

Universidade de São Paulo

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

Departamento de Geofísica

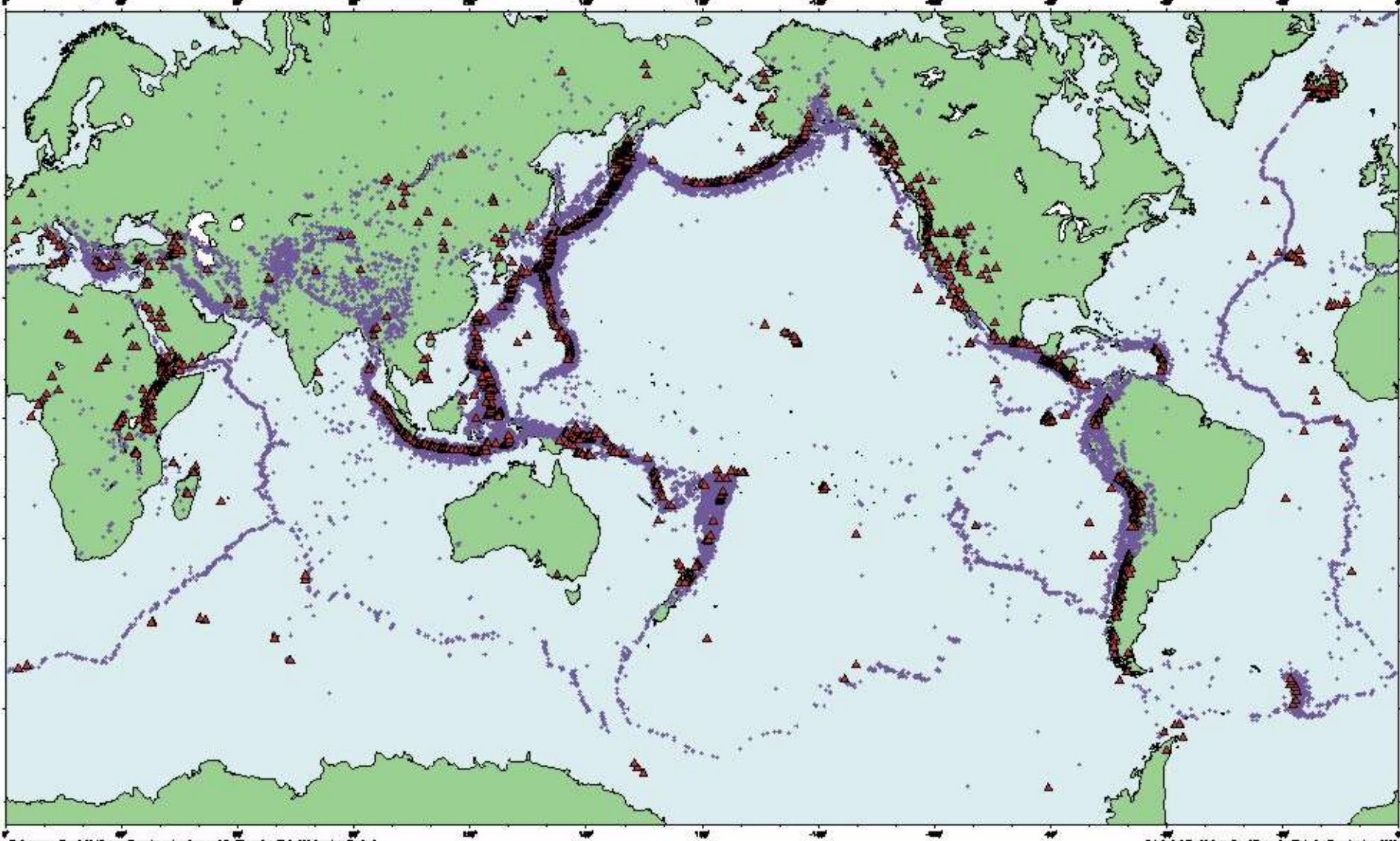


# **Tremores de terra no Brasil e em Bebedouro**

**Prof. Marcelo Assumpção**

# Terremotos e vulcões no mundo

Earthquakes and Volcanos



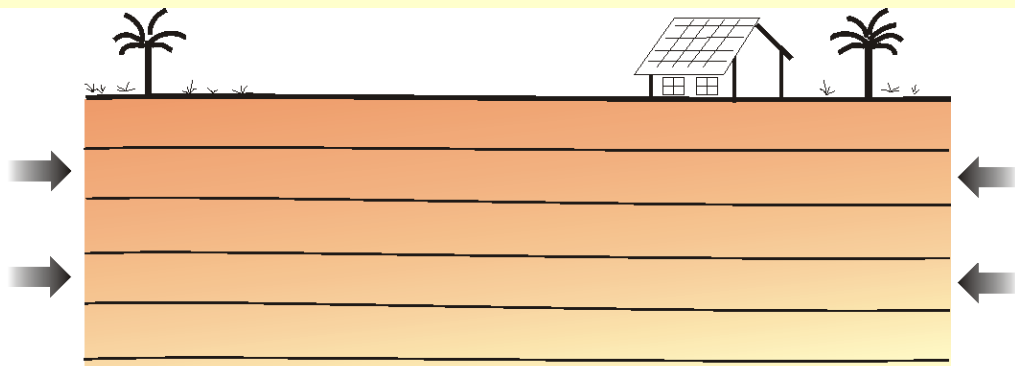
Volcanoes: Ringfield 1933 earthquake epicenters and earthquakes: Global Volcanism Project.

Printed at the University of Texas Institute for Geophysics, 1995.

# O que é um terremoto ??

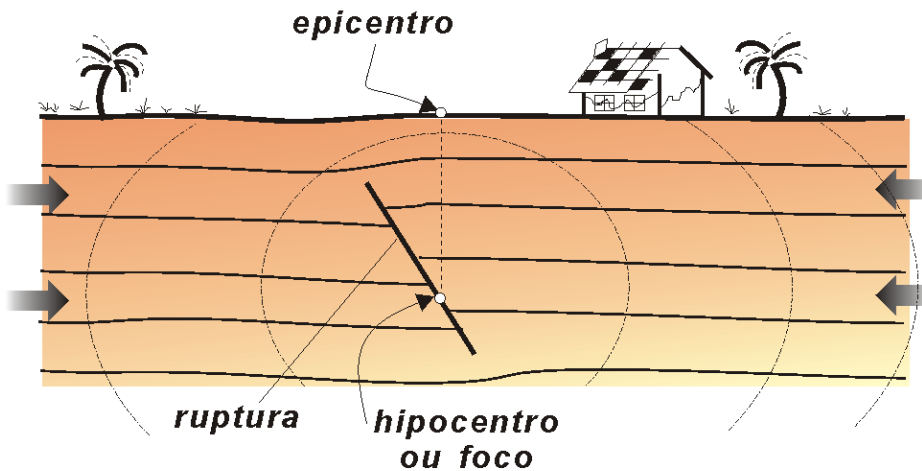
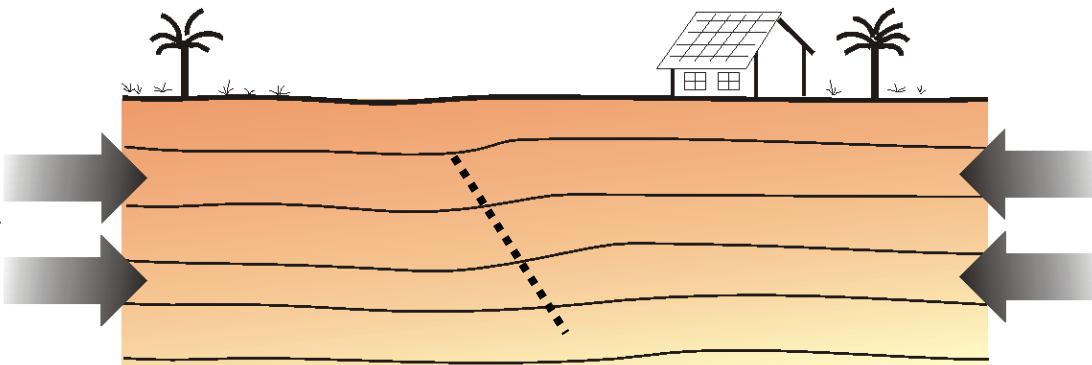
**terremoto = abalo sísmico = tremor de terra**

O fenômeno geológico é o mesmo, variando apenas o tamanho. Usa-se “terremoto” para os grandes abalos, que normalmente não ocorrem no Brasil.



