



RISCOS



IMPACTE DO SISMO DE 28 DE FEVEREIRO DE 1969 EM ALGUMAS CIDADES. COMPARAÇÕES*

IMPACT OF THE FEBRUARY 28, 1969 EARTHQUAKE IN SOME CITIES. COMPARISONS

93

Ana Luísa Vieira

Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico (Portugal)

ORCID 0000-0003-1722-3246 ana.vieira.3105@gmail.com

Carlos Sousa Oliveira

Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico (Portugal)

ORCID 0000-0002-5967-7126 csoliv@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Este trabalho incide sobre o estudo do sismo de 28 de fevereiro de 1969. Procedeu-se ao levantamento de toda a informação existente sobre o fenómeno com o intuito de averiguar o seu impacto no território português. Para tal, analisou-se um largo conjunto de edifícios afetados nos distritos de Lisboa, Setúbal e Faro com vista a estabelecer padrões de danos observados de acordo com as descrições diversas, quer noticiadas nos principais jornais da época quer através de outras fontes, nomeadamente elementos soltos consultados nas Câmaras Municipais (Serviços de Proteção Civil), fotografias obtidas em hemerotecas e dados do SIPA. Estes edifícios foram classificados segundo a sua época de construção e tipologia construtiva para, posteriormente, através da Escala Macrossísmica Europeia (EMS-98), associar um índice de vulnerabilidade e um grau de dano. Esta atribuição permitiu determinar as intensidades para os distritos em estudo, seguida da sua comparação com as intensidades obtidas na época e identificar as tipologias construtivas que apresentam mais fragilidades na ocorrência de um sismo de intensidade semelhante, designadamente as construções antigas das zonas baixas de Lisboa, Setúbal, cidades do Barlavento algarvio e nas suas zonas rurais. Foram identificadas 16 vítimas mortais em Portugal Continental, sendo 3 de consequência direta do sismo.

Palavras-chave: Sismo de 1969, impacto em cidades, EMS-98, vulnerabilidade, comparação com outros estudos.

ABSTRACT

This paper will focus on the study of the earthquake of 28 February 1969. All the existing information about the phenomenon was surveyed to ascertain its impact on Portuguese territory. Many affected buildings in the districts of Lisbon, Setúbal and Faro were identified to establish damage patterns according to the various available descriptions. Some of these could be found in reports in the main newspapers at the time or in other sources, notably in archives belonging to City Councils and public institutions. These buildings were classified according to their period of construction and building typologies. The European Macroseismic Scale (EMS-98) was then used to associate them with a vulnerability class and a degree of damage. This assignment made it possible to determine the intensities for the districts under study, and then compare them with the intensities obtained at the time and identify the building types that exhibited more weaknesses during an earthquake of similar intensity. Particularly the older buildings in downtown Lisbon, Setúbal, and western Algarve (Barlavento) and local rural areas. We also identified 16 deaths in mainland Portugal, but only 3 are directly related to the earthquake.

Keywords: 1969 Earthquake, impact on cities, EMS-98, vulnerability, comparison with other studies.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 13-07-2020, sujeito a revisão por pares a 21-10-2020 e aceite para publicação em 29-11-2020. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 28 (II), 2021, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Enquadramento do tema e objetivos

Portugal Continental tem sido, ao longo dos séculos, alvo de inúmeros sismos de magnitude variada devido, essencialmente, ao seu enquadramento geotectónico (Custódio *et al.*, 2015 e Santos *et al.*, 2017). A crescente preocupação com este tema tem permitido o desenvolvimento de novos métodos de análise e dimensionamento de modo a criar condições de segurança nas estruturas e minimizar os prejuízos físicos, sociais e económicos. Consequentemente, é de extrema importância o estudo da sismicidade em Portugal com o intuito de reduzir as consequências desastrosas, principalmente em relação às estruturas existentes e que não possuem condições suficientes para resistir a este fenómeno.

Um dos últimos sismos de maior magnitude do século XX ocorreu na madrugada de 28 de Fevereiro de 1969. Teve uma magnitude de 7.8 e sentiu-se ao longo de toda a Península Ibérica, África e ilha da Madeira (Miranda *et al.*, 2014). Embora não tenha sido um sismo muito destrutivo foi, no entanto, suficientemente severo para causar danos graves na zona sul do país devido, essencialmente, não só à maior proximidade do epicentro mas também devido à tipologia construtiva existente nesta região. Dado não ser um evento muito estudado, é importante obter um melhor conhecimento sobre o mesmo e os seus efeitos nas construções existentes, com o intuito de mitigar o risco sísmico em Portugal.

Pretende-se com o presente trabalho coligir o maior número possível de informação sobre este fenómeno e interpretá-la à luz dos atuais conhecimentos de sismologia e engenharia sísmica. Para tal, recorreu-se à informação disponível nos jornais existentes na época e alguns elementos soltos em câmaras municipais, hemerotecas e estudos já realizados sobre o tema. O principal objetivo prende-se, assim, em atribuir intensidades no distrito de Lisboa, Setúbal e Faro e comparar os resultados obtidos com os trabalhos publicados na altura do sismo. Este estudo permite, igualmente, identificar as zonas de maior impacto sísmico e as tipologias construtivas mais vulneráveis à ocorrência de um sismo de intensidade semelhante ou superior ao sismo de 1969.

Estrutura do documento

O presente trabalho encontra-se organizado em 4 capítulos.

O primeiro capítulo de introdução inicia-se com um enquadramento geral do tema, a apresentação breve dos dados e da metodologia utilizadas assim como uma descrição exaustiva das consequências ocorridas em território nacional e os efeitos observados no mar. É igualmente apresentada a carta de isossistas proposta por diversos autores à época do sismo.

No segundo capítulo apresenta-se uma breve descrição da Escala Macrossísmica Europeia (EMS-98) (Grünthal, 1998) utilizada neste trabalho seguida pelo terceiro capítulo onde é feito todo o tratamento da informação recolhida nos parques habitacional e monumental dos distritos em foco. Apresenta-se uma descrição sobre a metodologia adotada e das diferentes tipologias construtivas existentes em 1969. Foram analisados e classificados os danos sofridos em cada edifício com o intuito de obter o Mapa de Intensidades Macrossísmicas, com base na EMS-98 (Grünthal, 1998). Cada distrito é tratado separadamente, tendo sido atribuída uma intensidade ao nível das freguesias e dos concelhos, sempre que possível. Por último, comparam-se os resultados obtidos com a carta de isossistas referida anteriormente. Este capítulo encontra-se ilustrado com diversas fotografias exemplificativas dos danos ocorridos e atribuição da respetiva classe de danos.

No quarto capítulo apresentam-se as considerações finais sobre o trabalho.

Dados e Metodologia

Os dados utilizados neste trabalho foram retirados de diversas fontes e compilados numa “Base de Dados” para permitir um tratamento georreferenciado. Utilizaram-se os jornais existentes na época (13 nacionais e 3 da região sul), fotografias disponíveis nas Hemerotecas de Lisboa e Museu de Portimão, relatórios técnicos feitos à época (Marecos *et al.*, 1970; Teixeira, 1975; Trêpa, 1969 e Quintino, 1970), os Censos (1960, 1970 e 2000), elementos avulso como a “fita do tempo”, 1969 (Batalhão Sapadores de Bombeiros e Lisboa), bem como informações das Câmaras Municipais de Setúbal (Proteção Civil), de Loulé (Proteção Civil), de Portimão (Arquivo Municipal), de Lagos e de Vila do Bispo. Consultou-se, igualmente, a Base de Dados do SIPA (1999).

A metodologia seguida pode resumir-se no seguinte. A partir dos dados sobre os danos ocorridos em diversos tipos estruturais, e recorrendo à identificação através do *Street View* do *Google Maps*, construiu-se uma Base de Dados georreferenciada contendo, para cada estrutura, a tipologia construtiva e a classe de danos. Utilizando a escala EMS-98 (Grünthal, 1998), que exige o conhecimento das “existências” (Censos 1960, 1970 e 2000), foi possível atribuir uma intensidade sísmica a dada região (a freguesia ou o concelho).

Enquadramento Histórico

Na sequência da análise efetuada por Oliveira (2019), faz-se agora uma descrição do sismo e principais consequências ocorridas. O sismo de 28 de Fevereiro de 1969 foi sentido em várias regiões do Continente, assim como na ilha da Madeira, Espanha e Marrocos. A rede sismográfica portuguesa era, até à data, constituída

apenas por 3 estações sismográficas que registaram o início do sismo às 3h41min (hora local). O epicentro, de profundidade focal de 20-30 km, foi, posteriormente, atribuída com as seguintes coordenadas 35.98°N e 10.81°W (Florido, 2019, p. 1) com magnitude Mw7.8 e Ms7.9 (Miranda *et al.*, 2014, p. 1).

Infelizmente, dada a sensibilidade dos aparelhos, as agulhas das estações saturaram. O único registo em Portugal Continental diz respeito ao obtido pelo acelerógrafo do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), que se encontrava instalado no pilar de ancoragem norte da Ponte 25 de Abril em Lisboa. Como consequência do corte do fornecimento de energia elétrica tem-se um registo total de apenas 27 segundos (fig. 1).

Inúmeras são as histórias de pessoas que, assustadas pela vibração do sismo, fugiram das suas habitações com receio que estas colapsassem ou que voltasse a ocorrer alguma réplica. De facto, a grande maioria dos ferimentos ocorridos dizia respeito a contusões provocadas por quedas ou crises nervosas. Este fenómeno provocou cerca de 16 vítimas mortais no continente, onde 3 resultam de consequência direta do sismo. Em termos de feridos registam-se cerca de 70 feridos em Lisboa e 150 na região do Algarve, sendo estas as regiões mais afetadas no país.

Na região do Algarve, como consequência do mau tempo que se fez sentir logo após a ocorrência do sismo, os danos foram agravados. Chuvas e trovoadas intensas caíram sobre esta região, chegando a precipitação a atingir, em algumas localidades como Castro Marim, mais de 30 cm (O Século 02/03/1969). A água infiltrava-se pelas fendas já existentes ou coberturas danificadas dos edifícios, inundando o seu interior e colocando em risco a estrutura que já se encontrava em condições precárias. O mesmo foi observado em Lisboa entre os dias 13 e 14 de Março.

No que diz respeito à ilha da Madeira, o sismo foi registado às 2h43min (hora local) e não se registaram vítimas mortais ou feridos. Foi sentido em diversas zonas da ilha e, relativamente a danos materiais, há apenas a assinalar a abertura de pequenas fendas em algumas habitações e o colapso de uma casa desabitada (O Século 02/03/1969).

Em Marrocos registaram-se cerca de 8 vítimas mortais e 11 feridos. As localidades de Rabat, Casablanca, Tetuão, Safi, Marraquexe, Fez, Salé e Tanger foram as mais afetadas. Os danos nas edificações foram avultados e agravados pelas chuvas torrenciais que caíram no país, provocando

deslizamentos de terras e destruindo inúmeras habitações. Curiosamente, em Agadir, localidade fortemente atingida por um sismo em 1960 que provocou cerca de 12000 mortes, não houve prejuízos materiais. Contudo, o sismo foi sentido pela população que, assustada pela vibração e a lembrança do sismo anterior, fugiu para a praça (relato de testemunha direta). Em Espanha, o sismo foi sentido em inúmeras regiões como Sevilha, Madrid, Málaga, Alicante, Valência, Barcelona, Bilbao, Santander, Valladolid, Astúrias, Badajoz, Corunha e Huelva. Foram diversos os estragos materiais, afetando tanto edifícios particulares, como edifícios públicos, monumentos e Igrejas. Em termos de vítimas, registaram-se 5 vítimas mortais e 6 feridos.

Zonas afetadas em Portugal Continental

Embora as zonas mais afetadas em Portugal correspondam ao distrito de Lisboa e Faro, o sismo foi sentido e afetou diversas regiões ao longo do país. De destacar que Jesus (2017) é dos poucos autores que escreve, num livro de memórias muito depois do sismo, um capítulo sobre as consequências ocorridas em Vila do Bispo.

Os danos observados resumem-se à abertura de fendas (interiores e exteriores) de dimensão e extensão variáveis, no colapso total ou parcial de elementos salientes como chaminés, platibandas e ornamentos, na queda de variáveis porções de estuque e no deslocamento de mobília. Nas regiões de construção mais antiga é ainda citado o colapso de alguns edifícios. Inúmeras foram as Igrejas afetadas ao longo do país, com a abertura de fendas acentuadas nas abóbadas e fachadas assim como o colapso de ornamentos ou das cruces. Em algumas foi ainda observado o colapso total ou parcial de coberturas ou outros elementos estruturais.

