



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

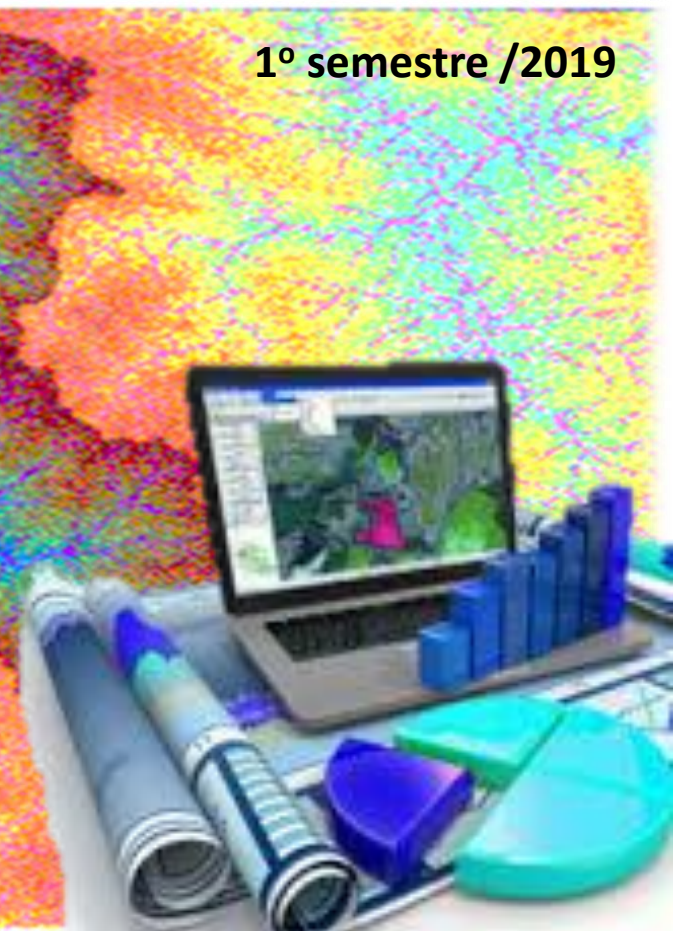


LOB 1233

Caracterização de Bacias Hidrográficas

1º semestre /2019

Profa. Dra. Danúbia Caporusso Bargas
danubiacbargas@usp.br



Geomorfologia

É a ciência que estuda as formas de superfície terrestre e os processos que as criaram.

Inclui o estudo das feições submarinas e o estudo das paisagens dos planetas e principais asteróides do sistema solar.



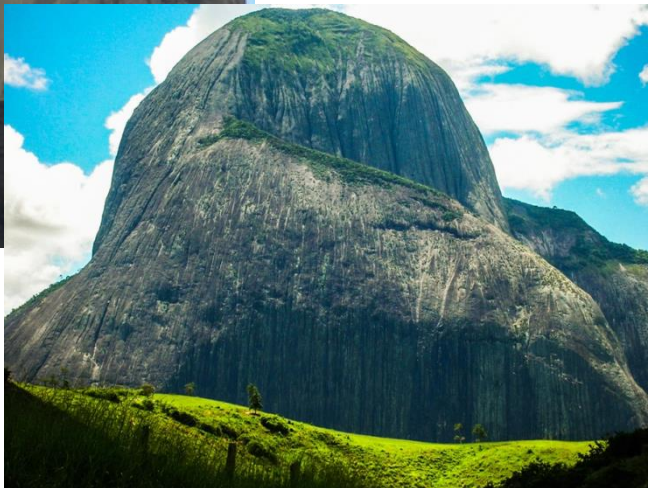
As relações da Geomorfologia com outras ciências

Disciplina	Exemplo de contribuição da Geomorfologia
Geofísica	Resposta erosiva da superfície terrestre ao soerguimento
Sedimentologia	Forma de canais aluviais na interpretação de sedimentos fluviais
Geoquímica	Mobilização dos elementos em ambientes terrestres superficiais
Hidrologia	Concentração de sedimentos em canais
Climatologia	Efeitos dos depósitos superficiais e da morfologia nas variáveis climáticas
Pedologia	Controles topográficos nos processos de formação de solos
Biologia	Controles topográficos sobre os micro-ambientes de crescimento de plantas
Engenharia	Identificação de feições morfológicas indicativas de instabilidade de encostas
Ciência Espacial	Interpretação de paisagens planetárias por analogia com formas do relevo terrestre
Neotectônica	Feições de relevo indicativos de atividade tectônica recente
Biogeografia	Compartimentação morfológica e seu controle na biodiversidade

Por que as montanhas têm diferentes formas?
Qual o papel das rochas e estruturas na formação das paisagens?
Qual o papel dos rios na paisagem geomorfológica?



