

# **GEOTECTÔNICA**

# **TECTÔNICA GLOBAL**

**Prof. Eduardo Salamuni**

**AULA 5: O CICLO DE WILSON**  
**MOTOR**  
**CICLOS TECTÔNICOS**

# CICLO DE WILSON

## 1. Histórico

- John Tuzo Wilson (1965), defensor da teoria de expansão e contração do planeta, ao estudar o crescimento da crosta oceânica na Islândia comprovou a hipótese da expansão do assoalho oceânico.
- Wilson propôs um ciclo de surgimento e destruição da crosta oceânica, que foi denominado de **Ciclo de Wilson**.

## 2. Introdução

- A teoria da Tectônica de Placas admite uma abertura inicial e posterior fechamento de oceanos, com rompimentos, separação e justaposição de massas continentais, ao longo do tempo geológico.
- As etapas deste processo constituem o **Ciclo de Wilson**, que congrega seis estágios, dos quais os três primeiros correspondem aos estágios de **soerguimentos-rifteamentos-deriva** ("uplift-rift-drift") e os três últimos as etapas de **fechamento do oceano** e **aproximação de massas continentais**.

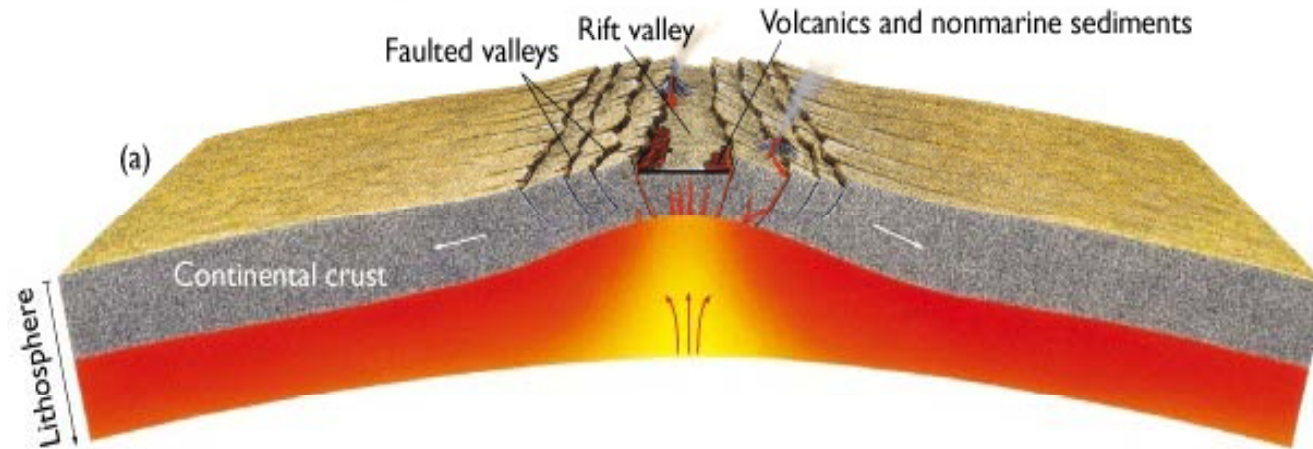
### 3. Os Seis Estágios

#### a. Estágio Embrionário (Ex. Leste Africano)

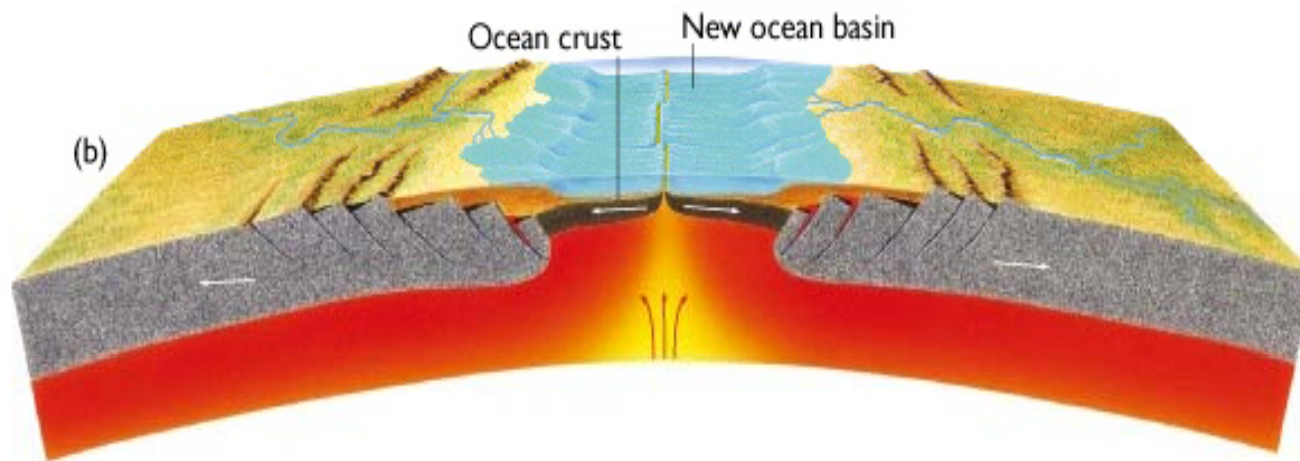
- Há adelgaçamento e soerguimento da litosfera por efeito de anomalias térmicas do manto, com subida das isothermas
- O regime distensivo que se instala possibilita intrusões e erupções de magmas alcalinos e acarreta rifteamento.
- Formam-se grábens simétricos ou assimétricos e o rifte ocorre a partir do trecho mais soerguido, segundo três direções, configurando as **junções tríplexes** de tipo **R-R-R** (**rifte-rifte-rifte**).

## **b. Estágio Juvenil** (Ex. Mar Vermelho)

- Ocorre a fragmentação da massa continental mediante coalescência das falhas geradas por *hot spots*
- Há separação das porções continentais, formação da dorsal oceânica e começo dos processos de expansão do oceano por acreção
- A heterogeneidade de expansão do fundo oceânico origina as zonas transformantes. Os riftes podem não se abrir por igual, aparecendo combinações **D-D-D** e **D-D-R** (**D= dorsal; R= rifte abortado**, que é chamado **aulacógeno**).



