

A estrutura da Terra

1

Prof. Eder C. Molina

IAGUSP

<http://www.iag.usp.br/~eder/deriv.ppt>



A estrutura da Terra

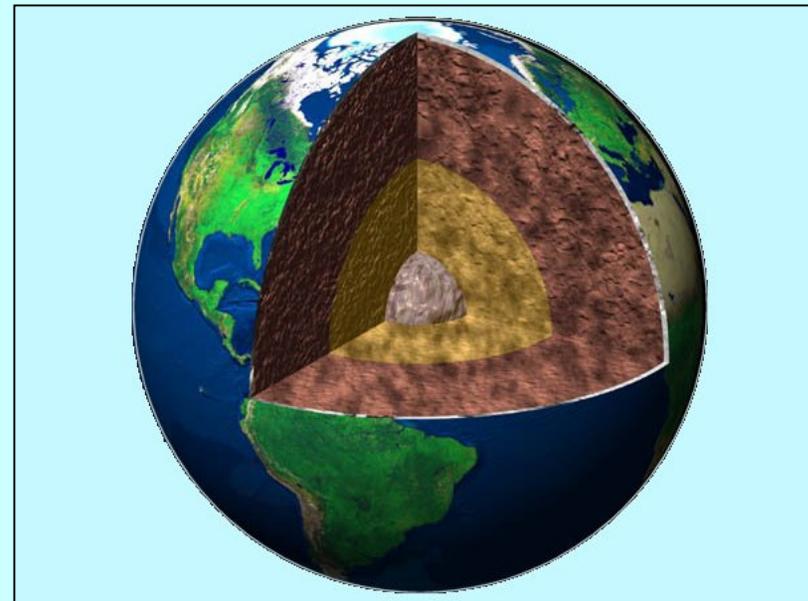
2

- Raio médio: 6.371 km
- Densidade média: $5,5 \text{ g cm}^{-3}$
- Massa: $5,976 \times 10^{24} \text{ kg}$
- Temperatura superficial média: 15° C
- Pressão atmosférica média na superfície: 1.013 mbar
- Aceleração de gravidade média no equador: $9,78 \text{ m s}^{-2}$



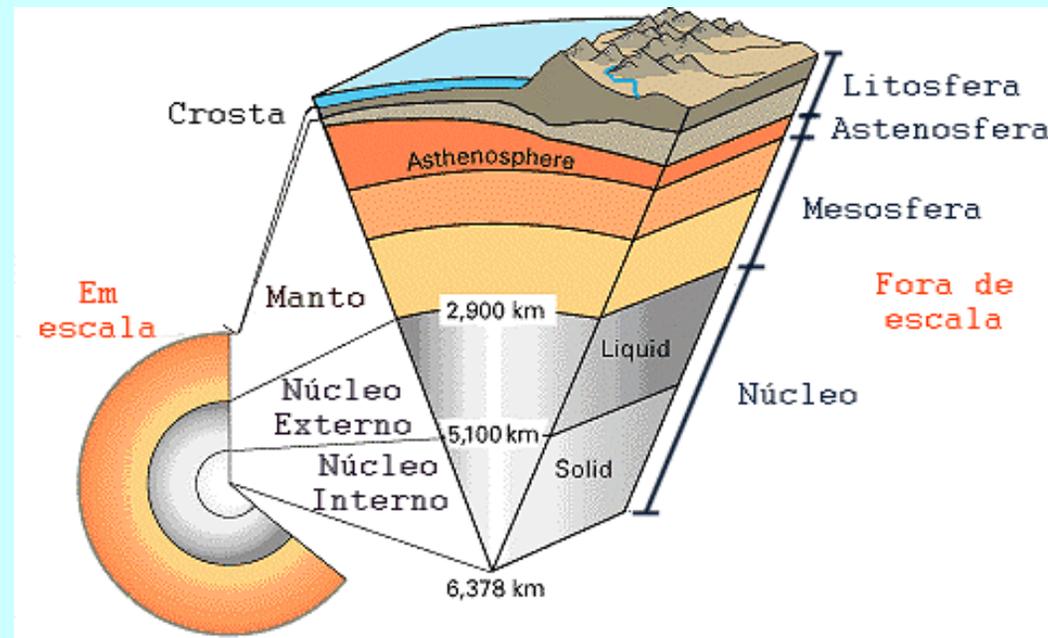
A estrutura da Terra

- Estrutura estratificada, descoberta a partir de dados de sismologia.
- Densidade média das rochas da superfície: $2,7 \text{ g cm}^{-3}$ (muito menor que a densidade média do planeta).
- Deficiência de determinados elementos químicos nas rochas da superfície sugerem que deve haver enriquecimento destes elementos nas camadas inferiores.
- Cálculos de momento de inércia da Terra indicam a presença de material mais denso nas camadas internas da Terra.



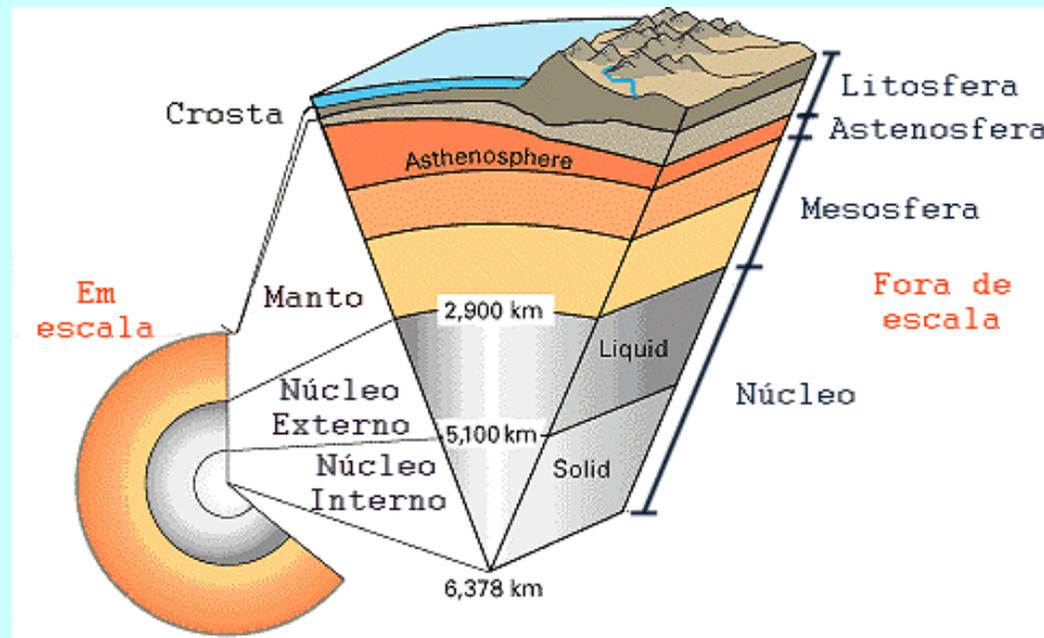
A estrutura da Terra

- As descontinuidades nas velocidades das ondas sísmicas indicam a presença de camadas na Terra.
- Descontinuidade de Mohorovicic (*Moho*): profundidade de algumas dezenas de km (38 a 40 km) sob os continentes, e alguns km (6 a 8 km) sob os oceanos. Esta descontinuidade caracteriza a **CROSTA** terrestre.



