



## **FAQ - Sismologia na Escola**

<b>Sismos e ondas sísmicas</b>	<b>2</b>
Como se classifica as ondas de acordo com o seu percurso no interior da Terra?	2
O que é a intensidade macrossísmica?	4
O que é a magnitude de um sismo?	5
O que é a zona de sombra sísmica?	6
O que é um sismo?	8
Quais são as ondas sísmicas mais destrutivas?	8
Que tipos de ondas sísmicas existem?	8
<b>Efeitos dos sismos</b>	<b>11</b>
Caso haja um alerta de tsunami, o que deveremos fazer para nos salvuardarmos a nós e a população em geral?	11
Em Portugal Continental o que aconteceria se houvesse um grande terramoto no oceano? Há algum risco de haver um tsunami?	11
Há alguma previsão para a próxima ocorrência dum tsunami que afete Lisboa e Cascais?	11
O que é a liquefação?	13
O que é um Tsunami	14
Quais seriam os efeitos na baixa de Lisboa e em Cascais caso ocorresse um tsunami?	15
<b>Sismos em Portugal</b>	<b>17</b>
Está Portugal em risco de sofrer um sismo semelhante ao de 1755?	17
Existem mais sismos agora?	17
Onde ocorrem os sismos em Portugal?	19
<b>Risco sísmico</b>	<b>20</b>
Estará o país pronto para enfrentar tais circunstâncias [um sismo como o de 1755]?	20
Onde posso obter informação rápida sobre sismos?	21
O que é o risco sísmico? E a perigosidade sísmica?	22
Qual é a zona com maior exposição ao risco sísmico em Portugal Continental?	22
Quais seriam as consequências de um sismo com essa magnitude [como o de 1755] neste momento?	23
<b>Previsão sísmica</b>	<b>24</b>



É possível prever um sismo?	24
Os animais podem detectar terremotos?	24

## **Sismos e ondas sísmicas**

### **Como se classifica as ondas de acordo com o seu percurso no interior da Terra?**

Uma onda sísmica ao propagar-se no interior da Terra pode encontrar diversas superfícies de descontinuidade correspondentes às superfícies de separação das diferentes zonas constituintes da Terra, manto[1], núcleo externo e núcleo interno. Ao encontrar uma superfície de descontinuidade as ondas sísmicas vão-se reflectir e refractar segundo a lei de Snell-Descartes, podendo também alterar o seu tipo, convertendo-se de P para S ou de S para P.

Consoante o percurso efectuado, as ondas designam-se por diferentes símbolos, de modo a se poderem identificar. Deixando as fases que se propagam no interior da crosta para o parágrafo seguinte, vamos ver como se designam as ondas que atravessam o manto e o núcleo.

Na figura 1 estão exemplificadas algumas das fases que se propagam no interior do manto e núcleo a partir de um foco superficial. Temos, em primeiro lugar, as ondas directas no manto, **P** e **S**. Estas ondas podem sofrer reflexões à superfície da Terra e continuar a viajar dentro do manto, mantendo o mesmo tipo, ou convertendo-se noutra tipo de onda. Assim uma onda P pode dar origem, por reflexão na superfície da Terra, a uma onda **PP** ou **PS**. Do mesmo modo, para uma onda que parta do foco com características S, pode dar origem a uma onda **SP** ou **SS** após reflexão na superfície da Terra. Se as ondas sofrerem reflexões múltiplas, acrescentam-se tantos P ou S conforme o número de percursos (e a sua natureza) que compõem o seu trajecto. Assim poderemos obter, por exemplo, as fases seguintes: **PPP** - onda com características longitudinais, que sofreu 2 reflexões na superfície da Terra; **SPS** - onda S que sofreu uma primeira reflexão na superfície da Terra, convertendo-se numa onda longitudinal e, ao sofrer uma segunda reflexão na superfície da Terra, voltou a converter-se numa onda transversal.

Para o núcleo devemos considerar quer as fases que se propagam no seu interior quer aquelas que são reflectidas nas suas fronteiras, tendo em conta que se tem um núcleo externo e um núcleo interno. A nomenclatura utilizada é a seguinte:

**c** - reflexão na superfície do núcleo externo.

**K** - propagação no interior do núcleo externo (recorde-se que no interior do núcleo externo não há propagação de ondas tipo S, pelo que esta propagação terá de ser sempre tipo P).

**i** - reflexão na superfície do núcleo interno.

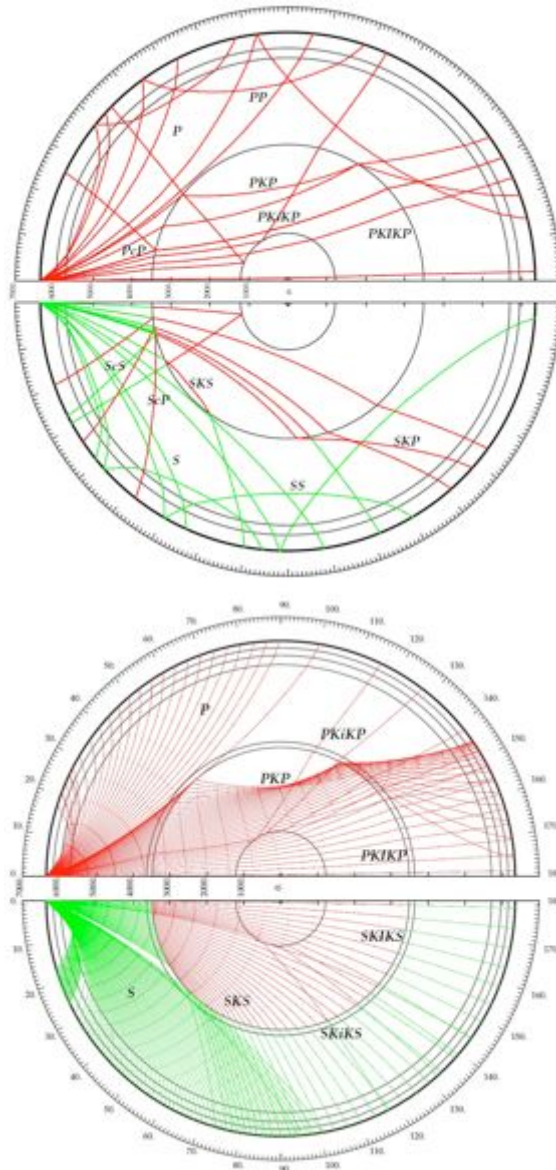
**I** - propagação de uma onda longitudinal no interior do núcleo interno.

**J** - propagação de uma onda transversal no interior do núcleo interno.

Assim, podem observar-se, por exemplo, as fases seguintes:

**PcP** - onda P que se reflectiu na superfície do núcleo externo e continuou a sua propagação com características tipo P.

**PKS** - onda P que penetrou no interior do núcleo externo e, ao sair, converteu as suas características de propagação (passou de "P" para "S").



*Figura 1: Exemplos da notação usada para identificar as várias fases que atravessam o manto e núcleo.*

**ScS** - onda S que se refletiu na superfície do núcleo externo e continuou a sua propagação com características tipo S.



**SKKS** - onda S que incidiu na superfície que separa o manto do núcleo, propagou-se no núcleo externo (com características tipo P), sofreu uma reflexão na sua superfície e, emergiu com características tipo S.

**PKIKP** - onda P que atravessou o núcleo externo, entrou no núcleo interno com características tipo P e, após sair do núcleo externo, continuou a sua propagação com as mesmas características.

**SKiKP** - onda S que ao incidir na superfície de separação manto-núcleo converteu as suas características, propagou-se no interior do núcleo externo (com características tipo P), sofreu uma reflexão na superfície do núcleo interno e, emerge com características tipo P.

Acima, na nomenclatura, fala-se nas fases j, mas alguma vez foram observadas? Nunca falamos delas...