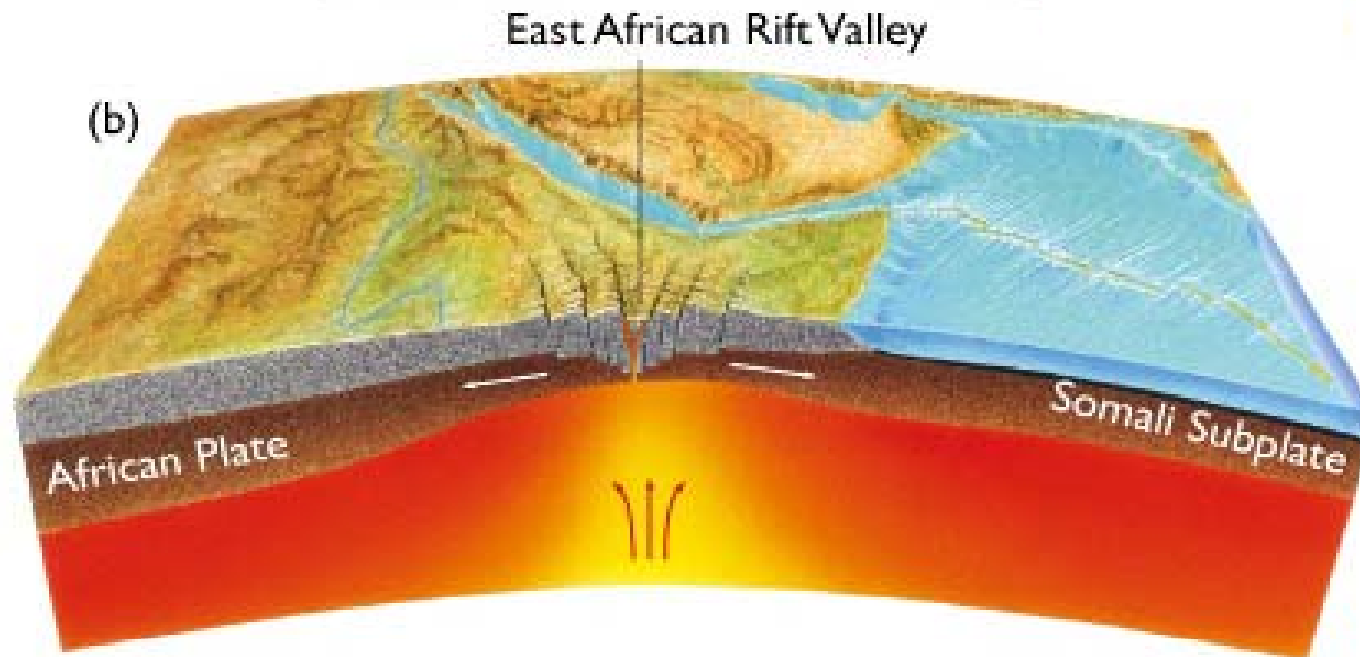
### Formação de um rifte no interior do continente



**Resfriamento e subsidência de margem rifteada permitem depósitos sedimentares**

Fonte: Para entender a Terra (Press et al., 2006) Bookman – 4ª ed.

## Formação de um rifte no interior de um continente



Fonte: Para entender a Terra (Press et al., 2006) Bookman – 4ª ed.

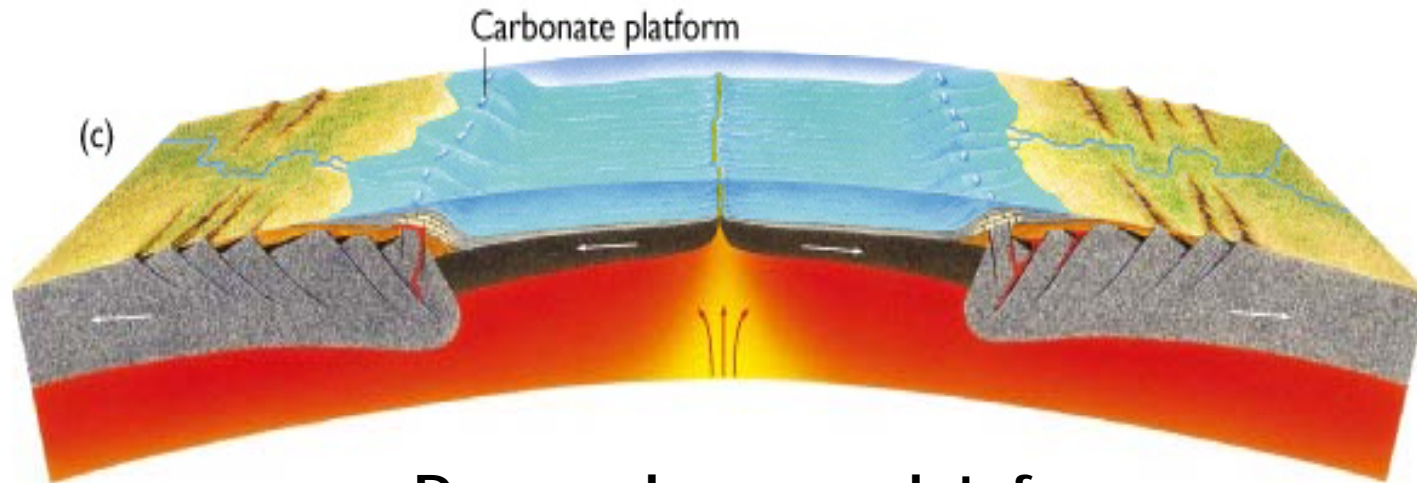
### c. Estágio de Maturidade (Ex. Oceano Atlântico)

- Os continentes se afastam, graças à expansão do oceano.
- Acumulam-se sedimentos nos fundos oceânicos e principalmente nas margens continentais passivas.
- A expansão do oceano pode ser simétrica ou assimétrica, de modo que a dorsal não é necessariamente mediana.