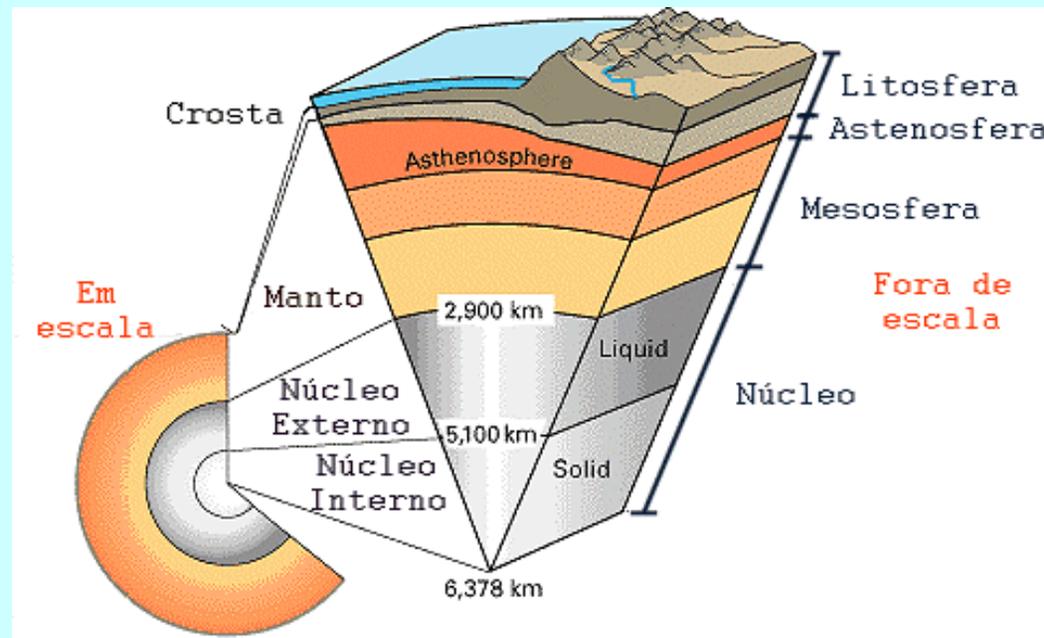
A estrutura da Terra

- A partir da base da crosta, e atingido a profundidade de 2.900 km, encontra-se uma camada composta por silicatos, denominada **MANTO**.
- A parte superior do manto e a crosta subjacente constituem a **LITOSFERA**, a camada externa rígida que varia de 70 a 100 km de profundidade nos oceanos, e de 100 a 150 km de profundidade nas regiões continentais.



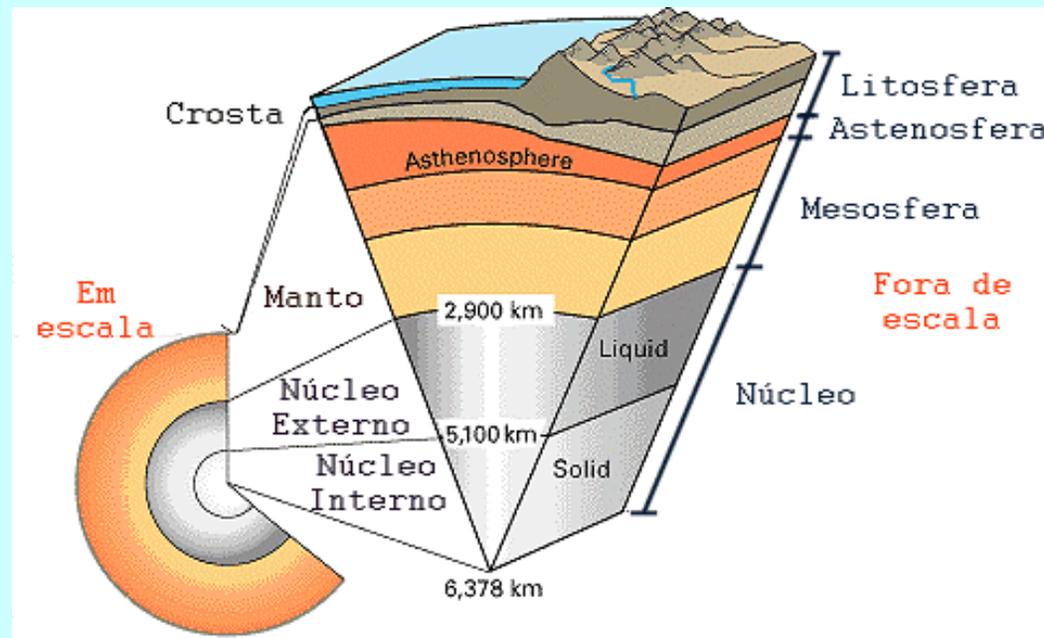
A estrutura da Terra

- A partir da base da litosfera, com espessura de aproximadamente 150 km, encontra-se uma camada menos rígida, em estado parcialmente fundido, que pode ser considerada como um fluido muito viscoso para esforços de longo intervalo de tempo, chamada **ASTENOSFERA**.
- Os limites superior e inferior da astenosfera não são bem definidos, mas a astenosfera atinge em média a profundidade de 670 a 700 km.



A estrutura da Terra

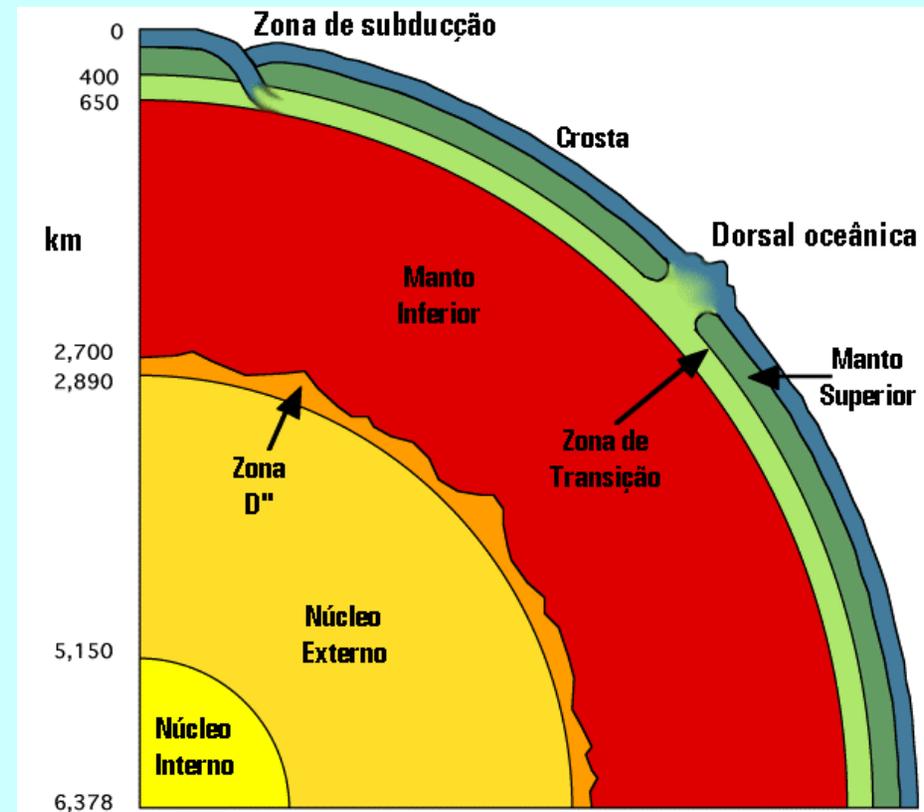
- A partir da base da astenosfera, temos o manto inferior, ou **MESOSFERA**, que é uma camada composta basicamente por óxidos de ferro e magnésio e silicatos ferromagnesianos.
- A mesosfera se apresenta em estado semi-sólido (comportamento plástico), e possui composição homogênea em sua maior parte.



