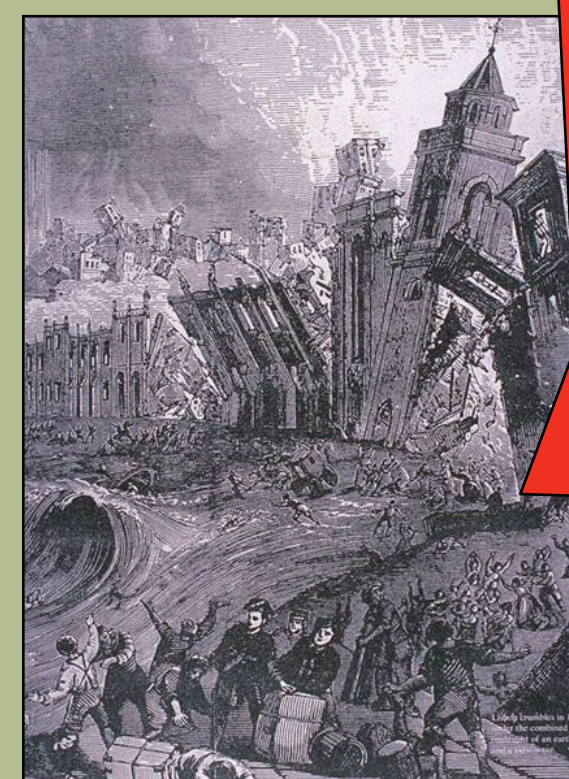


A HISTÓRIA DA SISMOLOGIA

Robert Hooke, CEIOSSOTTUU

Em 1676, o Físico Inglês Robert Hooke publicou um tratado intitulado "Verdadeira Teoria da Elasticidade" (*True Theory of Elasticity or Springiness*), que tinha o anagrama acima na primeira página. A solução para o enigma é *Ut Tensio, Sic Vis*, ou seja "como a extensão, também a força". Hoje enunciamos este princípio dizendo que "a tensão é proporcional à deformação" e chamamos-lhe a lei de Hooke. Foi a primeira formulação matemática fundamental da Sismologia moderna.

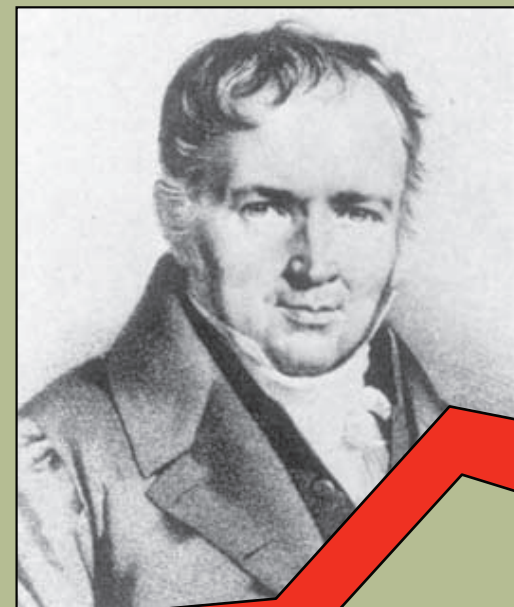


1 de Novembro de 1755 Lisboa, com mais de um quarto de milhão de habitantes, era uma das maiores cidades da Europa. Por volta das 9h30m, um enorme sismo ocorreu a cerca de 200 km a sudoeste da cidade, debaixo do oceano Atlântico. A cidade tremeu durante cerca de 10 minutos, e aproximadamente 30 minutos depois um tsunami inundou o rio Tejo, que atravessa o centro da cidade. O terramoto de Lisboa foi o primeiro a ser estudado cientificamente. J. Michell propôs que o tremor tinha sido causado pela propagação de ondas a partir de uma fonte distante, e que as ondas eram muito semelhantes às ondas geradas pela propagação do som no ar.

