

Regiões de maior risco sísmico de Portugal Continental

Perigosidade, vulnerabilidade e análise de risco

Maria Luísa Sousa | Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)

Entre os desastres naturais, os sismos são aqueles que têm o potencial de causar os efeitos mais devastadores.

Em Portugal, a concentração da população em zonas em que a atividade sísmica se caracteriza por uma frequência reduzida de acontecimentos de grande impacto, aliada à existência de construções vulneráveis aos fenómenos sísmicos, revelam a importância de não se subestimar a ameaça sísmica e de se adotarem medidas efetivas para a redução do risco sísmico.

O

presente artigo tem como objetivo contribuir para melhorar a perceção do risco sísmico a que o território de Portugal Continental está sujeito, em especial as regiões de Lisboa e Vale do Tejo (LVT) e o Algarve.

Abordam-se os conceitos de perigosidade, vulnerabilidade e risco sísmico e exemplificam-se estes conceitos com análises de risco efectuadas nas regiões mencionadas.

Definição de conceitos

No âmbito da Estratégia Internacional para a Redução de Desastres das Nações Unidas, foi revista a terminologia ligada ao tema, em 2009.

Com base nesta referência e em estudos efetuados em Portugal relativos a efeitos de sismos, apresentam-se os conceitos principais utilizados no domínio do risco de desastres, particularizados para o tema do risco sísmico:

- O perigo (ou ameaça) corresponde ao fenómeno sísmico que tem o potencial

de causar danos; a perigosidade sísmica é a probabilidade de determinado nível da ação sísmica ser excedido, num dado local e intervalo de tempo especificado. Geralmente, o nível da ação sísmica é traduzido por variáveis que medem a intensidade do movimento do solo (intensidade macrossísmica, aceleração, etc.).

- A *exposição* engloba os elementos em risco (pessoas, sistemas construídos, etc.) que podem ser afetados adversamente no caso de um sismo ocorrer, por se encontrarem numa região sujeita ao perigo sísmico.

- A *vulnerabilidade sísmica* reflete a capacidade que um determinado elemento em risco tem para resistir ou para ser afetado pelo perigo sísmico, sendo condicionada pela severidade da ação de um sismo no local. Em estudos regionais de risco sísmico é usual realizar um inventário georreferenciado da exposição, que inclui fatores que caracterizam a vulnerabilidade sísmica dos elementos.

- Os *danos* correspondem aos efeitos físicos adversos causados por um sismo de determinada intensidade sobre o elemento em risco.

- As *tipologias* são subconjuntos de sistemas construídos com características idênticas em termos da sua vulnerabilidade à ação sísmica. No caso dos edifícios, as tipologias identificam-se pelo respetivo desempenho sísmico, que é condicionado basicamente pelas suas soluções estruturais.

- Finalmente, o *risco sísmico* exprime a probabilidade de se igualar, ou exceder, um determinado valor de perdas, num dado local e intervalo de tempo, e decorre de nesse local existirem elementos vulneráveis expostos a determinados níveis de perigosidade sísmica.

Análise do risco sísmico

É corrente, em estudos de risco sísmico, estimarem-se indicadores de risco de longo prazo, avaliando-se, por exemplo, os valores anuais esperados das perdas causadas por sismos numa região. As perdas anualizadas podem ser estimadas em termos absolutos ou relativos, sendo, no último caso, normalizadas pelos valores da exposição. É também usual em estudos de risco sísmico estimarem-se as perdas resultantes de cenários sísmicos especificados.