Podem ocorrer percursos ainda mais complicados como, por exemplo, a fase **PKPScP**; contudo, a nomenclatura utilizada é sempre idêntica, acrescentando-se “letras” de acordo com o percurso efetuado pela onda sísmica. Na figura 2 apresentam-se as curvas tempo-distância para as principais fases possíveis de serem registadas a partir de um sismo de foco superficial. Isto não quer dizer, contudo, que todas estas fases possam ser simultaneamente observáveis no mesmo sismograma (além da distância epicentral, são também condicionantes das fases observáveis, as características de propagação do meio entre a fonte e a estação sísmica de registo). A distância ao epicentro é medida pelo ângulo ao centro da Terra que fazem as posições do foco e da estação sísmica (distância angular). Na figura 2 encontramos duas fases ainda não descritas antes, **P<sub>dif</sub>** e **S<sub>dif</sub>**. Elas representam ondas difratadas na fronteira manto-núcleo. Na internet encontram-se muitas páginas que ilustram o trajeto das ondas sísmicas no Globo. Destes podemos sugerir a consulta desta página:

[http://garnero.asu.edu/research\\_images/images\\_raypaths.html](http://garnero.asu.edu/research_images/images_raypaths.html)

**Luis Matias, Paula Teves Costa.**

---

[1] A crosta é uma fina camada que nesta secção se considera integrada no manto.

## O que é a intensidade macrossísmica?

A Intensidade sísmica (também designada de macrossísmica) é uma medida qualitativa da severidade do movimento do solo num dado local provocado pela



passagem das ondas sísmicas. O movimento do solo é avaliado através dos efeitos que o sismo tem sobre pessoas, animais e construções. A classificação dos danos nos edifícios tem em consideração o material de construção e a sua resistência estrutural. A intensidade sísmica exprime-se em escalas, sendo a mais vulgarizada entre nós a escala de Mercalli Modificada que está a ser substituída pela escala EMS ou Escala Macrossísmica Europeia. A partir do grau V começam a observar-se danos nas estruturas menos resistentes.

*Luis Matias no jornal i*

## **O que é a magnitude de um sismo?**

A magnitude é uma grandeza que pretende ser uma medida da energia sísmica libertada durante um sismo, pela rotura brusca numa falha. A magnitude calcula-se a partir da amplitude das ondas sísmicas nos sismogramas, para distâncias conhecidas entre o hipocentro e a estação sísmica. Ela é expressa numa escala logarítmica, o que significa que o aumento de uma unidade da magnitude corresponde a um aumento de 10 da amplitude das ondas sísmicas que estiveram na base da sua determinação. Conforme o tipo de ondas usadas na sua determinação, assim se definem diferentes escalas que nem sempre dão os mesmos valores para o mesmo evento.

### *Para saber mais leia aqui:*

A magnitude foi primeiramente definida por Richter, em 1937, a partir da amplitude máxima do registo sísmico, expressa em micron, obtido por um sismómetro de Wood-Anderson. Hoje em dia estes sismómetros já não estão em operação, mas o seu comportamento pode ser simulado. Esta magnitude é ainda hoje reportada por muitos observatórios no mundo inteiro, como o IPMA. Ela designa-se também por magnitude local (ML ou MI). Esta escala apenas se pode aplicar a sismos locais e regionais (distâncias epicentrais até ~1000 km) e satura para sismos de magnitude superior a ~7. Não se usa para os telessismos ou para os grandes sismos.

Para os sismos distantes podem-se usar outras escalas como a mb, baseada na amplitude dos 1<sup>os</sup> segundos da onda P, ou a MS baseada na amplitude das ondas superficiais. No entanto ambas as escalas saturam para os grandes sismos, mais cedo a mb (satura a ~6.6) e mais tarde a MS (satura a ~8.4). Uma vez que os sismos profundos não geram ondas superficiais, a escala MS também não é adequada para caracterizar esses eventos.

Hoje em dia as principais agências internacionais usam nos seus relatórios uma escala de magnitudes que se aplica em todas as circunstâncias e que não satura, que é a magnitude do momento sísmico, Mw. Esta magnitude usa o registo completo de todas as ondas registadas e não apenas a amplitude máxima ou pico de uma delas. Outra vantagem da escala de Mw é estar diretamente relacionada



com as características das fontes sísmicas, ou seja, com a rotura brusca que ocorre na falha. Esta é a magnitude que é dada pelas agências internacionais, mesmo sem dizer de que tipo se trata. Os media, erradamente, traduzem este valor para a “escala de Richter”, o que é incorreto. A escala de Richter, ou magnitude local, continua a ser usada para caracterizar os pequenos sismos pois nesse caso ela é comparável com  $M_w$  e mais fácil de calcular.

As escalas de magnitude não têm, em princípio, limites nem superior nem inferior. Já vimos que, excluindo a magnitude de momento ( $M_w$ ), todas as outras escalas saturam a partir dum certo nível. Em relação aos valores mais baixos é perfeitamente lícito falarmos em magnitudes negativas (porque a escala é baseada numa escala logarítmica), mas o limite actual de sensibilidade dos sismómetros impõe uma fasquia por volta dos  $-2$ . A magnitude máxima pode ter um limite imposto pela estrutura da Terra, dado pela resistência e espessura da crosta e manto superior, bem como pela dimensão das falhas existentes. Os maiores sismos já registados de forma instrumental foram: i) O sismo do Chile em 22/5/1960, com  $M_w=9.5$ ; ii) O sismo do Alaska em 28/3/1964, com  $M_w=9.2$ ; iii) O grande sismo de Samatra, em 26/12/2004, com  $M_w=9.1$ .

### **O que é a zona de sombra sísmica?**

Trata-se dum conceito que hoje não tem qualquer utilidade em Sismologia, no entanto ele permanece pela sua importância histórica pois está associado à primeira medição rigorosa do raio do núcleo externo por Beno Gutenberg em 1913. Tradicionalmente definem-se duas zonas de sombra, uma para as ondas P (entre os  $103^\circ$  e  $142^\circ$  de distância angular) e outra para as ondas S (a partir dos  $103^\circ$ ).

A maneira mais correta de tentar definir a zona de sombra é dizer que se trata da zona onde não são registadas ondas diretas do tipo P[1] ou ondas diretas do tipo S. Mesmo esta definição enfrenta problemas, como veremos já a seguir.

Devemos entender como “onda direta” uma onda que não sofre reflexão, conversão dum tipo noutra, e que não é difratada, mas que pode ser refratada no núcleo externo e no núcleo interno. Se olharmos para o gráfico de curvas tempo distância que aqui repetimos de “Classificação das ondas de acordo com o seu percurso no interior da Terra” na figura 1, confirmamos que esta definição, ao eliminar a onda S difratada, confirma o início da zona de sombra para as ondas S a partir de  $\sim 104^\circ$ .

Já quanto à zona de sombra para a onda P não podemos dizer o mesmo. A definição de “onda direta” admite que os trajetos com percurso no núcleo externo e interno, sob a forma de ondas longitudinais, sejam aceites. Sendo assim, o gráfico da figura 1 mostra que a fase PKP (que tem uma forma complexa com idas e vindas e inclui a fase PKIKP) pode ser registada a partir dos  $\sim 115^\circ$  ( $113^\circ$  para ser mais rigoroso). Levando à letra o conceito de zona de sombra apresentado, ficaríamos com uma zona de sombra para a onda P apenas







## O que é um sismo?

A litosfera é a camada mais externa da parte sólida do nosso planeta. Por ser a camada mais externa, é também a mais fria, o que faz com que tenha um comportamento predominantemente elástico e frágil. Assim sendo, quando submetida a forças (normalmente tectónicas, mas que também podem ter outras origens), a litosfera deforma de forma elástica. Ao atingir o limite de deformação elástica, fratura. A fracturação permite o deslizamento de um bloco rochoso em relação a outro, ao longo de um plano de falha. Um sismo é um evento de fracturação da litosfera, com o subsequente deslizamento de um bloco rochoso em relação a outro. O hipocentro corresponde assim à zona onde começou a fratura e consequente deslizamento dos blocos.

Os sismos libertam a energia potencial que tinha sido acumulada durante a deformação elástica da litosfera. Parte da energia libertada é utilizada na fracturação das rochas, outra parte perde-se em calor. Há também uma parte da energia libertada que se propaga a partir da falha sob a forma de ondas sísmicas.

