

# **Relatório Final de Instrumentação para o Ensino**

## **Sismógrafo**

UNICAMP – Instituto de Física Gleb Wataghin

Data: 15/06/2005

Autor: Diego Martins Torres

Orientador: Pedro Raggio



## ÍNDICE

<b>1 – OBJETIVO</b>	<b>3</b>
<b>2 – INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>3 – TEORIA</b>	<b>3</b>
<b>4 – MONTAGEM</b>	<b>7</b>
<b>5 – FUNCIONAMENTO</b>	<b>9</b>
<b>6 – RESULTADOS</b>	<b>9</b>
<b>7 – CONCLUSÃO</b>	<b>10</b>
<b>8 – COMENTÁRIOS DO COORDENADOR</b>	<b>10</b>
<b>9 – REFERÊNCIAS</b>	<b>11</b>

## **1. OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo a construção de um sismógrafo rudimentar, constituído de uma base, um medidor e um registrador gráfico, mostrando seu sistema de funcionamento, dar uma descrição histórica de alguns dos maiores tremores de terra ocorridos, assim como suas respectivas graduações na escala Richter. Trata-se de um projeto original, onde pela primeira vez será feito um sismógrafo com registrador contínuo, simples, sem requerer motorização.

Espera-se, através deste, que alunos sintam-se incentivados a construir aparelhos simples para o entendimento de certos fenômenos vivenciados no cotidiano.

## **2. INTRODUÇÃO**

Um dos assuntos de maior impacto e tristes conseqüências dos últimos tempos foi o tsunami (Maremoto) ocorrido no fim do ano passado no sudeste asiático, onde mais de 250.000 pessoas perderam suas vidas. Tais fenômenos naturais, assim como os terremotos e as erupções vulcânicas têm a capacidade de amedrontar o espectador. São incontáveis os exemplos de tremores de terra que tanto prejuízo causaram ao longo da história da civilização. A grande maioria dos terremotos está associada a eventos geológicos de deriva continental e atividade vulcânica. Como sabemos, vivemos sobre placas tectônicas que deslizam sobre o magma do centro da terra. Tais deslizamentos podem causar choque entre as placas o que possivelmente resultaria em um terremoto ou maremoto, depende onde as bordas estão localizadas.

Um terremoto ocorre quando rochas da litosfera submetidas a altas tensões se acomodam. Ondas de choque, chamadas ondas sísmicas partem em todas as direções de um ponto chamado foco ou hipocentro. O ponto situado na superfície exatamente acima do foco é chamado de epicentro do terremoto. A partir deste ponto, as ondas de choque fazem com que o solo se mova em movimentos cíclicos que geram "ondas" forçando o solo para cima e para baixo, as ondas primárias ou verticais, e de um lado para o outro, as ondas horizontais ou ondas de cisalhantes. Quando o epicentro está abaixo de um mar ou oceano, ele pode criar um maremoto ou um tsunami, uma onda gigante.

## **3. TEORIA**

Sabe-se que nosso planeta é revestido por uma camada de rocha com espessura de aproximadamente 100 quilômetros – a litosfera, que “flutua” sobre uma camada mais espessa e muito mais densa, o manto. Embora formada de material sólido em sua maior parte, a litosfera não é contínua. Ela se divide em várias placas, chamadas placas tectônicas, parecendo um quebra-cabeça. Essas placas se movem, afastando-se (divergindo) ou aproximando-se (convergindo) umas das outras.

Os abalos sísmicos são provocados pelo atrito entre as placas tectônicas ou por violentas erupções vulcânicas. O atrito entre placas acumula tensões nas rochas, que sob pressão se quebram. Quando isso ocorre, a energia é liberada em ondas que se propagam em grande velocidade causando os terremotos.

Para medir a intensidade dos terremotos, existem os sismógrafos. São aparelhos formados por um corpo pesado (pêndulo) pendente a uma mola, que está presa a um braço de um suporte fixado num leito de rocha. No pêndulo é colocado um equipamento que emite um raio de luz para um cilindro colocado em frente. O cilindro é movido por um mecanismo semelhante ao relógio e possui um papel fotográfico sensível à luz emitida pelo equipamento situado no corpo pesado. Se a crosta terrestre é abalada por um terremoto, o cilindro se move e o pêndulo, pela inércia, se manterá imóvel e registrará, no papel fotográfico existente no cilindro, as vibrações, dando origem a linhas onduladas, chamadas sismogramas.

Como qualquer sismógrafo é semelhante a um pêndulo, pode-se avaliar seu funcionamento fazendo uma comparação entre o período dele com o período do movimento do solo. Designa-se que o pêndulo (sismógrafo) tenha uma oscilação livre com período ( $T_0$ ). Se o período do movimento do solo ( $T$ ) é sensivelmente menor do que o período próprio do sismógrafo ( $T \ll T_0$ ), a massa do pêndulo ficará em repouso e o movimento relativo solo/massa será registrado. Se o período do movimento do solo é muito maior do que o período próprio do sismógrafo ( $T \gg T_0$ ), o pêndulo irá acompanhar o solo no seu movimento e não haverá movimento relativo, portanto não ocorrerá o registro. Já se os períodos de ambos forem iguais ( $T = T_0$ ), à medida que chegam novas ondas o pêndulo que oscila livremente terá amplitude crescente.

A escala utilizada para medir a magnitude de um terremoto é a escala Richter, que é basicamente uma escala logarítmica, desenvolvida em 1935 pelos sismólogos Charles Francis Richter e Beno Gutenberg, ambos membros do California Institute of Technology (Caltech), que estudavam sismos no Sul da Califórnia. Porém a escala utilizada originalmente por Richter era para captar a magnitude de terremotos a uma distância máxima de 600 Km, sendo assim ela sofreu algumas “correções” para poder ser utilizada a qualquer distância.

Uma das fórmulas utilizada hoje em dia é  $M = \log_{10} (A/T) + Q(D,h)$  (existem variações para esta fórmula levando, porém ao mesmo resultado) onde  $A$  representa a amplitude medida no sismógrafo,  $T$  o período correspondente a essa amplitude e  $Q$  é um fator de correção que é função da distância,  $D$  (graus), entre o epicentro e a estação e a profundidade do foco,  $h$  (em Km). Assim, por exemplo, um sismo com magnitude 6 tem uma amplitude 10 vezes maior que um sismo de magnitude 5. Porém, o sismo de magnitude 6 liberta cerca de 31 vezes mais energia que o de magnitude 5.

Importante ressaltar que a magnitude é única para cada sismo, enquanto a intensidade das ondas sísmicas diminui conforme a distância das rochas atravessadas pelas ondas e as linhas de falha.

Esta escala é ilimitada, porém, acredita-se que existe uma limitação para a energia liberada em um abalo. Para se ter uma idéia do que equivale cada grau nessa escala pode-se dizer o seguinte:

1. Sentido apenas por instrumentos científicos.
2. Sentido por algumas pessoas e animais.
3. Sentido por muitas pessoas.
4. Sentido por todas as pessoas.
5. Destrói algumas construções
6. Estruturas balançam e paredes começam a cair.
7. Destrói muitas construções e mata pessoas.
8. Um desastre.
9. Não sobra nada

O sismo mais forte já registrado foi o Grande Terremoto do Chile e atingiu 9,5 acontecendo em 22 de maio de 1960. Para se ter uma idéia, a queda de um tijolo de uma altura de 1m tem a magnitude -2.

Segue abaixo uma lista dos maiores terremotos (por ordem decrescente em magnitude) ocorridos a partir de 1905 com as respectivas magnitudes na escala Richter, bem como as conseqüências:

-- 22 de maio de 1960 -- Chile -- Um tremor de 9.5 graus atinge a costa central do Chile, provocando ondas e erupções vulcânicas. Cerca de 5.000 pessoas morreram e 2 milhões ficaram desabrigadas.

-- 28 de março de 1964 -- Alasca (EUA) -- Um terremoto e um tsunami subsequente matam 125 pessoas e deixam prejuízos de 311 milhões de dólares. O tremor, de 9.2 graus, foi sentido em grande parte do Alasca e em parte do noroeste do Canadá.

-- 9 de março de 1957 -- Alasca (EUA) -- Tremor de 9.1 graus atinge as ilhas Andreanof. Na ilha Umnak, o vulcão Vsevidof entrou em erupção após passar 200 anos adormecido, gerando um tsunami de 15 metros de altura que atingiu o Havaí.

-- 26 de dezembro de 2004 -- Indonésia -- Um terremoto de 9 graus na costa da província de Aceh, na ilha de Sumatra, provoca um tsunami que faz quase 300 mil pessoas morrerem ou desaparecerem no Sri Lanka, na Tailândia, na Indonésia e na Índia.

-- 4 de novembro de 1952 -- Rússia -- Tremor de 9 graus gera um tsunami que atinge o Havaí, sem provocar mortes.

-- 31 de janeiro de 1906 -- Equador -- Um terremoto de 8.8 graus, com epicentro perto do litoral do Equador e da Colômbia, gera um violento tsunami que mata até mil pessoas. Ele foi sentido em toda a América Central e até na Califórnia e no Japão.

-- 28 de março de 2005 -- Indonésia -- Terremoto de magnitude 8.7, com epicentro no mar próximo a Sumatra, não longe do local do tremor de 9 graus de dezembro de 2004.

-- 4 de fevereiro de 1965 -- Alasca (EUA) -- Um tremor de 8.7 graus provoca ondas de mais de 10 metros na ilha Shemya.