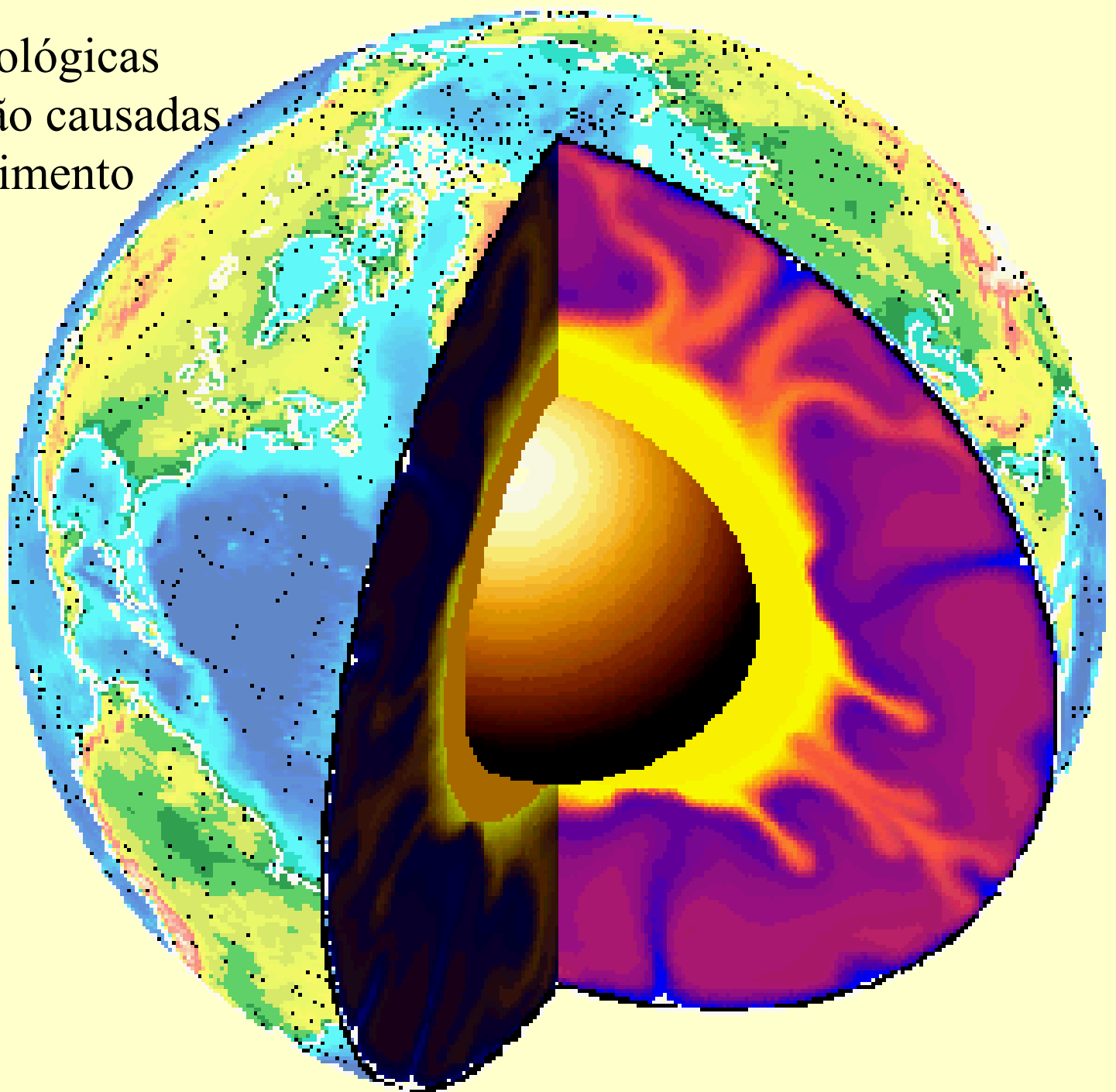
**Sismos são provocados por “pressões geológicas”.**

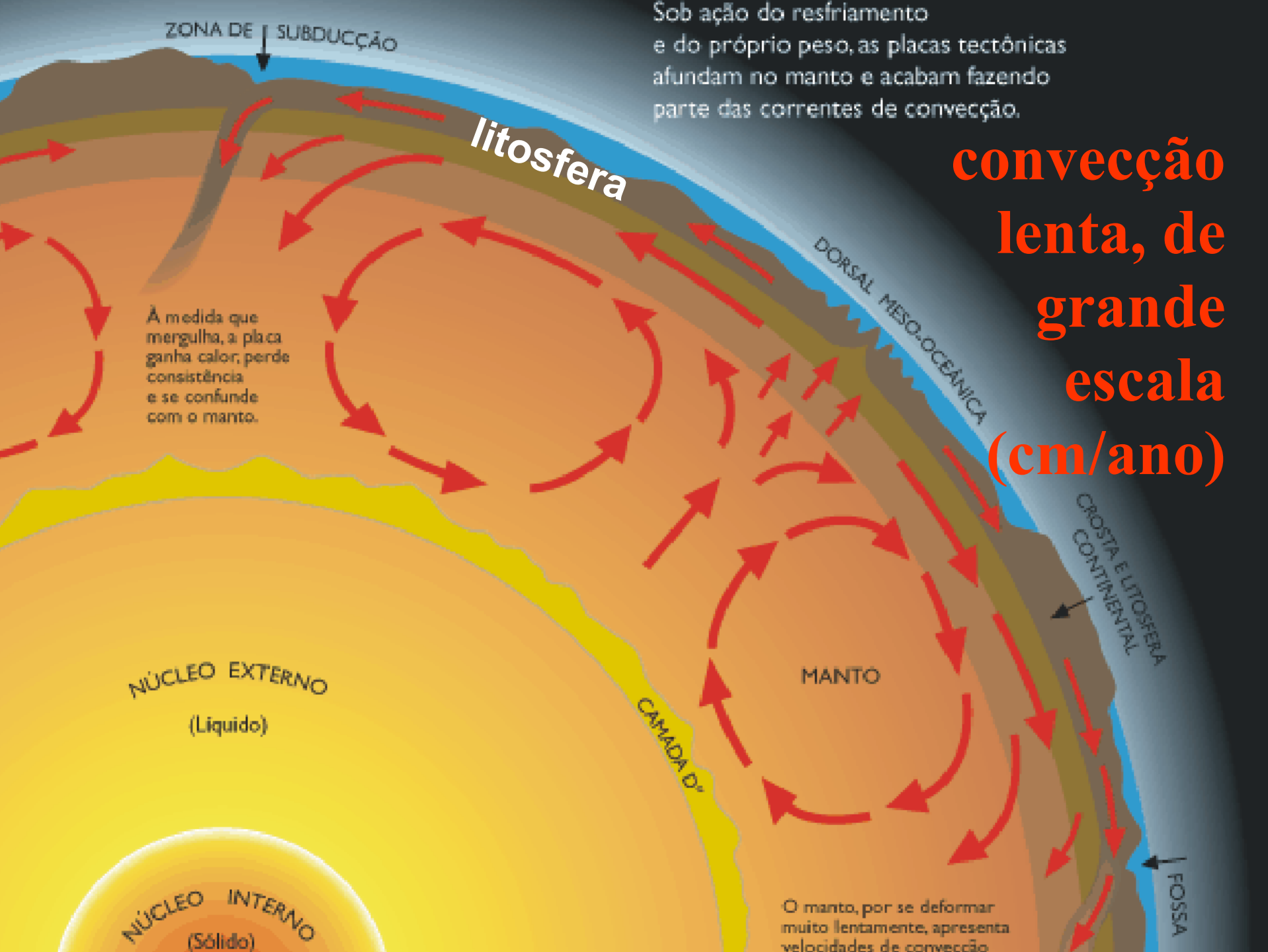
**Aumento gradual (centenas de anos) de pressões geológicas e deformações.**



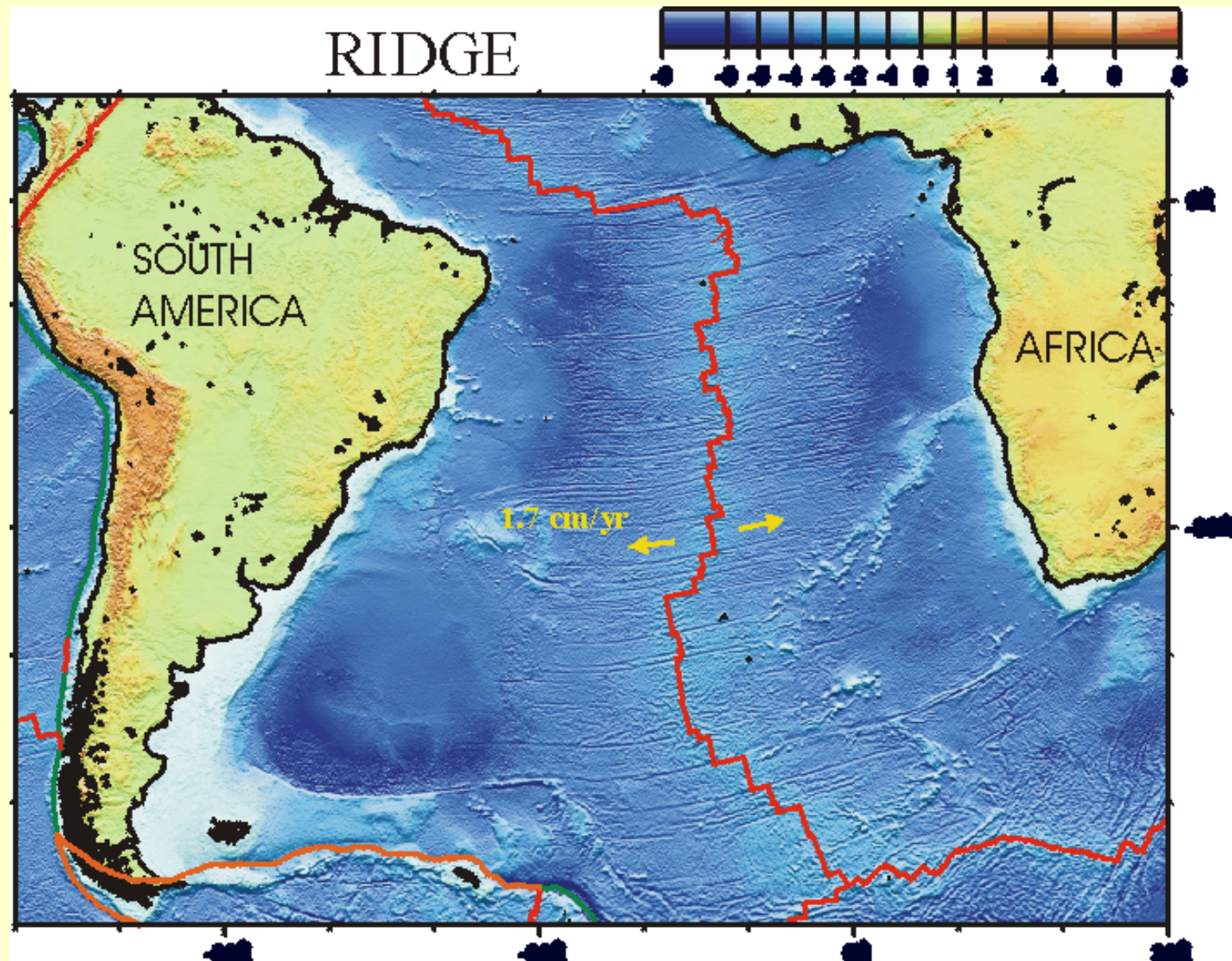
**Deslizamento de blocos (poucos segundos) numa falha geológica.**

As pressões geológicas na superfície são causadas pelo lento movimento das rochas no interior da Terra.