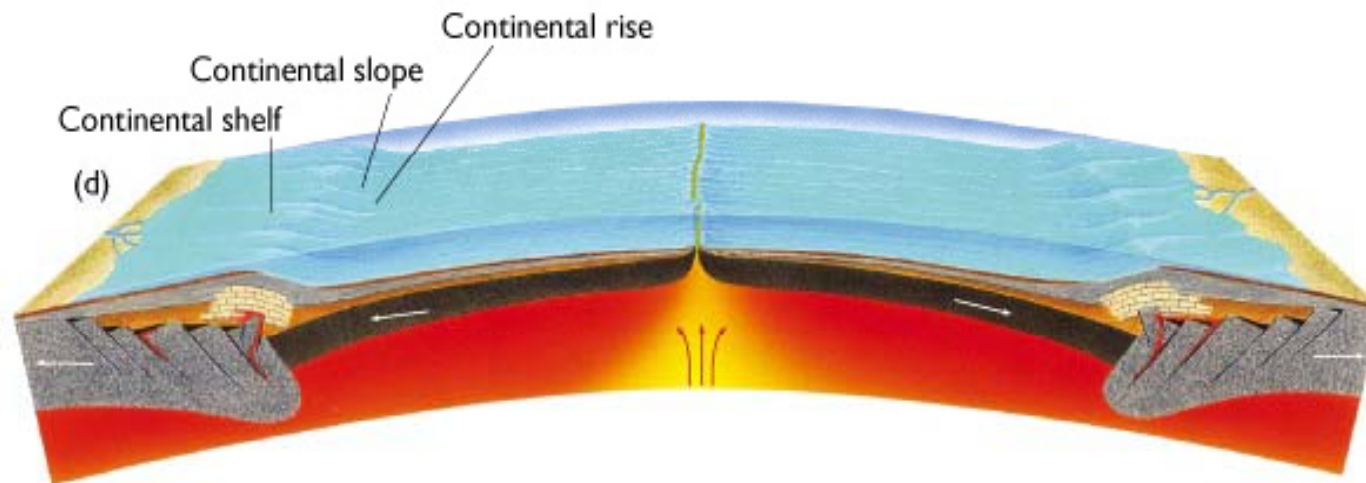


#### **d. Estágio Senil** (Ex. Oceano Pacífico)

- Desenvolvem-se as fossas e começa a subducção do tipo B em locais propícios (geralmente nos limites ou próximos aos limites continentes/ oceanos), em um ou ambos os lados do oceano que se abriu.
- Formam-se o arco insular ou magmático e as bacias associadas (retroarco, antearco e outras menores)
- As articulações das placas podem envolver fossas, zonas transformantes e dorsais, em combinações diversas.



**Desenvolvem-se plataformas carbonáticas (ou rochas**



**Margem continental continua a crescer suprida pela erosão do continente**

Fonte: Para entender a Terra (Press et al., 2006) Bookman – 4ª ed.

### e. **Estágio Terminal** (Ex. região do Mediterrâneo)

- O oceano está em fechamento, mediante aproximação de continentes e a colisão deles leva à formação de faixa orogênica e da sutura

### f. **Estágio de Geossutura (Faixa Himalaiana)**

- Fecha-se oceano por completo e forma-se a zona de subducção do tipo A (Ampferer)
- A zona da sutura é reconhecida pelo complexo de subducção - com **ofiólitos, melanges tectônicas, prisma de acreção, xistos azuis, estruturas de cisalhamento não-coaxial**, e feições desenvolvidas em diferentes etapas que culminam na colisão
- Constituem-se **altas cadeias montanhosas** e platôs

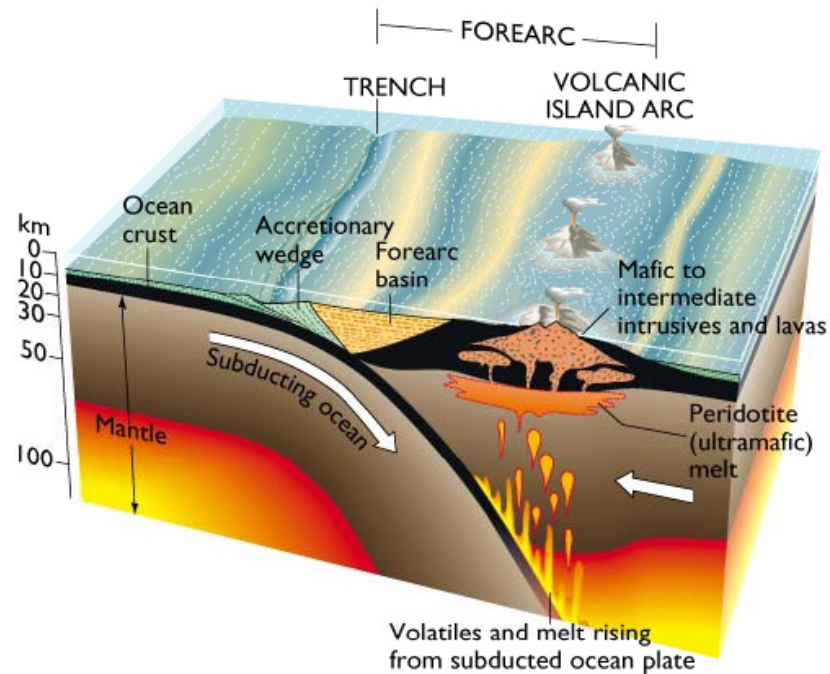
- Os estágios podem ser interrompidos em qualquer fase, não se completando o Ciclo de Wilson. Por exemplo:

- (a)** pode haver situações do ciclo abortado já no estágio embrionário

- (b)** nas junções tríplexes, um dos ramos comumente aborta e no final do ciclo, este ramo representa uma estrutura tafrogênica (gráben, aulacógeno) disposta obliquamente em relação ao cinturão orogênico formado pelos outros dois ramos

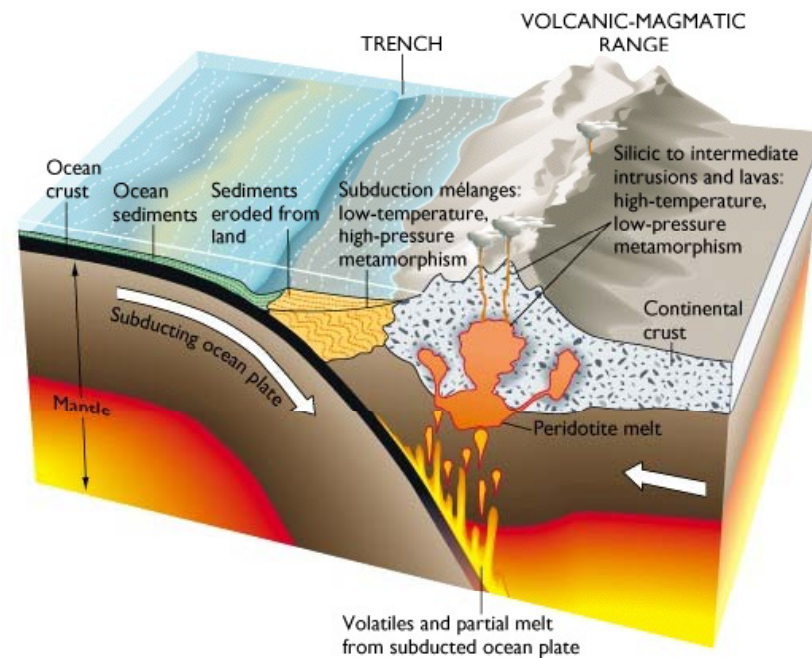
- (c)** o estágio de maturidade pode levar a abertura incipientes a até milhares de quilômetros, antes de iniciar a cerragem

