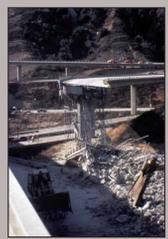


Descobrir o Interior da Terra

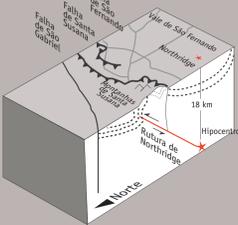
O SISMO DE NORTHRIDGE



Na madrugada de 17 de Janeiro de 1994, um sismo de magnitude 6,7 mudou para sempre Northridge, na zona leste de Los Angeles. O sismo provocou 51 mortos e 7 000 feridos. Causou também danos em edifícios, auto-estradas e pontes avaliados em mais de 20 bilhões de dólares. Apesar de ter apenas uma magnitude moderada, o sismo de Northridge é um dos desastres naturais que causou maiores perdas económicas nos Estados Unidos.

▲ Os estragos causados pelo sismo de Northridge custaram mais de 20 bilhões de dólares.

O sismo de Northridge destruiu infra-estruturas e levou muitas vidas, mas também ajudou a construir montanhas. Durante o sismo, a crosta elevou-se 3 metros ao longo de uma falha que rompeu 18 km abaixo da superfície. Na superfície, as montanhas de Santa Susana, a norte de Los Angeles, elevaram-se 70 cm e moveram-se instantaneamente 21 cm para noroeste.



COMO SÃO REGISTRADOS OS SISMOS?



▲ Estação sísmica temporária

Os sísmômetros são uma ferramenta imprescindível para estudar o interior da Terra. Um sísmômetro é um instrumento que regista o movimento do solo, ou as ondas sísmicas, geradas pelos sismos. Os sísmômetros podem ser instalados de modo permanente ou temporário. As estações sísmicas temporárias são utilizadas para obter respostas a problemas geológicos científicos; neste exemplo temos uma estação sísmica temporária perto da base do maciço de Parbat Nangar no nordeste do Paquistão. As estações sísmicas permanentes são utilizadas para estudar a estrutura da Terra. Há sísmômetros em estações sísmicas permanentes espalhados por todo o mundo. Os sísmômetros modernos registam e amplificam as ondas sísmicas eletronicamente, e podem detetar movimentos do solo tão pequenos quanto 0,00000001 cm (distâncias da ordem do espaçamento atômico).

O princípio de funcionamento de um sísmômetro é o de uma massa inercial fixa a uma estrutura acoplada à Terra. Quando as ondas sísmicas alcançam o sísmômetro, a estrutura move-se juntamente com o solo. A massa dentro da estrutura permanece estacionária devido à sua inércia. O movimento relativo entre a estrutura e a massa inercial é uma medida de movimento do solo.



▲ Os sísmômetros são instalados em locais protegidos e bem aplainados ao chão.



Sísmômetro que regista o movimento horizontal do solo

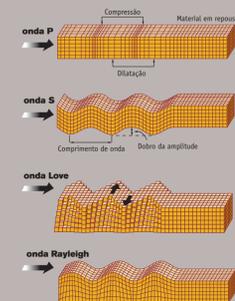
Sísmômetro que regista o movimento vertical do solo

ONDAS SÍSMICAS

Durante um sismo são irradiadas ondas sísmicas em todas as direções. As ondas que se propagam através do interior da Terra são chamadas ondas volumicas e as ondas que se propagam ao longo da superfície são chamadas ondas de superfície.

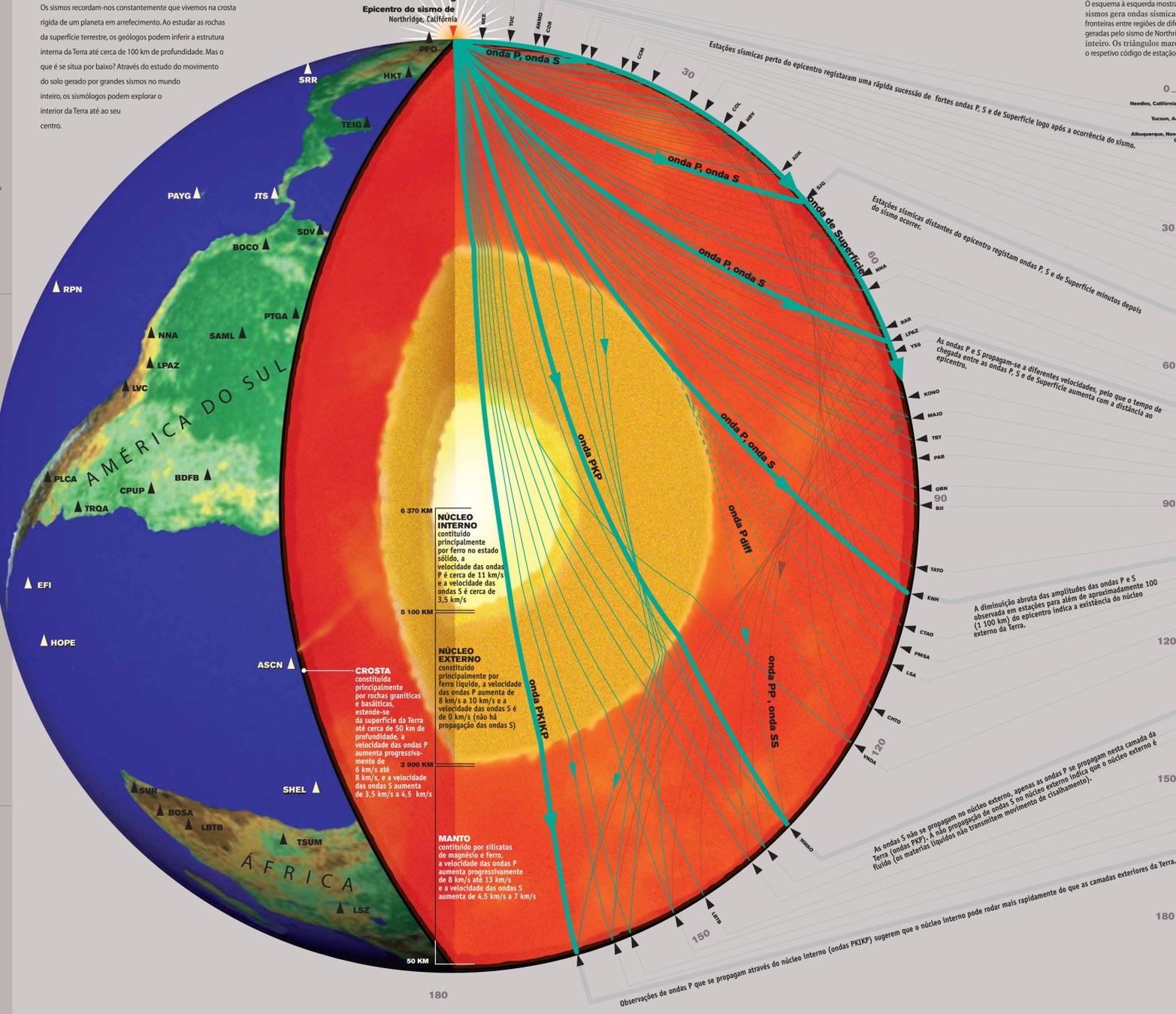
Existem dois tipos principais de ondas volumicas: ondas compressivas (também chamadas ondas P) e ondas de cisalhamento (também chamadas ondas S). As ondas P provocam a compressão e dilatação do material por onde se propagam. As ondas S propagam-se com um movimento de partícula perpendicular à direção de propagação das ondas, de forma idêntica ao que acontece quando abanamos uma corda para baixo e para cima ou de um lado para o outro. As ondas P propagam-se através de materiais sólidos e líquidos enquanto as ondas S apenas se propagam em materiais sólidos. As ondas P são mais rápidas do que as ondas S.

As ondas de superfície (Rayleigh e Love) são geradas pela interação das ondas volumicas com a superfície da Terra, paralelamente à qual se propagam. As ondas Rayleigh são caracterizadas por um movimento de partícula elíptica. As ondas Love por um movimento de partícula lateral. As ondas de superfície são mais lentas do que as ondas P e S, têm uma profundidade de penetração que depende do período, e atenuam-se lentamente chegando a dar várias voltas à Terra.



Introdução

Os sismos recordam-nos constantemente que vivemos na crosta rígida de um planeta em arrefecimento. Ao estudar as rochas da superfície terrestre, os geólogos podem inferir a estrutura interna da Terra até cerca de 100 km de profundidade. Mas o que é se situa por baixo? Através do estudo do movimento do solo gerado por grandes sismos no mundo inteiro, os sísmólogos podem explorar o interior da Terra até ao seu centro.

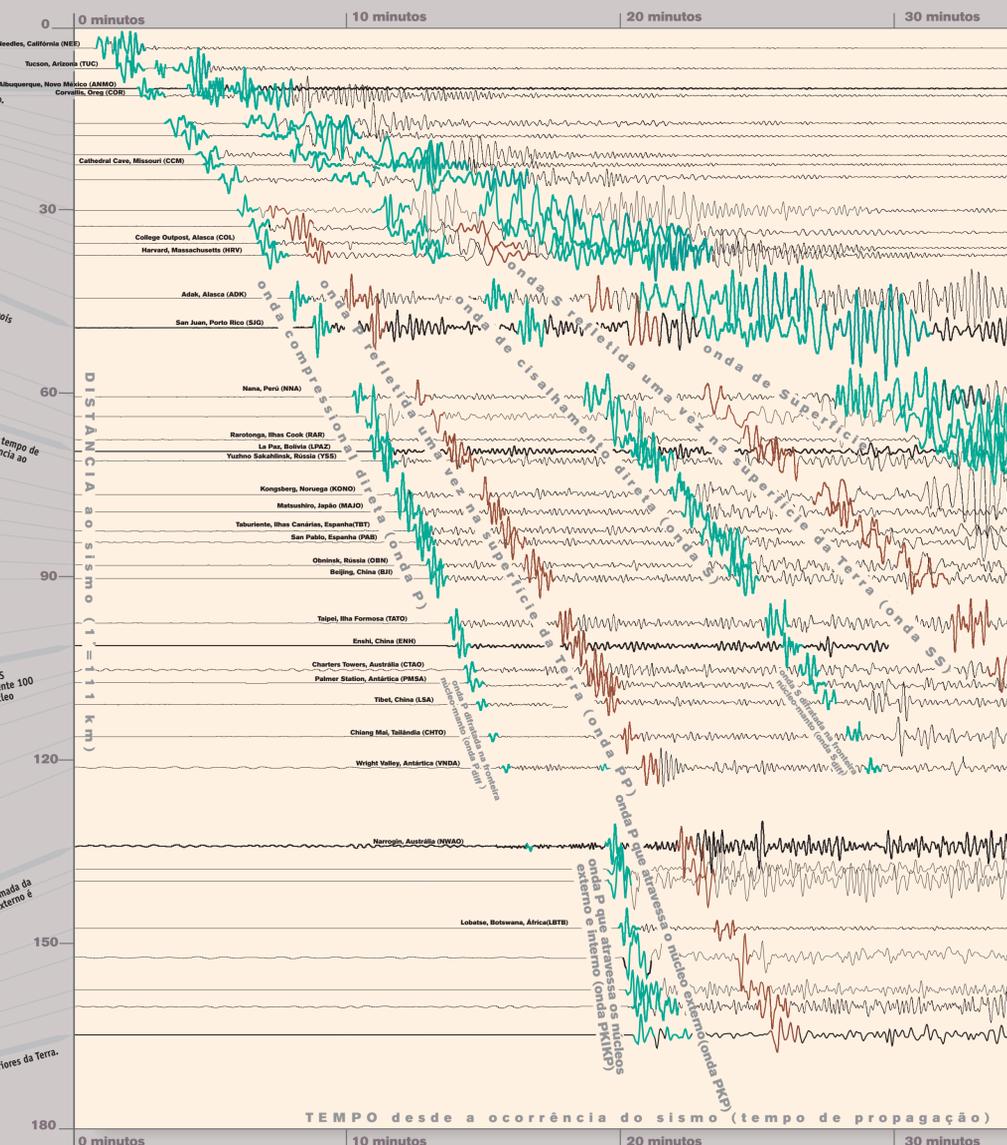


A Terra

O esquema à esquerda mostra a estrutura básica do interior da Terra. A energia libertada pelos sismos gera ondas sísmicas que se propagam através da Terra e são refletidas e refratadas nas fronteiras entre regiões de diferentes materiais. Aqui são mostrados os trajetos das ondas sísmicas geradas pelo sismo de Northridge de 1994, que foram registadas nas estações sísmicas do mundo inteiro. Os triângulos marcam a localização das estações sísmicas, estando algumas identificadas com o respetivo código de estação. À direita podemos ver sísmogramas registados nestas estações.

Sismogramas

Em baixo, cada traço horizontal mostra a chegada das ondas sísmicas geradas pelo sismo de Northridge. Os traços representam o movimento real do solo registado nas estações sísmicas identificadas na imagem da Terra. Alguns traços têm o código da estação sísmica em que foram registados. Os segmentos das ondas diretas P, S e de Superfície estão a verde. Os sísmólogos comparam os tempos de chegada e as amplitudes das ondas sísmicas de muitas estações para inferir a velocidade sísmica e, consequentemente, a estrutura do interior da Terra.



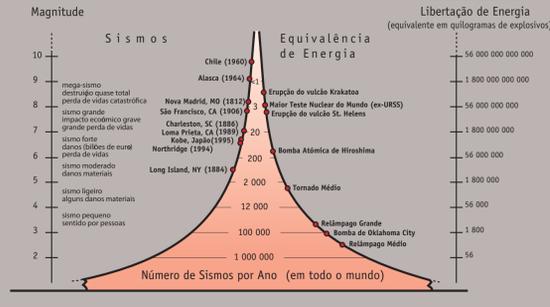
REDE SISMOGRÁFICA GLOBAL



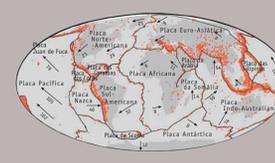
A Rede Sismográfica Global é um programa científico internacional que monitoriza a Terra e permite a exploração do seu interior. Os dados obtidos pela rede são utilizados em investigação académica, educação, mitigação das consequências dos sismos e na verificação do cumprimento do Tratado para a Proibição de Testes Nucleares.

QUAL A FREQUÊNCIA COM QUE OCORREM SISMOS?

Os grandes sismos ocorrem cerca de uma vez por ano. Os sismos mais pequenos, como os sismos de magnitude 2, ocorrem centenas de vezes por dia. Um sistema montanhoso forma-se ao longo de dezenas de milhões de anos com a ocorrência de vários milhões de sismos moderados. Descrevemos o tamanho de um sismo utilizando a escala de magnitude, que se pode ver no lado esquerdo da figura. Quanto maior for a magnitude maior é o sismo. A escala no lado direito da figura representa a quantidade de explosivos necessária para produzir uma explosão de energia equivalente à libertada pelos sismos. Por exemplo, o sismo de 1994 em Northridge (Califórnia) teve uma magnitude estimada em 6,7. Sismos deste tamanho ocorrem cerca de 20 vezes por ano em todo o mundo. Embora o sismo de Northridge seja considerado de dimensão moderada, causou mais de 20 mil milhões de dólares em estragos. Este sismo libertou energia equivalente a quase 2 mil milhões de quilogramas de explosivos, cerca de 100 vezes a quantidade de energia libertada pela bomba atómica que destruiu a cidade de Hiroshima durante a Segunda Guerra Mundial.

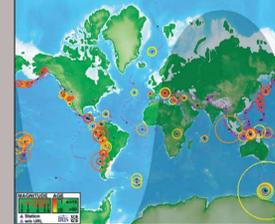


ONDE É QUE OS SISMOS OCORREM?



A superfície exterior da Terra, a litosfera, é fragmentada em placas tectónicas. Estas placas movem-se entre si, deslizando para baixo, para cima, ou lateralmente, uma em relação à outra. O movimento das placas está relacionado com a convecção de materiais quentes no manto. O movimento relativo das placas está relacionado com a ocorrência de sismos. A maioria dos sismos ocorre ao longo das fronteiras entre as grandes placas. As setas no mapa acima indicam a velocidade a que as placas se movem, em milímetros por ano.

VEJA OS SISMOS À MEDIDA QUE ELAS OCORREM



Na página web do IRIS (www.iris.edu) é possível seguir a sismicidade global em tempo quase-real, visualizar registos do movimento do solo, visitar estações sísmicas em todo o mundo, e aprender mais sobre sismos.

the **IRIS** CONSORTIUM
Christel B. Hennen, IRIS Consortium; Lawrence W. Bralle, Purdue University

O IRIS é um consórcio de investigação universitária dedicado à monitorização da Terra e à exploração do seu interior através da recolha e distribuição de dados sísmicos. O programa do IRIS é realizado em parceria com o Serviço Geológico dos EUA (USGS) e é apoiado pela Fundação Norte-Americana para a Ciência (NSF) e outras agências federais norte-americanas, universidades e fundações privadas.

Cópias deste cartaz podem ser obtidas a partir do Consórcio IRIS, 1200 New York Ave., NW, Suite 800, Washington, DC 20005 (202) 638-2220.

USGS **NSF**

Design e Ilustração: Keaton Drew Design