-- 15 de agosto de 1950 -- Tibete/Índia -- 2.000 casas, templos e mesquitas são destruídos por um tremor de 8.6 graus. A bacia do Brahmaputra, na Índia, é a área mais atingida. Pelo menos 1.500 pessoas morrem.

-- 3 de fevereiro de 1923 -- Rússia -- A península de Kamchatka é atingida por um tremor de 8.5 graus.

-- 1 de fevereiro de 1938 -- Indonésia -- Um tremor de 8.5 graus no mar de Banda gera tsunamis que provocam enormes estragos em Banda e Kai, ilhas vulcânicas no leste da Indonésia.

-- 13 de outubro de 1963 -- Ilhas Kurilas -- Um terremoto de 8.5 graus é registrado no arquipélago, que se estende da Rússia ao Japão.

O Brasil encontra-se em uma posição privilegiada, pois não está na borda de nenhuma placa tectônica, porém alguns abalos são detectados em nosso território resultado de falhas geológicas.

Abaixo se encontra um mapa contendo dados sobre tremores de terra, com magnitude 3.0 ou mais, ocorridos no Brasil:

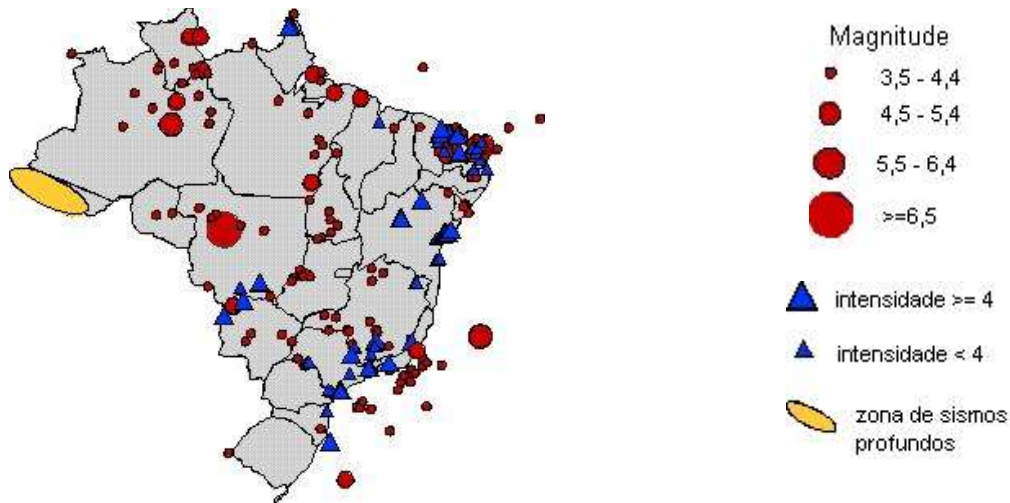


Figura 1: Mapa dos abalos sísmicos ocorridos no Brasil

O maior abalo ocorrido no Brasil foi em Mato Grosso em 1955 atingindo 6,6 na escala Richter, depois deste vem o ocorrido no Espírito Santo também em 1955 com 6,3 graus de magnitude. Além deste os mais famosos são os de Amazonas (1983/M=5.5), do Ceará (1980/M=5.2), de João Câmara, RN (1986/M=5.1) e os mais recentes 1218 tremores no mês de agosto de 2002 em Caruaru/PE dos quais 102 no dia 19 com a maior magnitude atingindo 3,5 graus de magnitude.

#### 4. MONTAGEM

O sismógrafo mais conhecido é o sismógrafo mecânico inventado por John Milne, em torno de 1880, chamado sismógrafo de pêndulo invertido, ou sismógrafo de Milne. Serve para registrar ondas verticais utilizando um pêndulo equilibrado por mola, como no esquema abaixo:

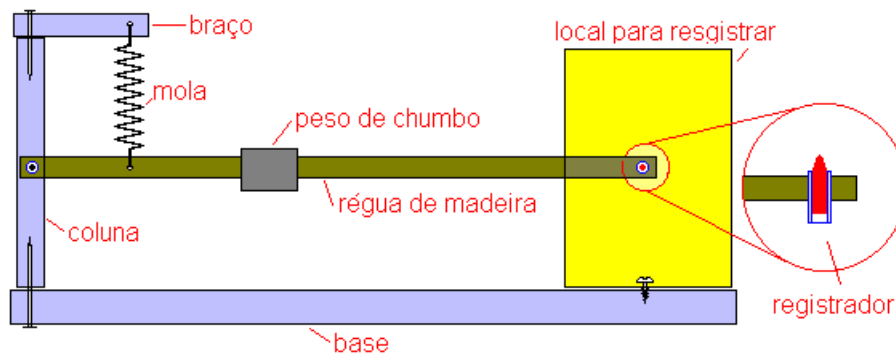


Figura 2: Esquema do sismógrafo

- (a) Para construir tal sismógrafo foi utilizada uma base de polietileno de alta densidade (2 x 15 x 30) cm;
- (b) Fixou-se numa das extremidades dessa base uma peça (coluna) de (3 x 3 x 12) cm;
- (c) Sobre essa coluna, a 90°, um braço de (2 x 3 x 7) cm;
- (d) Utilizou-se uma vareta de madeira leve (balsa) de (0,5 x 1,5 x 25) cm para fazer o pêndulo;
- (e) Foi feito um furo de 3 mm de diâmetro, afastado de 1 cm de cada ponta dessa vareta, e mais um a 5 cm para prender a mola;
- (f) Encaixou-se em um dos furos das pontas um cilindro de metal. No outro foi encaixado uma ponta porosa de caneta hidrocor (hidrográfica), conforme se ilustra no detalhe da figura acima (registrator);
- (g) Fixou-se o outro lado da vareta-pêndulo, com um “prego” por dentro do cilindro metálico, na coluna lateral, a 4cm da base de forma que a vareta pode mover livremente;
- (h) Com um fio de aço fabricou-se uma mola que foi presa no braço como se ilustra (fio de aço com 3m de comprimento e 0,5mm de espessura enrolados justamente formando uma mola de 8mm de diâmetro). (i) Um pedaço de chumbo foi amarrado sobre a vareta-pêndulo. A mola foi ajustada, de forma a ficar na vertical, movendo o chumbo ao longo da vareta;
- (j) Um registrator foi feito de forma que o papel onde ocorrerá o registro saia de uma bobina passe através do local de registro e vá para outra bobina.

As fotos do sismógrafo encontram-se abaixo:



Figura 3: Foto 1 do sismógrafo



Figura 4: Foto 2 do sismógrafo



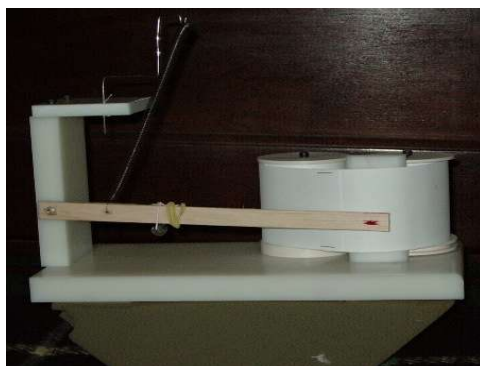


Figura 5: Foto 3 do sismógrafo

## 5. FUNCIONAMENTO

O sismógrafo ficará sobre uma espuma (que representará a placa tectônica) e aquele será pressionado para baixo simulando assim um abalo sísmico com ondas verticais (lembrando que este aparelho mede somente ondas verticais), por inércia (como descrito na teoria) a vareta de madeira permanecerá relativamente parada e conseqüentemente registrará a magnitude de tais ondas no papel.

## 6. RESULTADOS

Encontram-se abaixo os resultados de alguns dados registrados com esse sismógrafo:

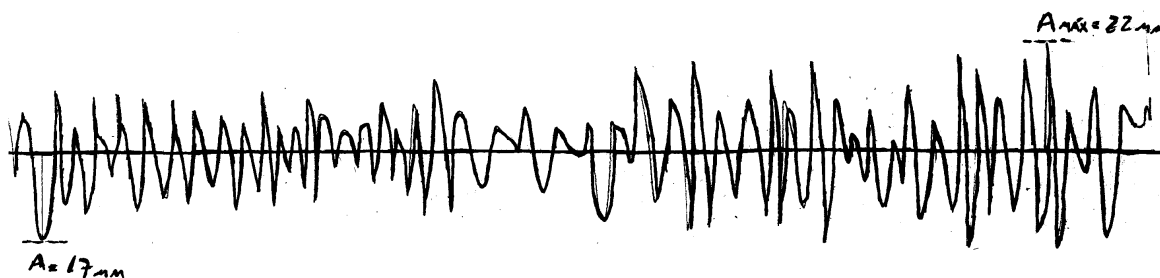


Figura 6: Dados experimentais colhidos com o sismógrafo

A partir desses dados podemos tirar que a amplitude máxima do abalo foi de 22 mm. Assim, utilizando uma fórmula simples para um cálculo de magnitude dada por:

$$M = \log A - \log A_0,$$

onde  $A$  representa a amplitude máxima medida no sismógrafo e  $A_0$  uma amplitude de referência (será utilizada um décimo da amplitude máxima possível, 3 mm), vê-se que esta onda atingiu  $M = 0,865$  pontos na escala.

Apesar de a fórmula para  $M$  ser baseada na fórmula da escala Richter, o valor aqui obtido não se encontra em tal escala, pois a amplitude de referência da escala Richter é diferente da amplitude de referência utilizada acima. Se tal magnitude fosse medida na escala Richter o valor obtido seria, com certeza negativo, pois  $A_0$  seria muito maior que  $A$  (a amplitude de referência na escala Richter é definida localmente como a amplitude máxima teórica).