## Quais são as ondas sísmicas mais destrutivas?

As ondas sísmicas mais destrutivas são em geral as ondas S, pois são aquelas que têm maior amplitude na região epicentral, onde o movimento do solo é mais forte. As estruturas de longas dimensões, como arranha-céus, pontes, etc, são especialmente afectadas por ondas sísmicas de longo período, como as ondas de superfície ou ressonâncias geradas em bacias sedimentares. As ondas de superfície são aquelas que têm maior amplitude a grandes distâncias do epicentro, sendo aquelas que se propagam à volta da Terra com menor atenuação. No entanto, na região epicentral, onde os estragos são maiores, as ondas de superfície geralmente ainda não se encontram bem desenvolvidas.

## Que tipos de ondas sísmicas existem?

O deslizamento rápido de um bloco em relação ao outro ao longo do plano de falha gera ondas volúmicas de dois tipos: P (longitudinais) e S (transversais). As ondas Primárias (P) são ondas longitudinais sendo as mais rápidas, propagando-se em sólidos e fluidos. Fazem vibrar as partículas materiais na mesma direcção em que a onda se propaga. Em oposição, as ondas Secundárias (S) são ondas transversais, mais lentas e apenas se propagam em sólidos. Fazem vibrar as partículas materiais na direcção perpendicular àquela em que a onda se propaga.

As ondas P e S interagem com a superfície da Terra e com outras interfaces horizontais no interior da Terra. Dessa interferência surgem as ondas de superfície, também denominadas ondas L, do alemão “Langwellen” (ondas de longo período).

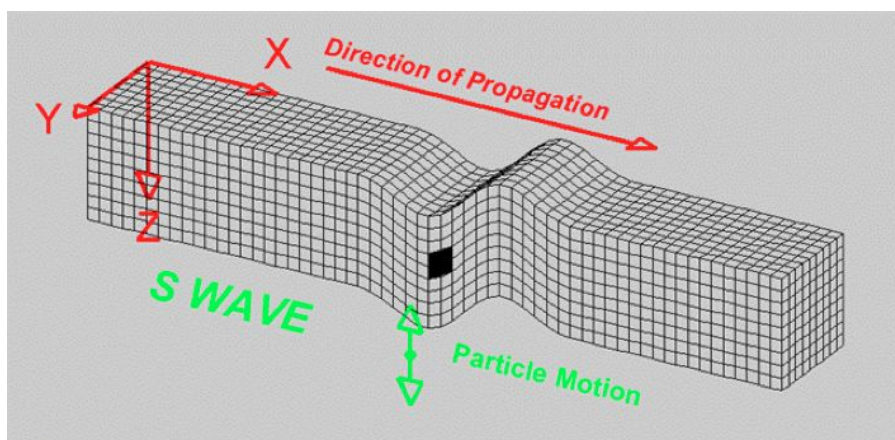
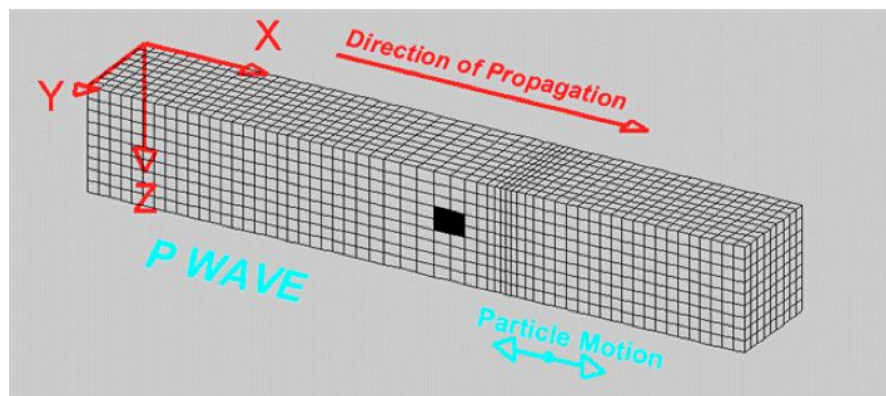


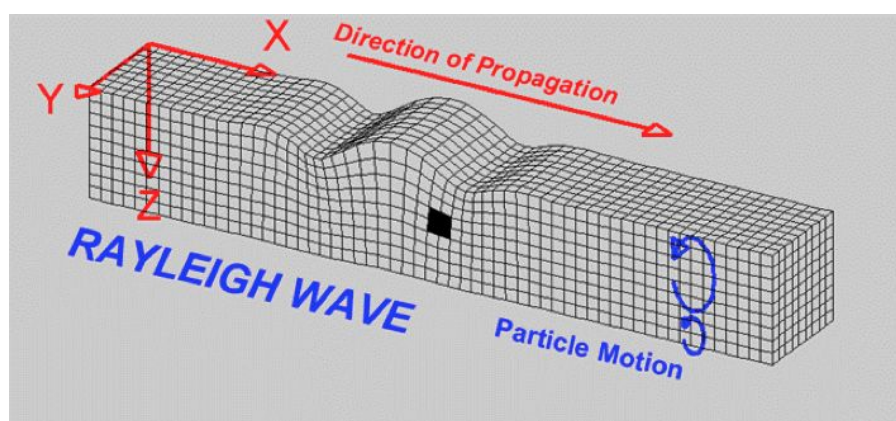
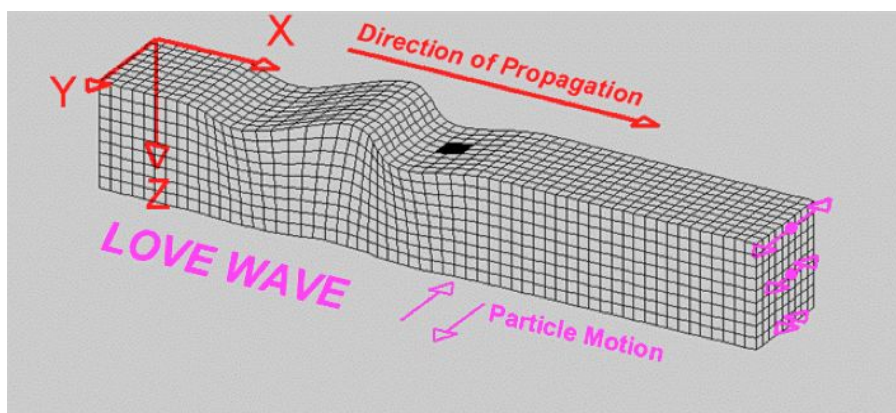


Existem dois tipos principais de ondas de superfície: as de Love e as de Rayleigh. As ondas de Love, também denominadas LQ, do alemão “Querwellen” (ondas laterais), resultam da interação de ondas S com as interfaces horizontais da Terra. Causam um movimento lateral em relação à superfície da Terra. As ondas de Rayleigh, também denominadas LR, resultam da interação de ondas P e S com a superfície da Terra. Geram um movimento elíptico perpendicular à superfície da Terra.

Atenção: As ondas de superfície propagam-se paralelamente à superfície da Terra, não só à superfície, mas também no seu interior. O modo fundamental das ondas de superfície propaga-se com maior amplitude à superfície da Terra.

As ondas P são as que se propagam mais rapidamente, seguidas das ondas S, e finalmente das ondas de superfície. Como as ondas sísmicas se propagam a velocidades diferentes, à medida que se afastam da falha aumenta o intervalo temporal entre elas (da mesma forma que o intervalo entre dois corredores que correm a velocidades diferentes vai aumentando à medida que eles se afastam do ponto de partida).