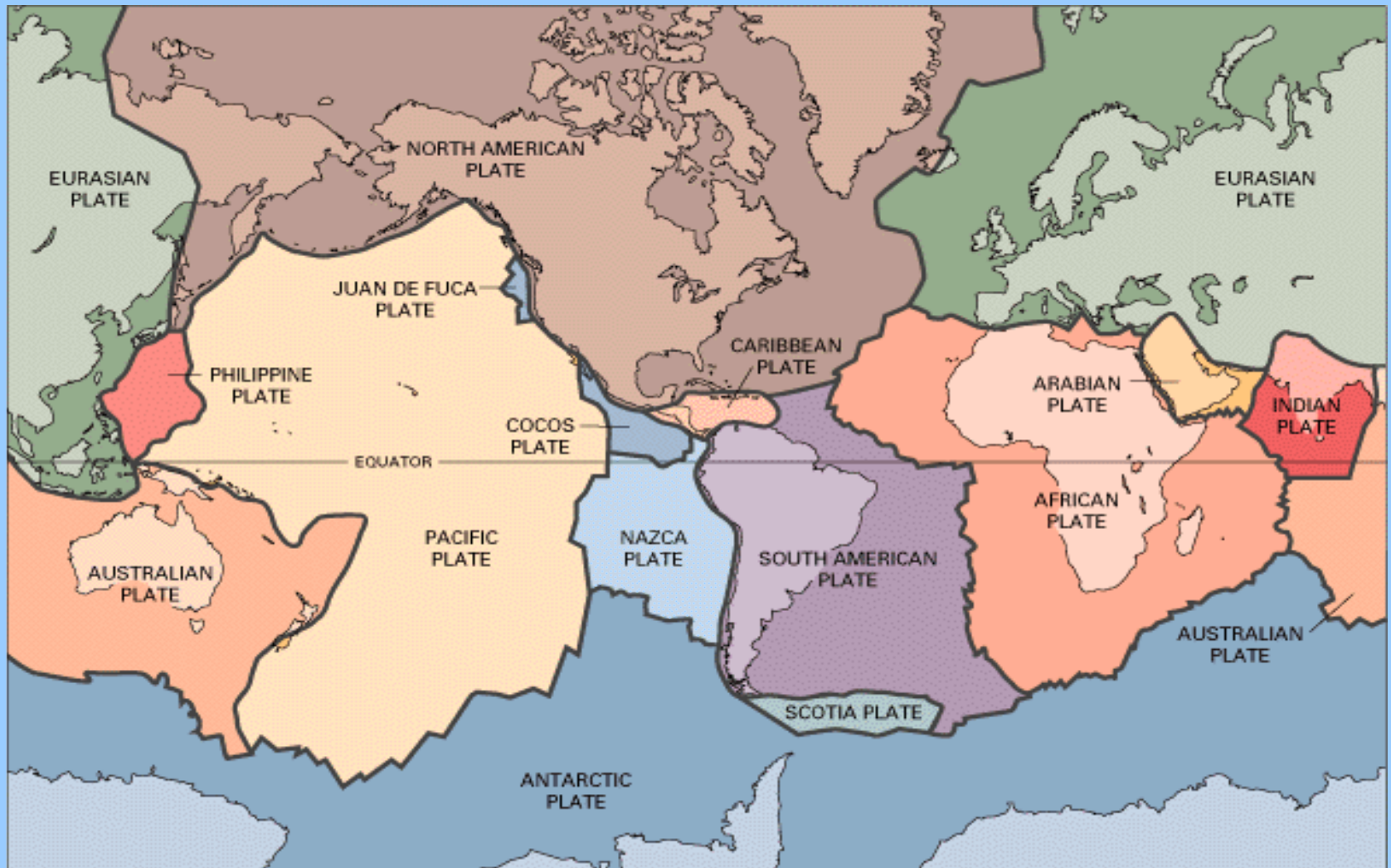




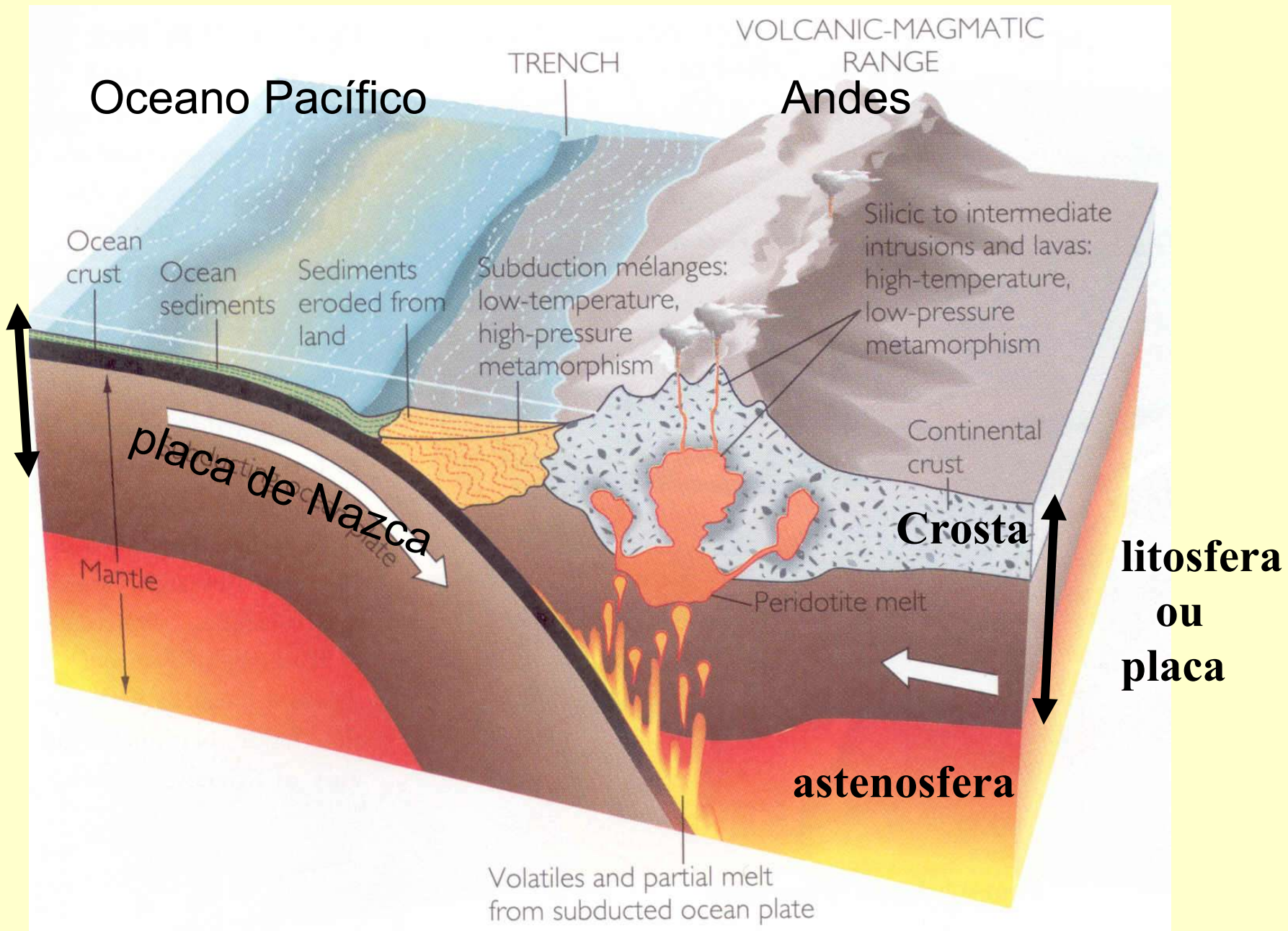
# América do Sul se afasta da África, 3 cm por ano



**A LITOSFERA (a “casca” da Terra) está dividida em grandes porções, chamadas PLACAS LITOSFÉRICAS.**







Oceano Pacífico

TRENCH

VOLCANIC-MAGMATIC RANGE

Andes

Ocean crust

Ocean sediments

Sediments eroded from land

Subduction mélanges: low-temperature, high-pressure metamorphism

Silicic to intermediate intrusions and lavas: high-temperature, low-pressure metamorphism