## 7. CONCLUSÃO

A partir deste projeto pode-se ter uma idéia de como funciona um sismógrafo assim como aprender um pouco mais a respeito de como se dão os abalos sísmicos, suas conseqüências e como medir suas magnitudes na escala Richter.

O aparelho aqui construído não mede abalos a longas distâncias devido ao seu tamanho e pequena sensibilidade. O fato de ser um sismógrafo um tanto quanto primitivo acarreta um erro significativo quando o registro ocorre, pois existe atrito entre a ponta de caneta acoplada à vareta e o papel onde o registro ocorre. O ideal seria usar um laser ao invés da caneta e um papel fotográfico para registrar, pois assim não ocorreria atrito.

A idéia de montar um sismógrafo vem do fato de podermos mostrar que é fácil construir alguns objetos simples que medem fenômenos físicos utilizando conceitos importantes (no caso a inércia) e despertam a curiosidade das pessoas.

## 8. COMENTÁRIOS DO COORDENADOR

- Ao projeto: Projeto aprovado. Somente que não colocou o título do arquivo segundo as normas, o que dificulta meu trabalho. Cuide disso na entrega do RF. Sabendo que a montagem de um interferômetro, que hoje pode ser feita com um simples laser de diodo, é bem sensível a tremores no chão pergunto: ha algum sismógrafo baseado em interferência de luz?

Pelo que foi visto nas pesquisas durante o semestre todos os sismógrafos são construídos baseado em pêndulos.

- Ao Relatório Parcial: 1 - Nota 5, porque não mostra o esquema, não se tem idéia no que consiste o sismógrafo, nem mostra foto das peças. 2 - Nota 5, pois não tinha explicado no que consistia o aparelho.

## 9. REFERÊNCIAS

[1] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista\\_de\\_terremotos](http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_terremotos)

# Lista de terremotos

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Segue uma lista dos maiores [terremotos](#).

### Conteúdo

[1 Terremotos significantes](#)

[2 Outros terremotos não listados pela USGS](#)

[3 Terremotos recentes](#)

[4 Artigos relacionados](#)

[5 Links Externos](#)

[\[editar\]](#)

## *Terremotos significantes*

Esta é uma lista dos terremotos significantes listados pelo [USGS](#).

Para obter informações sobre outros terremotos antigos ou recentes não listados aqui, veja as tabelas abaixo.

Data	Hora ‡	Lugar	Lat.	Long	Mortes	M	M <sub>x</sub> † (M referen ce)
<a href="#">23 de Janeiro, 1556</a>		<a href="#">Shensi, China</a>	34.5	109.7	830,000	~8	
<a href="#">17 de Agosto, 1668</a>		<a href="#">Anatolia, Turquia</a>	40	36	8,000	~8	

<a href="#">26 de Janeiro, 1700</a>		<a href="#">Cascadia</a> , z. subducção da <a href="#">Carolina do Norte</a> à <a href="#">Ilha de Vancouver</a> <i>Ver <a href="#">Sismo de Cascadia (inglês)</a></i>				~9	M <sub>I</sub> (Satake et al, 1996)
<a href="#">1 de Novembro, 1755</a>	10:16	<a href="#">Lisboa, Portugal</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto de Lisboa de 1755</a></i>	36	-11	70,000	~8.7	M <sub>I</sub> (Johnston, 1996)
<a href="#">28 de Fevereiro, 1780</a>		<a href="#">Irã</a>	38	46.2	200,000		
<a href="#">16 de Dezembro, 1811</a>	8:00	<a href="#">Nova Madrid, Missouri, EUA</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto de Nova Madrid</a></i>	36.6	-89.6		~8.1	M <sub>I</sub> (Johnston, 1996)
<a href="#">23 de Janeiro, 1812</a>	15:00	<a href="#">Nova Madrid, Missouri, EUA</a>	36.6	-89.6		~7.8	M <sub>I</sub> (Johnston, 1996)
<a href="#">7 de Fevereiro, 1812</a>	9:45	<a href="#">Nova Madrid, Missouri, EUA</a>	36.6	-89.6		~8	M <sub>I</sub> (Johnston, 1996)
<a href="#">2 de Junho, 1823</a>	8:00	Lado sul de <a href="#">Kilauea, Hawaii, EUA</a>	19.3	-155		~7	M <sub>I</sub> (Klein e Wright, 2000)
<a href="#">10 de Junho, 1836</a>	15:30	Região sul da <a href="#">Baía São Francisco, Califórnia, EUA</a>	36.9	-121.5		~6.5	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">Junho 1838</a>		<a href="#">Península de São Francisco, Califórnia, EUA</a>	37.3	-123.2		~6.8	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">5 de Janeiro, 1843</a>	2:45	<a href="#">Marked Tree, Arkansas, EUA</a>	35.5	-90.5		~6.3	M <sub>I</sub> (Johnston, 1996)

<a href="#">9 de Janeiro, 1857</a>	16:24	<a href="#">Forte Tejon, Califórnia (F. St. André de Parkfield a Wrightwood)</a>			1	~7.9	M (Grant e Sieh, 1993; Stein e Hanks, 1998)
<a href="#">16 de Dezembro, 1857</a>	21:00	<a href="#">Nápoles, Itália</a>	40.3	16	11,000	~6.9	M <sub>I</sub>
<a href="#">8 de Outubro, 1865</a>	20:46	<a href="#">São José, Califórnia, EUA</a>	37.2	121.9		~6.5	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">3 de Abril, 1868</a>	2:25	<a href="#">Hilea, sudeste do Havai, Havai, EUA</a>	19.2	-155.5	77	~7.9	M <sub>I</sub> (Klein e Wright, 2000)
<a href="#">31 de Outubro, 1868</a>	15:53	<a href="#">Hayward, Califórnia, EUA</a>	37.7	-122.1	30	~6.8	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">20 de Fevereiro, 1871</a>	8:42	<a href="#">Molokai, Havai, EUA</a>	21.2	-156.9		~6.8	M <sub>I</sub> (Klein e Wright, 2000)
<a href="#">26 de Março, 1872</a>	10:30	<a href="#">Owens Valley, Califórnia, EUA</a> <i>Ver <a href="#">1872 Terremoto de Lone Pine</a></i>	36.5	-118	27	~7.6	M (Beanland e Clark, 1994)
<a href="#">15 de Dezembro, 1872</a>	5:40	norte de <a href="#">Cascades, Washington, EUA</a>	47.9	-120.3		~7.3	M <sub>I</sub> (Malone e Bor, 1979; Rogers et al., 1983)
<a href="#">23 de Novembro, 1873</a>	5:00	Costa de <a href="#">Califórnia-Oregon</a>	42.2	-124.2		~7.3	M <sub>I</sub> (Bakun, 2000)

<a href="#">31 de Agosto, 1886</a>	2:51	<a href="#">Charleston, Carolina do Sul, EUA</a>	32.9	-80	60	~7.3	M <sub>I</sub> (Johnston, 1996)
<a href="#">24 de Abril, 1890</a>	11:36	<a href="#">Corralitos, Califórnia, EUA</a>	37	121.8		~6.3	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">27 de Outubro, 1891</a>	21:38	<a href="#">Mino-Owari, Japão</a>	35.6	136.6	7,273	~8	M <sub>S</sub>
<a href="#">19 de Abril, 1892</a>	10:50	<a href="#">Vacaville, Califórnia, EUA</a>	38.5	-121.8	1	~6.4 13 -	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">21 de Abril, 1892</a>	17:43	<a href="#">Winters, Califórnia, EUA</a>	38.6	-122		~6.4	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">31 de Outubro, 1895</a>	11:08	<a href="#">Charleston, Missouri, EUA</a>	37	-89.4		~6.6	M <sub>I</sub> (Johnston, 1996)
<a href="#">15 de Junho, 1896</a>	19:32	<a href="#">Sanriku, Japão</a>	39.5	144		~8.5	M
<a href="#">12 de Junho, 1897</a>	11:06	<a href="#">Assam, Índia</a>	26	91	1,500	~8.3	
<a href="#">20 de Junho, 1897</a>	20:14	<a href="#">Falha de Calaveras, Califórnia, EUA</a>	37	-121.6		~6.3	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">31 de Março, 1898</a>	7:43	<a href="#">Ilha de Mare, Califórnia, EUA</a>	38.1	122.4		~6.3	M <sub>I</sub> (Bakun, 1999)
<a href="#">15 de Abril, 1898</a>	7:07	<a href="#">Condado de Mendocino, Califórnia, EUA</a>	39.3	-123.9		~6.8	M <sub>I</sub> (Bakun, 2000)

