Marmeleiro	10_20	16	8,89	17	9,44	22	12,22
	20-40	22	12,22	41	22,78	61	33,89
	>40	136	75,56	114	63,33	84	46,67
U.F. Ermida e Figueiredo	0-10	3	2,44	5	4,07	7	5,69
	10_20	5	4,07	5	4,07	5	4,07
	20-40	6	4,88	14	11,38	25	20,33
	>40	109	88,62	99	80,49	86	69,92
Várzea dos Cavaleiros	0-10	25	13,09	34	17,80	43	22,51
	10_20	32	16,75	37	19,37	34	17,80
	20-40	28	14,66	29	15,18	45	23,56
	>40	106	55,50	91	47,64	69	36,13