Torres del Paine, Chile



- ✓ Durante a antiguidade a origem das formas de relevo foi explicada por meio de fábulas e mitos;
- ✓ Na Idade Média a explicação para origem das formas de relevo estava na vontade de Deus.



Terremoto em Lisboa – Deus estaria com raiva dos pescadores.

- ✓ Século XV – Queda do monopólio das explicações religiosas; o homem começa a observar a natureza.

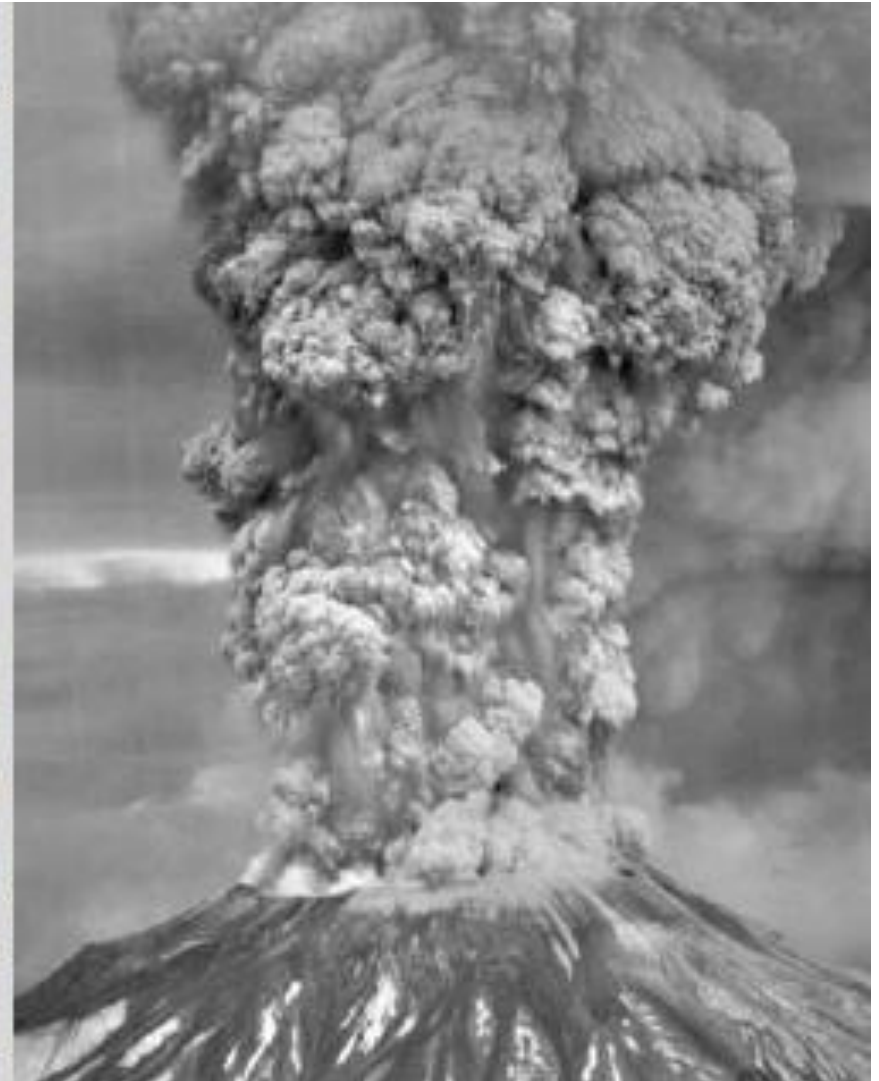


Leonardo da Vinci (1452-1519) reconheceu que os rios escavavam seus vales, transportando materiais de uma parte para outra.

