

LABGESOL
Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Solos

Geologia

Aula 2

Tectônica de Placas

PROF. DR CARLOS AUGUSTO MACHADO
CURSO DE GEOGRAFIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

O conceito de Deriva Continental – movimentos de grande proporção sobre o globo – existe há muito tempo. No final do século XVI e no século XVII, cientistas europeus notaram o encaixe do quebra-cabeças das linhas costeiras em ambos os lados do Atlântico, como se as Américas, a Europa e a África tivessem estado juntas em uma determinada época e, depois, se afastado por deriva.

Final do século XIX, o geólogo austríaco Eduard Suess encaixou algumas das peças do quebra-cabeças e postulou que o conjunto dos continentes meridionais atuais formara, certa vez, um único continente gigante, chamado Terra de Gondwana (ou Gondwana).

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

Em 1915, **Alfred Wegner**, meteorologista alemão, escreveu um livro sobre a fragmentação e deriva dos continentes. Nele apresentou similaridades marcantes entre rochas, estruturas geológicas e os fósseis dos lados opostos do Atlântico.

Nos anos seguintes Wegener postulou um supercontinente, que denominou de **Pangéia** (do grego: “todas as terras”), que se fragmentou nos continentes como conhecemos hoje.

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

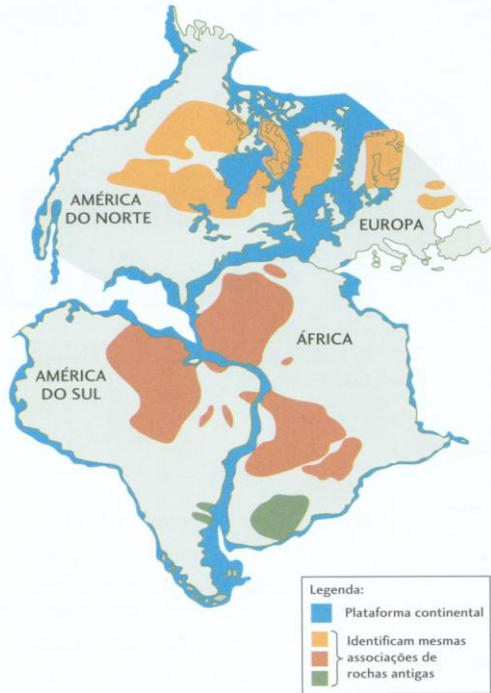


Figura 2.1 Os encaixes do quebra-cabeça dos continentes que bordejam o Oceano Atlântico construídos com base na teoria da deriva continental de Alfred Wegener. Em seu livro *The Origin of Continents and Oceans*, Wegener citou como evidência adicional a similaridade de feições geológicas nos lados opostos do Atlântico. O encaixe de rochas cristalinas muito antigas é mostrado em regiões adjacentes da América do Sul e da África, e da América do Norte e da Europa. [Encaixe geográfico a partir dos dados de E. C. Bullard; dados geológicos de P. M. Hurley]

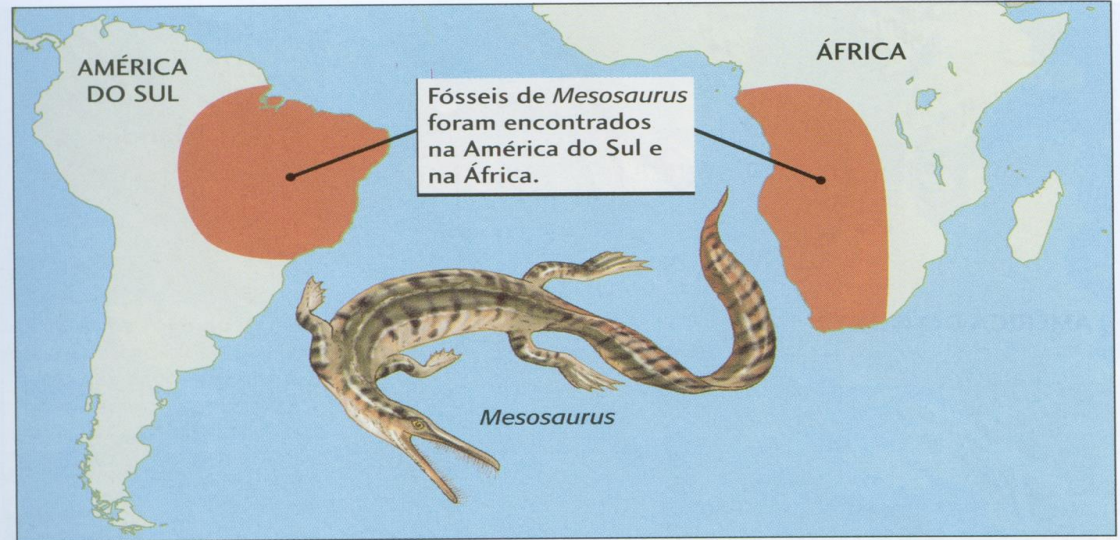


Figura 2.2 Fósseis do réptil *Mesosaurus*, com idade de 300 milhões de anos, foram encontrados apenas na América do Sul e na África. Se o *Mesosaurus* pudesse atravessar o Oceano Atlântico Sul nadando, ele poderia ter cruzado outros oceanos e se espalhado mais amplamente. O fato de ele não ter se espalhado sugere que a América do Sul e a África estavam conectadas naquele tempo. [Fonte: A. Hallam, "Continental Drift and the Fossil Record", *Scientific American* (November 1972): 57-66]

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas



Figura 3. O Cinturão Orogênico Terra Australis, que se desenvolveu na borda oeste e sul do Gondwana. Seu desenvolvimento começou no Cambriano em algumas partes e se estendeu até o Triássico, quando se formou Pangea. Em verde-claro, estão representados os domínios formados nos ciclos Brasiliano, Panafricano e equivalentes de outros continentes; em laranja, os continentes; em amarelo, as porções continentais submersas. (Mapa base modif. de Witt et al. 1999; Cinturão Terra Australis modif. de Cawood 2005)

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

Pontos fracos da teoria de Wegener: não explicava convincentemente qual (is) mecanismo seria o responsável pelo deslocamento das grandes massas continentais.

A ruptura veio quando os cientistas deram-se conta de que a convecção do manto da Terra poderia empurrar e puxar os continentes à parte, formando uma nova crosta oceânica por meio do processo de **expansão do assoalho oceânico**.