Continental crust

placa de Nazca

Mantle

Crosta

Peridotite melt

astenosfera

Volatiles and partial melt from subducted ocean plate

litosfera ou placa

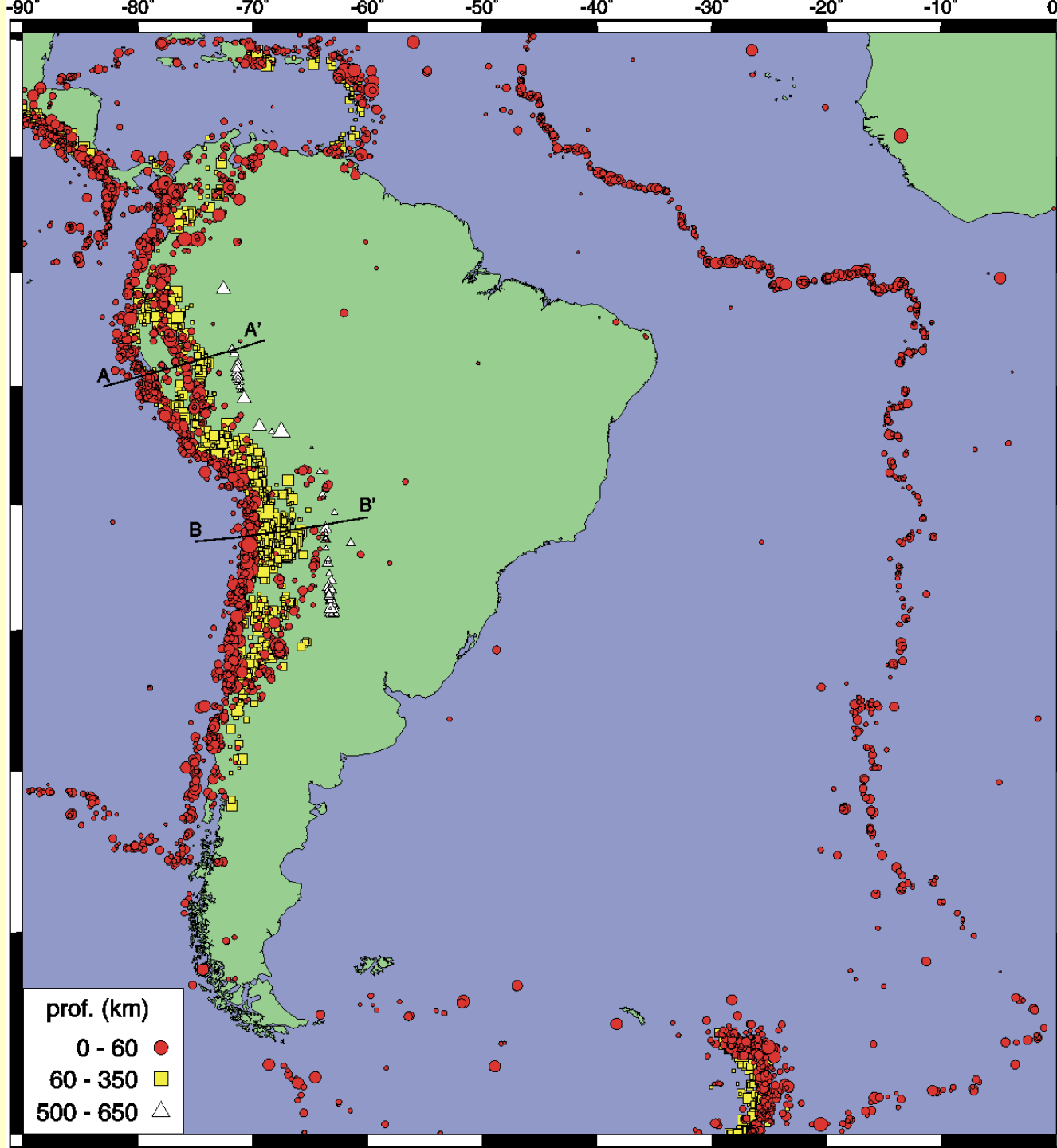


# Sismos na placa Sul- Americana

1975-1995

magnitudes  
> 4,5

**Atividade no  
Brasil é  
muito baixa !**



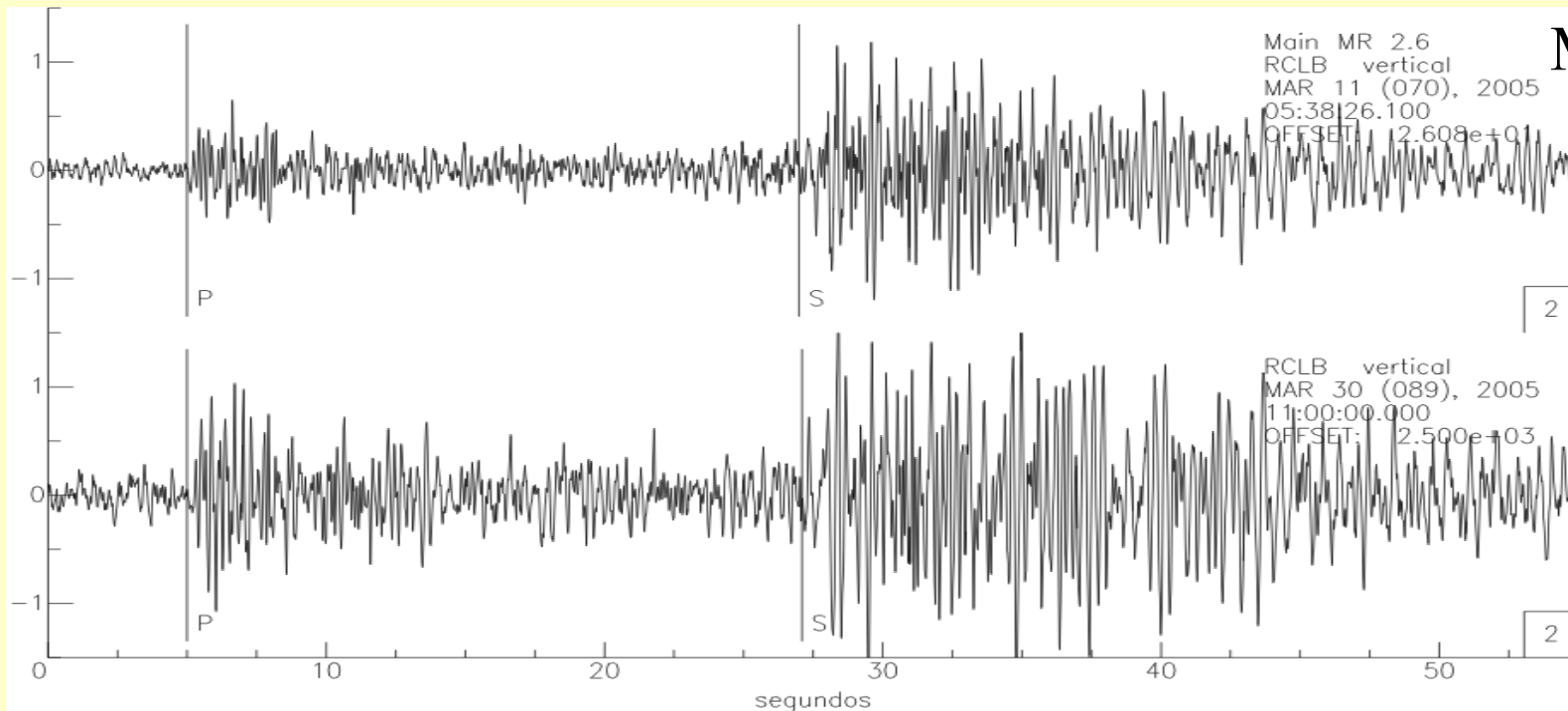
**Os terremotos destrutivos (magnitude acima de 6) só ocorrem em grandes falhas geológicas nas bordas das placas, como nos ANDES (original) e no meio do oceano Atlântico.**

**Como o Brasil está no meio da Placa Sul-Americana, longe das bordas, terremotos fortes são extremamente raros.**

# O que é magnitude?

Medida da energia **total** das **vibrações** emitidas pelo deslizamento de blocos.

Tremores de Bebedouro dos dias 11/03 (02:38) e 30/03 (08:45) registrados em Rio Claro a 180 km de distância



Magnitude

2,6

2,9

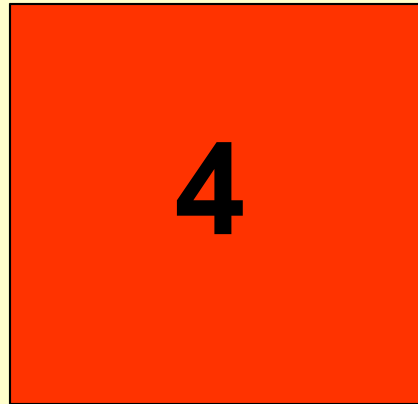
**Magnitude é uma escala logarítmica: cada ponto corresponde a um aumento de 10 x nas vibrações !**