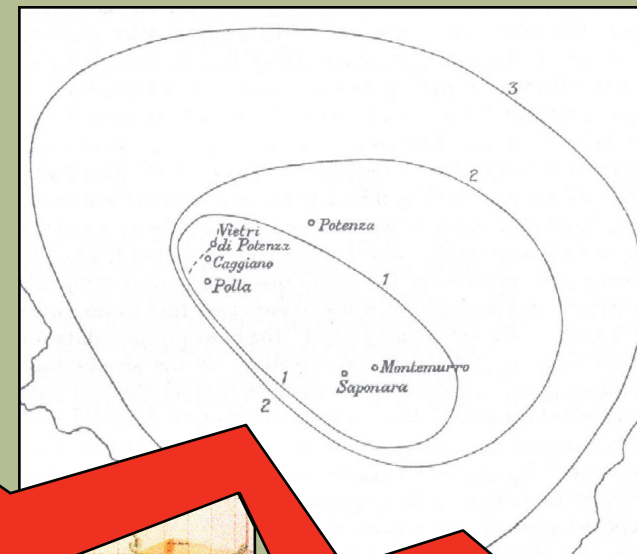


1830 Descoberta das Ondas P e S

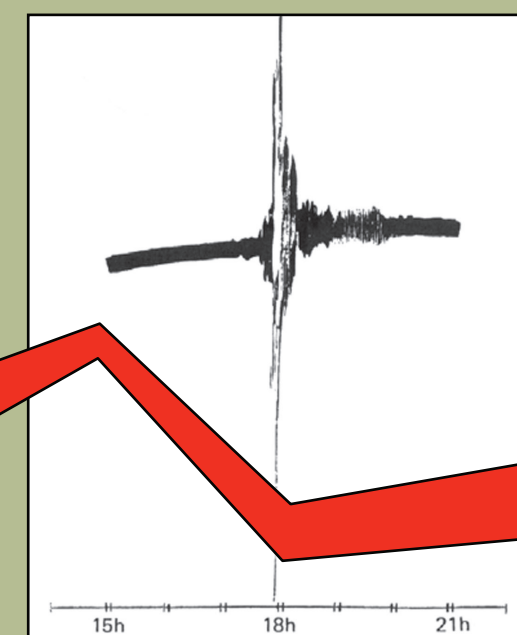
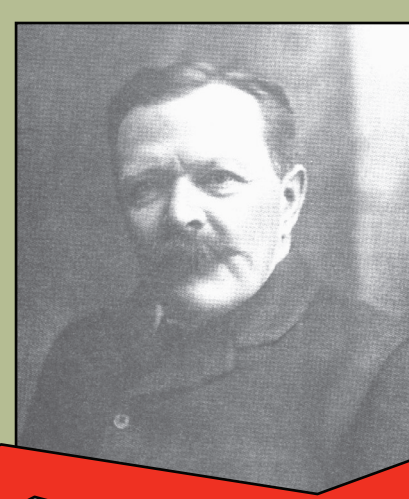
O início do séc XIX foi um período extraordinário para a Matemática. Em particular, os matemáticos Franceses Navier e Cauchy desenvolveram as equações da elasticidade. Em 1830, Poisson publicou um artigo em que mostrava a existência de dois tipos fundamentais de ondas elásticas: P e S. A razão de Poisson, de que depende a relação entre as velocidades das ondas P e S, continua a ser muito utilizada nos nossos dias.



Robert Mallet não só inventou a palavra "sismologia", como também é frequentemente considerado o "primeiro" sismólogo. Nascido na Irlanda, era um engenheiro de grande competência e as suas contribuições para a sismologia marcam o seu nascimento como uma ciência independente. Mallet compilou o primeiro catálogo mundial de sismos e desenhou o primeiro mapa da sismicidade mundial. No final da década de 1840, Mallet utilizou explosões para gerar ondas sísmicas e investigar a ideia de que as ondas sísmicas se propagam a diferentes velocidades em diferentes tipos de rocha. Depois do sismo de Nápoles, em 1857, Mallet viajou para Itália onde utilizou a orientação de fendas e de danos em edifícios para produzir um mapa de isossistas. O mapa identificava as zonas que haviam tremido com graus semelhantes de intensidade.



John Milne Em 1875, John Milne, um engenheiro de minas de 25 anos, foi convidado para professor de Geologia na Universidade Imperial de Tóquio. Milne organizou um serviço geológico no Japão, e apercebeu-se rapidamente da importância de melhorar os registos sísmicos. Milne promoveu a primeira rede sísmica mundial, desenhou vários tipos de sismómetros e elaborou a primeira tabela precisa de tempos de chegada de ondas sísmicas.