GAMA, A; DIMUCIO, L.A. Geomorfologia: a construção de uma identidade.

Disponível em: http://www.uc.pt/fluc/depgeo/Publicacoes/livro_homenagem_FRebelo/779_795

Bernard Palissy (1510-1590) – Percebeu o antagonismo entre os processos endógenos e exógenos; Ideia de plantar árvores para amenizar a erosão; Relação entre os fenômenos geomorfológicos e pedológicos.



- ✓ Final do século XVIII e início do XIX – surgimento de correntes de pensamento que buscavam encontrar respostas para a origem e evolução da superfície do planeta.

James Hutton (1726-1797) – rejeita a probabilidade de causas catastróficas modelando a superfície terrestre:

- Baseado em observações de campo deduz que as formas superficiais resultam da ação lenta da água corrente erodindo a terra;
- Observou os processos erosivos em áreas agrícolas inglesas após a passagem do arado;
 - Como médico comparou a circulação sanguínea com a circulação das águas.



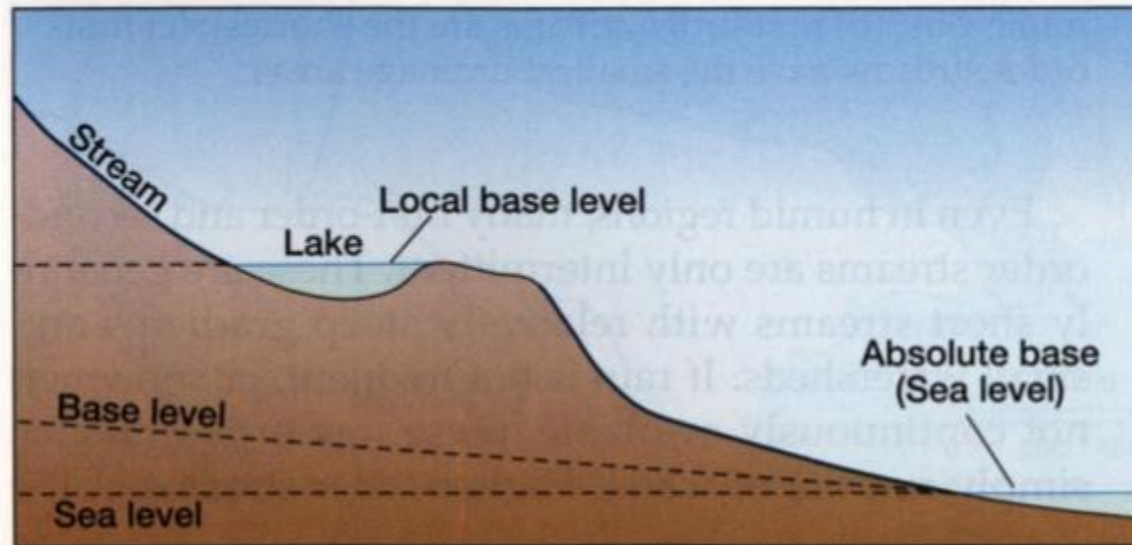
Alexandre Surrel (Século XIX)

Desenvolveu conceitos fundamentais em Geomorfologia

- Nivel de Base;
- Erosão Remontante;
- Perfil de equilíbrio Fluvial.

