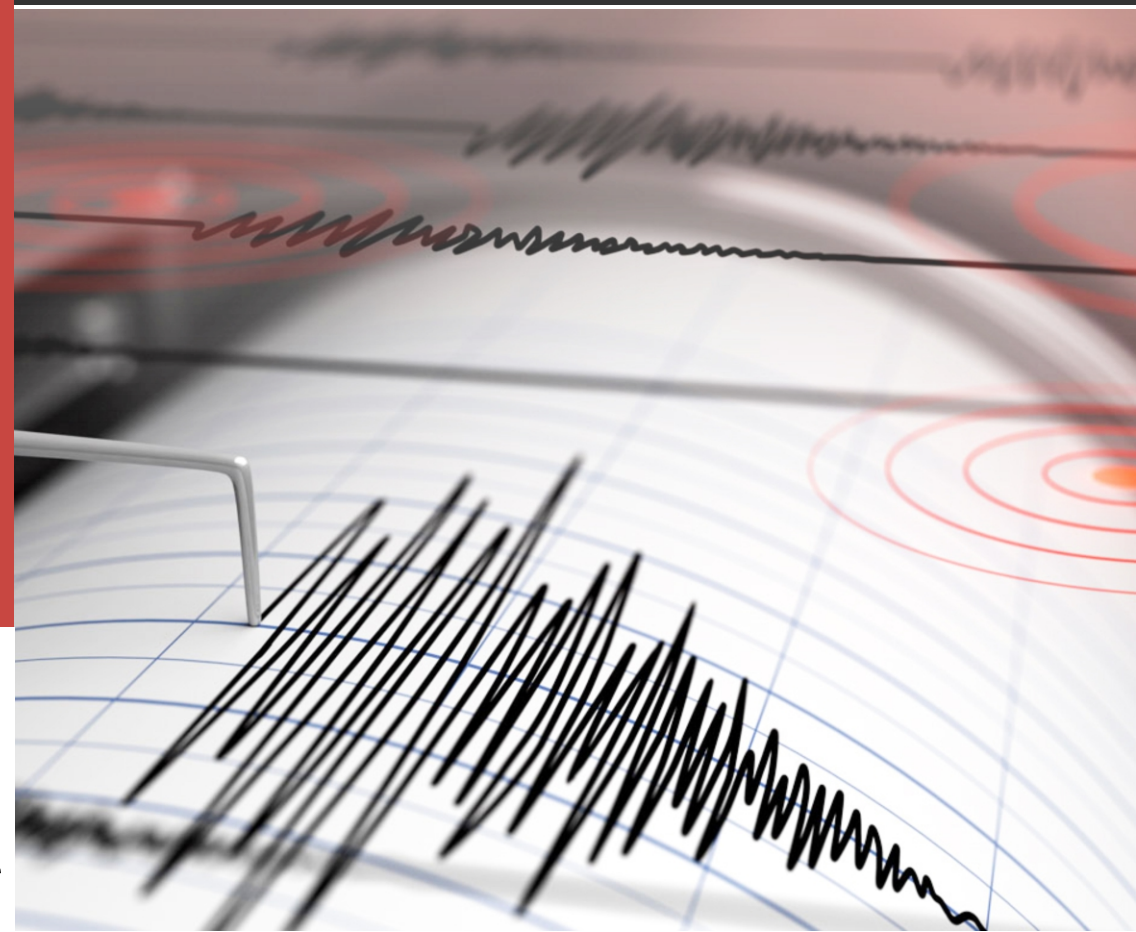




UNIVERSIDADE
DE ÉVORA

COMO NOS PODEMOS PROTEGER CONTRA OS SISMOS?