<a href="#">4 de Setembro, 1899</a>	0:22	<a href="#">Cabo Yakataga, Alasca, EUA</a>	60	-142		7.9	Ms
<a href="#">10 de Setembro, 1899</a>	21:41	<a href="#">Baía de Yakutat, Alasca, EUA</a>	60	-142		8	Ms
<a href="#">9 de Outubro, 1900</a>	12:28	<a href="#">Ilha Kodiak, Alasca, EUA</a>	57.1	-153.5		7.7	Ms
<a href="#">3 de Março, 1901</a>	7:45	<a href="#">Parkfield, Califórnia, EUA</a>	36.2	-120.7		6.4	Ms (Abe, 1988)
<a href="#">27 de Agosto, 1904</a>	21:56	<a href="#">Fairbanks, Alasca, EUA</a>	64.7	-148.1		7.3	Ms
<a href="#">9 de Julho, 1905</a>	9:40	<a href="#">Mongólia</a>	49	99		8.4 13 -	M
<a href="#">31 de Janeiro, 1906</a>	15:36	<a href="#">Colômbia-Ecuador</a>	1	-81.5	1,000	8.8	M
<a href="#">18 de Abril, 1906</a>	13:12	<a href="#">S. Francisco, Califórnia (F. St. André de Cape Mendocino a San Juan Bautista)</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto de São Francisco de 1906</a></i>			3,000	7.8	M (Bakun, 1999)
<a href="#">17 de Agosto, 1906</a>	0:40	<a href="#">Valparaíso, Chile</a>	-33	-72	20,000	8.2	M
<a href="#">28 de Dezembro, 1908</a>	4:20	<a href="#">Messina, Itália</a>	38.3	15.6	70,000	7.2	Ms
<a href="#">1 de Julho, 1911</a>	22:00	<a href="#">Falha de Calaveras, Califórnia, EUA</a>	37.39	-121.8		6.5	Ms

<a href="#">3 de Outubro, 1915</a>	6:52	<a href="#">Vale Pleasant, Nevada, EUA</a>	40.5	-117.5		7.1	M (Stover e Coffman, 1993)
<a href="#">11 de Outubro, 1918</a>	14:14	<a href="#">Porto Rico</a>	18.47	-67.63	116	7.5	M <sub>s</sub> (McCann, 1985)
<a href="#">6 de Dezembro, 1918</a>	8:41	<a href="#">Ilha de Vancouver, Colúmbia Britânica, Canadá</a>	49.62	-125.92		7	M <sub>L</sub> (Gutenberg e Richter, 1954; Rogers, 1983)
<a href="#">16 de Dezembro, 1920</a>	12:05	<a href="#">Ningxia-Kansu, China</a>	36.6	105.32	200,000	8.6	M <sub>s</sub>
<a href="#">31 de Janeiro, 1922</a>	13:17	Ao largo de, <a href="#">Cape Mendocino, Califórnia, EUA</a>	40.7	-125.55		7.3	M <sub>G-R</sub> (Ellsworth, 1990)
<a href="#">1 de Março, 1922</a>	11:21	<a href="#">Parkfield, Califórnia, EUA</a>	35.9	120.9		6.1	M (Bakun e McEvilly, 1984)
<a href="#">22 de Janeiro, 1923</a>	9:04	Ao largo de, <a href="#">Cape Mendocino, Califórnia, EUA</a>	40.49	-125.32		7.2	M <sub>G-R</sub> (Ellsworth, 1990)
<a href="#">1 de Setembro, 1923</a>	2:58	<a href="#">Kanto, Japão</a> <i>Ver Grande Terremoto de Kanto</i>	35.4	139.08	143,000	7.9 13 -	M
<a href="#">1 de Março, 1925</a>	2:19	<a href="#">Charlevoix, Quebec, Canadá</a>	47.76	-69.84		6.3	M (Bent, 1992)



<a href="#">28 de Junho, 1925</a>	1:21	<a href="#">Vale Clarkston, Montana, EUA</a>	46.3 2	-111. 52		6.6	M (Dosier, 1989)
<a href="#">29 de Junho, 1925</a>	14:42	<a href="#">Santa Bárbara, Califórnia, EUA</a>	34.3	-119. 8	13	6.8	M (Stein e Hanks, 1998)
<a href="#">22 de Outubro, 1926</a>	12:35	<a href="#">Baía de Monterey, Califórnia, EUA</a>	36.6 2	-122. 35		6.1	M <sub>G-R</sub> (Ellsworth, 1990)
<a href="#">22 de Outubro, 1926</a>	13:35	<a href="#">Baía de Monterey, Califórnia, EUA</a>	36.5 5	-122. 18		6.1	M <sub>G-R</sub> (Ellsworth, 1990)
<a href="#">7 de Março, 1927</a>	9:27	<a href="#">Tango, Japão</a>	35.8	134.9 2	3,020	7.6	M <sub>s</sub>
<a href="#">22 de Maio, 1927</a>	22:32	<a href="#">Tsinghai, China</a>	37.3 9	102.3 1	200,00 0	7.9	M <sub>s</sub>
<a href="#">4 de Novembro, 1927</a>	13:51	Ao largo de <a href="#">Lompoc, Califórnia, EUA</a>	34.9 2	-121. 03		7.1	M (Stein e Hanks, 1998)
<a href="#">18 de Novembro, 1929</a>	20:32	<a href="#">Grand Banks, Nova Escócia, Canadá</a>	44.6 9	-56.0 1		7.3	M (Bent, 1995)
<a href="#">21 de Dezembro, 1932</a>	6:10	<a href="#">Montanha Cedar, Nevada, EUA</a>	38.5 1	-118. 08		7.2	M
<a href="#">2 de Março, 1933</a>	17:31	<a href="#">Sanriku, Japão</a>	39.2 2	144.6 2	2,990	8.4	M

<a href="#">11 de Março, 1933</a>	1:54	<a href="#">Long Beach, Califórnia, EUA</a>	33.6	-118	115	6.4 13 -	M (Hauksson & Gross, 1991)
<a href="#">20 de Novembro, 1933</a>	23:21	<a href="#">Baía de Baffin, Canadá</a>	73	-69.98		7.4	M (Stein et al. 1979)
<a href="#">15 de Janeiro, 1934</a>	8:43	<a href="#">Bihar, Índia</a>	27.55	87.09	10,700	8.1	M (Chen e Molnar, 1977)
<a href="#">8 de Junho, 1934</a>	4:47	<a href="#">Parkfield, Califórnia, EUA</a>	35.9	-120.9		6.1	M (Bakun e McEvilly, 1984)
<a href="#">1 de Novembro, 1935</a>	6:03	<a href="#">Timiskaming, Quebec, Canadá</a>	48.89	-79		6.2	M (Bent, 1996)
<a href="#">22 de Julho, 1937</a>	17:09	<a href="#">Salcha, Alasca, EUA</a>	64.49	-146.85		7.3	Ms
<a href="#">23 de Janeiro, 1938</a>	8:32	<a href="#">Maui, Havai, EUA</a>	20.96	-156.18		6.8	Ms (Klein e Wright, 2000)
<a href="#">10 de Novembro, 1938</a>	20:18	<a href="#">Ilhas Shumagin, Alasca, EUA</a>	55.33	-158.37		8.2	M
<a href="#">26 de Dezembro, 1939</a>	23:57	<a href="#">Erzincan, Turquia</a>	39.77	39.53	32,700	7.8	Ms

<a href="#">19 de Maio, 1940</a>	4:36	<a href="#">Vale Imperial, Califórnia, EUA</a>	32.7 3	-115. 5	9	7.1	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">7 de Dezembro, 1944</a>	4:35	<a href="#">Tonankai, Japão</a>	33.7 5	136	1,223	8.1	M
<a href="#">1 de Abril, 1946</a>	12:28	<a href="#">Ilha Unimak, Alasca, EUA</a>	52.7 5	-163. 5	165	7.3	M <sub>s</sub> (Stover e Coffman, 1993)
<a href="#">23 de Junho, 1946</a>	17:13	<a href="#">Ilha Vancouver, Colúmbia Britânica, Canadá</a>	49.7 5	-124. 5		7.3	M <sub>L</sub> (Gutenberg e Richter, 1954; Rogers, 1983)
<a href="#">4 de Agosto, 1946</a>	17:51	<a href="#">Républica Dominicana</a>	19.2 5	-69	100 13 -	8	M <sub>s</sub> (Abe, 1981)
<a href="#">20 de Dezembro, 1946</a>	19:19	<a href="#">Nankaido, Japão</a>	32.5	134.5	1,330	8.1	M
<a href="#">16 de Outubro, 1947</a>	2:09	<a href="#">Fairbanks, Alasca, EUA</a>	64.2	-148. 3		7.2	M
<a href="#">13 de Abril, 1949</a>	19:55	<a href="#">Olympia, Washington, EUA</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto Nisqually</a></i>	47.1	-122. 7	8	7.1	M <sub>L</sub> (Baker e Langston, 1987)
<a href="#">22 de Agosto, 1949</a>	4:01	<a href="#">Ilha Rainha Charlotte, Columbia Britânica, Canadá</a>	53.6 2	-133. 27		8.1	M <sub>s</sub> (Gutenberg e Richter, 1954)

<a href="#">15 de Agosto, 1950</a>	14:09	<a href="#">Assam-Tibete</a>	28.5	96.5	1,526	8.6	M
<a href="#">21 de Agosto, 1951</a>	10:57	<a href="#">Kona, Havai, EUA</a>	19.5	-155.95		6.9	M <sub>s</sub> (Klein e Wright, 2000)
<a href="#">21 de Julho, 1952</a>	11:52	<a href="#">Condado Kern, Califórnia, EUA</a>	34.95	-119.05	12	7.3	M (Stein e Hanks, 1998)
<a href="#">4 de Novembro, 1952</a>	16:58	<a href="#">Kamchatka, Rússia</a>	52.76	160.06		9	M
<a href="#">29 de Março, 1954</a>	6:17	<a href="#">Espanha</a>	37.03	-3.51		7.9	M
<a href="#">6 de Julho, 1954</a>	11:13	<a href="#">Montanha Rainbow, Nevada, EUA</a>	39.42	-118.53		6.6	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">24 de Agosto, 1954</a>	5:51	<a href="#">Stillwater, Nevada, EUA</a>	39.58	-118.45		6.8	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">16 de Dezembro, 1954</a>	11:07	<a href="#">Pico Fairview, Nevada, EUA</a>	39.32	-118.2		7.1	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">16 de Dezembro, 1954</a>	11:11	<a href="#">Vale Dixie, Nevada, EUA</a>	39.5	-118		6.8	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">24 de Outubro, 1955</a>	4:10	<a href="#">Concord, Califórnia, EUA</a>	38	-122.1	1	5.4	M <sub>L</sub> (Bolt e Miller, 1975)