- (d)** o fechamento não precisa alcançar o grau atingido pelo Himalaia

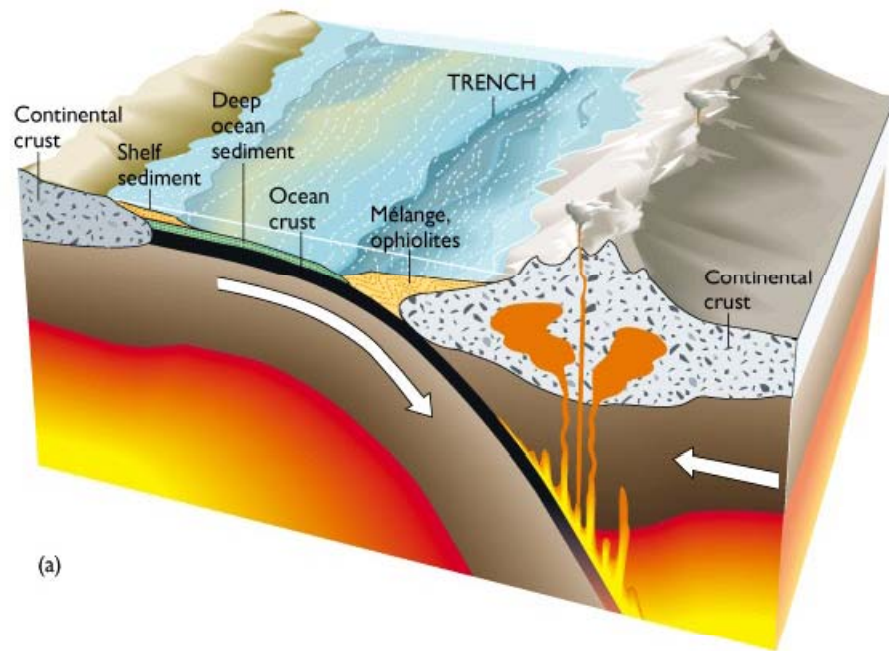


Regiões de borda convergente do tipo oceano - oceano

Regiões de borda convergente do tipo oceano-continente



Fonte: Para entender a Terra (Press et al., 2006) Bookman – 4ª ed.

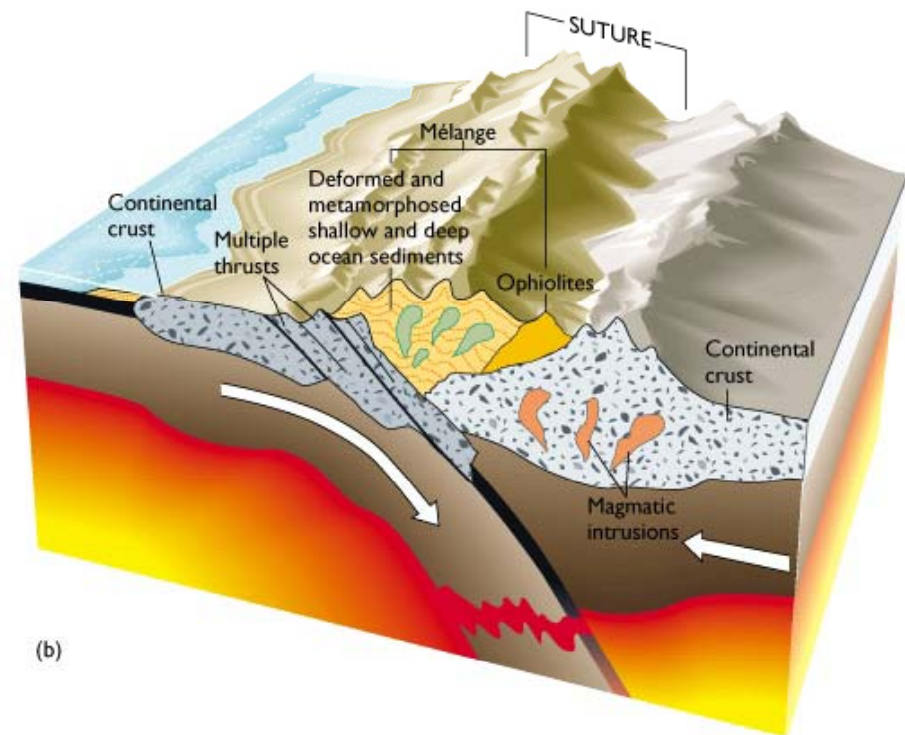


(a)

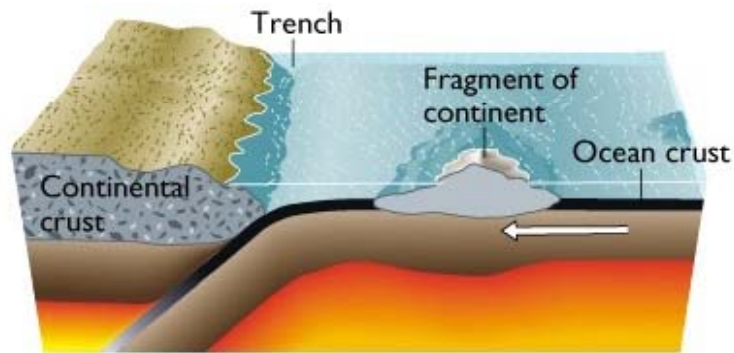
## Colisão continente– continente

Fonte: Para entender a Terra (Press et al., 2006) Bookman – 4ª ed.

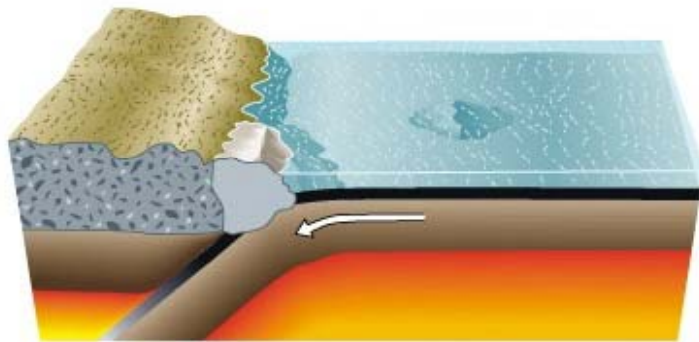
## Continuidade da subducção



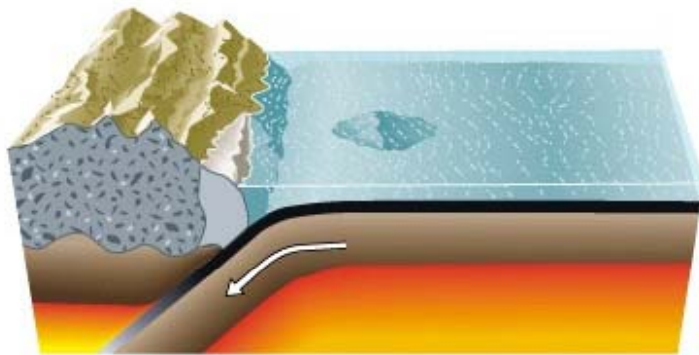
(b)



Aproximação de um arco  
ou microcontinente



Colisão



Acresção de uma  
microplaca (e/ou  
terreno exótico)

Fonte: Para entender a Terra (Press et al., 2006) Bookman – 4ª ed.