Fonte: <http://web.ics.purdue.edu/~braile/edumod/waves/WaveDemo.htm>  
(Ver animações no link acima)



## **Efeitos dos sismos**

### **Caso haja um alerta de tsunami, o que deveremos fazer para nos salvaguardarmos a nós e a população em geral?**

Essa informação está disponível em várias páginas na Internet, como por exemplo na página do IDL:

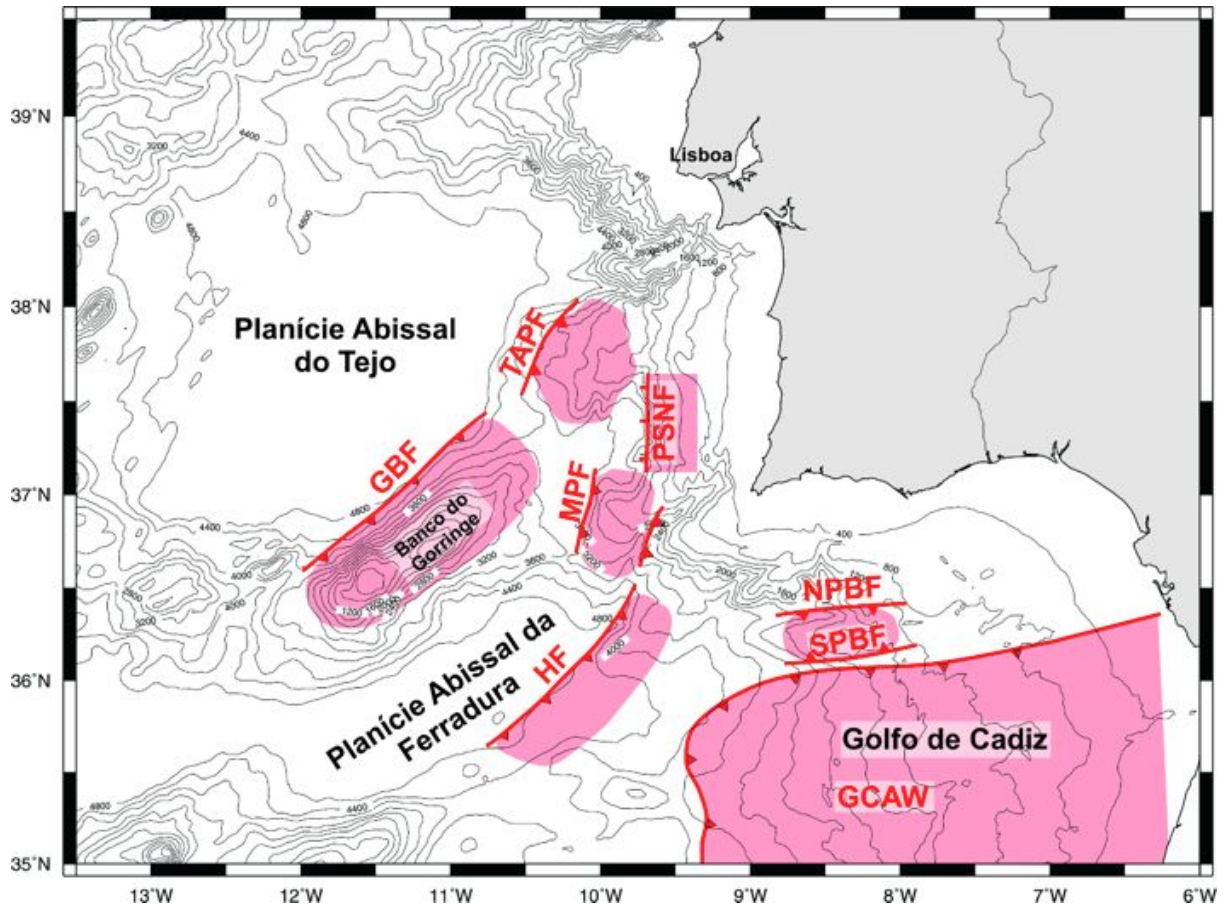
<http://idl.campus.ciencias.ulisboa.pt/earthquake-and-tsunami-info/#>

### **Em Portugal Continental o que aconteceria se houvesse um grande terramoto no oceano? Há algum risco de haver um tsunami?**

Os sismos que ocorrem sob o oceano ou na sua vizinhança podem causar tsunamis que podem ser destruidores. O tsunami é gerado pelo deslocamento súbito do fundo do oceano. Esse deslocamento depende não só da magnitude, mas também da profundidade a que ocorreu a rotura sísmica e o tipo de movimento na falha. Sismos profundos (rotura a 100 km ou mais de profundidade) não geram tsunamis, pelo menos de forma direta. Deslizamentos de terras induzidos pela vibração sísmica podem ocasionalmente ocorrer e dar origem a tsunamis de carácter mais local. Uma falha de desligamento pode gerar tsunamis, mas de muito menor amplitude que as falhas com movimento normal ou inverso. No caso de Portugal Continental as falhas que podem gerar sismos são predominantemente de carácter inverso e não são profundas pelo que havendo um grande sismo sob o oceano na vizinhança da costa há uma muito forte probabilidade que se gere um tsunami, tal como ocorreu a 1 de novembro de 1755, ou com menor amplitude, em 28 de fevereiro de 1969.

### **Há alguma previsão para a próxima ocorrência dum tsunami que afete Lisboa e Cascais?**

Como os tsunamis de que estamos a falar têm a sua origem em grandes sismos, deverá consultar a informação existente sobre “previsão sísmica” na [página do IDL](#). O que podemos acrescentar tem a ver com o conhecimento que temos hoje sobre as falhas ao largo de Portugal Continental que podem gerar grandes sismos e tsunamis. A atividade sísmica que afeta Portugal Continental resulta da convergência das placas



Euro-asiática e Africana (Nubia). Este movimento de convergência não sofreu qualquer alteração e por isso se no passado ela deu origem a grandes sismos, é certo e seguro que eles ocorrerão também no futuro, não podemos é saber quando. No entanto, a velocidade das placas que afetam Portugal Continental é bastante inferior à que se verifica nas regiões do Globo mais ativas, Japão, Chile, por exemplo. Por isso a frequência dos grandes tsunamis é bastante menor. No entanto não devemos ficar descansados pelo facto do último grande tsunami ter ocorrido há apenas 253 anos. A fronteira de placas é complexa e os estudos geológicos e geofísicos mostram que no oceano a Sudoeste de Portugal existem várias falhas capazes de gerar sismos e tsunamis tão destruidores como o de 1755 (ver figura). Se uma dessas falhas gerou o sismo de 1755 e está ainda a acumular tensão, qualquer das outras pode gerar a qualquer momento um grande terramoto e tsunami. É impossível prever e por isso devemos [estar preparados](#).



## O que é a liquefação?

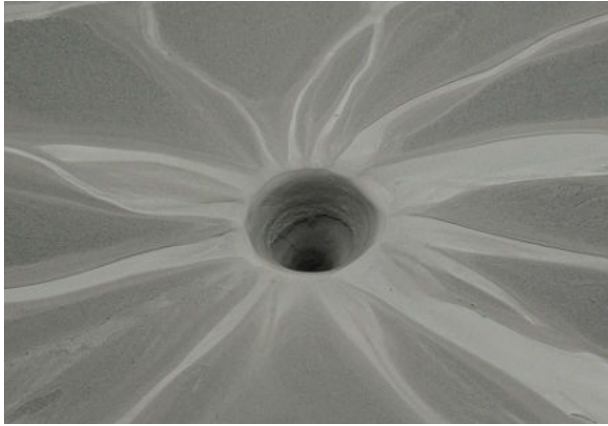
A liquefação ocorre quando sedimentos saturados com água próximo da superfície perdem a sua força de coesão devido aos movimentos fortes gerados por um sismo, comportando-se então como um fluido. Se a liquefação ocorrer debaixo de edifícios ela pode causar grandes estragos durante um terremoto. Por exemplo, em 1964 o terremoto de Niigata causou liquefação em grande parte de Niigata, Japão que destruiu muitos edifícios (ver imagem em baixo).



