

# Apostila de Experimentos Projeto Cecília



# ANÁLISE SISMOLÓGICA

Este material educacional foi desenvolvido para dar suporte ao curso de difusão “Cecília em Casa”, abrangendo experimentos de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas de baixo custo.

Foi desenvolvido por:

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrea Teixeira Ustra

Prof. Dr. Marcelo Bianchi

Ronison Aparecido Ricardo

Victoria Malta de Lima



# Sumário

<b>1 Mão na Massa! Análise Sismológica . . . . .</b>	<b>4</b>
1.1 Introdução . . . . .	4
1.2 Experimento . . . . .	6
1.2.1 Procedimento para a primeira parte . . . . .	6
1.2.2 Procedimento para a segunda parte . . . . .	6
1.3 Questões para fixação . . . . .	9
1.4 Para saber mais . . . . .	9
1.5 Apêndice . . . . .	9
<b>Referências . . . . .</b>	<b>10</b>

# 1 Mão na Massa! Análise Sismológica

## 1.1 Introdução

A Sismologia é a área da Geofísica que estuda a *propagação de ondas sísmicas*, tanto artificiais quanto naturais e como elas se distribuem e se desenvolvem ao longo da estrutura do planeta Terra. Quando há um movimento das falhas geológicas devido à ruptura da tensão acumulada, erupção vulcânica, deslocamento de gases ou até mesmo um teste com bombas nucleares, ocorre uma liberação de energia que percorre o planeta e resulta em um **sismo** (ou terremoto).

Os sismos são ondas de choque que acontecem em todo planeta e cujas intensidade e frequência dependem de sua localização nas placas litosféricas: quanto mais próximos da zona de fronteira (**interplaca**) entre duas ou mais placas tectônicas, maior sua intensidade.

Os sismos **intraplaca**, de menor intensidade comparados aos interplaca, ocorrem dentro das placas e, como o Brasil está localizado na Placa Sul-Americana, que se choca na região da Cordilheira dos Andes, portanto, fora do nosso território, registra apenas sismos deste tipo, ficando livre de terremotos fortes.

A sismologia monitora os sismos utilizando *sismógrafos* que registram o momento e a intensidade das ondas sísmicas no local em que está instalado. Com base nestes dados são feitas análises qualitativas e quantitativas, ou seja, o estudo de seu ponto de origem e profundidade, intensidades, além dos efeitos no planeta. Monitorando os sismos também é possível investigar a composição e distribuição das camadas internas da Terra.



Figura 1 – Imagem ilustrativa de um evento de falha sísmica. Créditos da imagem: adaptado de Simões, Gustavo Ferreira; 2013.

O ponto onde ocorre a ruptura e onde a energia é liberada é chamado de **hipocentro** ou foco. Acima do hipocentro, na superfície, o ponto é chamado de **epicentro**, que é o responsável por abalar e estressar cidades e povoados. O terremoto provoca o surgimento de **ondas sísmicas**, que se propagam em todas as direções. Elas são de dois tipos, as **ondas primárias (ondas P)** e as ondas **secundárias (ondas S)**.

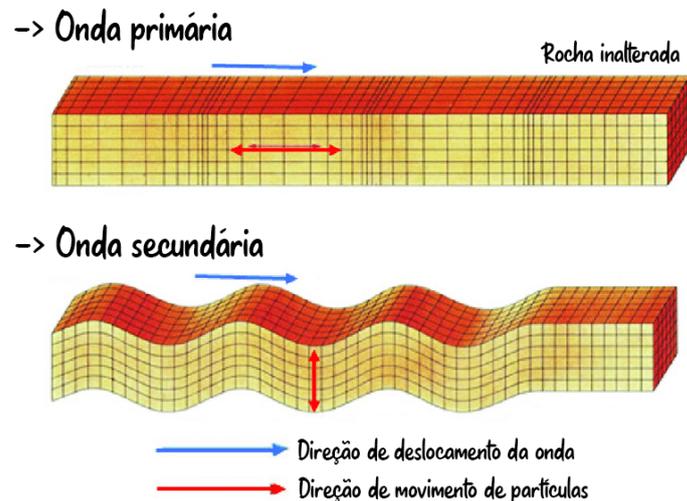


Figura 2 – Imagem ilustrativa de dois tipos de ondas sísmicas: onda primária (P) e onda secundária (S). Créditos da imagem: adaptado de OBSIS-UnB; 2015.

As ondas primárias são as que provocam sucessivas dilatações e compressões no meio na direção em que a onda se propaga e possuem maior velocidade. As ondas secundárias são transversais, pois vibram em direção perpendicular, mais lentas e provocam deformações tangenciais, também chamadas de cisalhamento.

