

Tectônica de Placas



<http://www.ineffableisland.com/2012/09/giant-balloon-of-magma-inflates-under.html>

Plano da Aula

O que é a Tectonofísica?

Tectônica de placas:

- As placas tectônicas
- A litosfera

Desenvolvimento histórico:

- Deriva continental, paleomagnetismo, expansão do assoalho oceânico.
- Reologia e convecção.

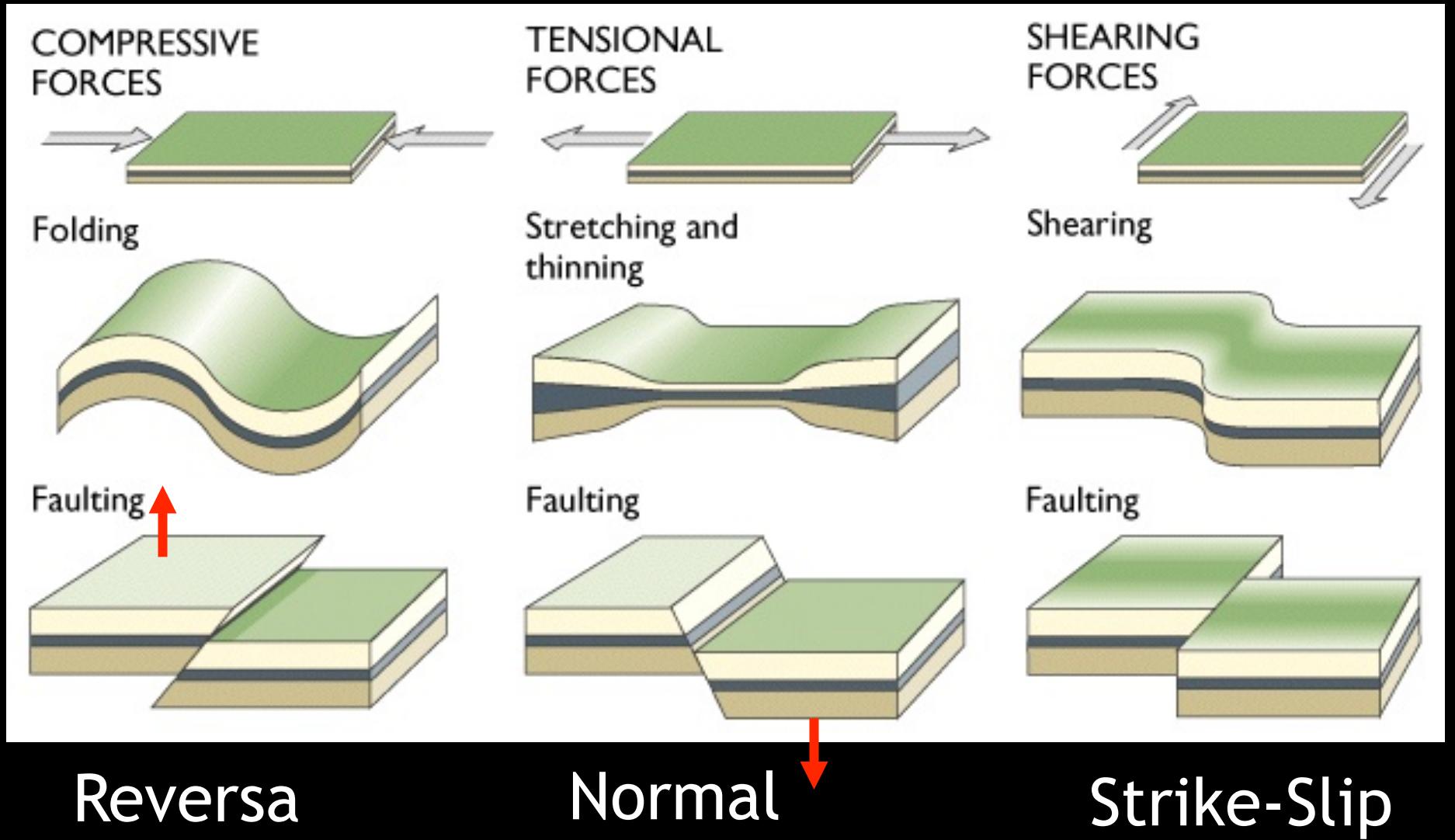
O que é a Tectonofísica?

Tectônica - subdisciplina da Geologia preocupada com a estrutura da crosta e, especialmente, com a formação de **dobras** e **falhas** nela.

Permite entender a formação de montanhas, bacias sedimentares, etc.

O estudo dos processos físicos por trás das deformações tectônicas.

Deformações tectônicas



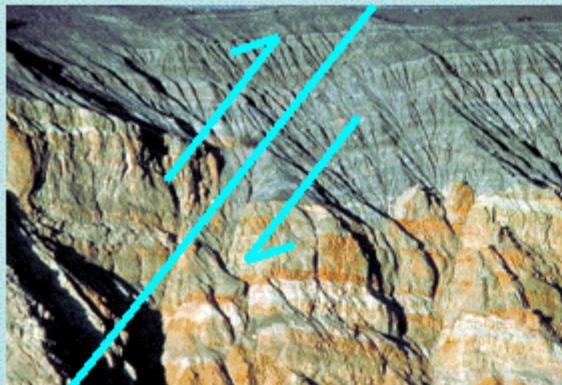
Brittle

Compression

Tension

Shear

Reverse Fault



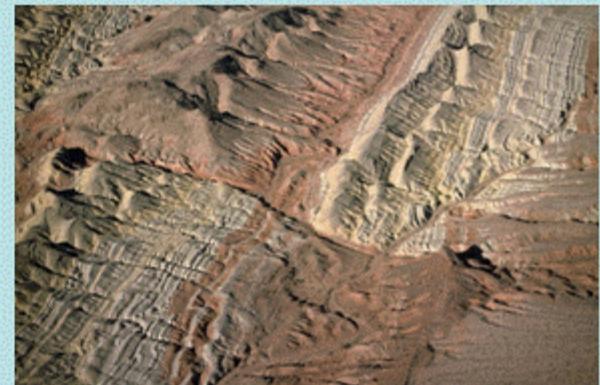
Copyright © Marli Miller, [University of Oregon](#)
Image source: Earth Science World Image Bank
<http://www.earthscienceworld.org/images>

Normal Fault



Copyright © Marli Miller, [University of Oregon](#) image
source: <http://www.uoregon.edu/~millerm/LVSS.html>

Reverse Fault



Copyright © Marli Miller, [University of Oregon](#) image
source: <http://www.uoregon.edu/~millerm/LVSS.html>

Ductile

Folds



Copyright © Michael Collier , Image source: Image source: Earth Science World Image Bank
<http://www.earthscienceworld.org/images>

Boudins



Copyright © Marli Miller, [University of Oregon](#)
Image source: Earth Science World Image Bank
<http://www.earthscienceworld.org/images>

Ductile shear zone



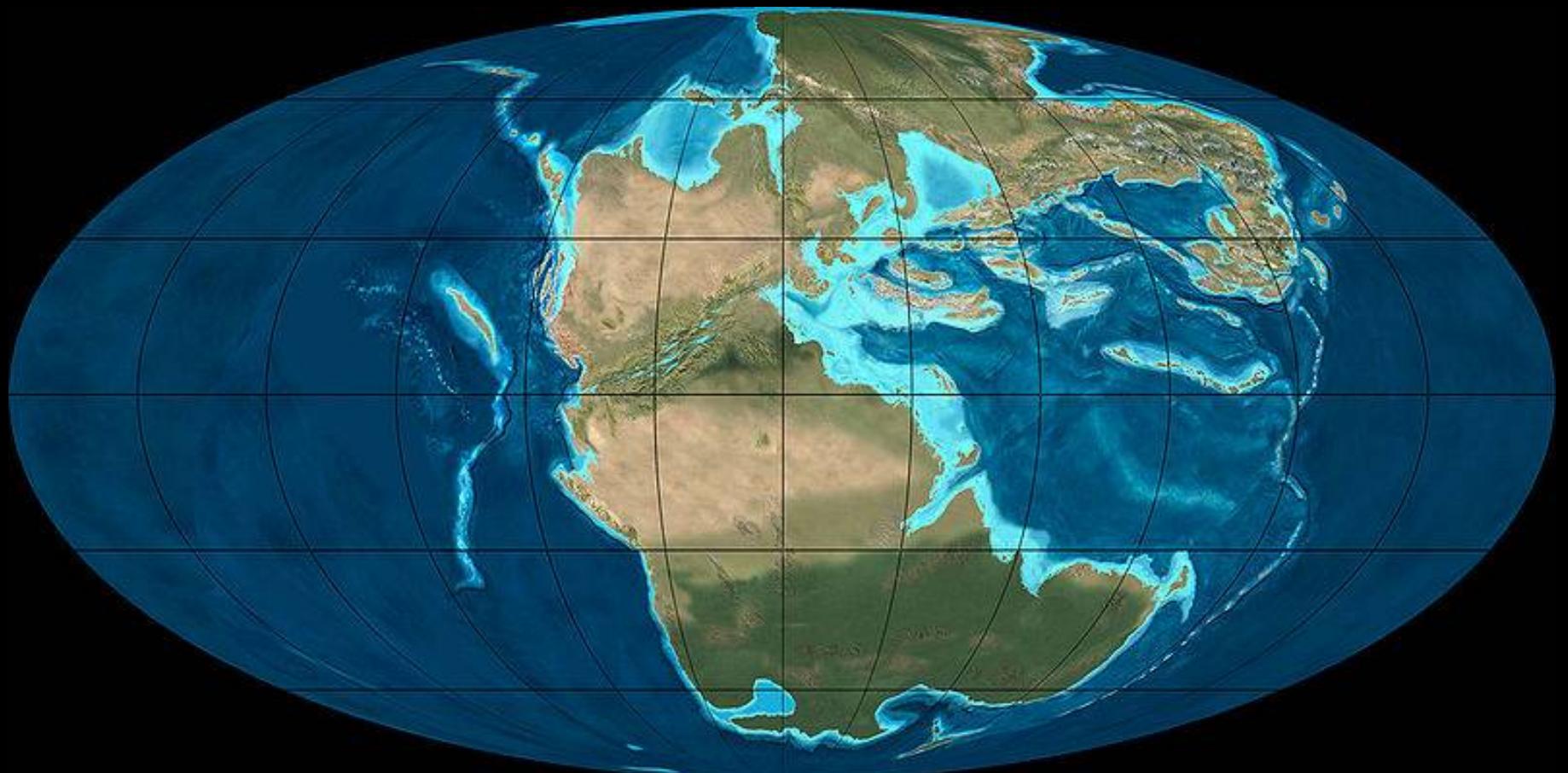
Copyright © Marli Miller, [University of Oregon](#) image
source: <http://www.uoregon.edu/~millerm/LVSS.html>

Elementos da Tectonofísica

Tectônica de Placas

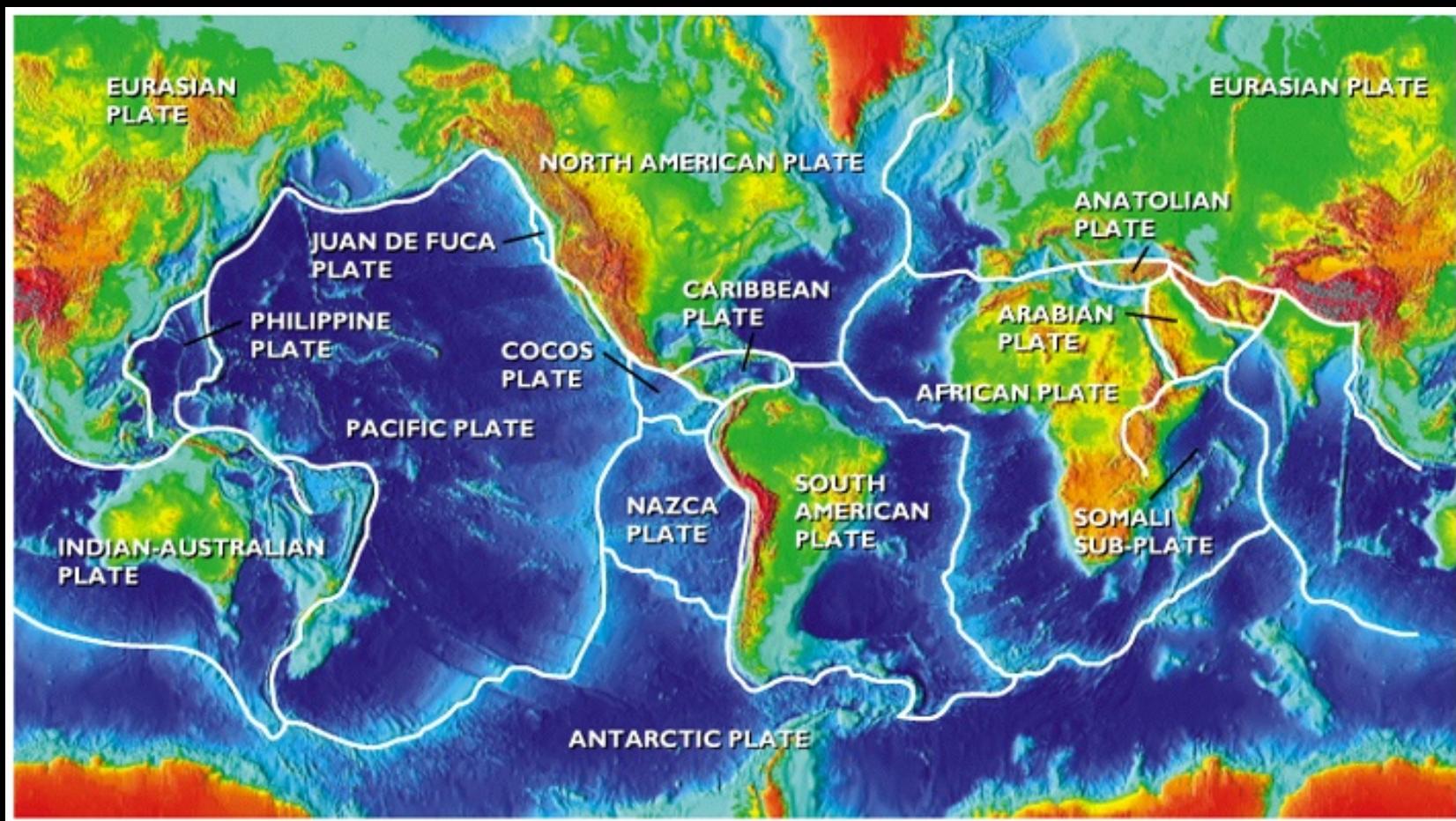
Reologia das rochas

Tectônica de Placas



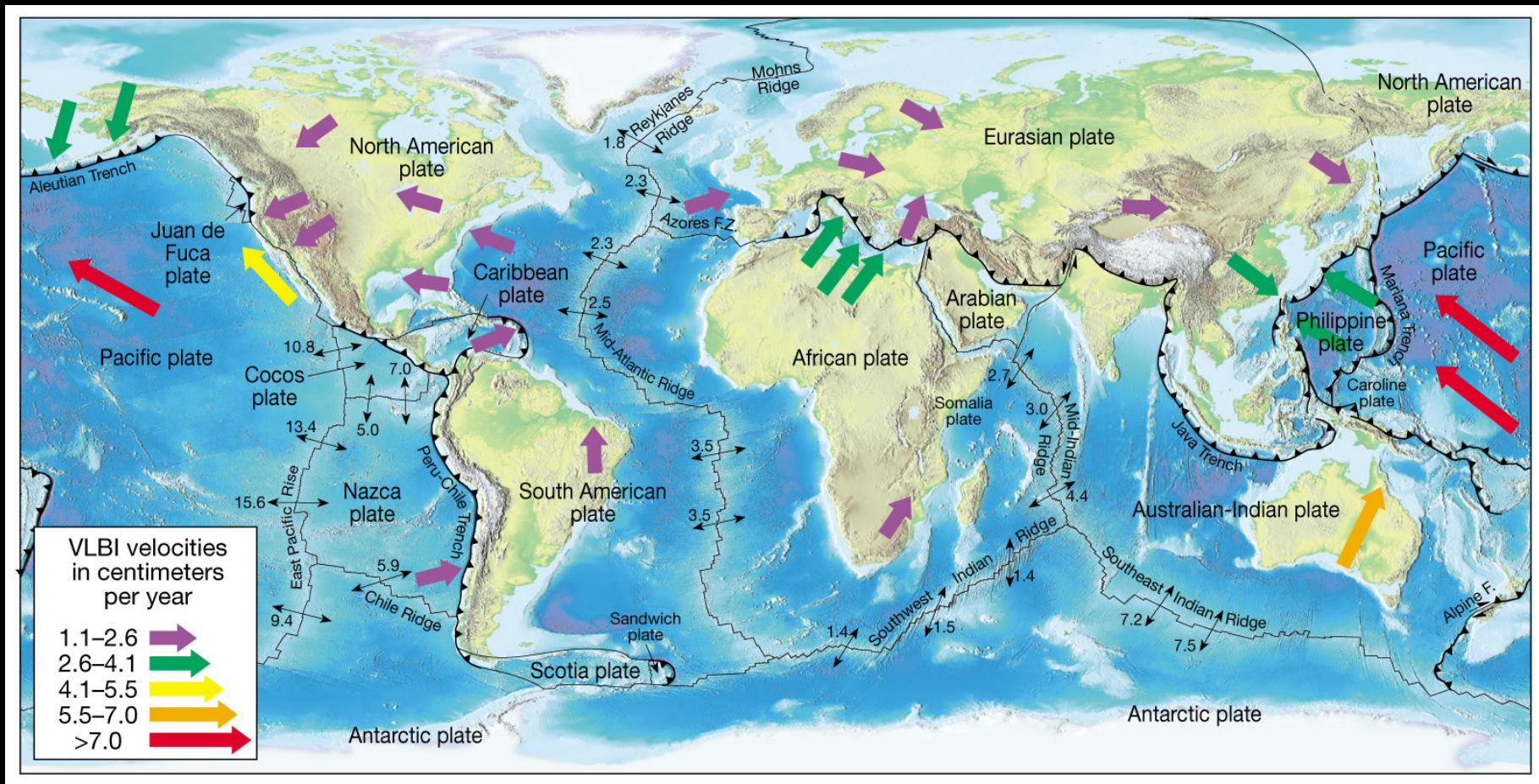
As placas tectônicas

A superfície da Terra está dividida em placas tectônicas rígidas ...