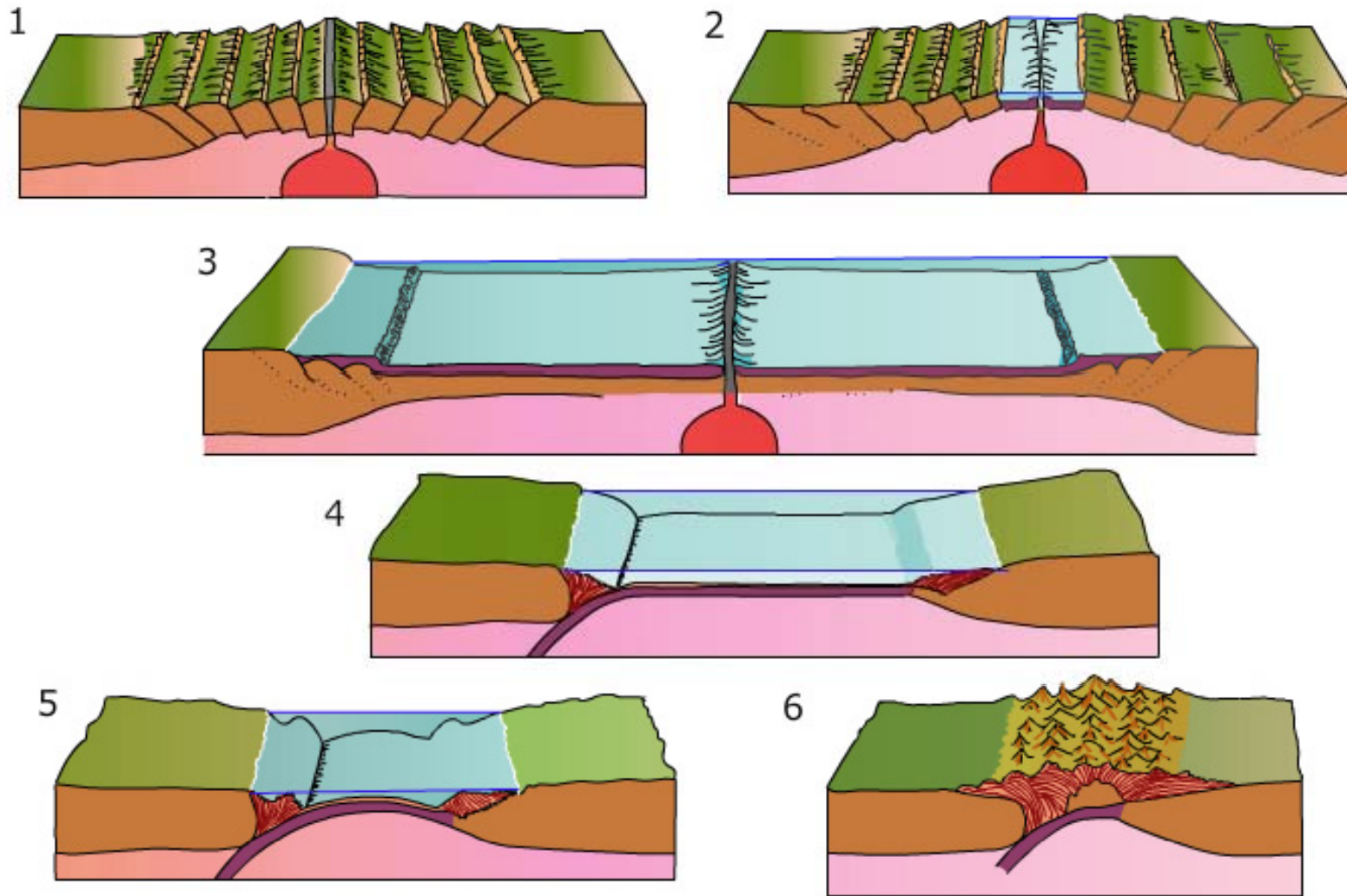
- Na história do planeta Terra reconhece-se que ocorreram vários ciclos completos. Envolvem:

- (a) soerguimentos, chegando ou não ao estágio de rifteamento, com ou sem rupturas continentais em diferentes áreas e expansões de oceanos de diferentes portes;

- (b) cerragens, envolvendo subducções transversais e oblíquas, complexos sedimentares de margens continentais passivas, massas continentais, arcos insulares e bacias associadas, culminando com colisões.

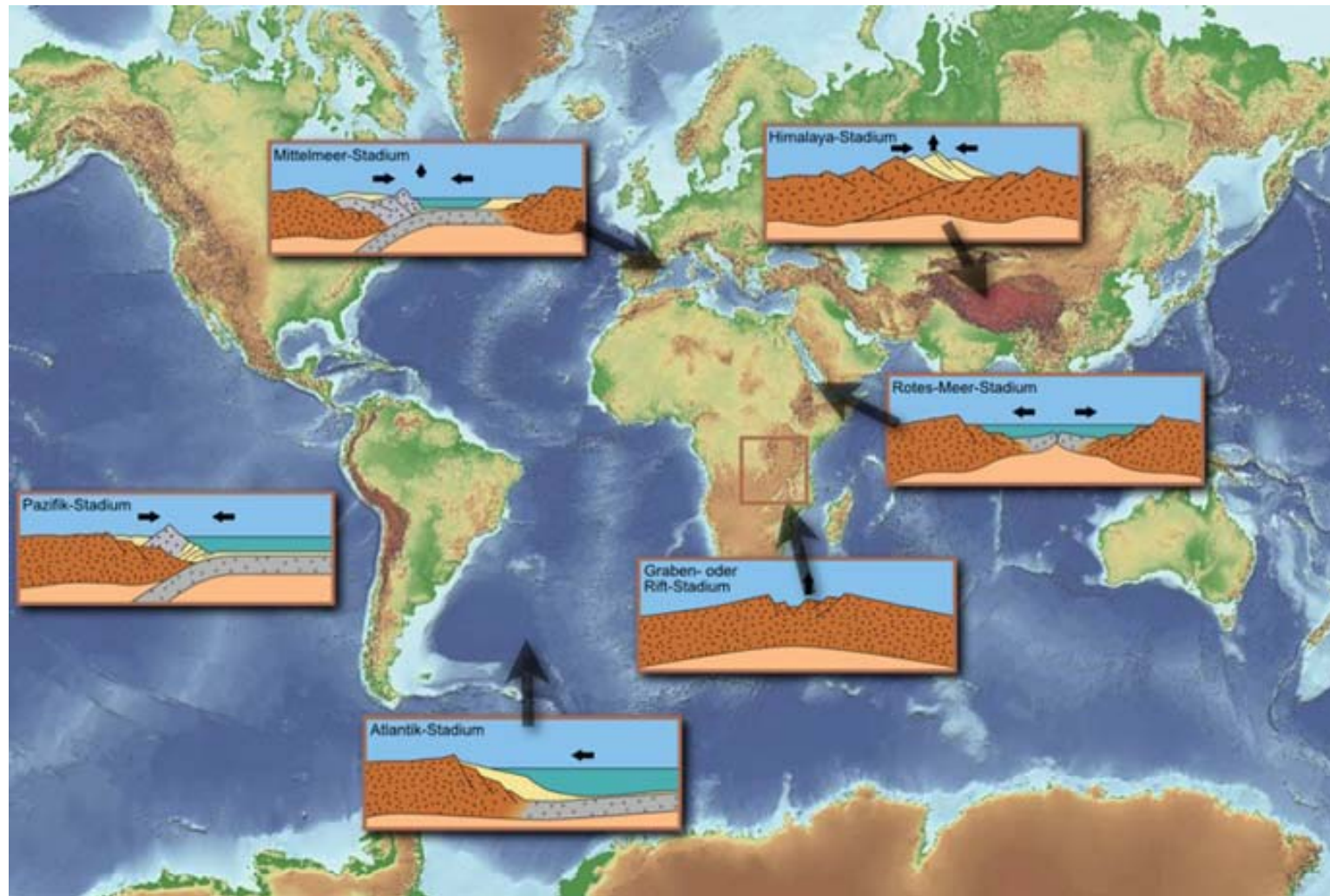
- Em partes deles decorreu um sistema global intrincado de faixas orogênicas, erodidas em níveis diversos, que só é elucidado pelo estudo das **associações petrotectônicas** (conjuntos litoestruturais indicativos de ambientes tectônicos e sua evolução).