Alguns monumentos nacionais e edifícios públicos também sofreram danos. Um dos monumentos mais afetados foi o Mosteiro da Batalha, em Leiria. Os danos observados, segundo o que foi possível apurar, consistiram no deslocamento de pilares na cimalha do alçado principal, na abertura de fendas na torre principal e nas caleiras. Todos os ornamentos de florão neste monumento abateram assim como o para-raios principal.

No entanto, existem algumas regiões onde o sismo foi sentido sem a existência de estragos materiais como o que foi observado no distrito de Castelo Branco, Viseu, Braga e Bragança, por exemplo.

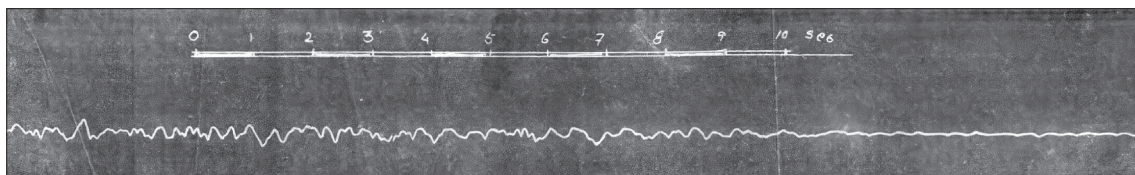


Fig. 1 - Registo acelerométrico obtido pelo sismógrafo existente na Ponte sobre o Tejo (Fonte: Diário de Notícias 01/03/1969).

Fig. 1 - Accelerometric record obtained by the seismograph at the Tagus Bridge (Source: Diário de Notícias 01/03/1969).

Danos Colaterais

Os danos colaterais que podem ocorrer como consequência de um sismo são os tsunamis, as inundações, os incêndios, as avalanches, os deslizamentos de terra e lama, a liquefação do solo, entre outros (Ferreira, 2012, p. 21). São consequências que podem provocar graves danos na população e nas estruturas. Os danos colaterais observados em Portugal Continental causados pelo sismo de 28 de Fevereiro de 1969 ocorreram com maior incidência na zona sul do país.

Na localidade Longueiras, no concelho de Odemira do distrito de Beja, verificou-se a abertura de fendas no solo assim como o deslizamento de terras nos taludes existentes na estrada que segue de Odemira para Vila do Bispo. Foi ainda observada a abertura de extensas fendas no solo num caminho existente entre Bensafrim e a propriedade de Corte do Bispo (Trêpa, 1969, p. 3-5), no distrito de Faro, assim como na localidade de Manteigas, no distrito da Guarda.

Na Praia de Gambozinos, em Sagres no distrito de Faro, ocorreu a queda de blocos rochosos (fot. 1). O mesmo ocorreu na Praia de D. Ana, em Lagos (Faro), mas em menor dimensão (fot. 2).

Ainda no mesmo distrito, em Armação de Pêra, ocorreu a queda de 15 a 20 metros de blocos rochosos na extremidade da falésia desta região (Trêpa, 1969, p. 6). Este fenómeno foi também observado em Portimão e na Trafaria, no distrito de Setúbal. Na primeira localidade, ocorreu a queda de blocos rochosos como consequência da fragmentação de uma rocha (que provocou uma vítima mortal) e na segunda localidade, um bloco rochoso desprende-se do alto da falésia, destruindo parcialmente as instalações de uma fábrica de tecidos (O Século 01/03/1969) (fot. 3).



Fot. 3 - Danos na cobertura da fábrica de tecidos localizada na Trafaria (Fonte: Diário de Notícias 01/03/1969).

Photo 3 - Damage to the roof of the fabric factory located in Trafaria (Source: Diário de Notícias 01/03/1969).

Em Lisboa, do que foi possível apurar, é citado o deslizamento de terras na Quinta do Narigão, na freguesia de São João de Brito, o que colocou em risco inúmeras barracas que aí se localizavam.

Efeitos no mar

Para além das consequências descritas anteriormente, o sismo provocou um pequeno *tsunami* registado no Golfo de Cádiz, Casablanca e em Santa Cruz de Tenerife com uma amplitude de onda de 0.2, 1.2 e 0.2 metros, respetivamente (Ambraseys, 1985, p. 422), e em Cascais e Lagos com uma amplitude de onda de 0.93 e 0.84 metros, respetivamente (Florido, 2019, p. 13).



Fot. 1 - Queda de blocos na Praia de Gambozinos em Sagres, Algarve (Fonte: Trêpa, 1969, p. 22).

Photo 1 - Falling of rock blocks on Gambozino's beach in Sagres, Algarve (Source: Trêpa, 1969, p. 22).



Fot. 2 - Queda de blocos na Praia de D. Ana em Lagos, Algarve (Fonte: Trêpa, 1969, p. 23).

Photo 2 - Falling of rock blocks on D. Ana's beach in Lagos, Algarve (Source: Trêpa, 1969, p. 23).

Regista-se que, pelo menos, 6 navios, a distâncias diferentes do epicentro, tenham sentido o impacto do abalo sísmico. Com as coordenadas de cada navio, foi possível calcular a respetiva distância ao epicentro com o auxílio do programa ArcGis v10.3.1 (2014) (fig. 2).

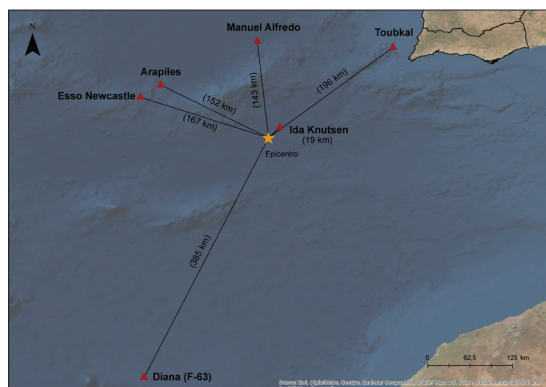


Fig. 2 - Localização dos 6 navios e respetiva distância em relação ao epicentro.

Fig. 2 - Location of the 6 ships and their distance from the epicenter.

O navio português *Manuel Alfredo* foi um dos afetados tanto pelo sismo como pelo pequeno *tsunami* gerado. O referido navio, com um peso bruto de 3300 toneladas e 103 metros de comprimento, tinha aproximadamente 50 passageiros a bordo. Encontrava-se nas coordenadas 37.29°N e 11°W (Florido, 2019, p. 11) quando sentiu um choque violento que fez vibrar todo o navio por, sensivelmente, 30 segundos, o que provocou algum pânico entre os tripulantes. Contudo, não houve registo de danos graves a assinalar como consequência do sismo.

O navio que se encontrava mais próximo do epicentro, a uma distância de, aproximadamente, 19 km, era o navio norueguês *Ida Knutsen*, com as coordenadas 36.12°N e 10.70°W e um peso bruto de 32500 toneladas e 200 metros de comprimento (Florido, 2019, p. 10). As consequências foram avultadas, tendo sido necessário deslocar-se para Lisboa para averiguar a gravidade dos danos estruturais sofridos devido ao impacto vertical, de baixo para cima, que suportou. Todo o equipamento de navegação e comunicação ficou destruído, assim como alguma tubagem e as anteparas interiores. O casco e as vigas ficaram deformados ou rachados e refere-se ainda o facto de os instrumentos que se encontravam pregados às paredes terem sido arrancados, equipamento solto e mobília ter sido lançado para o ar e todos os tanques laterais terem perdido água. Todos estes fenómenos descritos ocorreram num intervalo de, aproximadamente, 10 segundos. Como consequência dos danos sofridos, o navio foi dado como “perda total” (Page *et al.*, 1985, p. 14).

O terceiro navio que se encontrava mais próximo do epicentro diz respeito ao navio petroleiro espanhol *Arapiles*, com um peso bruto de 12500 toneladas e 142

metros de comprimento. Encontrava-se a cerca de 152 km do epicentro, com as coordenadas 36.68°N e 12.28°W. Em relação aos efeitos sentidos, apenas é referido pela tripulação vibrações muito fortes às 3h45min (hora local) (Florido, 2019, p. 11).

O quarto navio que se encontrava mais próximo do epicentro diz respeito ao *Esso Newcastle*, a cerca de 167 km, com as coordenadas 36.52°N e 12.55°W. Tinha um peso bruto de 51429 toneladas e 226.5 metros de comprimento. Tal como ocorreu com o navio *Ida Knutsen*, sentiu-se igualmente um grande choque vertical (Florido, 2019, p. 11). No entanto, não existe registo de danos a reportar.

Toubkal, era o quinto navio mais próximo do epicentro. Tratava-se de um navio de carga que se encontrava a, aproximadamente, 196 km do epicentro, com as coordenadas 37.18°N e 9.20°W. Tinha um peso bruto de 12950 toneladas e 150.3 metros de comprimento. Não foi reportado qualquer dano no navio, apenas que foram sentidas vibrações por cerca de 60 segundos (Florido, 2019, p. 11-12).

Por último, refere-se o navio espanhol *F-63 Diana*, com um peso bruto de 1136 toneladas e 75.5 metros de comprimento. Encontrava-se a, aproximadamente, 385 km do epicentro com as coordenadas 32.80°N e 12.50°W. A vibração sentida pelo navio durou apenas 4 segundos e não existem danos a assinalar como consequência do fenómeno (Florido, 2019, 12).

Com os efeitos acima descritos e recorrendo à escala sísmica de *Rudolph* para sismos sentidos em navios, torna-se possível classificar estes efeitos (TABELA I). Porém, é necessário ter em conta que todo este processo está dependente das informações descritas e da respetiva interpretação. Dado que as descrições dos danos não são muito extensas, futuras análises dos mesmos poderão alterar a intensidade proposta.

Para além dos fenómenos descritos anteriormente, também são mencionados alguns efeitos em Portugal Continental.

Na praia de Cabedelo, a sul de Viana do Castelo, o mar excedeu os seus limites normais tendo a água chegado às dunas da praia (O Primeiro de Janeiro 01/03/1969). No distrito de Viseu é referido que, devido à forte ondulação do solo, as águas do rio transbordaram (Jornal de Notícias 01/03/1969) e no distrito de Setúbal, no Montijo, é mencionado que uma onda, de altura significativa, foi vista ao longo do cais (O Século 01/03/1969).

Em Matosinhos, no distrito do Porto, é referido pelos pescadores que ocorreu uma súbita agitação do mar. Contudo, não se aperceberam da ocorrência do sismo (Diário de Manhã 01/03/1969). Na Fuseta, no distrito de Faro, também é referida a mesma sensação por alguns pescadores (O Século 01/03/1969).

TABELA I - Intensidade atribuída a cada navio em função dos efeitos sentidos.

TABLE I - Intensity attributed to each ship according to the effects felt.

Navio	Resumo dos efeitos	Intensidade
Manuel Alfredo	Choque violento que provocou fortes vibrações, mas sem danos a registar	V
Ida Knutesen	Choque violento de sentido vertical que provocou graves danos estruturais	VIII-IX
Arapiles	Vibrações fortes sem danos a registar	IV
Esso Newcastle	Choque violento de sentido vertical, mas sem danos a registar	V
Toubkal	Vibrações sem danos a registar	IV
F-63 Diana	Vibrações sem danos a registar	III

98

Santos *et al.* (2017), numa simulação do *tsunami* de 1969 e considerando o valor de 1.7 m na zona da rotura da falha, conclui que a elevação máxima do mar em mar alto seria de 1 m, o que demonstra que o *tsunami* não poderá ser responsável pelos impactes descritos nos navios, mas sim as ondas P (nas águas). Segundo essa simulação, a altura das ondas nas costas de Portugal Continental, sul de Espanha e Marrocos é inferior a 1 m.

Carta de Isossistas em 1969

Em Portugal, na época em estudo, a atribuição de intensidades era baseada na Escala de Intensidades de Wood e Neumann (1933), vulgarmente conhecida como Escala de Mercalli Modificada (MM 31) (Wood *et al.*, 1933).

A 3 Março de 1969, Mário Trêpa, do Serviço Meteorológico Nacional, SMN, (agora Instituto Português do Mar e Atmosfera, IPMA) partiu de Lisboa e dirigiu-se a inúmeras províncias do Alentejo e Algarve com o intuito de produzir um relatório referente aos efeitos sentidos durante o sismo, propondo uma carta de isossistas para a Península Ibérica. Posteriormente, ainda no mesmo ano, num estudo publicado por Alfredo Mendes, uma nova carta de isossistas referente apenas a Portugal Continental é apresentada onde foram realizadas algumas alterações às intensidades anteriormente atribuídas, nomeadamente nas regiões sul do continente. Mendes (1969) sugere a atribuição de uma intensidade de VIII apenas para o Cabo de S. Vicente ao passo que Trêpa (1969) propõe uma área mais ampla com a mesma intensidade, abrangendo Aljezur, Vila do Bispo, Sagres e Bensafrim. Já em 1982, num estudo publicado por Mezcua (1982) a intensidade máxima atribuída para a zona sul de Portugal Continental é de VII. Em Espanha a atribuição de intensidades era baseada na Escala Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK), criada em 1964 (Wedvedev *et al.*, 1969).