■

**2**

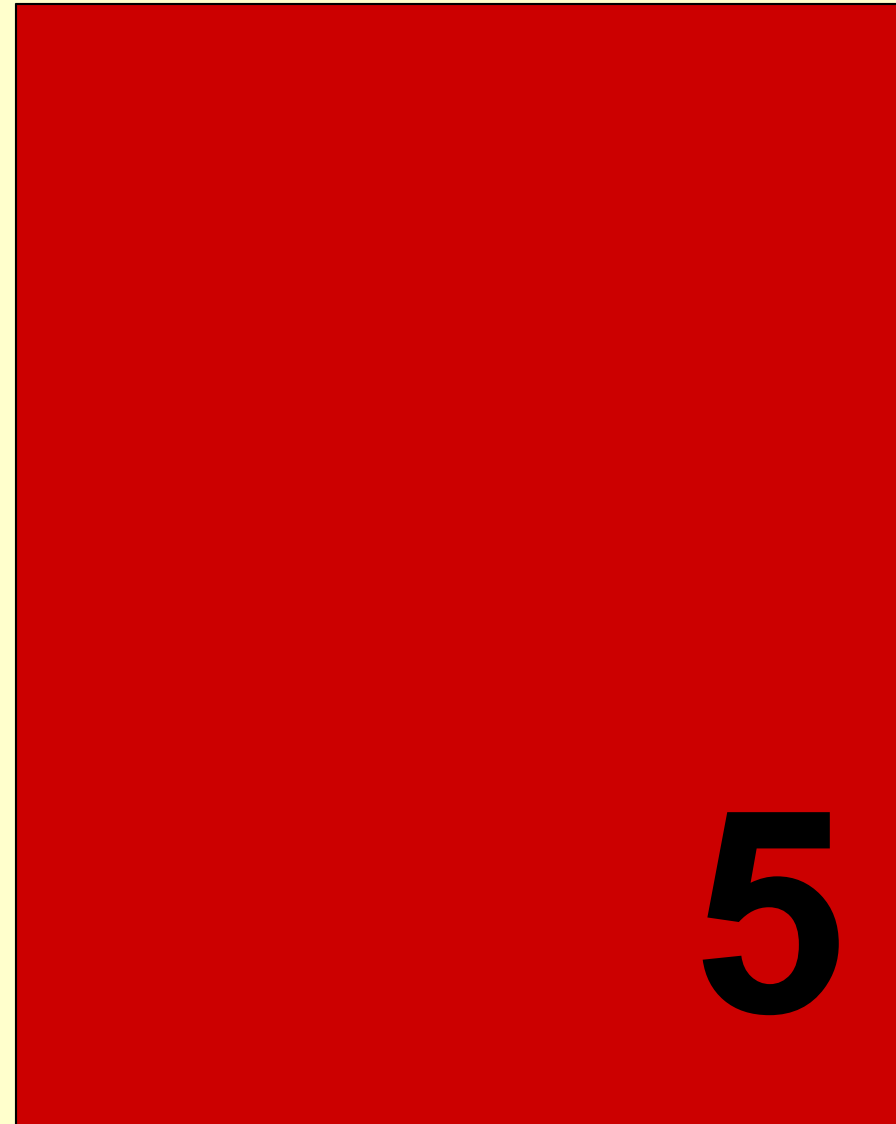


**3**



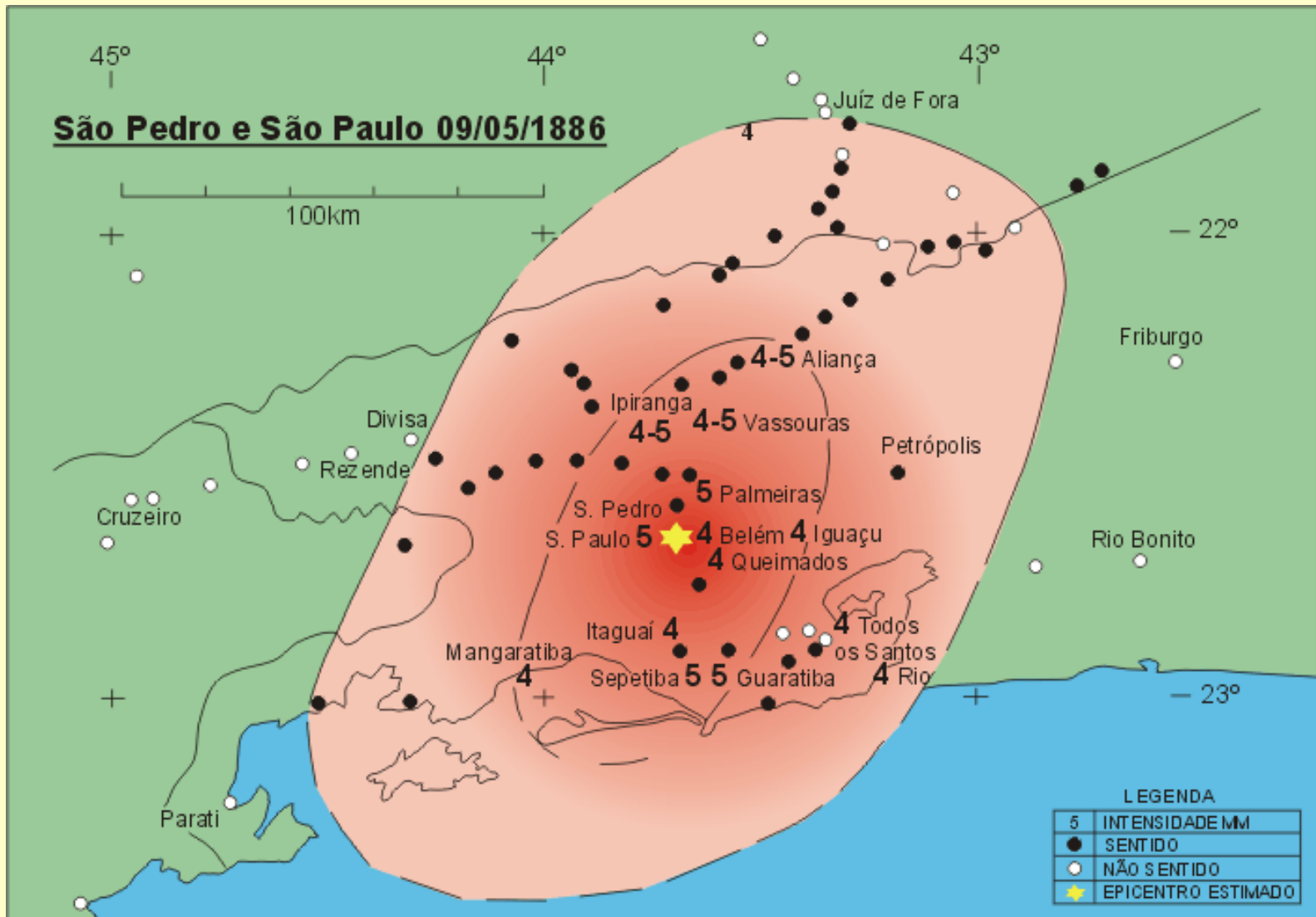
**4**

possibilidade  
de trincas,  
sentido até  
~40 km



**5**

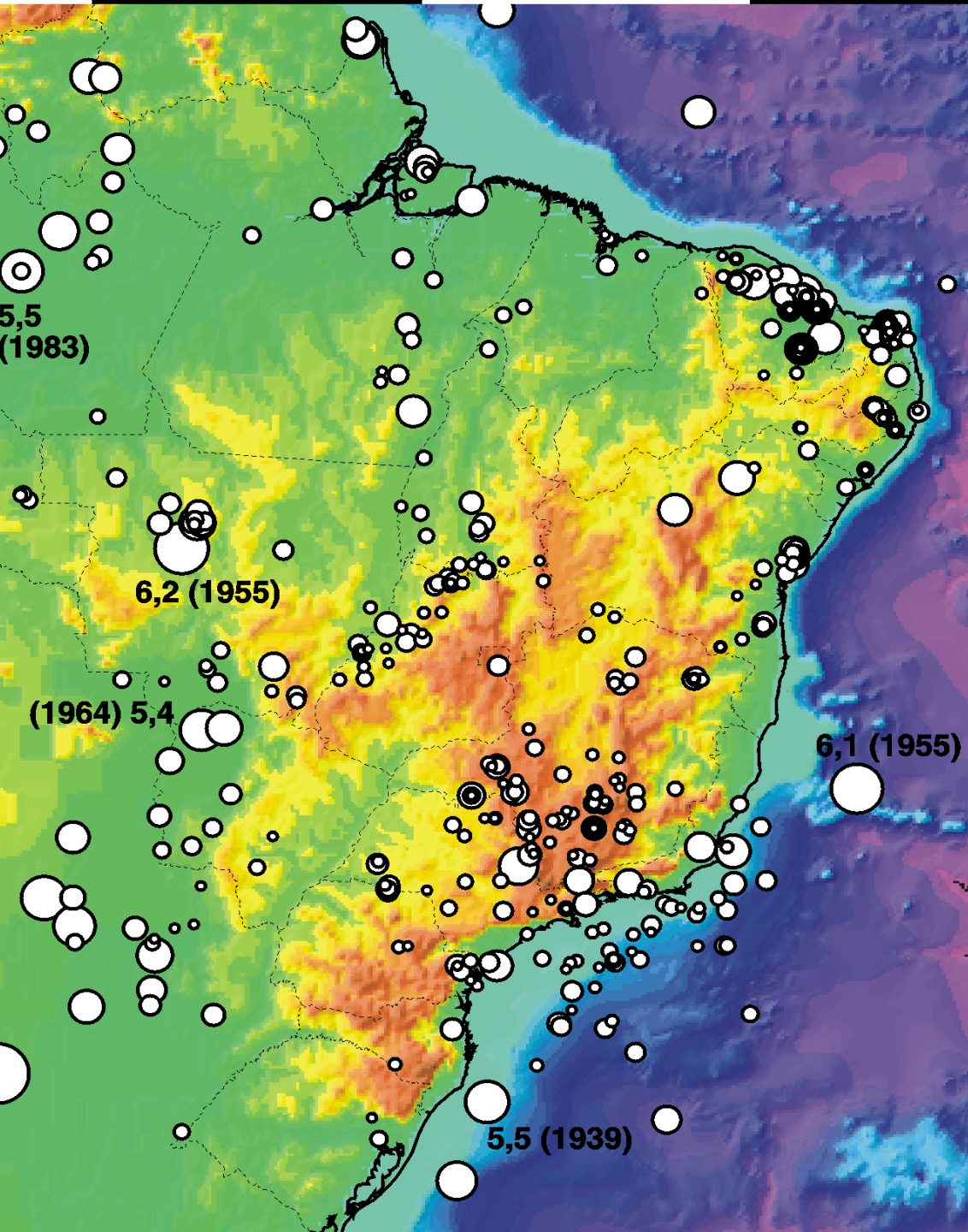
Magnitude 4,3 Rio de Janeiro, 1886. Sentido até 100 km.  
Efeito mais forte: queda de objetos, sem danos



Magnitude **5,1** Mogi-Guaçu, 1922. Sentido até 300 km.  
Efeito mais forte: algumas rachaduras em casas (**VI**).







