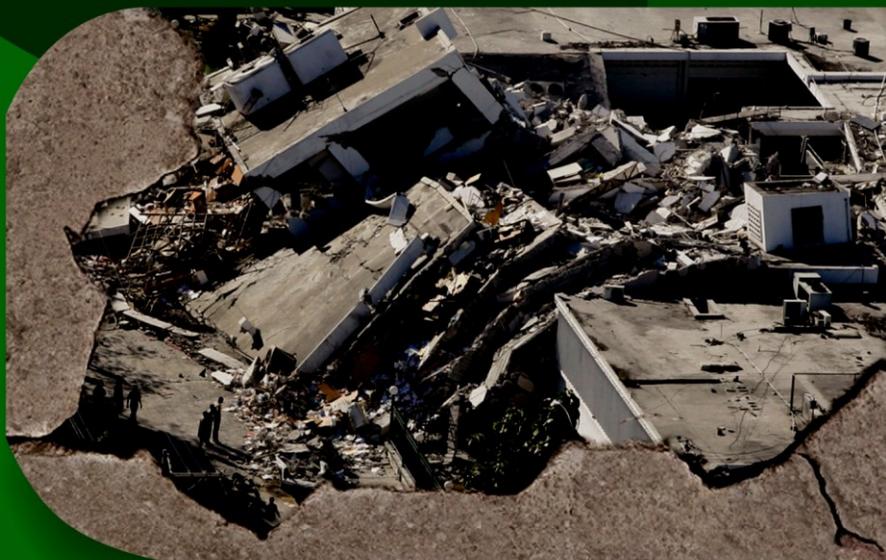




CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO CEARÁ
COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL



TREMOR DE TERRA



Saiba como agir

APRESENTAÇÃO

Esta cartilha que ora chega às suas mãos foi produzida por ocasião do I Fórum Internacional sobre Evidências Sísmicas no Estado do Ceará (I FIESCE) e lhe traz informações úteis acerca da história da sismologia mundial, brasileira e cearense.

As experiências adquiridas a partir dos tremores de terra ocorridos no Ceará, principalmente na assistência às pessoas afetadas oportunizaram aos agentes de proteção e defesa civil cearenses, em parceria com a Academia de uma maneira geral, especialmente a UFC, UFRN, UnB e USP, desenvolver uma maneira própria de trabalhar as ações voltadas à convivência com esse fenômeno recorrente e não previsível. Observou-se ao longo das últimas décadas que as ações de proteção e defesa civil associadas ao trabalho científico, considerando também o saber popular, apresentaram resultados mais efetivos, trazendo maior compreensão dos fenômenos sísmicos e segurança à população.

Embora a intensidade, magnitude e frequência dos tremores de terra ocorridos no Ceará não se equiparem às registradas em países como o Japão e o Chile, por exemplo, as ocorrências sísmicas observadas no Estado justificam a necessidade de se criar mecanismos de convivência com esse evento adverso.

Neste material são apresentadas as escalas Richter - de magnitude - e Mercalli - de intensidade - dos abalos sísmicos, bem como as maneiras adequadas de se portar antes e durante os tremores de terra. Ao final, o leitor encontrará as principais informações acerca do I FIESCE.



Chefe do Núcleo de Sismologia da CEDEC-CE

O QUE É UM TERREMOTO?



Terremoto no Haiti, 2010¹

A camada mais superficial da terra – litosfera – divide-se em partes menores chamadas de placas tectônicas que se movimentam lentamente, ocasionando um contínuo processo de esforço e deformação nas grandes massas de rocha. Quando o esforço é grande e supera o limite de resistência da rocha, esta se rompe, originando uma falha geológica, e acontece o terremoto. Parte da energia acumulada é liberada sob a forma de ondas elásticas que podem se propagar em todas as direções fazendo o terreno vibrar.

Esse processo é o causador da maioria dos terremotos. Normalmente a ruptura das rochas só acontece em profundidade. Nos sismos menores, é comum o terreno se deslocar somente alguns centímetros ao longo da falha geológica.