Outros autores, ao longo dos anos, foram propondo novas cartas de isossistas referentes ao sismo de 1969, sem alterações significativas aos dados anteriormente expostos. Estas intensidades (fig. 3) serão posteriormente comparadas com os resultados obtidos no presente estudo.

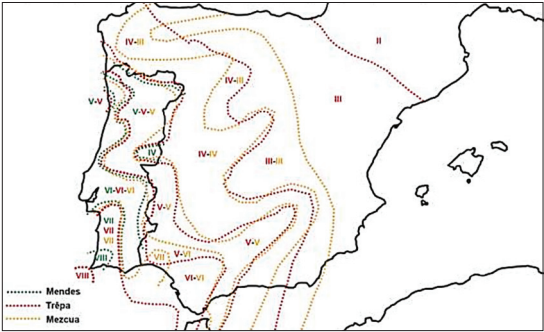


Fig. 3 - Carta de isossistas proposta por Mendes (1969) a verde, Trêpa (1969) a vermelho e Mezcua (1982) a laranja (Fonte: Florido, 2019).

Fig. 3 - Isoleismal Maps proposed by Mendes (ref) in green, Trêpa (ref) in red and Mezcua (ref) in orange (Source: Florido, 2019).

Tratamento da Informação

Neste trabalho, após uma descrição dos efeitos do sismo em todo o Continente irão ser expostas e analisadas com maior profundidade as informações para os distritos de Lisboa, Setúbal e Faro, e calculadas intensidades nessas zonas. Nos capítulos que se seguem explica-se, sucintamente, a metodologia adotada, baseada na Escala Macrossísmica Europeia (EMS-98) (Grünthal, 1998).

Pormenorizando o que se referiu na seção anterior, começou-se por separar os danos referentes aos edifícios particulares, Igrejas e edifícios públicos/monumentos. O objetivo prende-se em analisar os danos sofridos em cada edifício e classificá-los com o intuito de obter o Mapa de Intensidades Macrossísmicas com recurso ao programa ArcGIS® v.10.3.1 (2014). As coordenadas dos edifícios analisados foram obtidas com o auxílio do programa Google Earth Pro® v.7.3. O sistema de coordenadas geográficas utilizado nos mapas que serão apresentados é o WGS84 (World Geodetic System de 1984). Mais detalhes serão apresentados ao longo do texto.

Escala Macrossísmica Europeia (EMS-98)

A escala EMS-98 (Grünthal, 1998) permite, consoante a tipologia construtiva de cada edifício, associar um índice de vulnerabilidade e um grau de dano, com o intuito de

obter a percentagem de edifícios danificados e aplicar as definições de quantidade (“poucos”, “muitos” e “maioria”) descritas na EMS-98 (Grünthal, 1998) (fig. 4). Estas percentagens serão diferentes consoante a área considerada para análise. Procurou-se, sempre que possível, averiguar as consequências sofridas nas edificações em termos de freguesias e concelhos. Esta definição introduz o problema da escala de trabalho (unidade geográfica que se considera). No caso do sismo de 1969, como veremos adiante, no Algarve não foi possível obter a universalidade dos edifícios danificados, nomeadamente no concelho de Lagos, o que torna muito difícil a sua aplicação.

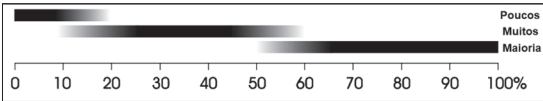


Fig. 4 - Gama de valores considerados para as definições de quantidade (Fonte: Grünthal, 1998, p.17).

Fig. 4 - Range of values considered in the definition of quantities (Source: Grünthal, 1998, p. 17).

Classes de Vulnerabilidade

As classes de vulnerabilidade têm como objetivo diferenciar o comportamento dos edifícios aquando da ocorrência de um sismo, sendo mais ou menos vulneráveis, consoante as suas características estruturais. Deste modo, a escala EMS-98 (Grünthal, 1998) propõe 6 classes decrescentes de vulnerabilidade (A a F) consoante o tipo de estrutura em causa (TABELA II).

No entanto, a vulnerabilidade de uma estrutura não depende única e exclusivamente da sua tipologia construtiva. O estado de conservação e qualidade dos materiais da estrutura, a regularidade, a ductilidade, a posição e o reforço são fatores que devem ser tidos em consideração aquando da atribuição da classe de vulnerabilidade, dado que podem aumentar ou diminuir a sua vulnerabilidade sísmica. A importância do edifício: a sua utilização, o número de andares e utilizadores são também fatores que influenciam o risco da estrutura, uma vez que é importante averiguar o perigo, tanto para os utilizadores como para o ambiente, que o seu colapso apresenta.

Classe de Danos

Com a tipologia construtiva e a classe de vulnerabilidade atribuída, é possível avaliar os danos sofridos pelos edifícios ao atribuir uma classe de danos (D1 a D5) consoante o seu grau e extensão. Esta escala propõe, assim, graus de danos com descrições sucintas para edifícios de betão armado e edifícios de alvenaria (TABELA III), tendo sido este último o tipo de edifício mais afetado. Nesta fase é também de extrema importância discernir o que são danos diretos e danos indiretos.

Os danos diretos podem ser classificados como danos estruturais ou danos não estruturais que ocorrem diretamente nas estruturas edificadas ou infraestruturas. Os danos estruturais são danos que ocorrem na estrutura principal provocando o aparecimento de fissuração nos pilares ou vigas, colapso de coberturas, entre outros, podendo resultar no colapso da estrutura. Os danos diretos não estruturais são, tal como o nome sugere,

TABELA II - Classes de vulnerabilidade por tipologia construtiva.
TABLE II - Vulnerability classes by building type.

Tipo de Estrutura		Classe de Vulnerabilidade					
		A	B	C	D	E	F
Alvenaria	Alvenaria de pedra irregular e solta	○					
	Adobe	○	○				
	Alvenaria de pedra (aparelhada)		○				
	Alvenaria de pedra aparelhada (silhares)			○			
	Alvenaria de blocos de betão ou tijolo (não reforçada)		○				
	Alvenaria com pavimentos de betão (Placa)			○			
	Alvenaria reforçada/Alvenaria confinada				○		
Betão	Estrutura porticada em betão armado sem conceção sismo-resistente			○			
	Estrutura porticada em betão armado com conceção sismo-resistente moderada				○		
	Estrutura porticada em betão armado com conceção sismo-resistente elevada					○	
	Estrutura de paredes em betão sem conceção sismo-resistente			○			
	Estruturas de paredes em betão com conceção sismo-resistente moderada				○		
	Estrutura de paredes com conceção sismo-resistente elevada					○	
Metálica	Estrutura metálica					○	
Madeira	Estrutura de madeira				○		
Classe mais provável		Margem menos provável (casos excecionais)		Margem provável			

danos que ocorrem em elementos não estruturais como, por exemplo, em paredes divisórias, tetos falsos, equipamentos mecânicos e eletrônicos, chaminés, platibandas, entre outros (Ferreira, 2012, p. 57). Embora não altere a capacidade resistente da estrutura, podem comprometer a segurança dos seus utilizadores para além de provocar prejuízos económicos.

Em relação aos danos indiretos, estes podem ser caracterizados como sendo uma consequência de um acontecimento externo que provoca danos na estrutura.

Resultados e Discussão

Distrito de Lisboa

O sismo foi sentido em toda a capital observando-se, essencialmente, o colapso, parcial ou total, de elementos salientes como chaminés, platibandas e ornamentos. Vários automóveis foram atingidos pelo colapso dos referidos elementos. Verificou-se ainda, principalmente nas zonas de construção mais antiga, a abertura de fendas (interiores e exteriores) em inúmeros edifícios. Ocorreu o colapso de algumas coberturas e

paredes, existindo edifícios que se desmoronaram ou tiveram de ser posteriormente demolidos, dado o seu estado de deterioração. Observou-se loiça e vidros partidos, queda de estuque e deslocamento de móveis nas habitações. Os edifícios públicos e monumentos foram também afetados, assim como as Igrejas.

A recolha da informação prendeu-se na análise das edições de jornais realizadas na época e das chamadas telefónicas efetuadas para o Batalhão Sapadores de Bombeiros, designadas “fitas do tempo”, durante o período de 28 de Fevereiro a 31 de Março. Nestes recursos foi possível identificar a localização do edifício citado e o respetivo dano sofrido, tendo sido identificados 909 edifícios particulares, 12 Igrejas e 23 edifícios públicos/monumentos no concelho de Lisboa.

Neste fase, importa referir a dificuldade em aceder a imagens que descrevessem os danos ocorridos em cada edifício identificado, pelo que, frequentemente, se recorreu ao *Google Maps*, e à ferramenta *Street View*, para atribuir a tipologia construtiva assim como outros fatores, nomeadamente, o seu tipo de utilização ou número de andares. Quando se observou que o edifício representado era relativamente recente, procurou-se

TABELA III - Classificação de danos em edifícios de alvenaria.

TABLE III - Damage classification in masonry buildings.

	<p>Grau 1 (D1): Danos negligenciáveis a leves <i>Sem danos estruturais e os danos não estruturais são ligeiros</i> Fendilhação em poucas paredes de alvenaria e não apenas do reboco Pequenas fissuras junto às janelas e portas ≤ 1 mm sem expulsão do material Fissuras horizontais entre paredes ou entrepisos com deslocamentos muito pequenos (≈ 1 mm) Queda de alguns fragmentos de reboco Deslocamento de telhas</p>
	<p>Grau 2 (D2): Danos moderados <i>Danos estruturais ligeiros e danos não estruturais moderados</i> Fendilhação em algumas paredes, junto às janelas e portas até 1 cm Deslocamento entre paredes e pavimentos ou paredes e escadas ou entre paredes ortogonais Queda de rebocos Colapso parcial de chaminés</p>
	<p>Grau 3 (D3): Danos severos <i>Danos estruturais moderados e danos não estruturais graves</i> Fendilhação em muitas paredes, junto às janelas e portas até 1.5 cm Deslocamentos significativos entre paredes e pavimentos ou paredes e escadas ou entre paredes ortogonais Queda de elementos não estruturais (divisórias, empenas, etc.) Colapso total das chaminés e despreendimento de telhas</p>
	<p>Grau 4 (D4): Danos muito graves <i>Danos estruturais graves e danos não estruturais muito graves</i> Queda de telhados e pavimentos Fendilhação muito acentuada nas paredes</p>
	<p>Grau 5 (D5): Destruição <i>Danos estruturais muito graves</i> Colapso total ou parcial</p>

analisar as tipologias dos edifícios adjacentes o que diminui o rigor do processo e há que ter isso em consideração. Sempre que possível, tentou-se averiguar se seria possível aceder a fotografias antigas nos respetivos locais em que o edifício se encontrava. Toda esta fase de atribuição de intensidades é uma estimativa e depende da perceção ou sensibilidade do avaliador que se encontra a fazer a análise quando classifica o respetivo dano. Consequentemente, é necessária a recolha do máximo de informação possível para que essa classificação seja o mais rigorosa possível.

Edifícios existentes em 1969 e respetivas classes de vulnerabilidade no concelho de Lisboa

Na época de 1969, o concelho de Lisboa encontrava-se dividido em 53 freguesias. Para obter o número de edifícios existentes nesse ano, acedeu-se aos Recenseamentos dos anos 1960 e 1970, nomeadamente o Tomo 1 Volume 2 (1964) e o 1º Recenseamento de Habitação (1975), respetivamente.

No que diz respeito às tipologias construtivas dos edifícios existentes em cada freguesia, é necessário recorrer, uma vez mais, a estimativas uma vez que esta informação apenas começou a ser tratada no ano 2001. Acedendo aos dados do Recenseamento do ano de 2001 (Censos, 2002) foi possível obter o número de edifícios existentes por época e principais materiais utilizados na construção e, posteriormente, associar uma classe de vulnerabilidade. O valor total de edifícios em função da sua classe de vulnerabilidade foi obtido separadamente para cada freguesia e para a totalidade do concelho (fig. 5).

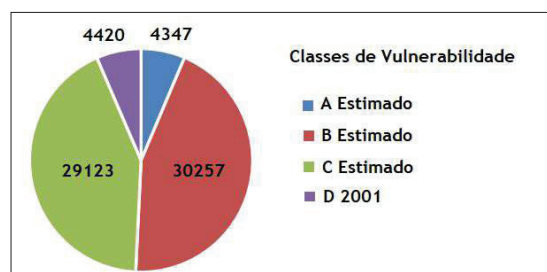


Fig. 5 - Estimativa para o número de edifícios existentes em 1969 por classes de vulnerabilidade em Lisboa.