# Sismicidade do Brasil

~1800-2000

magnitudes: 3 a 6

**Não se tem notícia de vítima por desabamento de casa em tremores de terra no Brasil !!**

<b>Ruptura (km)</b>	<b>Magnitude Richter</b>	<b>Efeitos prováveis</b>	<b>Frequência no Brasil</b>
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>apenas sentido</b>	<b>~1 por ano</b>
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>poucos danos</b>	<b>a cada 5 anos</b>
<b>10</b>	<b>6</b>	<b>danos</b>	<b>1 em 50 anos ?</b>
<b>30</b>	<b>7</b>	<b>muitos danos</b>	<b>1 em 500 anos??</b>
<b>100</b>	<b>8</b>	<b>destruidor</b>	<b>quase impossível</b>
<b>1000</b>	<b>9</b>	<b>catastrófico</b>	<b>nunca</b>

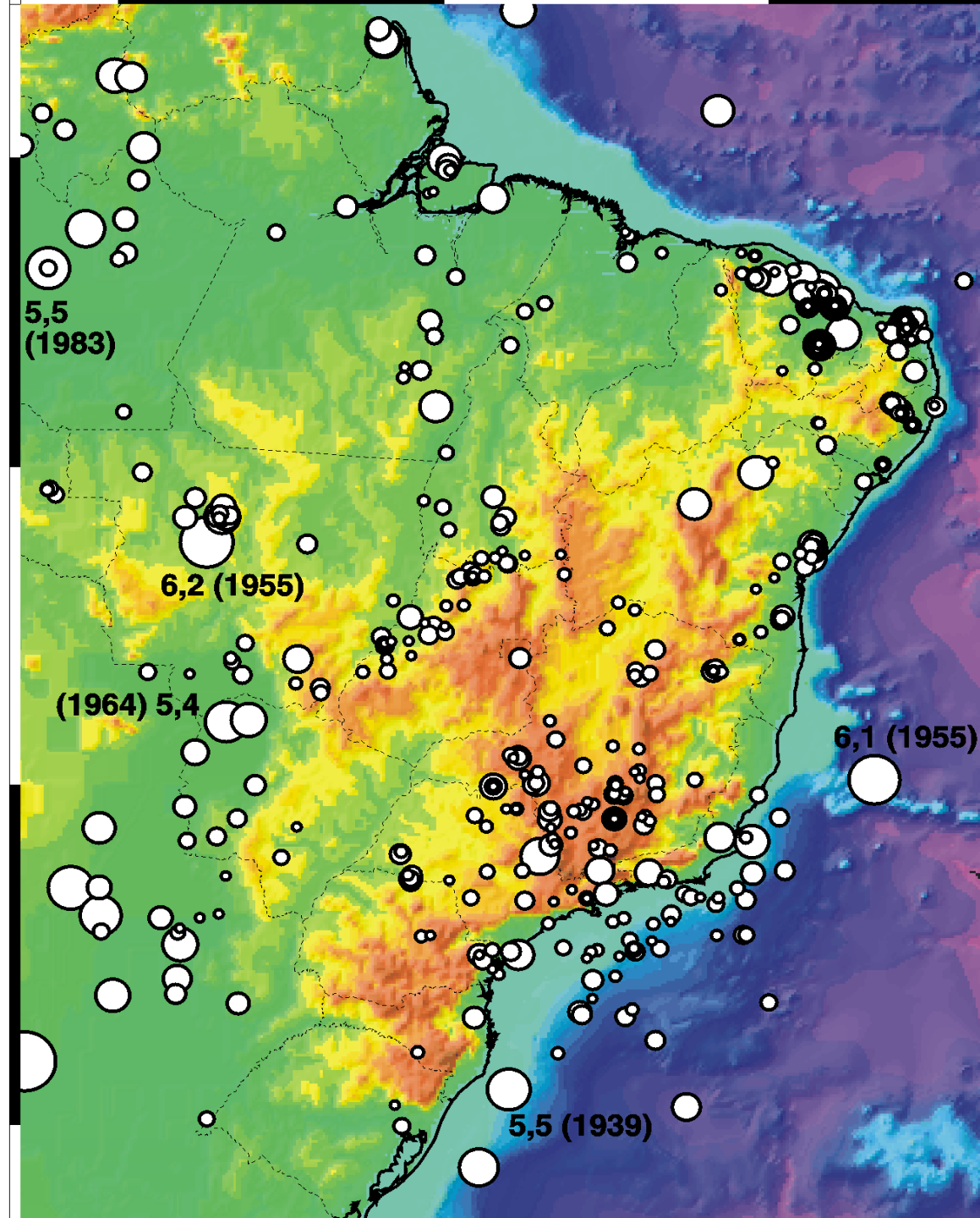
# Conclusões

1- No Brasil ocorrem mais de 10 tremores por ano com magnitude  $> 3$

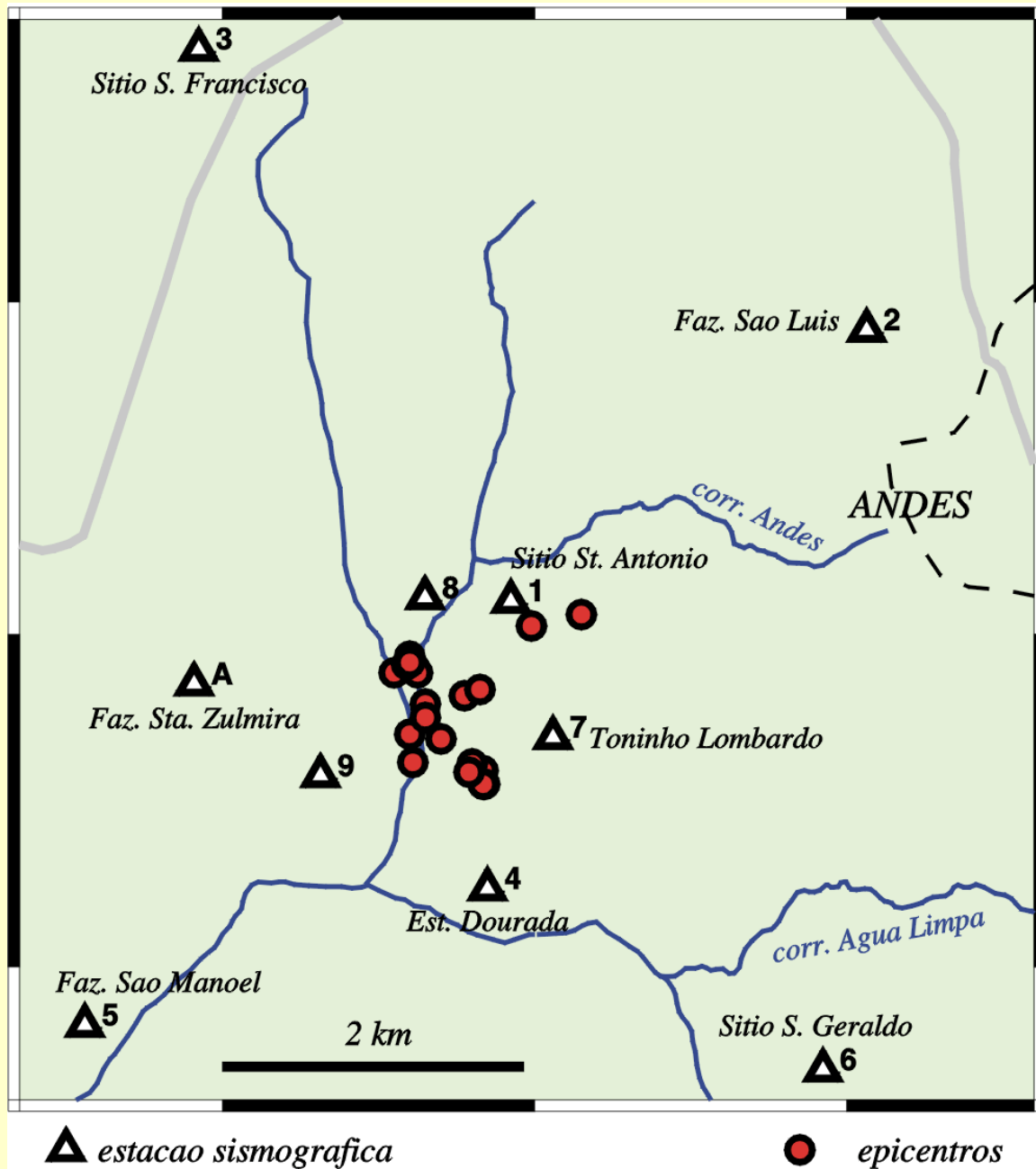
2- Em média, a cada 5 anos ocorre um tremor de magnitude 5, que é  $\sim 100$  vezes mais forte que os de Bebedouro.

3- Não se tem notícia de vítimas de tremor de terra no Brasil.

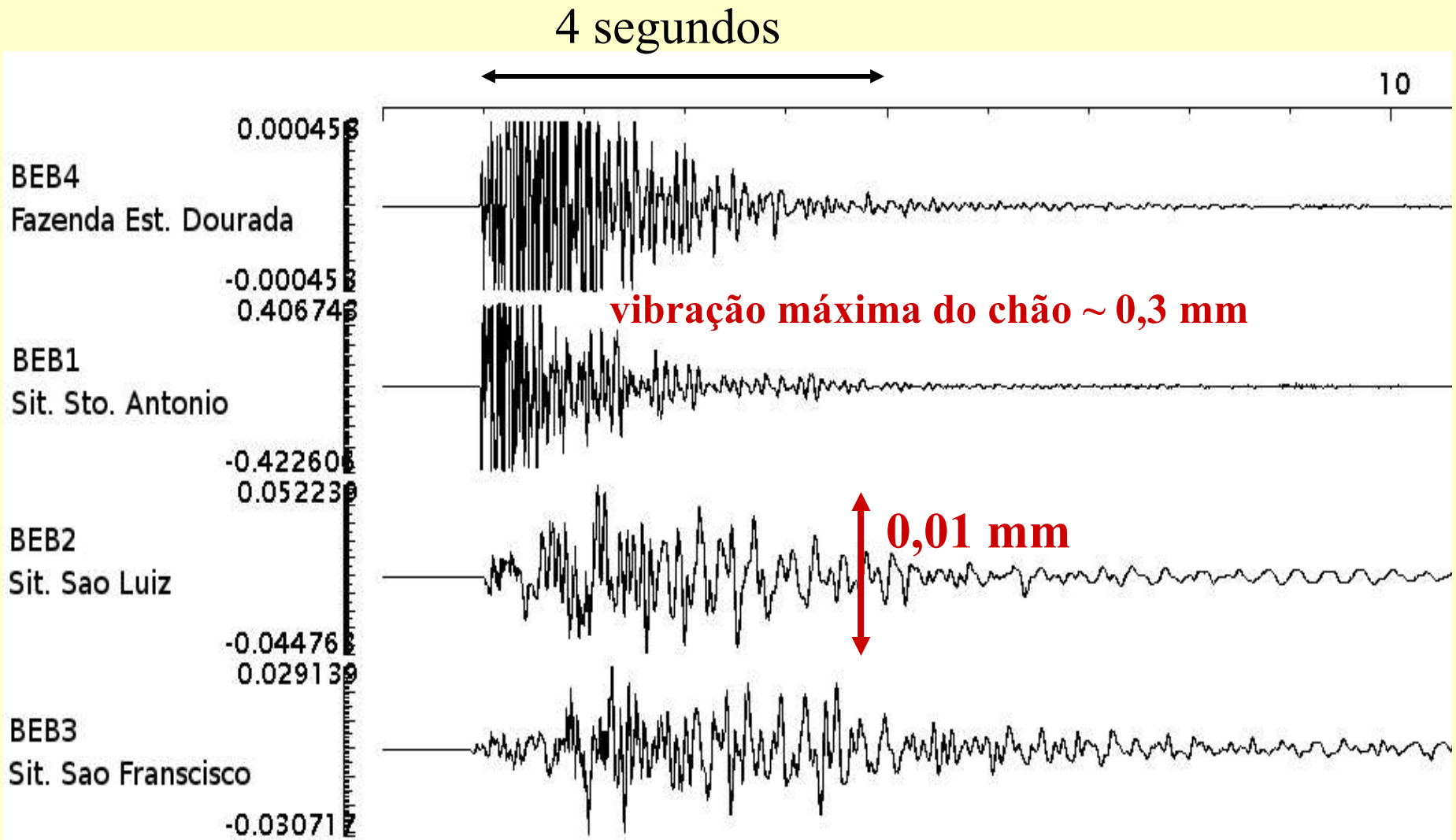
4- Risco de “terremoto” é extremamente baixo!