Sabe-se que não é preciso que um sismo atinja magnitude elevada para tornar-se destrutivo. A localização do epicentro, a profundidade do hipocentro (foco), a geologia da área afetada e a qualidade das

¹ Disponível em < <http://laboratoriosideral.blogspot.com.br/2012/10/a-forca-da-natureza-por-vicente-almeida.html>>. Acesso em 15 de dezembro de 2014.

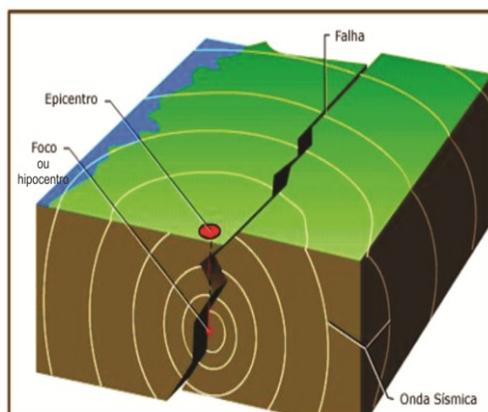


TREMOR DE TERRA

construções são alguns dos fatores determinantes do poder arrasador (intensidade) de um terremoto.

A sismicidade ocorre mais intensamente na zona de inter-placa, ou seja, nas bordas, e por isso os efeitos de um terremoto nestas áreas são sentidos com maior intensidade, como já ocorrido no Japão, no México e no Chile. A região mais ao meio das placas é chamada de intra-placa; nela os sismos se abrandam devido às magnitudes baixas. Este é o caso do Brasil, que se encontra no centro da placa tectônica sul-americana.

Embora os sismos sentidos nas regiões intra-placas sejam mais rasos e com magnitudes relativamente baixas podem representar uma catástrofe para a população afetada, dependendo do grau de preparo das estruturas físicas e do nível de conhecimento da população.

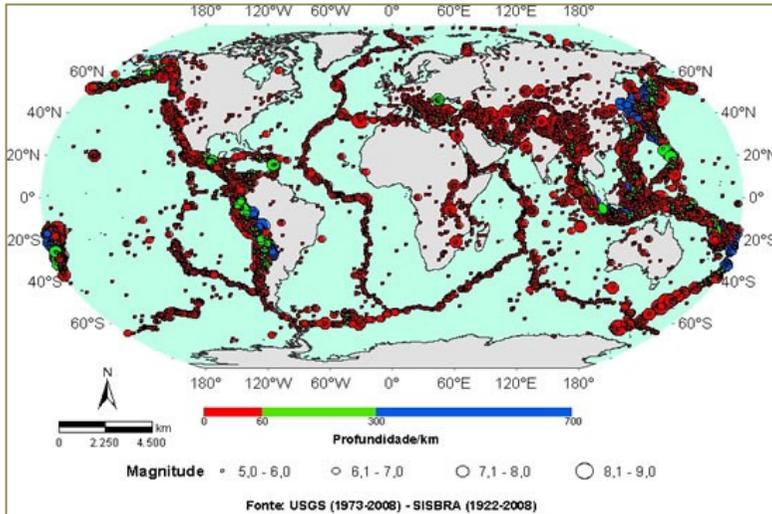


Epicentro: Região superficial localizada exatamente acima do foco ou hipocentro de um terremoto.

Hipocentro: Local no interior da terra onde se inicia a ruptura do material rochoso liberando energia sob forma de ondas sísmicas.

Localização do epicentro e do hipocentro de um terremoto

SISMICIDADE MUNDIAL



Mapa da sismicidade mundial²

Anualmente é divulgado por agências internacionais e universidades o registro de aproximadamente 30.000 sismos ocorridos por todo o globo terrestre. Isso se dá devido à movimentação das placas tectônicas, que divididas em 54 partes, sendo 14 principais e 38 menores, formam a camada mais superficial da terra.