Fig. 5 - Estimate for the number of existing buildings in 1969 by vulnerability classes in Lisbon.

Tipologias construtivas existentes em Lisboa e respetivas classes de vulnerabilidade

As tipologias construtivas existentes em Lisboa no ano de 1969, resumem-se em alvenaria de pedra, betão e madeira. Em relação aos edifícios de alvenaria de pedra tem-se edifícios Pré-Pombalinos, Pombalinos, Gaioleiros e Mistos (os designados edifícios Placa).

Em termos de habitações em madeira, pretende-se retratar as construções, frequentemente clandestinas, de bairros sociais existentes na época. As casas “abarracadas” poderiam ser estruturas pré-fabricadas de madeira sobre a qual assentavam placas de fibrocimento ou, em zonas mais precárias e ilegais, feitas de papelão e restos de outros materiais. Outras estruturas são os chamados “barracões” utilizados para arrumação de material. Este tipo de construção foi atribuído com uma classe de vulnerabilidade A.

Os edifícios Pré-Pombalinos apresentam um pé-direito reduzido, com um máximo de 4 pisos, e podem ser constituídos por paredes de alvenaria de pedra bem cuidada e emparelhada ou por paredes de alvenaria pobres (adobe ou taipa), apresentando uma classe de vulnerabilidade A ou B, respetivamente.

Os edifícios Pombalinos surgem com a necessidade de reconstruir a cidade de Lisboa após o sismo de 1755 e os edifícios Gaioleiros surgem em meados do século XIX devido, essencialmente, ao aumento da procura no mercado imobiliário. Ambos foram atribuídos com uma classe de vulnerabilidade B. A principal diferença entre os dois é que os primeiros são caracterizados por possuírem uma estrutura em “gaiola” (ou frontal pombalino) nas paredes interiores dos pisos acima do piso térreo, cujo objetivo é melhorar a capacidade de a estrutura resistir a ações horizontais (sismo). Possuem, no máximo, 4 pisos sendo o piso térreo destinado a zonas de comércio e composto por arcos e abóbadas de alvenaria. Já os edifícios Gaioleiros possuem, no máximo, 6 pisos.

Os edifícios Placa, atribuídos com uma classe de vulnerabilidade C, surgem na década 30 do século XX e distinguem-se das tipologias anteriores, essencialmente, pela existência de pavimentos em lajes de betão fracamente armadas que descarregam diretamente nas paredes.

Os edifícios integralmente constituídos em betão armado aparecem nos anos 30 e 40. Foram atribuídos com uma classe de vulnerabilidade C ou D, dependendo se se tratava de edifícios de Betão Armado de 1ª Época (sem conceção sismo-resistente) ou edifícios de Betão Armado de 2ª Época (com conceção sismo-resistente), respetivamente.

Com as classes de vulnerabilidade acima expostas e as definições de quantidade descritas anteriormente, torna-se possível criar matrizes de probabilidade de dano em função da classe de vulnerabilidade atribuída (TABELA IV).

Resumo dos danos observados nos parques habitacional e monumental do concelho de Lisboa

Como já foi referido, foram analisados 909 edifícios no concelho de Lisboa. Dentro destes, foram identificados 903 danos diretos estruturais e não estruturais e 6 danos indiretos ou colaterais.

TABELA IV - Matrizes de probabilidade de dano em função da classe de vulnerabilidade e grau de dano.

TABLE IV - Damage probability matrices according to the vulnerability class and degree of damage.

Classe de Vulnerabilidade A					
Intensidade\Classe de Dano	1	2	3	4	5
V	Poucos				
VI	Muitos	Poucos			
VII			Muitos	Poucos	
VIII				Muitos	Poucos
IX					Muitos
X					A Maioria
XI					-
XII					Destruição Total
Classe de Vulnerabilidade B					
Intensidade\Classe de Dano	1	2	3	4	5
V	Poucos				
VI	Muitos	Poucos			
VII		Muitos	Poucos		
VIII			Muitos	Poucos	
IX				Muitos	Poucos
X					Muitos
XI					A Maioria
XII					Destruição Total
Classe de Vulnerabilidade C					
Intensidade \Classe de Dano	1	2	3	4	5
VI	Poucos				
VII		Poucos			
VIII		Muitos	Poucos		
IX			Muitos	Poucos	
X				Muitos	Poucos
XI				A Maioria	Muitos
XII					A maioria destruídos
Classe de Vulnerabilidade D					
Intensidade\Classe de Dano	1	2	3	4	5
VII	Poucos				
VIII		Poucos			
IX		Muitos	Poucos		
X			Muitos	Poucos	
XI				Muitos	Poucos
XII					Muitos destruídos

Fonte/Source: Grünthal, 1998.

Obteve-se o número total de edifícios atingidos em função da sua tipologia construtiva (TABELA V) e em função da sua classe de vulnerabilidade (TABELA VI). Em relação aos principais danos ocorridos, obteve-se um registo total de 1286 ocorrências, onde a maior incidência corresponde a danos nas chaminés e na abertura de fendas (fig. 6 e 7).

Dado o elevado número de edifícios afetados, apenas se apresentará alguns exemplos representativos da metodologia adotada para a classificação das respetivas classes de vulnerabilidade e graus de dano.

TABELA V - Número de edifícios atingidos em função da sua tipologia construtiva no concelho de Lisboa.
TABLE V - Number of buildings affected according to their type of construction in the municipality of Lisbon.

Tipologia Construtiva	Número de Edifícios Atingidos
Madeira	15
Pré-Pombalino	85
Pombalino	412
Gaioleiro	262
Placa	105
Betão 1ª Época	18
Betão 2ª Época	6
Total	903

Um dos exemplos apresentados trata-se de um edifício Pré-Pombalino (fot. 4), de classe B. Como é possível observar, a informação disponível refere que a “empena abateu parcialmente e outra ameaça ruir” (“fita do tempo”, 1969). Atribuiu-se o grau de dano D3 (Danos Severos), tal como é sugerido na EMS-98 (Grünthal, 1998), para o colapso de elementos não estruturais.

No entanto, para o edifício do *Hotel Francfort* (fot. 5), um edifício Pombalino de classe B, foi atribuído um grau de dano D2 (Danos Moderados), tendo em conta os danos descritos. Sempre que é mencionada a abertura de fendas num edifício, pressupõe-se, em função das diversas descrições recolhidas, que a fendilhação superior a 1 cm não seria recorrente. Apenas se considerou um grau

TABELA VI - Número de edifícios atingidos em função da sua classe de vulnerabilidade no concelho de Lisboa.

TABLE VI - Number of buildings affected according to their vulnerability class in the municipality of Lisbon.

Classe de Vulnerabilidade	Número de Edifícios Atingidos
A	15
B	759
C	123
D	6
Total	903

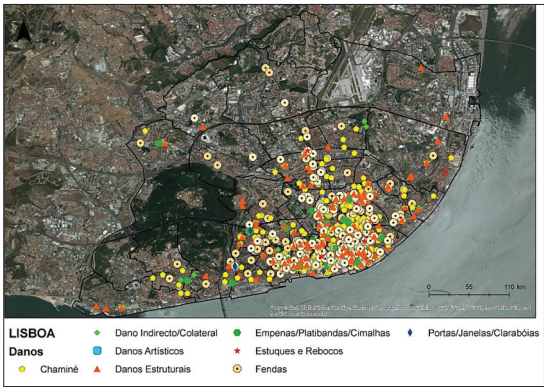


Fig. 6 - Mapa com os principais danos ocorridos no concelho de Lisboa.

Fig. 6 - Map showing the main damage that occurred in the municipality of Lisbon.

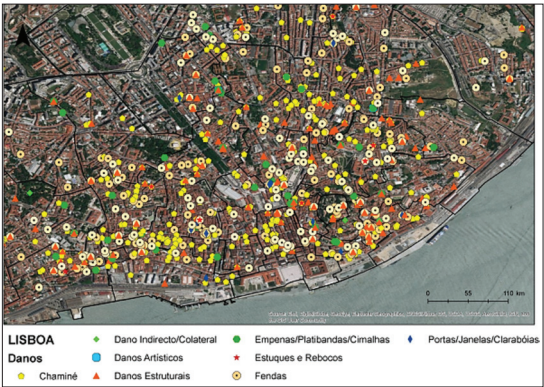


Fig. 7 - Mapa ampliado da fig. 6 com os principais danos ocorridos no concelho de Lisboa.

Fig. 7 - “Zoom” map of Fig. 6 with the main damage that occurred in the municipality of Lisbon.



Fot. 4 - Edifício Pré-Pombalino e respetivas características (Fonte da imagem: Google Maps).

Photo 4 - Pre-Pombaline building and respective characteristics (Image source: Google Maps).

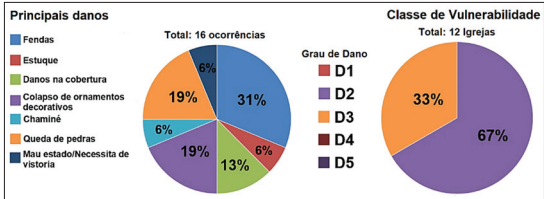


Fig. 8 - Principais danos e respetivos graus de dano observados nas Igrejas do concelho de Lisboa.

Fig. 8 - - Main damage and respective degrees of damage observed in the churches in the municipality of Lisbon.



Fot. 5 - Edifício Pombalino e respetivas características (Fonte: A Capital 28/02/1969).


Photo 5 - Pombaline building and its features (Source: A Capital 28/02/1969).

de dano superior quando era referido que o edifício apresentava fendilhação acentuada ou quando existia uma descrição dos elementos onde esta era observada.

Em relação às Igrejas, foram analisadas 12 Igrejas no concelho de Lisboa, todas de classe C. Verifica-se que, aproximadamente, 67% apresenta uma classe de danos de grau D2 (Dano Moderado) e a maior incidência de danos diz respeito à abertura de fendas (cerca de 31%) (fig. 8).

Uma das Igrejas afetadas e frequentemente mencionada foi a Igreja da Nossa Senhora da Luz. O grau atribuído foi um grau de dano D2, uma vez que a principal consequência se deve a fendilhação já existente (fot. 6).

Foram analisados 21 edifícios públicos/monumentos. Um dos edifícios mais afetado foi o edifício Paços do Concelho, de classe B. Refere-se a abertura de fendas na escadaria, no átrio nobre, na sala do secretário da presidência, na



Identificação: Igreja da Nossa Senhora da Luz
Freguesia: Carnide
Localização: Rua da Fonte nº 2
Tipologia: Alvenaria de Pedra (estrutura em cantaria de calcário lioz ou em alvenaria calcária)
Construção: Séc. XVI
Descrição dos danos: Alargamento de uma fenda já existente e abertura de novas fendas; Queda de pedras e estuque no interior
Classe de Vulnerabilidade: C
Classe de Danos: D2

Fot. 6 - Igreja da Nossa Senhora da Luz e respetivas características (Fonte: Diário de Notícias 01/03/1969).

Photo 6 - Nossa Senhora da Luz Church and its features (Source: Diário de Notícias 01/03/1969).

sala dos vereadores e no salão nobre. Ocorreu o colapso de cerca de 11 m² de estuque e na escadaria todas as colunas quadrangulares de mármore ficaram lascados e as juntas dos plintos deram de si. No 2º piso verificou-se, ainda, o colapso dos tetos em 3 salas de serviço do pessoal (O Comércio do Porto 02/03/1969). Como se verificou a queda de pavimentos e fendilhação extensa em alguns compartimentos atribui-se o grau de dano D4.

Outro edifício fortemente atingido foi o Hospital de São José, tendo sido necessário evacuar os utentes. Os maiores danos centraram-se essencialmente nos serviços 3 (nomeadamente a sala 1, de cirurgia geral e fraturas, e na sala de operações), 5 (sala 1, de ortopedia e fraturas) e 9 (salas 1 e 2). Refere-se a abertura de fendas muito acentuadas nas paredes e nos tetos, tendo alguns destes colapsado parcialmente. A queda de estuque foi substancial, sendo possível observar as estruturas dos pavimentos. É ainda citado o colapso de pedras, com um peso aproximado de 5 kg, assim como de telhas e tijolos (O Primeiro de Janeiro 02/03/1969).

No entanto, existiam alguns danos anteriores ao sismo, nomeadamente no serviço 9 que já apresentava fendilhação. Dado a severidade dos danos foi atribuído um grau de dano D4.

Verificou-se que, dentro desta categoria, cerca de 43% correspondem a danos de grau D3 (Danos Severos), 29% corresponde a grau D2 (Danos Moderados) e 19% corresponde a grau D4 (Danos Muito Graves). A maior incidência de danos corresponde à abertura de fendas (cerca de 39%) e a classe de vulnerabilidade mais atingida corresponde à classe B (cerca de 71% dos edifícios públicos/monumentos atingidos) (fig. 9).