A estrutura da Terra

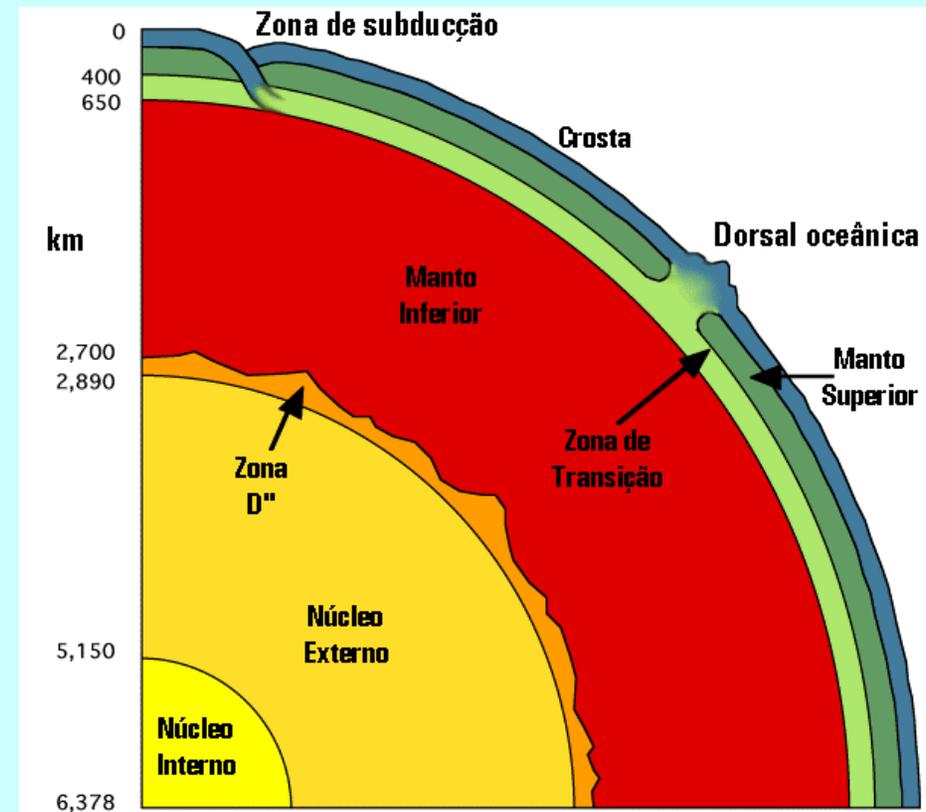
8

- Próximo da interface manto/núcleo encontra-se uma camada de aproximadamente 150 a 200 km de espessura, denominada **camada D''**, detectável pela sismologia, que apresenta aspectos interessantes, como variação lateral de velocidades (sugerindo estrutura lateralmente heterogênea) em extensões comparáveis aos continentes e oceanos da superfície.



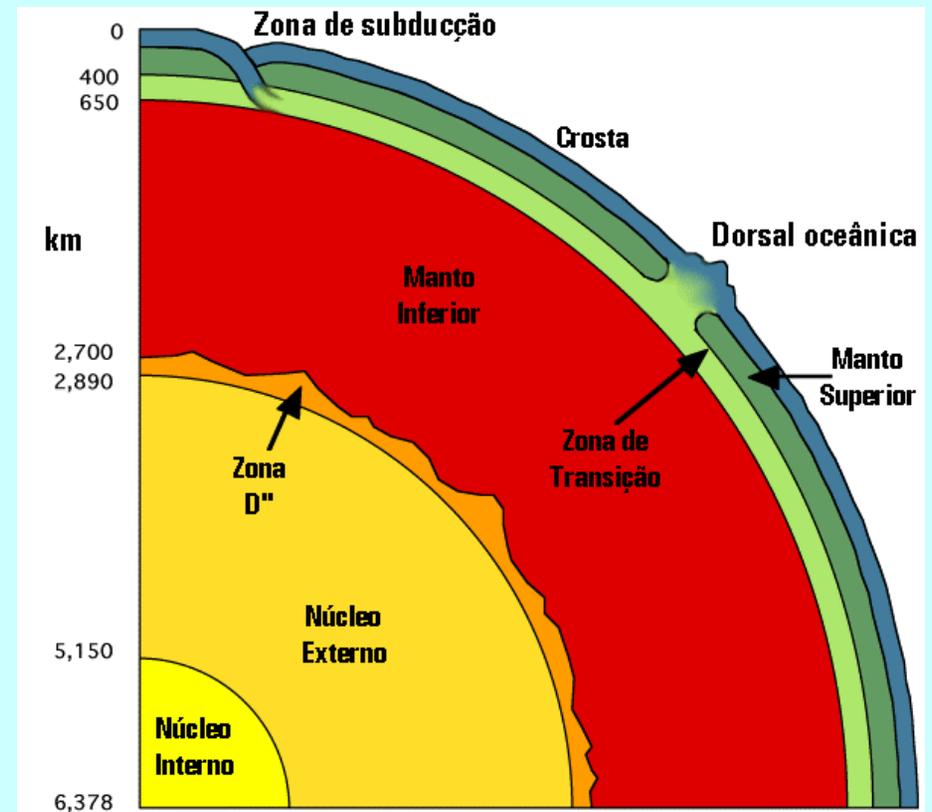
A estrutura da Terra

- A camada **D''** deve ser a fonte do material que origina as plumas, intimamente ligada aos pontos quentes (hotspots) verificados na superfície terrestre.
- Esta camada tem um papel importante nos processos geodinâmicos por ser a fonte do material da plumas, e por suas propriedades térmicas, que podem influenciar o transporte de calor a partir do núcleo, e afetar os processos que geram o campo geomagnético.