Para medir a intensidade dos sismos, ou **magnitude**, são utilizadas escalas sendo a mais utilizada a **Escala Richter**, uma escala logarítmica, isto é, para o grau seguinte a diferença da amplitude é de 10 vezes. Então um sismo de magnitude 4 é 10 vezes maior que um de magnitude 3 e 100 vezes maior que um de magnitude 2. Na maioria esmagadora dos casos as magnitudes dos terremotos não passam dos 7,0 graus, com algumas exceções, como no caso do maior abalo sísmico já registrado que ocorreu no Chile em 1960 e alcançou a incrível intensidade de 9,0. A Escala Mercalli Modificada é uma maneira de avaliar um sismo de forma não instrumental, ou seja, apenas de forma visual dos efeitos causados.

Como o território brasileiro está relativamente distante de regiões interplaca e é considerado livre de terremotos, isto não impede que ocorram e sejam medidos aqui. No dia 8 de Junho de 1994, por exemplo, a cidade de Porto Alegre (RS) foi atingida pelas ondas sísmicas provocadas por um terremoto que ocorreu na Bolívia, a 2.200 km de distância. Já um caso recente (Agosto de 2020) de tremores ocorreu em alguns municípios na Bahia

como Amargosa e São Miguel das Matas, detectados pelo Centro de Sismologia da USP com magnitudes 4,2 e 3,7, respectivamente.

O site do Centro de Sismologia da USP conta com uma lista de todos os sismos registrados no Brasil entre 1922 até hoje. Essa listagem dos sismos tem sido feita pelo trabalho e dedicação do grupo de sismologia da USP que estuda os terremotos ocorridos no Brasil desde a década 70, quando os Professores Marcelo Assumpção e Jesus Berrocal começaram a estudar os sismos no IAG.

## 1.2 Experimento

O experimento que faremos será de análise sísmológica. Vamos aprender um pouco sobre como é trabalhar com dados de ondas sísmicas. Faremos em duas partes, na primeira usaremos o site do Centro de Sismologia onde você deve desvendar um pouco das funções que estão disponíveis e na segunda parte você vai aprender um pouco sobre o uso e identificação dos tipos de sismo vistos no mapa.

### 1.2.1 Procedimento para a primeira parte

1. Assista a um dos vídeos explicando como funciona o site do Centro de Sismologia. São dois vídeos, um para o caso de estar utilizando o celular e outro para o computador. Eles estão no site: <https://sites.usp.br/projetocecilia/s1-05/>
2. Acesse o site do Centro de Sismologia da USP: <http://www.sismo.iag.usp.br/en/latest/>
3. Seu desafio é descobrir qual foi o maior sismo já registrado no Brasil e qual o maior sismo que ocorreu perto da sua cidade. Indique as magnitudes, localidades e o ano de cada um deles.

### 1.2.2 Procedimento para a segunda parte

1. Abra a tabela por este link: <http://abre.ai/tabela-para-alunos>, ou veja abaixo o modelo. Para utilizar a tabela modelo, faça download no *Google Planilhas* e depois abram no *Excel* do computador, se você tiver; ou no *Google Drive*, que requer um acesso de conta *Google*.

2. Caso não seja possível fazer esta parte digitalmente, faça uma tabela seguindo o modelo da imagem em uma folha de papel e siga os passos utilizando a tabela da folha.

IDENTIFICADOR DO EVENTO	CONTEXTO TECTÔNICO	LOCALIDADE	PROFUNDIDADE (KM)	MAGNITUDE
usp2020oovn				
usp2020ogwr				
usp2020ommt				
usp2020odjt				
usp2020ockj				
usp2019aium				
usp2020kyyj				
usp2020jdoc				
usp2020mzhj				

Explorando Terremotos com o Centro de Sismologia da USP

Figura 3 – Tabela para exploração de sismos em território brasileiro. Créditos da imagem: Produção Cecília Em Casa.

3. Repita os seguintes passos para todos os eventos.
4. Se você tiver acesso em “mostrar evento” e preencha as informações dadas na planilha.
  - a. Caso esteja utilizando uma folha, os links estarão aqui abaixo, na parte 1.5 da apostila de experimentos.
  - b. Para a localidade, você pode tanto utilizar latitude e longitude como o nome do local.
5. Seguindo o que você aprendeu com o vídeo sobre tectônica de placas, coloque o contexto tectônico do sismo que estiver analisando. Ou seja, indique se é limite de placa tectônica convergente, divergente ou se é um sismo intraplaca.

6. Com os dados preenchidos, a tabela terá montado dois gráficos. Caso esteja utilizando uma folha de papel, siga o modelo de gráfico da figura 4.