Estimativa da Intensidade Macrossísmica para Lisboa

Para a atribuição de intensidades, obteve-se o número de classes de vulnerabilidade totais atingidas em função do grau de dano atribuído (fig. 10). Observa-se que a maior incidência de danos ocorre em estruturas de classe B (cerca de 83% da amostra em estudo). Os edifícios de

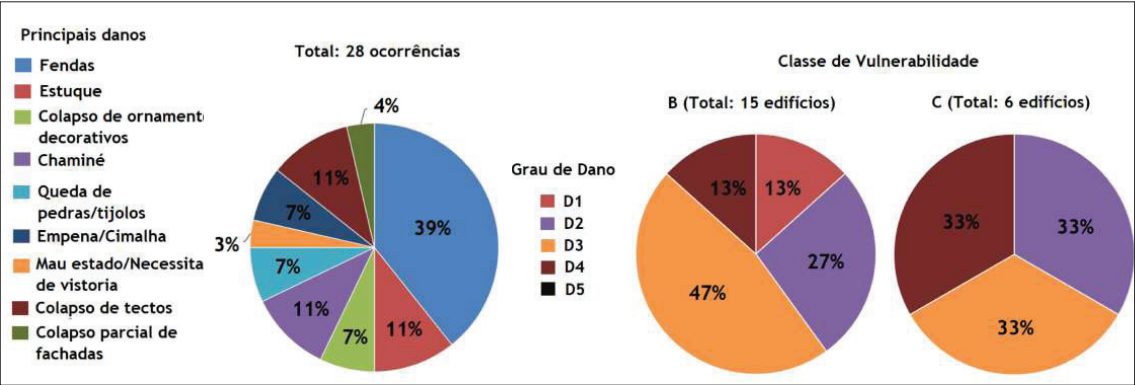


Fig. 9 - Principais danos e graus de dano atribuídos em função da classe de vulnerabilidade nos edifícios públicos/monumentos atingidos no concelho de Lisboa.

Fig. 9 - Main damage and degrees of damage attributed according to the vulnerability class in the public buildings/monuments affected in the municipality of Lisbon.

Betão Armado apresentam danos ligeiros a moderados, nunca apresentando um grau de dano superior a D2, representando apenas cerca de 3% da amostra em estudo.

Dentro da classe de vulnerabilidade B, verifica-se que 54% correspondem a edifícios Pombalinos, 34% a edifícios Gaioleiros e 12% a edifícios Pré-Pombalinos. Globalmente, a maior incidência de danos corresponde a um grau D3 (cerca de 64%) o que está de acordo com o elevado número de chaminés abatidas. Os danos correspondentes a um grau D4 representam apenas 5% da amostra (fig. 11).

Com recurso às matrizes de probabilidade de dano anteriormente expostas, calculou-se, a título de exemplo, a intensidade para a freguesia de Anjos (TABELA VII). Com a definição de “poucos D2, poucos D3 e poucos D4” obtida para uma classe B, infere-se que o valor de intensidade se encontra entre VI e VIII. Para os edifícios de classe C o valor de intensidade encontra-se entre VII e IX. Consequentemente, verifica-se que a intensidade para esta freguesia se encontra compreendida entre os valores VII e VIII. No presente trabalho, considerou-se que o melhor ajuste é dado pela escolha do menor valor do intervalo o que, para esta freguesia, corresponde a uma intensidade de VII.

A mesma metodologia foi adotada para as restantes freguesias (fig. 12). No que diz respeito aos restantes concelhos deste distrito, embora não tenha sido possível

TABELA VII - Valor final de intensidade para a freguesia de Anjos.

TABLE VII - Final intensity value for the parish of Anjos.

Grau de Dano/Classe de Vulnerabilidade	A	B	C	D
D1	0%	0%	0%	0%
D2	0%	2.4%	1.9%	0%
D3	0%	3.3%	1.3%	0%
D4	0%	1.0%	0.5%	0%
D5	0%	0%	0%	0%
Total em 1969	73	509	624	107
Total afetados	0	34	23	0
Definição de quantidade	-	Poucos D2, Poucos D3 e Poucos D4	Poucos D2, Poucos D3 e Poucos D4	-
Valor de intensidade EMS-98	-	VI-VIII	VII-IX	-
Passa a	-	VII	VIII	-
EMS-98 final para a freguesia	VII			

obter informações suficientes sobre a totalidade de edifícios atingidos, intensidades foram atribuídas (fig. 13). Porém, o grau de confiança nesta análise reduz substancialmente, dado que foi necessário aumentar o intervalo de valores considerados. Aplicaram-se as matrizes de probabilidade de dano considerando um intervalo de intensidades que englobasse tanto as classes A como as classes B, dado que se conclui que a probabilidade de edifícios atingidos com classe superior seja reduzida.

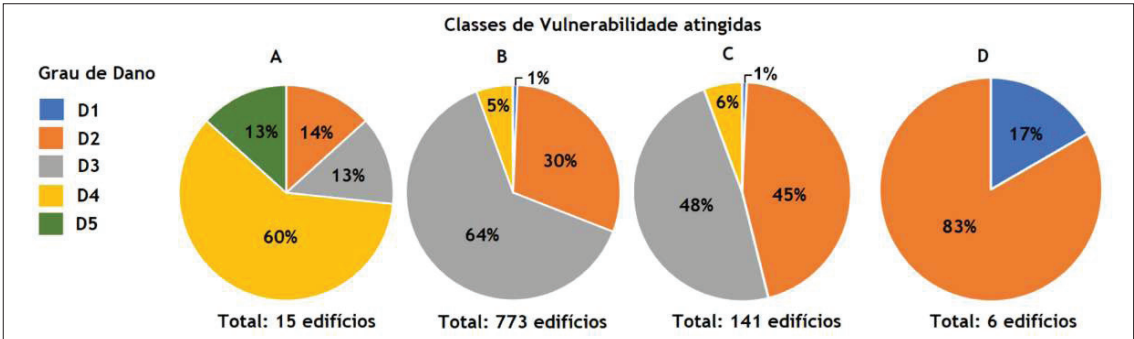


Fig. 10 - Classes de vulnerabilidade atingidas e respetivo graus de dano para o concelho de Lisboa.

Fig. 10 - Affected vulnerability classes and respective degree of damage for the municipality of Lisbon.

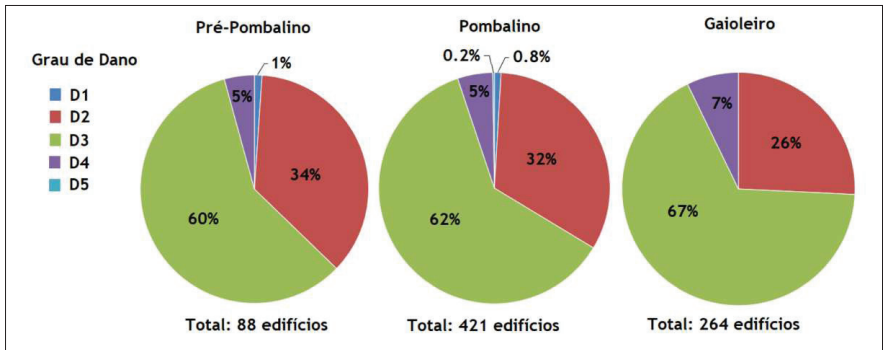


Fig. 11 - Grau de dano por tipologia construtiva (classe B) no concelho de Lisboa.

Fig. 11 - Degree of damage by type of construction (class B) in the municipality of Lisbon.

A título de exemplo, refere-se a metodologia adotada para a localidade de Alenquer. As descrições dos danos sofridos (TABELA VIII) sugerem que a classe de danos a atribuir se encontra entre os graus de dano D3 e D4 (TABELA IX). “Poucos D3” representam uma intensidade de VI para uma classe de vulnerabilidade A ao passo que para a classe B representam uma intensidade VII. Por conseguinte, o intervalo encontra-se entre VI-VII. Por outro lado, para “Poucos D4” o intervalo encontra-se entre VII-VIII, para as classes A e B, respetivamente. Obteve-se, assim, uma intensidade final de VI.

Distrito de Setúbal

Este distrito foi também bastante afetado, existindo um elevado número de edifícios danificados. Verificou-se a queda, parcial ou total, de elementos salientes como chaminés, platibandas e ornamentos e a abertura de fendas (interiores e exteriores). Alguns automóveis foram atingidos pelo colapso dos elementos referidos. Ocorreu o desmoronamento de alguns edifícios e de uma fábrica, tendo outros edifícios que ser demolidos dado

o seu estado deterioração. Os edifícios públicos foram igualmente atingidos assim como as Igrejas. Observou-se, ainda, loiça e vidros partidos e queda de estuques.

Existem, contudo, localidades em que apenas se refere que o sismo foi sentido sem a ocorrência de estragos materiais como, por exemplo, o que ocorreu nas localidades do Barreiro e Cercal do Alentejo.

A recolha de informação prendeu-se na análise das edições dos jornais publicados na época e da carta de danos fornecida pelo Serviço Municipal de Proteção Civil e Bombeiros de Setúbal (Bucho *et al.*, 2019).

Foram identificados 59 edifícios particulares, 7 Igrejas e 6 edifícios públicos/monumentos no concelho de Setúbal que se encontram descritos nos subcapítulos seguintes.

Edifícios existentes em 1969 e respetivas classes de vulnerabilidade no concelho de Setúbal

Na época de 1969, o concelho de Setúbal encontrava-se dividido em 6 freguesias.

TABELA VIII - Descrições recolhidas para o concelho de Alenquer.

TABLE VIII - Collected descriptions for the municipality of Alenquer.

Localidade	Descrições recolhidas
Alenquer	Refere-se o colapso de um alpendre localizado no Largo da Rainha Santa Isabel (Diário de Lisboa 01/03/1969). Na localidade de Meca refere-se que, aproximadamente, dez casas ficaram em ruínas, entre elas, o edifício da escola. No Casal Monteiro também se registaram alguns prejuízos e no edifício da Câmara de Alenquer ocorreu o colapso parcial do teto no salão nobre e alguns ombreais abriram fendas (Diário de Notícias 01/03/1969)

TABELA IX - Exemplo ilustrativo da aplicação da EMS-98 e atribuição de intensidades.

TABLE IX - Example of application of EMS-98 and assignment of intensities.

Localidade	Síntese de danos	Grau de dano	Definição de quantidade	Intensidade EMS-98	Passa a	EMS-98	EMS-98 Final
Alenquer	Colapso de alpendre	D3	Poucos D3 e Poucos D4	VI-VII	VI	6.7	VI
	10 casas em ruína	D4		VII-VIII	VII		
	Colapso parcial de teto	D4		VII-VIII	VII		

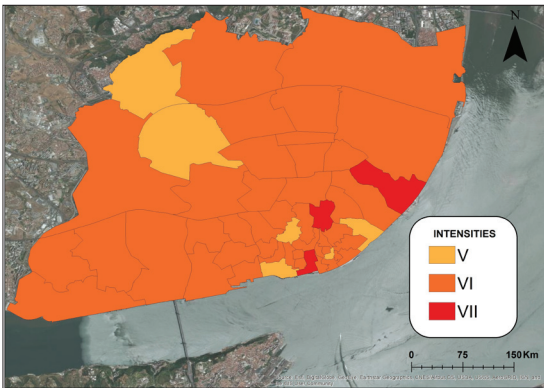


Fig. 12 - Mapa de Isossistas obtido para cada freguesia analisada no concelho de Lisboa.

Fig. 12 - Iseisimal Map obtained for each parish of the municipality of Lisbon.

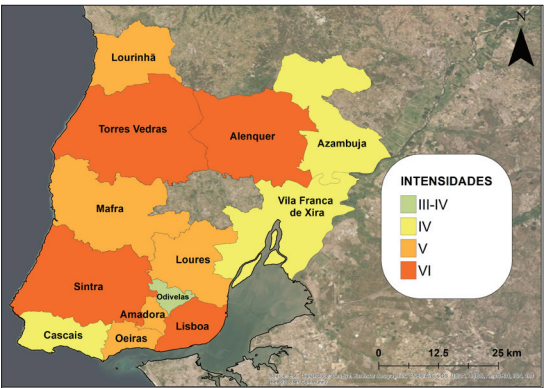


Fig. 13 - Mapa de Isossistas para o distrito de Lisboa.

Fig. 13 - Iseisimal Map for the district of Lisbon.

Para a estimativa do número de edifícios e respetivas tipologias construtivas existentes em cada freguesia, utilizou-se o mesmo critério adotado para o concelho de Lisboa. As tipologias construtivas existentes neste concelho no ano de 1969 são as anteriormente referidas para o concelho de Lisboa: alvenaria de pedra, betão e madeira. Contudo, a definição de Pré-Pombalino, Pombalino e Gaioleiro em função da época de construção são difíceis de aplicar fora do contexto de Lisboa. Por conseguinte, não se fará esta distinção nos restantes distritos.