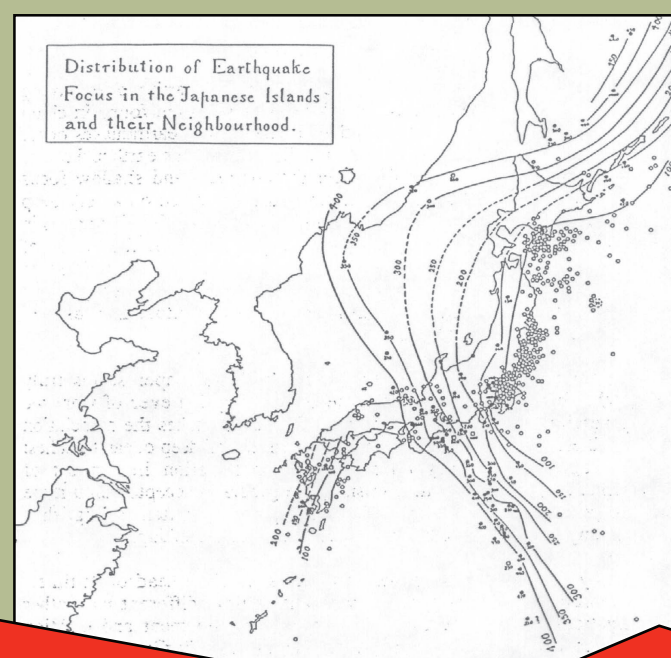
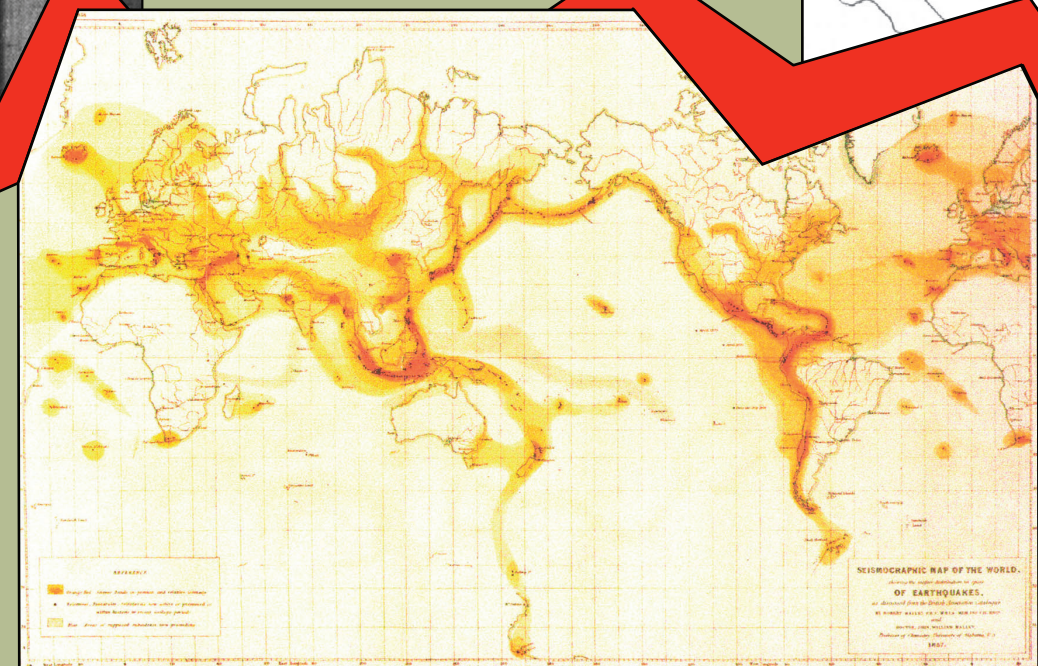
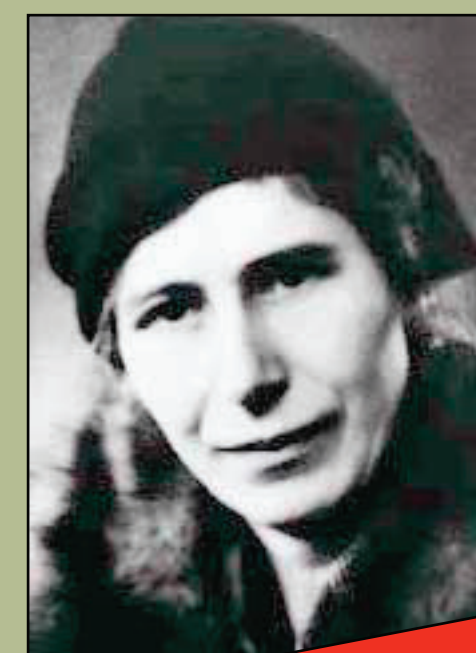


1889, O Primeiro Telesismo

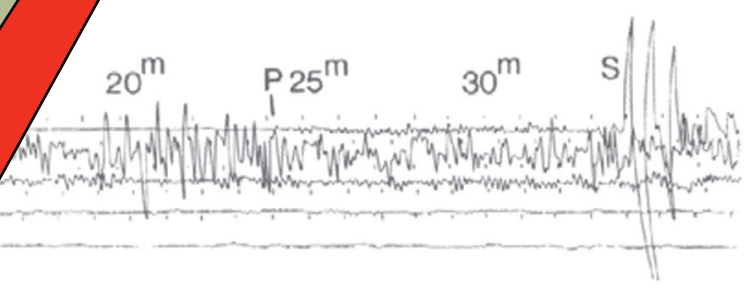
A primeira vez em que um sismograma foi relacionado com um sismo distante foi em 1889. O registo mostra um sismo profundo, ocorrido no Japão e registado em Potsdam, na Alemanha.