As três principais zonas sísmicas são:

- ❖ O Arco Circum-Pacífico, responsável por 75 a 80% da energia sísmica liberada anualmente. Compreende as cadeias montanhosas da costa oeste das Américas e os arcos insulares que se encontram ao longo das costas da Ásia e da Austrália.
- ❖ A Zona Mediterrânea-Transasiática, responsável pela liberação de 15 a 20% da energia sísmica anual. Esta zona começa na junção tripla dos Açores, seguindo pela zona de fratura Açores-Gibraltar, no norte da África, encurva através da península itálica, passando

² Disponível em: <<http://www.obsis.unb.br/sismologia/sismicidade-natural-e-antropogenica/sismicidade/mundial>>. Acesso em 15 de dezembro de 2014.



pelos Alpes Suíços, Grécia, Turquia, Irã, Himalaia e finda nos arcos insulares do sudoeste da Ásia.

- ❖ O Sistema das Cristas Oceânicas forma a terceira zona de maior sismicidade, representando de 3 a 7% da energia sísmica liberada anualmente.

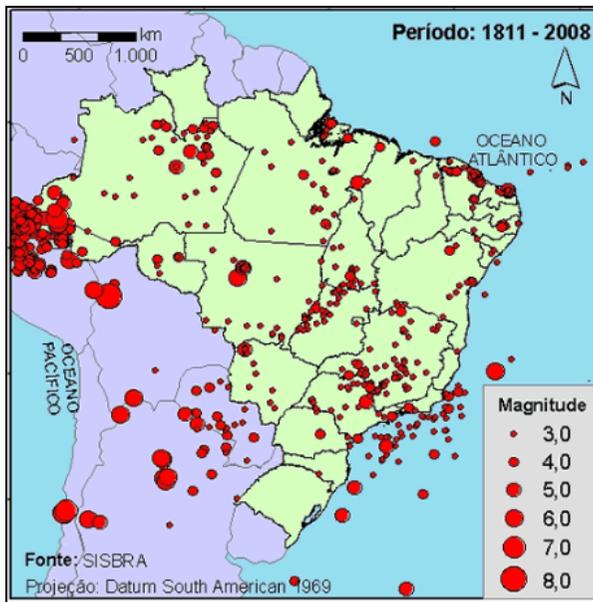
A parte restante da Terra, localizada na região intra-placa, ou seja, no meio da placa, é considerada assísmica, pois sua sismicidade representa apenas 1% das ocorrências, o que demonstra a condição de que nenhuma região do globo terrestre está livre de sismos.

MAIORES TERREMOTOS DA HISTÓRIA MUNDIAL

- ❖ **9.5 de magnitude (Chile)** – 22 de maio de 1960: 1.655 mortos, 3.000 feridos, dois milhões de desabrigados e US\$500 milhões de prejuízo ao país.
- ❖ **9.2 de magnitude (Príncipe William, Alaska)** – 27 e 28 de março de 1964: 128 mortos (113 no tsunami e 15 no terremoto) e US\$311 milhões em prejuízo.
- ❖ **9.1 de magnitude (costa oeste do norte de Sumatra)** – 26 de dezembro de 2004: 227.898 mortos e 1,7 milhão de desabrigados no terremoto e tsunami que atingiu 14 países do sul da Ásia e leste da África.
- ❖ **9,0 de magnitude (Japão)** – 11 de março de 2011: 15.668 mortos e 4.836 desaparecidos. O terremoto ocorreu a 130 km de Sendai e a 373 km de Tóquio. Foi seguido por um tsunami, que chegou a atingir até 40 m acima do nível médio do mar e até 10 km da costa.
- ❖ **9,0 de magnitude (Rússia / Península de Kamchatka)** – 04 de novembro de 1952: Número de mortos desconhecido.
- ❖ **8.8 de magnitude (Chile)** – 27 de fevereiro de 2010: 795 mortos. O terremoto gerou um tsunami com ondas superiores a 2,6 m. O epicentro foi no mar da região do Maule, a aproximados 8 km a oeste da cidade de Curanipe.

- ❖ **8,3 de magnitude (região central da China)** – 23 de janeiro de 1556: É considerado o mais letal dos terremotos. Foram contabilizados aproximadamente 830.000 mortos.
- ❖ **7,0 de magnitude. (Haiti)** – 12 de janeiro de 2010. Mais de 200 mil mortos, 250 mil feridos, 1,5 milhão de desabrigados e U\$ 7 bilhões em prejuízos.