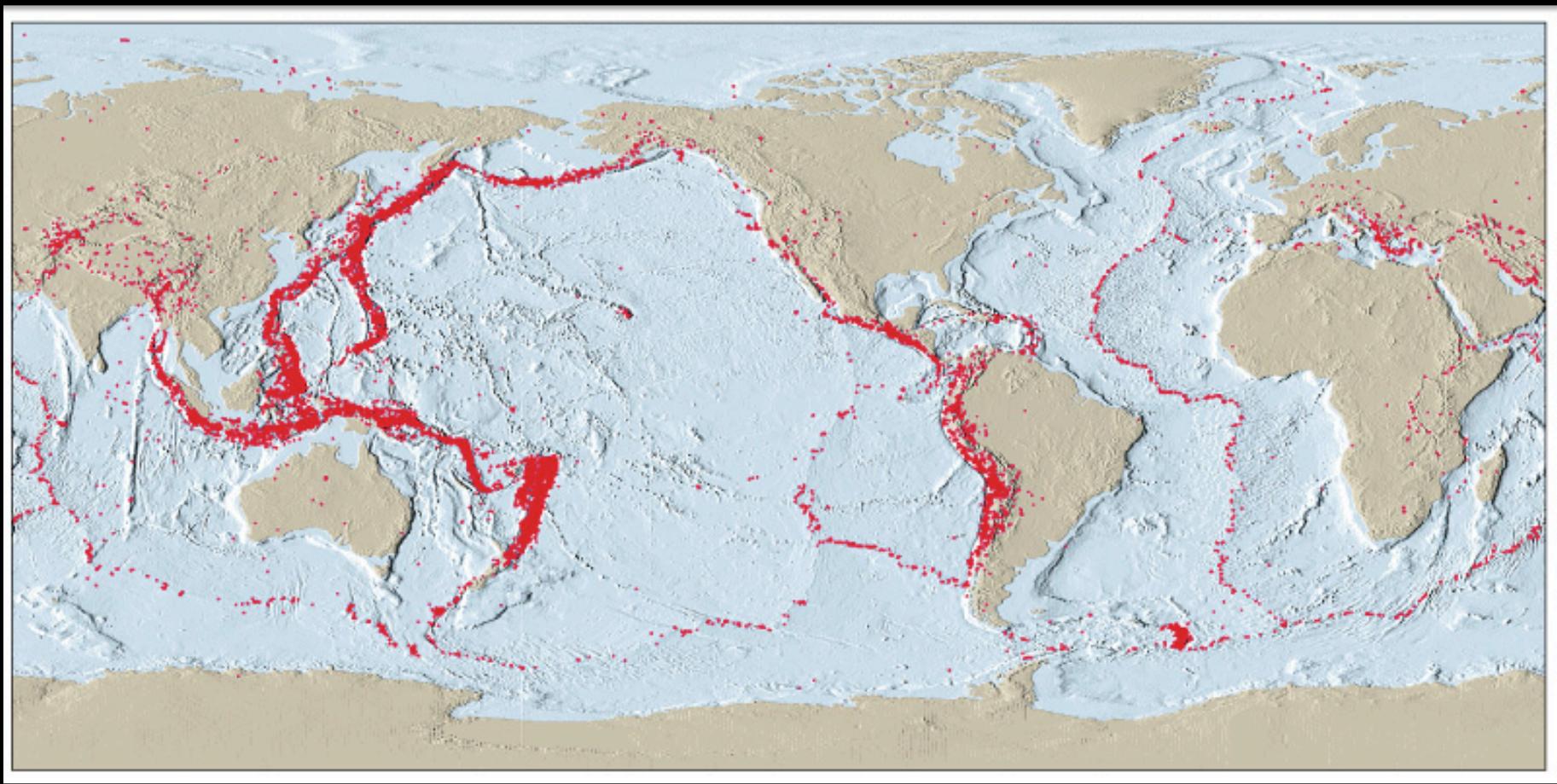
As placas tectônicas

... as quais estão em movimento relativo as umas com as outras.



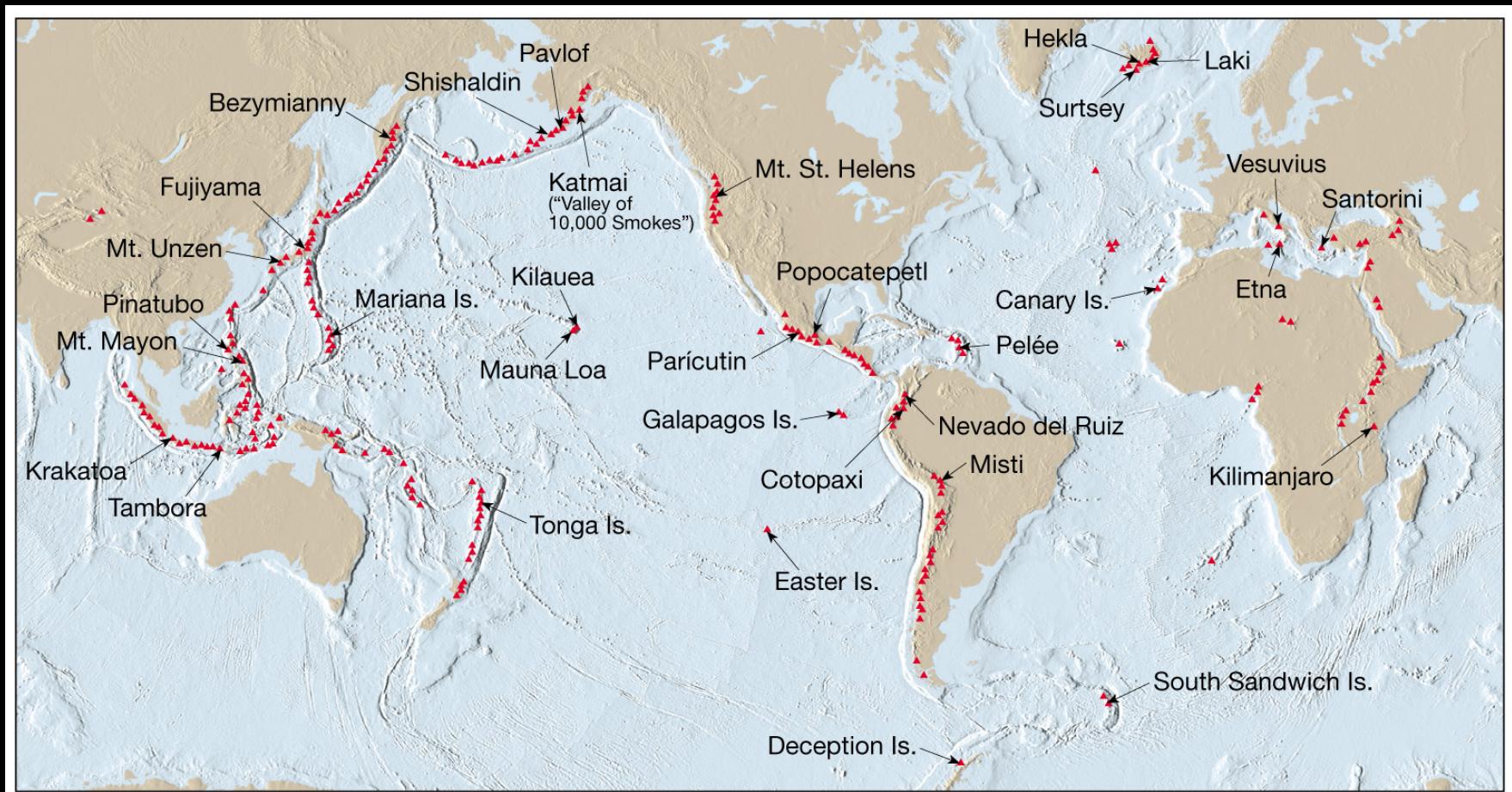
Sismicidade global

A “ação” acontece principalmente ao longo das bordas das placas.



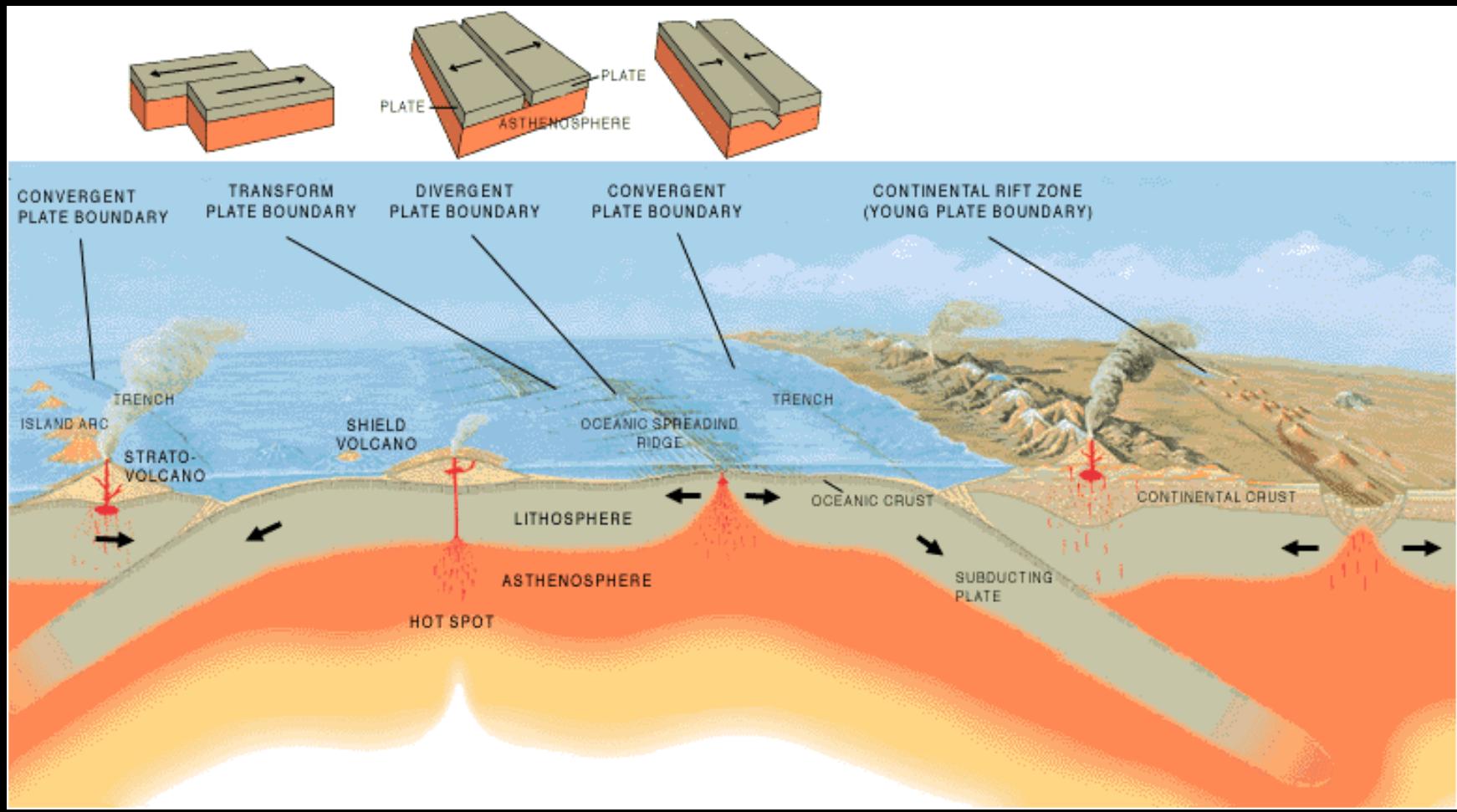
Volcanismo global

A “ação” acontece principalmente ao longo das bordas das placas.

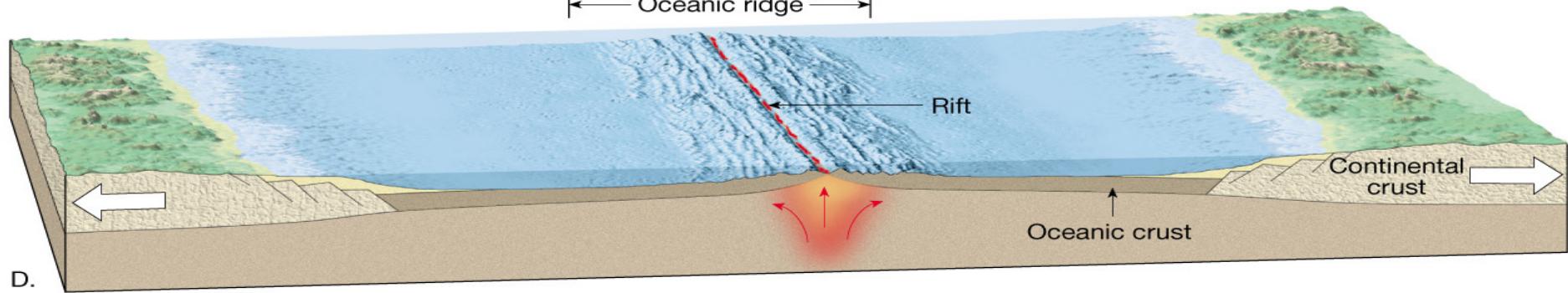
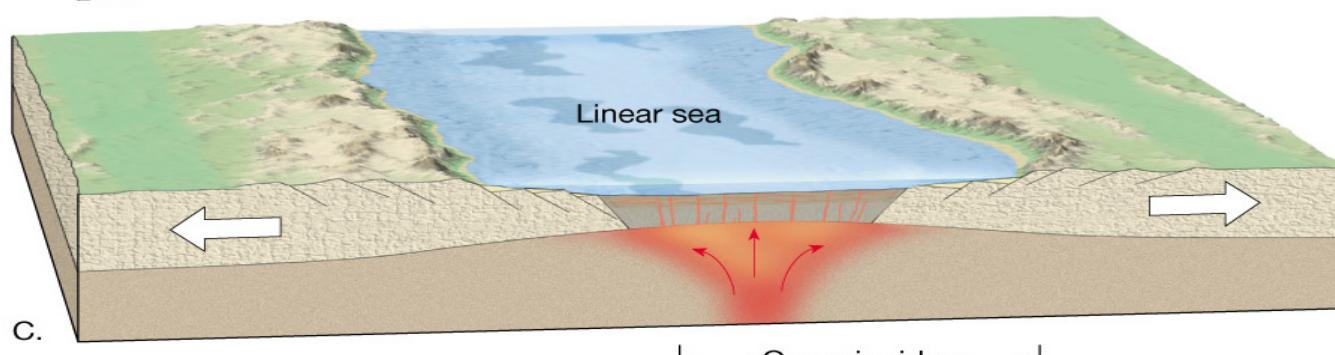
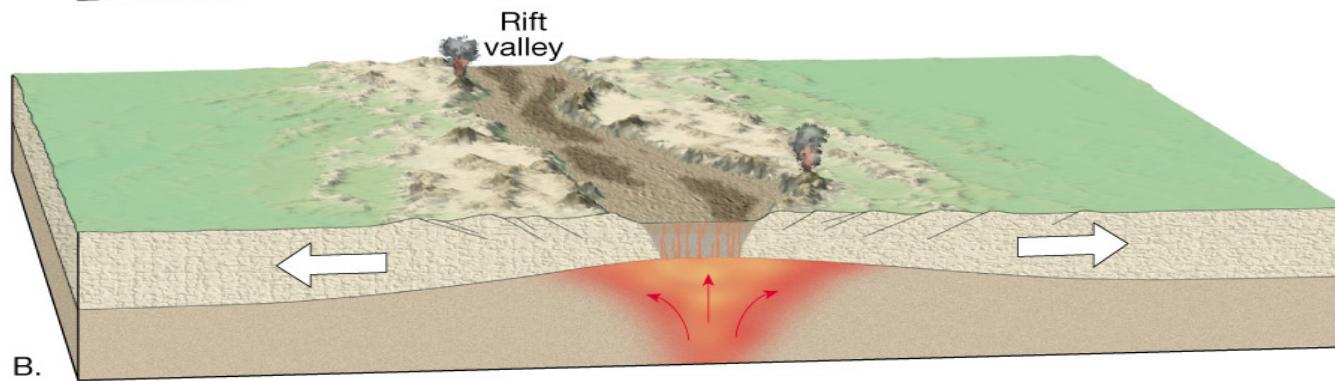
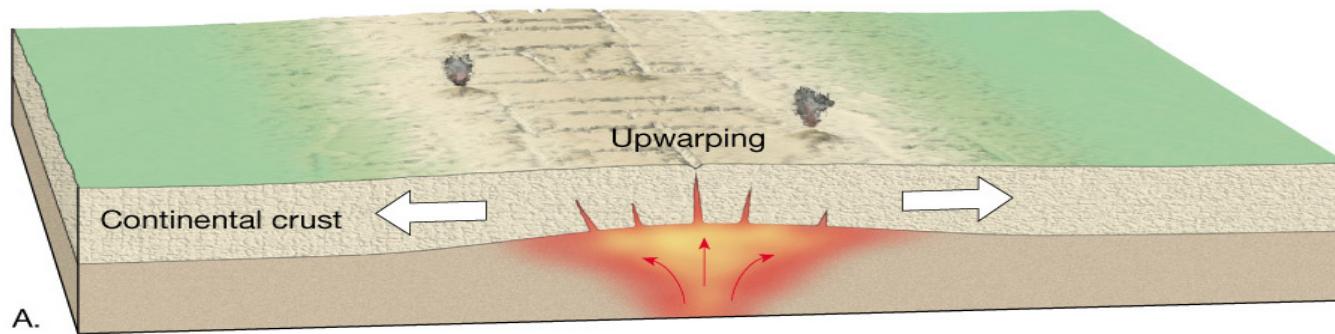


As bordas das placas

A deformação acontece principalmente nas bordas das placas.