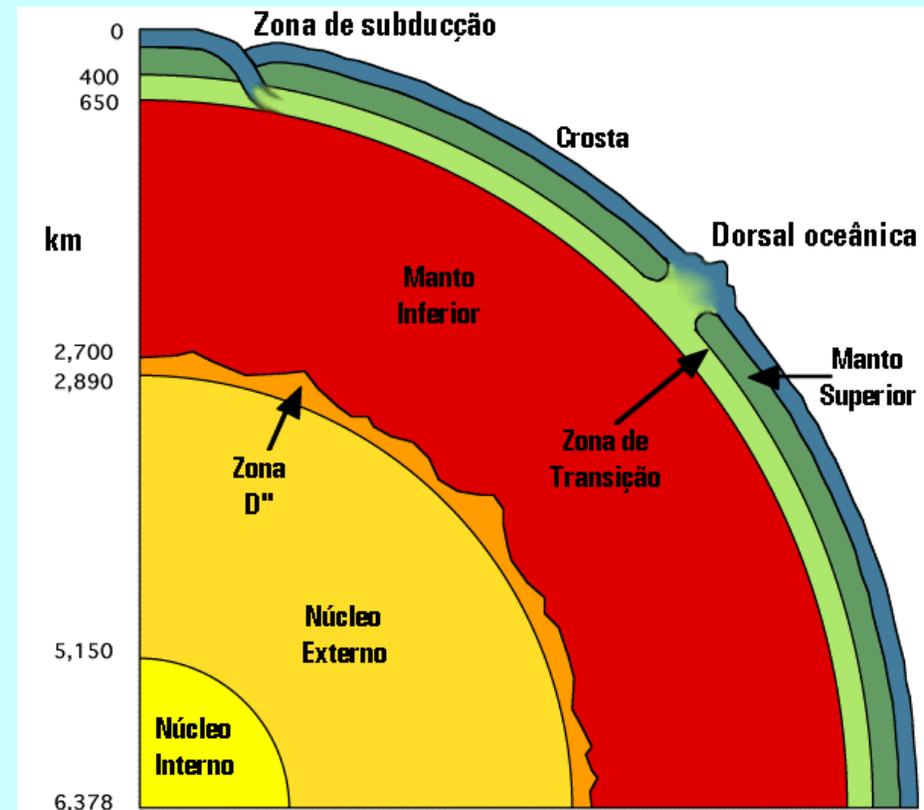
A estrutura da Terra

- O núcleo terrestre deve ter sido formado por migração dos elementos mais densos para o interior terrestre, com ascensão dos silicatos menos densos para a região superficial.
- Estudos da composição dos meteoritos e do comportamento das ligas metálicas a altas pressões e temperaturas têm fornecido importantes indicações sobre a provável composição e comportamento desta região.
- O núcleo terrestre tem uma parte externa fluida, e uma parte interna sólida.



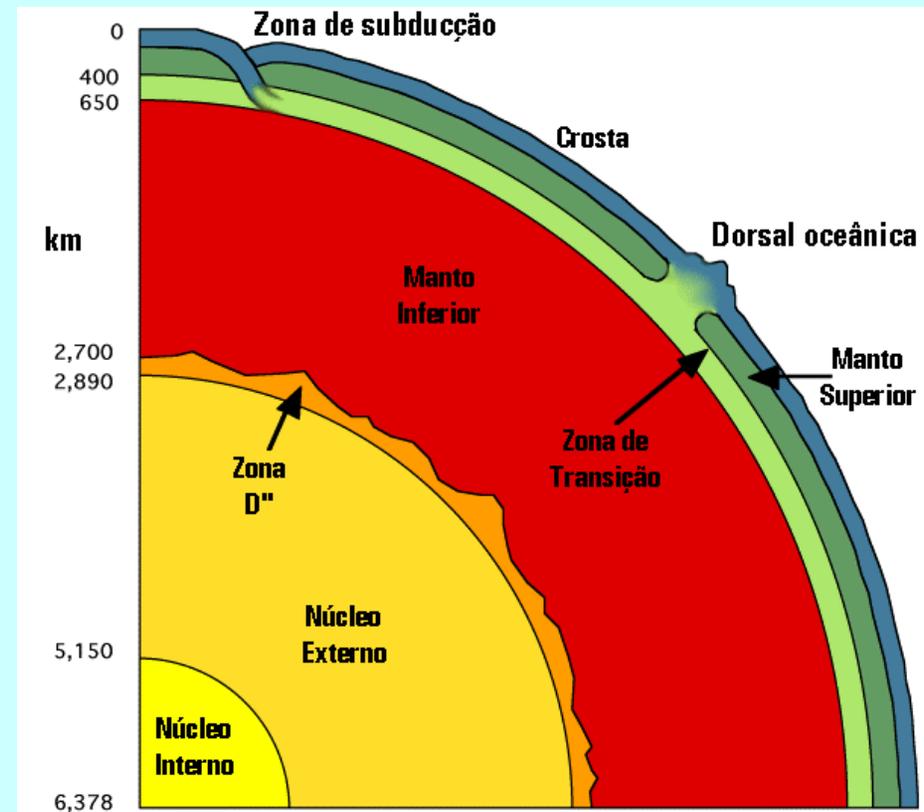
A estrutura da Terra

- O núcleo externo vai de aproximadamente 2.900 km até a profundidade de 5.150 km. Sua constituição é de Fe (quase 90%), Ni (pouco menos de 10%), e pequenas quantidades de Si, S e O.
- O núcleo externo é fluido, com uma viscosidade semelhante à da água. Assume-se que seja homogêneo, devido à convecção e rotação terrestre.
- O material do núcleo deve estar se solidificando, incorporando-se ao núcleo interno, e deixando os materiais menos densos no núcleo externo.



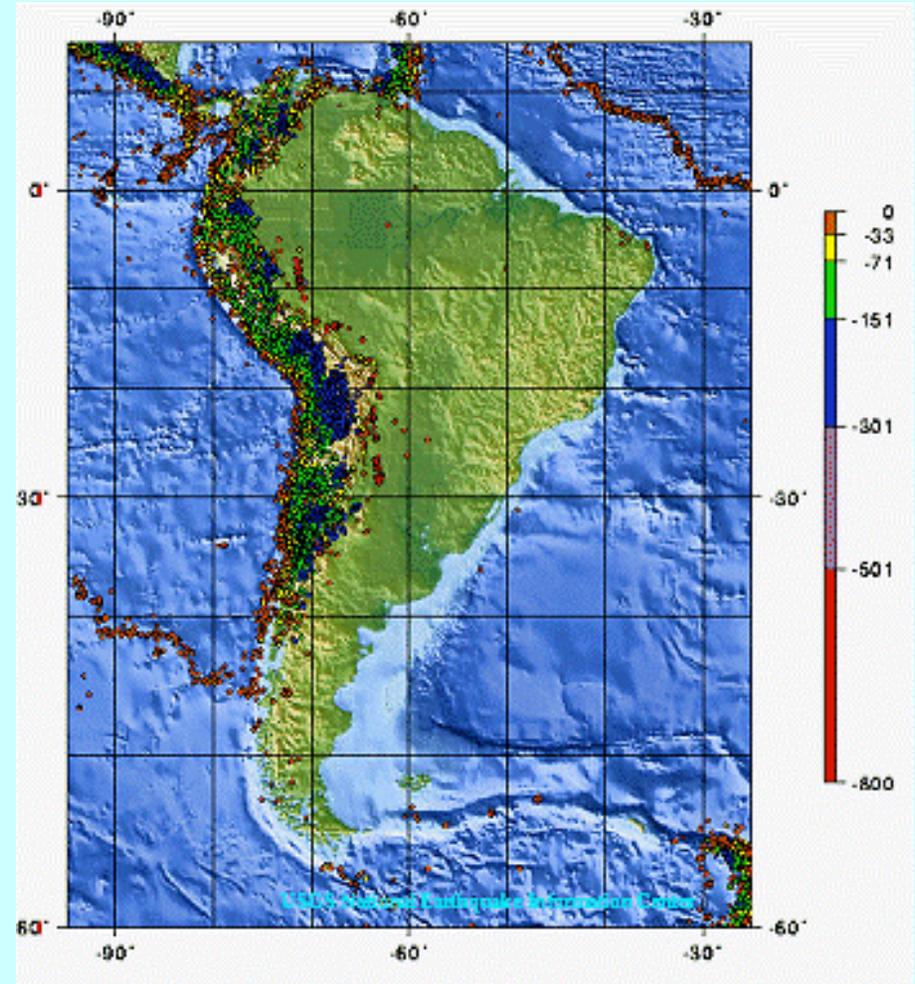
A estrutura da Terra

- O núcleo interno é sólido, apresentando composição similar à do núcleo externo (Fe, Ni, S, Si, O).
- Existe a possibilidade do núcleo interno não ser completamente sólido, mas ser uma mistura de fases sólidas e líquidas a uma condição de temperatura e pressão muito próxima da necessária para a solidificação.
- Os processos de convecção e interação no núcleo terrestre são fundamentais para a geração do campo geomagnético e processos geodinâmicos.