Dito isto, estimou-se o valor total de edifícios existentes nas freguesias do concelho de Setúbal em função da sua classe de vulnerabilidade para o ano de 1969 (fig. 14). As freguesias de São Lourenço e de São Simão não foram contabilizadas na presente análise, uma vez que não foi possível obter informações sobre os possíveis danos sofridos como consequência do sismo.

Resumo dos danos observados nos parques habitacional e monumental do concelho de Setúbal

Em relação aos edifícios particulares, obteve-se o número de edifícios totais atingidos em função da sua classe de vulnerabilidade (TABELA X) e localizou-se cada dano em mapa (fig. 15). Obteve-se um registo total de 95 ocorrências (TABELA XI) onde, à semelhança do que se observou no concelho anterior, a maior incidência consiste em danos nas chaminés e na abertura de fendas.

TABELA X - Número de edifícios atingidos em função da sua classe de vulnerabilidade no concelho de Setúbal.

TABLE X - NNumber of buildings affected according to their vulnerability class in the municipality of Setúbal.

Classe de Vulnerabilidade	Número de Edifícios Atingidos
A	1
B	51
C	5
D	2
Total	59

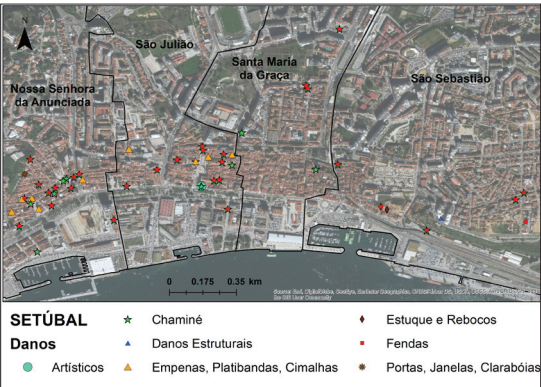


Fig. 15 - Mapa com os principais danos ocorridos no concelho de Setúbal (Adaptado de Bucho et al., 2019).

Fig. 15 - Map showing the main damage that occurred in the municipality of Setúbal (Adapted from Bucho et al., 2019).

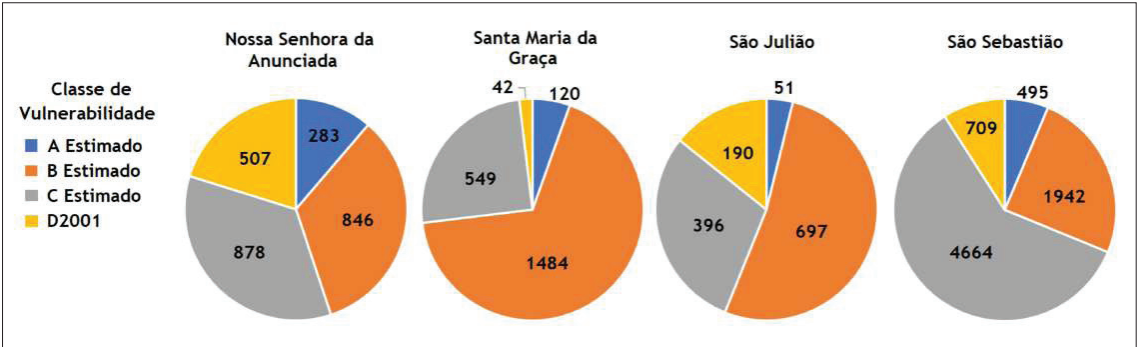


Fig. 14 - Estimativa para o número de edifícios existentes em 1969 por classe de vulnerabilidade em Setúbal.

Fig. 14 - Estimate for the number of buildings in 1969 by vulnerability classes in Setúbal.

TABELA XI - Principais danos observados no concelho de Setúbal.

TABLE XI - Main damage observed in the municipality of Setúbal.

Freguesias	Portas, Janelas, Claraboias	Fendas	Chaminés	Empenas, Platibandas, Cimalhas	Estuques e Rebocos	Artísticos	Danos Estruturais	Total
Nossa Sra. da Anunciada	1	12	17	5	0	0	0	35
Santa Maria da Graça	0	3	5	0	0	0	0	8
São Julião	0	14	16	3	1	0	1	33
São Sebastião	0	8	6	0	2	0	1	17
Total	1	37	44	8	3	0	2	95

Em relação às Igrejas, foram identificadas 7 Igrejas neste concelho, todas de classe C, e os danos observados incidem, essencialmente, no colapso de ornamentos decorativos (cerca de 34%). Verifica-se que, aproximadamente, 57% apresenta uma classe de danos de grau D2 (fig. 16).

Em relação aos edifícios públicos/monumentos, nesta categoria apenas foi possível identificar 6 edifícios públicos. Na generalidade, os danos incidem em escolas primárias, tendo sido identificado um edifício pertencente à Direção das Finanças. Os principais danos consistiram no colapso de chaminés, abertura de fendas e queda de estuque. Dos 6 edifícios analisados, 4 apresentavam uma classe de vulnerabilidade B (50% com grau de dano D2 e os restantes D3) e 2 apresentavam uma classe de vulnerabilidade C e graus de dano D3.

Estimativa da Intensidade Macrossísmica para Setúbal

Dentro das classes de vulnerabilidade identificadas (fig. 17) verifica-se, uma vez mais, que a maior incidência de danos ocorre em estruturas com classe B (correspondente a cerca de 75% da amostra em estudo) e com grau de dano D3.

Aplicando a metodologia adotada para o concelho anterior, calcularam-se as intensidades de cada freguesia deste concelho (fig. 18). Através dos dados expostos, atribui-se uma intensidade de VI para o concelho de Setúbal.

Devido à escassez de informação disponível sobre as restantes localidades deste distrito, foi adotado o mesmo critério estabelecido para o distrito anterior. Por conseguinte, através das diversas descrições recolhidas e aumentando o intervalo de classes atingidas, foi possível atribuir intensidades aos restantes concelhos (fig. 19).

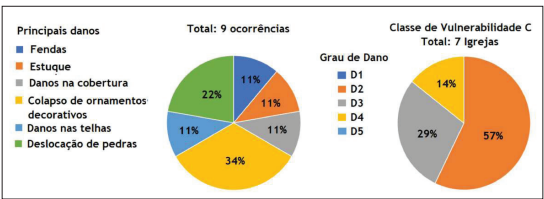


Fig. 16 - Principais danos e respetivos graus de dano observados nas Igrejas do concelho de Setúbal.

Fig. 16 - Main damage and respective degrees of damage observed in the churches of the municipality of Setúbal.

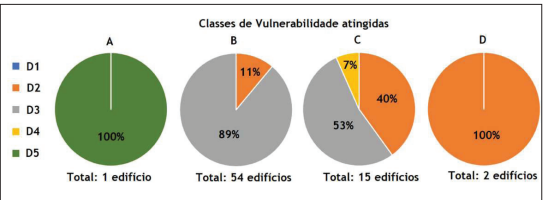


Fig. 17 - Classes de vulnerabilidade atingidas e respetivos graus de dano para o concelho de Setúbal.

Fig. 17 - Affected vulnerability classes and respective degree of damage for the municipality of Setúbal.

Distrito de Faro

Este foi, sem dúvida, o distrito mais afetado. Ocorreu o colapso, total ou parcial, de inúmeros edifícios, chaminés, platibandas, paredes e ornamentos e a abertura de extensas fendas (interiores e exteriores). As zonas mais afetadas correspondem às localidades de Silves, Fuseta, Lagos, Tavira, Castro Marim, Portimão, Faro, Vila do Bispo, Vila Real de Santo António, Fonte de Louseiros, Bensafrim, Loulé, Aljezur, Barão de São Miguel, Barão de São João, Armação de Pêra, Monchique e Albufeira. De facto, em Fonte de Louseiros, das 16 habitações ali existentes apenas 1 sobreviveu, embora bastante afetada. Em Bensafrim, regista-se o colapso de mais de 50 habitações e em Vila do Bispo cita-se que 70% das habitações encontravam-se bastante afetadas. Inúmeros foram os edifícios públicos, monumentos e Igrejas afetados ao longo deste distrito.



Fig. 18 - Mapa de Isossistas obtido para cada freguesia analisada no concelho de Setúbal.

Fig. 18 - Isoseismal Map obtained for each parish analysed in the municipality of Setúbal.

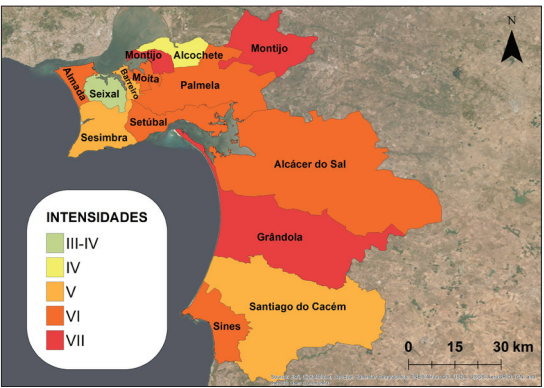


Fig. 19 - Mapa de Isossistas para o distrito de Setúbal.

Fig. 19 - Isoseismal Map for the district of Setúbal.

Infelizmente, a documentação existente é bastante escassa ou foi deslocada/perdida. Por conseguinte, a análise das intensidades incidirá essencialmente ao nível dos concelhos sendo necessário, à semelhança do que ocorreu nos distritos anteriores, efetuar alguns “pressupostos”. Esta análise ao nível dos concelhos suaviza, inevitavelmente, as intensidades atribuídas, visto que se aumenta substancialmente a área em análise. O ideal seria reunir informações suficientes para poder atribuir intensidades ao nível dos lugares, aproximando assim os resultados à realidade.

Em resumo, foram analisados 40 edifícios particulares, 34 Igrejas e 13 edifícios públicos/monumentos, embora as informações referidas na imprensa reporte mais de 400 imóveis danificados (por exemplo O Século 01/03/1969). Numa consulta ao Arquivo de Processos da Câmara Municipal de Portimão (1969) foi possível verificar que houve cerca de 100 processos de vistoria (ver ficha-tipo em Oliveira, 2019) e apontados 174 casos de pedido de ajuda.

Edifícios existentes em 1969 e respetivas classes de vulnerabilidade no concelho de Faro

Na época de 1969, o distrito de Faro encontrava-se dividido em 16 concelhos e as tipologias construtivas existentes neste distrito são as anteriormente referidas: alvenaria de pedra, betão e madeira.

A grande incidência de danos neste distrito deve-se, fundamentalmente, ao elevado número de construções em taipa existentes. Este tipo de construção é, atualmente, completamente desaconselhado devido ao seu deficiente desempenho sísmico em zonas de perigosidade sísmica. Os materiais utilizados apresentam reduzida resistência à tração e uma elevada fragilidade sendo estas construções pouco propensas a suportarem ações perpendiculares ao plano das paredes (Lourenço *et al.*, 2010, p. 5).

Estimou-se o número total de edifícios existentes por classes de vulnerabilidade para cada concelho deste distrito e, igualmente, para a sua totalidade (fig. 20).

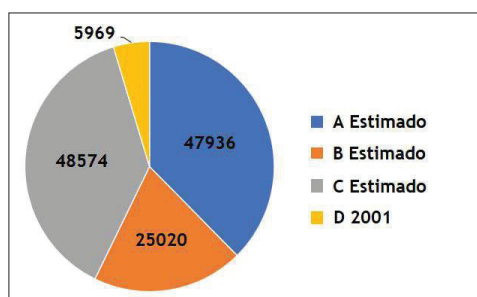


Fig. 20 - Estimativa para o número de edifícios existentes em 1969 por classes de vulnerabilidade no distrito de Faro.

Fig. 20 - Estimate for the number of buildings in 1969 by vulnerability classes in the district of Faro.