Lehmann: O Núcleo Interno

Inge Lehmann descobriu o núcleo interno, uma região de material sólido a uma profundidade de 5150 km, no início da década de 1930. Lehmann trabalhava no Observatório de Copenhaga e media cuidadosamente os tempos de chegada das fases geradas por sismos distantes. Ela reparou que a única maneira de explicar as fases geradas pelo núcleo era a existência de uma fronteira dentro do núcleo onde a velocidade das ondas sísmicas aumentava. Ela propôs então a existência de um núcleo interno sólido, que mais tarde foi comprovado por observações de oscilações livres.

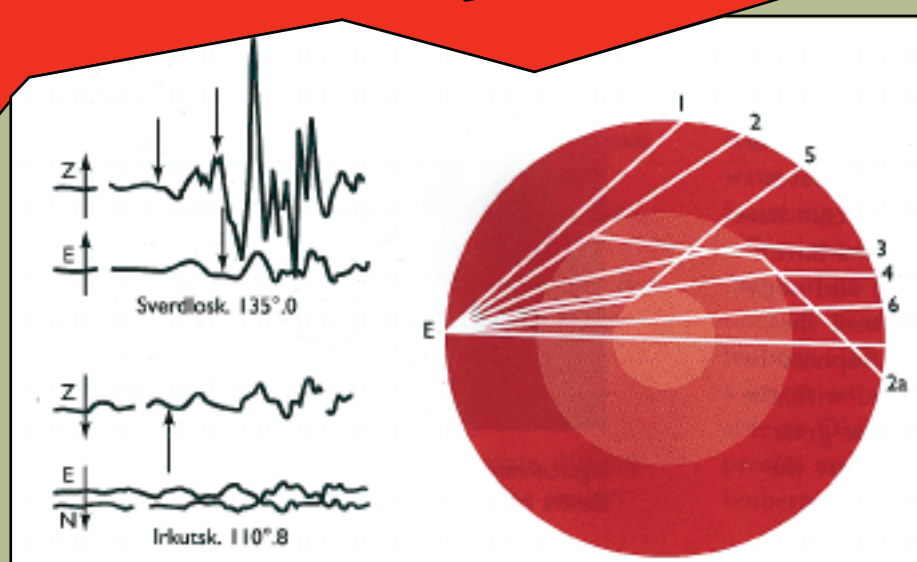
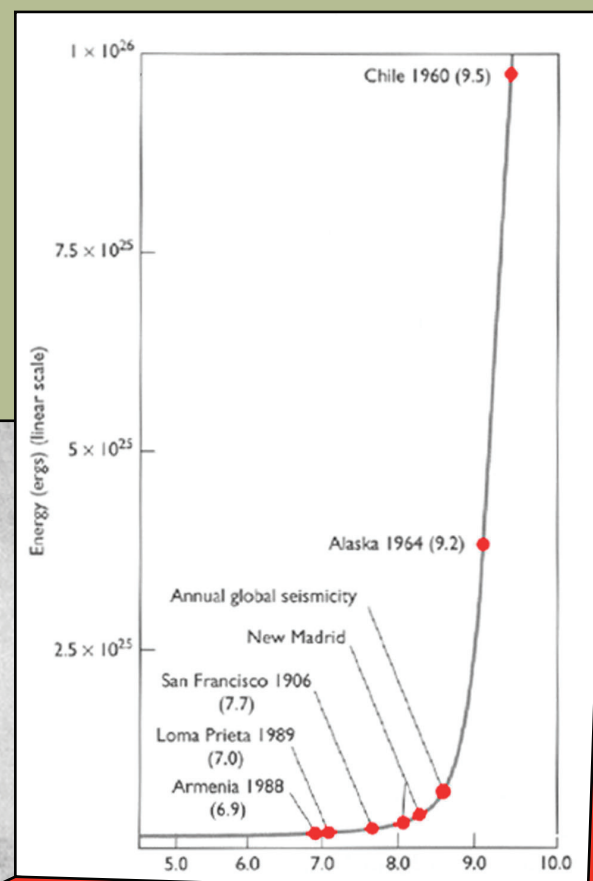


1 de Setembro de 1923, Tóquio Um dos terramotos que causou mais vítimas no séc XX afectou a região de Kanto, no Japão. O número de vítimas excedeu os 100 000 só em Tóquio e quase 2 milhões de pessoas perderam as suas casas. A Sismologia era uma ciência já bem estabelecida no Japão na primeira metade do séc XX. O Professor Fusakichi Omori, depois de estudar os sismos Japoneses, concluiu em 1922 que a região à volta de Tóquio estava "sismicamente silenciosa" e previu que um sismo teria lugar na região futuramente. Depois do sismo de 1923 foi formada uma Comissão Imperial para a Investigação do Terramoto, que produziu cinco volumes com estudos científicos e de engenharia que contribuíram para uma melhoria dramática das práticas de construção no Japão.