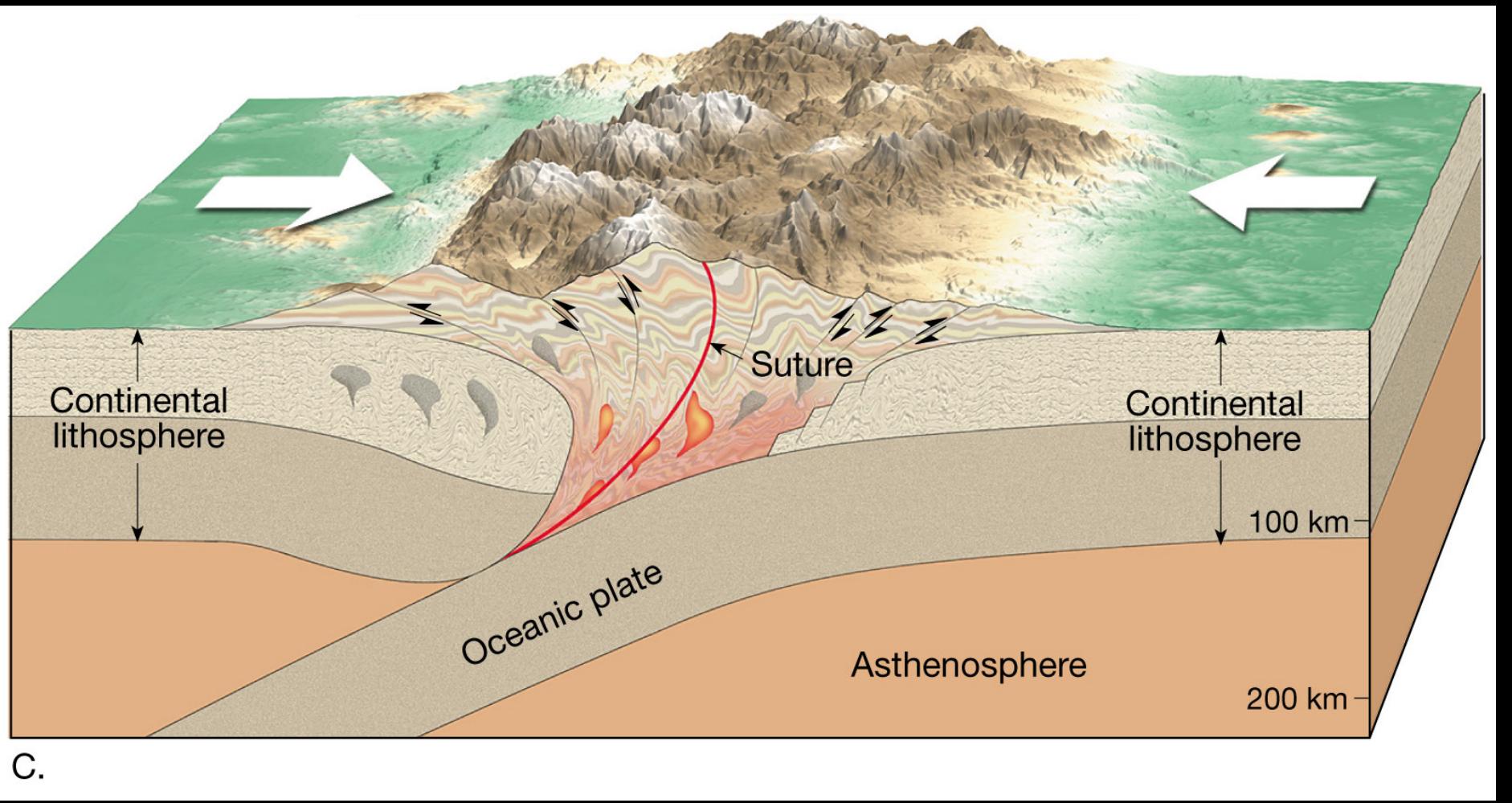


Borda Divergente



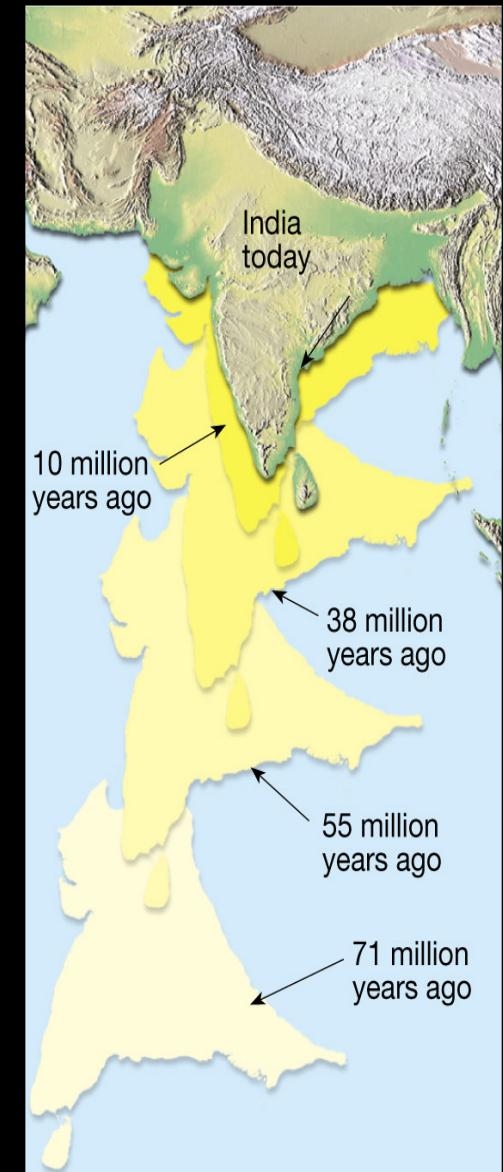
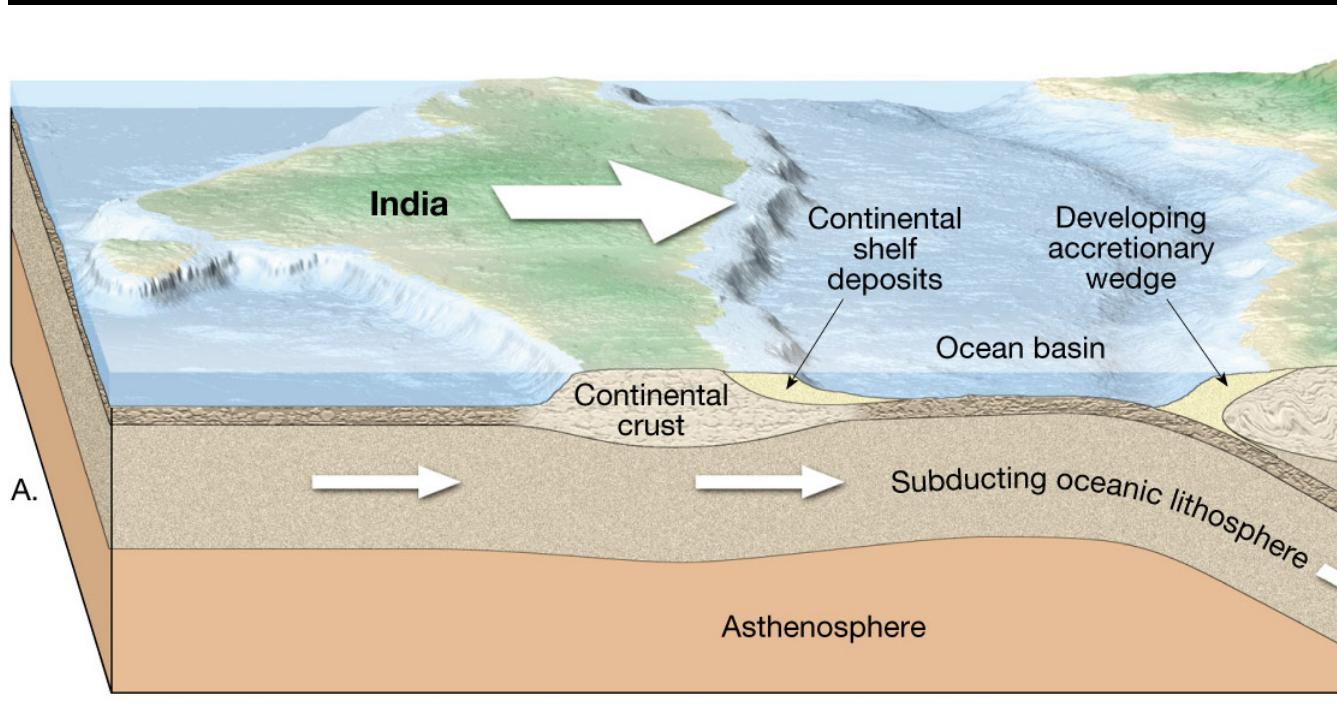


Borda Convergente

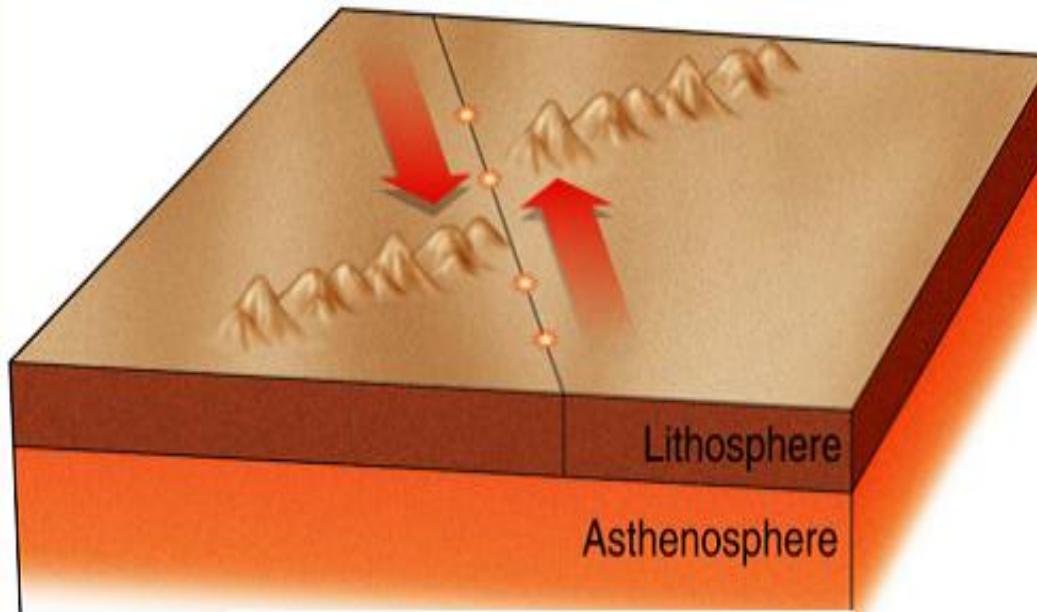




Mt. Makalu, Nepal



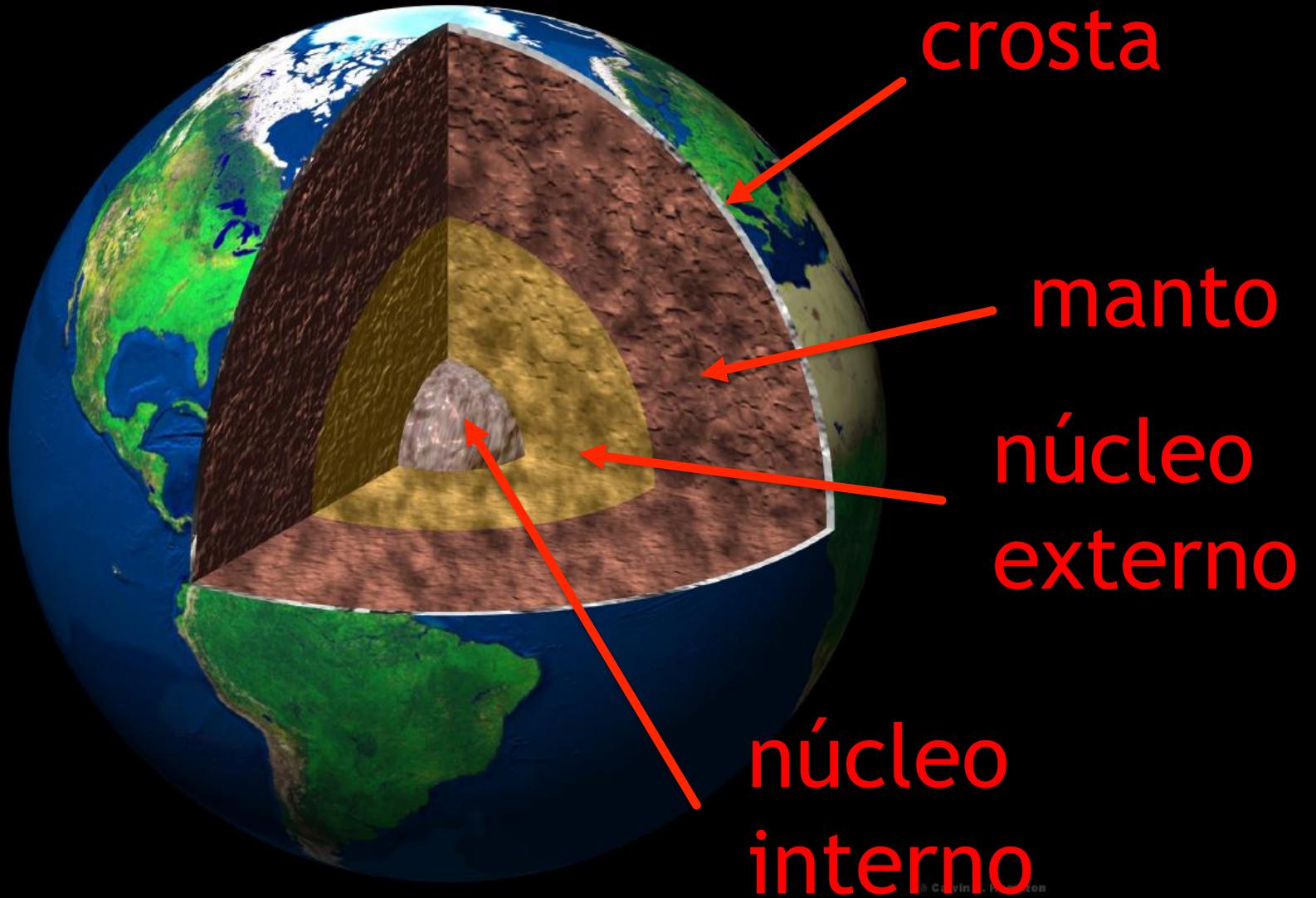
Borda Transformante



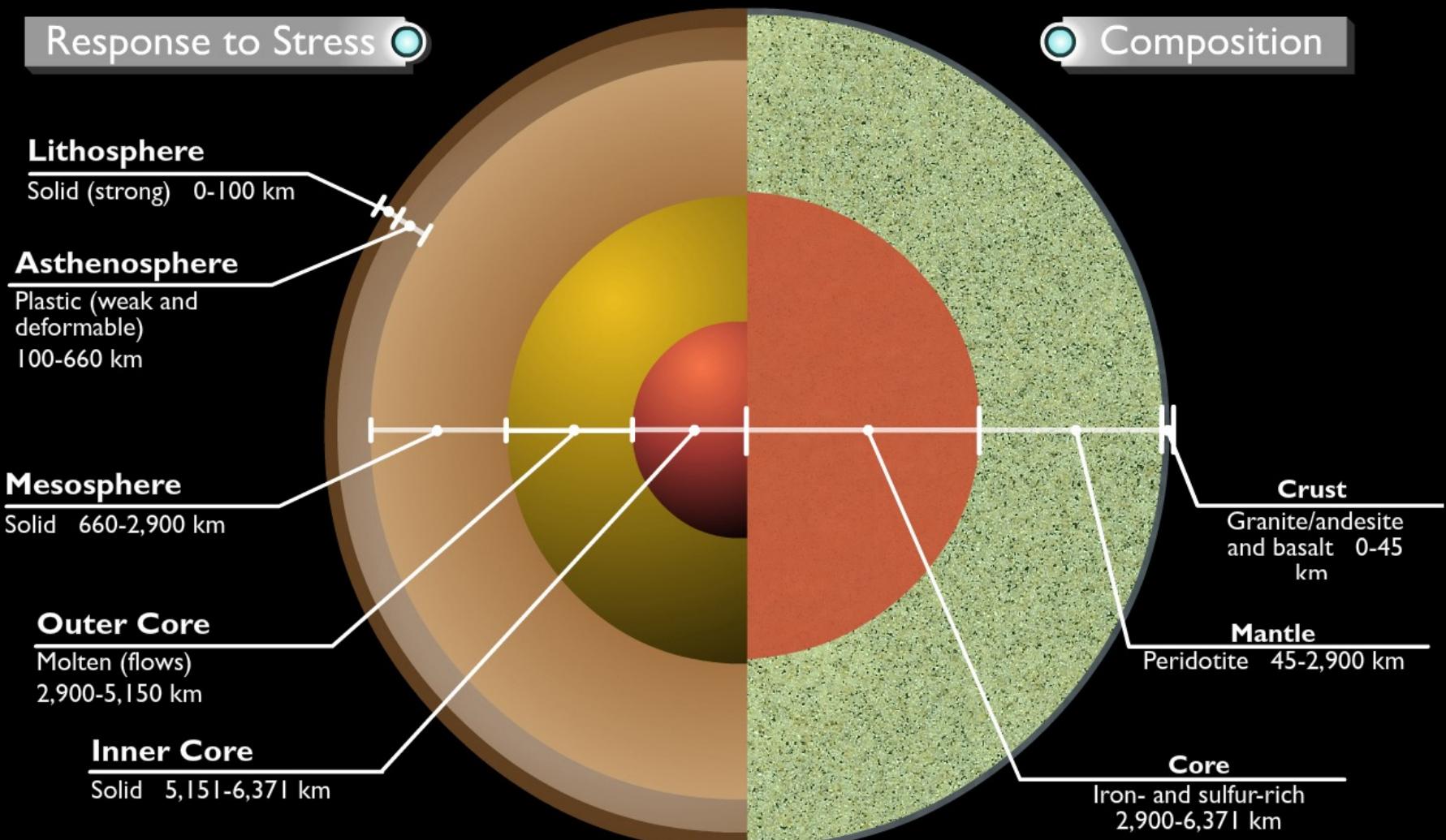
(c) Transform boundary

Copyright © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

Crosta, manto e núcleo



Litosfera e astenosfera



A litosfera

Camada externa da Terra que fica rígida durante intervalos de tempo geológicos:

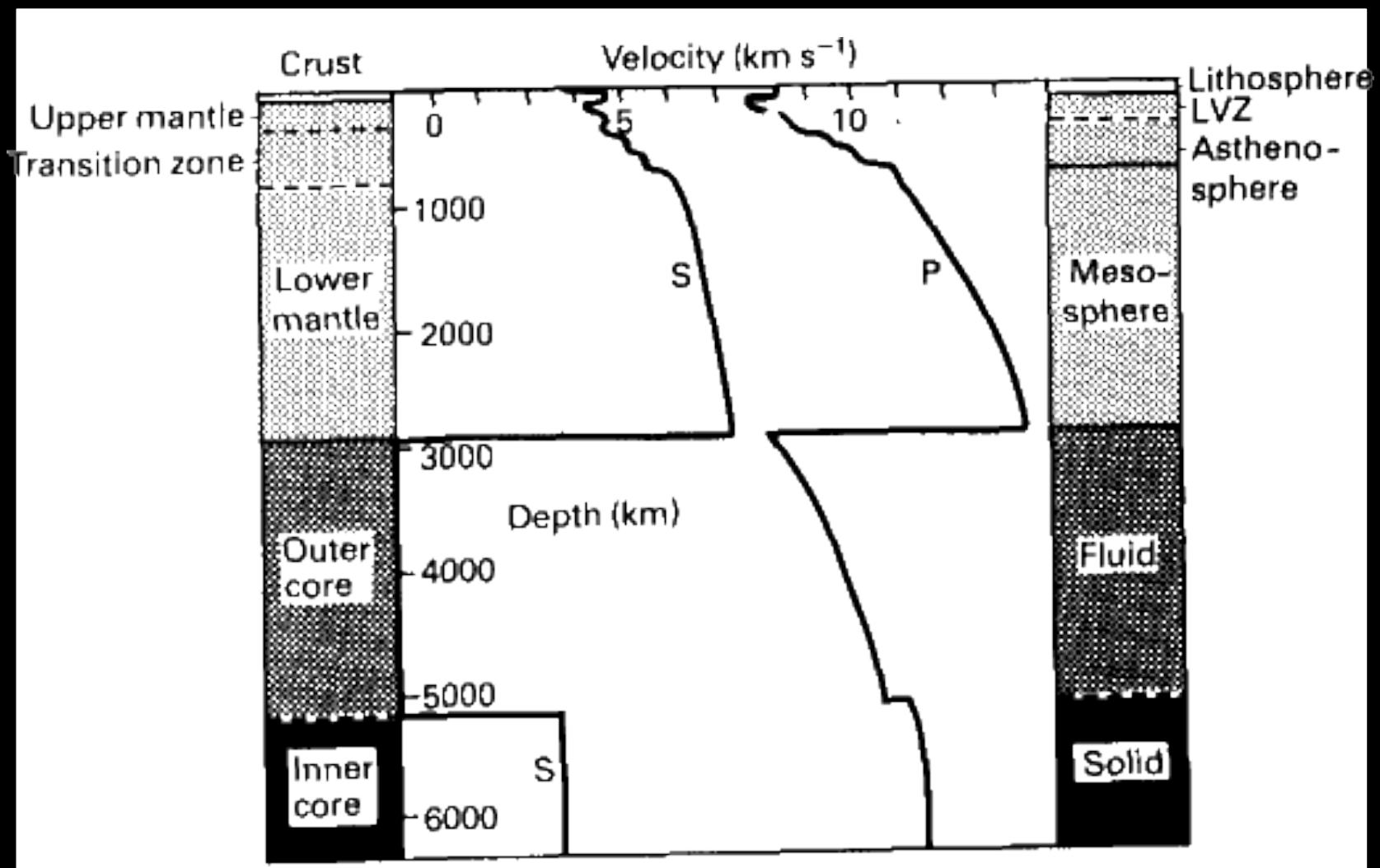
- Define a “espessura” da placa tectônica
- Resiste deformação em escalas de tempo de 10^9 anos.
- A litosfera oceânica tem uns 100 km de espessura e participa do ciclo da tectônica de placas.
- A litosfera continental tem uns 200 km de espessura e não participa do ciclo.

A astenosfera

É a camada logo abaixo da litosfera que, devido às maiores temperaturas, é formada por rochas que podem fluir:

- O limite superior coincide com a base da litosfera.
- O limite inferior coincide com a transformação de fase da olivina a 660 km.
- A parte superior da astenosfera contém uma **camada de baixa velocidade sísmica**, talvez contendo fusão parcial.

Estrutura de velocidade da Terra



Desenvolvimento histórico

O desenvolvimento da tectônica de placas foi baseado nas observações/teorias seguintes:

- Deriva continental
- Paleomagnetismo
- Expansão do assoalho oceânico
- Conservação da área

Terra em contração

A começos do século XX a teoria predominante era a da Terra em contração.



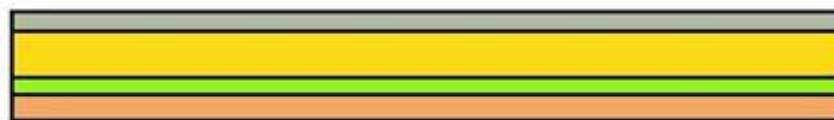
Terra Antiga



Terra Atual

Teoria do geosinclinal

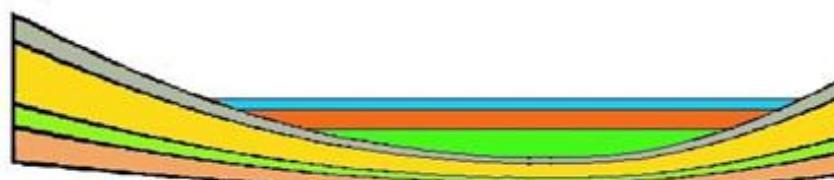
Geosynclinal - uma bacia linear enchida por milhares de metros de sedimentos e rochas volcânicas.



1. Horizontal strata of sedimentary rocks



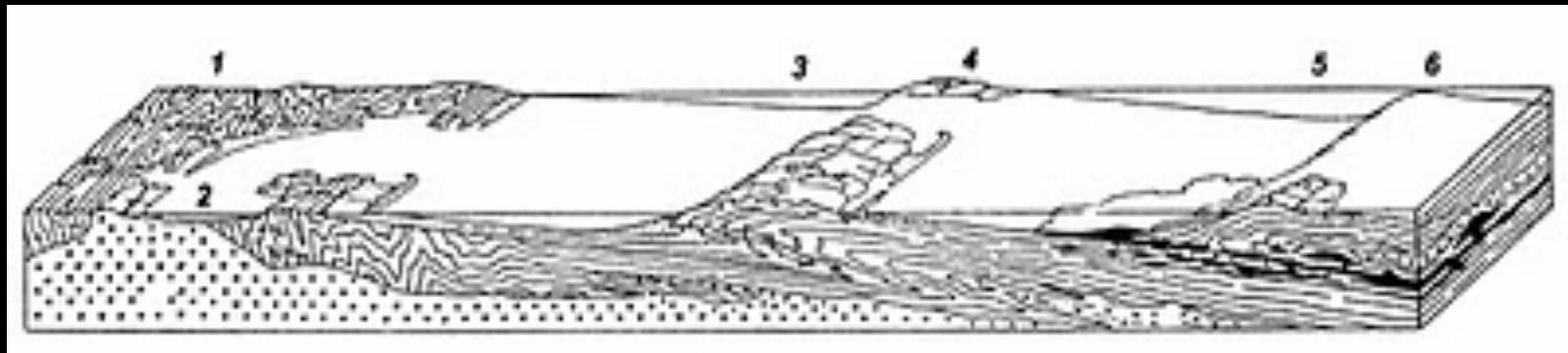
2. Strata undergo deformation into a syncline



3. New horizontal strata deposited into the syncline

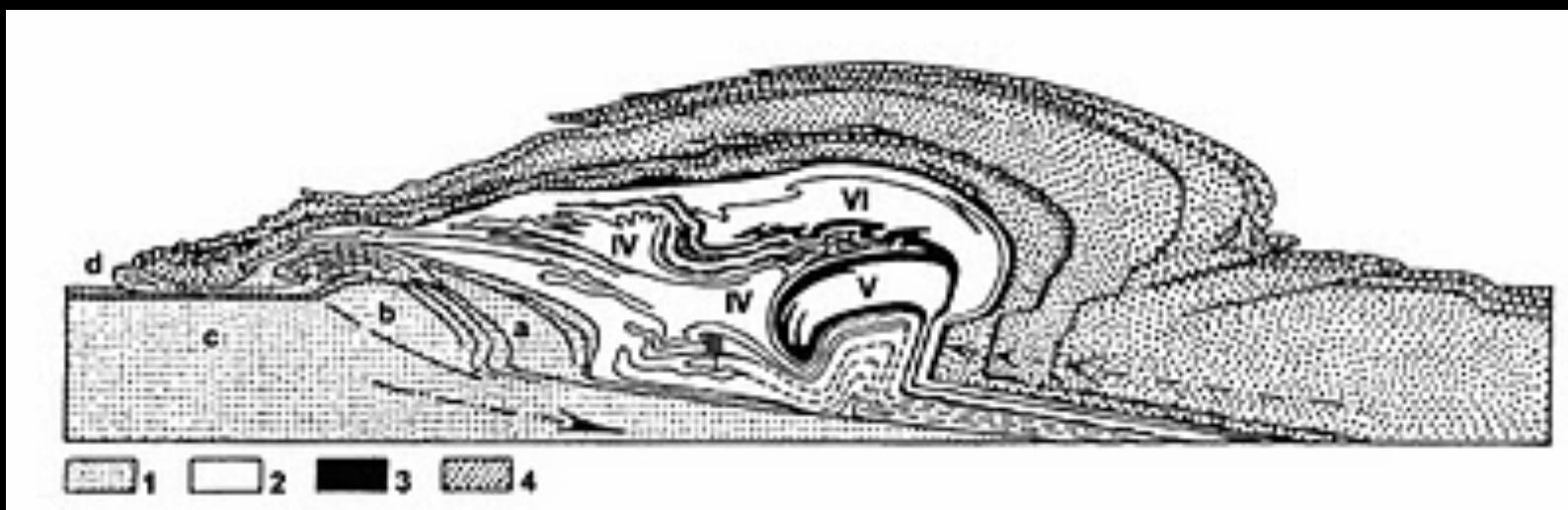
Teoria do geosinclinal

A subsidência gradual do geosinclinal o torna instável e, em conjunto com o calor do interior da Terra, é esmagado, dobrado e elevado para formar uma montanha.



Teoria do geosinclinal

A subsidência gradual do geosinclinal o torna instável e, em conjunto com o calor do interior da Terra, é esmagado, dobrado e elevado para formar uma montanha.



Alfred Wegener

Nascido Alemanha (1880)

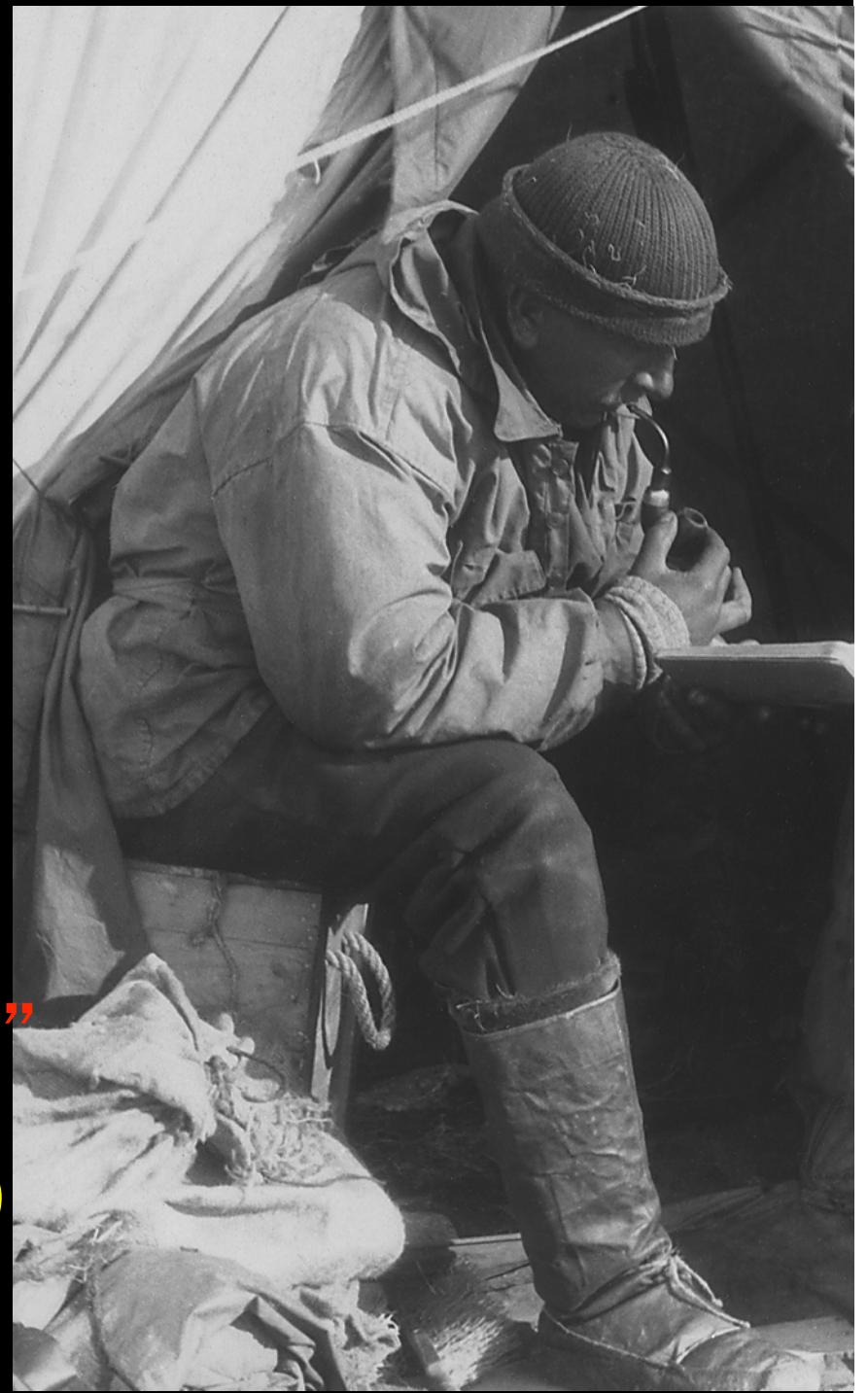
PhD Astronomia (1904)

Contribuições à:

- Meteorologia (livro-texto)
- Geofísica (Origem dos continentes e oceanos)