TABELA 1 | Exposição e valor anual esperado de perdas

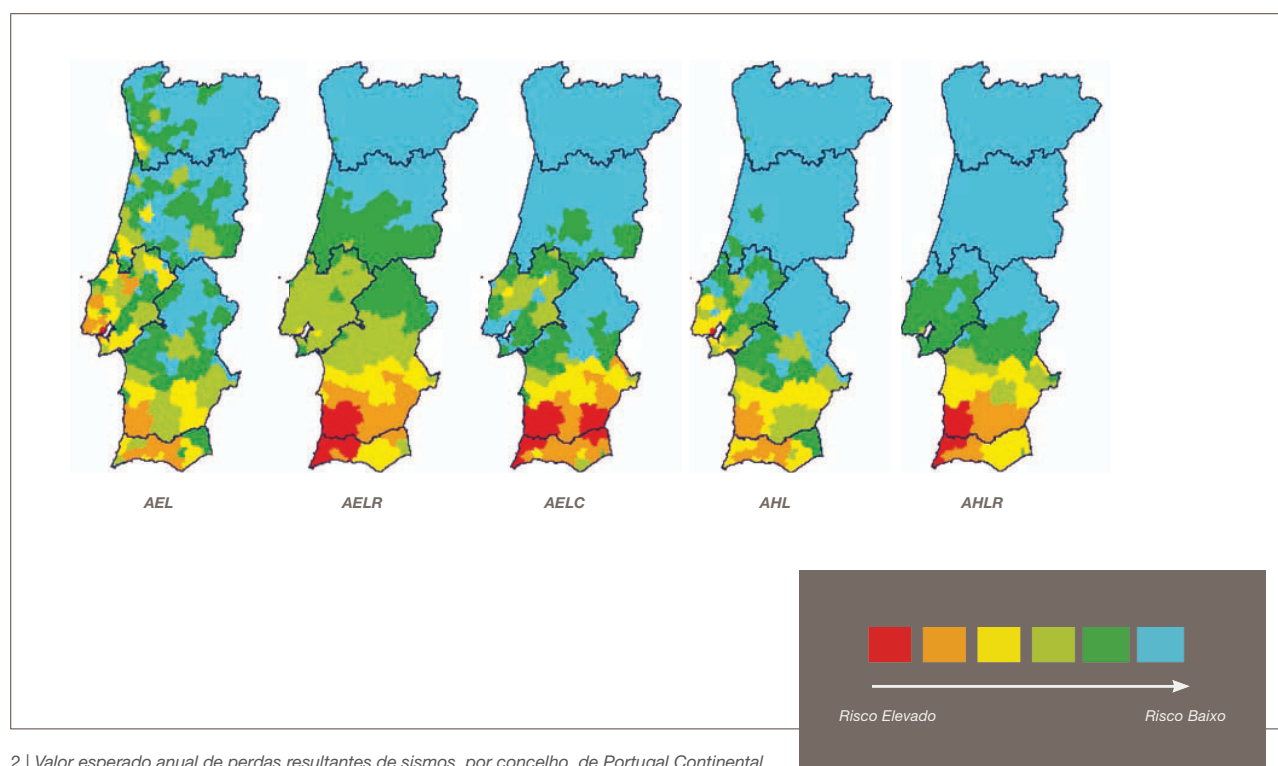
De seguida, são ilustrados estes dois tipos de estudos para o Continente português, para a região de LVT, para a Área Metropolitana de Lisboa (AML) assim como concelhos limítrofes e para o Algarve.

A tabela 1 apresenta as estimativas obtidas de indicadores de risco económico e social, absolutos e relativos. Estas estimativas foram calculadas por métodos probabilísticos, para as unidades administrativas NUT II do Continente, recorrendo-se ao Simulador de Cenários Sísmicos do LNEC.