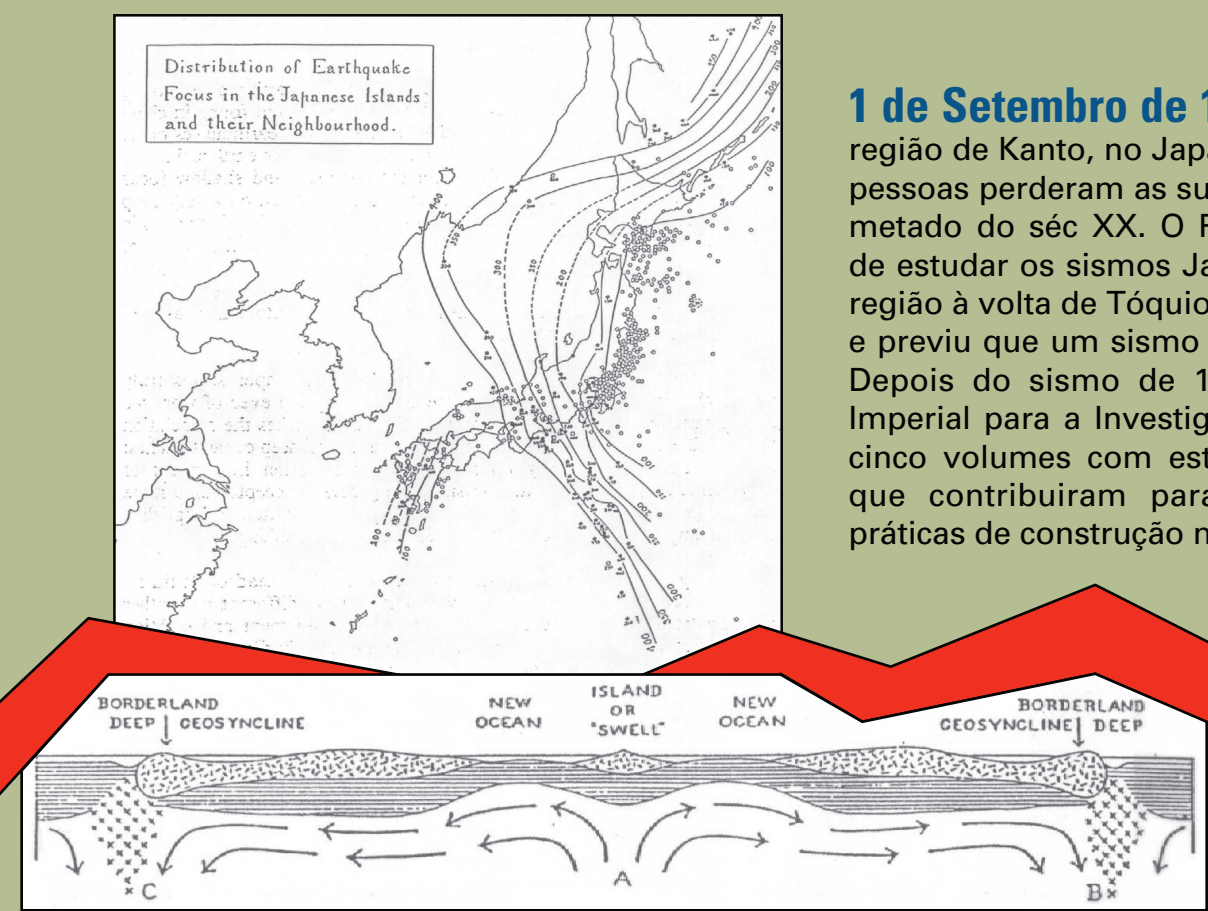
1935: A Escala de Richter

No início da década de 1930, Charles Richter trabalhava na compilação de um catálogo sísmico para a Califórnia. Richter queria publicar um catálogo com o "tamanho" dos terramotos em vez de intensidades. Desenvolveu então uma medida para o tamanho dos sismos baseada em dois princípios fundamentais: a amplitude do tremor causado por um sismo num ponto distante depende do tamanho do sismo, e a amplitude do tremor diminui com a distância percorrida pelas ondas sísmicas. Richter utilizou estes dois princípios para desenvolver uma escala logarítmica (cada unidade da escala corresponde a um aumento de 10 vezes na amplitude do tremor do solo), que ficou conhecida como a escala de Richter. Apesar dos primeiros trabalhos de Richter serem aplicáveis apenas no Sul da Califórnia, serviram de base para a escala de magnitudes moderna.