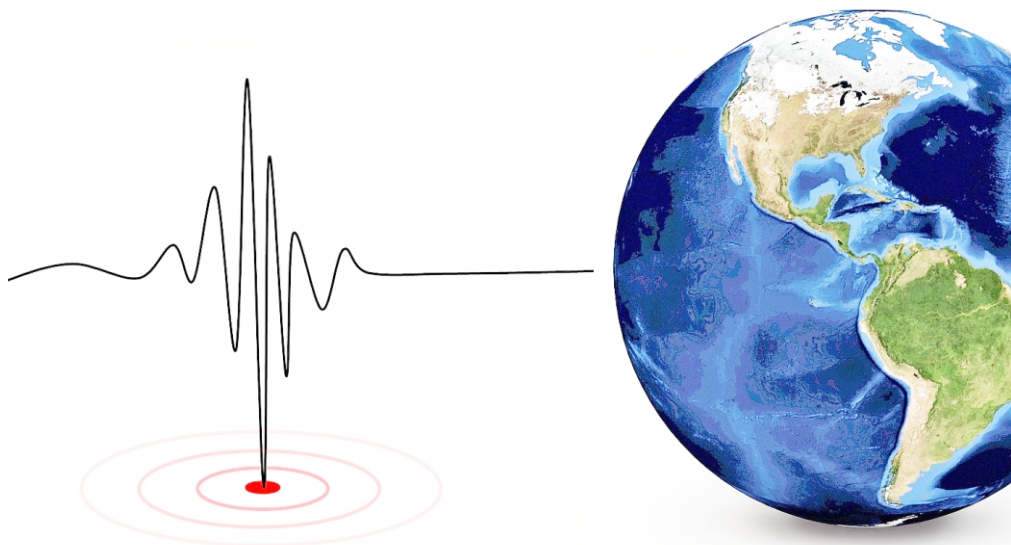


UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA



Instituto de Ciências da Terra
Institute of Earth Sciences





Não podemos impedir a ocorrência de um sismo, mas podemos tentar prevê-lo e tomar as devidas precauções e disposições para minimizar as suas consequências no plano humano. A redução do número de vítimas durante um sismo passa por adaptar as estruturas dos edifícios e de outros tipos de obras às solicitações dinâmicas. É o objecto da construção anti-sísmica.

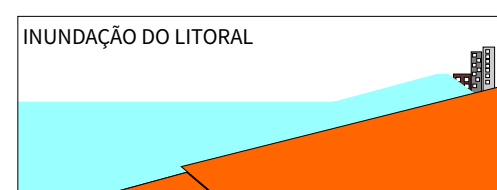
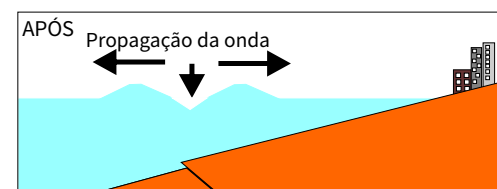
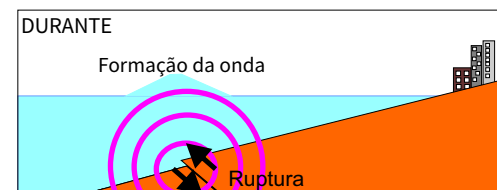
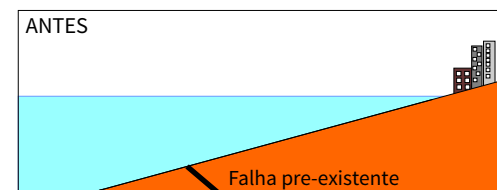
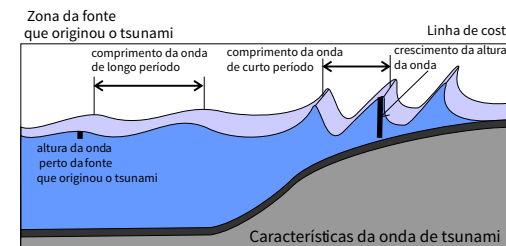
A prevenção sísmica baseia-se em três pontos: o conhecimento do risco regional, através do estudo da sismicidade histórica e instrumental; a adaptação das estruturas aos movimentos fortes prováveis e a preparação das populações e dos serviços de socorro.

O estudo de sismos antigos tem dois objectivos: determinar a magnitude previsível do maior sismo (magnitude característica) e delimitar as zonas atingidas no passado. Este trabalho conduz à realização da cartografia das zonas expostas a um mesmo nível de perigo.

O que é um Tsunami?