Em 1928, o geólogo britânico Arthur Holmes propôs: “as correntes de convecção do manto arrastaram as duas metades do continente original à parte, com conseqüente formação de montanhas na borda onde as correntes estão descendo e desenvolvimento de assoalho oceânico no lugar da abertura”.

Modelo das células de convecção do Manto

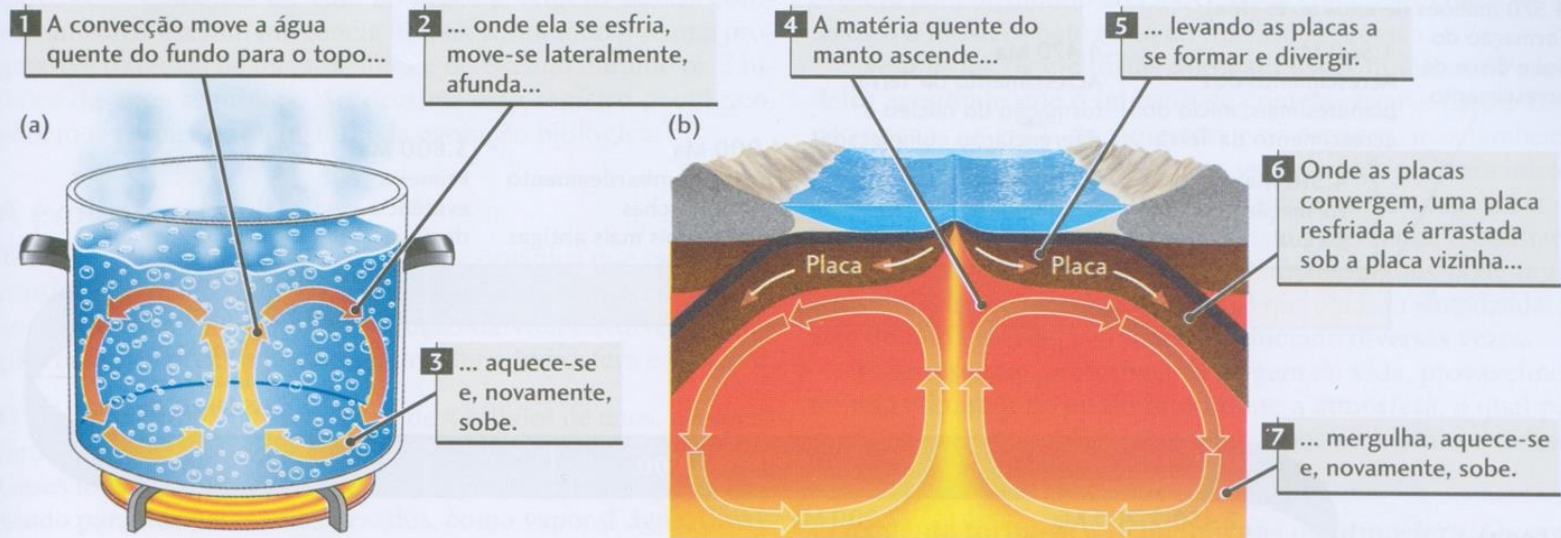


Figura 1.11 (a) A água fervendo é um exemplo familiar da convecção. (b) Uma visão simplificada das correntes de convecção no interior da Terra.

Expansão do Assoalho Oceânico

As evidências convincentes começaram a emergir como resultado da intensa exploração do fundo oceânico a partir da II Guerra Mundial (**Técnicas de batimetria**). O mapeamento da Dorsal Mesoatlântica submarina e a descoberta do vale profundo na forma de fenda , ou rifte, estendendo-se ao longo de seu centro, despertaram muitas especulações.

A grande síntese

- Alguns cientistas acreditavam que a Terra expandia ou que o Assoalho Oceânico era reciclado.

No início da década de 1960, **Harry Hess**, da Universidade de Princeton e **Robert Dietz**, da Instituição Scripps de Oceanografia, propuseram que a crosta separa-se ao longo de riftes nas dorsais mesoceânicas e que o novo fundo oceânico forma-se pela ascensão de uma nova crosta quente nessas fraturas.

Atualmente a movimentação das placas é feita por satélites.

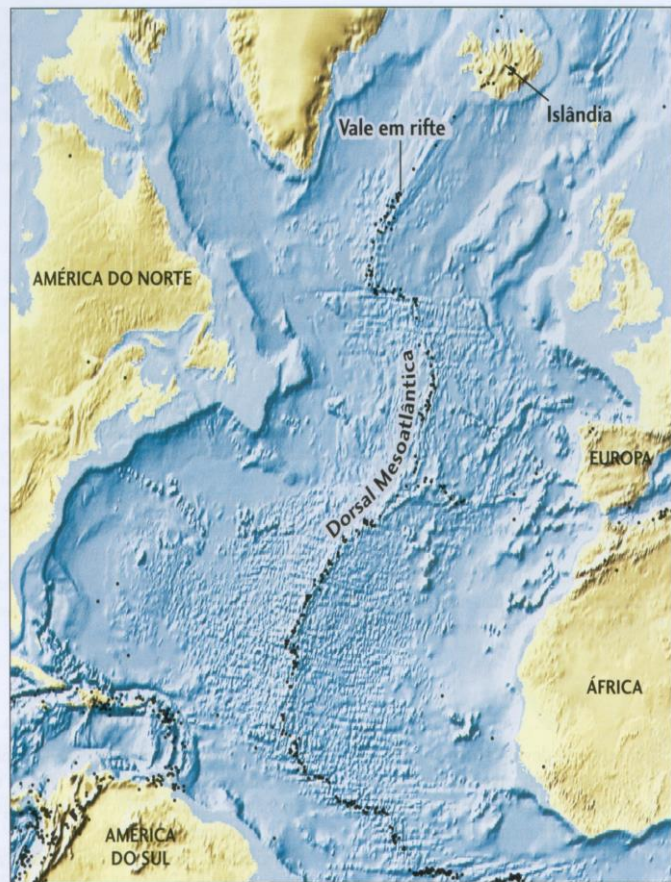


Figura 2.3 O assoalho oceânico do Atlântico Norte, mostrando os vales em rifte em forma de fendas ao longo do centro da Dorsal Mesoatlântica e os terremotos associados (pontos pretos).