<a href="#">9 de Março, 1957</a>	14:22	<a href="#">Ilha Andreanof, Alasca, EUA</a>	51.56	-175.39		9.1	M
<a href="#">4 de Dezembro, 1957</a>	3:37	<a href="#">Gobi-Altai, Mongólia</a>	45.15	99.21	30	8.1	M
<a href="#">7 de Abril, 1958</a>	15:30	<a href="#">Huslia, Alasca, EUA</a>	65.94	-156.37		7.3	M
<a href="#">10 de Julho, 1958</a>	6:15	<a href="#">Fairweather, Alasca, EUA</a>	58.37	-136.66	5	7.7	M
<a href="#">18 de Agosto, 1959</a>	6:37	<a href="#">Lago de Hebgen, Montana, EUA</a>	44.6	-110.64	28	7.3	M (Dosier, 1985)
<a href="#">29 de Fevereiro, 1960</a>	23:40	<a href="#">Agadir, Marrocos</a>	30.5	-9.3	10,000	5.7	M
<a href="#">22 de Maio, 1960</a>	19:11	<a href="#">Chile</a> <i>Ver <a href="#">Grande Terremoto do Chile</a></i>	-38.24	-73.05	5,700	9.5	M
<a href="#">28 de Março, 1964</a>	3:36	<a href="#">Prince William Sound, Alasca, EUA</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto da Sexta-feira Santa</a></i>	61.02	-147.65	125	9.2	M
<a href="#">16 de Junho, 1964</a>	4:01	<a href="#">Niigata, Japão</a>	38.43	139.23	26	7.5	M
<a href="#">04 de Fevereiro, 1965</a>	5:01	<a href="#">Ilha Rat, Alasca, EUA</a>	51.21	-178.5		8.7	M
<a href="#">29 de Abril, 1965</a>	15:28	<a href="#">Seattle-Tacoma, Washington, EUA</a> <i>See <a href="#">Terremoto de Nisqually</a></i>	47.32	-122.33	7	6.5	M <sub>L</sub> (Algermissen e Harding, 1965)

<a href="#">28 de Junho, 1966</a>	4:26	<a href="#">Parkfield, Califórnia, EUA</a>	35.88	-120.49		6.1	M (Tsai e Aki, 1969)
<a href="#">12 de Setembro, 1966</a>	16:41	<a href="#">Truckee, Califórnia, EUA</a>	39.38	-120.22		5.9	M (Tsai e Aki, 1970)
<a href="#">10 de Dezembro, 1967</a>	22:51	<a href="#">Koyna, Índia</a>	17.39	73.77		6.3	M (Langston, 1976)
<a href="#">2 de Outubro, 1969</a>	6:19	<a href="#">Santa Rosa, Califórnia, EUA</a>	38.3	-122.76	1	5.7	M <sub>L</sub> (Bolt e Miller, 1975)
<a href="#">31 de Maio, 1970</a>	20:23	<a href="#">Peru</a>	-9.25	-78.84	66,000	7.9	
<a href="#">31 de Julho, 1970</a>	17:08	<a href="#">Colômbia</a>	-1.49	-72.56		8	
<a href="#">9 de Fevereiro, 1971</a>	14:00	<a href="#">San Fernando, Califórnia, EUA</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto de Sylmar</a></i>	34.4	-118.39	65	6.7	M (Heaton, 1982)
<a href="#">4 de Fevereiro, 1975</a>	11:36	<a href="#">Haicheng, China</a>	40.72	122.73	10,000	7	M (Cipar, 1979)
<a href="#">1 de Agosto, 1975</a>	20:20	<a href="#">Oroville, Califórnia, EUA</a>	39.5	-121.39		5.8	M
<a href="#">29 de Novembro, 1975</a>	14:47	lado sul de <a href="#">Kilauea, Hawaii, EUA</a>	19.45	-155.03	2	7.2	M <sub>s</sub> (Klein e Wright, 2000)
<a href="#">4 de Fevereiro, 1976</a>	9:01	<a href="#">Guatemala</a>	15.3	-89.14	23,000	7.5	M

<a href="#">29 de Julho, 1976</a>	19:42	<a href="#">Tangshan, China</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto de Tangshan</a></i>	39.6 1	117.8 9	255,00 0*	7.5	M
<a href="#">6 de Agosto, 1979</a>	17:05	<a href="#">Lago Coyote, Califórnia, EUA</a>	37.1 1	-121. 52		5.7	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">15 de Outubro, 1979</a>	23:17	<a href="#">Vale Imperial, Califórnia, EUA</a>	32.8 2	-115. 65		6.4	M (Hartzel e Heaton, 1983)
<a href="#">24 de Janeiro, 1980</a>	19:00	<a href="#">Livermore, Califórnia, EUA</a>	37.7 1	-121. 73		5.8	M (Bolt et al., 1981)
<a href="#">15 de Maio, 1980</a>	16:33	<a href="#">Lagos Mammoth, Califórnia, EUA</a>	37.6	-118. 83		6.1	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">25 de Maio, 1980</a>	16:49	<a href="#">Lagos Mammoth, Califórnia, EUA</a>	37.6 5	-118. 9		5.9	M <sub>L</sub> (Ellsworth, 1990)
<a href="#">25 de Maio, 1980</a>	19:44	<a href="#">Lagos Mammoth, Califórnia, EUA</a>	37.5 5	-118. 82		5.8	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">27 de Maio, 1980</a>	14:50	<a href="#">Lagos Mammoth, Califórnia, EUA</a>	37.4 8	-118. 8		6	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">8 de Novembro, 1980</a>	10:27	<a href="#">Plataforma Gorda, Califórnia, EUA</a>	41.1 2	-124. 67		7.2	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">2 de Maio, 1983</a>	23:42	<a href="#">Coalinga, Califórnia, EUA</a>	36.2 3	-120. 32		6.5	M (Ellsworth, 1990)

<a href="#">28 de Outubro, 1983</a>	14:06	<a href="#">Pico do Borah, Idaho, EUA</a>	44.09	-113.8	2	7	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">16 de Novembro, 1983</a>	16:13	<a href="#">Kaoiki, Hawaii, EUA</a>	19.44	155.38		6.7	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">24 de Abril, 1984</a>	21:15	<a href="#">Monte Morgan, Califórnia, EUA</a>	37.3	-121.71		6.2	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">23 de Novembro, 1984</a>	18:08	<a href="#">Vale Round, Califórnia, EUA</a>	37.45	-118.6		5.7	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">19 de Setembro, 1985</a>	13:17	<a href="#">Michoacan, México</a>	18.44	-102.36	9,500	8	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">23 de Dezembro, 1985</a>	5:16	<a href="#">Nahanni, Territórios do Nordeste, Canadá</a>	62.16	-124.31		6.8	M (Wetmiller et al., 1988)
<a href="#">7 de Maio, 1986</a>	22:47	<a href="#">Ilha Andreanof, Alasca, EUA</a>	51.56	-174.81		8	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">8 de Julho, 1986</a>	9:20	Norte de <a href="#">Palm Springs, Califórnia, EUA</a>	33.97	-116.78		6.1	M (Hartzell, 1989)



<a href="#">21 de Julho, 1986</a>	14:42	<a href="#">Vale Chalfant, Califórnia, EUA</a>	37.53	-118.43		6.2	M (Ellsworth, 1990)
<a href="#">1 de Outubro, 1987</a>	14:42	<a href="#">Whittier Narrows, Califórnia, EUA</a>	34.06	-118.13	8	5.9	M (Hartzell e Lida, 1990)
<a href="#">330 de Novembro, 1987</a>	19:23	<a href="#">Golfo do Alasca</a>	58.84	-142.6		7.9	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">22 de Janeiro, 1988</a>	0:35	<a href="#">Enseada Tennant, Austrália</a>	-19.87	133.78		6.3	M (Choy e Bowman, 1990)
<a href="#">22 de Janeiro, 1988</a>	3:57	<a href="#">Enseada Tennant, Austrália</a>	-19.88	133.83		6.4	M (Choy e Bowman, 1990)
<a href="#">22 de Janeiro, 1988</a>	12:04	<a href="#">Enseada Tennant, Austrália</a>	-19.9	133.83		6.6	M (Choy e Bowman, 1990)
<a href="#">6 de Março, 1988</a>	22:35	<a href="#">Golfo do Alasca</a>	57.26	-142.75		7.8	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">25 de Novembro, 1988</a>	23:46	<a href="#">Saguenay, Quebec, Canadá</a>	48.06	-71.27		5.9	M (Boatwright e Choy, 1992)
<a href="#">7 de Dezembro, 1988</a>	7:41	<a href="#">Spitak, Armênia</a>	40.93	44.11	25,000	6.8	M (PDE Listagem Mensal)