A estrutura da Terra

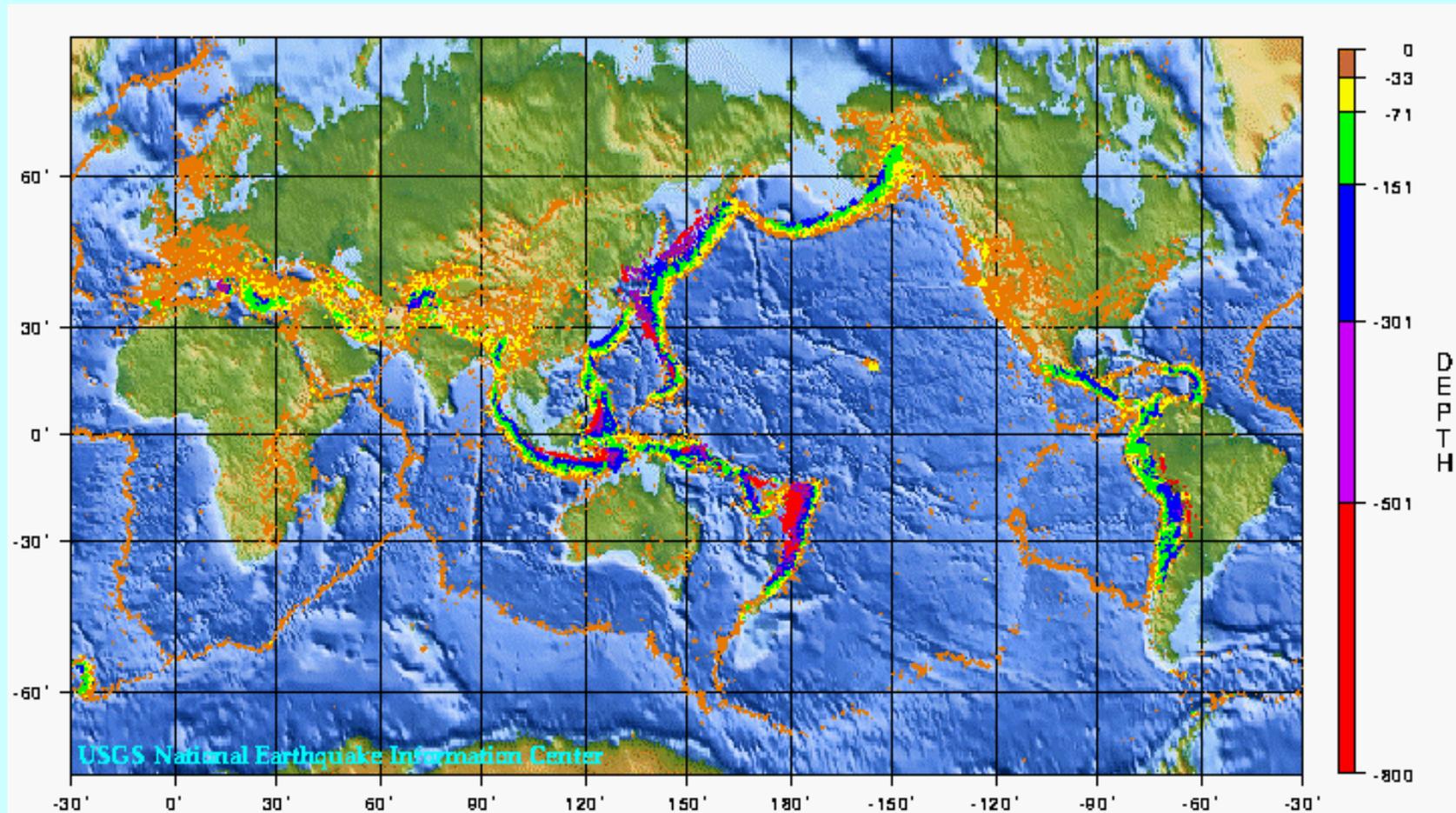
- A condição rúptil da litosfera permite que parte desta sofra ruptura quando um grande esforço é aplicado. Esta ruptura origina a liberação instantânea de uma grande quantidade de energia, que origina ondas elásticas que se propagam por toda a Terra, conhecida por **TERREMOTO**.
- Os terremotos não estão distribuídos igualmente em todas as regiões, tendendo a se concentrar em faixas estreitas, geralmente associadas à presença de atividade vulcânica, chamadas **zonas sismogênicas**.