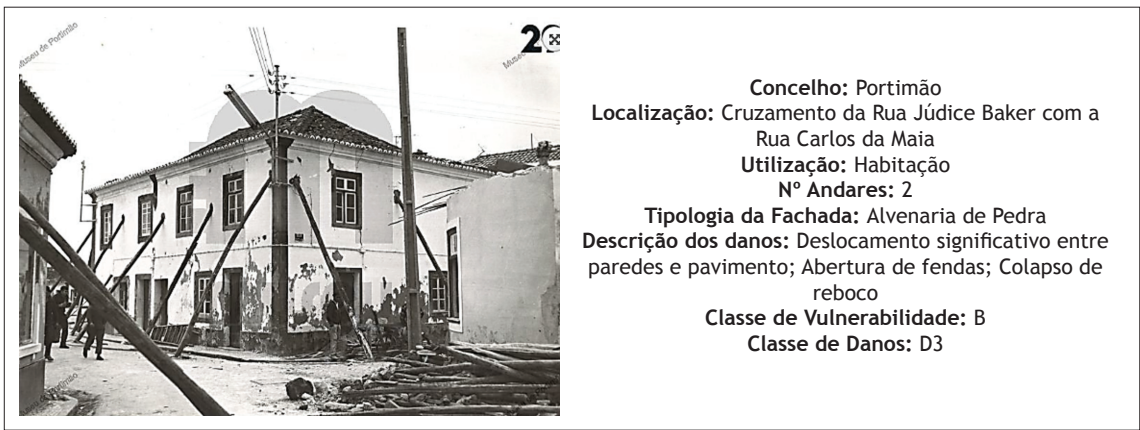
Resumo dos danos observados nos parques habitacional e monumental no distrito de Faro

Como já foi referido, não foi possível obter o número exato de edifícios atingidos neste distrito. Isto porque, existe imensa informação que foi perdida/deslocada e, por conseguinte, não foi possível localizar, em mapa, todos os edifícios danificados. Ou porque as descrições obtidas descrevem apenas a generalidade dos danos e não indicam o edifício específico ou porque o edifício terá sido posteriormente demolido não sendo possível localizá-lo atualmente. Com isto, em relação aos edifícios particulares, apenas foi possível obter amostras para os concelhos de Portimão e Loulé. Foi então possível analisar 7 edifícios no concelho de Loulé e 33 edifícios no concelho de Portimão.

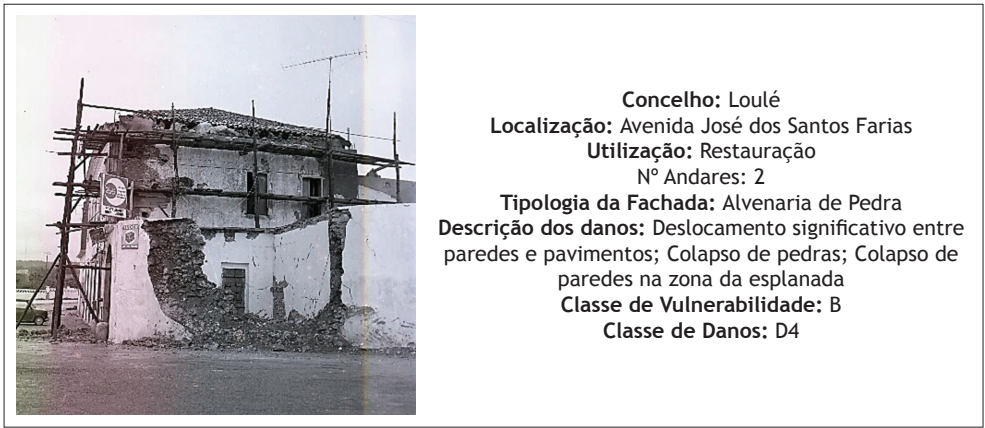
Loulé, na sua generalidade, não sofreu elevados prejuízos como consequência do sismo. No entanto, embora apenas tenha sido possível localizar 7 fotografias, infere-se que, pelo menos, 50 casas tenham sofrido danos. Refere-se, ainda, que foi necessário proceder à demolição de 4 edifícios localizados na Rua de José Fernandes Guerreiro, dado o seu elevado estado de deterioração. Na localidade de Boliqueime, pertencente a este concelho, inúmeros edifícios abriram fendas, de extensões variáveis, existindo edifícios que se encontravam em perigo de colapsar. Os edifícios que mais danos sofreram situavam-se no Largo do Poço e perto da estação dos caminhos de ferro (Diário de Notícias 02/03/1969). Em relação ao concelho de Portimão, os estragos foram mais avultados. Observou-se, em inúmeras ruas desta região, vários edifícios escorados (fot. 7) tendo, inclusive, ocorrido o colapso de algumas habitações. Ocorreu, igualmente, o colapso, total ou parcial, de diversos elementos salientes como chaminés e empenas.

A título de exemplo, refere-se o que foi possível recolher de um edifício de restauração (fot. 8) existente no concelho de Loulé. Como é possível observar, foi necessário escorar o edifício visto que apresentava risco iminente de ruir. Na zona da esplanada ocorreu ainda o colapso total e parcial de paredes de alvenaria. Tendo em conta os extensos danos, optou-se por atribuir um grau de dano D4.

Em relação às Igrejas, foram identificadas 34 Igrejas ao longo deste distrito. Uma das Igrejas foi a Igreja de Nossa Senhora de Alva, também designada de Igreja Nova, em Aljezur. Constituída por paredes de alvenaria de pedra e cal, sofreu graves danos como consequência do sismo, ficando praticamente em ruína. Os arcos, as abóbadas e a torre apresentavam-se fortemente fendilhados. As colunas interiores de alvenaria apresentavam deslocamentos significativos (aproximadamente 15 cm) assim como as paredes da fachada da torre (Marecos *et al.*, 1970, p. 12). Tendo em conta os danos descritos, atribui-se um grau de dano D4.



Fot. 7 - Edifício de alvenaria existente no concelho de Portimão e respetivas características (Fonte: Museu de Portimão).
Photo 7 - Masonry building in the municipality of Portimao and its characteristics (Source: Portimao Museum).



Fot. 8 - Edifício de alvenaria existente no concelho de Loulé e respetivas características (Fonte: Serviço Municipal de Proteção Civil de Loulé).
Photo 8 - Masonry building in the municipality of Loulé and its characteristics (Source: Serviço Municipal de Proteção Civil de Loulé).

Em suma, os principais danos incidem na abertura de fendas (40%). 68% das Igrejas analisadas apresenta uma classe de danos de grau D3 e 21% uma classe de danos de grau D4 (fig. 21). Neste distrito, a maioria das Igrejas atingidas apresenta uma classe de vulnerabilidade B e localizam-se nas regiões mais rurais.

Em relação aos edifícios públicos/monumentos, foi possível identificar 13 edifícios.

Um dos edifícios mais afetado foi o Hospital Ribeira Ramos em Castro Marim. Este hospital ficou praticamente destruído devido ao colapso da zona onde se encontrava a maternidade. O primeiro abalo provocou o colapso da parede traseira deste hospital e as réplicas que se seguiram o colapso do teto e de 2 empenas laterais. Indiretamente, o colapso deste edifício provocou a destruição de uma habitação contígua. Por conseguinte, foi atribuído com um grau de dano D5 (Destruição).

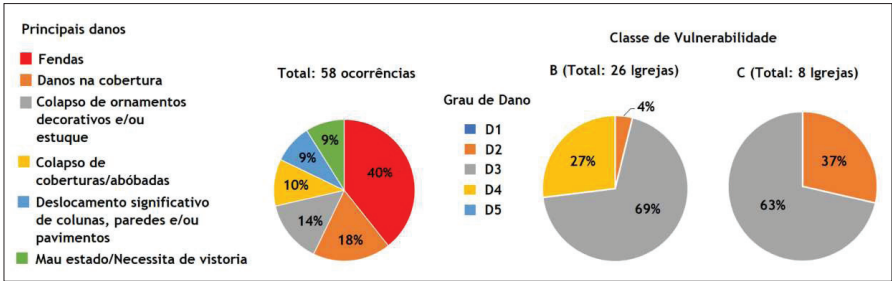


Fig. 21 - Principais danos e respetivos graus de dano atribuídos em função da classe de vulnerabilidade nas Igrejas do distrito de Faro.
Fig. 21 - Main damage and respective degrees of damage observed by vulnerability class in the churches of the district of Faro.

Escolas foram igualmente afetadas. A Escola Primária da Bordeira, em Aljezur, foi uma das fortemente danificadas apresentando fendilhação nos arcos de suporte do alpendre. Esta escola era de construção recente, constituída por alvenaria de pedra cuidada com linteús e cintas de betão armado (Marecos *et al.*, 1970, p. 10).

Foram igualmente observados danos nos faróis, nomeadamente nos concelhos de Vila do Bispo e Vila Real de Santo António. Cita-se o derreamento de mercúrio e abertura de fendas em inúmeras paredes. O forte de Catarina, em Portimão, e o forte de Nossa Senhora da Rocha, em Lagos, apresentavam importantes prejuízos sendo necessário reparar extensas fendas e coberturas.

O Castelo de Castro Marim, considerado Monumento Nacional e de construção do século XIII, apresentava estragos elevados, principalmente na ala norte onde a parte superior das muralhas colapsou.

Nesta categoria, verifica-se que a maior incidência de danos corresponde à abertura de fendas (cerca de 42%) e que, aproximadamente, 63% dos edifícios atingidos apresenta uma classe de danos de grau D3 (fig. 22).

Estimativa da Intensidade Macrossísmica para o distrito de Faro

Para a amostra em estudo, considerando apenas os concelhos de Loulé e Portimão, verifica-se que a maior incidência de danos ocorre em estruturas com classe de vulnerabilidade A (cerca de 54%) e com grau de dano D3. A atribuição de intensidades para estes concelhos, seguiu a mesma metodologia adotada anteriormente. Obteve-se, assim, uma intensidade de VII para ambos os concelhos.

As intensidades para os restantes concelhos foram calculadas tendo em conta as diversas descrições recolhidas e considerando um intervalo de classes de vulnerabilidade entre A e B, uma vez que segundo a amostra o número de edifícios atingidos com esta última classe é significativo. Se a descrição refere que se tratava de habitações rurais ou de construção antiga, a classe A

foi adotada. Adicionalmente, foi possível a atribuição das intensidades ao nível de algumas localidades, nomeadamente para Vila do Bispo, Bensafrim, Fonte de Louseiros e Castro Marim onde foi possível recolher informações ao nível dos edifícios danificados (fig. 23).

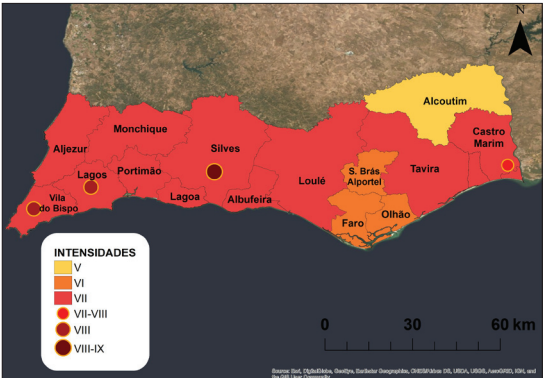


Fig. 23 - Mapa de Isossistas obtido para os concelhos do distrito de Faro.

Fig. 23 - Isoseismal map obtained for the municipalities of the district of Faro.

Comparação dos resultados obtidos com outros estudos

Foram identificados e analisados cerca de 1081 edifícios ao longo dos distritos em análise, o que permitiu a atribuição de intensidades ao nível das freguesias e concelhos.

Cerca de 64% apresentam uma classe de danos de grau D3 (Danos Severos), principalmente na zona centro. Globalmente, as estruturas mais afetadas apresentam uma classe de vulnerabilidade A ou B.

É importante referir que, no caso do distrito de Faro, como não foi possível obter o número de edifícios totais atingidos em cada concelho analisado, os graus de dano obtidos são inferiores às intensidades atribuídas anteriormente (fig. 24). De facto, seria de esperar a existência de classes de dano de grau D5 em algumas localidades a barlavento tais como Bensafrim, Fonte de Louseiros, Vila do Bispo, entre outras.

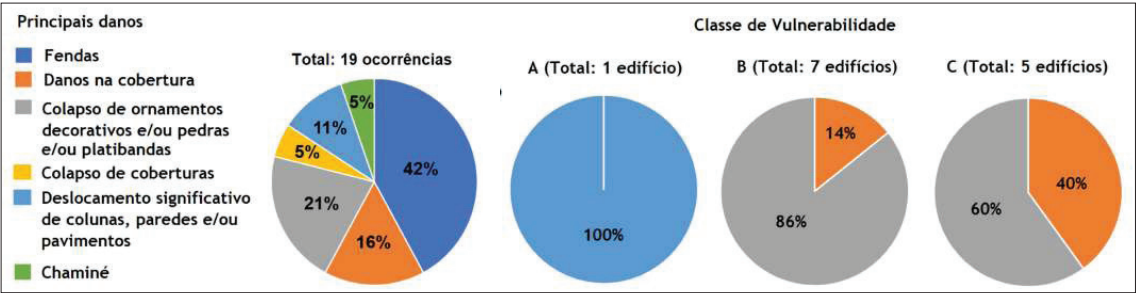


Fig. 22 - Principais danos e graus de dano atribuídos em função da classe de vulnerabilidade nos edifícios públicos/monumentos atingidos no distrito de Faro.

Fig. 22 - Main damage and degrees of damage assigned according to the vulnerability class in the public buildings/monuments affected in the district of Faro.