SISMICIDADE BRASILEIRA



Mapa da sismicidade brasileira³

Os tremores de terra (sismos) são fenômenos frequentes na história brasileira. Em maior ou menor intensidade, acontecem abalos sísmicos em todas as regiões do país. O nordeste é uma das regiões mais ativas, principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte,

³ Disponível em: <<http://www.obsis.unb.br/sismologia/sismicidade-natural-e-antropogenica/sismicidade-brasileira>>. Acesso em 15 de dezembro de 2014.



Pernambuco e Bahia. No entanto, os dois maiores sismos já registrados no Brasil ocorreram em Mato Grosso e no Oceano Atlântico, próximo ao litoral do Espírito Santo. Suas magnitudes foram 6,2 e 6,1 na escala Richter, respectivamente.

Desde a implantação de estações sismográficas, as únicas regiões brasileiras que ainda não apresentaram registros sismográficos foram a norte e centro-oeste, não necessariamente por ausência de sismos.

Os sismos que ocorrem no Brasil normalmente são superficiais e possuem baixa magnitude. Isso se dá devido à localização do país, que está situado sobre a placa tectônica da América do Sul (sul-americana), portanto numa região estável. Os sismos no Brasil geralmente ocorrem em áreas isoladas e quase nunca são registrados graves danos humanos e materiais.

Apesar de não ser alarmante, o nível de sismicidade brasileira precisa ser considerado em determinados projetos de engenharia, como centrais nucleares, grandes barragens e outras obras de médio e grande porte. É necessário dar atenção especial ao padrão das construções situadas nas áreas de maior risco sísmico, preocupando-se com a qualidade das edificações para garantir maior segurança contra os abalos sísmicos.

MAIORES TERREMOTOS DA HISTÓRIA BRASILEIRA

- ❖ **6,2 de magnitude (Serra do Tombador – MT):** 31 de janeiro de 1955.
- ❖ **6,1 de magnitude (Vitória – ES):** 28 de fevereiro de 1955.
- ❖ **5,5 de magnitude (Tubarão – SC):** 28 de junho de 1939.
- ❖ **5,5 de magnitude (Codajás – AM):** 05 de agosto de 1983.
- ❖ **5,2 de magnitude (Pacajus – CE):** 20 de novembro de 1980.
- ❖ **5,2 de magnitude (Bacia de Santos – SP):** 22 de abril de 2008.
- ❖ **4,9 de magnitude (Itacarambi – MG):** 09 de dezembro de 2007.



TREMOR DE TERRA

Para fazer um acompanhamento mais intenso das atividades sísmicas no Ceará, o Núcleo de Sismologia da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil analisa dados registrados por estações sismográficas instaladas em pontos estratégicos do Estado. As estações são capazes de registrar toda e qualquer onda sísmica, seu epicentro e hipocentro, inclusive eventos ocorridos em outros países, dependendo de sua magnitude.

EVENTOS SÍSMICOS SIGNIFICATIVOS DA HISTÓRIA CEARENSE

DATA	REGIÃO EPICENTRAL	MAGNITUDE	INTENSIDADE
1807	PEREIRO	-	-
1810	GRANJA	-	-
24/11/1919	MARANGUAPE	4,4	IV
23/02/1968	PEREIRO	4,6	VII
20/11/1980	PACAJUS	5,2	VII
26/03/1989	PALHANO	4,5	VI
19/04/1991	IRAUÇUBA	4,8	VI-VII
21/05/2008	SOBRAL	4,3	VII
SISMICIDADE INDUZIDA POR RESERVATÓRIO - SIR			
10/07/2007	CASTANHÃO (JAGUARIBARA)	2,3	III

ESCALA RICHTER

Também chamada de escala de magnitude, a escala Richter mede o tamanho do terremoto e está relacionada com a quantidade de energia liberada no foco, ou hipocentro do terremoto. Sua gradação vai do nível mais baixo (micro), com magnitude geralmente menor que 2,0, onde os sismos não são sentidos, mas registrados, até o nível extremo, com magnitude 12, que hipoteticamente dividiria a terra, conforme mostra a tabela abaixo:

DESCRIÇÃO	MAGNITUDE	EFEITOS	FREQUÊNCIA
Micro	< 2,0	Micro tremor de terra, não se sente.	~8.000 por dia
Muito Pequeno	2,0 – 2,9	Geralmente não se sente, mas é detectado / registrado.	~1.000 por dia
Pequeno	3,0 – 3,9	Frequentemente sentido, mas raramente causa danos.	~49.000 por ano
Ligeiro	4,0 – 4,9	Tremor notório de objetos no interior de habitações, ruídos de choque entre objetos. Danos importantes pouco comuns	~6.200 por ano
Moderado	5,0 – 5,9	Pode causar danos maiores em edifícios mal concebidos em zonas restritas. Provoca danos ligeiros nos edifícios.	800 por ano
Forte	6,0 – 6,9	Pode ser destruidor em zonas num raio de até 180 quilômetros em áreas habitadas.	120 por ano
Grande	7,0 – 7,9	Pode provocar danos graves em zonas mais vastas.	18 por ano
Importante	8,0 – 8,9	Pode causar danos sérios em zonas num raio de centenas de quilômetros.	1 por ano
Excepcional	9,0 – 11,9	Devasta zonas num raio de milhares de quilômetros.	1 a cada 20 anos
Extremo	12	Pode dividir a terra ao meio.	Hipotético

**ESCALA MERCALLI**

A gravidade com que um sismo (tremor de terra) atinge uma região e afeta as pessoas, objetos e o terreno pode ser determinada através de uma escala de intensidade, que mede os efeitos causados pelas ondas sísmicas, e a mais comum é a MERCALLI, que é dividida em 12 níveis crescentes, conforme mostra a tabela abaixo:

INTENSIDADE	DESCRIÇÃO
I (muito fraco)	Não sentido. Detectado apenas por aparelhos sismógrafos.
II (fraco)	Sentido por algumas pessoas se estiverem em repouso e/ou em andares elevados de edifícios.
III (leve)	Sentido por diversas pessoas dentro de casas ou prédios. Os objetos suspensos mexem-se. Ruídos semelhantes à passagem de um caminhão pesado
IV (moderado)	Sentido dentro e fora de casas. Pode acordar pessoas. Vibrações de louças, janelas e portas. Rangido de paredes.
V (bastante moderado)	Sentido por muitas pessoas. Quebram-se louças. Portas e janelas são abertas ou fechadas repentinamente.
VI (forte)	Sentido por todos. Pessoas abandonam suas casas. Excitação geral. Móveis pesados podem mover-se. Danos leves como queda de reboco.
VII (muito forte)	Assusta a todos. Pequenos danos em edifícios bem construídos. Consideráveis danos em construções ruins. Queda de telhas.
VIII (destrutivo)	Medo geral, próximo do pânico. Consideráveis danos em construções de qualidade regular, inclusive com colapso parcial.
IX (ruinoso)	Pânico geral. Danos consideráveis em estruturas de grande porte. Partes das estruturas podem desprender-se dos alicerces. Quebra de tubulações subterrâneas.
X (desastroso)	Rachaduras no solo e ondulações em pavimentos de cimento e estradas asfaltadas. Grandes deslizamentos de terra.
XI (muito desastroso)	Praticamente nenhuma estrutura de alvenaria permanente erguida. Pontes destruídas. Grandes rachaduras no terreno, tubulações subterrâneas inutilizadas.
XII (catastrófico)	Danos totais. Praticamente todos os tipos de construções são grandemente danificadas ou destruídas. Objetos são atirados para cima.

AÇÕES DE DEFESA CIVIL

ANTES

Não se podem evitar os terremotos, mas como medida de segurança a fim de evitar danos humanos e materiais, podem-se implementar algumas ações no âmbito da prevenção, tais como:

- Para evitar deslizamento de telhas, basta acrescentar uma ripa extra entre as já existentes;
- Estude, com sua família, quais os locais de maior segurança dentro de casa;
- Não espalhe boatos de qualquer espécie, eles geralmente propagam-se rapidamente após os desastres e podem causar transtornos;
- Quando for construir, contrate sempre um profissional de engenharia e exija dele o cuidado necessário na segurança de seu imóvel a fim de suportar tremores de terra.