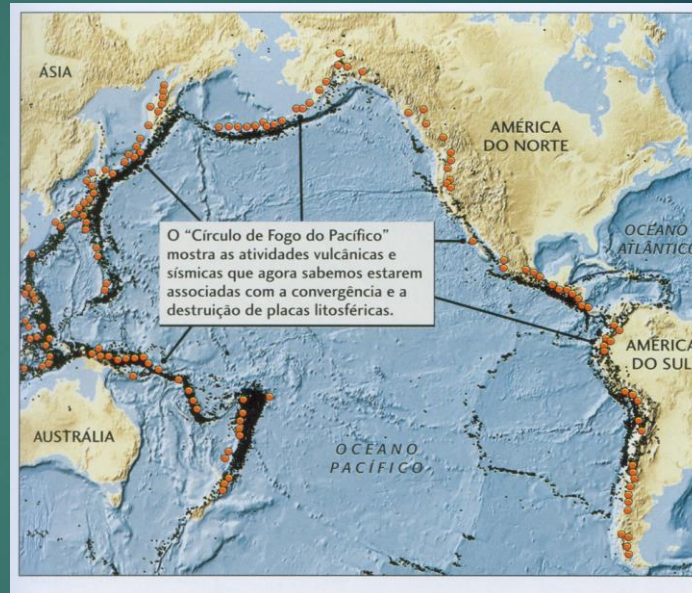


Figura 2.4 O Círculo de Fogo do Pacífico, mostrando os vulcões ativos (círculos vermelhos grandes) e terremotos (círculos pretos pequenos).

O mosaico de placas

Em 1965, o geólogo canadense **J. Tuzo Wilson** descreveu, pela primeira vez, a tectônica em torno do globo em termos de “placas” rígidas movendo-se sobre a superfície terrestre.

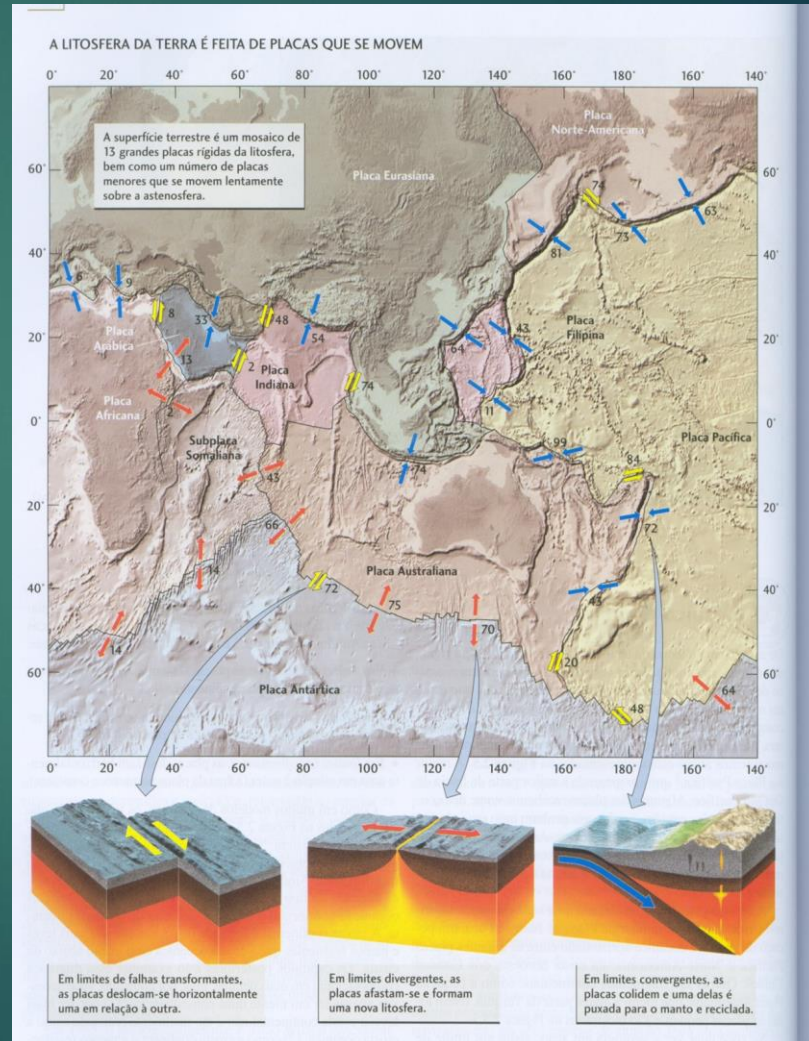
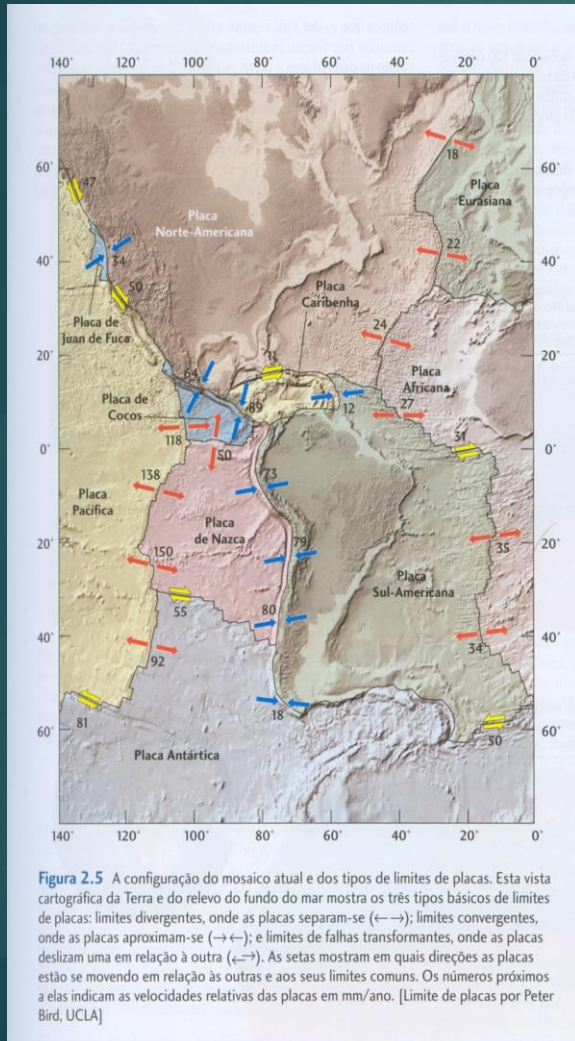
Ele caracterizou os três tipos básicos de limites onde as placas separam-se, aproximam-se ou deslizam lateralmente uma em relação à outra.