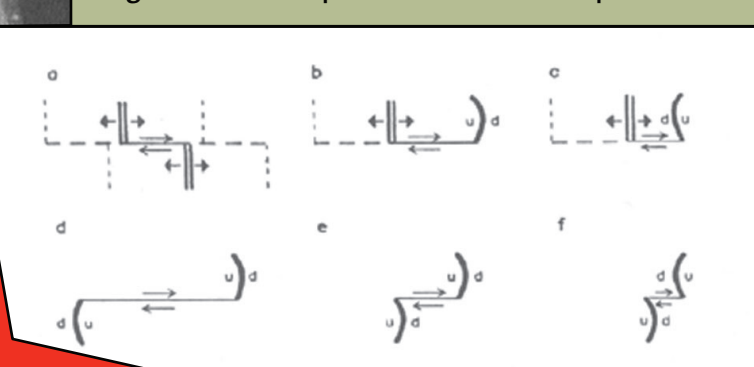
Wadati: A descoberta dos Sismos Profundos

Kiyoo Wadati reparou que sismos com o mesmo epicentro produziam ondas P e S com padrões de tempos de chegada muito diferentes. Wadati propôs que este fenómeno de devia às diferentes profundidades focais (por debaixo da superfície da Terra) dos sismos. Wadati conseguiu comprovar a ocorrência de sismos profundos e mostrou que as suas profundidades formavam uma superfície inclinada por debaixo do Japão, que hoje em dia reconhecemos como uma zona de subducção. As observações de Wadati influenciaram profundamente Arthur Holmes, que por sua vez produziu em 1933 a primeira figura a duas dimensões que sugeria a tectónica de placas.



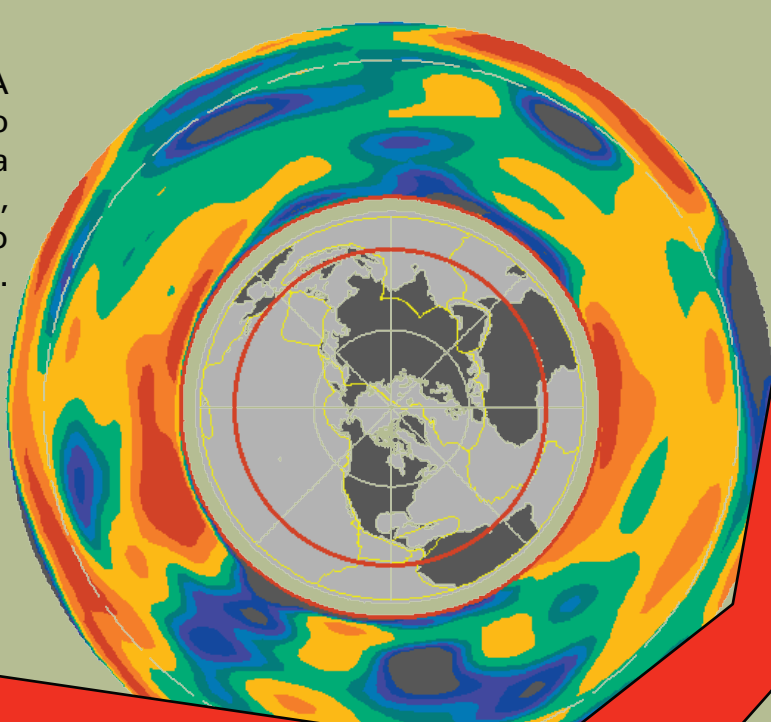
1965: J. Tuzo Wilson e as Falhas Transformantes

A distribuição espacial dos sismos foi uma peça fundamental no desenvolvimento da teoria da tectónica de placas. J. Tuzo Wilson deu uma contribuição importante com a descoberta das falhas transformantes, falhas de deslizamento lateral que acomodam uma deformação significativa e que terminam abruptamente em dorsais ou zonas de colisão.