DURANTE

Durante um terremoto é preciso observar alguns procedimentos voltados à própria segurança e das pessoas próximas, tais como:

- Proteja a cabeça com livros, tábuas etc.;
- Procure abrigo debaixo de portais, mesas de madeira etc.;
- Mantenha-se tranquilo e observe as consequências do fenômeno;
- Não fique em sacadas e janelas;
- Informe imediatamente a Defesa Civil sobre a hora, local e características do sismo.



VÁ PARA ÁREAS LIVRES

■ EM PRÉDIOS



**DURANTE O
SISMO,
NÃO USE
ELEVADOR
OU ESCADA**

**PROCURE LOCAL
SEGURO LONGE DE:
JANELAS, ARMÁRIOS
E ARQUIVOS.**

**PERMANEÇA CALMO
E ESPERE POR AJUDA**

■ APÓS O TERREMOTO

**PREPARE-SE PARA
NOVOS PEQUENOS
ABALOS**



**SÓ USE O TELEFONE EM CASO
DE ABSOLUTA NECESSIDADE**

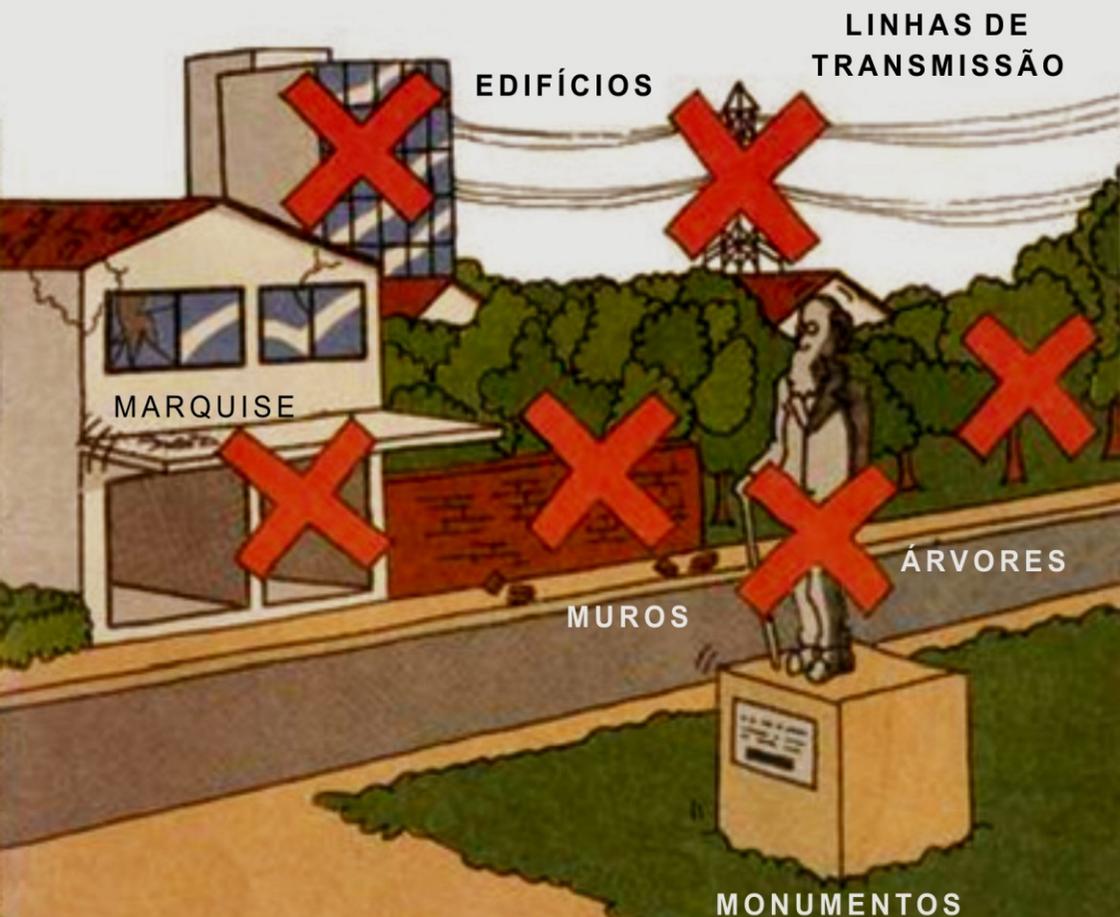
**PROCURE INFORMAÇÕES
OFICIAIS:**

- DEFESA CIVIL
- PREFEITURA



**NÃO ENTRE EM PÂNICO,
VÁ PARA UMA PRAÇA**

■ NÃO SE APROXIME DE:



NÃO ENTRE EM PÂNICO

**DENTRO DE
CASA**



JANELAS

**AFASTE-SE
DE OBJETOS
QUE POSSAM
CAIR**

**VÁ PARA
DEBAIXO DE
UMA MESA
OU PORTAL**





DESLIGUE O GÁS

**ARMÁRIOS
ALTOS**



I FIESCE



Cartaz do I FIESCE

O I Fórum Internacional Sobre as Evidências Sísmicas no Estado do Ceará – I FIESCE constituiu-se em um espaço de debate sobre a sismicidade no território cearense, onde desde o ano de 1807 quarenta municípios registraram abalos sísmicos e foi idealizado para lembrar a passagem do 30º aniversário do Terremoto de Pacajus.

A ideia surgiu a partir da necessidade de um debate maior sobre a sismicidade cearense, visto que a incidência de tremores de terra no Estado tem sido bastante significativa nos últimos anos.

O evento, realizado em Fortaleza no período de 10 a 13 de dezembro de 2014, contou com a presença das mais importantes autoridades em sismologia do Brasil, juntos a dois palestrantes internacionais, um representante da Autoridade Nacional de Proteção Civil de Portugal e outro da Universidade Nacional da Costa Rica. Esteve representadas ainda a UFC, a UECE, o DNOCS, dentre outras organizações.

O objetivo geral do I FIESCE foi sensibilizar os gestores públicos e autoridades, bem como a própria comunidade, para que se sintam parte integrante do movimento de enfrentamento a esse desastre natural.