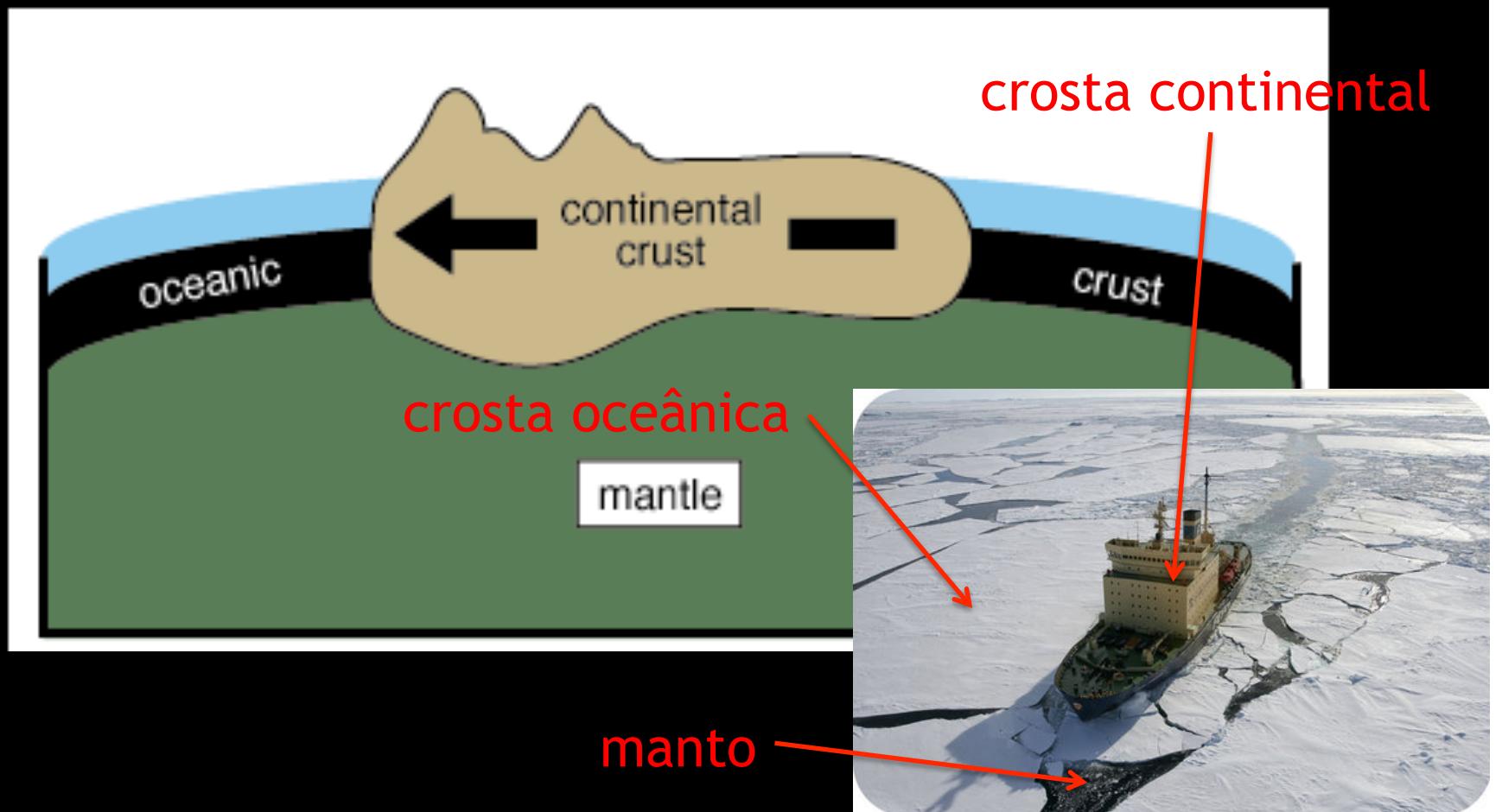
Pai da “Deriva Continental”

Morreu Groenlândia (1930)



Deriva continental

De acordo com Wegener, os continentes são navios que navegam pelo manto:



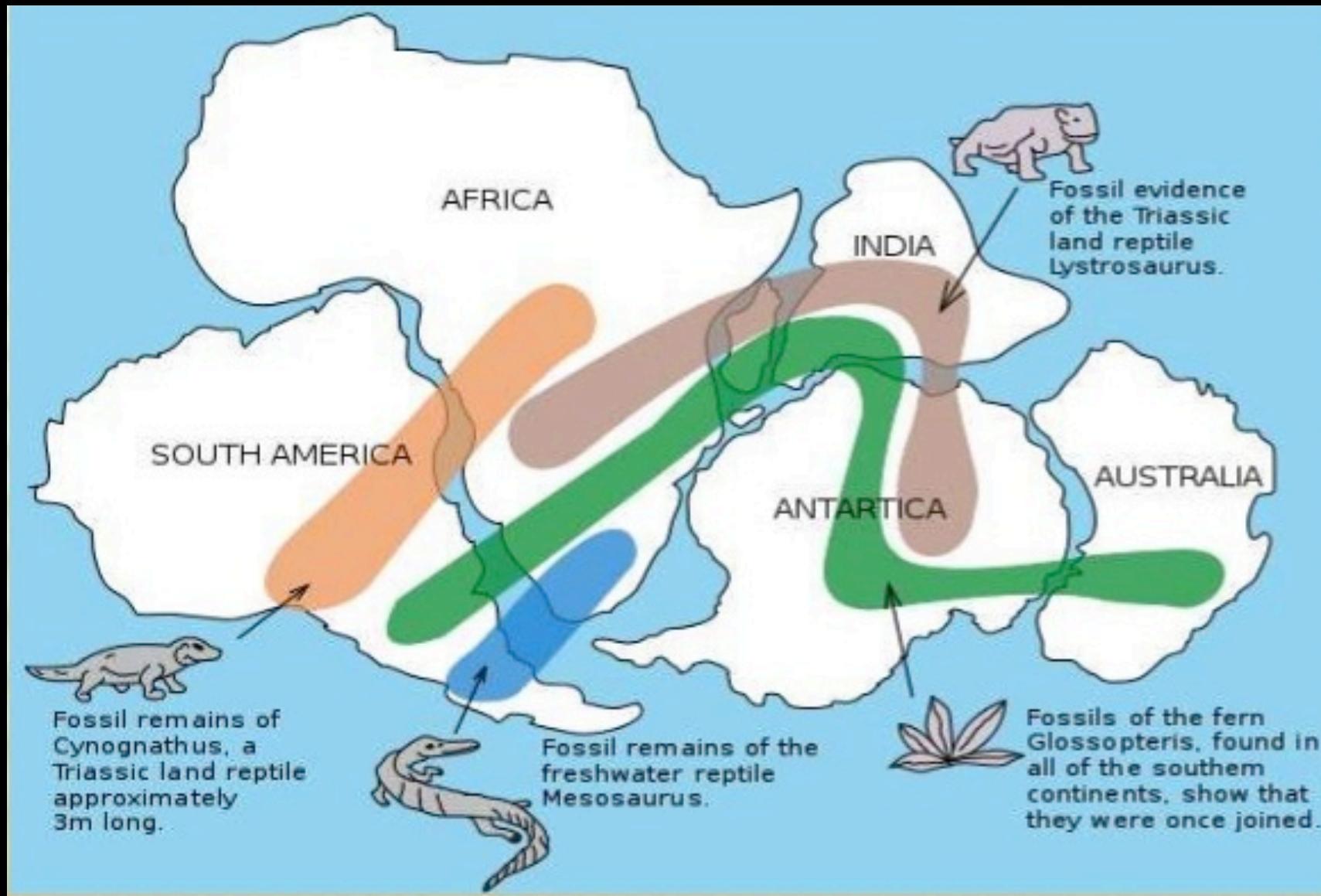
Ajuste das plataformas continentais



Correlação das rochas nos continentes



Correlação de fosseis nos continentes



Matching glacial deposits

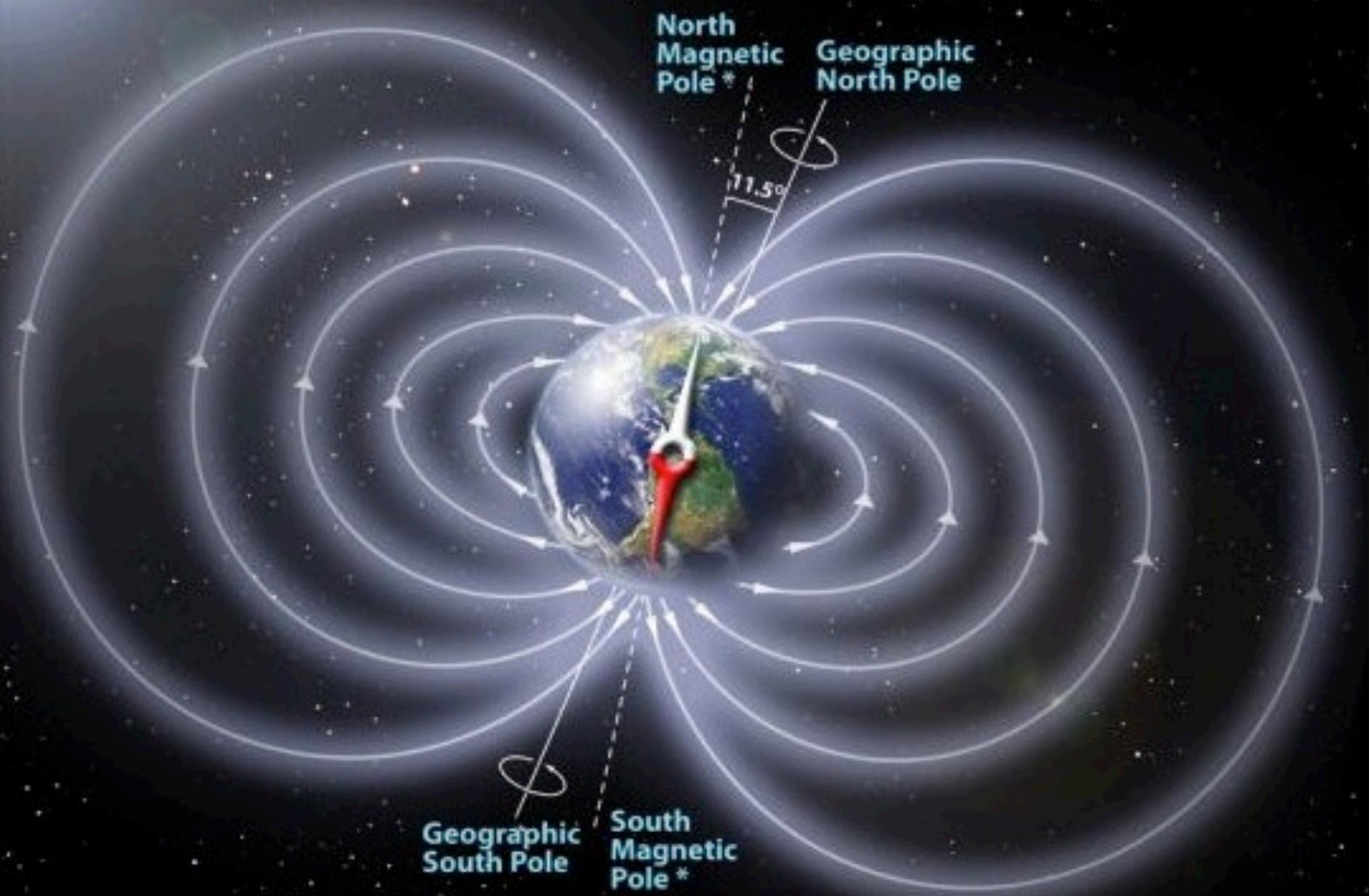


Deriva Continental

As ideias de Wegener foram discutidas por uma década e abandonadas.

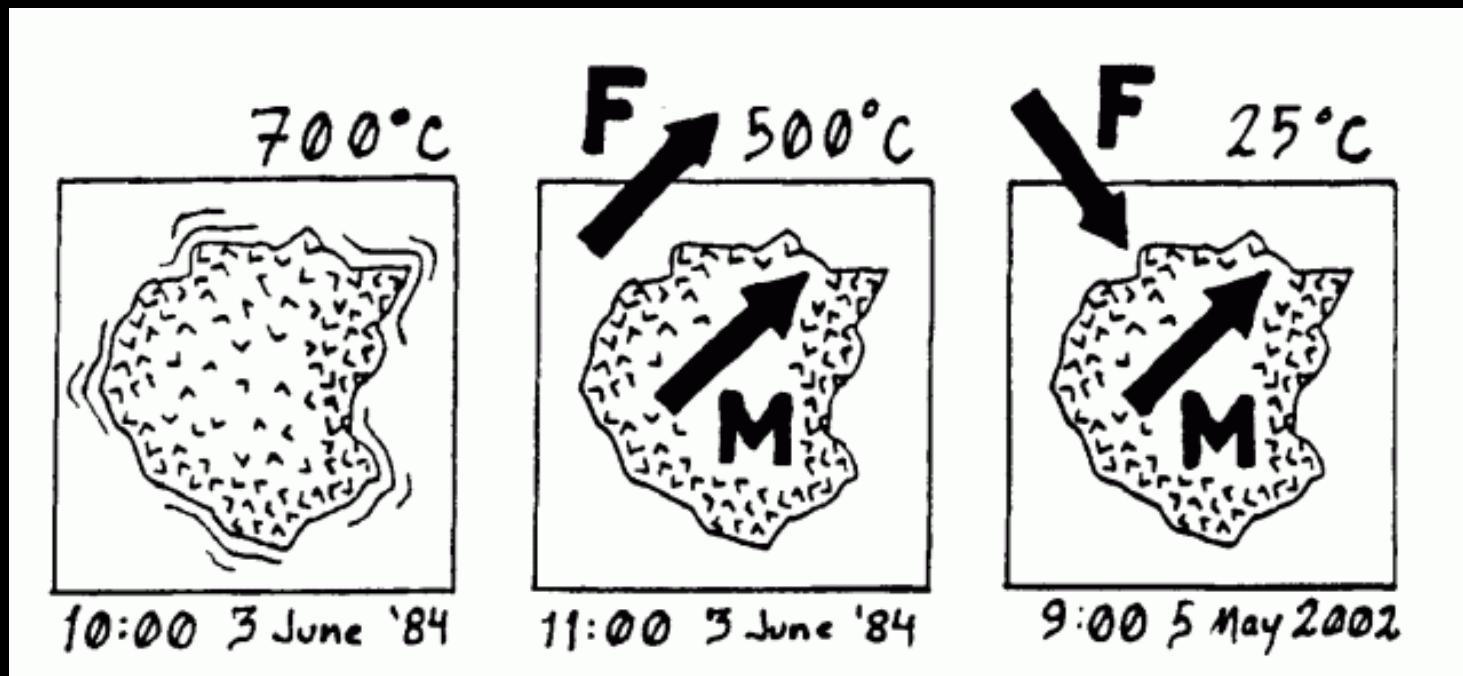
- As linhas de costa não ajustam
- Os tipos de rochas são os mesmos ?
- **Sem mecanismo convincente**
- Massas de terra mergulham a medida que a Terra esfria e contrai.
- Pontes de terra poderiam explicar os fósseis.

The Earth's Magnetic Field



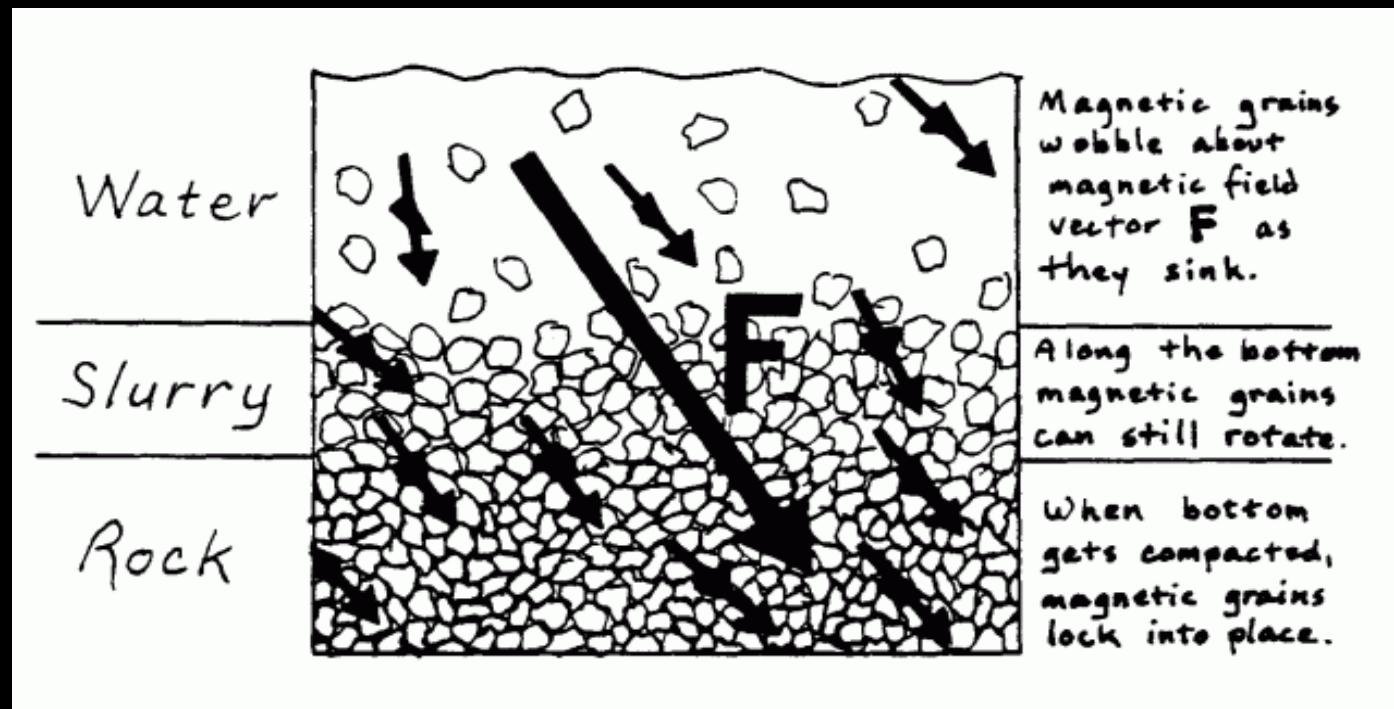
Magnetismo remanente (TRM)

As rochas contém pequenas quantidades de minerais magnéticos que se alinham com o campo magnético quando a rocha é formada.