O *tsunami* (em português maremoto), é um nome de origem japonesa para designar ondas oceânicas gigantes que possuem comprimento de onda que varia de 130 a 160 quilómetros e que podem atingir até varias centenas de quilómetros. São ondas que têm período que varia entre 15 minutos até mais de 120 minutos e velocidades de propagação maiores que 500 km/h, alcançando até 1000 km/h. Estas ondas de grandes amplitudes e destrutivas nas linhas de costa, podem ser causadas por terremotos, deslizamento de terra, vulcões submarinos em actividade e impactos de meteoritos. Uma forte explosão (ex: uma bomba atómica) na superfície do mar também pode provocar ondas gigantes. É no Oceano Pacífico onde ocorreram a maioria dos tsunamis, por ser uma área cercada por actividade vulcânica e frequentes abalos sísmicos. Desde o Japão até ao Alasca (norte do Oceano Pacífico) existe uma faixa de maior ocorrência de sismos e erupções vulcânicas que originariam os tsunamis mais frequentes do nosso planeta. No Atlântico os tsunamis são muito raros.

Em águas profundas (no oceano, longe das linhas de costa), a altura das ondas é fraca (um metro no máximo) mas com um grande comprimento. Em águas rasas (próximo das linhas de costa) as ondas têm um comprimento reduzido e altura aumentada, podendo atingir 40 metros de altura (ex: explosão vulcânica do Krakatoa, em 1883). A onda causada pelo terramoto de 1 de Novembro de 1755 atingiu uma altura de 5 a 12 metros em Lisboa, e causou mais vítimas que o próprio sismo.



TSUNAMI ORIGINADO POR UM SISMO

Características de uma onda de tsunami -em cima- e tsunami gerado por uma ruptura tectónica -em baixo.

O que é a magnitude de um sismo?

Em 1935, Charles F. Richter criou a primeira escala de magnitude de forma experimental. A definição original da magnitude de Richter foi feita a partir de um sismómetro colocado a uma distância epicentral de 100 km. Mas como os sismos ocorrem a distâncias variáveis dos sismómetros, foi adicionada uma constante para compensar o aumento da atenuação do sinal sísmico com a distância. Richter definiu a magnitude local para a Califórnia com a seguinte relação:

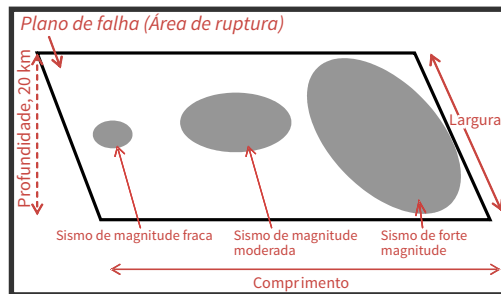
$$M_L = \log A - \log A_0$$

em que A é a amplitude máxima do sinal sísmico registado a uma distância do epicentro e A_0 a amplitude máxima do registo de um sismo de referência quando à mesma distância do sismo a estudar. Os valores de A_0 em função de foram determinados de forma empírica a partir de sismos da Califórnia. A escala de Richter está graduada até ao grau 9, o maior sismo admitido na terra, na altura.

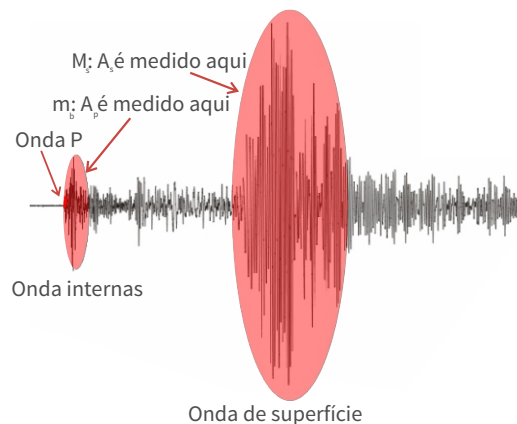
Depois de Richter foram propostas várias fórmulas de magnitude (ver tabela). Basicamente, as diferenças entre elas baseiam-se na forma de medir as amplitudes nos sismogramas, bem como as durações dos registos.

A diferença é, por vezes, significativa.

Magnitude	Símbolo	Onda
Local (Richter)	M_L	S ou ondas de superfície
Ondas internas	m_b	P
Ondas de superfície	M_s	Rayleigh
Duração	M_D	Ondas Internas
Momento	M_w	Área de ruptura, deslizamento



Sismos de magnitude diferente no mesmo plano de falha. O tamanho da área de deslizamento aumenta com a magnitude do sismo. As zonas cinzentas representam as áreas de deslizamento para diferentes tamanhos de sismo.



Como nos podemos proteger contra os sismos?