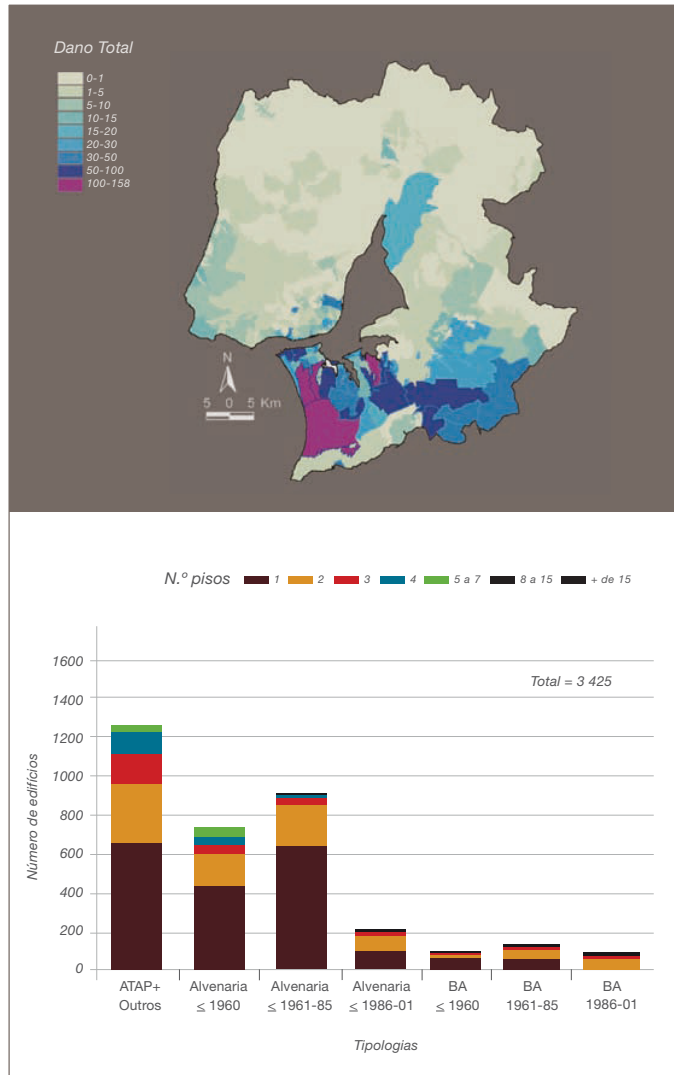
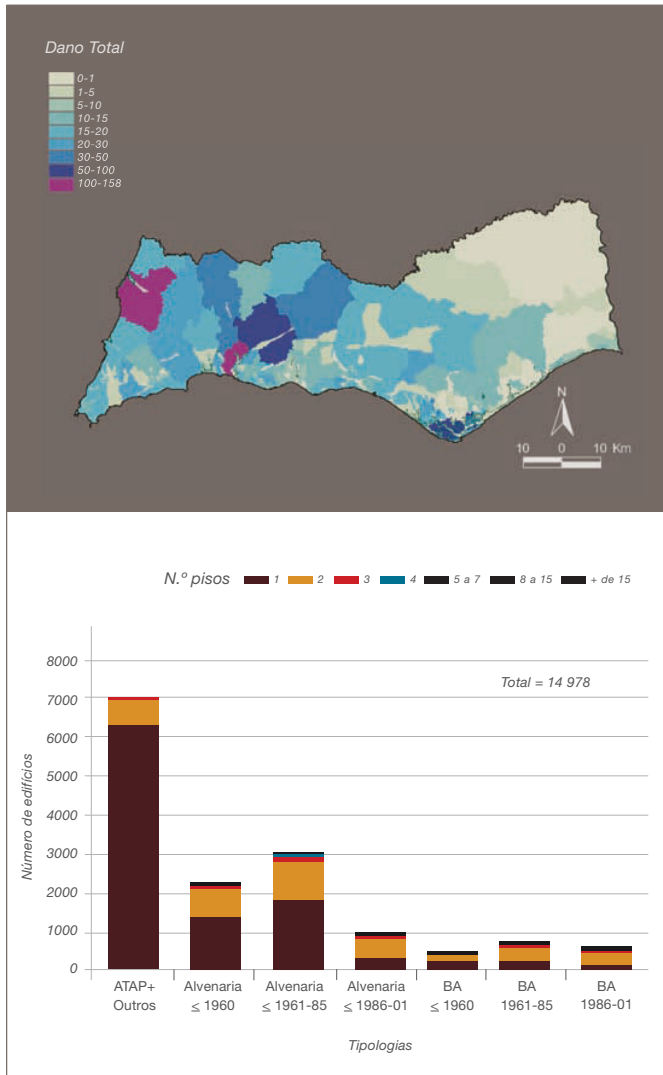
As variáveis *AEL*¹ e *AHL* traduzem, respetivamente, os valores anuais esperados de perdas económicas e de vítimas mortais, devidamente ponderados pela perigosidade sísmica da região analisada. As variáveis *AELR*, *AELC* e *AHLR* traduzem os valores anuais esperados das perdas relativas. A variável *AELR* resulta da normalização dos valores anuais esperados de perdas económicas (*AEL*) pelo valor de exposição do parque habitacional, a variável *AELC* resulta da normalização de *AEL* pela população total residente na região e, finalmente, a variável *AHLR* resulta da normalização de *AHL* pela mesma população.

Os dados utilizados relativos à exposição de edifícios habitacionais e de indivíduos residentes resultam de apuramentos realizados nos Censos 2001.