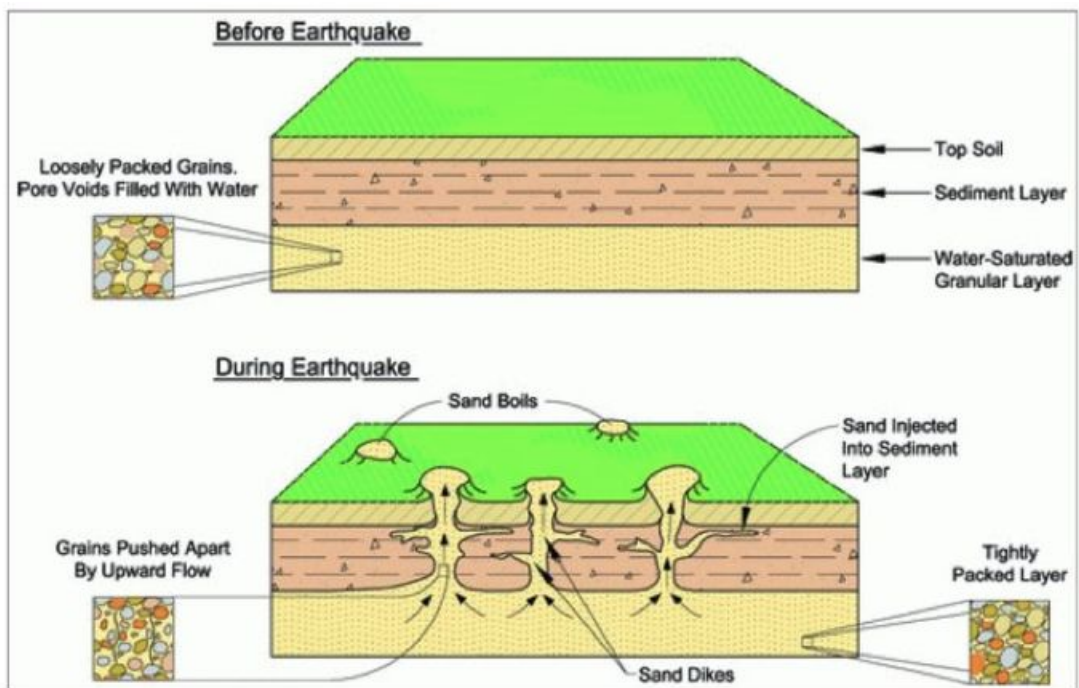
Fonte:

[https://www.usgs.gov/faqs/what-liquefaction?qt-news\\_science\\_products=0#qt-news\\_science\\_products](https://www.usgs.gov/faqs/what-liquefaction?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products)

Também em Portugal continental se observaram fenômenos de liquefação no sismo de de Benavente a 23 de Abril de 1909. Não afetaram construções mas traduziram-se por “fontes de areia” de estrutura circular ou por ejeções de areia ao longo de pequenas fendas. Este tipo de fenómeno também aconteceu em Christchurch, Nova Zelândia entre 2010 e 2011 (ver imagens em baixo). Aceda a este [link](#) para visualizar uma animação deste efeito.



Fonte: [http://izismile.com/2012/08/31/christchurch\\_liquefaction\\_26\\_pics.html](http://izismile.com/2012/08/31/christchurch_liquefaction_26_pics.html)



## O que é um Tsunami

Tsunami é uma palavra japonesa que significa onda (nami) de porto (tsu). Um tsunami é uma série de ondas de grande comprimento de onda e de grande período, geradas por sismos submarinos. Podem também ser gerados por erupções





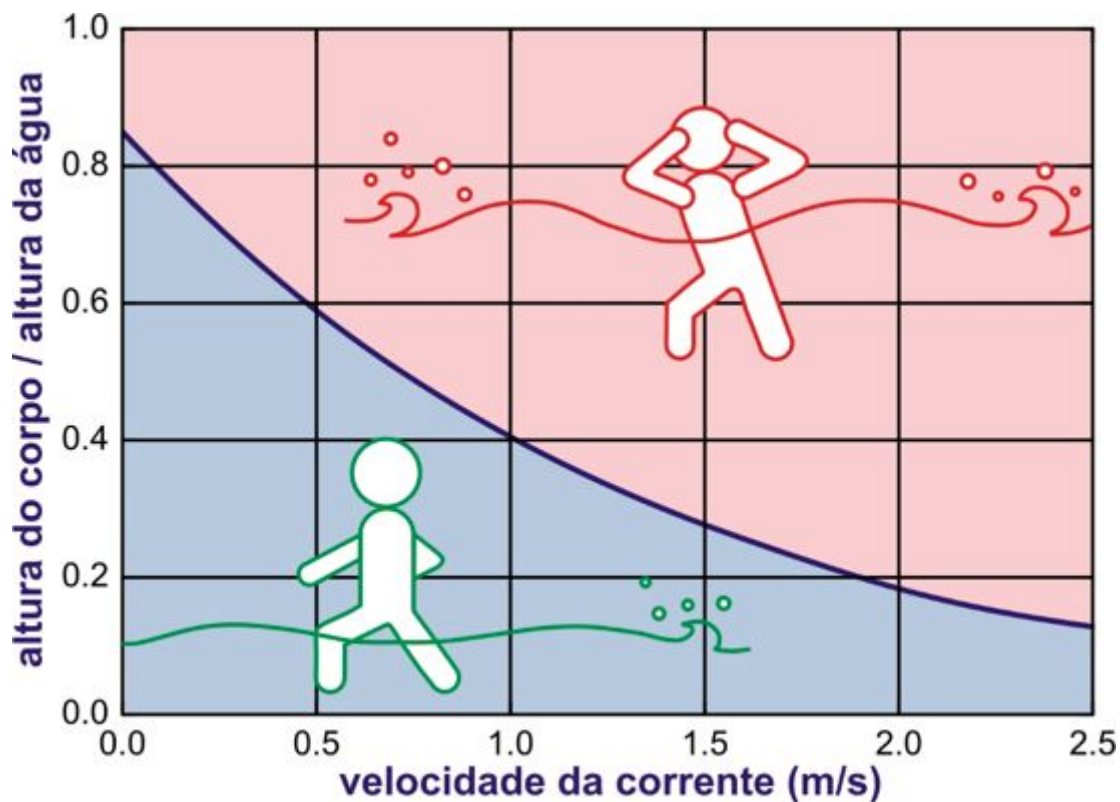
vulcânicas, deslizamentos de terras sub-aéreas ou submarinos e muito raramente pelo impacto de meteoritos no oceano. Estas ondas podem atingir grandes dimensões atravessar bacias oceânicas inteiras perdendo muito pouca energia. Estas ondas propagam-se como ondas gravíticas com períodos típicos entre 10 e 60 minutos. Ao entrarem em águas pouco profundas estas ondas inclinam-se e a sua altura aumenta, inundam as zonas costeiras baixas, podem rebentar e causar enormes estragos. Os tsunamis não têm nenhuma relação com as marés; o nome popular “onda de maré” é completamente enganador. Para saber mais consultar o [Glossário de Tsunamis](#).

### **Quais seriam os efeitos na baixa de Lisboa e em Cascais caso ocorresse um tsunami?**

Quer num caso quer no outro (Lisboa e Cascais) já foram realizados estudos que mostram quais seriam as zonas inundadas e também qual a velocidade da corrente associada ao tsunami. Mesmo uma pequena altura de água (por exemplo pelo joelho) pode arrastar uma pessoa se a velocidade da corrente for muito elevada (ver figura).

As autoridades locais dispõem desta cartografia e os planos de emergência deverão tê-la em consideração. Atenção que a inundação (e correntes) provocadas por um tsunami são muito variáveis pois dependem de vários fatores como o relevo e batimetria junto   costa, obstáculos, etc. O nível de segurança a definir, baseado na modela o, deverá ser bastante conservador para englobar os casos piores de inunda o.

Relativamente   compara o com o tsunami de 1 de novembro de 1755 os estudos apontam para que a Baixa de Lisboa não sofra uma inunda o tão severa. As razões são várias. Por um lado, o nível térreo da Baixa sofreu uma eleva o de mais de 1 metro na altura da reconstru o desencadeada pelo Marqu s de Pombal. Por outro lado, ao longo da margem do rio foram erigidas constru es e molhes que oferecem barreiras que dificultam a propaga o do tsunami para o interior. A modela o do tsunami realizada levou em considera o esta nova realidade e por isso não   possível transpor o nível de inunda o de 1755 para a atualidade. Devemos ainda ter em considera o que a zona inundada vai ser diferente se o tsunami atingir a cidade em condi es de maré cheia ou de maré vazia. A 28 de Fevereiro de 1969, o tsunami gerado pelo sismo de magnitude 8.0 atingiu a costa Portuguesa em condi es de maré vazia.