<a href="#">18 de Outubro, 1989</a>	0:04	<a href="#">Loma Prieta, Califórnia, EUA</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto de Loma Prieta</a></i>	37.1 4	-121. 76	63	6.9	M (Wald et al., 1991)
<a href="#">25 de Dezembro, 1989</a>	14:24	<a href="#">Ungava, Quebec, Canadá</a>	60.0 7	-73.5 4		6	M (Bent, 1994)
<a href="#">28 de Junho, 1991</a>	1:43	<a href="#">Sierra Madre, Califórnia, EUA</a>	34.2 5	-117. 95	2	5.6	M (Wald et al., 1991)
<a href="#">17 de Agosto, 1991</a>	22:17	<a href="#">Honeydew, Califórnia, EUA</a>	41.7 9	-125. 58		7.1	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">23 de Abril, 1992</a>	4:50	<a href="#">Joshua Tree, Califórnia, EUA</a>	33.8 7	-116. 55		6.1	M (Hauksson et al., 1993)
<a href="#">25 de Abril, 1992</a>	18:06	<a href="#">Cabo Mendocino, Califórnia, EUA</a>	40.3 8	-124. 05		7.2	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">26 de Abril, 1992</a>	7:41	Ao largo do <a href="#">Cabo Mendocino, Califórnia, EUA</a>	40.5 5	-124. 29		6.5	M (Oppenheimer et al., 1993)
<a href="#">26 de Abril, 1992</a>	11:18	Ao largo do <a href="#">Cabo Mendocino, Califórnia, EUA</a>	40.4 4	-124. 43		6.7	M (Oppenheimer et al., 1993)
<a href="#">28 de Junho, 1992</a>	11:57	<a href="#">Landers, Califórnia, EUA</a>	34.2	-116. 52	3	7.3	M (Sieh et al. 1993)

<a href="#">29 de Junho, 1992</a>	10:14	<a href="#">Montanha de Little Skull, Nevada, EUA</a>	36.7 7	-116. 32		5.7	M (Walter, 1993)
<a href="#">21 de Setembro, 1992</a>	0:16	<a href="#">Nicarágua</a>	11.7 7	-87.3 5	116	7.7	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">29 de Setembro, 1993</a>	22:25	<a href="#">Latur-Killari, Índia</a>	18.0 8	76.52	9,748	6.2	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">17 de Janeiro, 1994</a>	12:30	<a href="#">Northridge, Califórnia, EUA</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto.1994.Northridge</a></i>	34.1 8	-118. 56	60	6.7	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">9 de Junho, 1994</a>	0:33	<a href="#">Bolívia</a>	-13. 86	-67.4 9	5	8.2	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">1 de Setembro, 1994</a>	15:15	<a href="#">Cabo Mendocino, Califórnia, EUA</a>	40.3 8	-125. 78		7.1	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">16 de Janeiro, 1995</a>	20:46	<a href="#">Kobe, Japão</a> <i>Ver <a href="#">Grande Terremoto de Hanshin</a></i>	34.5 7	135.0 3	5,502	6.9	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">31 de Maio, 1997</a>	22:51	<a href="#">Jabalpur, Índia</a>	23.0 7	80.12	38	5.8	M (Singh et al., 1999)

<a href="#">17 de Julho, 1998</a>	8:49	<a href="#">Papua Nova Guiné</a>	-2.9 4	142.5 8	2,183	7	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">25 de Janeiro, 1999</a>	18:19	<a href="#">Colômbia</a>	4.45	-75.6 5	1,185	6.2	
<a href="#">17 de Agosto, 1999</a>	0:01	<a href="#">Izmit, Turquia</a>	40.7 7	30	17,118	7.6	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">20 de Setembro, 1999</a>	17:47	<a href="#">Chi-Chi, Taiwan</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto de Chi-Chi</a></i>	23.8 2	120.8 6	2,400	7.7	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">16 de Outubro, 1999</a>	9:46	<a href="#">Hector Mine, Califórnia, EUA</a>	34.5 6	-116. 44		7.2	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">12 de Novembro, 1999</a>	16:57	<a href="#">Duzce, Turquia</a>	40.8 2	31.23	894	7.2	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">3 de Setembro, 2000</a>	8:36	<a href="#">Napa, Califórnia, EUA</a>	38.3 8	-122. 41		5	M (BRK)
<a href="#">16 de Novembro, 2000</a>	4:54	<a href="#">Nova Irlanda, Papua Nova Guiné</a>	-4	152.3 3		8	
<a href="#">13 de Janeiro, 2001</a>	17:33	<a href="#">El Salvador</a>	13.0 4	-88.6 6	844	7.7	M (PDE Listagem Mensal)

<a href="#">26 de Janeiro, 2001</a>	3:16	<a href="#">Gujarat, Índia</a>	23.39	70.23	20,085	7.7	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">28 de Fevereiro, 2001</a>	18:54	<a href="#">Olympia, Washington, EUA</a> <i>Ver <a href="#">Terremoto de Nisqually</a></i>	47.11	-122.6		6.8	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">23 de Junho, 2001</a>	20:33	Costa do <a href="#">Perú</a>	-16.3	-73.55	75	8.4	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">25 de Março, 2002</a>	14:56	<a href="#">Região de Hindu Kush, Afeganistão</a>	36.06	69.32	1,000	6.1	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">20 de Abril, 2002</a>	10:50	<a href="#">Au Sable Forks, Nova Iorque</a>	44.51	-73.7		5.2	M (PDE Listagem Mensal)
<a href="#">3 de Novembro, 2002</a>	22:12	<a href="#">Denali Park, Alasca, EUA</a>	63.52	-147.44		7.9	M (QED)
<a href="#">21 de Maio, 2003</a>	36.96	<a href="#">Boumerdes, Algéria</a>	36.96	3.63	2,266	6.8	M (QED)

†  $M_{G-R}$  = Magnitude de Gutenberg e Richter (1954),  $M_S$  = 20 s onda da superfície magnitude,  $M$  = [moment magnitude](#) (Hanks e Kanamori, 1979),

e  $M_i$  é uma magnitude de intensidade,  $M_L$  é uma magnitude local (Richter, 1935).

‡ GMT

\* Mortes estimadas num valor superior a 655 000.

Fonte: [United States Geological Survey](#) (USGS) [1] ([http://earthquake.usgs.gov/docs/sign\\_eqs.htm](http://earthquake.usgs.gov/docs/sign_eqs.htm))

[[editar](#)]

### Outros terremotos não listados pela USGS

Data	Sítio	Mortes	Magnitude ou intensidade*	Comentários
<a href="#">464 BC</a>	<a href="#">Esparta, Grécia</a>	?	–	Conduziu a um crescente <a href="#">helot</a> e a relações tensas com <a href="#">Atenas</a> , um dos fatores que levaram à <a href="#">Guerra do Peloponeso</a>
<a href="#">226 BC</a>	<a href="#">Rodes, Grécia</a>	?	–	Destruiu o <a href="#">Colosso de Rhodes</a> e a cidade de <a href="#">Kameiros</a>
<a href="#">365</a>	<a href="#">Knossos, Creta (Grécia)</a>	50,000	XI	
<a href="#">365</a>	<a href="#">Cyrene, Líbia</a>	?	–	
<a href="#">20 de Maio 526</a>	<a href="#">Antiochia, Síria</a>	250,000	–	
<a href="#">844</a>	<a href="#">Damasco, Síria</a>	50,000	VIII	
<a href="#">847</a>	<a href="#">Mosul, Iraque</a>	50,000	–	
<a href="#">847</a>	<a href="#">Damasco, Síria</a>	70,000	X	
<a href="#">856</a>	<a href="#">Qumis, Damghan, Irã</a>	200,000	–	
<a href="#">856</a>	<a href="#">Corinto, Grécia</a>	45,000	–	
<a href="#">893</a>	<a href="#">Cáucaso</a>	82,000	–	
<a href="#">893</a>	<a href="#">Daipur, Índia</a>	180,000	–	
<a href="#">893</a>	<a href="#">Ardabil, Irã</a>	150,000	–	
<a href="#">1036</a>	<a href="#">Shanxi, China</a>	23,000	–	
<a href="#">1042</a>	<a href="#">Palmyra, Baalbek, Síria</a>	50,000	X	
<a href="#">1057</a>	<a href="#">Chihli (Hopeh), China</a>	25,000	–	

<a href="#">1138</a>	<a href="#">Ganzah, Aleppo, Síria</a>	230,000	XI	
<a href="#">1170</a>	<a href="#">Sicília</a>	15,000	–	
<a href="#">1201</a>	<a href="#">Alto Egípto ou Síria</a>	1,100,000	IX	
<a href="#">1268</a>	<a href="#">Cilícia, Anatólia (Turquia)</a>	60,000	–	
<a href="#">27 de Setembro 1290</a>	<a href="#">Chihli (Hopeh), China</a>	100,000	6.7	
<a href="#">20 de Maio 1293</a>	<a href="#">Kamakura, Japão</a>	30,000	–	
<a href="#">26 de Janeiro 1531</a>	<a href="#">Lisboa, Portugal</a>	30,000	–	
<a href="#">Novembro 1667</a>	<a href="#">Shemaja, Azerbaijão</a>	80,000	–	
<a href="#">7 de Junho 1692</a>	<a href="#">Port Royal, Jamaica</a>	30,000	–	
<a href="#">11 de Janeiro 1693</a>	<a href="#">Catânia, Sicília</a>	60,000	–	
<a href="#">1693</a>	<a href="#">Nápoles, Itália</a>	93,000	–	
<a href="#">1707</a>	<a href="#">Japão (onda sísmica)</a>	30,000	–	
<a href="#">30 de Setembro 1730</a>	<a href="#">Hokkaido, Japão</a>	137,000	–	
<a href="#">1731</a>	<a href="#">Pequim, China</a>	100,000	–	
<a href="#">11 de Outubro 1737</a>	<a href="#">Calcutá, Índia</a>	300,000	–	