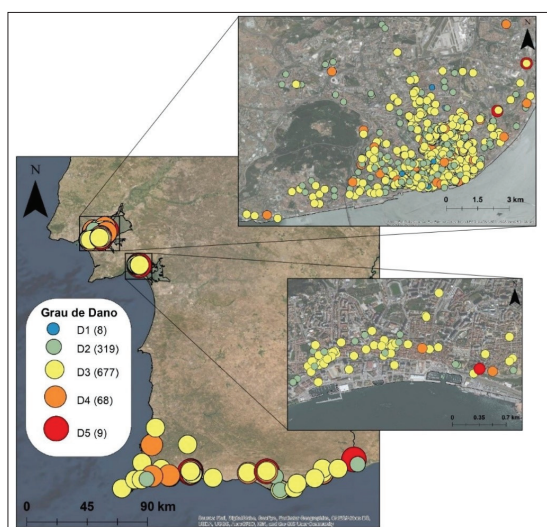


Fig. 24 - Graus de Dano atribuídos na área de Lisboa e no sul de Portugal.

Fig. 24 - DDegree of Damage assigned in the centre and south of Portugal.

No que diz respeito ao concelho de Lisboa, o elevado número de graus D3 encontra-se de acordo com as descrições recolhidas, uma vez que a grande maioria dos danos nos edifícios correspondem ao colapso de elementos não estruturais como chaminés, platibandas ou outros ornamentos. A baixa de Lisboa foi a região mais afetada, principalmente, as freguesias da Graça, Santa Justa, Santos-o-Velho e São Nicolau onde foi elevado o número de ocorrências registadas. Correspondem a zonas onde é elevado número de edifícios Pré-Pombalinos e Pombalinos (o que é ainda observado atualmente). A freguesia de São Jorge de Arroios também apresentou um elevado número de ocorrências, incidindo, essencialmente, em edifícios Gaioleiros. Em Setúbal, os graus D3 são mais incidentes na zona oeste da cidade.

Em relação às intensidades obtidas para os distritos em análise, estas apresentam algumas diferenças em relação aos valores sugeridos em estudos anteriores, nomeadamente na zona sul do país. Tal como foi referido anteriormente, Trêpa (1969) e Mendes (1969) sugerem a atribuição de uma intensidade VIII para as zonas sudoeste do distrito de Faro. No entanto, a intensidade máxima calculada para o distrito de Faro é de VII. Ao analisar as intensidades por Mezcua (1982) verifica-se que este sugere, igualmente, uma intensidade máxima para a zona sul de VII, o que está de acordo com os resultados obtidos. Para os distritos de Lisboa e Setúbal, as intensidades são semelhantes às anteriormente definidas (fig. 25).

Conclusão

A análise de sismos passados possibilita a compreensão do impacto causado tanto ao nível das edificações como as consequências provocadas a nível social e económico.

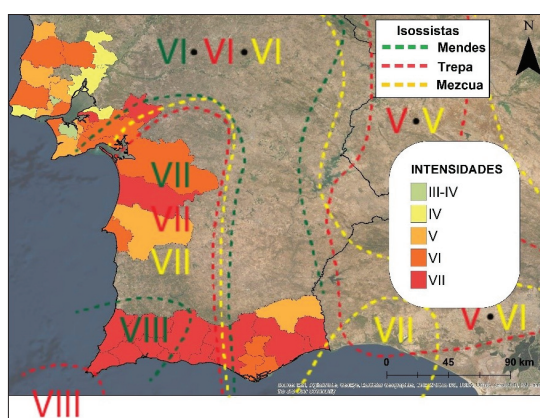


Fig. 25 - Comparação entre as intensidades obtidas e as intensidades definidas em estudos anteriores.

Fig. 25 - Comparison of the results obtained and the intensities defined by other studies.

Por conseguinte, o estudo realizado sobre o sismo de 28 de Fevereiro de 1969 permitiu compilar as diversas informações espalhadas por várias locais, desde os jornais existentes na época e alguns elementos soltos em câmaras municipais, arquivos, listas de chamadas telefónicas, entre outros, e comparar os resultados obtidos com os trabalhos publicados na altura do sismo. Este estudo, depois de uma descrição geral do que ocorreu em todo o Continente, concentrou-se essencialmente na zona Centro-Sul, designadamente nos Distritos de Lisboa, Setúbal e Faro, onde o impacto foi maior. Embora não seja um sismo muito conhecido, conclui-se que, de facto, provocou muito mais danos e mais vítimas do que anteriormente se conhecia.

Estas informações permitiram, assim, analisar um largo conjunto de edifícios atingidos, na cidade de Lisboa e outras a sul, e determinar, em cada uma delas, as zonas de maior impacto sísmico e quais as tipologias construtivas mais vulneráveis. De acordo com a EMS-98, estas correspondem a edifícios de vulnerabilidade A ou B. As construções antigas, presentes essencialmente na zona baixa de Lisboa e nas zonas rurais do Algarve, não apresentam características sismo-resistentes, sendo necessário tomar medidas que assegurem a segurança física da população.

Embora tenha sido possível aglomerar informações importantes sobre o presente tema, este deve ser alvo de um estudo contínuo. Como se trata de um acontecimento que ocorreu há mais de 50 anos houve, infelizmente, muita informação que foi perdida ou encontra-se em parte incerta, sendo essencial acrescentar mais elementos a este extenso conjunto já reunido. Nomeadamente, sobre as regiões do continente que não foram analisadas no presente trabalho. A repetição de um sismo de intensidade semelhante ou superior é inevitável, o que torna crucial o estudo de sismos passados para a criação de medidas de mitigação de risco sísmico.

Agradecimentos Institucionais

Este texto é baseado na Dissertação de Mestrado realizada pelo 1º autor (Ana Vieira) em 2020 e não poderia ser feito sem o auxílio das seguintes entidades institucionais: Serviço Municipal de Proteção Civil de Setúbal (CMS); Serviço Nacional de Proteção Civil (à época do sismo) pelo acesso à lista de chamadas telefônicas, designadas de “fita do tempo”, 1969, efetuadas na sequência da ocorrência do sismo; Câmara Municipal de Portimão (CMP) e de Lagos (CMLagos) por permitirem acesso a informação sobre o sismo; Serviço Municipal de Proteção Civil de Loulé (CMLoulé); Hemeroteca de Lisboa, Museu de Portimão (MP) e Câmara Municipal de Vila do Bispo.

Agradece-se também a todos quantos proporcionaram recolha de elementos para este trabalho, nomeadamente, da CMS, CMP, CMLagos CMLoulé e MP. Agradece-se também a um revisor anónimo que muito contribuiu para a clarificação da primeira versão deste manuscrito.

Referências bibliográficas

- Ambraseys, N. (1985). *A Damaging Seaquake in Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Volume 13 nº 3. Londres, Inglaterra, p. 421-424.
- Arquivo Municipal de Portimão (1969). *Inquérito aos estragos causados pelo sismo de 28 de Fevereiro de 1969*. Processo: 005:1969.
- Bucho, J. L., Aleluia, A., Guerra, V., Mendes, P. (2019). *Memória do Sismo de 1969, 28 de Fevereiro - a noite em que Portugal tremeu*. Serviço Municipal de Proteção Civil e Bombeiros (SMPCB). Setúbal, 12 p.
- Custódio, S., Dias, N., Carrilho, F., Góngora, E., Rio, I., Marreiros, C., Morais, I., Alves, P., Matias, L. (2015). Earthquakes in Western Iberia: improving the understanding of lithospheric deformations in slowly deforming region. *Geophysical Journal International*, 203, no.1, 127-145.
DOI: <https://doi.org/10.1093/gji/ggv285>
- Escala sísmica de Rudolph para sismos sentido em navios* em Trepa, M. Relatório do inquérito levado a caso nas Províncias de Estremadura, Alto Alentejo, Baixo Alentejo e Algarve sobre o sismo de 28 de Fevereiro de 1969. Serviço Meteorológico Nacional. Lisboa, Março de 1969, Anexo VIII e IX.
- ESRI ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, ARCGIS (2014) - Geographic Information System, Versão 10.3.1, Califórnia, EUA.
- Ferreira, M. A. (2012). *Riscos Sísmicos em Sistemas Urbanos (Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil)*. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 21-181.
- “Fita do tempo” (1969). Listagem cedida pelo Batalhão Sapadores de Bombeiros de Lisboa.
- Florida, J. (2019). *Effects of the 28th February 1969 Cape Saint Vincent Earthquake from the available documentary sources*. Instituto Espanhol, 27 p.
- Google Earth Pro (2019), Versão 7.3 <https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>
- Grünthal, G. (1998). *European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98)*. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Volume 15, Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Luxembourg, 99 p.
- Hemeroteca Digital. *O Sismo de 1969 na imprensa portuguesa* em Hemeroteca Municipal de Lisboa. <http://hemerotecadigital.cm-lisboa.pt/EFEMERIDES/Sismo1969/Sismo1969.htm> [Consultado em Abril de 2019].
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (1964). *X Recenseamento geral da população no continente e ilhas adjacentes*, Tomo 1, Volume 2, Parte I e II, Lisboa p. 227 a 473.
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (1975). *1º Recenseamento de Habitação: continente e ilhas, 1970, Estimativa a 20%*, Lisboa, p. 291-306.
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (2002). *Censos 2001 - Resultados definitivos. Quadros de Apuramento (Edifícios-freguesia)*. Disponível em: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=377750&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1&pcensos=61969554 [Consultado em Setembro de 2019].
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (2002). *Censos 2001 - Resultados definitivos. Região do Algarve. Quadros de Apuramento (Edifícios-freguesia)* https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=377828&PUBLICACOESmodo=2 [Consultado em Dezembro de 2019].
- Jesus, A. V. (2017). *Vila do Bispo: Lugar de Encontros*, Vol II (Edição CM Vila do Bispo).
- Lourenço, P. B., Oliveira, D., Schueremans, L., Silva, R. (2010). *A Construção em Taipa e os Sismos*. 8º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica, p. 1-6.
- Marecos, J., Castanheta, M. (1970). *Estudo do comportamento de estruturas sob a ação do sismo de 28 de Fevereiro de 1969*. Memórias nº 357, LNEC. Lisboa, 24 p.
- Medvedev, S. V., Sponheuer, W. (1969). *Scale of seismic Intensity (MSK)*. Proceedings 4WCEE, 4, vol1, A2-143-153.

- Mezcua, J. (1982). Catálogo general de isossistas de la Península Ibérica. Instituto Geográfico Nacional, Madrid, España.
- Miranda, J. M., Carrilho, F. (2014). *45 Anos do sismo de 28 de Fevereiro de 1969*. Relatório IPMA. Lisboa, 17 p.
- Museu de Portimão (2019). *Efeitos do tremor de terra de 1969*. Coleção de fotografias. URL: <http://pesquisa.museudeportimao.pt/> [Consultado em Março de 2019].
- Oliveira, C. S. (2019). *Riscos Sísmicos, Aprender com o Passado: O caso de 1969*. Em Riscos Sísmicos, Aprender com o Passado, Estudos Cindínicos, (Coord: L. Lourenço e A. Gomes), Riscos - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, Coimbra, 19-46.
- Page, R. e Basham, P (1985). Earthquake Hazards in the Offshore Environment. *U.S. Geological Survey Bulletin*, Volume 10, n.º 3-4, 14 p.
- Quintino, J. (1970). *O Sismo de 28 de Fevereiro de 1969*. Separata do Boletim do Laboratório Mineralógico e Geológico, Faculdade Ciências, 11, 265-292.
- Santos, A., Fonseca, N., Queirós, M., Zêzere, J. L., Bucho, J. L. (2017). *Implementation of Tsunami Evacuation Maps at Setubal Municipality*, Portugal. *Geosciences*, Volume 7, n.º 116.
DOI: <https://doi.org/10.3390/geosciences7040116>
- SMPC-LOULÉ (2019). Serviço Municipal de Proteção Civil de Loulé. Praça da República, 8104-001, Loulé.
- SIPA - SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O PATRIMÓNIO ARQUITETÓNICO. URL: http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SitePageContents.aspx?id=08a335ea-db85-4fdd-862b-fe6e623e44a8 [Consultado em Abril de 2019].
- Teixeira, C. (1975). *Alguns aspetos geológicos dos efeitos do sismo de 28 de Fevereiro de 1969*. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, Volume XIX, Portugal, 239-250.
- Trêpa, M. (1969). *Relatório do inquérito levado a cabo nas Províncias de Estremadura, Alto Alentejo, Baixo Alentejo e Algarve sobre o sismo de 28 de Fevereiro de 1969*. Serviço Meteorológico Nacional. Lisboa, 41 p.
- Wood, H.O., Neumann, F. (1933). Modified Mercalli intensity scale of 1931. *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol 2, 277-283.