**Quanto tempo se tem para sair da zona da baixa, seja de Lisboa ou de Cascais até a onda chegar a terra?**

Baseado nos relatos históricos sobre o tsunami de 1 de novembro de 1755, nas observações do tsunami de 28 de fevereiro de 1969 e nas modelações realizadas sabemos que um tsunami gerado a Sul ou Sudoeste do Algarve alcança a costa mais próxima do Barlavento Algarvio em pouco mais de 10 minutos e atinge Cascais em cerca de 30 minutos. O tsunami propaga-se em seguida de forma mais lenta pelo interior do estuário do Tejo demorando 90 minutos a atingir o Poço do Bispo. As ondas do tsunami são antecidas pelas ondas sísmicas que no caso dum grande sismo originado nessa região servem de aviso. Se estiver na praia, junto à costa ou cursos de água e sentir um sismo forte ou prolongado deve dirigir-se imediatamente para um sítio elevado sem esperar os alertas oficiais que poderão ainda demorar alguns minutos. Portugal Continental pode também ser atingido por tsunamis com outras origens, por exemplo causados por um sismo na falha da Gloria como ocorreu em 26 de Maio de 1975. Nestes casos o tempo de percurso do tsunami à costa é de 1 hora ou mais.



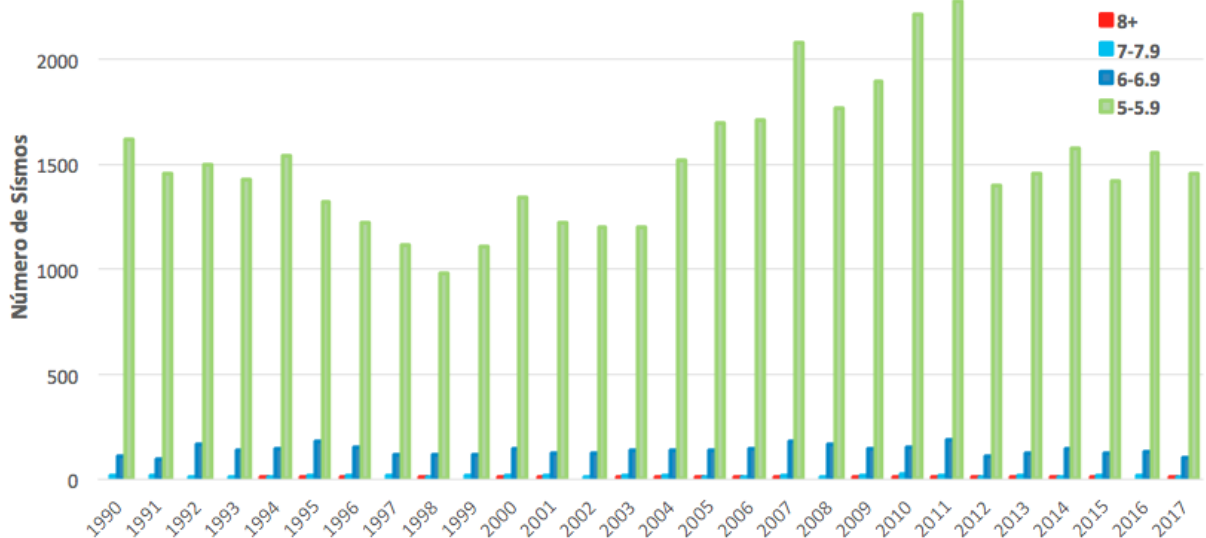
## Sismos em Portugal

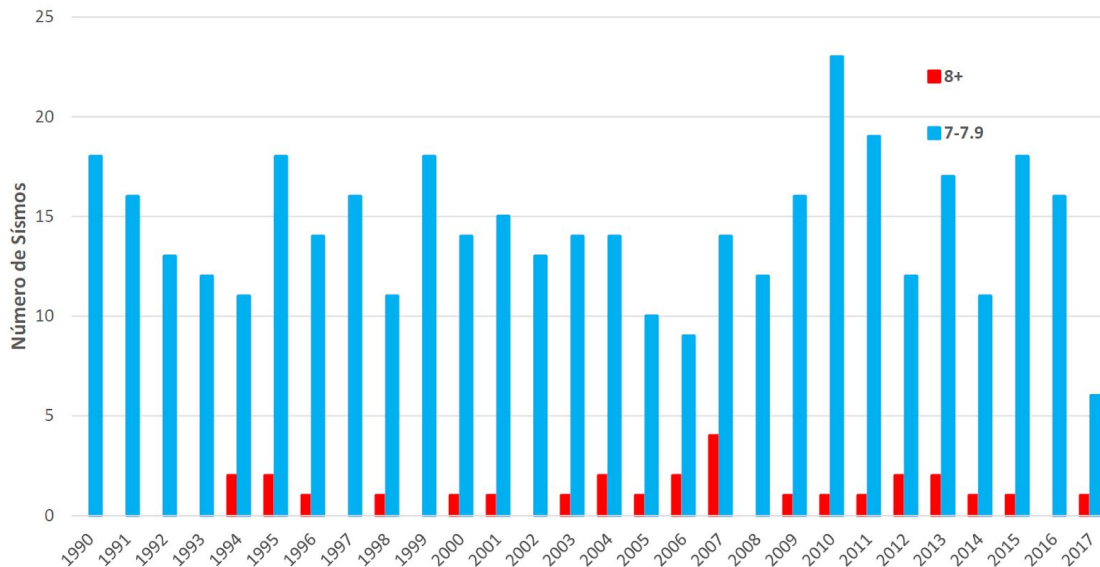
### **Está Portugal em risco de sofrer um sismo semelhante ao de 1755?**

Ver a entrada [“É possível prever um sismo?”](#).

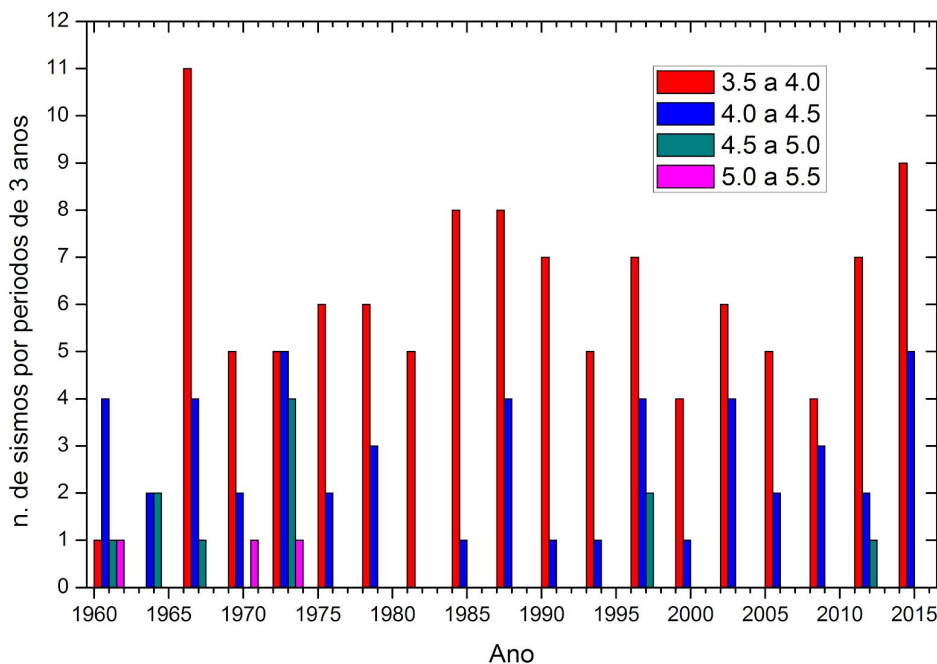
### **Existem mais sismos agora?**

A resposta é **não**. Analisando os dados estatísticos do número de sismos por ano desde 1990 até 2017 conclui-se que a frequência de sismos varia ao longo dos anos mas não mostra qualquer tendência para o crescimento. Isso é verdade quer para os sismos de menor magnitude (de 5.0 a 5.9) quer para os sismos de maior magnitude (superior a 7.0), como se mostra nos gráficos seguintes (dados provenientes do USGS).