<a href="#">7 de Junho 1755</a>	Norte da <a href="#">Pérsia</a>	40,000	–	
<a href="#">18 de Novembro 1755</a>	<a href="#">Boston, Massachusetts, EUA</a>	0	–	
<a href="#">4 de Fevereiro —5, 28 de Março 1783</a>	<a href="#">Calábria, Itália</a>	35,000	–	
<a href="#">4 de Fevereiro 1797</a>	<a href="#">Quito, Equador e Cuzco, Perú</a>	41,000	–	
<a href="#">8 de Dezembro 1812</a> às 9:45	<a href="#">Wrightwood, Califórnia, EUA</a> (lat. 34.22, long. 117.39)	40	~7	Destruiu a igreja da <a href="#">Missão San Juan Capistrano</a>
<a href="#">23 de Janeiro, 1855</a> 21:11 (hora local)	<a href="#">Wairarapa, Nova Zelândia</a>	4	~8.0	Parte da costa de <a href="#">Wellington</a> , até 2 metros, foram destruídos.
<a href="#">3 de Fevereiro, 1931</a> , 10:47 (hora local)	<a href="#">Napier, Nova Zelândia</a>	258	7.9	A maior parte da cidade foi destruída; 40 km <sup>2</sup> do fundo marinho subiram até tornarem-se território seco.
<a href="#">25 de Dezembro 1932</a> ,	<a href="#">Gansu, China</a>	70,000	7.6	

Nota: Magnitudes são geralmente estimativas de intensidade. Quando nenhuma magnitude estava disponível, a [intensidade máxima](#), escrita como um [numeral romano](#) de I a XII, foi atribuída.

[[editar](#)]



## Terremotos recentes

Data	Tempo†	Lugar	Lat.	Long.	Mortes	Comentários	M	M <sub>x</sub> † (referência M)
<a href="#">25 Setembro, 2003</a>	19:50	<a href="#">Hokkaido, Japão</a>	41.77	193.90			8.3	M (QED)
<a href="#">17 Novembro, 2003</a>	06:43	<a href="#">Ilha Rat, Alaska, EUA</a>	51.13	178.74			7.8	M (QED)
<a href="#">26 Dezembro, 2003</a>	01:56	<a href="#">Bam, Irã</a>	29.00	58.34	Nome mínimo 30,000	85% das construções de Bam foram danificadas, incluindo lugares históricos.	6.6	M (QED)
<a href="#">24 Fevereiro, 2004</a>	02:24	Al-Hoceima, <a href="#">Amazigh República do Rif</a>	35.14 N	3.99 W	Nome mínimo 1,200	Maiores danos aos prédios e infraestrutura; max. horizontal acc. de 0.24g registrado perto da cidade de Imzuren.	6.5; numerosos <a href="#">aftershocks</a>	M (QED)
<a href="#">5 Setembro, 2004</a>	19:07 e 23:57 horário do Japão	Fora do centro da <a href="#">Região de Tokai</a> , extremo oeste do Japão			0	Mais de 20 feridos; <a href="#">tsunami</a> e <a href="#">maremoto</a>	6.9 and 7.4	

<a href="#">28 Setembro, 2004</a>	18:15	11.3 km a sudeste de <a href="#">Parkfield, Califórnia, EUA</a> , — ver também <a href="#">Terremoto de Parkfield</a>	35.899	120.431	0	Estrago moderado; numerosos <a href="#">aftershocks</a>	6	
<a href="#">8 Outubro, 2004</a>	15:35	<a href="#">Mindoro, Filipinas</a>	13.21	121.65	—	<a href="#">Blackouts</a> esporádicos	6.6	
<a href="#">9 Outubro, 2004</a>	22:26	80 km a sudoeste de <a href="#">Manágua, Nicarágua</a>	12	86	0	Estrago mínimo	6.9	
<a href="#">23 Outubro, 2004</a>	17:56	<a href="#">Ojiya, Japão</a>	37.3	138.8	25	Estrago extenso	6.9	
<a href="#">27 Outubro, 2004</a>	18:34	<a href="#">Vrancea, Romênia</a>			0	Serviço de <a href="#">Telefone</a> interrompido; também na <a href="#">Bulgária</a> , <a href="#">Ucrânia</a> , <a href="#">Moldova</a> e <a href="#">Turquia</a>	5.8 (relatado como 6.5 no <a href="#">Observatório de Kandilli em Istambul</a> )	
<a href="#">10 Novembro, 2004</a>	22:58	<a href="#">Ilhas Solomon</a>	9	159	0	Nenhum ferido e nenhum estrago	6.9	
<a href="#">11 Novembro, 2004</a>	21:36	96 km a oeste-noroeste de <a href="#">Dili, Timor Leste</a>			6	21 feridos	7.3	

<a href="#">15 Nove mbro, 2004</a>	cerca de 9:00	pela costa de <a href="#">Chocó, Colômbia</a>			0	Mais de 11 feridos; 18 casas destruídas, metade próximo a <a href="#">Buenaventura</a>	6.7	
<a href="#">21 Nove mbro, 2004</a>		45 km a norte-noroeste de <a href="#">Dominica</a>			1	Meia-dúzia de feridos, estragos também em <a href="#">Guadalupe</a>	6.0	
<a href="#">21 Nove mbro, 2004</a>		48 km a sul-sudeste de <a href="#">San José, Costa Rica</a>			8	Meia-dúzia de feridos	6.2	
<a href="#">28 Nove mbro, 2004</a>	18:32	900 km a nordeste de <a href="#">Tóquio, Japão</a> , 50 km abaixo do <a href="#">nível do mar</a>			0	8 feridos; serviços de utilidade interrompidos em várias casas	7.1	
<a href="#">23 Deze mbro, 2004</a>	14:59	495 km a norte da <a href="#">Ilha Macquarie</a> , Sudeste da <a href="#">Nova Zelândia</a>	50.24° S	160.13° E	0	Estragos mínimos relatados no extremo sul da Nova Zelândia	8.1	

<p><a href="#">26</a> <a href="#">Dezembro,</a> <a href="#">2004</a></p>	<p>00:59</p>	<p>160 km a oeste de <a href="#">Sumatra</a>, <a href="#">Indonésia</a>; abaixo do mar <i>Veja <a href="#">Terremoto no Oceano Índico</a></i></p>	<p>3.298° N</p>	<p>95.7 79°E</p>	<p>~1 55,000</p> <p>Milhares de desaparecidos, centenas de milhares de desabrigados, relatos ainda incompletos; numerosos <a href="#">tsunami</a> causando <a href="#">maremoto</a> nas áreas costeiras da <a href="#">Indonésia</a>, <a href="#">Sri Lanka</a>, <a href="#">Índia</a>, <a href="#">Malásia</a> e <a href="#">Tailândia</a>, centenas de construções destruídas, serviços de utilidade interrompidos em <a href="#">Banda Aceh</a>.</p> <p>As ondas que o tsunami provocou também afetaram a <a href="#">Somália</a> e o <a href="#">Quênia</a>, na costa leste da África.</p>	<p>9.0</p>	
--	--------------	---	-----------------	------------------	--	------------	--

[2] [http://www.on.br/revista/conteudo/nosso\\_planeta/terremotos/2-richter.html](http://www.on.br/revista/conteudo/nosso_planeta/terremotos/2-richter.html)

## Escalas de Terremotos

## A Escala Richter

Em 1935, Charles F. Richter, pesquisador do California Institute of Technology, nos Estados Unidos, desenvolveu um expediente matemático com o objetivo de comparar os terremotos de tamanho moderado que ocorriam no sul da Califórnia. Ele criou uma escala que foi chamada de escala de magnitude local, com o símbolo ML. Esta escala era eficiente para terremotos moderados, ou seja, terremotos cuja magnitude está no intervalo  $3 < ML < 7$ . A escala ML é, freqüentemente, chamada de "Escala de magnitudes Richter" ou simplesmente "Escala Richter" pelo público e pela imprensa.

A magnitude de um terremoto é determinada a partir do logaritmo da amplitude das ondas registradas pelos sismógrafos. São incluídos ajustes para a variação na distância entre os vários sismógrafos e o epicentro dos terremotos. Na Escala Richter a magnitude é expressa em números inteiros e frações decimais. Por exemplo, poderia ser calculada uma magnitude 5,3 para um terremoto moderado, e um terremoto forte poderia ser classificado como magnitude 6,3. Por causa da base logarítmica da escala, cada aumento de um número inteiro na magnitude representa um aumento de 10 vezes na amplitude medida. Se pensarmos em termos de energia, cada aumento de um número inteiro na escala de magnitude corresponde à liberação de, aproximadamente, 31 vezes mais energia do que a quantidade associada com o valor inteiro precedente. A princípio, a Escala Richter podia ser aplicada somente aos registros provenientes de instrumentos de fabricação idêntica. Agora, os instrumentos são cuidadosamente calibrados um em relação ao outro. Deste modo, as magnitudes dos terremotos podem ser calculadas a partir dos registros feitos por qualquer sismógrafo previamente calibrado.