Ao final do I FIESCE foram visitadas as instalações do Complexo Castanhão, em Alto Santo/CE, a fim de conhecer a mais importante estrutura hídrica do Estado do Ceará. No local foram proferidas duas palestras, sendo uma sobre o funcionamento de todo o complexo e outra acerca da sismicidade induzida pela barragem do açude.

PALESTRANTES



Palestrantes do I FIESCE

ROL DE PALESTRANTES DO I FIESCE

- ⇒ **José Alberto Vivas Veloso** - Geólogo professor aposentado e ex-chefe do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília;
- ⇒ **Carlos Mendes** – Engenheiro Diretor de Serviços de Riscos e Planejamento da Direção Nacional de Planejamento de Emergência da Autoridade Nacional de Protecção Civil de Portugal;
- ⇒ **Francisco das Chagas Brandão Melo** - Chefe do Núcleo de Sismologia da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Ceará;
- ⇒ **Joaquim Mendes Ferreira** - Físico professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte;
- ⇒ **José Ulisses de Souza** – Engenheiro Coordenador do Complexo Castanhão do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS.
- ⇒ **Lucas Vieira Barros** - Engenheiro eletricista professor e chefe do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília;
- ⇒ **Marcelo Sousa de Assumpção** - Físico professor da Universidade de São Paulo;
- ⇒ **Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco** – Geólogo professor da Universidade Federal do Ceará;
- ⇒ **Ronnie Quintero** - Professor da Universidade Nacional da Costa Rica e pesquisador do Observatório Vulcanológico e Sismológico da Costa Rica;



CARTA ABERTA DO I FIESCE

Os palestrantes e participantes do I Fórum Internacional Sobre Evidências Sísmicas no Ceará (I FIESCE), reunidos, considerando que:

- a) A atividade sísmica registrada no Estado do Ceará é relevante e que tremores de terra continuarão ocorrendo;
- b) Há grande quantidade de barragens/reservatórios no Estado do Ceará;
- c) Estão sendo elaborados novos mapas de ameaça sísmica no Brasil;
- d) As ações de Defesa Civil são essenciais para o esclarecimento e assistência à população;
- e) O enfrentamento de crises sísmicas só pode ser feito eficientemente com integração da academia, órgãos de defesa civil, órgãos da administração pública e a sociedade civil organizada.