ANTES DO SISMO

- Construir a sua casa respeitando as regras anti-sísmicas.
- Informar-se sobre os riscos e as medidas de salvaguarda.
- Procurar os pontos de corte de gás, de água e de electricidade da sua casa.
- Possuir um rádio (com pilhas), uma lanterna e uma caixa de primeiros socorros.
- Procurar um abrigo seguro.
- Fixar os aparelhos pesados ao chão, e os móveis pesados às paredes.
- Não colocar objectos pesados em estantes altas.

DURANTE O SISMO

No interior

- Ficar calmo e permanecer no interior da casa.
- Ficar junto de uma parede, de um pilar mestre ou debaixo de móveis sólidos (e.g. mesas).
- Afastar-se das janelas.

No exterior

- Ficar calmo e permanecer no exterior.
- Afastar-se de tudo que pode ruir (edifícios, pontes, linhas eléctricas, ...).

No carro

- Ficar calmo. Parar quando for possível, longe dos edifícios e linhas eléctricas.
- Sair do carro só no fim dos abalos sísmicos.

DEPOIS DO SISMO

- Ficar calmo. Verificar se estamos feridos.
- Cortar a água, a electricidade, o gás. Não acender velas. Não fumar.
- Não telefonar (deixar livre para as instituições e organismos de socorro como a protecção civil, os bombeiros, os socorristas, a polícia...).
- Evacuar os edifícios com cuidado mas o mais depressa possível.
- Não utilizar elevadores.
- Não tocar nos fios eléctricos.
- Utilizar sapatos para se proteger dos vidros quebrados.
- Afastar-se de tudo que pode ruir.
- Afastar-se das zonas costeiras durante muito tempo depois dos abalos sísmico, no caso de um maremoto ocorrer.
- Não ir buscar os seus filhos; a escola tomara conta das crianças.
- Ir em direcção dos espaços livres (parques, estádios...).
- Não entrar em zonas sinistradas sem autorização.
- Ouvir a rádio para tomar conhecimento das indicações a seguir.

Como se localizam os sismos?

Quando um sismo é registado por um conjunto de sismómetros, a primeira utilização que se faz desses dados é a localização do hipocentro. É uma informação fundamental para o conhecimento do sismo e está na base de estudos mais avançados. Pela sua importância existem actualmente no mundo um conjunto de instituições governamentais que o fazem por rotina e divulgam praticamente em tempo real para todos os eventos registados em quase todas as redes sismológicas. Em Portugal essa tarefa é da responsabilidade do Instituto de Meteorologia. Nestas instituições a localização é um processo praticamente automatizado. Os sismogramas das estações da rede chegam ao observatório em tempo real onde observadores treinados identificam (picam) as fases e medem as amplitudes. Esses dados são introduzidos nas rotinas de cálculo automático que, por utilização de métodos numéricos, determinam com precisão a localização do hipocentro.

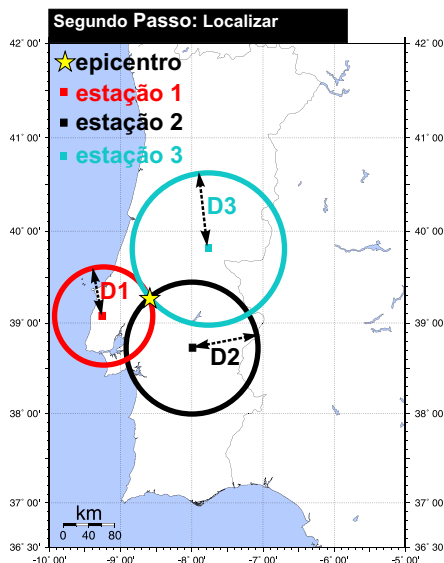
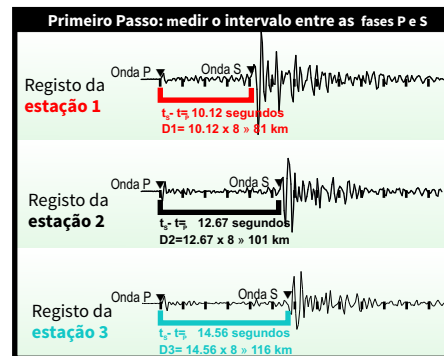
A localização dos sismos é uma realização que pode ser efectuada por processos que não exigem a sofisticação dos métodos numéricos actuais. Do registo de uma única estação sísmica é possível obter uma medida do intervalo de tempo entre a chegada das fases P e S, ($t_S - t_P$), com a qual se pode obter a distância aproximada, D, entre a estação considerada e o epicentro, multiplicando o intervalo entre fases (S-P) por 8 km/s.