Síntese dos estágios do Ciclo de Wilson

Fonte: <http://e-educativa.catedu.es>



Exemplos atuais de estágios do Ciclo de Wilson

Fonte: <http://e-educativa.catedu.es>

# O MOTOR

## 1. Introdução

- O motor que aciona a movimentação das placas não está ainda caracterizado.
- Arthur Holmes sugeriu que o motor responsável pela mobilidade litosférica, poderia ser um mecanismo de convecção ao nível do manto terrestre.
- A hipótese da existência de **Correntes de Convecção** sob a litosfera é a mais aceita. Tal hipótese implica em admitir aumento da temperatura em profundidade.
- Os movimentos das placas seriam a expressão superficial das correntes de convecção?

- As correntes de convecção são imaginadas em forma de células fechadas, com porções ascendentes e descendentes.
- O calor trazido pelas correntes seria da ordem de 70 a quase 100% do total, o restante sendo transmitido por condução.
- Anomalias térmicas no interior da Terra produziriam expansão e diminuição de densidade na região afetada, o que possibilitaria fluxo plástico ascendente, rumo à base da litosfera.
- Neste caso haveria concentração de calor e de magma, induzindo o soerguimento, rifteamento e acreção.
- O desvio da corrente na base da litosfera seria capaz de movimentá-la. O **descenso da corrente** se daria nas zonas de subducção.

## 2. Problemas do Modelo de Célula de Convecção

**(a)** as dorsais são zonas de ascensão e as fossas zonas de descensão, portanto a geometria das células é de difícil visualização

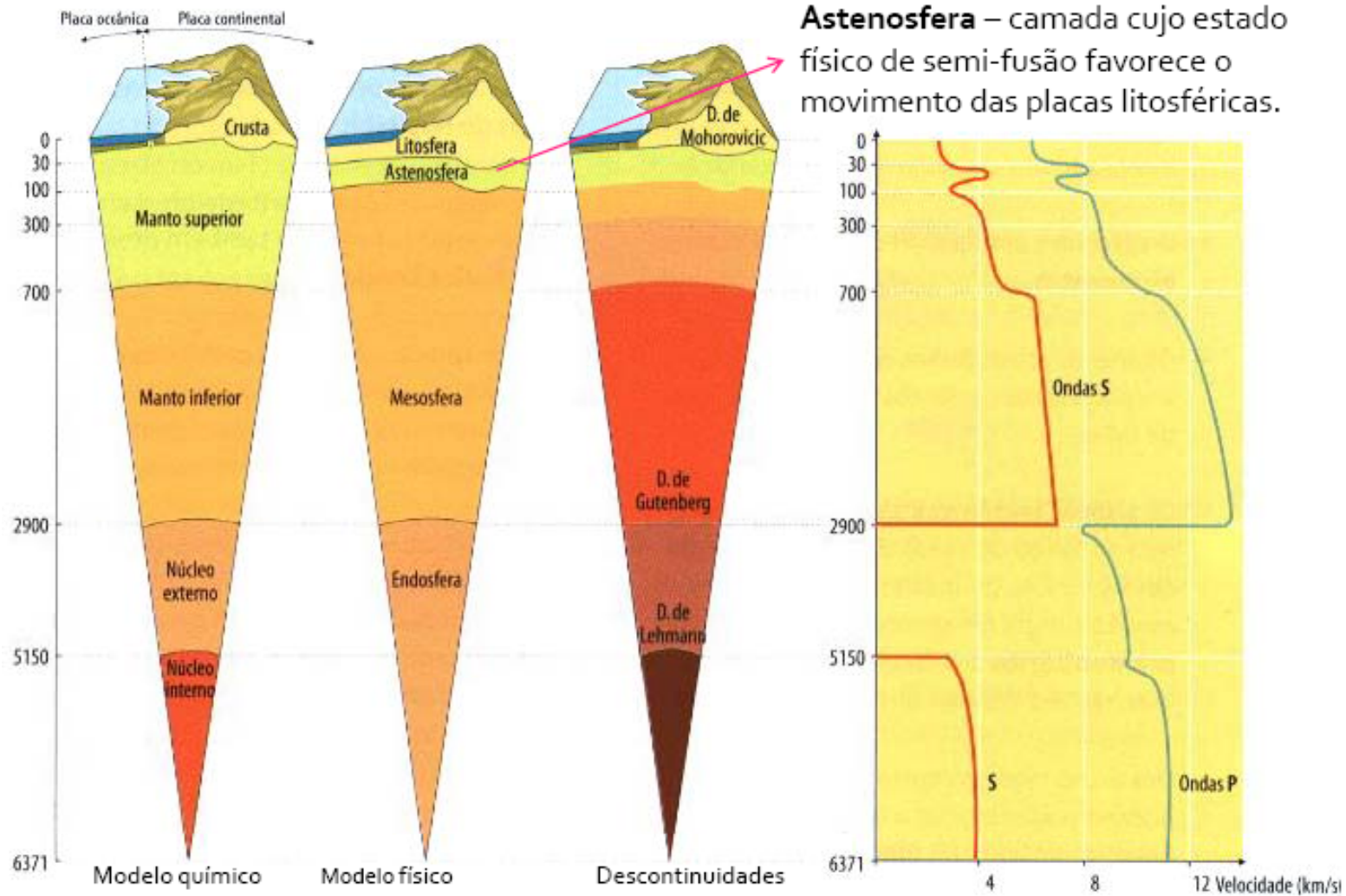
**(b)** se os oceanos crescerem a partir das dorsais que contornam a África, a posição das dorsais implicou em deslocamentos das células (e das próprias dorsais)