Os três tipos básicos de placas são:

- a) Em **limites divergentes**, as placas afastam-se e uma nova litosfera é criada;
- b) Em **limites convergentes**, as placas juntam-se e uma delas é reciclada, retornando ao manto;
- c) Em **limites transformantes**, as placas deslizam horizontalmente uma em relação à outra.

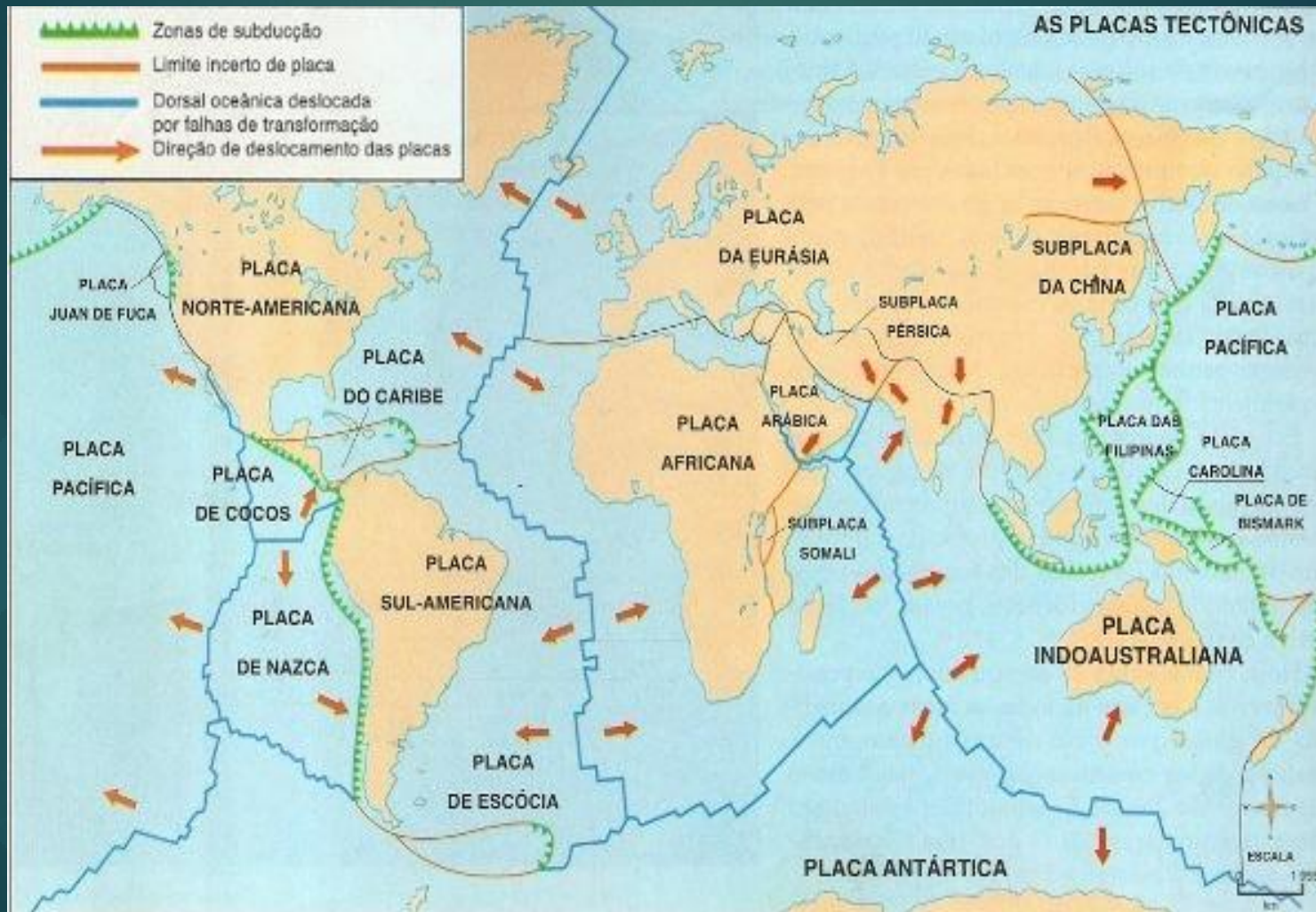
GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas



GEOLOGIA

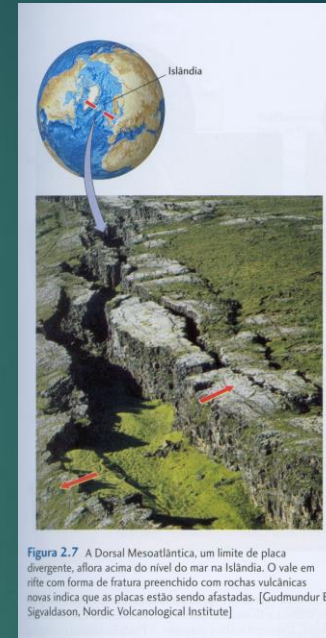
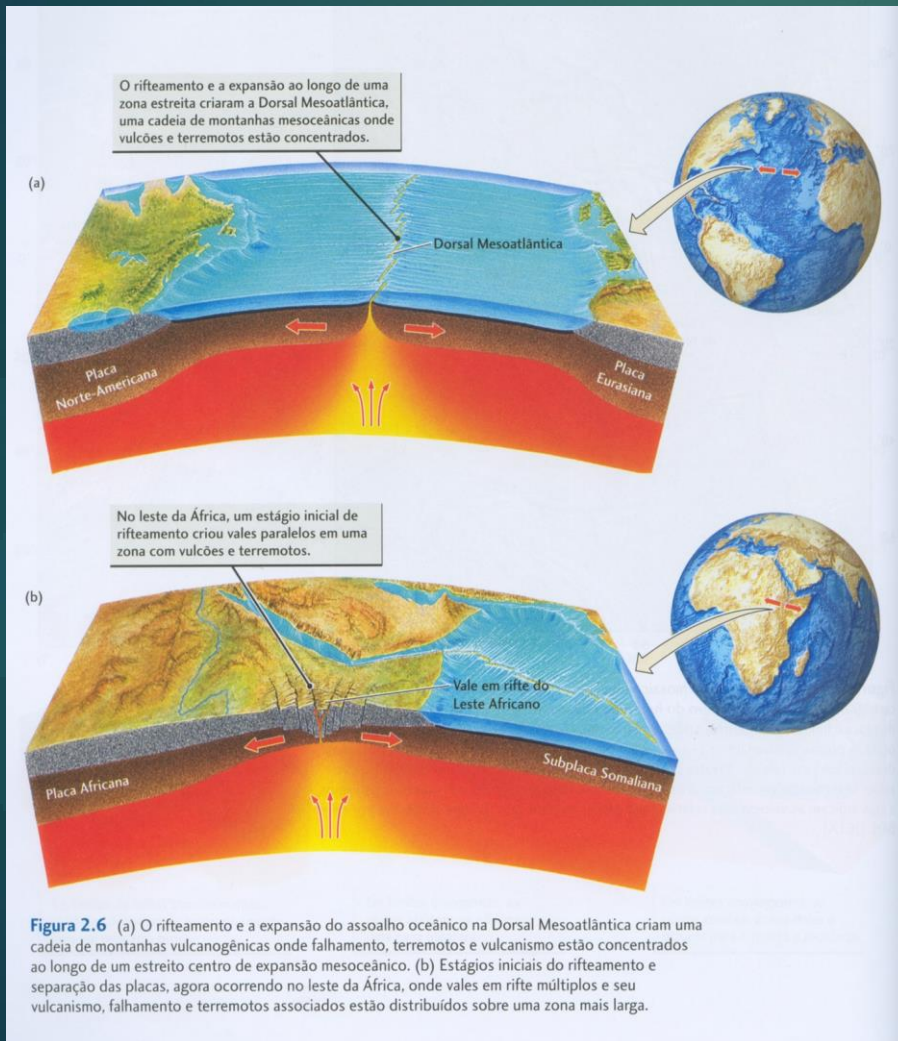
Aula 2 – Tectônica de Placas



GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

Limites divergentes



GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

56 | Para Entender a Terra

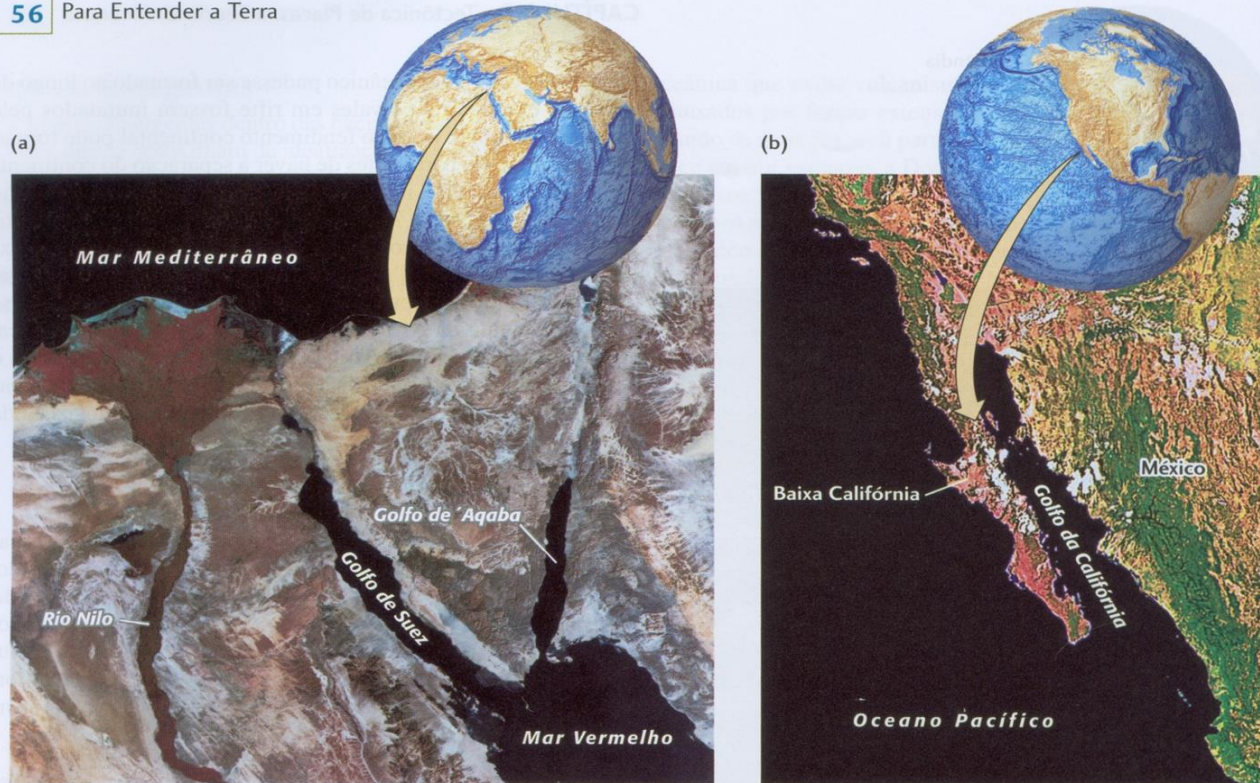


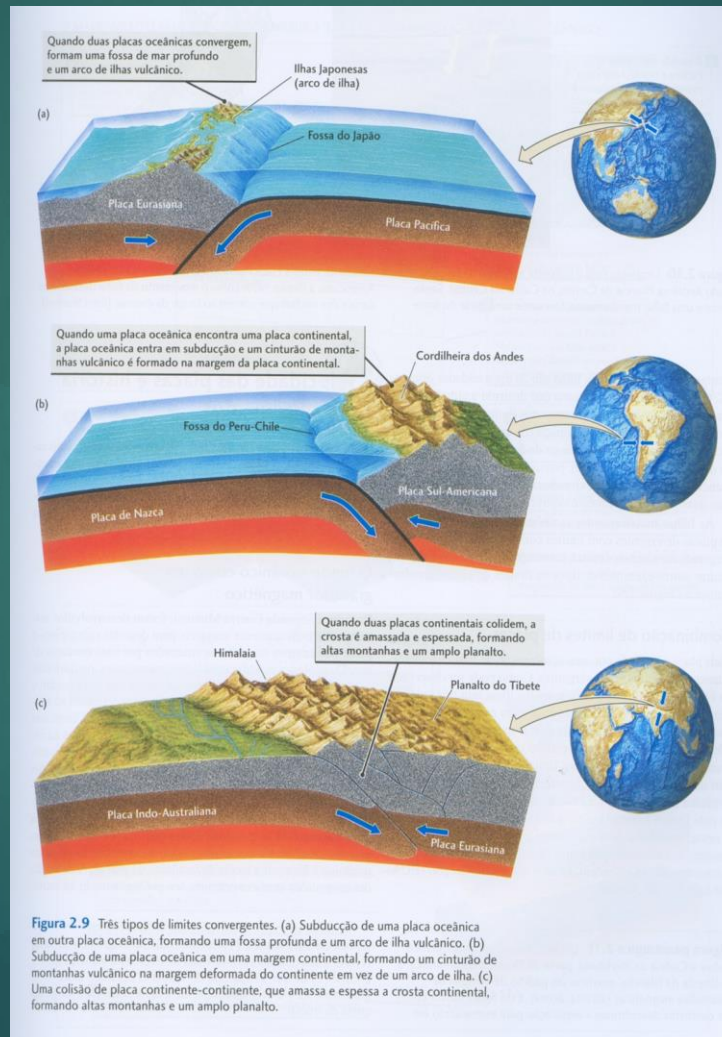
Figura 2.8 (a) O Mar Vermelho (*direita, abaixo*) divide-se para formar o Golfo de Suez, à esquerda, e o Golfo de 'Aqaba,¹⁰ à direita. A Península Arábica, à direita, ao separar-se da África, à esquerda, abriu esses grandes riftes, que agora foram inundados pelo mar. O Rio Nilo (*extrema esquerda*) flui para o norte no Mar

Mediterrâneo (*topo*). [Earth Satellite Corporation] (b) O Golfo da Califórnia, um oceano em processo de abertura resultante do movimento da placa, marca um rifte que está sendo alargado entre a Baixa Califórnia e o México. [Worldsat International/Photo Researchers]

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

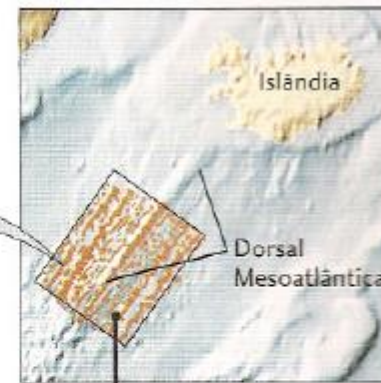
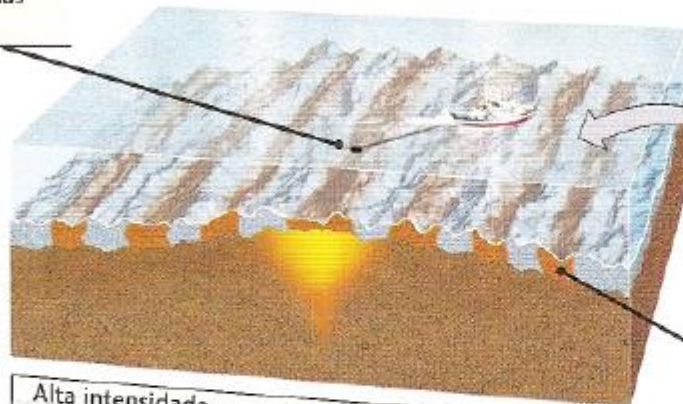
Limites convergentes



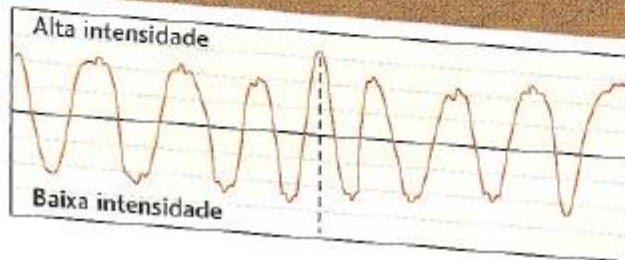
GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

1 Um navio rebocando um sensível magnetômetro registrou as anomalias magnéticas...



2 ... alternando bandas de magnetismo alto e baixo.



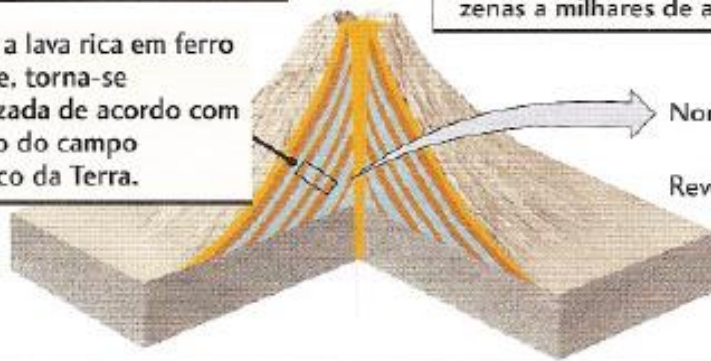
3 As bandas mostraram-se aproximadamente simétricas em ambos os lados da Dorsal Mesoatlântica. Mas qual é o significado dessas anomalias? Os vulcões forneceriam uma dica.

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

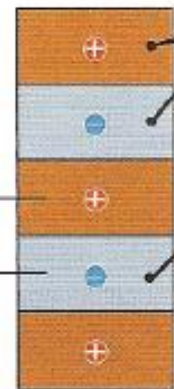
4 Os cientistas, estudando lavas vulcânicas, também observaram anomalias magnéticas.

5 Quando a lava rica em ferro resfria-se, torna-se magnetizada de acordo com a direção do campo magnético da Terra.



6 O campo magnético terrestre reverte sua direção em intervalos de dezenas a milhares de anos.

Normal
Reversa



7 As camadas "lembram" o campo magnético (magnetização termorremanescente).

8 As camadas mais antigas (mais profundas) preservam a direção do campo magnético na época do resfriamento: um registro magnético congelado no tempo.