$$D = (t_S - t_P) \times 8 \text{ (km)}$$

Traçando sobre um mapa, uma circunferência centrada na estação e com raio igual à distância obtida, cada ponto dessa circunferência é uma posição candidata para o epicentro. Para levantar a indeterminação é necessário arranjar pelo menos mais duas estações, onde o procedimento é repetido. O epicentro estará na região de intercepção das três circunferências.

Outras informações:

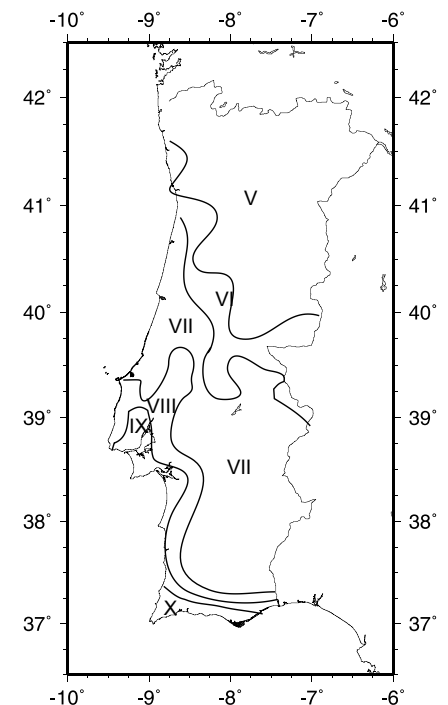
<https://www.ipma.pt/pt/geofisica/sismicidade/>



Aplicação do método de triangulação à localização de um epicentro

O que é a intensidade sísmica?

Ao longo da história da sismologia, várias escalas de intensidades foram utilizadas para avaliar os danos causados pelos sismos. Esta avaliação depende de contingências particulares como a resistência das construções e a perspicácia e objectividade do observador. Por isso, o valor de intensidade atribuído localmente por um observador é muito subjectivo visto basear-se unicamente na sua observação e não em qualquer fundamento físico. Por outro lado a escala de intensidade é importante para avaliar os sismos, em particular os sismos históricos. O primeiro físico a avaliar os sismos foi o italiano Domenico Pignataro nos anos 1783-1786. O segundo foi o irlandês Robert Mallet no século XIX. O engenheiro R. Mallet produziu uma lista de 6831 sismos classificados segundo uma escala de 4 classes para descrever os danos (4 graus). No fim do século XIX, apareceu a escala dita de Rossi-Forel, pelas mãos de M.S. de Rossi e de F. Forel, de 10 graus. O sismólogo italiano G. Mercalli, no ano 1902, idealizou uma escala de 12 graus conhecida pelo nome escala Mercalli. A escala de Mercalli foi modificada, passando a ser designada por MM e adaptada em 1931 às construções nos Estados Unidos de América. Em 1964, a escala MSK (dos nomes de Medvedev, Sponheuer e Karnik) foi introduzida na Europa. Esta escala também de 12 graus é diferente da escala MM somente nos pormenores. Finalmente em 1992, a Comissão Europeia de Sismologia introduziu uma nova escala chamada EMS (European Macroseismic Scale). A Escala Europeia Macrosísmica, de 1992, baseia-se na escala MSK mas é mais rigorosa e sobretudo tem em conta a vulnerabilidade (material e método de construção) das diferentes estruturas antigas e modernas. Hoje em dia esta escala é aplicada pelos países europeus. Em Portugal, o Instituto de Meteorologia (IM) está encarregado da vigilância sísmica do Território nacional. Um inquérito, realizado pelo IM, permite estimar o efeito local, e através a escala de intensidades, o grau de intensidade do sismo na localidade abalada. O resultado do inquérito permite traçar o mapa de intensidades incluindo toda a zona que foi abalada pelo sismo.



Carta de intensidades do sismo de 1755 com uma intensidade máxima de IX na região de Lisboa e de X no Algarve (fonte: Moreira, 1983, Catálogo de macrosismos em Portugal continental, INMG, Lisboa).