**(c)** as células apresentariam convecção em meio líquido, todavia parte do manto é sólido;

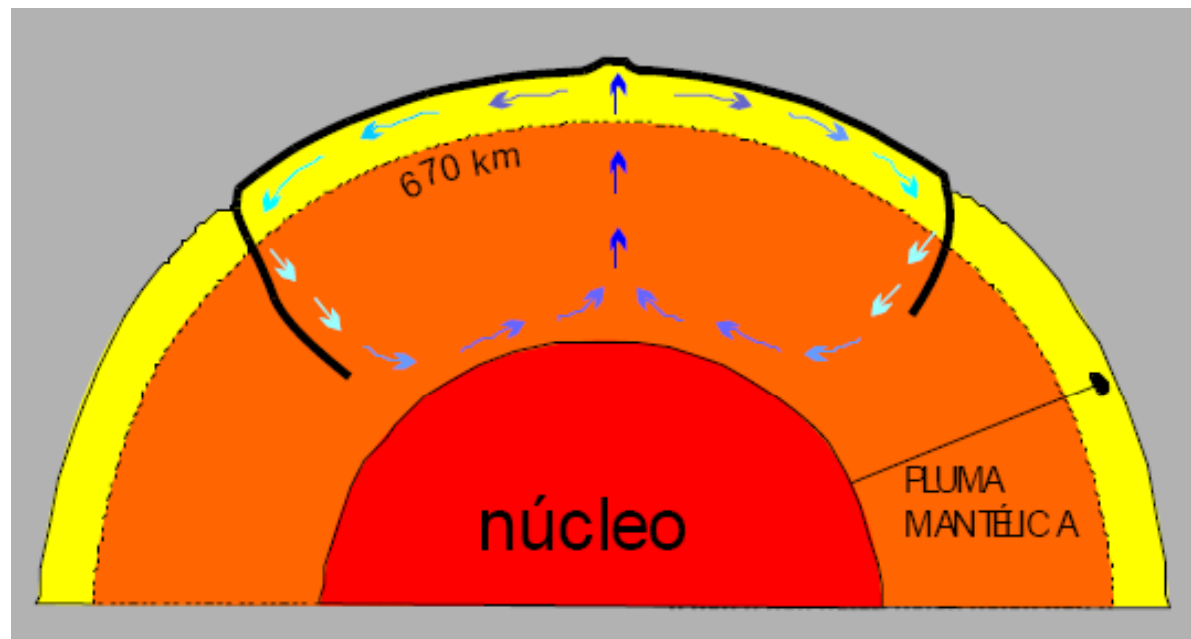
**(d)** Há duas hipóteses para células: 1) abrangeriam todo o manto astenosférico como se fosse homogêneo; 2) estariam apenas em nível superior do manto astenosférico ou então haveria a existência de dois níveis de células de convecção.

### 3. Hipóteses de Modelo

Recordando...

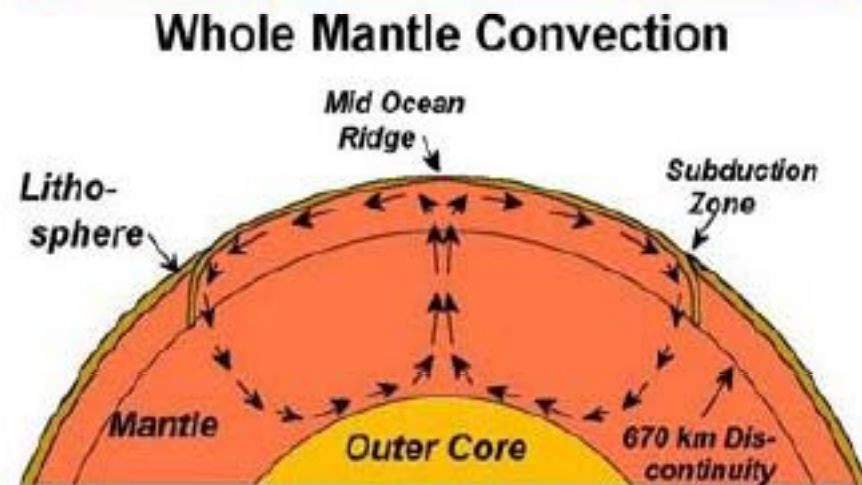
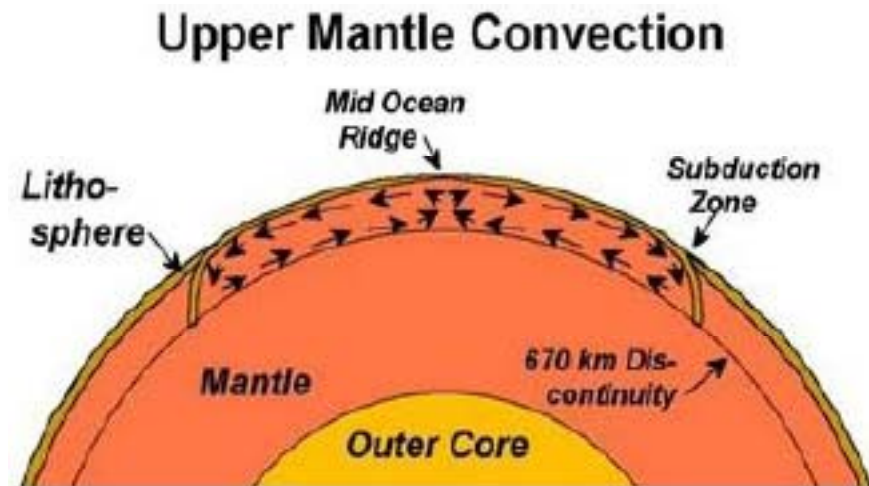


- Hipótese de Uma Camada:
  - (a) a tipo de convecção é simples
  - (b) a convecção é contínua
  - (c) a matéria atravessa a zona de transição entre o manto superior e inferior
  - (d) não existe camada limite térmica.



- Hipótese de Duas Camadas (ou convecção estratificada)

- (a) a convecção é separada no manto superior e no manto inferior;
- (b) não haveria troca de matéria entre o manto superior e o manto inferior: há separação na camada limite térmica ao na descontinuidade de 670 km.