E em Portugal Continental? Para o investigar escolhemos uma área entre 36.5 e 42.5°N de latitude e entre os 6° e 10°W de longitude e exploramos os catálogos de Custódio et al. (2015) e do ISC desde 1961 até ao final de 2017. Como o nº de sismos é pequeno agrupamos os anos por períodos de 3 e obtivemos o resultado que se mostra na figura seguinte. Podemos concluir que também para Portugal Continental não se nota qualquer tendência para o aumento do nº de sismos nos últimos 57 anos.



Fontes:

Custódio, S; Dias, NA; Carrilho, F; Góngora, E; Rio, I; Marreiros, C; Morais, I; Alves, P; Matias, L, 2015. Earthquakes in Western Iberia: Improving the Understanding of



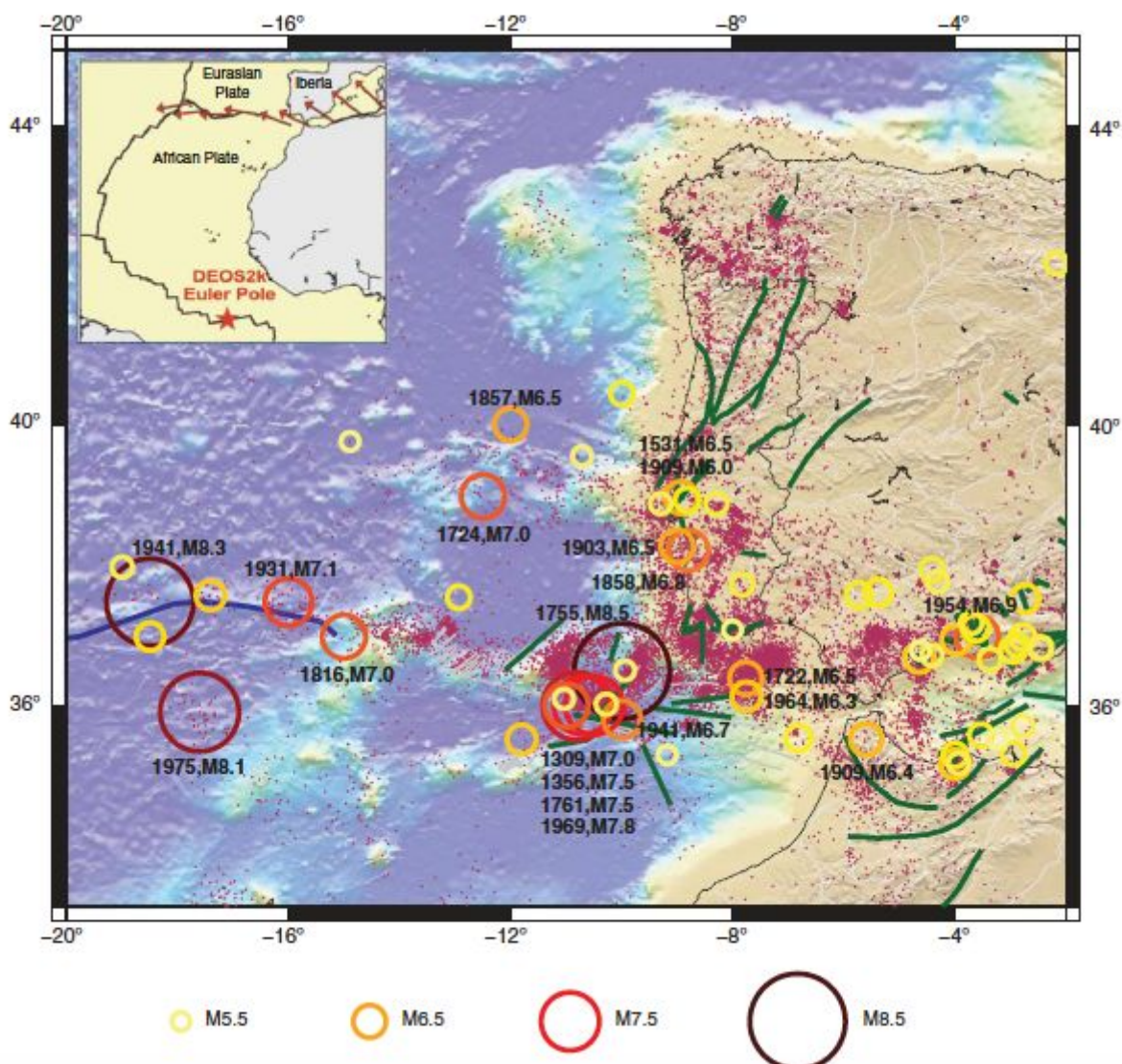
Lithospheric Deformation in a Slowly Deforming Region, GJ I 203(1), 127-145. doi: 10.1093/gji/ggv285.

International Seismological Centre, *On-line Bulletin*, <http://www.isc.ac.uk>, Internatl. Seismol. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2015.

## **Onde ocorrem os sismos em Portugal?**

Portugal está localizado a norte da fronteira das placas tectónicas Africana e Euroasiática. Esta fronteira é convergente e a 200 km Sudoeste do Algarve gerou um sistema complexo de falhas. Consequentemente esta zona tem a maior frequência de sismos de grande magnitude (>5), ver figura em baixo.

No Arquipélago da Madeira, assente sobre a placa africana a sismicidade é baixa e o número de sismos sentidos é reduzido. Já no Arquipélago dos Açores a sismicidade é alta em termos de frequência e intermédia em termos de magnitude pois encontra-se numa fronteira de 3 placas (Africana, Euroasiática e Norte Americana).



Mapa topográfico do território Português. Falhas activas estão representadas com linhas verdes.

Fonte: Becker, J. J., D. T. Sandwell, W. H. F. Smith, J. Braud, B. Binder, J. Depner, D. Fabre, J. Factor, S. Ingalls, S.-H. Kim, et al. (2009). *Global bathymetry and elevation data at 30 arc seconds resolution: SRTM30\_PLUS*, *Mar. Geodes.* 32, no. 4, 355–371, doi: 10.1080/01490410903297766.

## Risco sísmico

**Estará o país pronto para enfrentar tais circunstâncias [um sismo como o de 1755]?**

Os sismos são uma inevitabilidade, mas as suas consequências não. É hoje possível minimizar as consequências dos sismos, adotando e implementando regras





e procedimentos adequados no projeto e construção de edifícios e infraestruturas, tomando medidas de prevenção e fazendo um bom planeamento das ações a tomar após a ocorrência dos sismos.

Quando essas medidas transversais são adotadas, como sucede em alguns países, as desgraças podem não ocorrer. Quando algo deixa de ser feito, ou planeado, ou verificado, sobretudo porque a população e os decisores não estão cientes do risco que correm, as perdas humanas e materiais são inevitáveis.

Em Portugal, os conhecimentos e a regulamentação sobre a construção estão ao nível do que mais avançado se faz a nível mundial, o mesmo não podendo ser dito quer sobre a verificação e certificação da sua implementação na construção, quer relativamente à sua concretização na reabilitação das construções especialmente vulneráveis.

Por outro lado, muito se tem avançado recentemente no planeamento e implementação de medidas preventivas, embora o atraso em relação a outros países ainda seja significativo.

A comunicação social pode desempenhar um papel muito importante na sensibilização da população e dos políticos para a perceção do risco sísmico e para a salvaguarda das pessoas e bens. Este tipo de notícias deveria ser mais continuado e não fruto de um interesse jornalístico pontual. O que está em jogo é muito importante e por isso cada um de nós tem de desempenhar o seu papel.

No seio da comunidade científica e técnica, têm sido realizados diversos estudos de avaliação de risco sísmico e identificação de estratégias para a sua mitigação, nomeadamente baseadas em medidas de redução da vulnerabilidade das diferentes tipologias construtivas existentes, do ponto de vista da sua segurança sísmica.