# Tremores de Andes. Epicentros de 18 a 23/03/2005



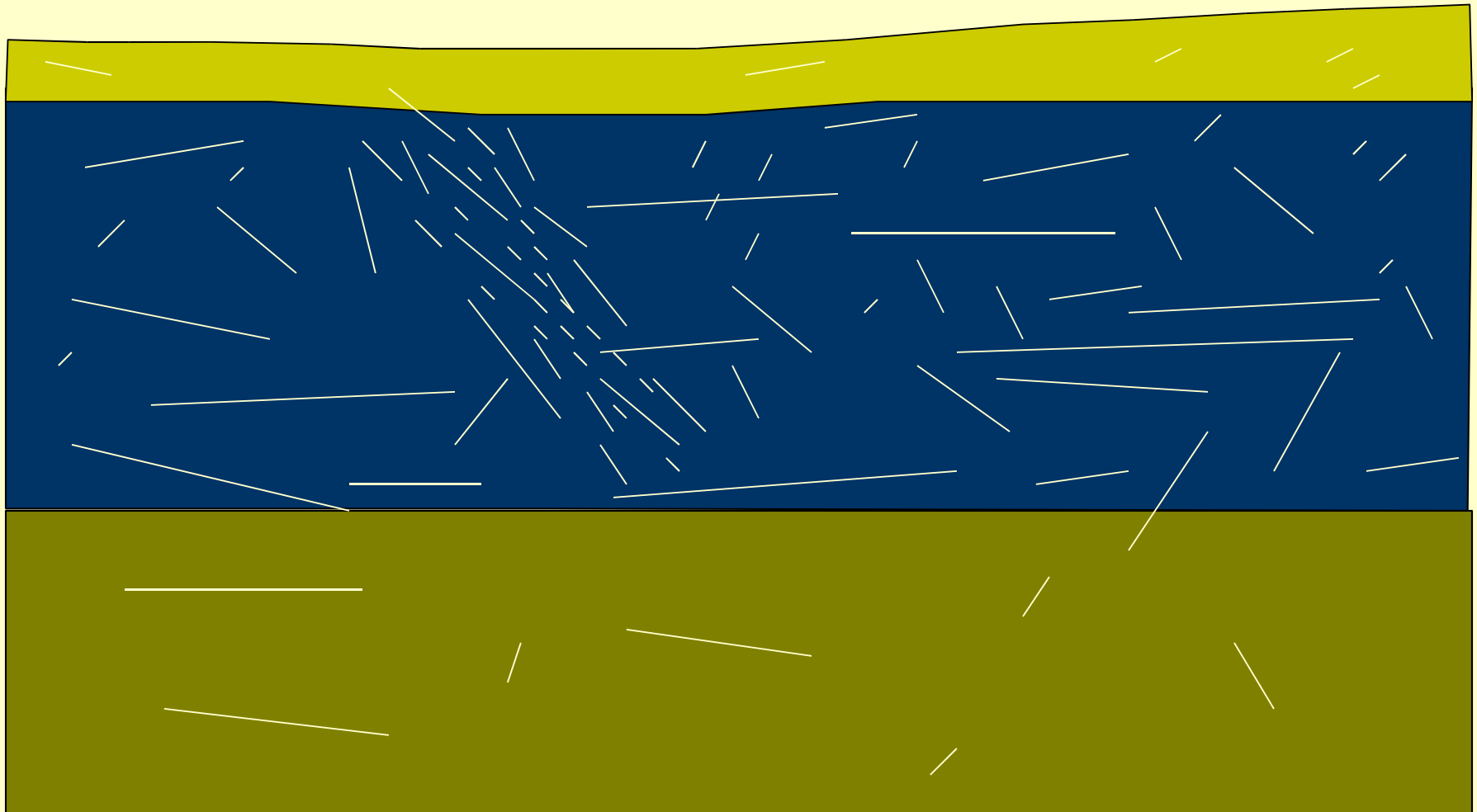
# Registro do tremor de 11/03 02:38, magnitude 2,6



# Estrutura das camadas de rocha, região de Bebedouro



**As rochas têm muitas fraturas e trincas**



**blocos de rocha podem se movimentar  
se houver pressão de forças geológicas e zona  
com concentração de fraturas:  
tamanho da fratura 100 a 500m, deslocamento ~ 1 mm**





**--- No Brasil ---**

**- A quase totalidade dos tremores de terra têm origem apenas nas “forças geológicas” naturais.**

**-São muito raros os tremores causados pelo homem. Poços tubulares, ou grandes reservatórios hidrelétricos, podem causar a penetração de água nas zonas de fratura e facilitar o deslizamento de blocos, causando sismos.**

**- A atividade sísmica de Andes, Bebedouro, está sendo investigada para se determinar se há influência de poços ou não.**

**É impossível prever  
terremotos ou tremores de  
terra !!**

## --- No caso de Bebedouro ---

- É quase impossível prever como os tremores vão evoluir !!
- O mais provável é que continuem por alguns meses, variando de frequência e intensidade.
- Não há evidência de nenhuma falha geológica grande, em Bebedouro, que pudesse causar um tremor de grande magnitude. Portanto o risco de danos sérios é muito pequeno!

**Não há motivo para alarme!**

- Não se pode descartar a possibilidade (remota) de ocorrer abalo com magnitude 4, causando queda de objetos, deslizamento de telhas e trincas em paredes.