A estrutura da Terra

14

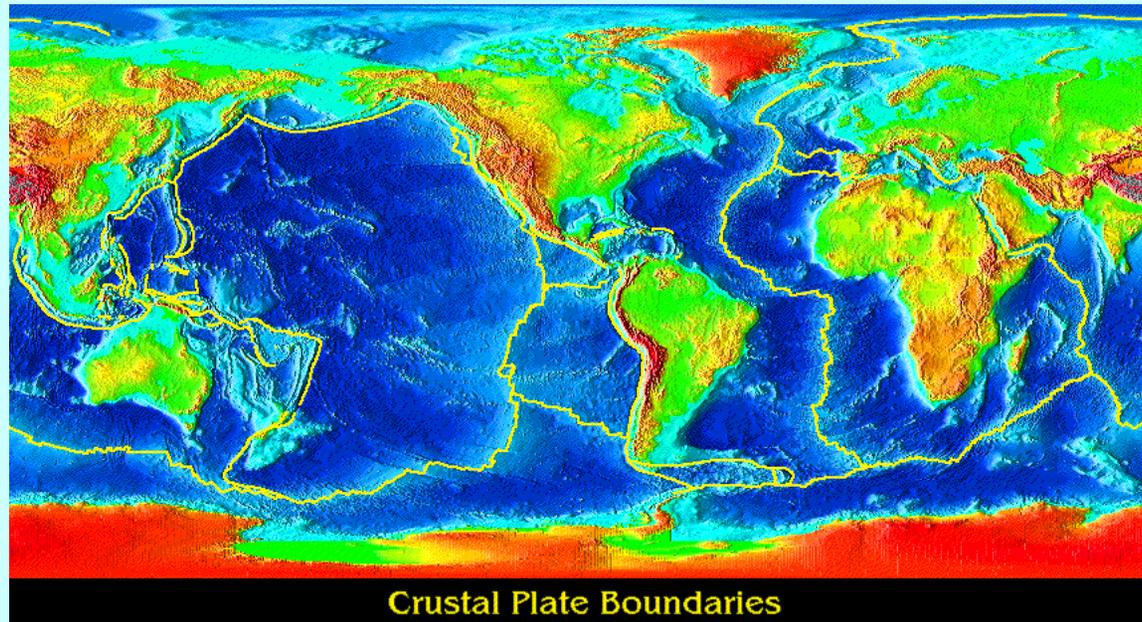
- Sismos ocorridos entre 1975 e 1995



A estrutura da Terra

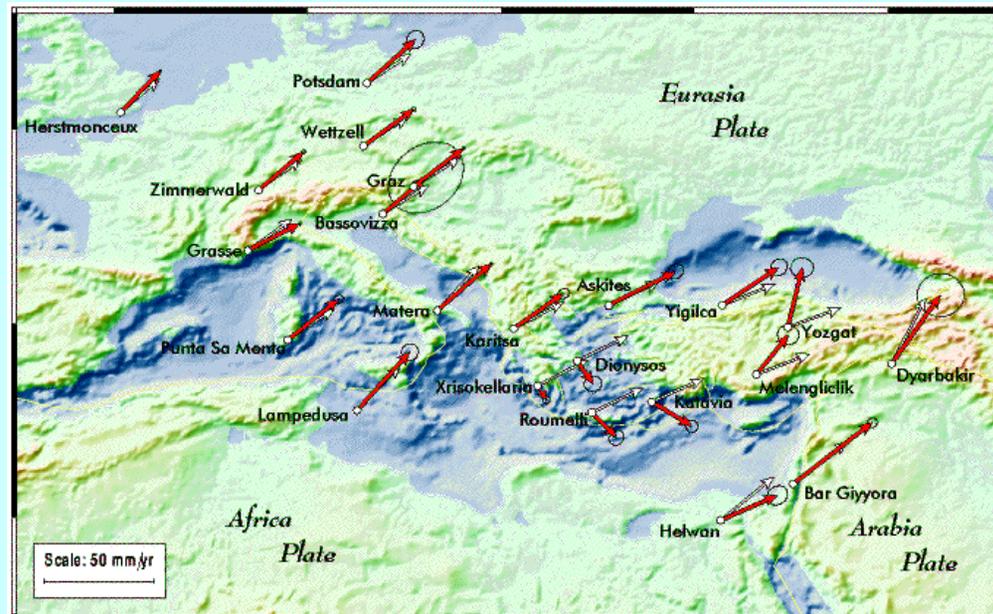
As principais zonas sismogênicas são:

- O “cinturão do fogo” do Pacífico;
- O cinturão sinuoso que vai desde Açores, passando pelo norte da África, chegando ao sudeste da Ásia;
- O sistema mundial de cadeias oceânicas.



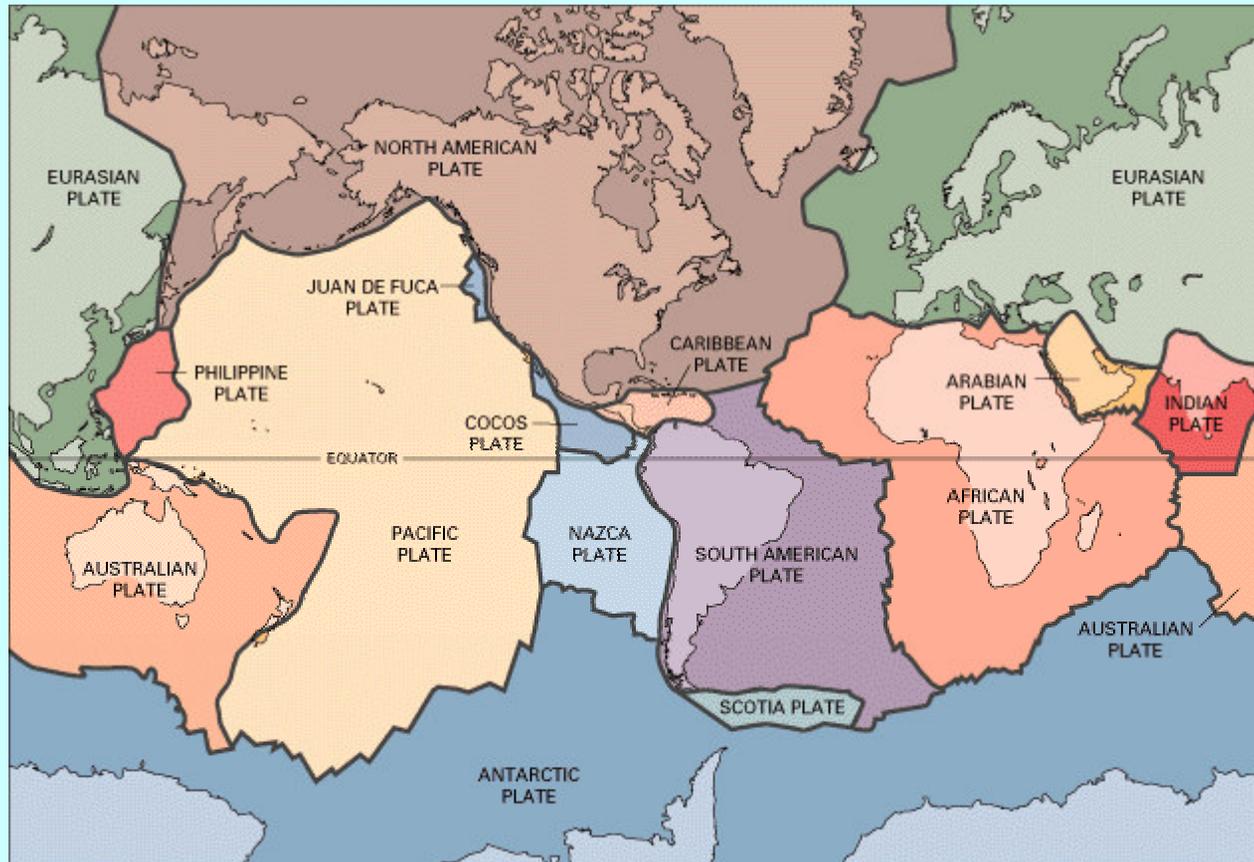
A estrutura da Terra

- As zonas sismogênicas dividem a litosfera em placas; as bordas destas placas são delimitadas por atividade sísmica intensa, podendo ser acompanhada de atividade vulcânica.
- A interação entre as placas litosféricas dá origem ao processo denominado **TECTÔNICA DE PLACAS**.
- O movimento relativo das placas pode atingir velocidades de alguns cm/ano.