	Norte	Centro	LVT	Alentejo	Algarve	Total PT	
EXPOSIÇÃO	Concelhos [#]	86 (31%)	78 (28%)	51 (18%)	47 (17%)	16 (6%)	278 (100%)
	Edifícios [#]	1 100 329 (37%)	758 480 (25%)	721 868 (24%)	256 439 (9%)	160 543 (5%)	2 997 659 (100%)
	Indivíduos [#]	3 667 602 (37%)	1 773 498 (18%)	3 426 179 (35%)	531 520 (5%)	390 310 (4%)	9 789 109 (100%)
	Área edif. [m ² · 10 ⁶]	247 (40%)	141 (23%)	155 (25%)	37 (6%)	31 (5%)	611 (100%)
	VEPH [€ · 10 ⁶]	124 312 (40%)	69 312 (22%)	82 530 (27%)	18 108 (6%)	15 460 (5%)	309 722 (100%)
	VEPH / PIB 2001 [%]	101	56	67	15	13	252
	AEL [€ · 10 ⁶]	17 (13%)	18 (14%)	56 (42%)	19 (14%)	24 (18%)	135 (100%)
INDICADORES DE RISCO SÍSMICO	AEL / PIB 2001 [%]	0,014	0,015	0,046	0,016	0,019	0,110
	AELR [‰]	0,14	0,27	0,68	1,06	1,54	0,44
	AELC [€ per capita]	5	10	16	36	61	14
	AHL [#]	0,2 (2%)	0,4 (3%)	5,6 (40%)	2,7 (19%)	5,2 (37%)	14,1 (100%)
	AHLR [‰]	0,0001	0,0002	0,0016	0,0052	0,0133	0,0014



2 | Valor esperado anual de perdas resultantes de sismos, por concelho, de Portugal Continental.



3 | Número de edifícios colapsados, total e parcialmente, para um cenário sísmico semelhante ao de 1755. Esquerda: Algarve; direita: AML; [(ATAPS = Adobe, Taipa e Alvenaria de Pedra Solta).

Os traços mais salientes revelados na presente síntese de resultados são os seguintes:

- A região Norte, que agrupa 31 por cento dos concelhos de Portugal Continental, é responsável por 40 por cento do valor de exposição do seu parque habitacional (VEPH). É nela que se observa a maior concentração de elementos humanos em risco, agrupando 37 por cento da população residente no Continente.
- As maiores perdas absolutas anuais em consequência de sismos são esperadas na região de LVT. Esta região, que representa 27 por cento do VEPH de Portugal Continental, é responsável por 42 por cento do total das suas perdas económicas absolutas anuais (AEL). O segundo maior valor de AEL é ocupado pelo Algarve, que agrupa apenas 5 por cento do VEPH de Portugal Continental, mas que, graças à sua perigosidade e vulnerabilidade elevadas, se torna responsável por 18 por cento das perdas económicas absolutas anuais.

- Analisando os riscos humanos, constata-se que é também na região de LVT que se esperam as maiores perdas absolutas anuais em consequência de sismos (AHL) (40 por cento), sendo seguida de perto pela região do Algarve (37 por cento).
- O risco sísmico específico (AELR e AHLR) cresce sempre do Norte para o Sul do país, independentemente das perdas analisadas serem económicas ou humanas. Este resultado é consistente com a influência regional da perigosidade sísmica.

O mesmo tipo de resultados é representado na fig. 1, de uma forma qualitativa, com a desagregação geográfica correspondente aos concelhos de Portugal Continental.

Em seguida apresentam-se resultados de análises de risco, condicionados por cenários sísmicos de ocorrência. Na fig. 2 analisa-se os efeitos de um cenário de ação sísmica semelhante ao de 1755 nas regiões da AML e do Algarve. Os mapas

representam a distribuição geográfica do número de edifícios colapsados, total e parcialmente, nestas duas regiões; nas figuras em baixo ilustra-se a distribuição dos mesmos edifícios por tipologia construtiva. A menor incidência de edifícios colapsados na parte Norte da AML e no Sotavento Algarvio é essencialmente um reflexo da distribuição geográfica da intensidade da ação sísmica que foi simulada. Verifica-se ainda uma menor incidência de colapsos em edifícios de betão armado (BA) e nos edifícios mais recentes de alvenaria, construídos entre 1986 e 2001■

1. Os acrónimos escolhidos para as variáveis refletem as iniciais das seguintes designações inglesas: Annualized Economic Loss (AEL), Annualized Human Loss (AHL), Annualized Economic Loss Ratio (AELR) e Annualized Human Loss Ratio (AHLR).