**Há outros riscos bem maiores do que o  
de tremores de terra**

**-raios** durante tempestades:

**-cerca de 50 pessoas morrem no Brasil todo ano!**

**-1 morte para cada 1 milhão de raios.**

**-picadas de cobra:**

**-no estado de SP 2.000 pessoas picadas por ano.  
-10 morrem!**

**-acidentes de carro:**

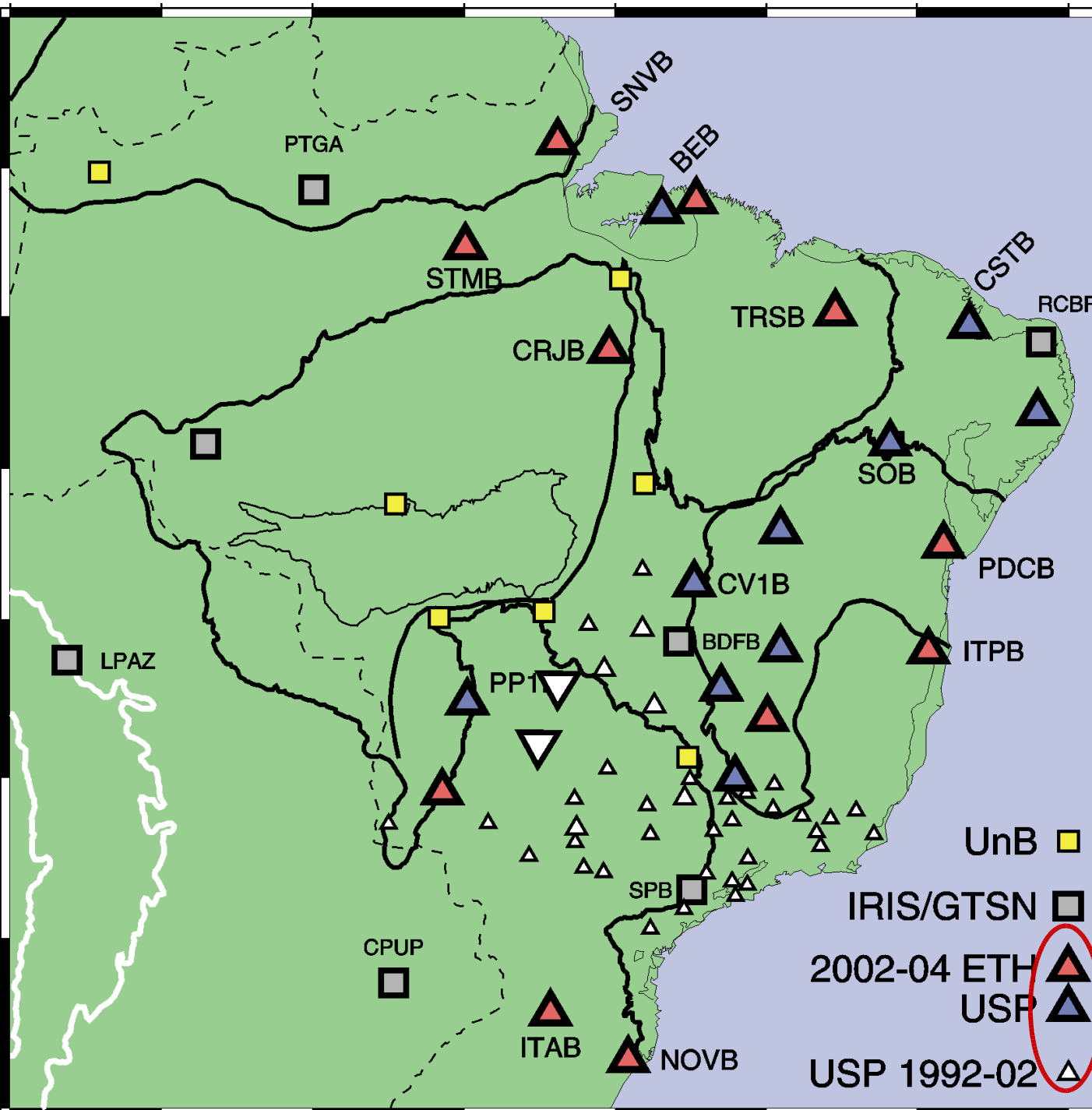
**-milhares de mortos por ano!**

**No Brasil,  
é muito mais fácil ser atingido por um raio,  
ou morrer por picada de cobra,  
do que ser vítima de “terremoto”!!**

**RISCO DE DANOS SÉRIOS POR  
TERREMOTO (RACHADURAS, QUEDA  
DE CASAS) É MUITO BAIXO.**

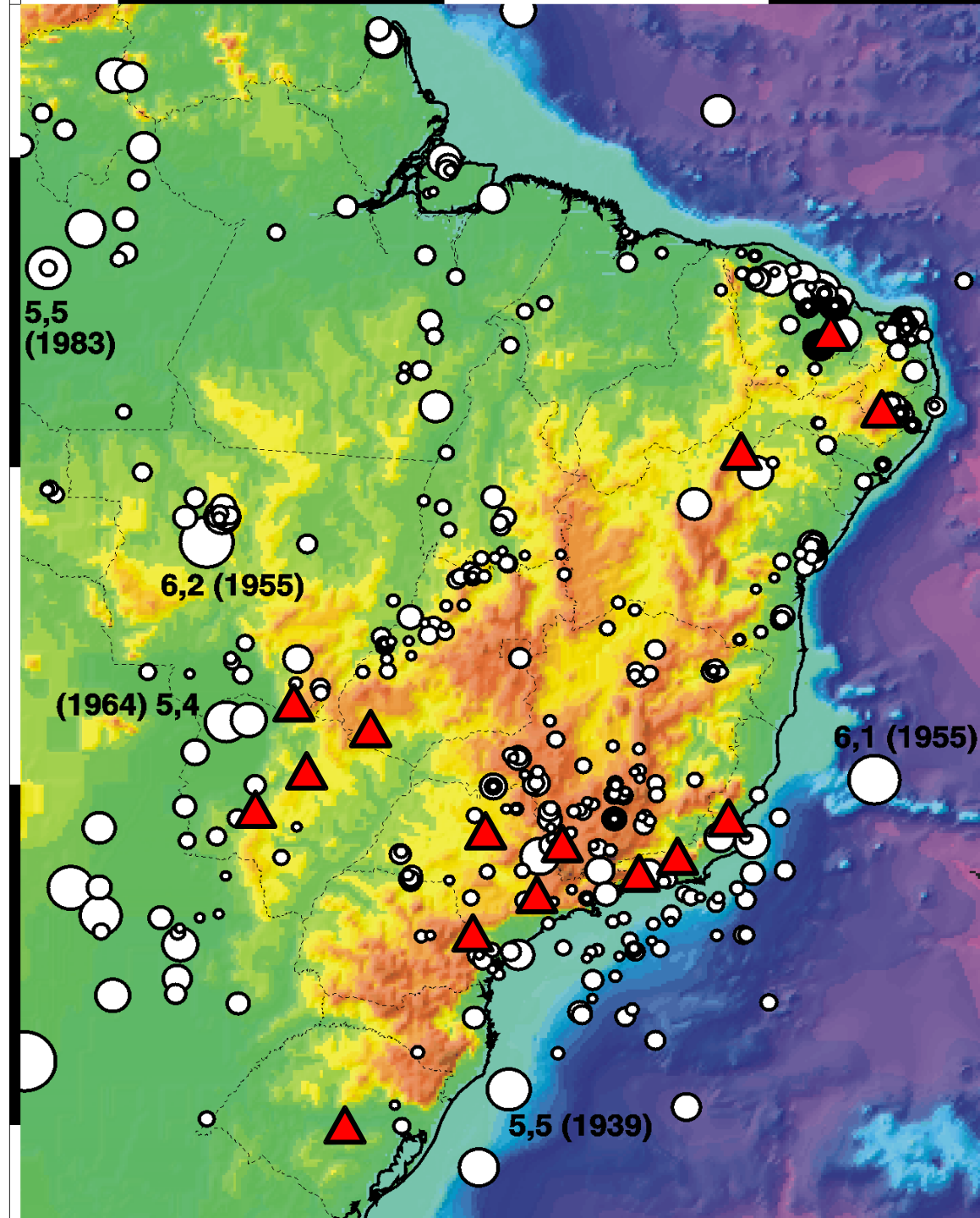
**NÃO HÁ MOTIVO PARA ALARME!**



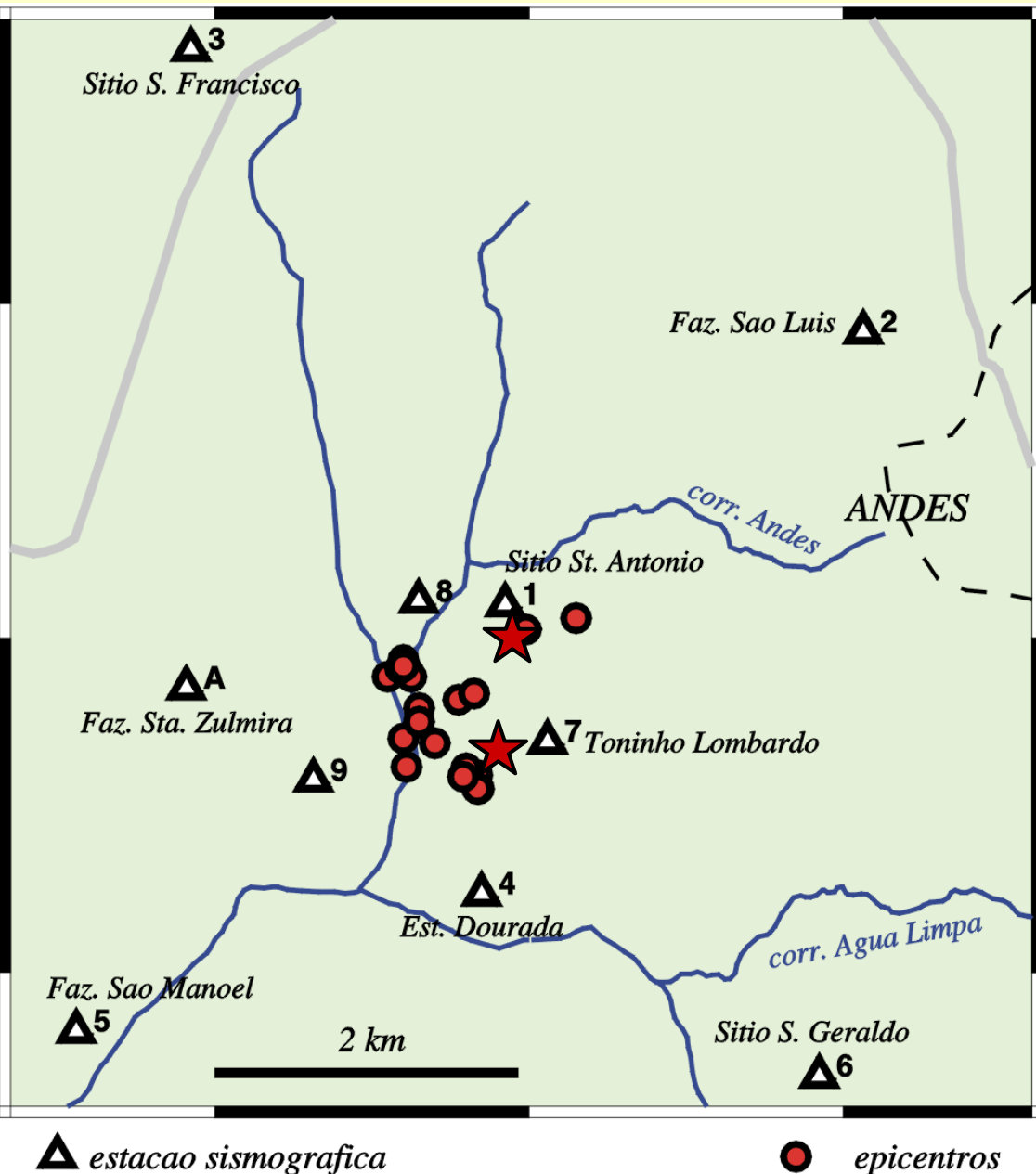


**O IAG-USP  
estuda  
tremores de  
terra no Brasil  
todo.**

**Estações  
sismográficas  
anteriores,  
operadas pela  
USP**



**▲ Estações  
sismográficas  
atuais,  
operadas pelo  
IAG-USP**



dois maiores

sismos:

30/03 M=2,9

e 02/04 M=2,8

**A Universidade de  
São Paulo vai  
continuar  
estudando os  
tremores de Andes  
por vários meses.**