A Escala Richter não tem limite superior. Muitas pessoas têm a impressão errada de que a magnitude Richter é baseada em uma escala de 0 a 10. Este é um erro que deve ser corrigido. Em um sentido, a magnitude envolve passos de 10 porque, como já vimos acima, cada aumento de uma magnitude representa uma amplificação de 10 vezes do movimento do chão. No entanto, não existe nenhuma "escala de 10" no sentido de um limite superior, como existe para as escalas de intensidade. Na verdade, a imprensa deveria se referir à escala Richter "sem-fim" ou "aberta". Os números de magnitudes simplesmente representam medições provenientes de um registro sismográfico - logarítmico mas sem qualquer implicação de limite superior. As mais altas magnitudes designadas até agora a terremotos reais são de, aproximadamente, 9 mas isto é uma limitação da Terra, não da escala.

A Escala Richter não é usada para expressar danos. Um terremoto em uma área densamente populada, que pode resultar em muitas mortes e considerável dano material, pode ter a mesma magnitude que um abalo em uma área remota que não faz nada mais do que amedrontar a vida selvagem. Terremotos de grande magnitude que ocorrem no fundo dos oceanos, às vezes, não são sentido pelos seres humanos.

Todos os métodos atualmente usados para medir magnitude de terremotos (ML, magnitude de duração mD, magnitude de ondas de superfície MS, "teleseismic body-wave magnitude" mb, magnitude do momento M, etc.) fornecem resultados que são consistentes com ML. Na verdade, a maioria dos métodos modernos para medir magnitudes foram planejados para ser consistente com a escala Richter.

Há alguma confusão sobre magnitude de terremotos, principalmente na mídia, porque os sismologistas, freqüentemente, não seguem a metodologia original de Richter. A metodologia original proposta por ele não é mais usada por não dar resultados confiáveis quando aplicada a terremotos com magnitude igual ou superior a 7. Além disso, esta metodologia não foi planejada para usar dados provenientes de terremotos cujos epicentros foram registrados à distâncias maiores do que, aproximadamente, 600 quilômetros. Por conseguinte, é útil separar o método e a escala quando estimativas de magnitudes forem liberadas para o público. Recentemente, uma outra escala chamada "moment magnitude scale" foi inventada para um estudo mais preciso dos grandes terremotos.

Um erro comum é acreditar que a escala de magnitude é, ela própria, algum tipo de instrumento ou aparelho. Visitantes de centros de geofísica freqüentemente pedem para "ver a escala". Eles ficam desconcertados ao serem encaminhados às tabelas e diagramas que são usados para aplicar a escala às leituras registradas nos sismogramas.

[3] <http://neic.usgs.gov/neis/general/measure.html>  
Measuring the Size of an Earthquake

Earthquakes range broadly in size. A rock-burst in an Idaho silver mine may involve the fracture of 1 meter of rock; the 1965 Rat Island earthquake in the Aleutian arc involved a 650 kilometer length of the Earth's crust. Earthquakes can be even smaller and even larger. If an earthquake is felt or causes perceptible surface damage, then its intensity of shaking can be subjectively estimated. But many large earthquakes occur in oceanic areas or at great focal depths and are either simply not felt or their felt pattern does not really indicate their true size.

Today, state of the art seismic systems transmit data from the seismograph via telephone line and satellite directly to a central digital computer. A preliminary location, depth-of-focus, and magnitude can now be obtained within minutes of the onset of an earthquake. The only limiting factor is how long the seismic waves take to travel from the epicenter to the stations - usually less than 10 minutes.

### Magnitude

Modern seismographic systems precisely amplify and record ground motion (typically at periods of between 0.1 and 100 seconds) as a function of time. This amplification and recording as a function of time is the source of instrumental amplitude and arrival-time data on near and distant earthquakes. Although similar seismographs have existed since the 1890's, it was only in the 1930's that Charles F. Richter, a California seismologist, introduced the concept of earthquake magnitude. His original definition held only for California earthquakes occurring within 600 km of a particular type of seismograph (the Woods-Anderson torsion instrument). His basic idea was quite simple: by knowing the distance from a seismograph to an earthquake and observing the maximum signal amplitude recorded on the seismograph, an empirical quantitative ranking of the earthquake's inherent size or strength could be made. Most California earthquakes occur within the top 16 km of the crust; to a first approximation, corrections for variations in earthquake focal depth were, therefore, unnecessary.

Richter's original magnitude scale (ML) was then extended to observations of earthquakes of any distance and of focal depths ranging between 0 and 700 km. Because earthquakes excite both body waves, which travel into and through the Earth, and surface waves, which are constrained to follow the natural wave guide of the Earth's uppermost layers, two magnitude scales evolved - the mb and MS scales.

The standard body-wave magnitude formula is

$$mb = \log_{10}(A/T) + Q(D,h) ,$$

where A is the amplitude of ground motion (in microns); T is the corresponding period (in seconds); and Q(D,h) is a correction factor that is a function of distance, D (degrees), between epicenter and station and focal depth, h (in kilometers), of the earthquake. The standard surface-wave formula is

$$MS = \log_{10} (A/T) + 1.66 \log_{10} (D) + 3.30 .$$

There are many variations of these formulas that take into account effects of specific geographic regions, so that the final computed magnitude is reasonably consistent with Richter's original definition of ML. Negative magnitude values are permissible.

A rough idea of frequency of occurrence of large earthquakes is given by the following table:

[4] <http://www.unb.br/ig/sis/sisbra.htm>

## Sismicidade Brasileira

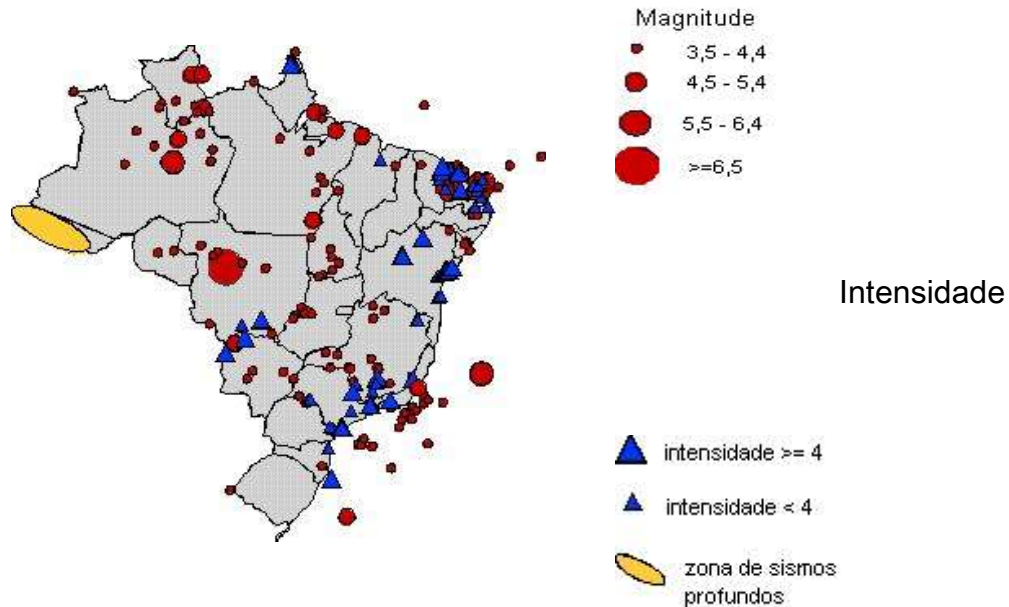
A idéia propagada por muito tempo de um Brasil essencialmente estável, livre da ocorrência de terremotos é errônea. A sismicidade brasileira é modesta se comparada a da região andina, mas é significativa porque aqui já ocorreram vários tremores com magnitude acima de 5,0 indicando que o risco sísmico em nosso país não pode ser simplesmente ignorado.

Dezenas de relatos históricos sobre abalos de terra sentidos em diferentes pontos do país e eventos como o do Ceará (1980/mb=5.2) e a atividade de [João Câmara](#), RN (1986/mb=5.1) mostram que os sismos podem trazer danos materiais, ocasionar transtornos à população e chegar, em alguns casos, a levar pânico incontrolável às pessoas.

Afortunadamente, tremores maiores como o de Mato Grosso (1955/mb=6.6), litoral do Espírito Santo (1955/mb=6.3) e Amazonas (1983/mb=5.5) ocorreram em áreas desabitadas.

Mas os terremotos podem surgir a qualquer momento e em qualquer lugar. Assim, não é impossível que algum dia um sismo de conseqüências graves acabe por atingir uma cidade brasileira. A sismologia ainda não consegue prever com

sucesso os terremotos, eles podem acontecer a qualquer hora e lugar.



Este mapa contém dados sobre tremores de terra, com magnitude 3.0 ou mais, ocorridos no Brasil, desde a época da colonização, até 1996. As informações mais antigas, indicadas por triângulos, são chamadas históricas, e foram obtidas após um longo e minucioso trabalho de pesquisa em bibliotecas, livros, diários e jornais. O livro "Sismicidade do Brasil" de J. Berrocal et al, 1984, contém detalhes destas informações.

Os dados epicentrais, indicados por círculos, são relativamente mais novos e foram obtidos por equipamentos sismográficos.

### **Por que são poucos e normalmente pequenos os tremores de terra no Brasil**

A teoria da Tectônica de Placas ensina que as regiões onde acontecem mais terremotos correspondem as bordas ou limites das placas e, no interior das mesmas, a sismicidade é relativamente mais branda, porque o acúmulo de esforços, que acaba produzindo o terremoto ocorre de forma mais lenta. Neste contexto, o Brasil teve a "sorte" de situar-se praticamente no interior da Placa Sul-Americana, distante de seus bordos leste e oeste, respectivamente representados pela Cadeia Meso-Atlântica e a zona de subduc&