Magnetismo remanente (DRM)

As rochas contém pequenas quantidades de minerais magnéticos que se alinham com o campo magnético quando a rocha é formada.



Paleomagnetismo

Os estudos paleomagnéticos revelaram inconsistências entre o magnetismo remanente e o magnetismo atual.

As explicações foram:

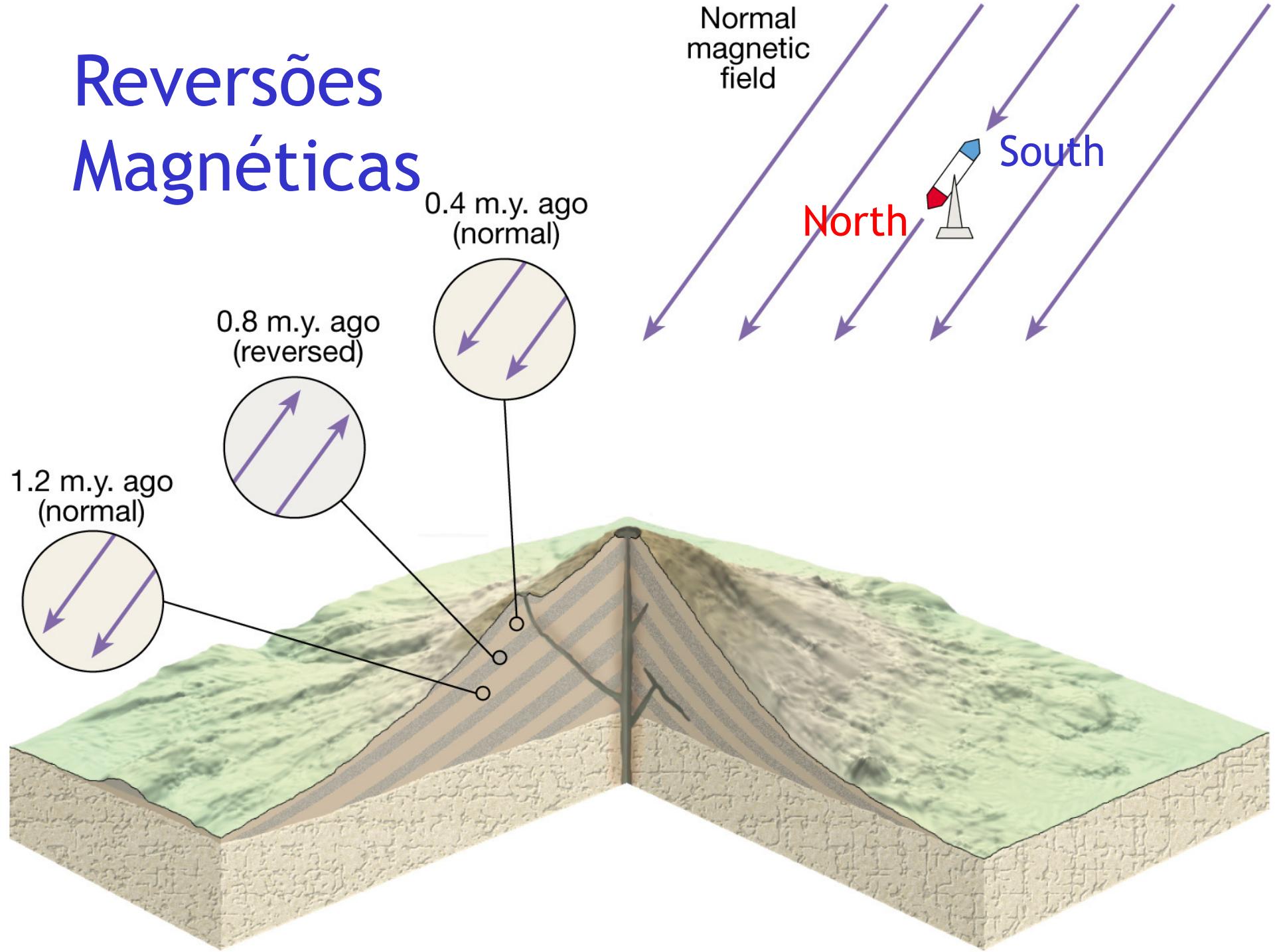
- Mudanças do campo magnético
- Movimentação da crosta da Terra respeito ao eixo de rotação
- Deriva continental

As dorsais meso-oceânicas

Nas décadas até os anos 50 houve exploração intensa do assoalho oceânico.

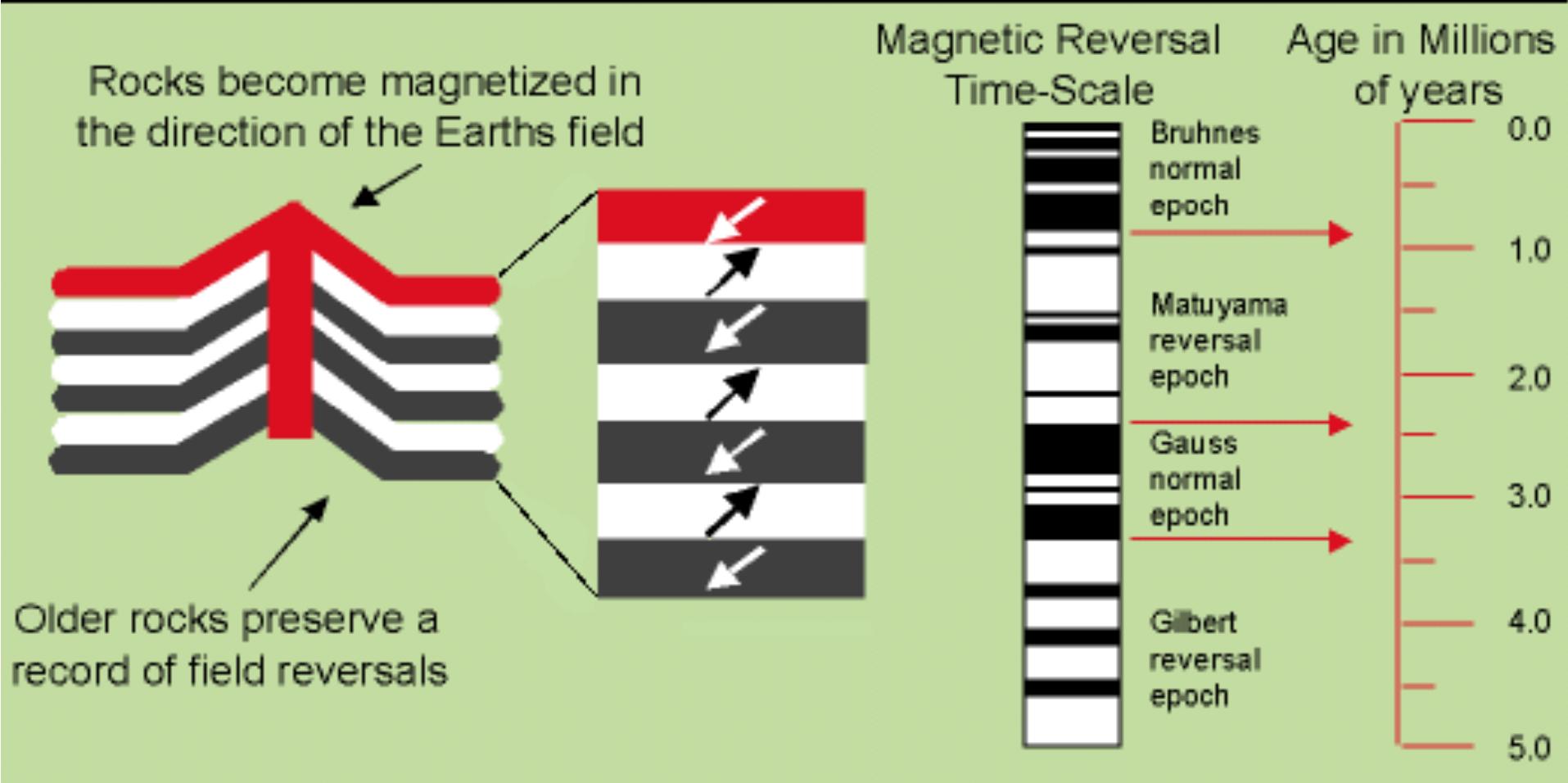


Reversões Magnéticas



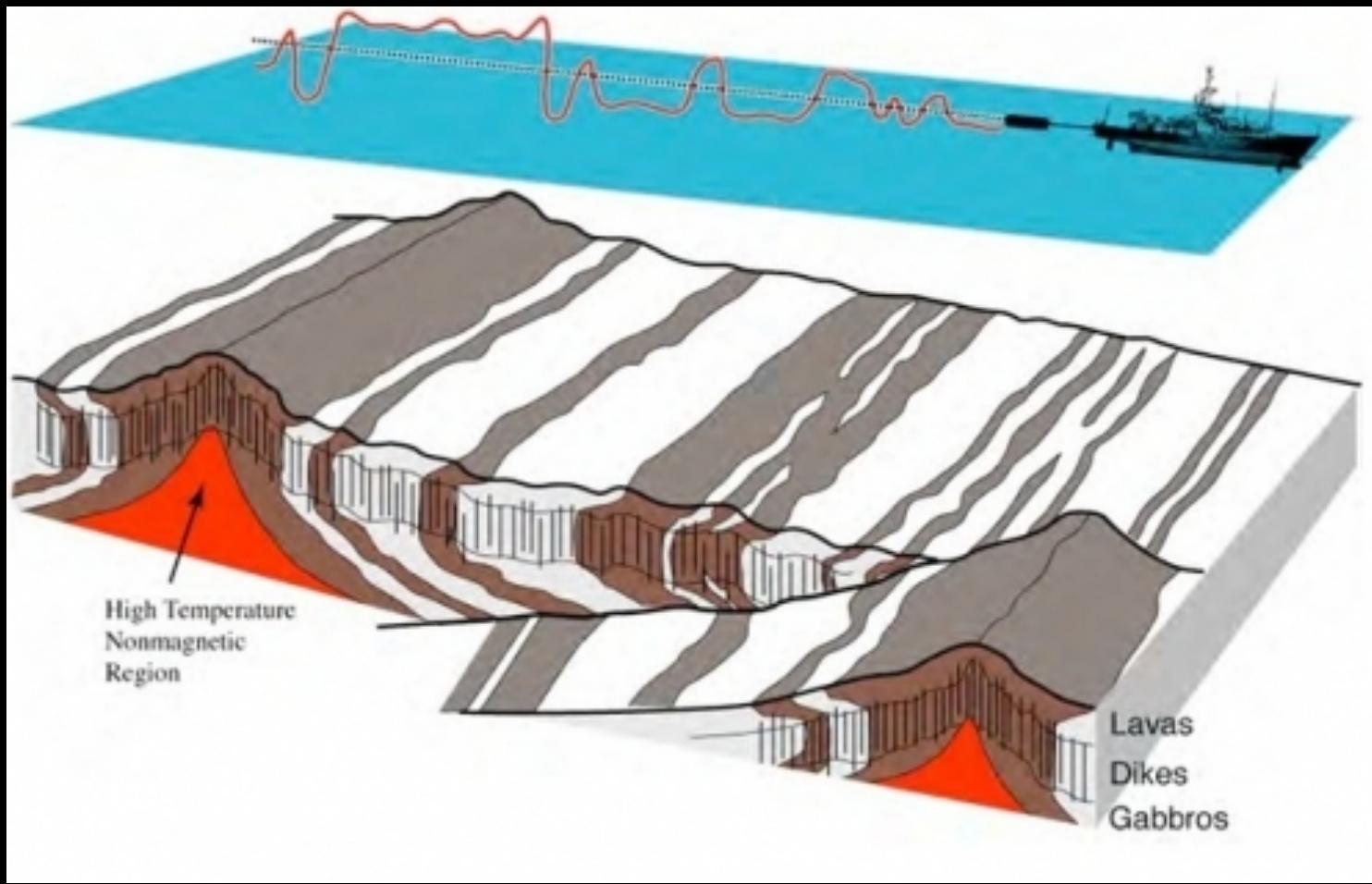
Magnetoestratigrafia

Medindo os padrões das reversões magnéticas se pode obter a idade das rochas.



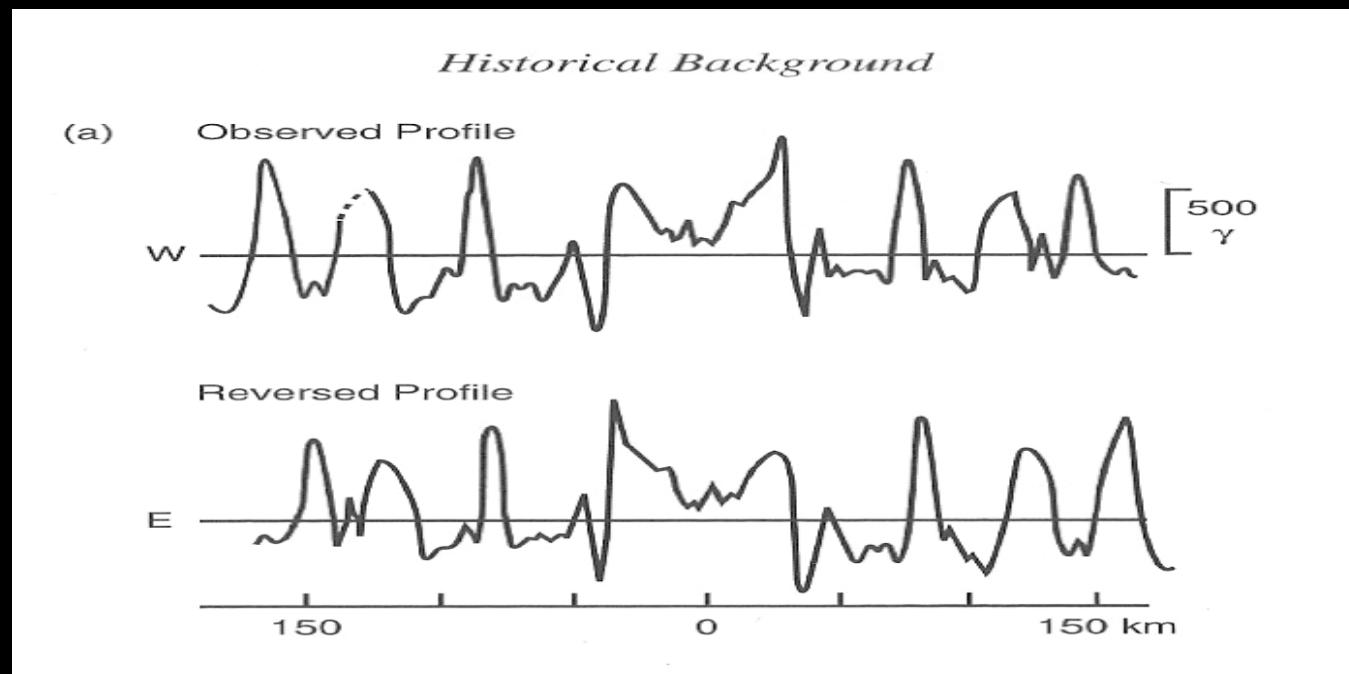
Faixas magnéticas no assoalho

Dados magnéticos mostraram a presença de faixas magnéticas no assoalho.