9 Os cientistas concluíram que as camadas de lava eram o registro do campo magnético da Terra congelado no tempo.

Sismos no Brasil



Figura 31. Mapa de epicentros de sismos no Brasil e adjacências. Os círculos de tamanhos diferentes indicam os erros de localização do epicentro. (Modif. de IAG 2011. Disponível em <<http://moho.iag.usp.br/i3geo/aplicmap/geral.htm?94d59439e855bdfa899d9deba215018e>>)

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

FORMAÇÃO DA PANGÉIA

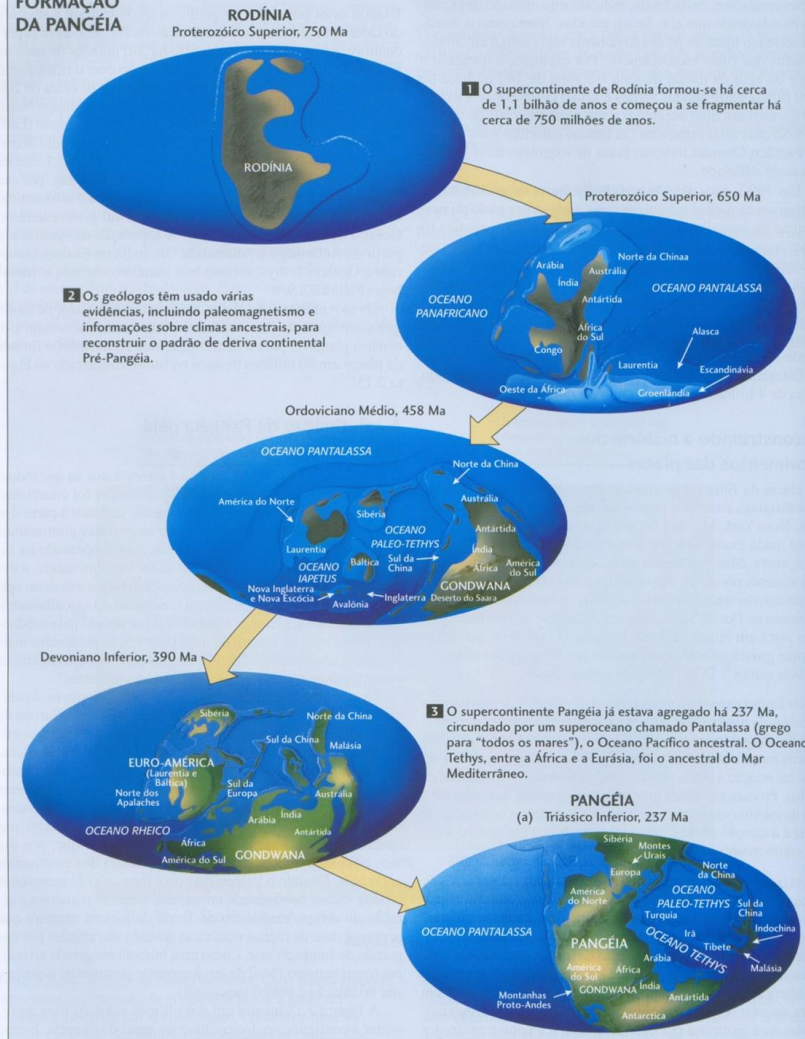


Figura 2.15 A formação e fragmentação da Pangéia, desde 750 milhões de anos atrás até 50 milhões de anos depois. [Mapa paleogeográfico por Christopher R. Scotese, 2003. Projeto PALEOMAPA (www.scotese.com)]

GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas

A FRAGMENTAÇÃO DA PANGÉIA

(b) Jurássico Inferior, 195 Ma



4 A fragmentação da Pangéia foi assinalada pela abertura de riftes a partir dos quais lavas extravasaram. Assembléias de rochas relictuais desse grande evento podem ser encontradas hoje como rochas vulcânicas de 200 milhões de anos desde a Nova Escócia até o Norte da Carolina e nas escarpas das Palisades, ao longo do Rio Hudson. Essas rochas nos dizem que a fragmentação e o início da deriva ocorreram há cerca de 200 Ma.

5 Há cerca de 150 Ma, a Pangéia estava nos seus estágios iniciais de fragmentação. O Oceano Atlântico abriu-se parcialmente, o Oceano Tethys contraiu-se e os continentes do Norte (Laurásia) tinham sido todos separados daqueles do Sul (Gondwana (Índia, Antártida e Austrália) começou a separar-se da África.

(c) Jurássico Superior, 152 Ma



(d) Cretáceo Superior e Terciário Inferior, 66 Ma



6 Há 66 Ma, a costa do Atlântico Sul abriu-se e alargou-se, Madagascar separou-se da África e Índia estava no seu caminho em direção ao Norte e à Ásia. O Tethys estava se fechando de modo a formar um mar intracontinental, o Mediterrâneo. Depois de cerca de 135 Ma de deriva, a configuração moderna dos continentes tornou-se discernível. Os pontos vermelhos marcam o local do impacto do bólido que causou a extinção dos dinossauros e muitas outras formas de vida.

O MUNDO MODERNO E FUTURO

(e) MUNDO MODERNO



7 O mundo moderno foi configurado durante os últimos 65 Ma. A Índia colidiu com a Ásia, terminando a sua viagem através do oceano, e ainda está sendo empurrada em direção ao Norte, na Ásia. A Austrália separou-se da Antártida.

(f) Próximos 50 Ma, no futuro



Velocidade das placas e história dos movimentos

Campo magnético

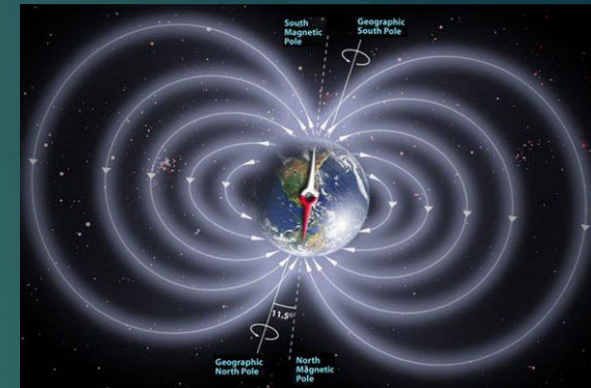
A hipótese mais aceita diz que o campo magnético terrestre se origina das intensas correntes elétricas que circulam seu interior e não da existência de grande quantidade de ferro magnetizado também em seu interior.