- Hipótese de Uma Camada e Meia (ou convecção global)
  - (a) a zona de transição diminui a convecção, mas não a impede;
  - (b) haveria troca de matéria entre os dois níveis convectivos;
  - (c) os *slabs* litosféricos atravessam a zona de transição entre o manto superior e inferior.

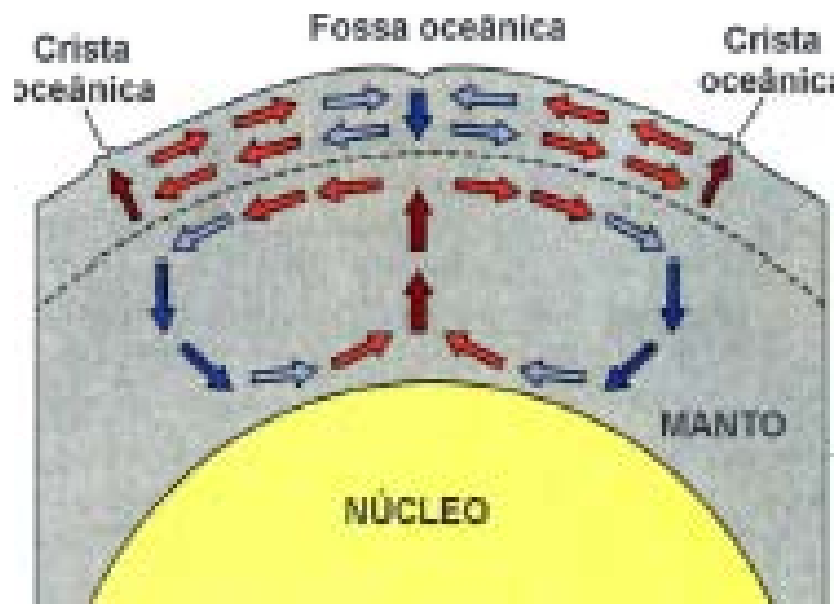
Neste caso há duas possibilidades:

Modelo mecânico: movimento de convecção profunda desencadeará movimento de convecção superficial

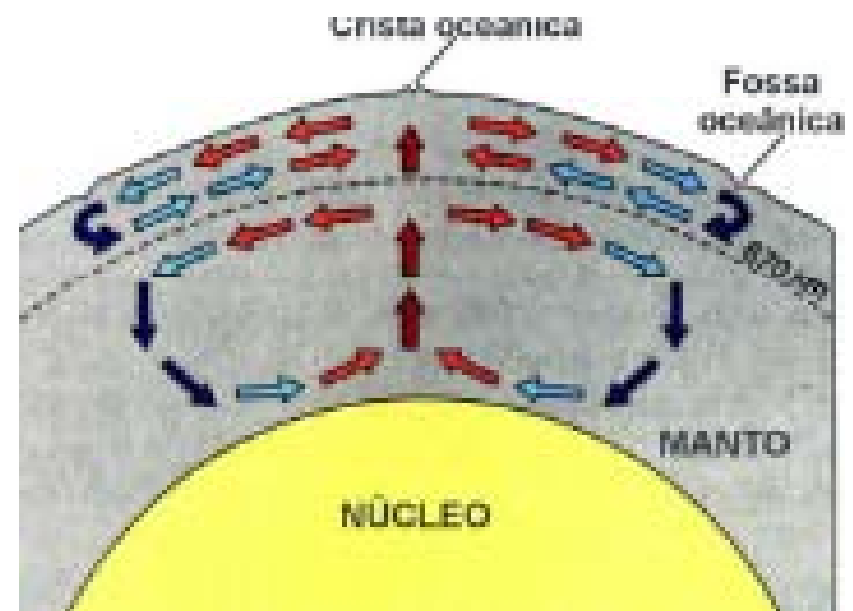
Modelos térmicos: a corrente de convecção profunda provoca uma propagação de calor que desencadeia a corrente de convecção superficial.

O calor do material em ascensão da corrente mais profunda é transmitido para a corrente de convecção superficial.

Causa a movimentação lateral do material.



Causa ascensão da corrente mais profunda



# CICLOS TECTÔNICOS

## 1. Conceitos

- Os ciclos tectônicos foram conceituados como intervalos entre a abertura e formação de um oceano e a cratonização (quiescência dos movimentos tectônicos) e se desenvolveriam por fases sucessivas.
- Por um tempo, pensou-se que os ciclos e fases fossem **sincrônicos** no mundo todo. O **Ciclo de Wilson** não permite reconhecer ciclos e fases síncronos em escala global, mas reconhece-se que houve diferentes intervalos em que eles atuaram (**ciclos diacrônicos**)

- Os **ciclos tectônicos** apresentam metamorfismo, dobramentos e plutonismo, além de períodos de sedimentação, vulcanismo, bem como outras manifestações tectônicas
- Os eventos **magmáticos** pré, sin, tardi e pós-tectônicos foram observados por meio de rochas que representam porções das placas envolvidas na colisão e manifestações em diversos estágios do processo evolutivo do cinturão orogênico (estágios embrionário, juvenil, de maturidade, senil, terminal e de geossutura).

- Estes ciclos não ocorrem simultaneamente em todos os continentes, mas se manifestam com maior intensidade e extensão em determinados intervalos de tempo.
- Ao se encerrarem, as áreas em que atuaram tornam-se rígidas ou consolidadas (normalmente são chamadas zonas de acreção).
- Sua evolução admite, ainda, ciclos de erosão e sedimentação de coberturas molássicas, de plataforma, sedimentares ou vulcano-sedimentares

## 2. Ciclos Termotectônicos no Brasil

- Os eventos termotectônicos correspondem a etapas dos **Ciclos Tectônicos**.
- O término dos sucessivos processos de maior significado resulta em quebras importantes no registro geológico. Estes podem ser datados radiométricamente. Os eventos térmicos, acompanhados ou não de tectonismo, deixam impressões em rochas geradas anteriormente a eles.
- No Brasil os principais ciclos tectônicos estão posicionados no Pré-Cambriano (Arqueano e Proterozóico) e no início do Paleozóico. Na tabela a seguir são apresentados as idades e a correlação entre estes ciclos.

<b>IDADES (ma)</b>	<b>EVENTOS TERMO-TECTÔNICOS</b>	<b>CICLOS TECTÔNICOS</b>
400		
450		
570	<b>BRASILIANO</b>	
680		<b>BRASILIANO</b>
1000	<b>URUAÇUANO</b>	
1300		<b>URUAÇUANO</b>
1800	<b>TRANSAMAZÔNICO</b>	
2100-2500		<b>TRANSAMAZÔNICO</b>
2600	<b>JEQUIÉ</b>	
2900	<b>?</b>	<b>JEQUIÉ</b>
3300 > 3300	<b>?</b>	

**Ciclos que representam períodos de cratonização do Escudo Brasileiro.**