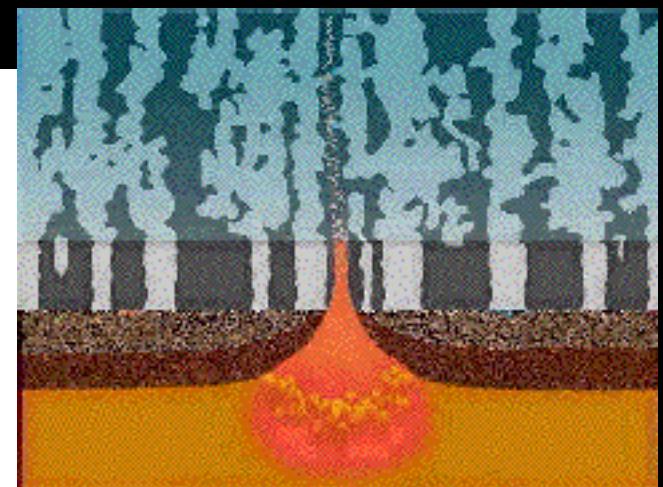
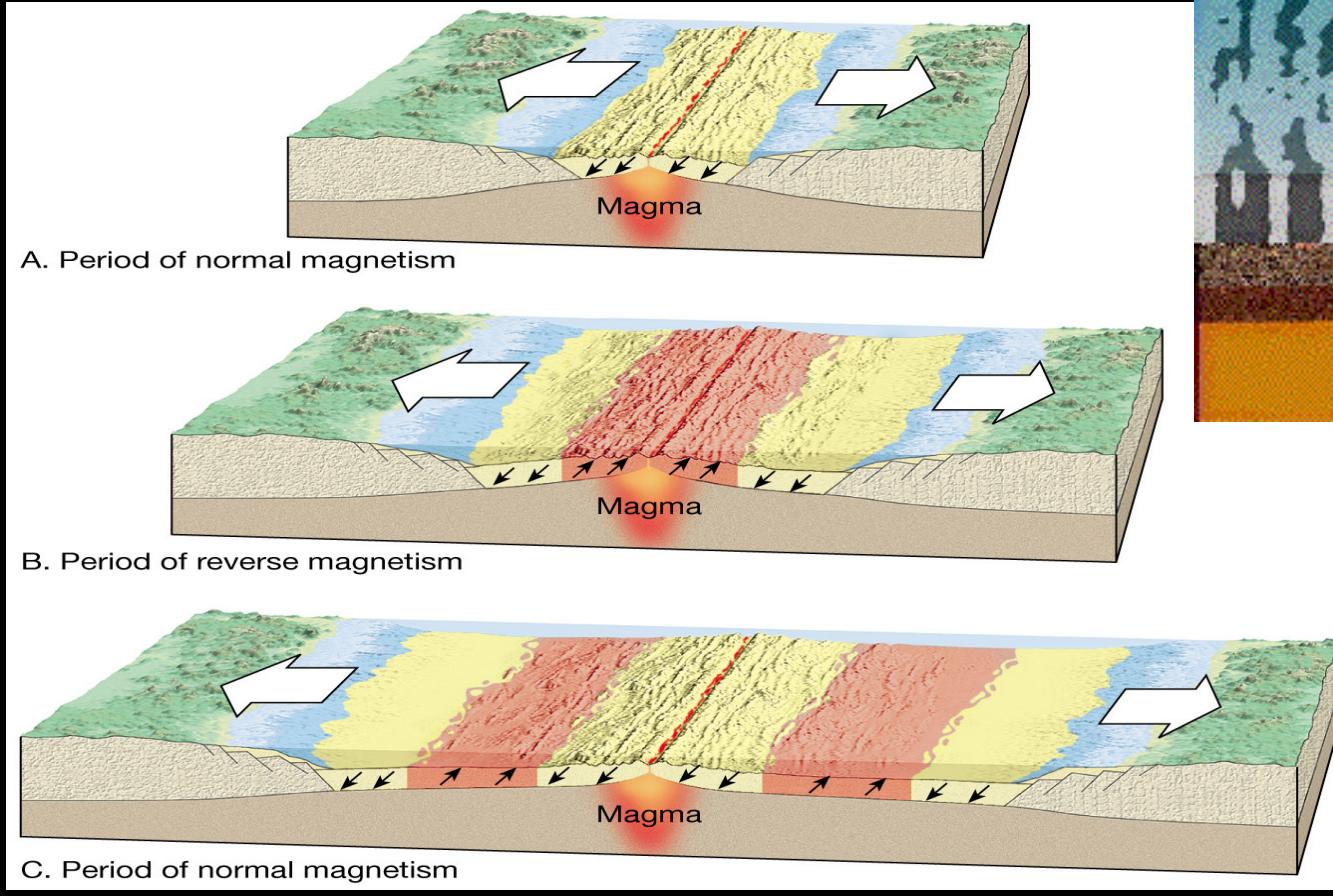
Evidência das anomalias magnéticas

As anomalias magnéticas do assoalho oceânico são simétricas com respecto à distância à dorsal meso-oceânica.



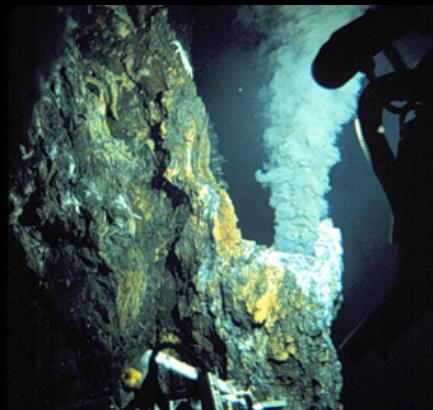
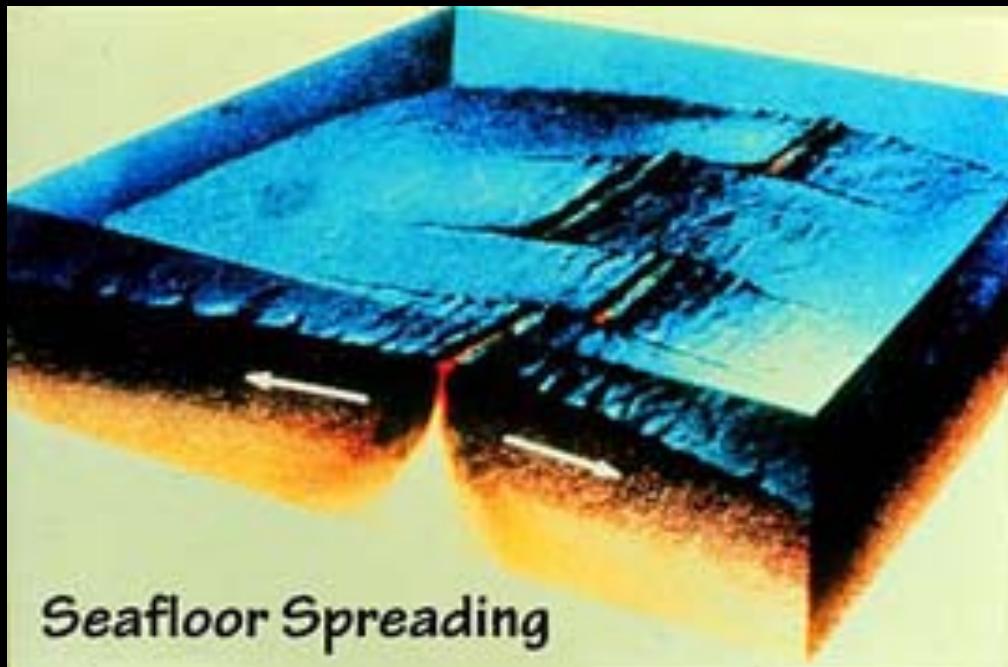
Interpretação de Vine e Mathews

A magnetização remanente é adquirida através da formação de assoalho novo.

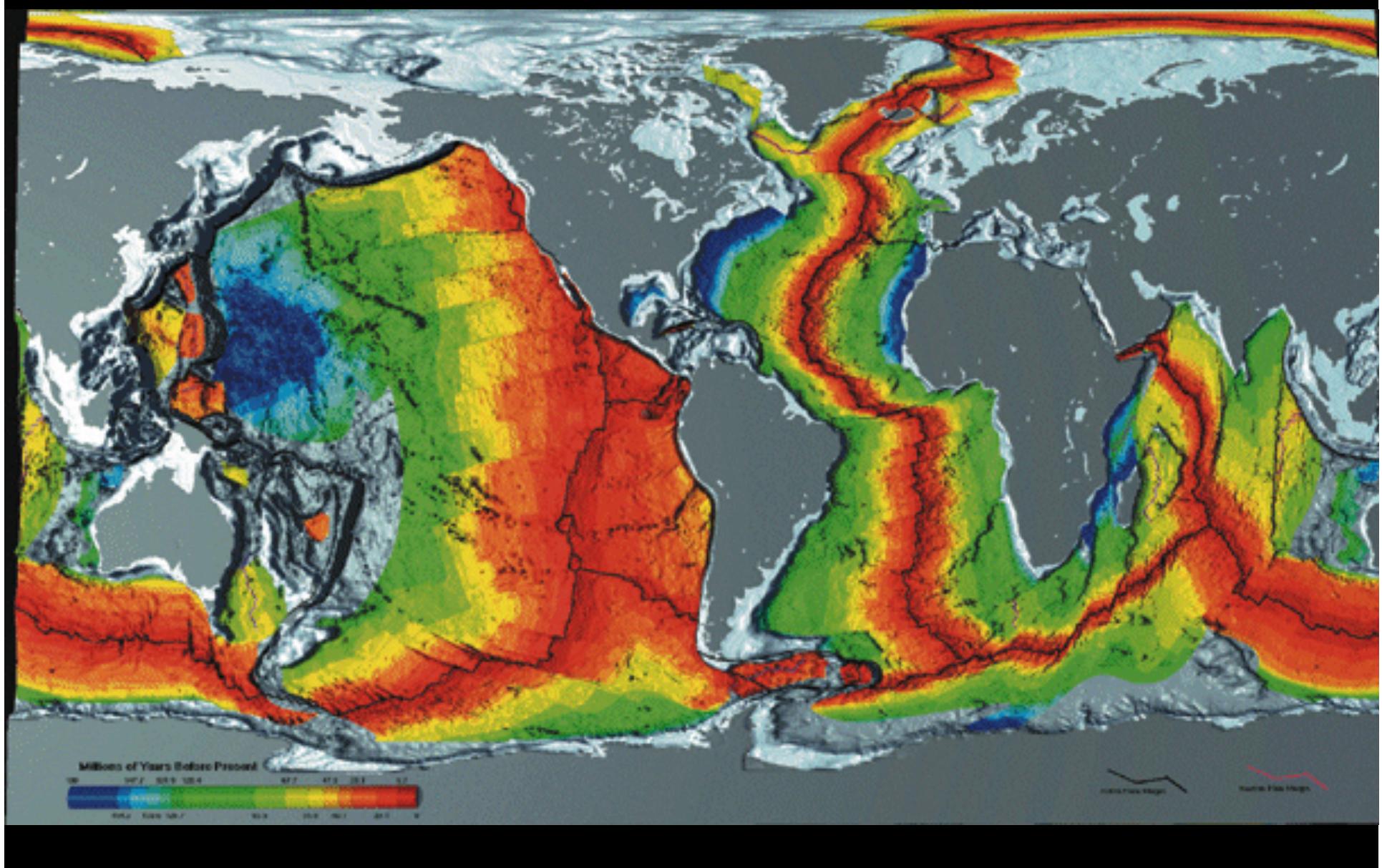


Expansão do assoalho oceânico

As crestas têm sismicidade e vulcanismo e feições extensionais que sugerem o afastamento bilateral da crosta.



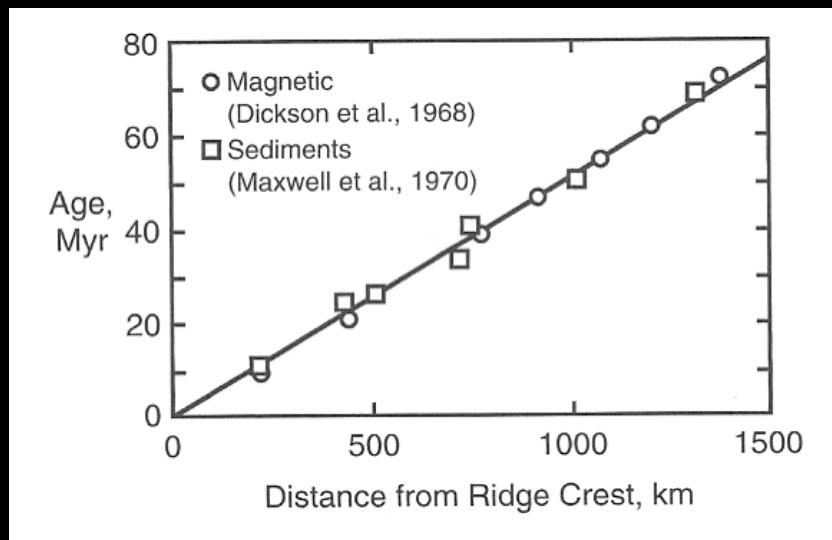
Reversões magnéticas do assoalho



É o assoalho oceânico que se movimenta e transporta os continentes com ele !!

Deep Sea Drilling Project

As datas dos sedimentos logo acima dos basaltos oceânicos e as datas inferidas das reversões de polaridade são coincidentes.



(Começou em 1968 e continuou por 15 anos)

Conservação da área

Se a hipótese de Vine e Matthews fosse certa, enfrentamos duas opções:

- A Terra está em expansão
- A superfície da Terra deve ser consumida em algum ponto.



Sam W. Carey
(1911-2002)



Harry H. Hess
(1906-1969)

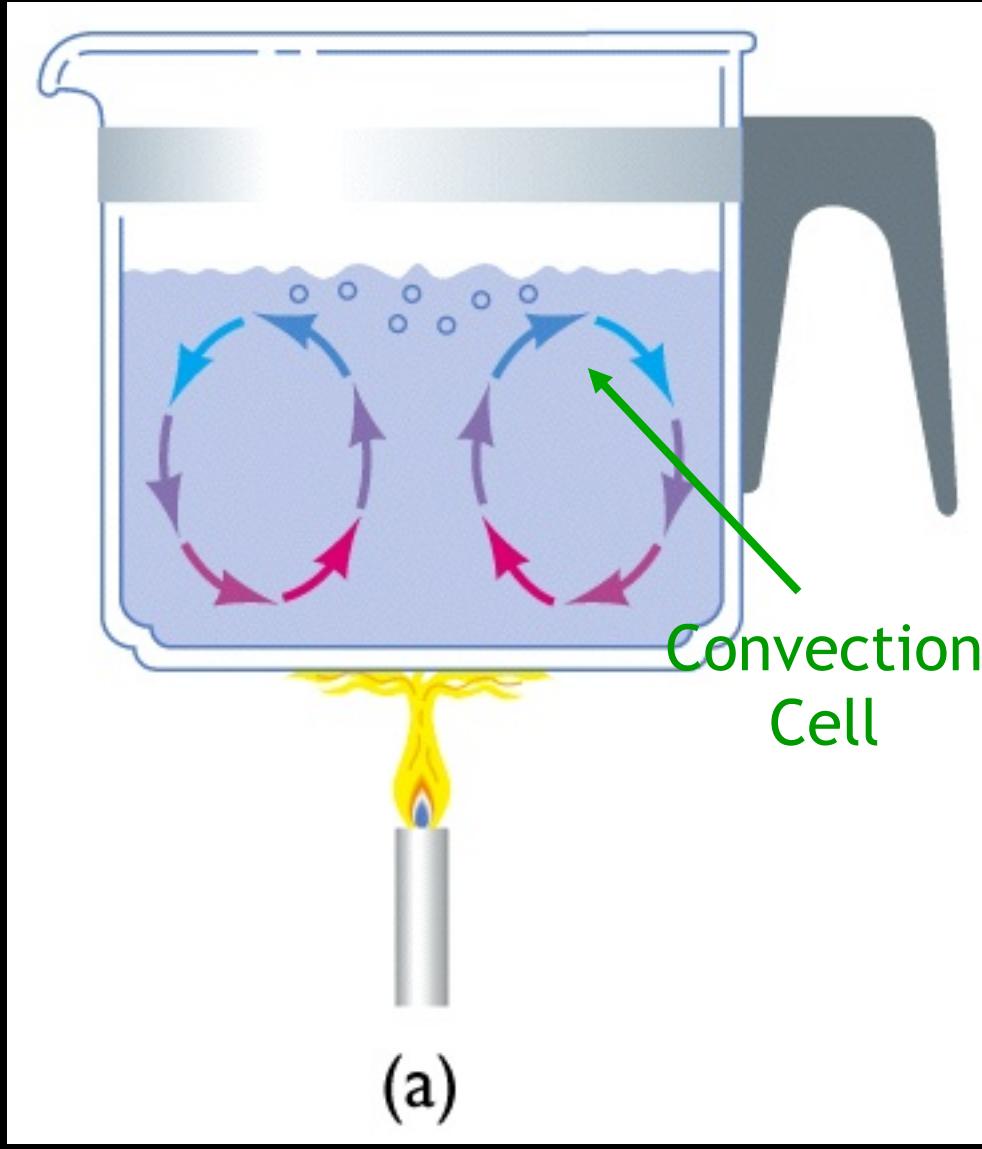
Fossas oceânicas e subdução

Hess postulou que as fossas eram locais de convergência crustal onde o assoalho oceânico é consumido.

Essa hipótese foi apoiada logo por Vine e Matthews.

Também postulou que apenas a crosta oceânica é subduzida; a crosta dos continentes é **leve** de mais.