A estrutura da Terra

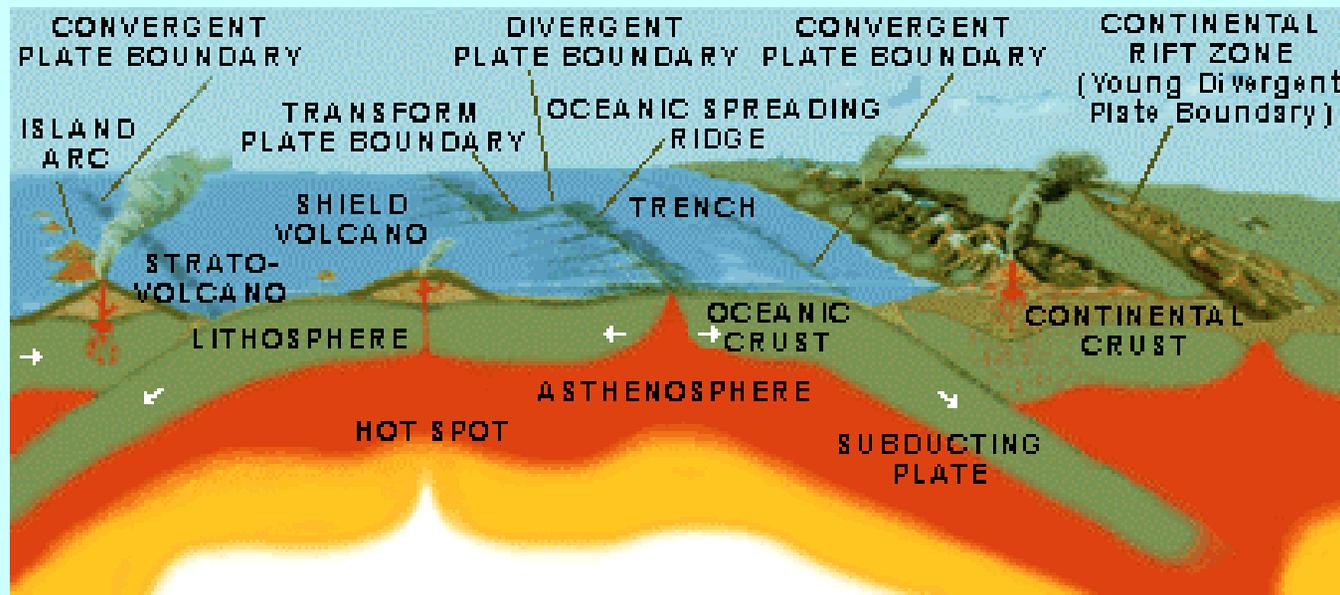
- Existem 12 placas principais, e várias placas menores.



A estrutura da Terra

As bordas de placas podem ser de 3 tipos, definidos pelo tipo de processo tectônico ativo:

- margens construtivas, onde as placas sofrem acresção;
- margens destrutivas, onde uma ou mais placas são consumidas;
- margens conservativas, onde há o deslocamento relativo entre as placas.



A estrutura da Terra

Margens Construtivas (centros de espalhamento)

- Nas dorsais oceânicas, há uma contínua separação entre duas placas, com acréscimo de material proveniente do manto às bordas das placas. É uma região de constante separação entre as placas, injeção de novo material e crescimento lateral das placas.

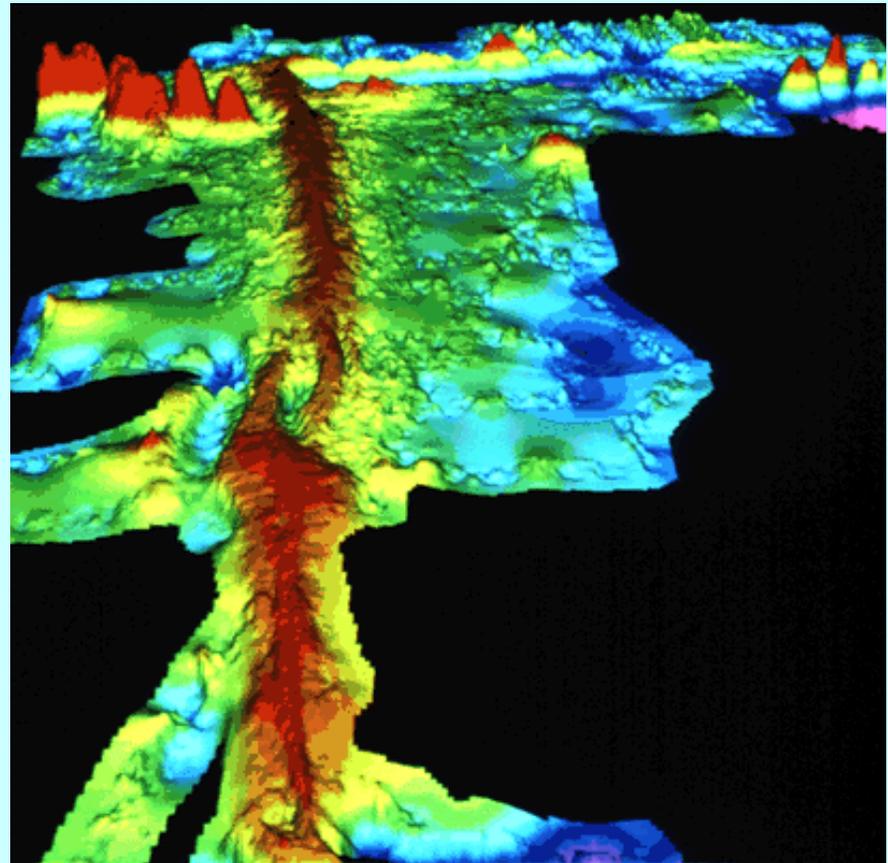


Imagem computadorizada da dorsal meso-oceânica

A estrutura da Terra

Margens Destrutivas (convergência de placas)

- Local onde duas placas colidem, havendo a subducção de uma delas. A elas estão associados os sismos que ocorrem em trincheiras oceânicas profundas, arcos de ilhas e cinturões de montanhas.

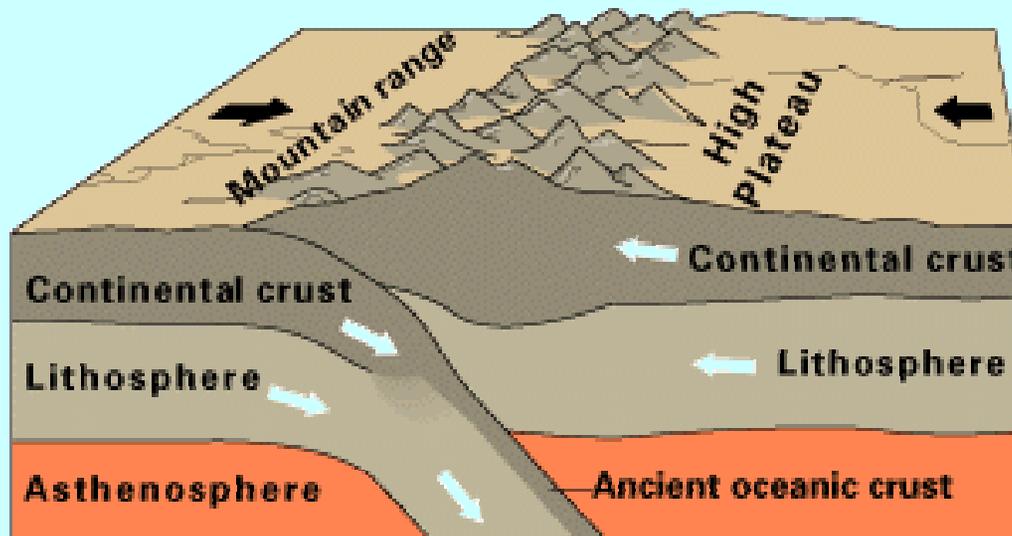


Vista da região chilena, com as elevações formadas pela colisão da placa do Pacífico e a placa Sul Americana

A estrutura da Terra

Margens Destrutivas (convergência de placas)

- Na colisão entre duas placas continentais, há um espessamento da crosta e formação de grandes cadeias de montanhas, geralmente com pouco vulcanismo associado. A densidade similar das duas placas dificulta o processo de subducção.