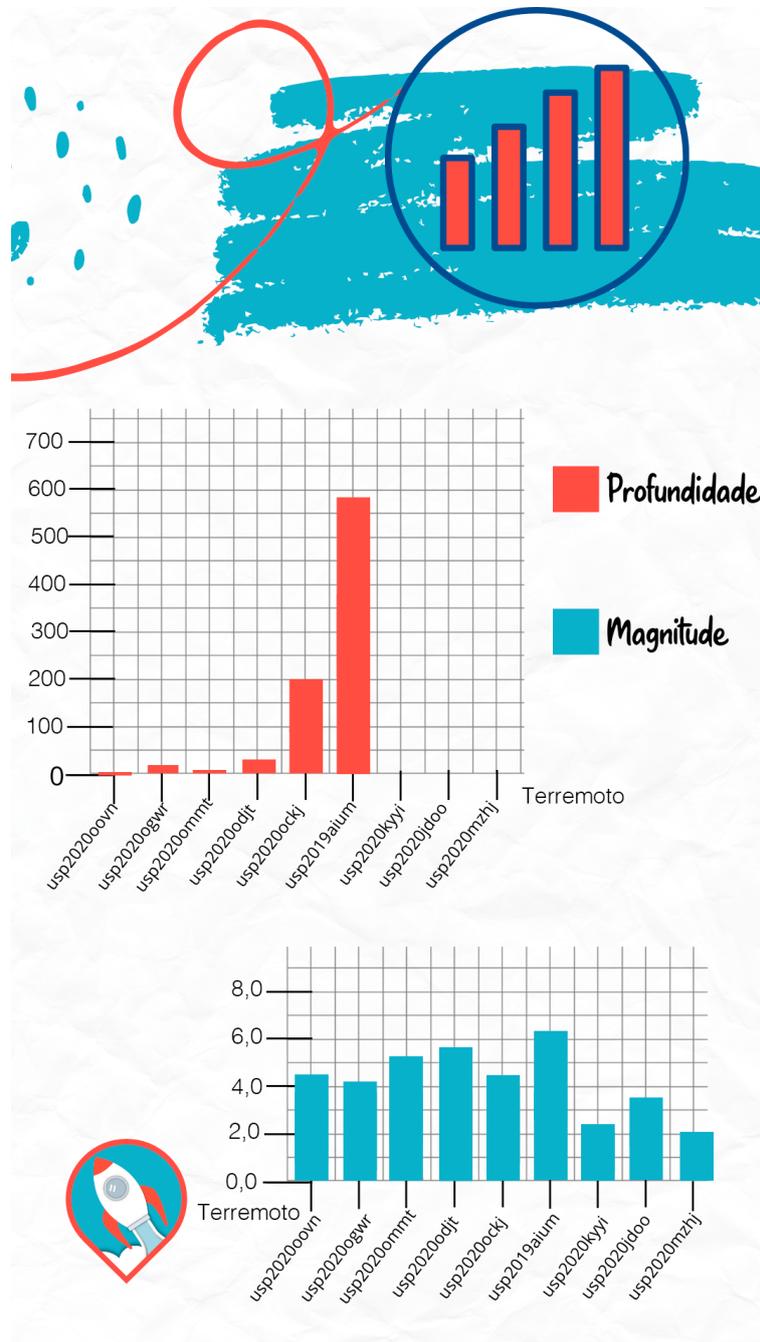


Figura 4 – Modelo de gráficos para exploração de sismos em território brasileiro. Créditos da imagem: Produção Cecília Em Casa.

## 1.3 Questões para fixação

Analisando os gráficos responda às seguintes perguntas:

1. Qual o contexto tectônico em que ocorrem os sismos profundos?
2. Onde as magnitudes são menores?

## 1.4 Para saber mais

O Centro de Sismologia da USP, desde o início da Pandemia do Coronavírus (COVID19), tem usado este período para estudar o ruído sísmico do nosso planeta e publicou um relatório descrevendo um dos seus achados. Para entender melhor o que foi feito vocês devem ler o seguinte texto:

<http://www.sismo.iag.usp.br/reports/20200408/>

1. Depois de ler o texto você consegue explicar quais são as principais fontes de ruído sísmico do nosso planeta?
2. O que você acha que as próximas gerações poderiam fazer para reduzir o ruído sísmico? Você acha que isso é importante? Discuta.

## 1.5 Apêndice

Links para os sismos a serem analisados:

Evento 1: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2020oovn>

Evento 2: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2020ogwr>

Evento 3: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2020ommt>

Evento 4: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2020odjt>

Evento 5: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2020ockj>

Evento 6: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2019aium>

Evento 7: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2020kyyi>

Evento 8: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2020jdoo>

Evento 9: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/event/usp2020mzhj>

# Referências

[https://www.iag.usp.br/~eder/a\\_terra\\_pela\\_fechadura.pdf](https://www.iag.usp.br/~eder/a_terra_pela_fechadura.pdf)

<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Estrutura-Interna-da-Terra-1266.html>

<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Terremotos-1052.html>