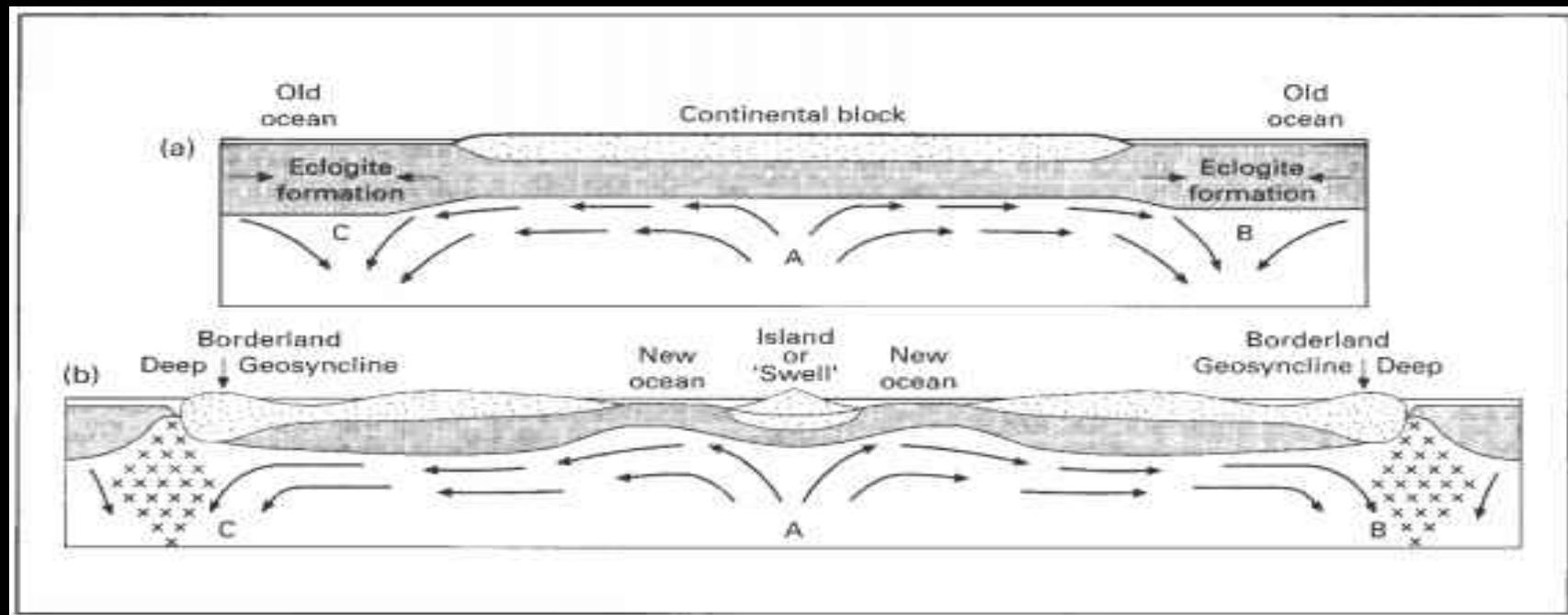
Reologia e convecção



Transferência de
calor devido ao
movimento de
matéria
ou
CONVEÇÃO

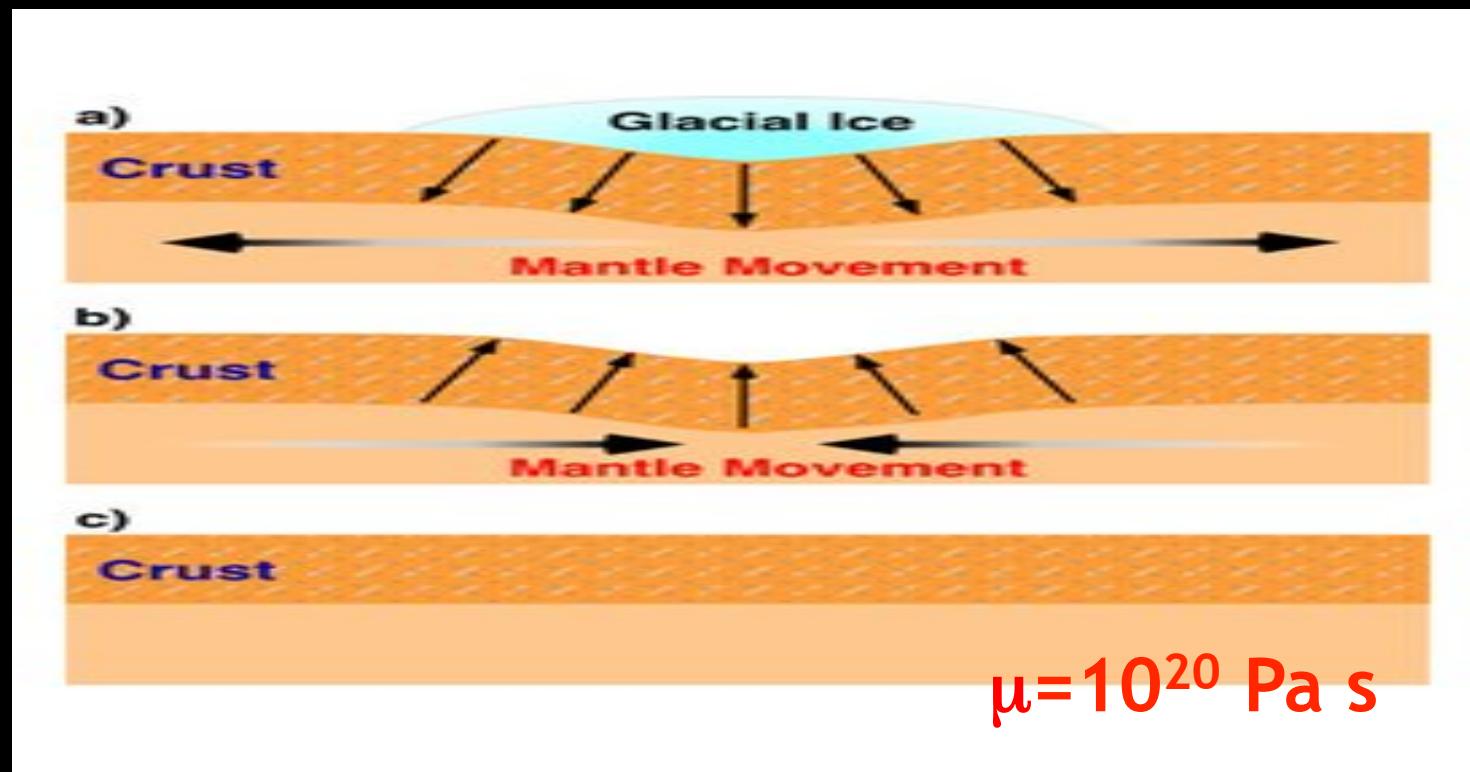
Convecção do manto

Holmes (1931, 1933) foi o primeiro em estabelecer que a convecção térmica era um mecanismo viável para a deriva continental.



Rebote pós-glacial e viscosidade

Considerando o manto como um fluido viscoso, Haskell (1937) explicou o soergimento de Escandinávia



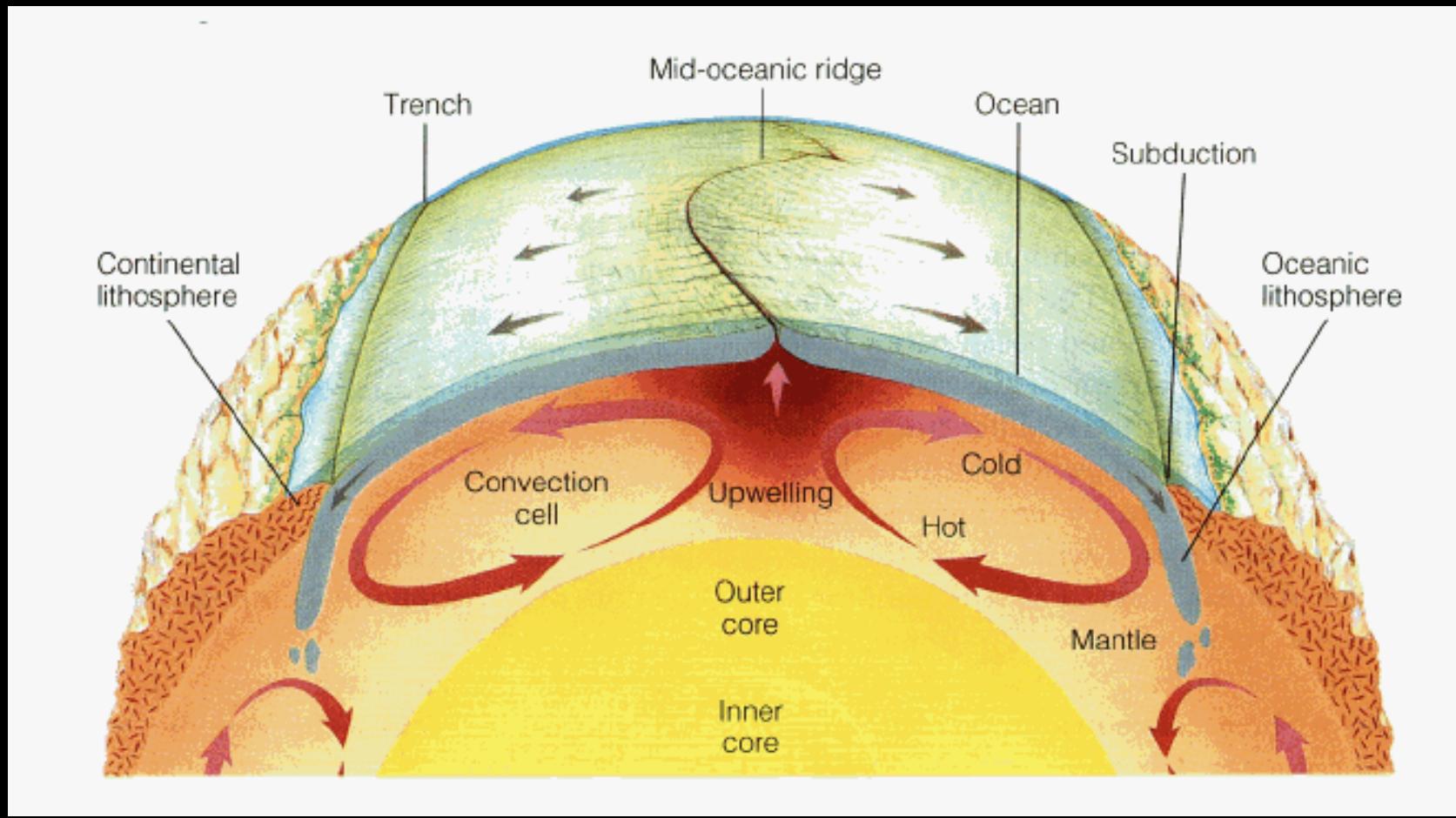
Solid-state creep

Fluênciā (“creep”) é a tendênciā de um material sólido para mover lentamente sob a influênciā de esforços mecânicos.

Gordon (1965) mostrou que mecanismos de “creep” térmicos podem explicar a viscosidade do manto e permitir fluxo em escalas de tempo de 10^4 anos para esforços relativamente pequenos.

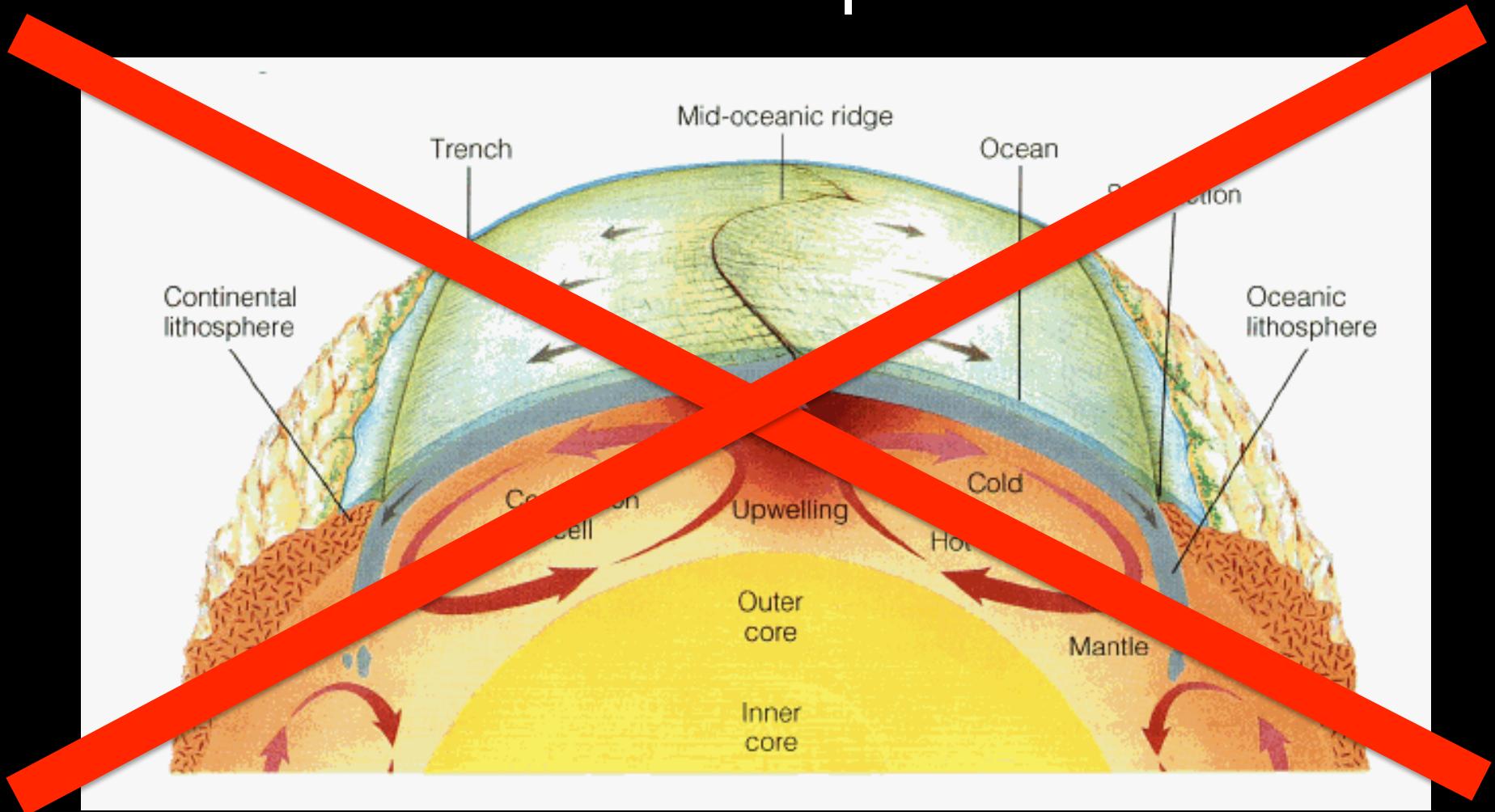
Convecção e placas tectônicas

Qual a relação entre convecção no manto e o movimento das placas tectônicas?

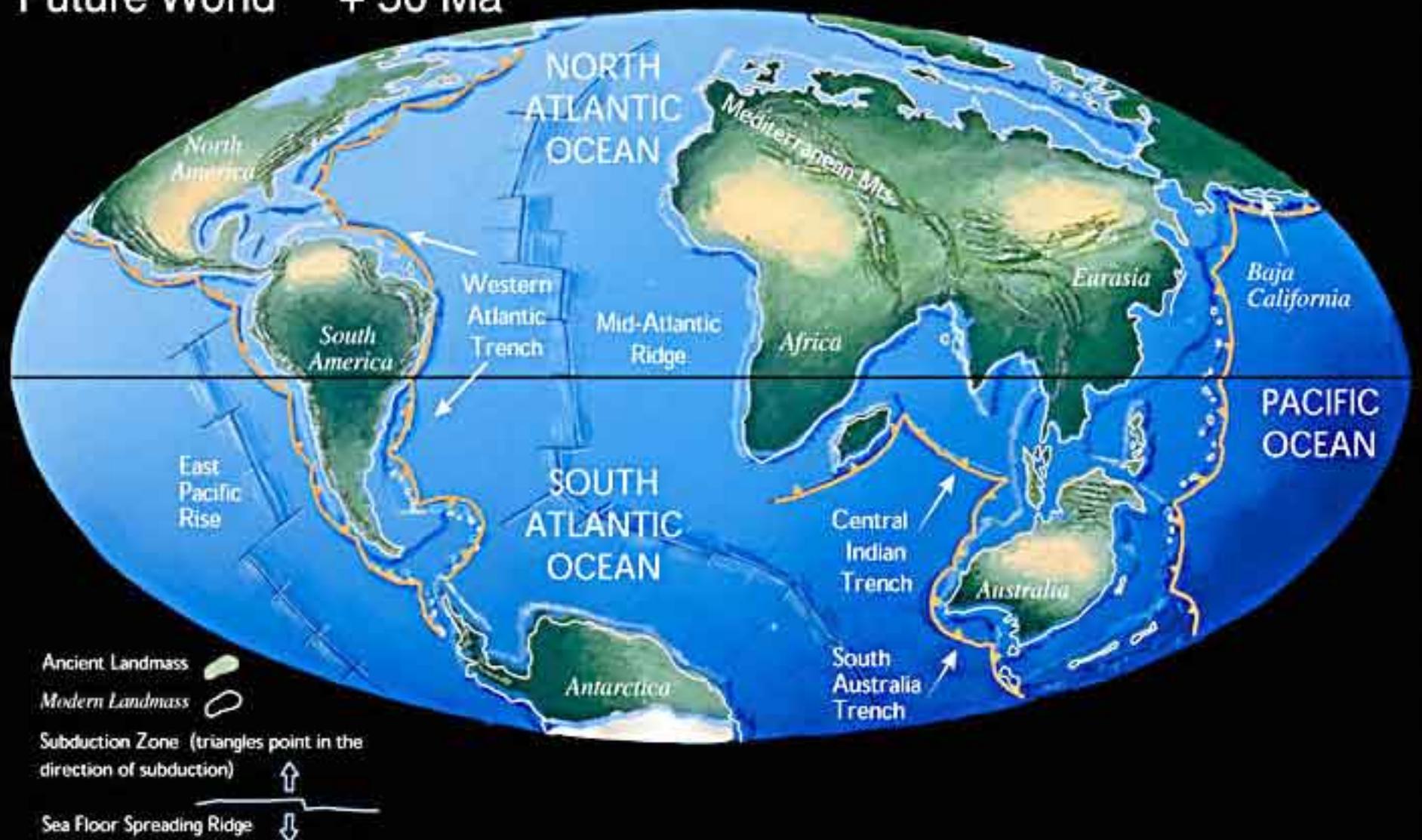


Convecção e placas tectônicas

Qual a relação entre convecção no manto e o movimento das placas tectônicas?



Future World + 50 Ma



© 2000 C.R. Scotese