A este nível, a Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES; <http://spes-sismica.pt>) tem vindo a desenvolver nas últimas décadas importantes esforços em colaboração com as comunidades técnica e científica, de forma a sensibilizar os poderes públicos para o problema sísmico em Portugal. Refere-se nomeadamente uma proposta para um programa nacional de redução da vulnerabilidade sísmica do edificado, que veio a traduzir-se numa Resolução da Assembleia da República em 2010, aprovada por unanimidade (Resolução da Assembleia da República n.º 102/2010 – “Adoção de medidas para reduzir os riscos sísmicos”). Infelizmente, até hoje não foram dinamizadas nem implementadas as medidas aí recomendadas.

*Resposta da SPES ao Jornal i*

## **Onde posso obter informação rápida sobre sismos?**

IPMA: <http://www.ipma.pt/pt/geofisica/sismicidade/>

EMSC: <https://www.emsc-csem.org>

USGS: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes>



## O que é o risco sísmico? E a perigosidade sísmica?

O risco sísmico representa uma medida das perdas (económicas e/ou humanas) esperadas, para determinados elementos expostos ao perigo, face a um sismo futuro. Como não há certezas em relação à ocorrência dos sismos (eles são, ainda, imprevisíveis), nem certezas quanto aos danos exatos que uma estrutura possa sofrer, o risco sísmico é usualmente expresso pela probabilidade de as perdas ocorrerem para um certo período de tempo de exposição. Os elementos em risco podem ser bens construídos, atividades económicas ou população.

O risco sísmico exprime-se como a conjugação de 3 fatores:

Risco = Perigo \* Vulnerabilidade \* Exposição

O Perigo (ou perigosidade) caracteriza a ação sísmica sobre os elementos em risco, ou seja, a vibração do solo. Esta ação é avaliada de muitas formas, sendo as mais simples a Intensidade Macrossísmica ou a aceleração máxima de pico (PGA). A ação sísmica depende da magnitude do sismo que lhe dá origem e da distância da fonte sísmica ao local, do tipo de rotura sísmica, da propagação das ondas sísmicas no interior da Terra, etc. Existe, no entanto, um elemento de primordial importância a considerar, a possível amplificação da ação sísmica pela estrutura geológica do local, designada por efeito de sítio.

## Qual é a zona com maior exposição ao risco sísmico em Portugal Continental?

Portugal, apesar de ser um país de sismicidade globalmente moderada (quando comparado por exemplo com países como o Japão, o Oeste dos Estados Unidos, a Itália, etc.), tem um risco sísmico elevado em algumas regiões, contribuindo para tal a ausência de resistência sísmica de algumas construções, a degradação do parque construído, e ainda a concentração de população e atividades económicas em centros urbanos importantes localizados em regiões de maior perigosidade sísmica. Outros aspectos devem ser contabilizados para o risco sísmico como por exemplo, o impacto social e económico em regiões exteriores à região afetada, e a capacidade da sociedade lidar com os efeitos do sismo.

As zonas com maior risco são as zonas do sul do país, Açores (salvo Flores e Corvo), sendo particularmente sensíveis todas as zonas mais populosas como a zona da grande Lisboa e o Algarve.

Tal como ocorreu noutros locais do mundo, as previsões apontam para um elevado número de vítimas, bem como grandes danos no parque habitacional e nas redes de infraestruturas, daí resultando um elevado impacto económico e social.

*Resposta da SPES ao Jornal i*

Ver também as entradas sobre [⇒ risco sísmico](#) e [⇒ perigosidade sísmica](#)



## **Quais seriam as consequências de um sismo com essa magnitude [como o de 1755] neste momento?**

Existem hoje em dia ferramentas computacionais para análise do risco sísmico em Portugal que permitem simular cenários sísmicos e estimar os seus efeitos em regiões específicas. Estas ferramentas conduzem à avaliação de danos e perdas (humanas e económicas) nas diferentes regiões, face a determinados cenários sísmicos, tendo em conta os conhecimentos recentes sobre a perigosidade sísmica, as características dos solos nas diferentes regiões, e a vulnerabilidade sísmica das tipologias representativas do parque construído.

Podem assim estimar-se as consequências, no presente, de um sismo com características semelhantes às do sismo de Lisboa de 1755. Numa situação destas, e nomeadamente na região da área metropolitana de Lisboa, esperar-se-iam danos muito elevados nas construções mais vulneráveis e valores muito significativos de perdas económicas associadas à danificação das construções e à interrupção de serviços.

*Resposta da SPES ao Jornal i*



## **Previsão sísmica**

### **É possível prever um sismo?**

O último grande terramoto que afetou a maior parte do território nacional foi em 1755, mas desde então outros sismos causaram danos e vítimas (Benavente 1908, Atlântico 1969, Terceira 1980, Faial 1998).

Não é possível prever a data de ocorrência nem a magnitude do próximo sismo, mas é muito provável que algo semelhante ou até mais gravoso que o sismo de 1755 ocorrerá no futuro.

Esta previsão é a mesma que pode ser feita relativamente a outros riscos com os quais nos preocupamos. Por exemplo, não sabemos onde ocorrerá o próximo acidente de viação nem quantas vítimas causará, mas sabemos estimar o número de acidentes e de vítimas.

A previsão de sismos é um problema estudado na área da Sismologia, sendo importante distinguir três conceitos:

- A previsão a curto prazo, aquela que pode levar à decisão de evacuar populações das áreas de risco, ainda está longe de ser alcançada e provavelmente nem todos os sismos poderão vir a ser previstos;
- A previsão a médio prazo, que tem tido vários casos de sucesso, como foram os casos do sismo de Izmit na Turquia (1999) ou o sismo de Sumatra de 2004. Falhas cuja atividade é bem conhecida e que não tenham rompido há bastante tempo são mais prováveis de vir a romper no futuro próximo;
- A previsão a longo prazo, aquela que permite a elaboração dos regulamentos de construção antissísmica, que são a melhor proteção da sociedade contra os sismos futuros.

Existem experiências de monitorização de falhas ativas com evidência superficial (por exemplo a falha de S. André, na Califórnia) que permitem avaliar ao longo do tempo a evolução dos movimentos relativos entre planos de falha. O progresso destes movimentos no tempo e ao longo do comprimento da falha possibilita a identificação dos trechos da falha com maior concentração de tensões, onde, com maior verosimilhança, poderão ocorrer sismos.

*Resposta da SPES ao Jornal i*

### **Os animais podem detectar terremotos?**

A referência mais antiga a comportamento animal anormal antes de um grande terremoto vem da Grécia antiga, em 373 AC. Ratos, cobras, texugos e centopeias foram documentadas a fugir das suas tocas e a dirigirem-se para segurança vários dias antes de um terremoto destruidor. Existem muitos relatos de evidência ocasional sobre animais que exibem comportamento estranho semanas ou



segundos antes de um terremoto. Contudo não existem evidências para que esse comportamento animal antes de eventos sísmicos seja sistemático e de confiança como aviso precursor. Também não é ainda claro qual o mecanismo que pode causar esse comportamento, nos poucos casos em que ele tem sido observado.

Um dos casos mais citados de previsão sísmica de sucesso baseado no comportamento de animais e também nas observações de pequenos sismos e na alteração do nível de poços ocorreu em Haicheng na China em Fevereiro de 1975. Sabe-se hoje que a cidade de cerca de 1 milhão de habitantes teria sido evacuada mais de uma vez antes da última evacuação que antecedeu o sismo de magnitude 7.3 evitando um grande número de vítimas. O sistema de previsão sísmica então implementado na China falhou dramaticamente no ano seguinte quando o sismo de Tangshan de magnitude 7.5 causou mais de 200 mil mortos em Julho do ano seguinte.

Inspirado

em:

[https://www.usgs.gov/faqs/can-animals-predict-earthquakes?qt-news\\_science\\_products=0#qt-news\\_science\\_products](https://www.usgs.gov/faqs/can-animals-predict-earthquakes?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products)