RECOMENDAM:

- a) Ampliar a Rede Sismográfica Brasileira para um monitoramento mais efetivo da atividade sísmica natural e induzida no Estado do Ceará;
- b) Implementar uma rede de estações sismográficas para o monitoramento da atividade sísmica da área de influência do açude Castanhão, em cumprimento à Lei nº 12.334/2010 - Lei de Segurança de Barragens, dado seu porte e importância para o Estado do Ceará;
- c) Firmar cooperações técnicas com universidades/institutos para realizar estudos geofísicos visando o melhor entendimento da sismicidade no Estado do Ceará;
- d) Realizar estudos para a atualização da norma sísmica brasileira, em função dos novos mapas de ameaça sísmica;
- e) Incentivar a cooperação técnica e a troca de experiências entre os órgãos de defesa civil em nível nacional e internacional;
- f) Implementar mecanismos de preparação e planejamento de contingência para uma eventual ocorrência sísmica de magnitude relevante no Estado do Ceará;
- g) Reforçar o trabalho de conscientização da população para eventos sísmicos, inclusive nas escolas de ensino fundamental e médio;
- h) Realizar, de forma sistemática, eventos (seminários, fóruns, simpósios) para a integração de conhecimentos e experiências entre os profissionais de sismologia, geologia, engenharia, defesa civil, educadores e a sociedade civil.

Fortaleza/CE, 12 de dezembro de 2014.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, VICENTE. *A força da natureza*. Disponível em: < <http://laboratoriosideral.blogspot.com.br/2012/10/a-forca-da-natureza-por-vicente-almeida.html>>. Acesso em 15 de dezembro de 2014.
- ATLAS MUNDIAL ENCARTA 2000. *O que é um epicentro?* Disponível em <http://www.apoioescolar24horas.com.br/CF/salaaula/estudos/geografia/177_terremotos/pagina_meio.htm>. Acesso em 05 de setembro de 2014.
- CEDEC CEARÁ. I Fórum Internacional sobre Evidências Sísmicas no Estado do Ceará. 2014. Fortaleza, Ceará.
- CERQUEIRA, WAGNER. *Escala Richter*. Disponível em: < <http://www.brasilecola.com/geografia/escala-richter.htm>>. Acesso em 10 de novembro de 2014.
- ESCALA MERCALLI. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Mercalli>. Acesso em 10 de novembro de 2014.
- GEOLOGIA AMBIENTAL. *Distribuição global da sismicidade*. Disponível em: < http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5_Sismos/52_Sismologia/5210_Distribuicao.html>. Acesso em 10 de setembro de 2014.
- MELO, F. das C. BRANDÃO. *Ações de defesa civil: como agir em casos de sismos*. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Ceará. Fortaleza. 2014.
- UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. *Mapa da sismicidade mundial*. Disponível em: <<http://www.obsis.unb.br/sismologia/sismicidade-natural-e-antropogenica/sismicidade-mundial>>. Acesso em 15 de dezembro de 2014.
- _____. *O que é um terremoto*. Disponível em: <<http://www.obsis.unb.br/sismologia/o-que-e-um-terremoto>>. Acesso em 03 de setembro de 2014.
- _____. *Sismicidade brasileira*. Disponível em: <<http://www.obsis.unb.br/sismologia/sismicidade-natural-e-antropogenica/sismicidade-brasileira>>. Acesso em 15 de dezembro de 2014.
- VELOSO, J. A. V. *Tremor de Terra: Saiba como agir*. Brasília: SEDEC, 1991. (Fonte do conteúdo integral dos seguintes títulos: O que é um terremoto?; Sismicidade Brasileira; Escala Mercalli).



**Em caso de emergência, ligue:
199 / (85) 3101-4620**

Realização:



Apoio:

