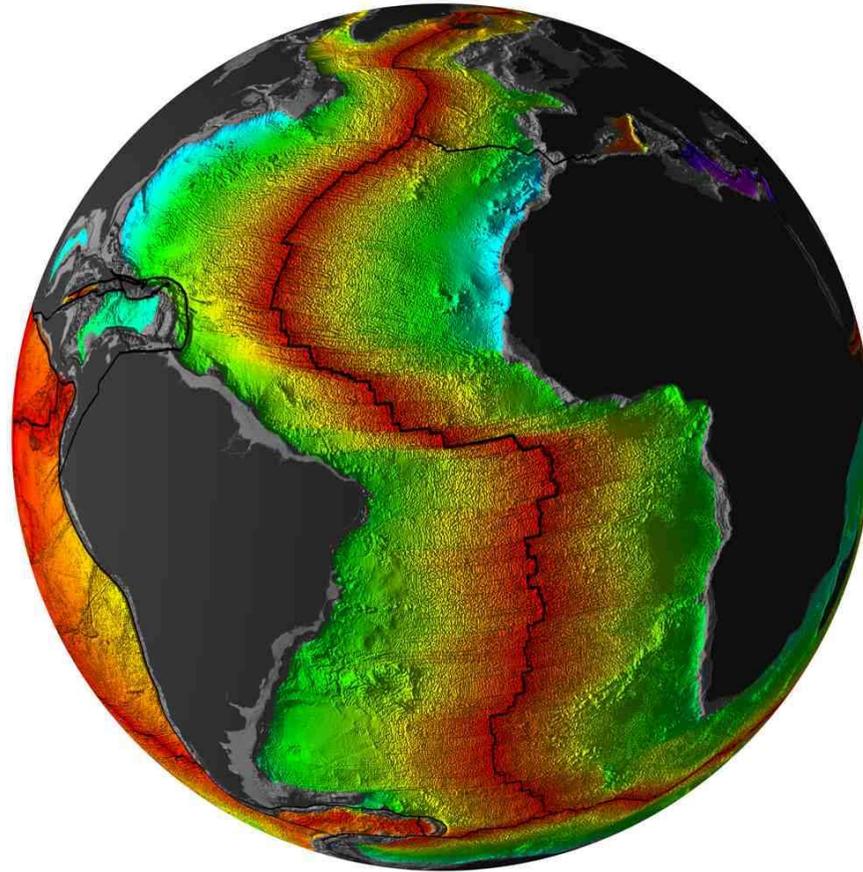


TECTÔNICA DE PLACAS

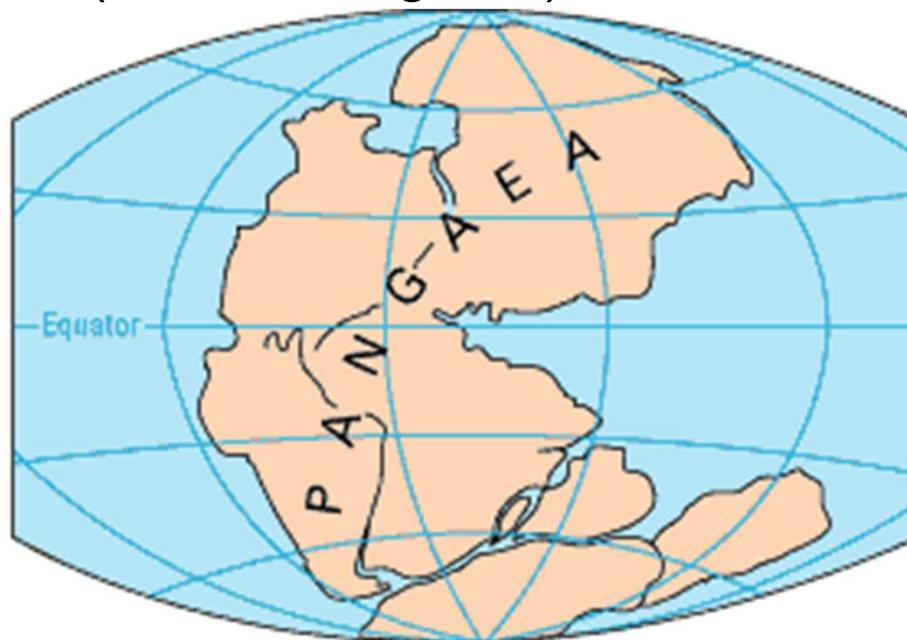


Adaptação do material de Eder Cassola Molina

Alfred Wegener

1912, meteorologista alemão ALFRED WEGENER propunha a TEORIA DA DERIVA CONTINENTAL

Há aproximadamente 200 milhões de anos, todas as massas continentais existentes estavam concentradas em um supercontinente, que ele denominou de PANGEA (“todas as massas”). O único oceano existente, por consequência, foi chamado de PANTALASSA (“todas as águas”).



PERMIAN
225 million years ago

As evidências de Wegener

Além do ajuste das linhas de costa

EVIDÊNCIAS DE FÓSSEIS E TIPOS DE ROCHAS DISTRIBUÍDOS EM CONTINENTES DIVERSOS



As evidências de Wegener

Além do ajuste das linhas de costa

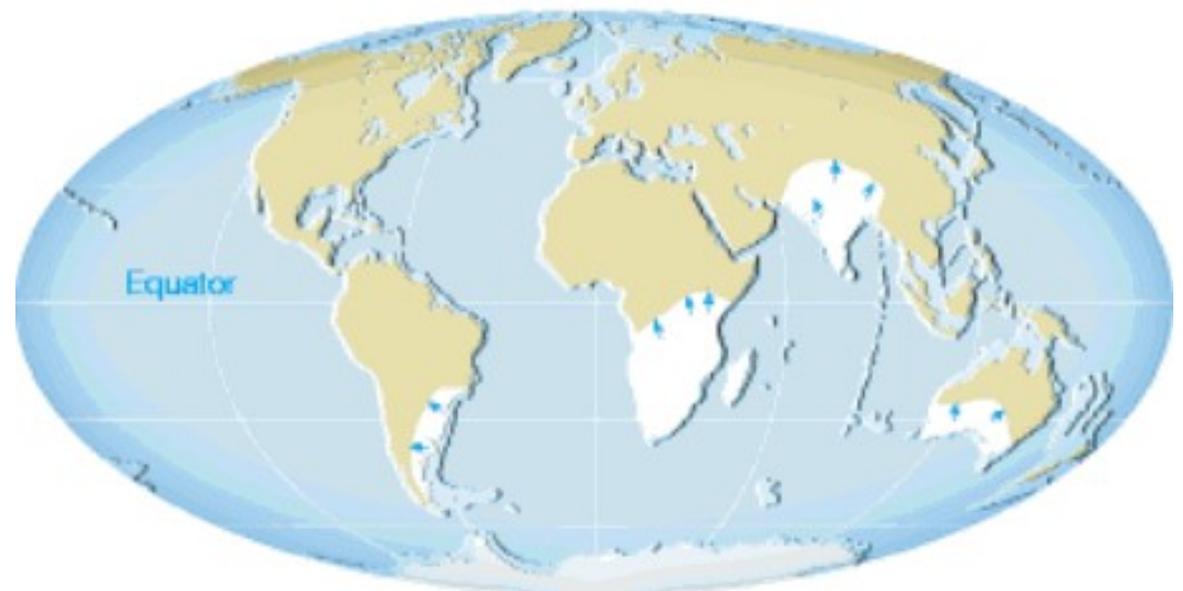
EVIDÊNCIAS DE FÓSSEIS E TIPOS DE ROCHAS DISTRIBUÍDOS EM CONTINENTES DIVERSOS

Os geólogos que não aceitavam a hipótese da deriva dos continentes explicavam a existência do mesmo tipo de fósseis em continentes separados pelo oceano Atlântico, afirmando a possibilidade de terem existido “pontes intercontinentais”, através das quais os seres vivos poderiam ter migrado de um continente para outro.



As evidências de Wegener

Dramáticas mudanças nos climas observadas em todos os continentes, como a presença de sedimentos de origem glacial em locais onde hoje temos desertos, no caso da África, ou em ambientes tropicais, como São Paulo, não podiam ser explicadas para os continentes na posição atual.



A teoria de Wegener

A teoria de mobilidade continental proposta por Wegener explicava bem:

A distribuição dos fósseis

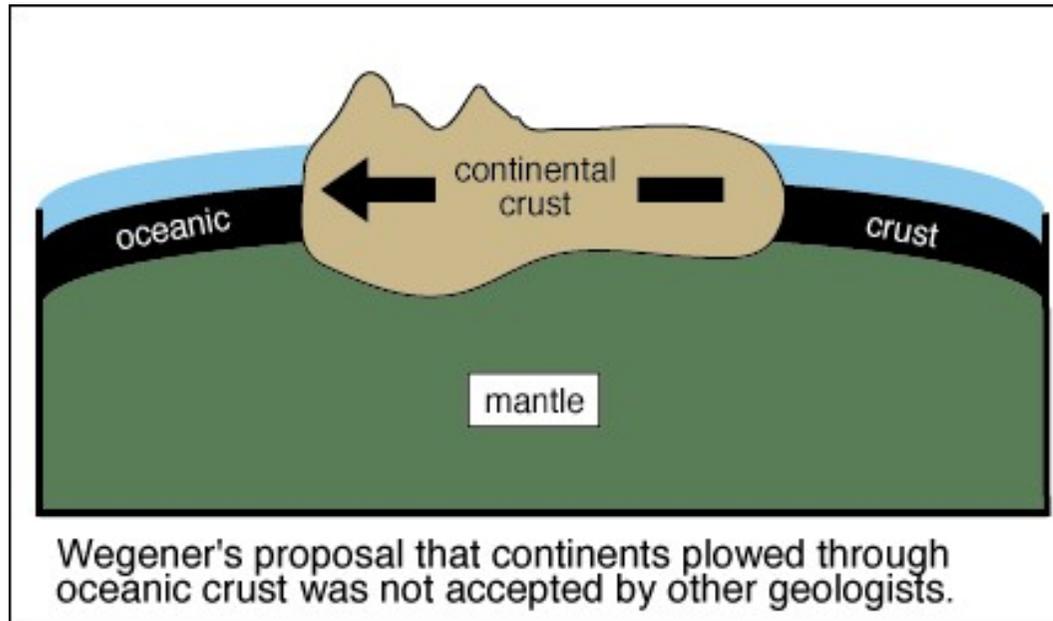
O ajuste das linhas de costa

Registros paleoclimáticos nas rochas

A continuidade de grandes feições fisiográficas cruzando oceanos

O maior problema de Wegener

A pergunta fundamental que Wegener não conseguia responder era: *“que tipo de força conseguiria mover tamanhas massas a tão grandes distâncias?”*



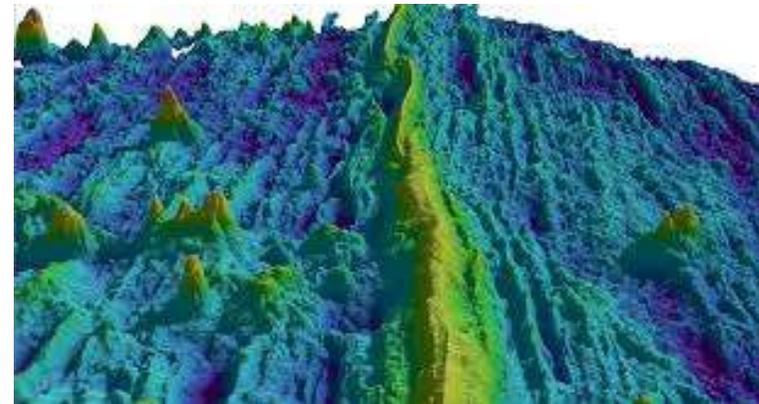
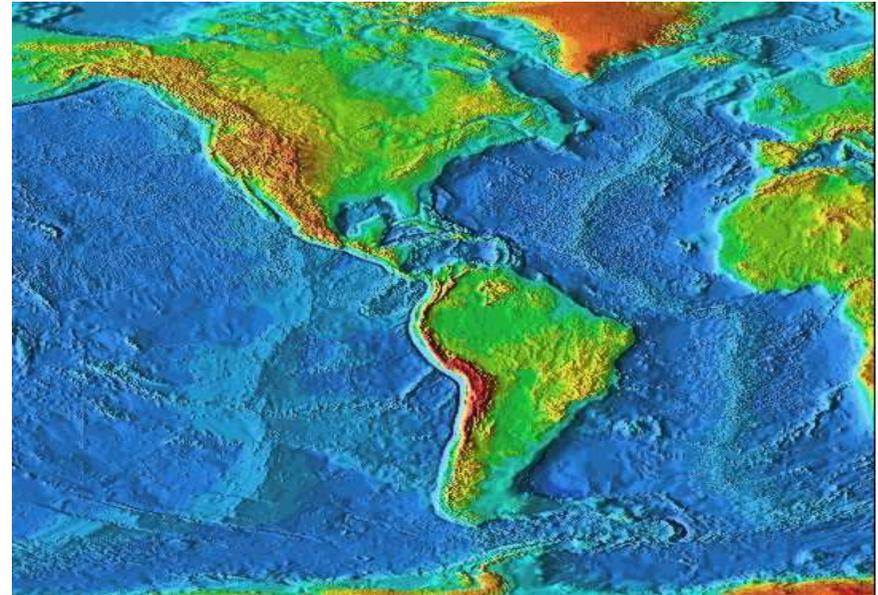
A Terra pós-Wegener

No início da década de 1950, porém, as idéias de Wegener foram retomadas, face a novas observações e descobertas científicas, ligadas especialmente aos oceanos.

Um novo debate surgiu sobre as provocativas idéias de Wegener e suas implicações.

O assoalho oceânico irregular

Durante as guerras mundiais, muito esforço foi feito para um mapeamento preciso do fundo oceânico, resultando em uma imagem inesperada: um assoalho “*enrugado*”, com montes e depressões, o que foi constatado quando da necessidade da implantação de cabos telegráficos submarinos. Foram descobertas enormes cadeias de montanhas submarinas, situadas no meio do oceano Atlântico.



A idade do assoalho oceânico

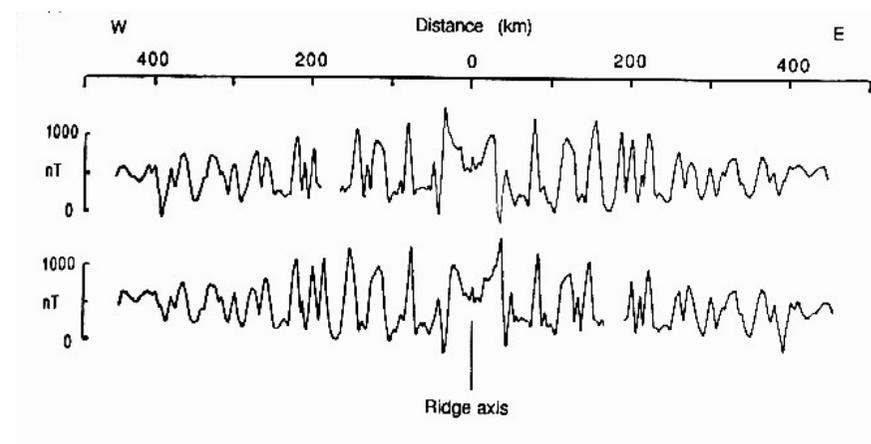
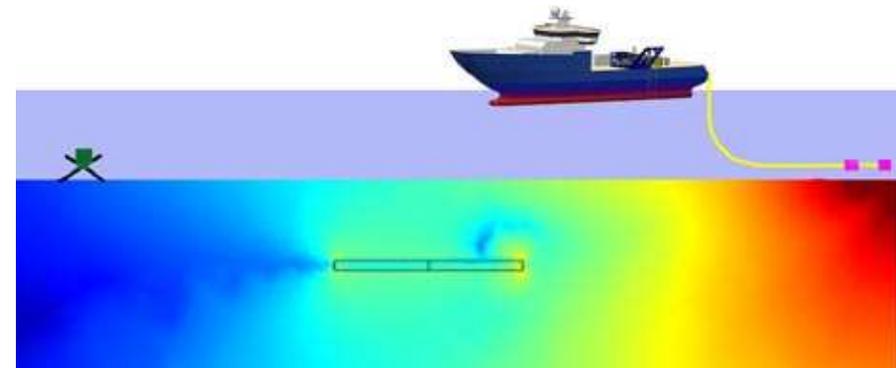
Acreditava-se que o assoalho oceânico tinha em média 4 bilhões de anos, e, portanto, deveria apresentar uma camada sedimentar bastante espessa; em 1957, sismólogos no navio USS Atlantis verificaram que em diversos locais a idade e a espessura dos sedimentos eram muito pequenas.



Reversões do campo magnético

No início da década de 1950, os cientistas utilizaram os magnetômetros (desenvolvidos na Segunda Guerra Mundial para a detecção de submarinos) para investigar a crosta oceânica.

Era esperado que o material da crosta oceânica apresentasse alguma resposta magnética, pois o basalto contém minerais com características magnéticas.

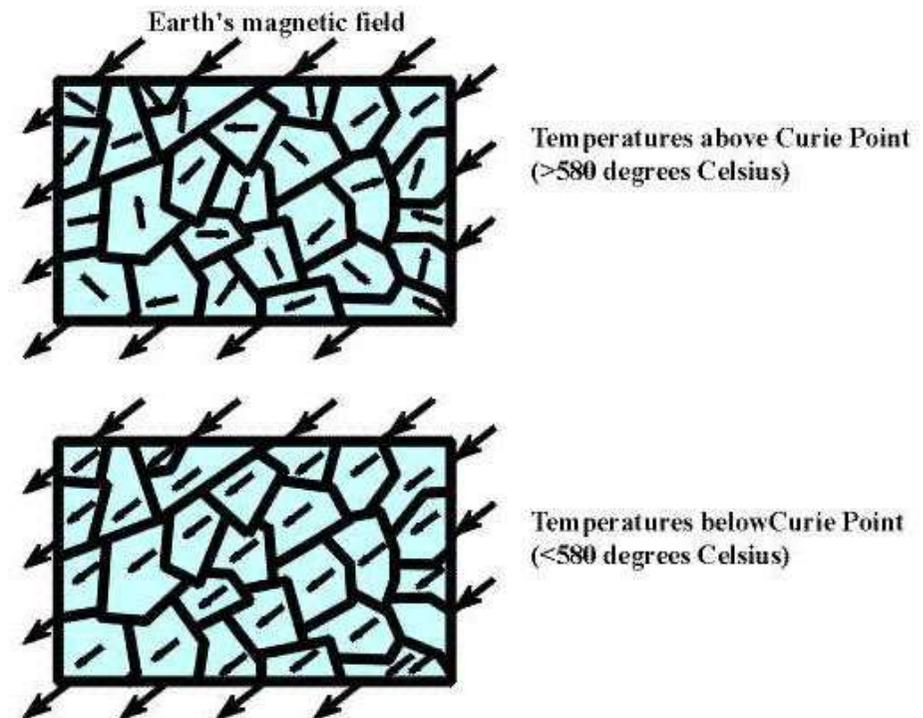


Reversões do campo magnético

Os cientistas sabem que as rochas podiam guardar a informação magnética proveniente do campo terrestre presente no momento de sua geração.

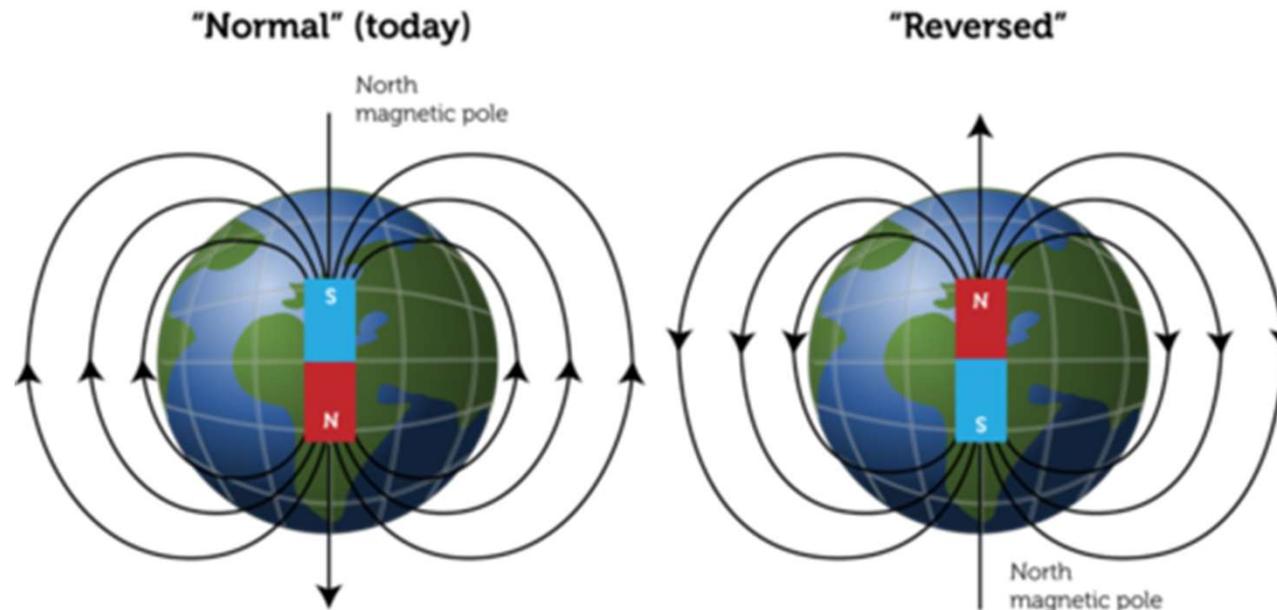
Desta forma, as rochas podem ser usadas para investigar o comportamento do campo magnético no passado.

Development of Magnetic alignment in minerals during cooling from a magma



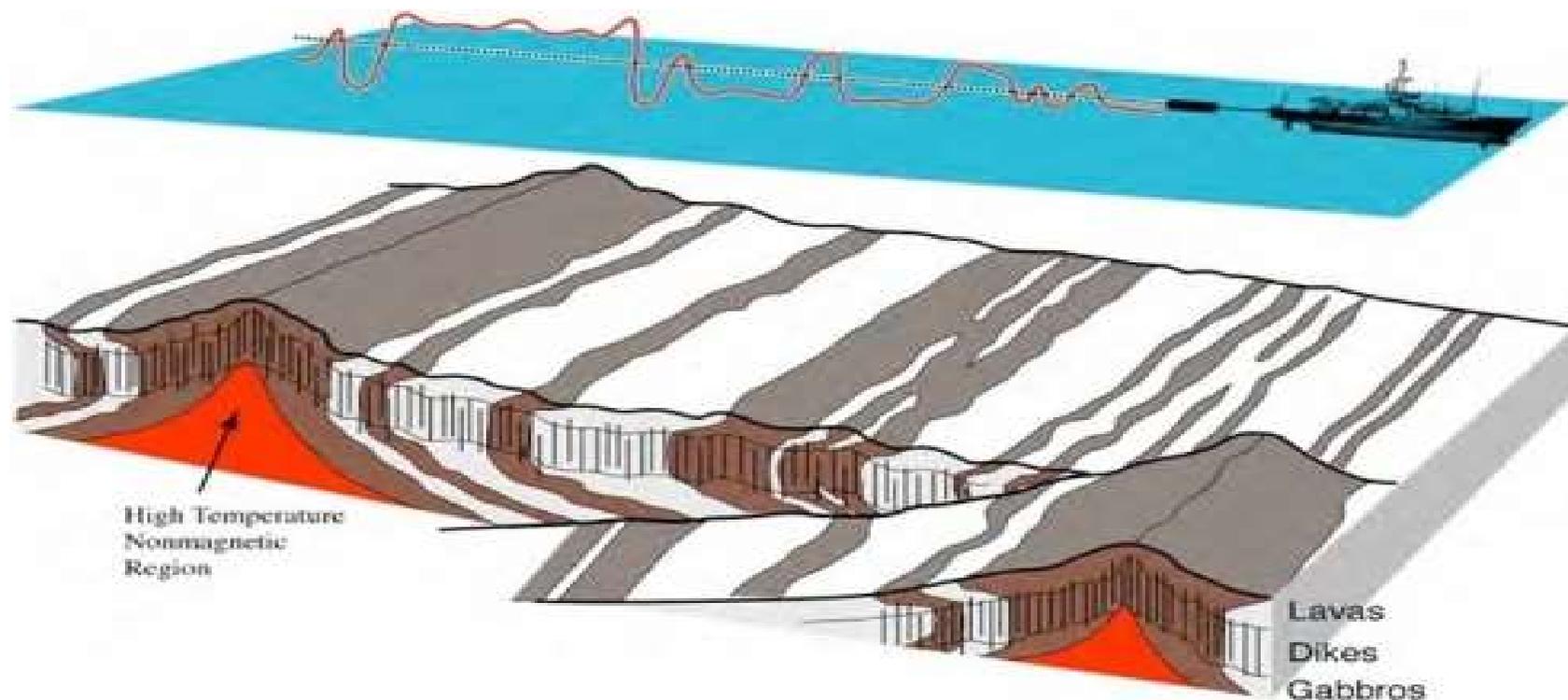
Reversões do campo magnético

Em meados do século XX, os paleomagnetistas verificaram que as rochas terrestres continentais podiam ser classificadas em dois grupos: as que apresentavam polaridade magnética compatível com a do campo presente, e as que apresentavam polarização reversa. Isso foi atribuído às reversões do campo magnético terrestre.



Reversões do campo magnético

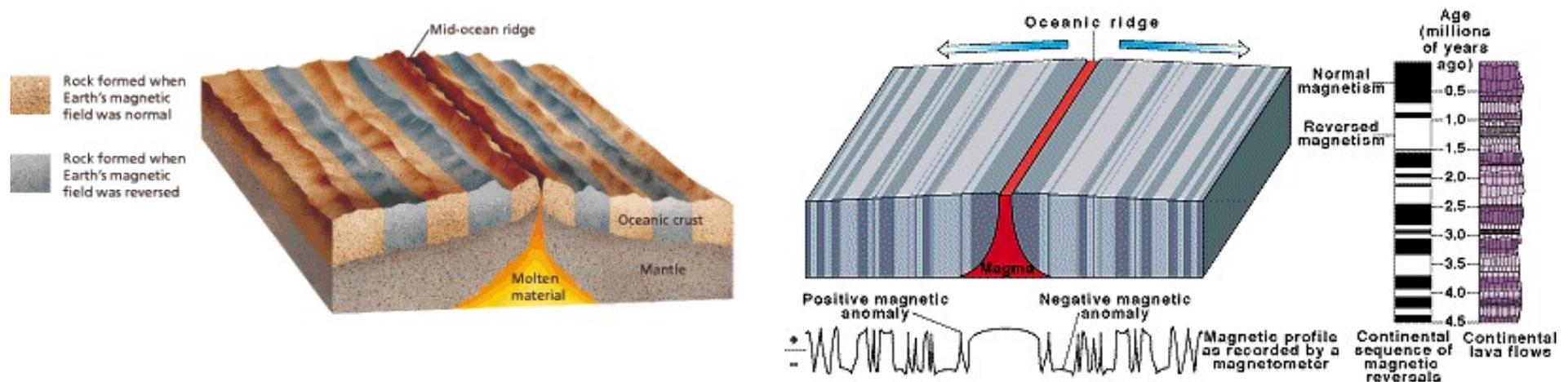
As rochas do fundo oceânico apresentavam o mesmo tipo de assinatura magnética normal e reversa das rochas continentais.



Esta resposta magnética das rochas oceânicas mostrava uma variação na intensidade magnética com uma curiosa simetria em torno de um eixo.

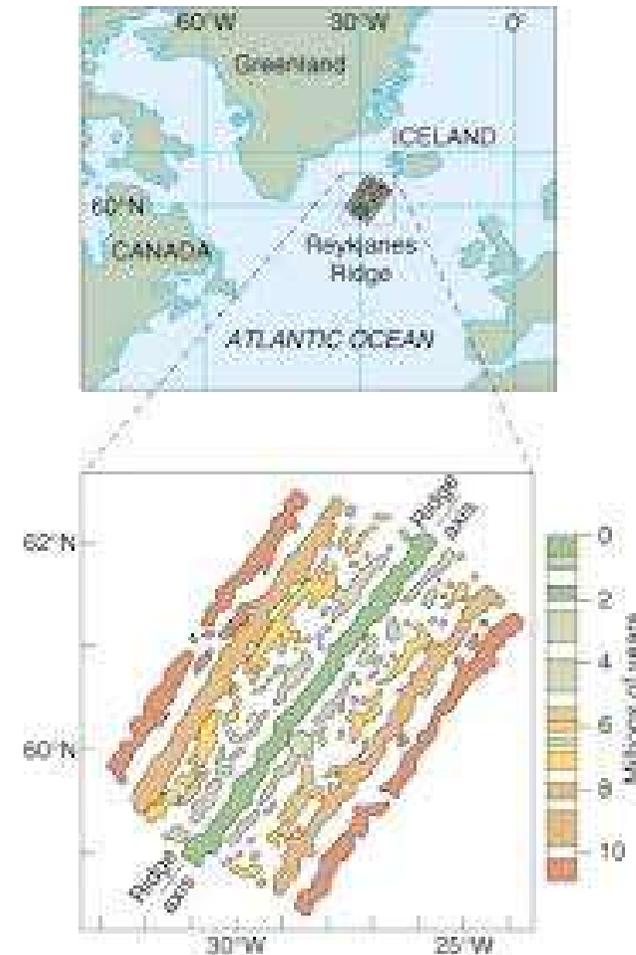
Reversões do campo magnético

Este padrão poderia ser explicado se as rochas tivessem sido formadas em um centro de espalhamento, onde o material magnético registraria a direção e intensidade do campo magnético da época da formação.



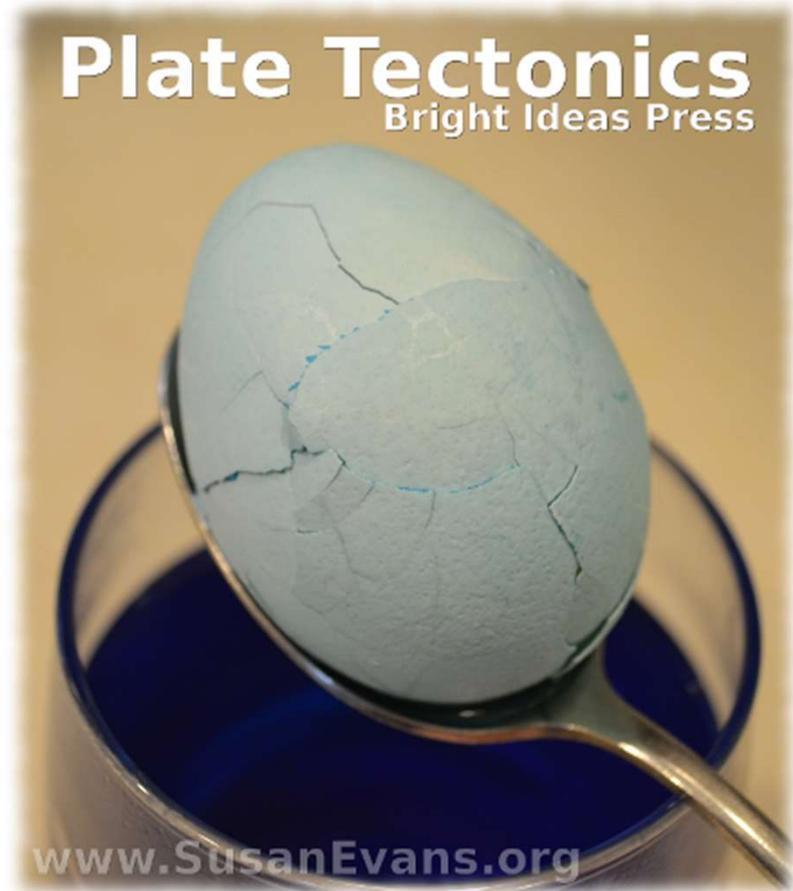
O “padrão zebrado” do assoalho oceânico

A evidência do padrão simétrico de anomalias magnéticas trazia uma questão importante: “qual o processo de formação da crosta oceânica que explica este padrão?”

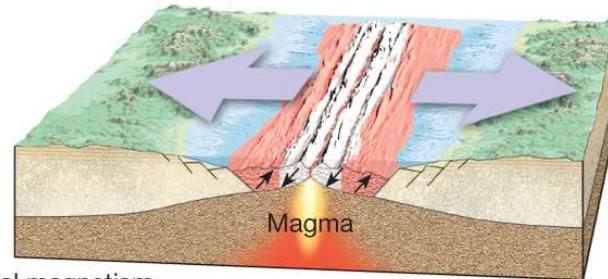


O afastamento do assoalho oceânico

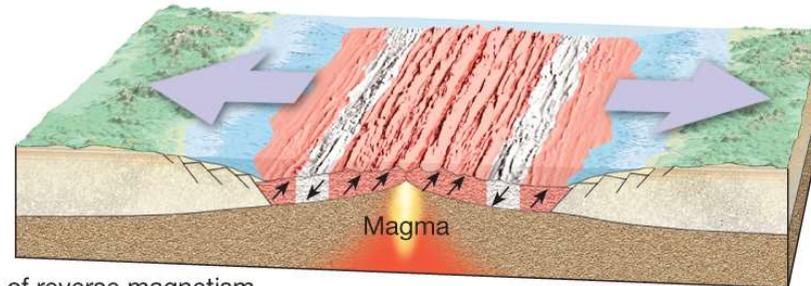
As teorias da época (1961) diziam que as dorsais meso-oceânicas eram zonas de fraqueza da crosta, onde o material do manto subjacente se incorporava às placas, afastando-as. Este processo, denominado espalhamento do assoalho oceânico, duraria milhões de anos, formando as cadeias oceânicas observadas. Se esta teoria estivesse correta, as rochas, ao se formarem, guardariam a magnetização da época da Terra, gerando o padrão observado.



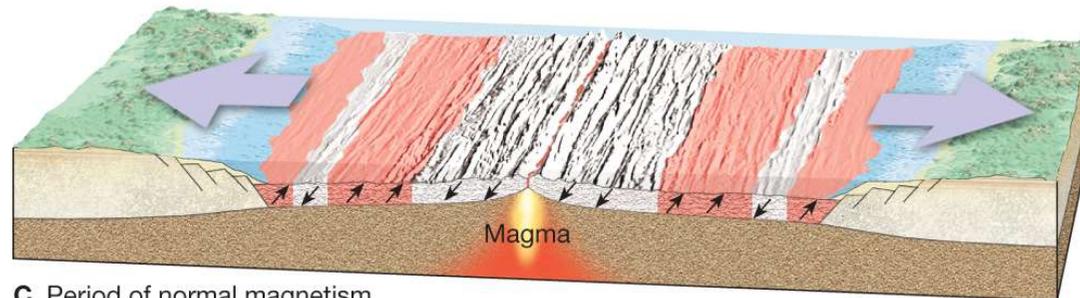
O afastamento do assoalho oceânico e o padrão zebraado



A. Period of normal magnetism



B. Period of reverse magnetism

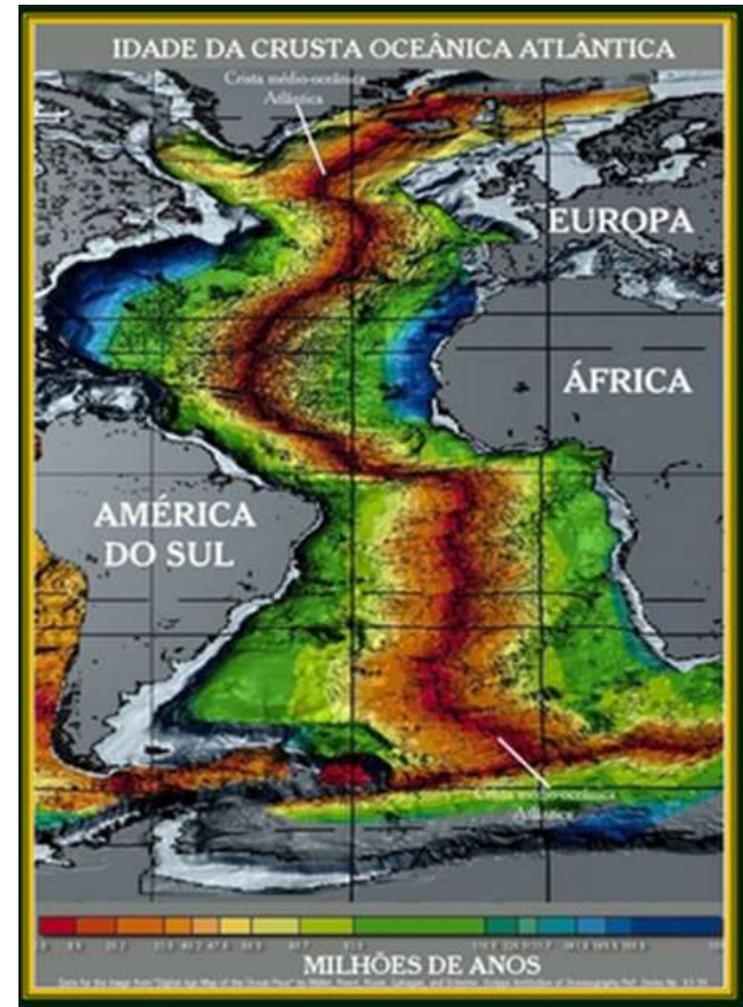


C. Period of normal magnetism

O “padrão zebrado” do assoalho oceânico

Fatos que comprovam a teoria do espalhamento do assoalho oceânico:

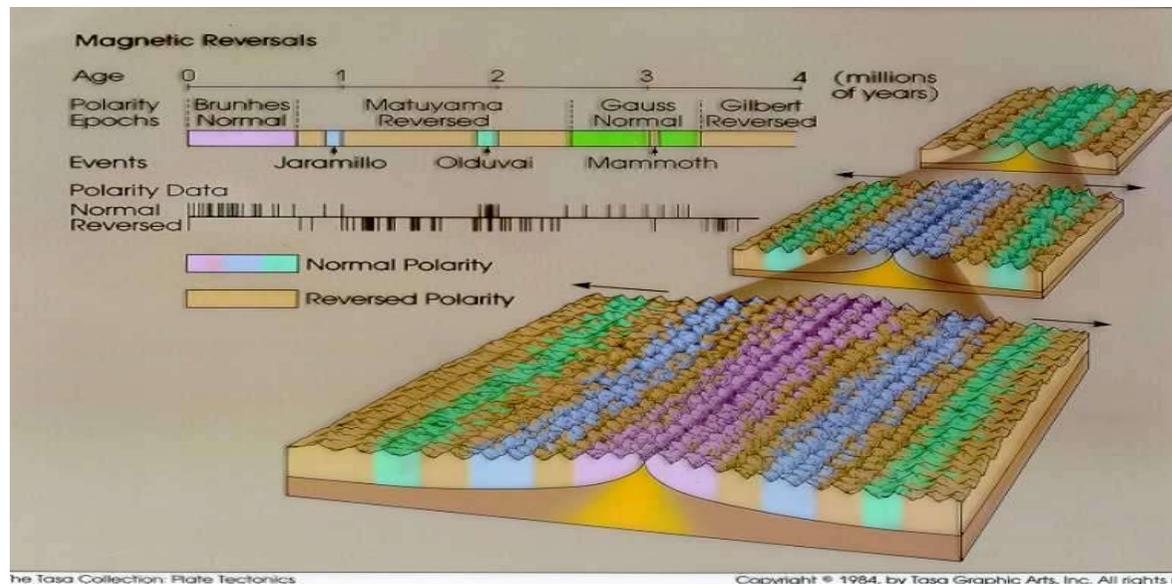
1) As rochas nas proximidades da dorsal são muito jovens, aumentando sua idade com o afastamento da dorsal;



O “padrão zebrado” do assoalho oceânico

Fatos que comprovam a teoria do espalhamento do assoalho oceânico:

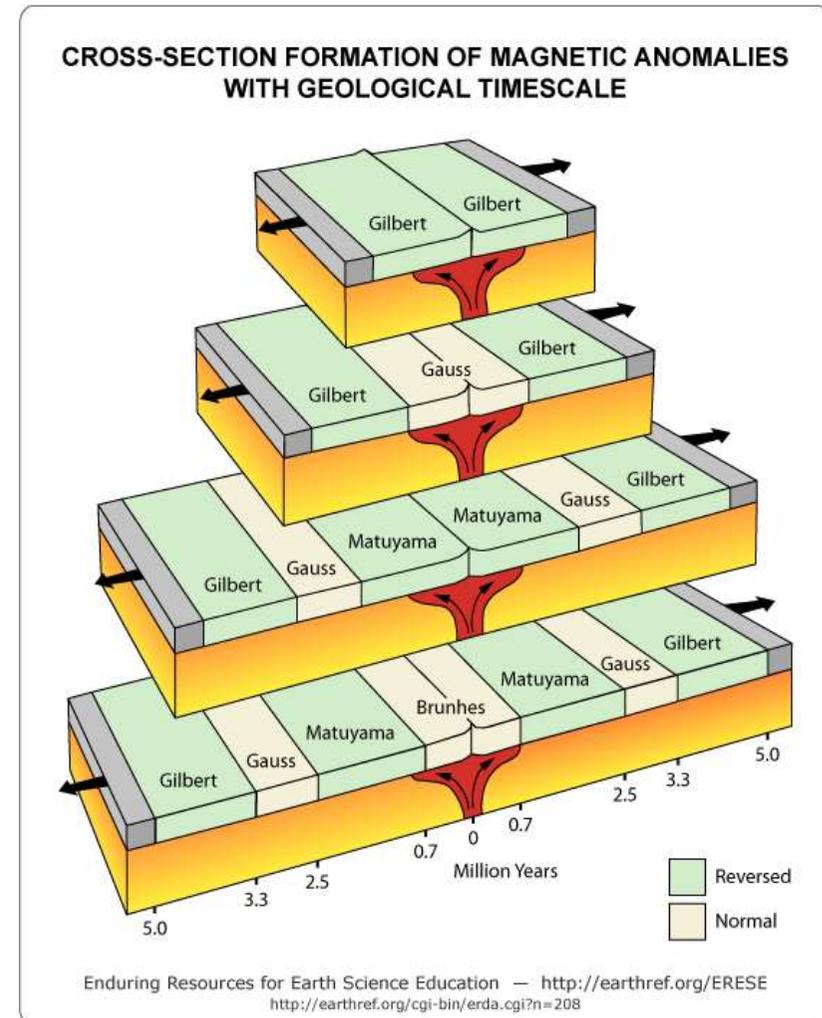
2) As rochas mais jovens, próximas da dorsal, sempre apresentavam polaridade positiva (idêntica ao do campo geomagnético atual);



O “padrão zebrado” do assoalho oceânico

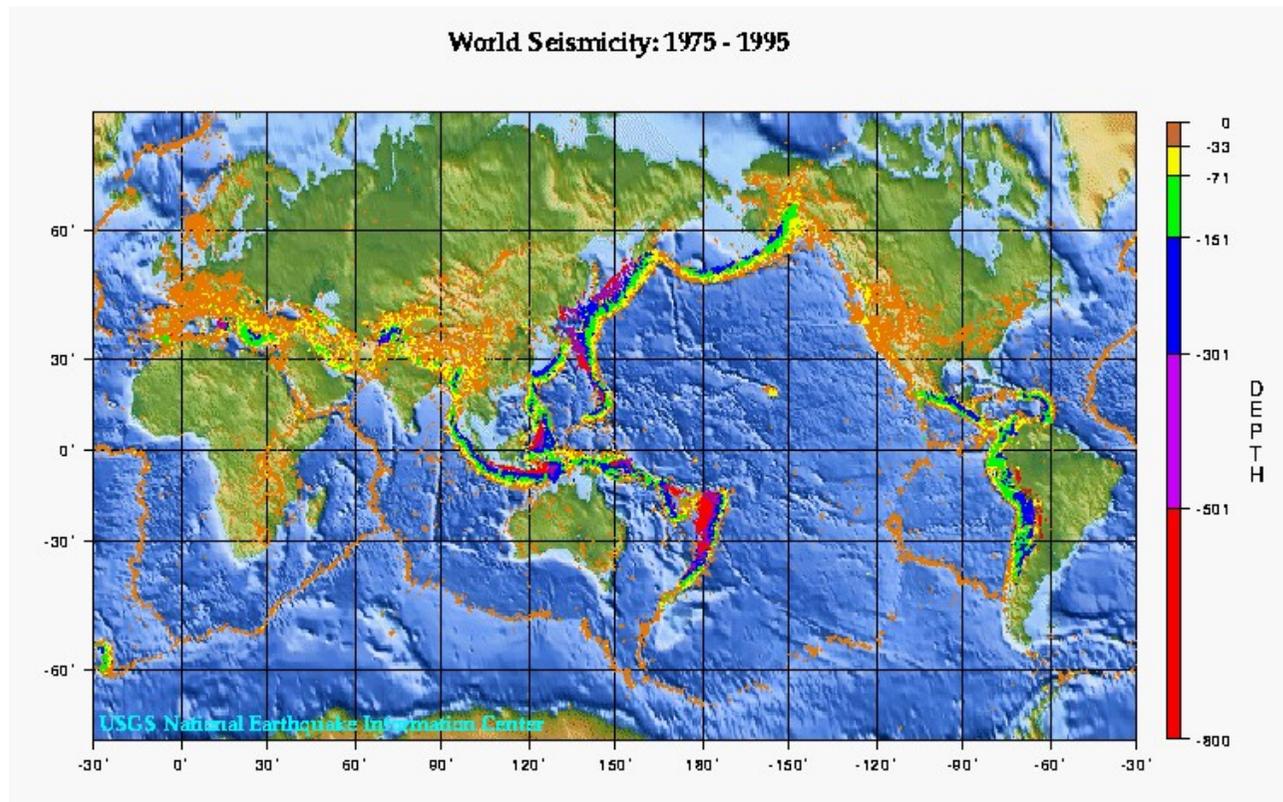
Fatos que comprovam a teoria do espalhamento do assoalho oceânico:

3) Há um padrão de magnetização que apresenta simetria em relação à dorsal (rochas à mesma distância da dorsal apresentavam polaridade idêntica). Isto mostra a simetria do espalhamento, e a frequência de inversão da magnetização.



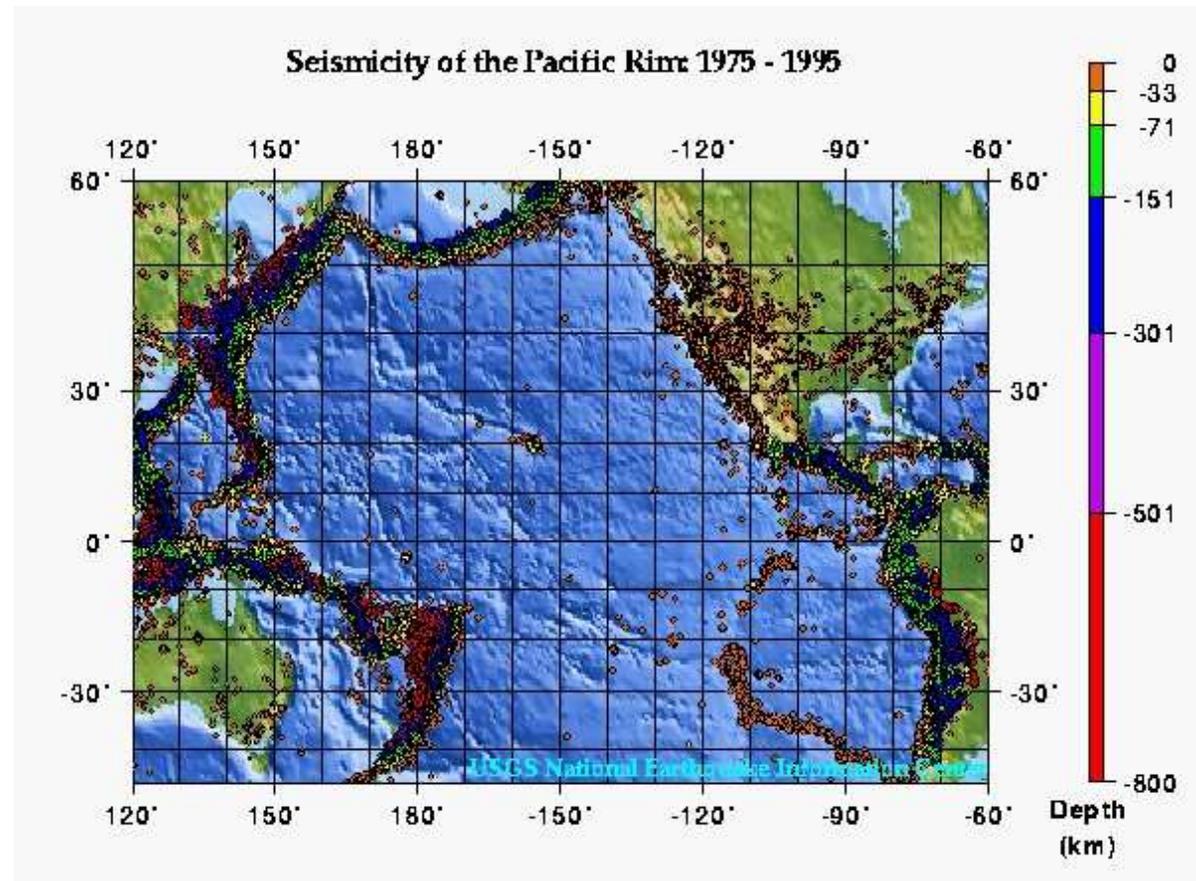
A distribuição dos terremotos

Com o desenvolvimento dos sismógrafos no início do século XX, os cientistas perceberam que os terremotos concentravam-se preferencialmente ao longo das trincheiras oceânicas e dorsais meso-oceânicas.

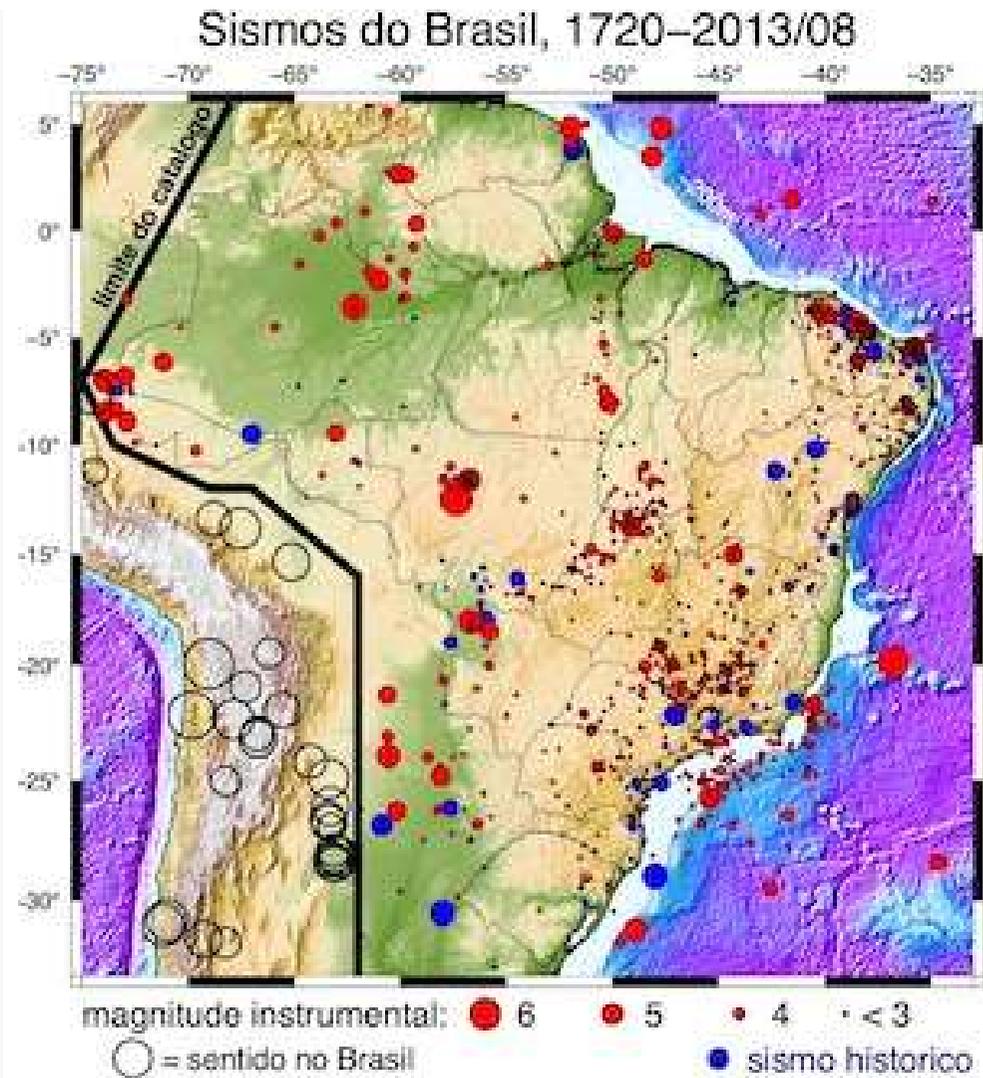
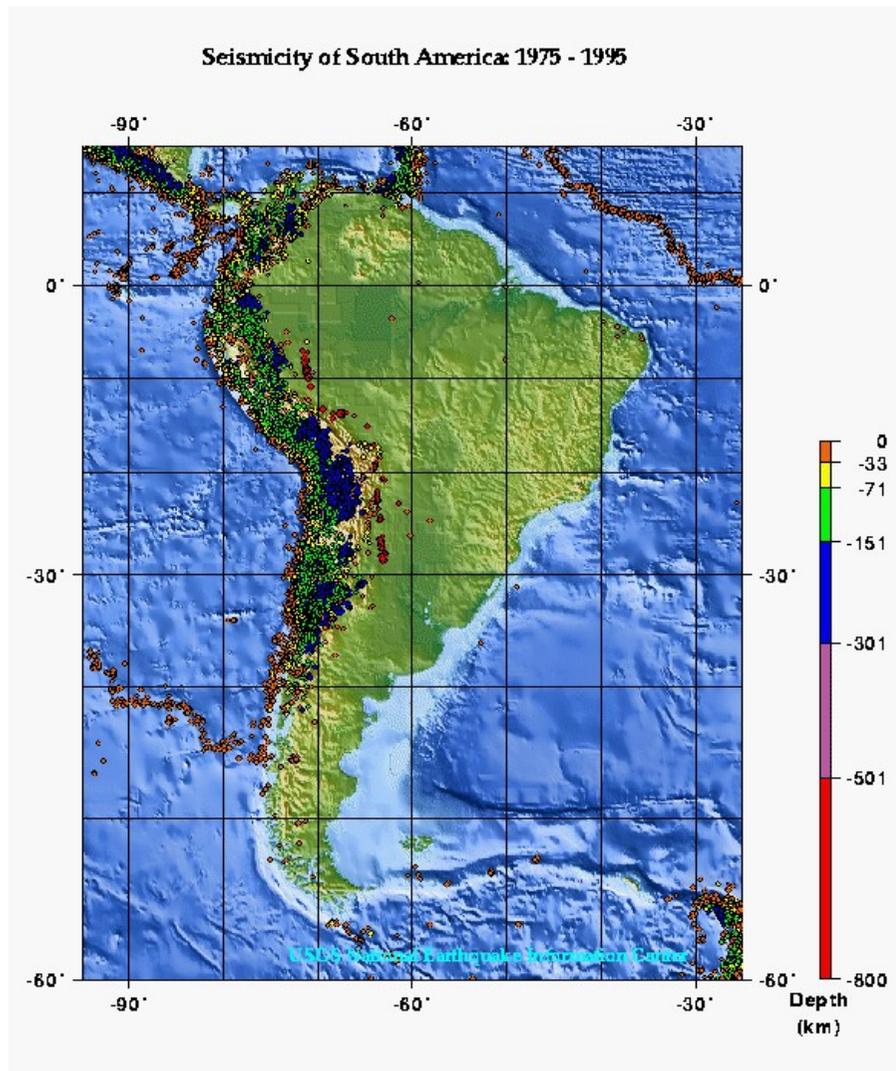


A distribuição dos terremotos

A implantação da rede mundial de sismógrafos (para detectar explosões nucleares clandestinas) trouxe grande avanço no conhecimento da distribuição dos abalos sísmicos.



A distribuição dos terremotos



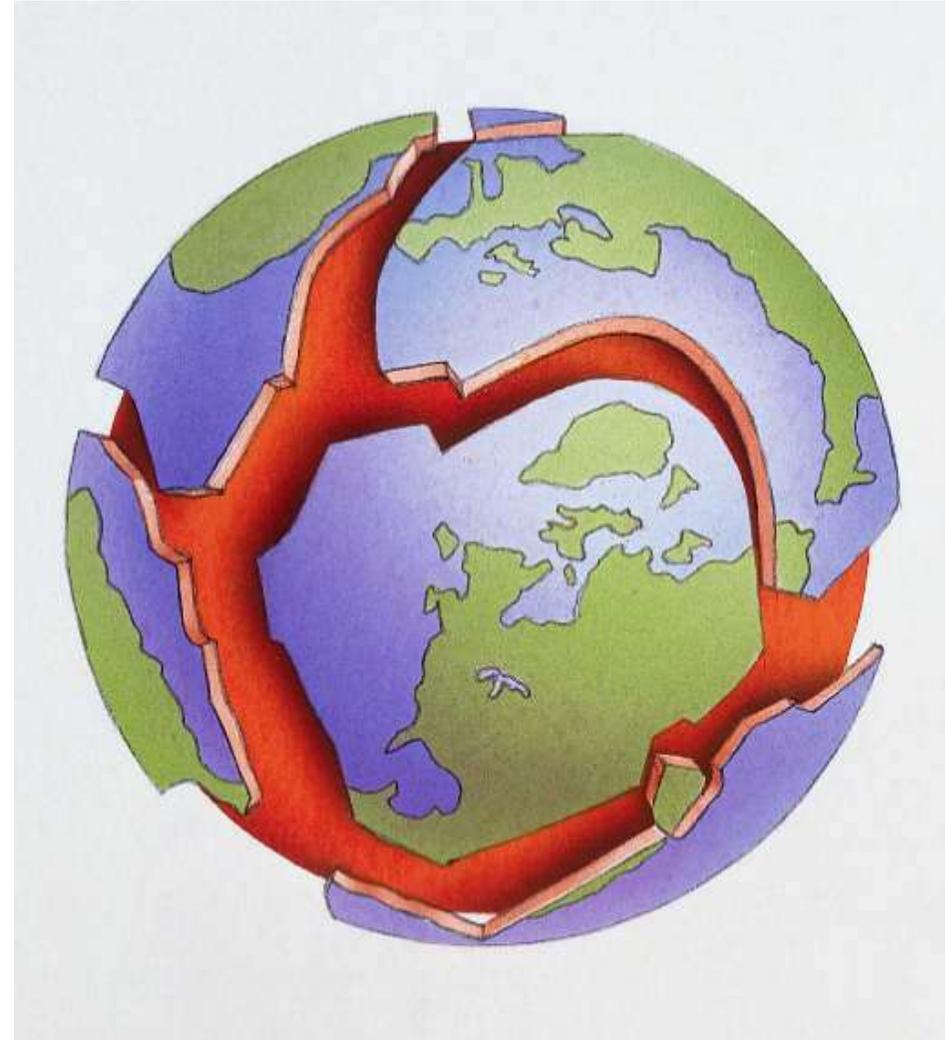
A distribuição dos terremotos

A camada superficial do planeta parecia então, apresentar grandes zonas de fraqueza, onde havia a concentração de sismos e a criação de nova crosta pela saída do material subjacente.



O problema do modelo

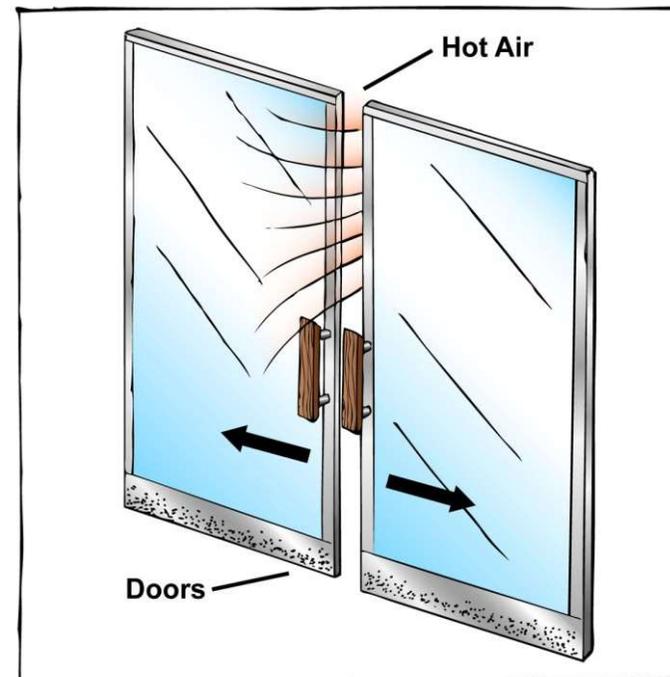
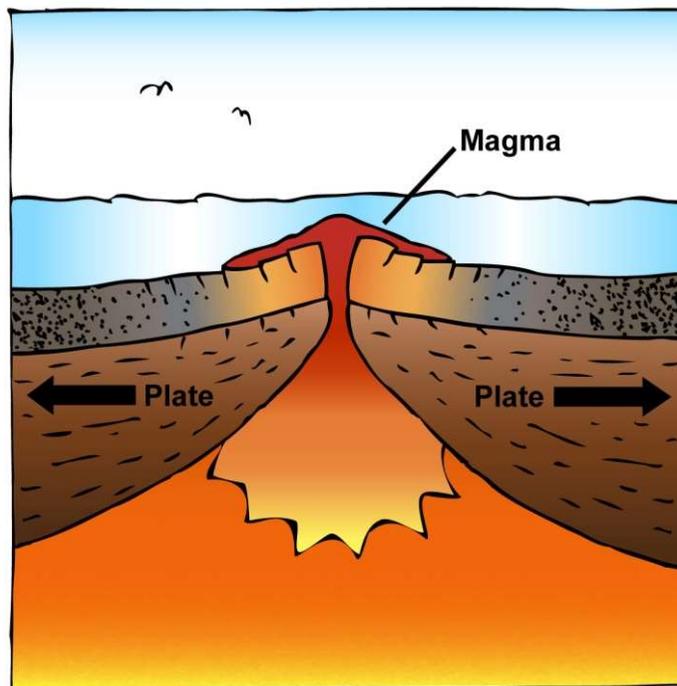
Se nas dorsais oceânicas havia contínua criação de placas, e não havia evidência de que a Terra estivesse aumentando de tamanho, em algum lugar deveria estar havendo o consumo das placas.



A solução do problema

Com estes dados, o quadro mostrava-se completo:

Nas dorsais oceânicas, havia a criação de crosta* por acreção de material do manto* às bordas das placas; esta construção de placas era evidenciada pela idade progressiva da placa ao se afastar da dorsal, ao padrão magnético e à concentração de terremotos nestas regiões.



A solução do problema

Convecção de calor no manto

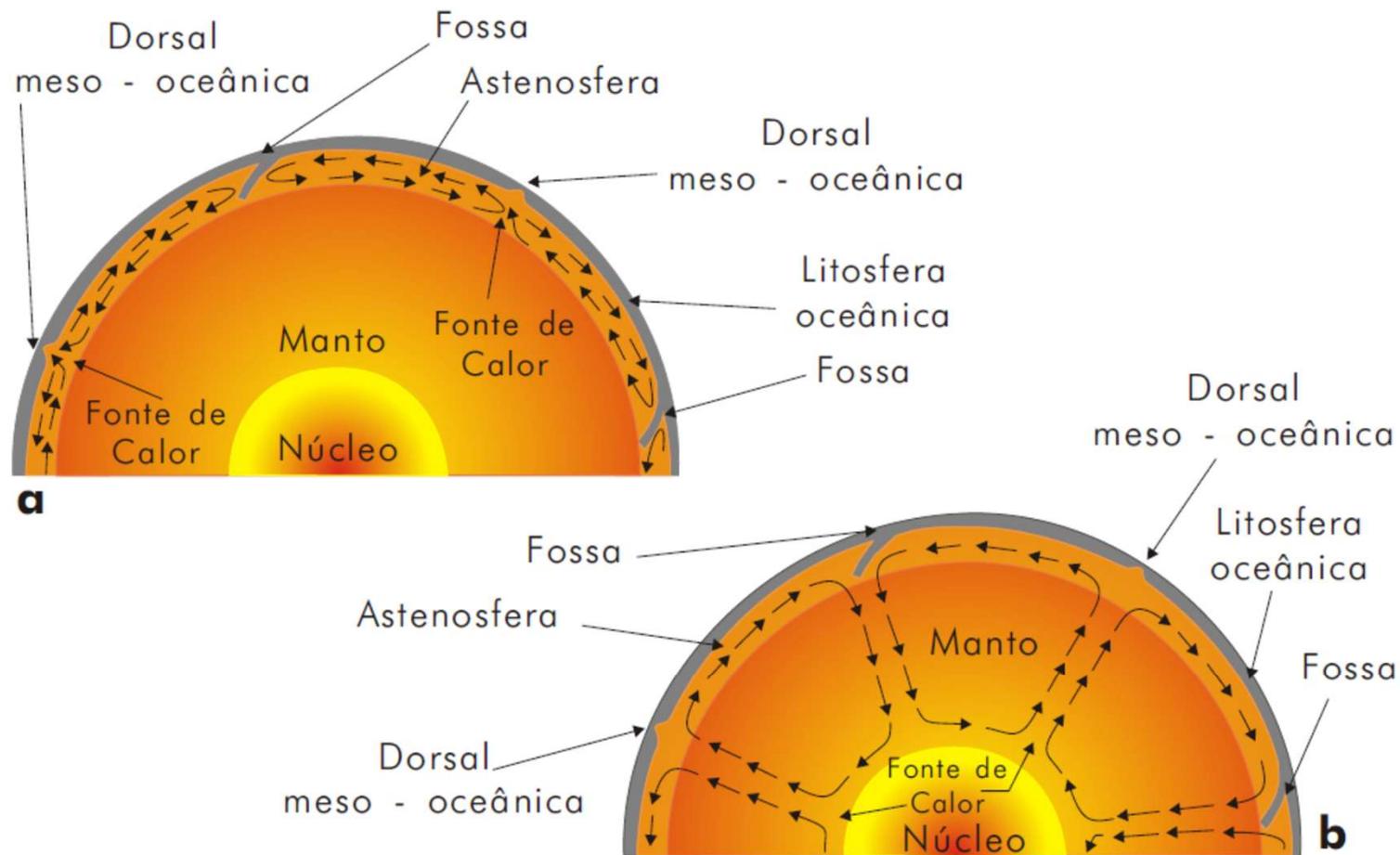


Fig. 6.6 Modelos sugeridos para mecanismos de correntes de convecção. a - Correntes de convecção ocorrendo somente na astenosfera. b - Correntes de convecção envolvendo todo o manto.

A solução do problema

Convecção de calor no manto

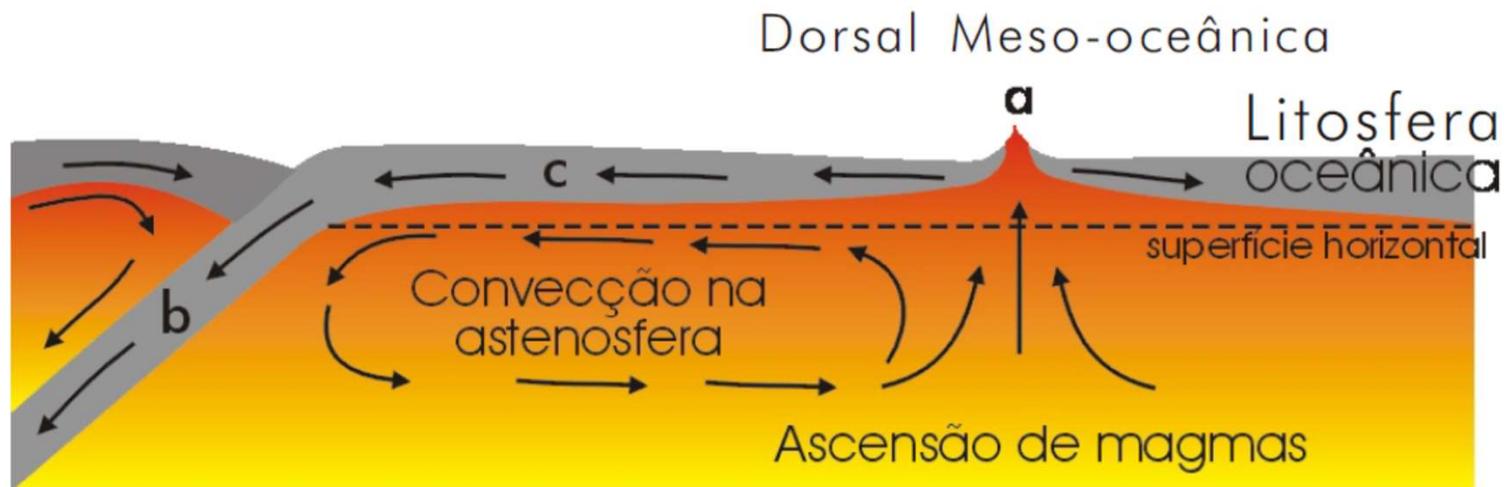
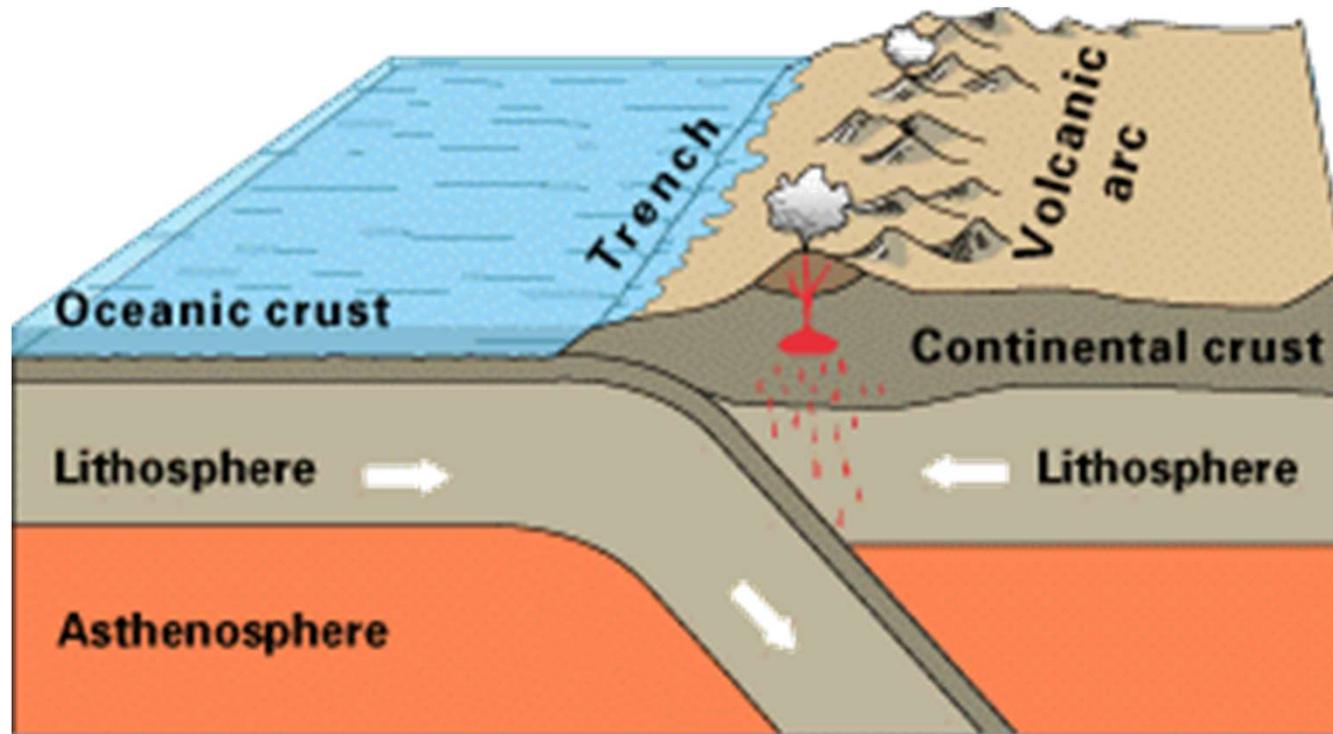


Fig. 6.7 Movimentação das Placas Tectônicas

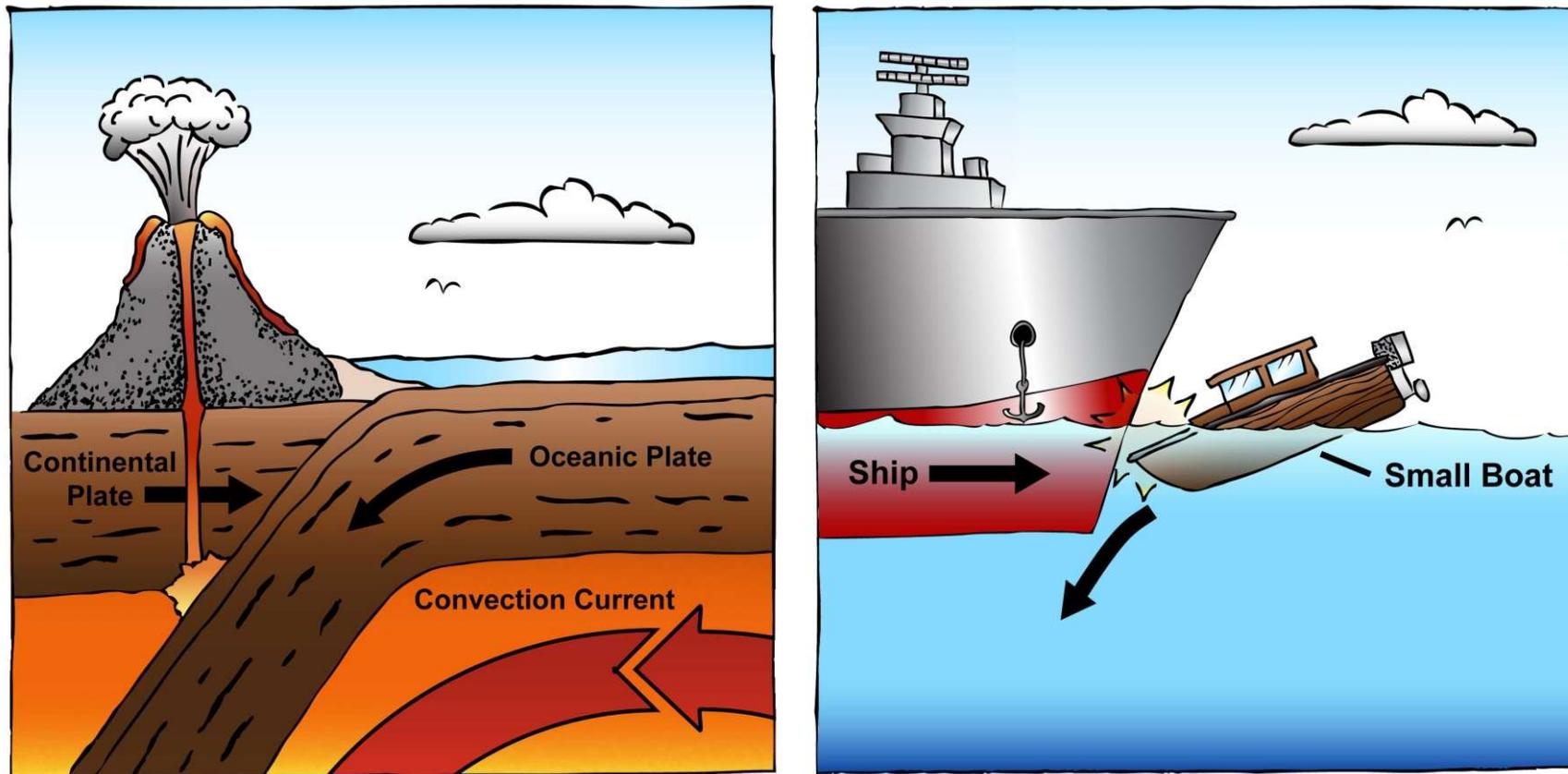
A solução do problema

Dois cientistas, Dietz e Hess, postularam que, nas trincheiras oceânicas (faixas estreitas muito profundas ao longo do cinturão do Pacífico), a crosta* oceânica estaria sendo consumida, em contraposição com a criação da crosta* nas dorsais oceânicas.



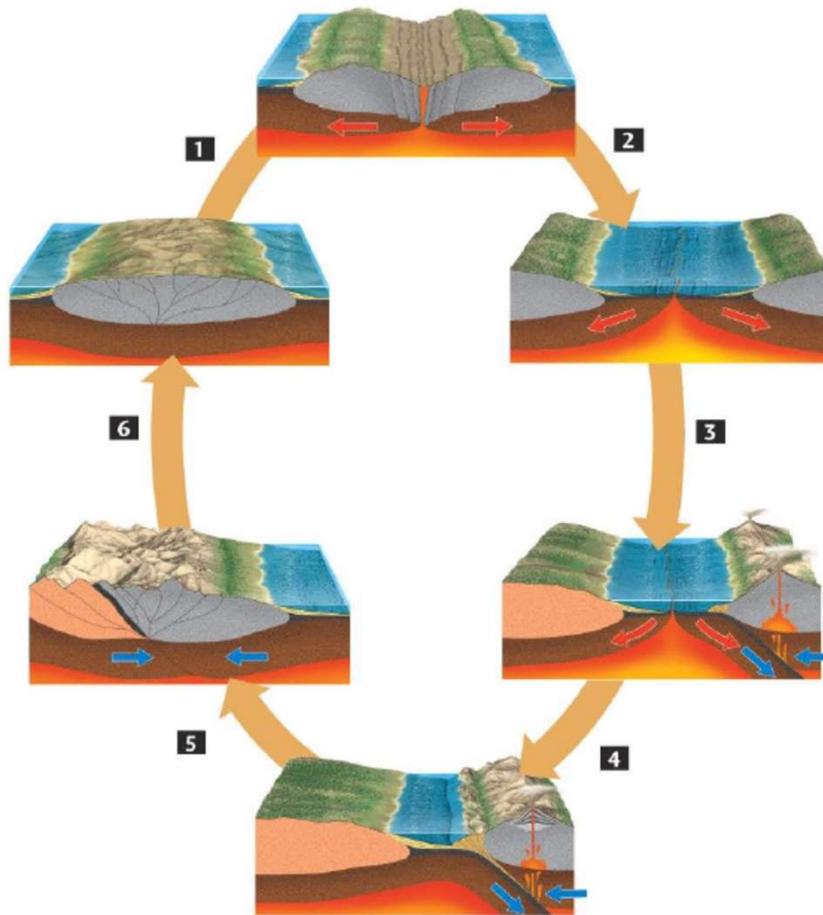
A solução do problema

Nas regiões de trincheira, uma porção da camada superior da Terra estaria afundando sob a vizinha, com terremotos e vulcanismo na borda.



O Ciclo de Wilson

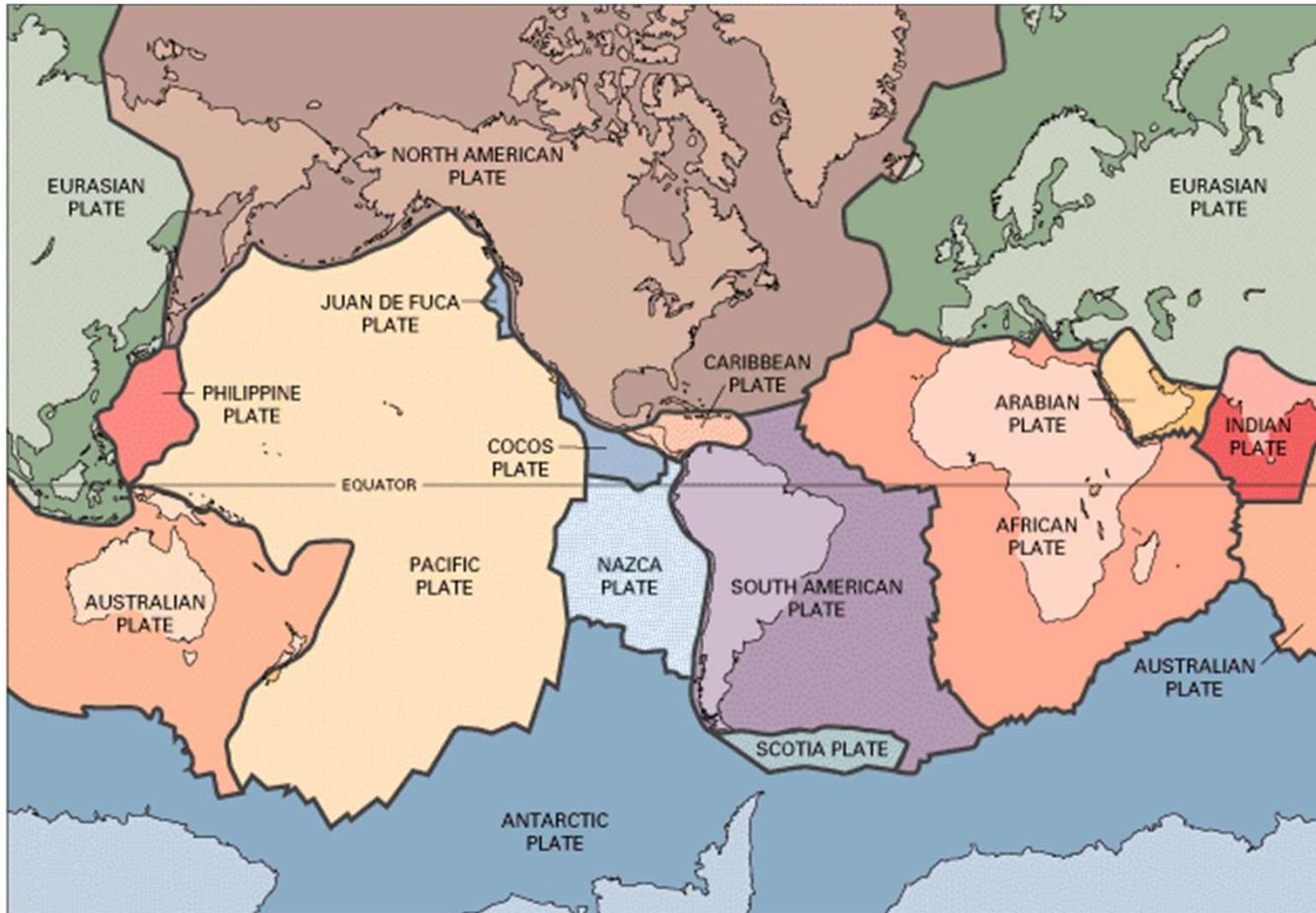
Tectônica de Placas: Ciclo de Wilson



- Processo de abertura e fechamento de oceanos
- 6 estágios:
- embrionário (rift)
- juvenil: formação de crosta oceânica
- maduro: oceano bem desenvolvido
- declínio: início da subducção
- terminal: subducção da dorsal
- final (sutura): colisão continental

Tectônica de Placas

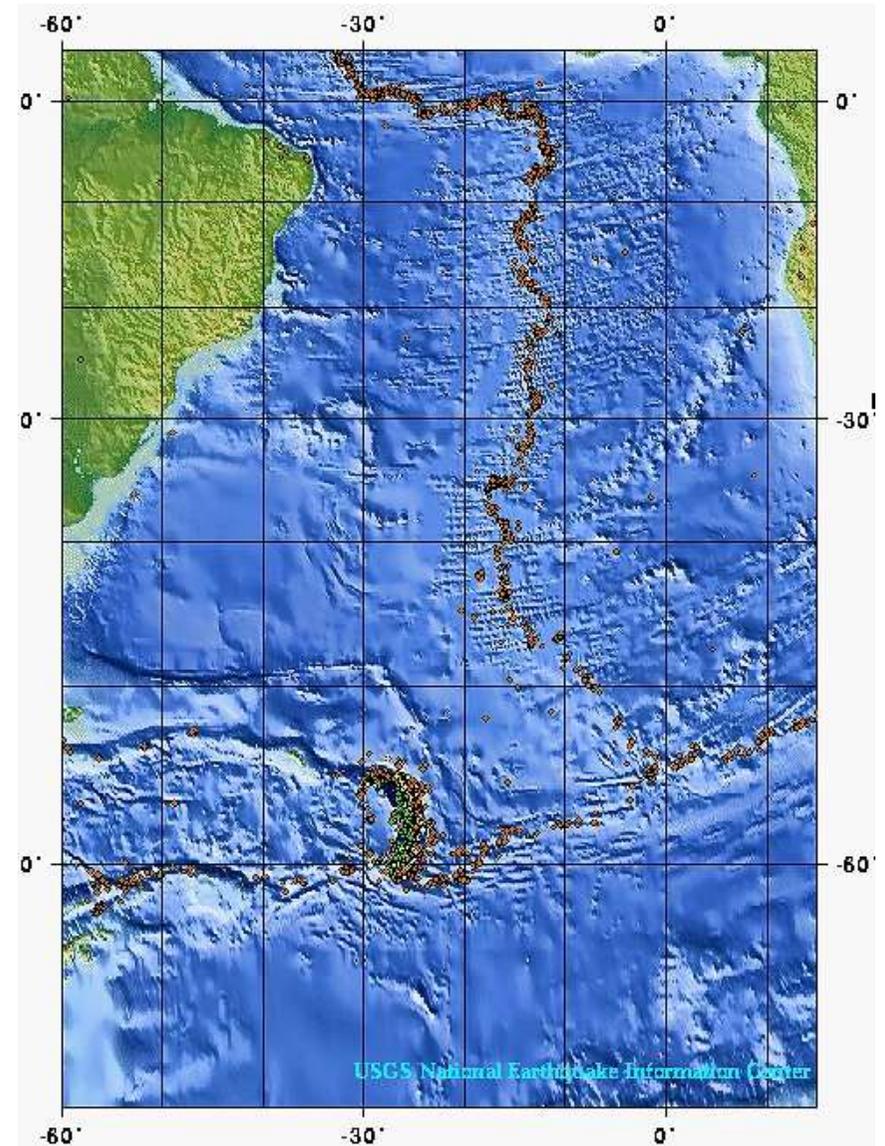
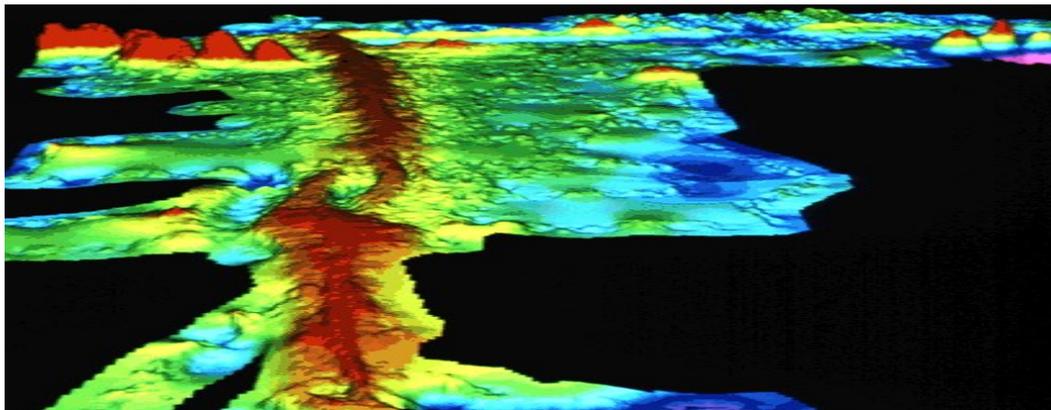
A camada superficial da Terra está dividida em grandes porções, que denominamos **PLACAS LITOSFÉRICAS**.



Tipos de bordas de placas

MARGENS DE DIVERGÊNCIA

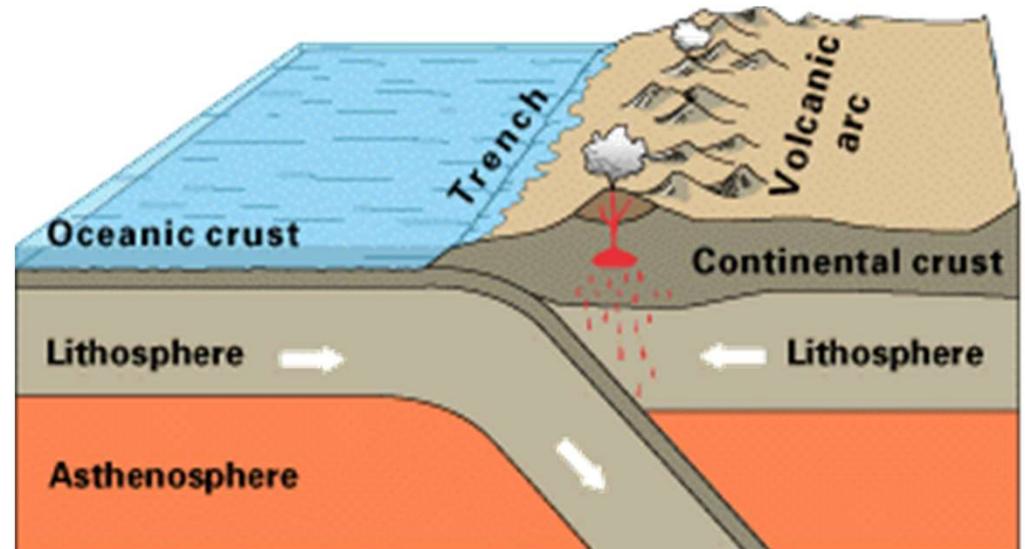
Nas dorsais oceânicas, há uma contínua separação entre duas placas, com acréscimo de material proveniente do manto às bordas das placas. É uma região de constante separação entre as placas, injeção de novo material e crescimento lateral das placas.



Tipos de bordas de placas

MARGENS DE CONVERGÊNCIA

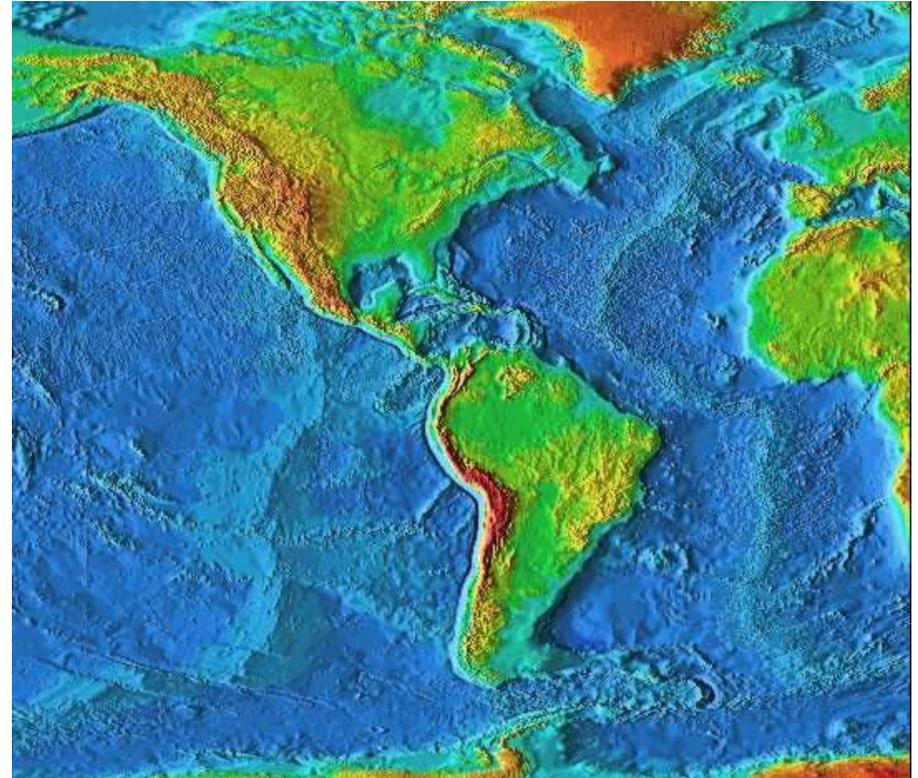
Local onde duas placas colidem, havendo a subducção de uma delas. A elas estão associados os sismos que ocorrem em trincheiras oceânicas profundas, arcos de ilhas e cinturões de montanhas.



Tipos de bordas de placas

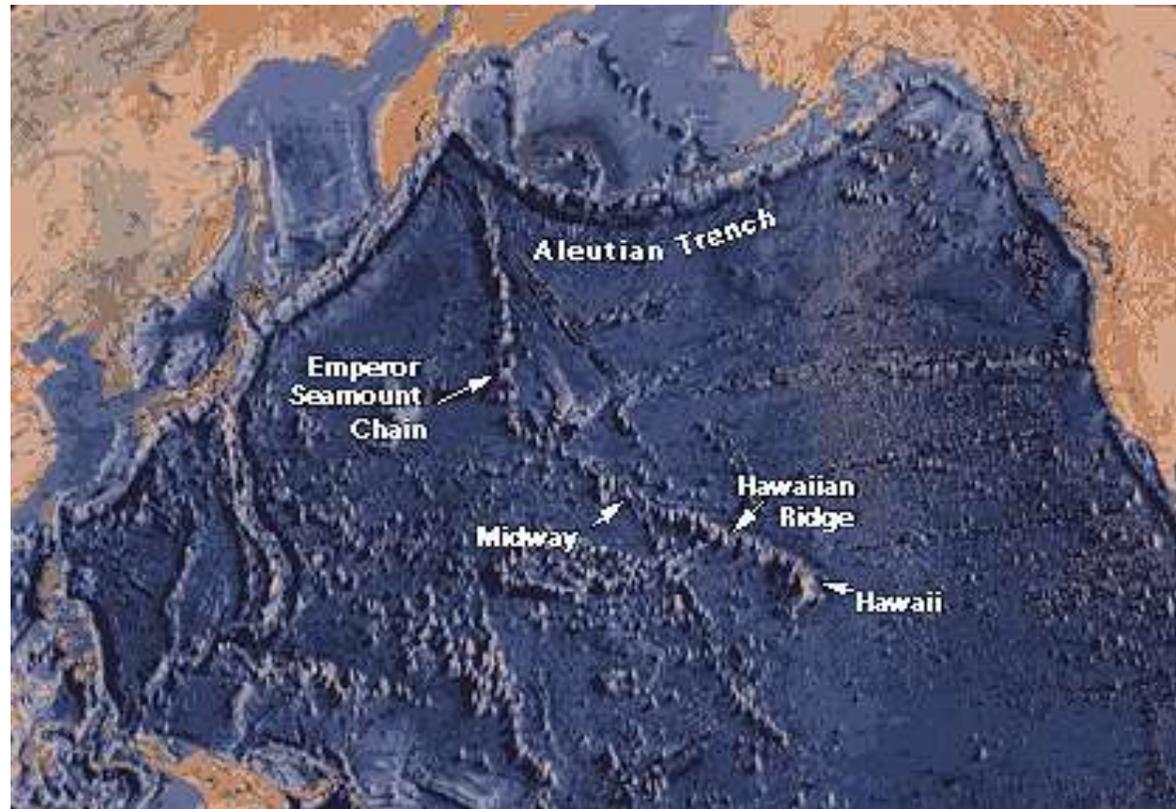
MARGENS DE CONSERVAÇÃO

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.



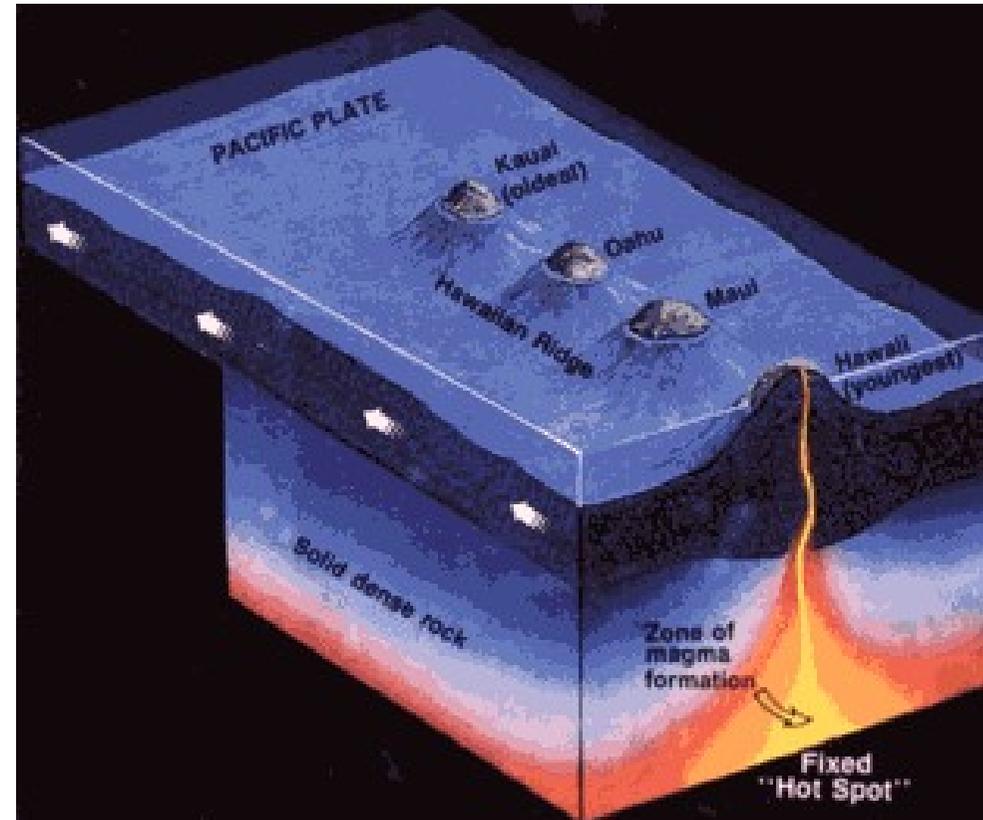
Os hot-spots

A maior parte do vulcanismo terrestre está associado aos processos que ocorrem nas bordas das placas. Alguns pontos específicos são exceção, como por exemplo, a cadeia vulcânica do Havaií.



Os hot-spots

Em 1963, Tuzo Wilson, que já havia descoberto as falhas transformantes, sugeriu um mecanismo para este vulcanismo que ocorria fora das regiões de bordas de placas. Ele notou que em certas regiões, o vulcanismo esteve ativo por um longo período de tempo, e sugeriu que deveria haver regiões pequenas, quentes e de longa duração - os pontos quentes (hot-spots).



Distribuição dos hot-spots

Vários hot-spots já foram identificados, a maioria no interior das placas. Os hot-spots devem ser a expressão de grandes “plumas” de material proveniente da interface manto/núcleo (camada D’), que atravessam todo o manto e atingem a superfície.