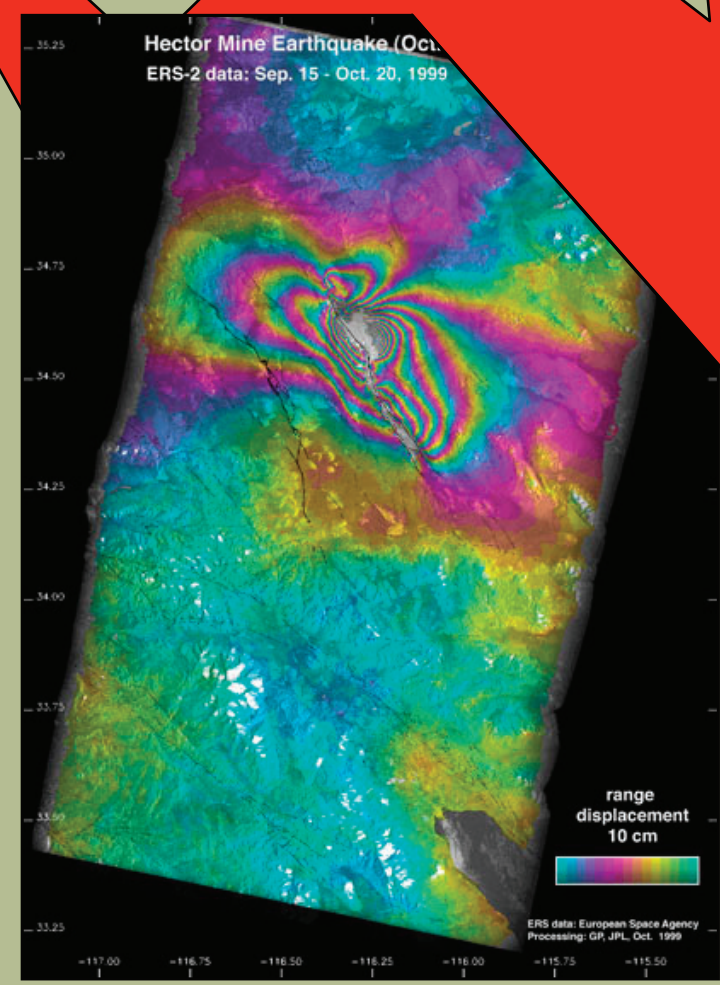
28 de Julho de 1976

O terramoto do séc XX que causou o maior número de vítimas ocorreu na cidade de Tangshan, na China, a 28 de Julho de 1976. O número de mortos causados ultrapassou os 500 000. A cidade industrial de Tangshan foi completamente destruída quando uma falha em deslizamento lateral com mais de 150 km, que atravessa a cidade, se moveu, deslizando mais de 7 metros.



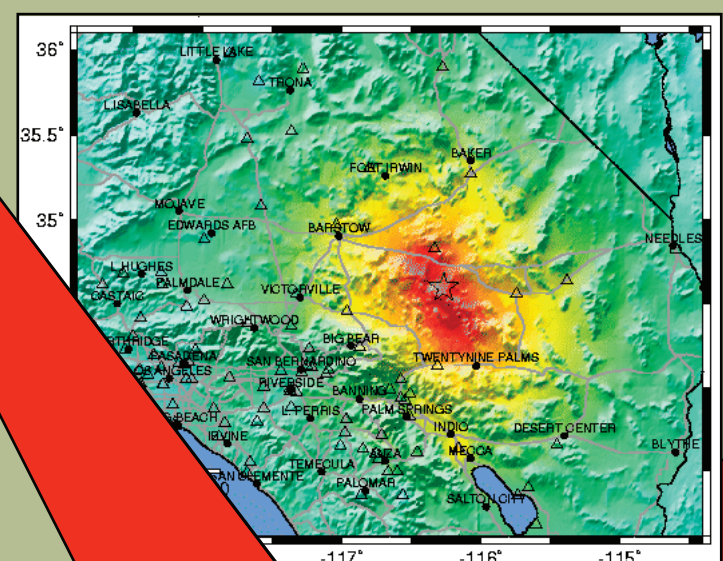
Velocidades no Interior da Terra

Utilizando um número muito grande de registos sísmicos é possível fazer mapas das variações da velocidade de propagação das ondas sísmicas no interior da Terra, conhecidos como perfis tomográficos. Estes perfis podem mostrar placas em subducção ou material quente em ascensão.



Sismologia a partir do Espaço

O deslizamento repentino numa falha durante um terramoto causa deformações permanentes na superfície da Terra. Estas deformações podem ser medidas a partir do espaço utilizando uma técnica chamada INSAR (Radar Interferométrico de Abertura Sintética, ou "Interferometric Synthetic Aperture Radar"). Comparando duas imagens de radar recolhidas antes e depois de um sismo é possível medir as mudanças na superfície da Terra. Esta técnica foi utilizada para produzir um mapa de deformação crustal depois do sismo de Hector Mine, de 16 de Outubro de 1999 (à direita). Este terramoto de magnitude 7.1 ocorreu no Deserto de Mojave na Califórnia.