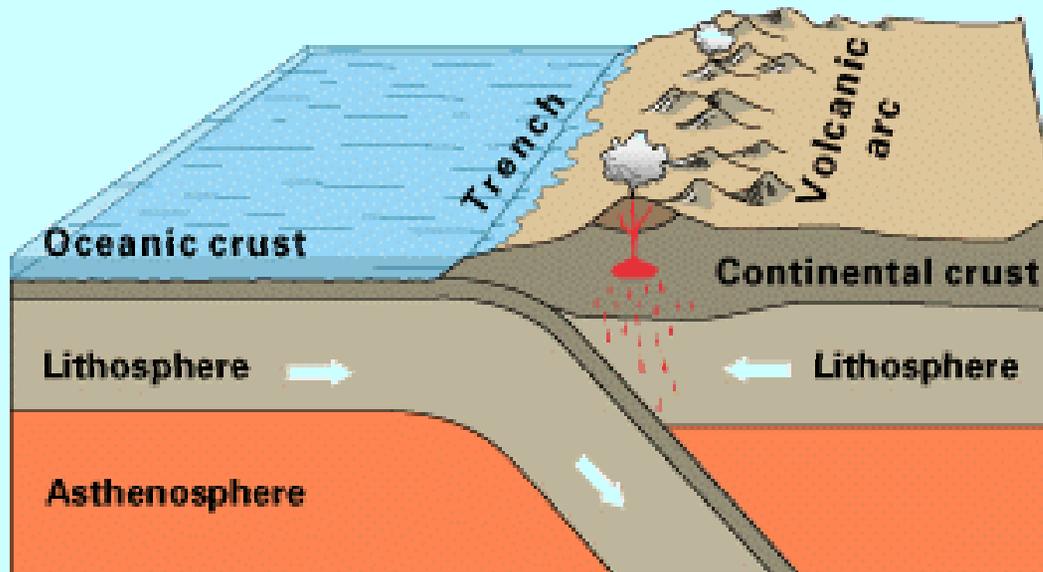


A colisão entre duas placas continentais dá origem a grandes cadeias de montanhas, como é o caso dos Himalaias

A estrutura da Terra

Margens Destrutivas (convergência de placas)

- Na colisão entre uma placa continental e uma placa oceânica, a placa oceânica sofre subducção por ser mais densa. A liberação da água presente na placa descendente em grandes profundidades acarreta vulcanismo, que vai se associar com a criação de cadeias de montanhas pela colisão das placas.

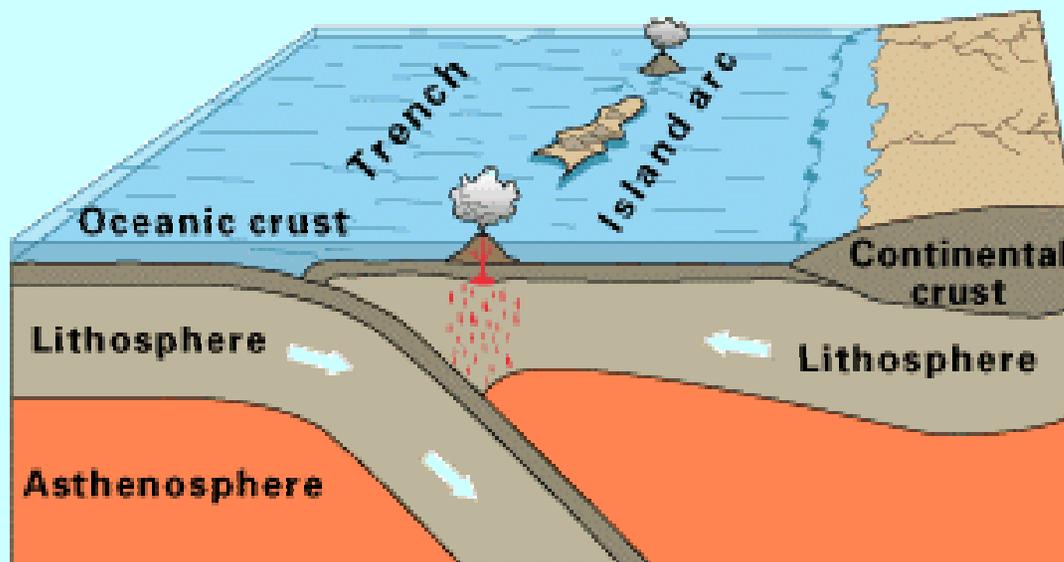


A colisão entre uma placa continental e uma placa oceânica gera um arco vulcânico, por processos magmáticos associados à subducção da placa oceânica.

A estrutura da Terra

Margens Destrutivas (convergência de placas)

- Na colisão entre duas placas oceânicas, a liberação da água presente na placa descendente gera o vulcanismo responsável pela formação de arcos de ilhas. Este tipo de margem destrutiva apresenta sismicidade elevada.

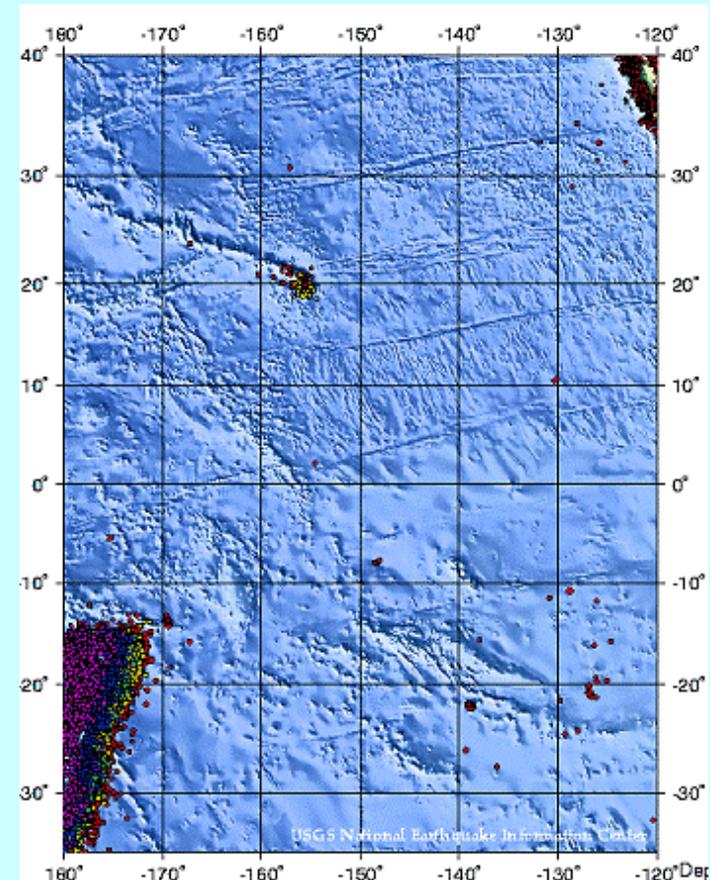


A colisão entre duas placas oceânicas gera um arco de ilhas, por processos magmáticos associados à placa descendente.

A estrutura da Terra

Margens Conservativas (deslocamento relativo entre placas)

- As falhas transformantes são estruturas presentes nas dorsais oceânicas, que conectam dois segmentos da dorsal. Podem também conectar segmentos de zonas de subducção, mas o caso mais frequente é nas cadeias oceânicas. Neste tipo de margem de placa, não há criação ou destruição de placa, há apenas o deslocamento relativo entre duas placas.



As falhas transformantes deslocam segmentos das dorsais oceânicas