Anomalias magnéticas

Em algumas áreas, o campo magnético alterna valores altos e baixos dispostos em bandas longas e estreitas no fundo do oceano

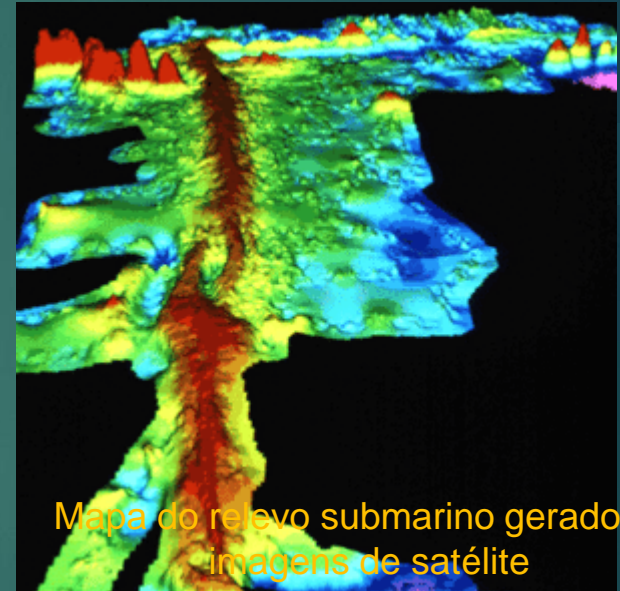
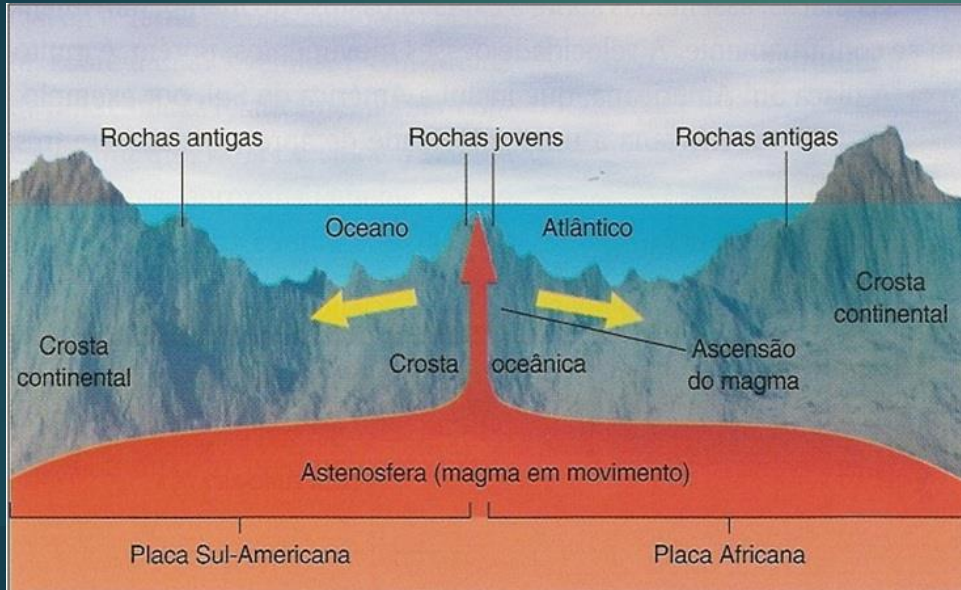
O magnetismo terrestre auxilia na compreensão da movimentação dos continentes.

Outros métodos: medições pela astronomia
GPS (Geographic Position System ou sistema de posições geográficas)



GEOLOGIA

Aula 2 – Tectônica de Placas



Mapa do relevo submarino gerado por imagens de satélite

Fragmentação da Pangéia

- Laurásia: área norte e Gondwana: parte sul
- Montes Apalaches e montes Urais montanhas mais antigas 1.1 bilhão de anos.

Convecção do manto

Modelos alternativos de explicação da movimentação de placas

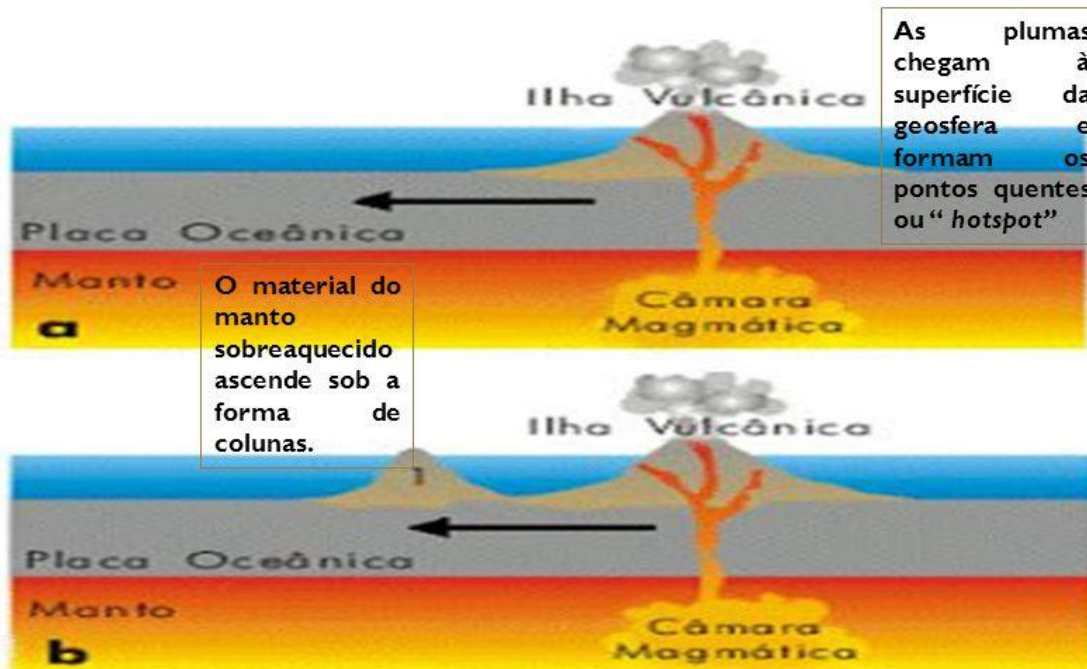
- Força gravitacional atuando nas placas mais antigas e pesadas.
- Pangéia atuando como um isolante e o magma criando protuberância sob os continentes com soerguimento de área

Convecção total do manto e convecção estratificada

Pluma do manto

- Intrusão do magma no centro das placas responsáveis por grandes derrames de lavas.

PONTO QUENTE / PLUMA TÉRMICA



- No interior de placas continentais ou de placas oceânicas, na zona dos **pontos quentes** forma-se magma.