ShakeMap A recolha de dados sísmicos em tempo-real permite a construção de mapas que mostram a intensidade do movimento do solo poucos minutos após a ocorrência dos sismos. Os Shakemaps mostram as regiões onde se esperam maiores danos e ajudam a direccionar a resposta de emergência da forma mais adequada.



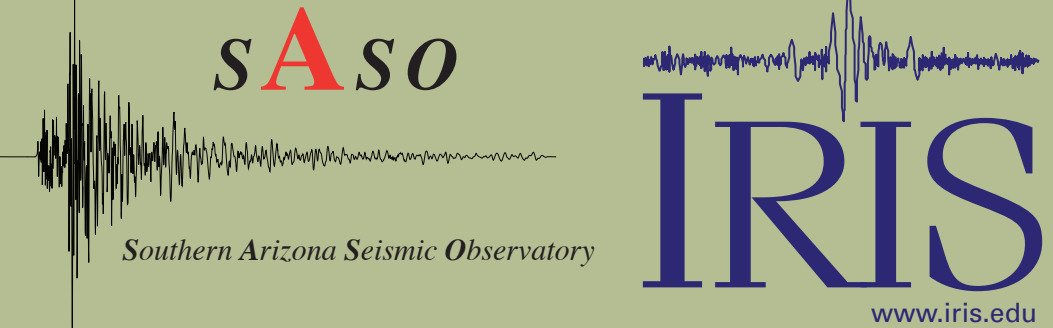
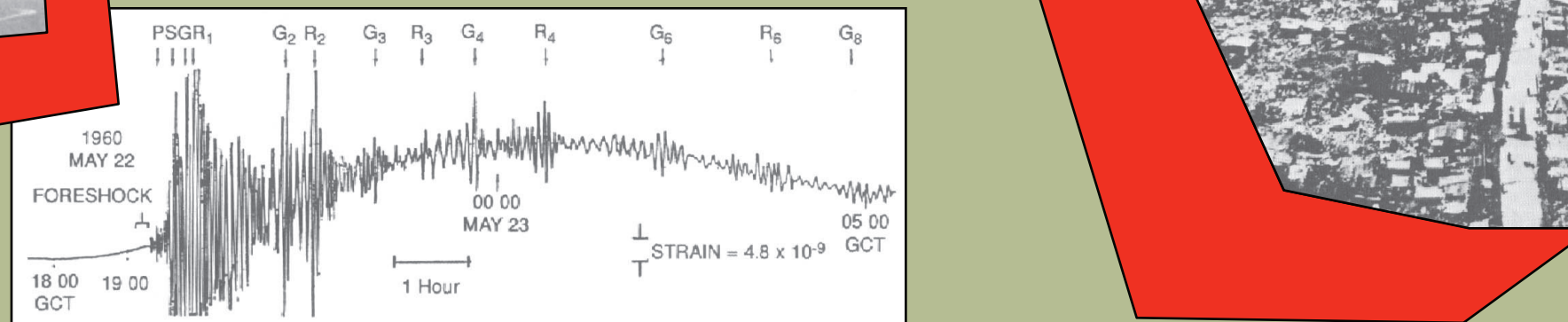
15 de Julho de 1945

As 5:30 da manhã os EUA detonaram a primeira arma nuclear no Novo México. O teste, com nome de código TRINITY, teve um efeito explosivo de 15 kt (equivalente a 15 mil toneladas de TNT). A estação sísmica mais perto da explosão ficava em Tucson, e o sismólogo Beno Gutenberg utilizou o registo para determinar a origem da explosão. A capacidade de identificar esta e outras explosões a partir de registos sísmicos levou ao desenvolvimento de uma nova área dentro da sismologia chamada "Sismologia Forense".



22 de Maio de 1960

O maior terramoto registado instrumentalmente até hoje aconteceu no Sul do Chile em 1960. O sismo, de magnitude 9.5, ocorreu ao longo de 1000 km numa zona de subducção onde a placa de Nazca "mergulha" por debaixo da placa Sul Americana. O terramoto gerou um tsunami que devastou a costa do Chile e ainda causou 61 vítimas mortais em Hilo, no Havai. A altura do tsunami registada foi superior a 10 metros. O terramoto do Chile foi o primeiro sismo que gerou oscilações livres da Terra que puderam ser medidas. As oscilações livres da Terra são vibrações de todo o nosso planeta, que podem ser utilizadas para estudar em detalhe a sua estrutura profunda.



T. Wallace, A. Paquette, and M. Hall-Wallace
University of Arizona
Traduzido para Português pelo Lab. Associado Instituto Dom Luiz