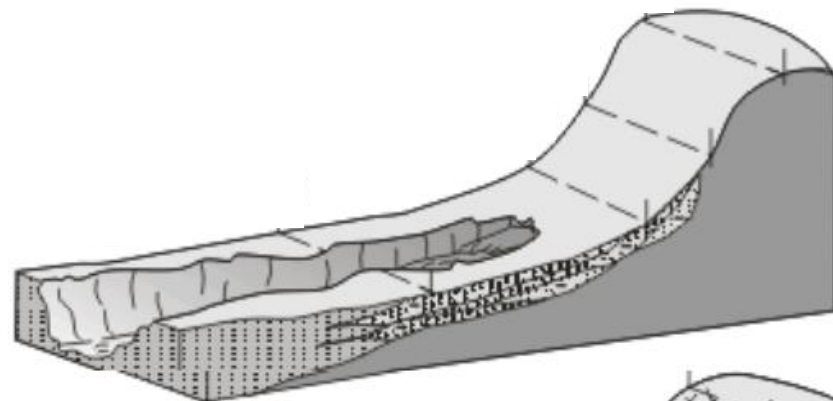
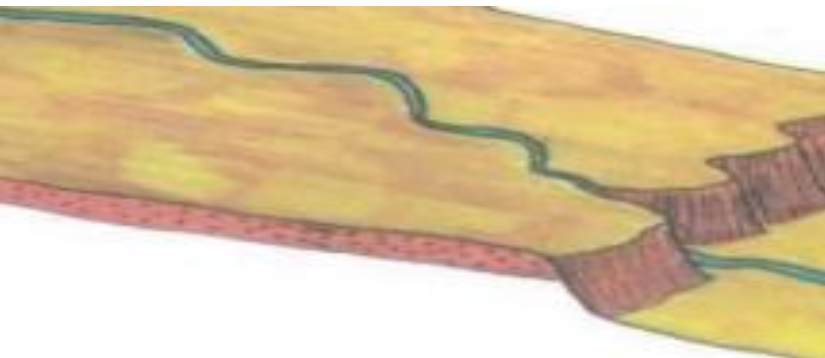
Nivel de Base:

É a linha altimétrica abaixo da qual um rio não consegue erodir, predominando a deposição.

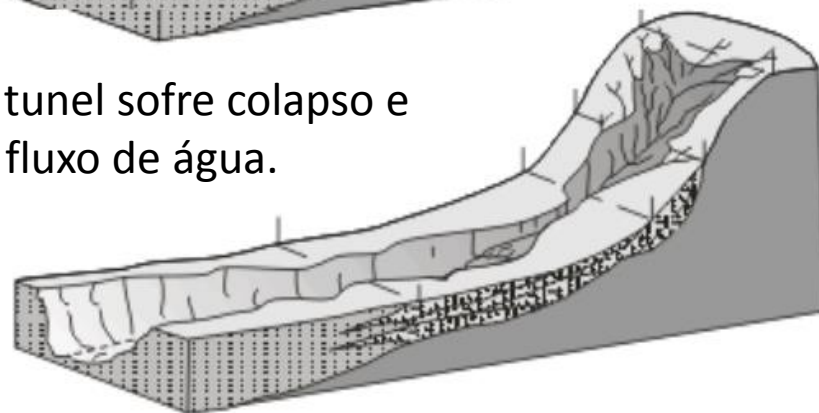
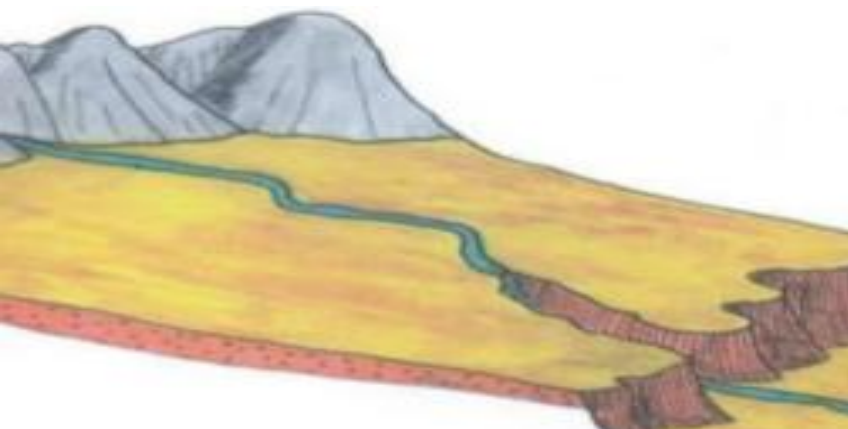


Erosão Remontante:

O fluxo de água subterrânea retira as partículas do solo dando surgimento a pequenos “tuneis” que progridem a montante do fluxo subterrâneo.



Com o passar do tempo, o solo que recobre este tunel sofre colapso e todo o material é carregado pelo contínuo fluxo de água.

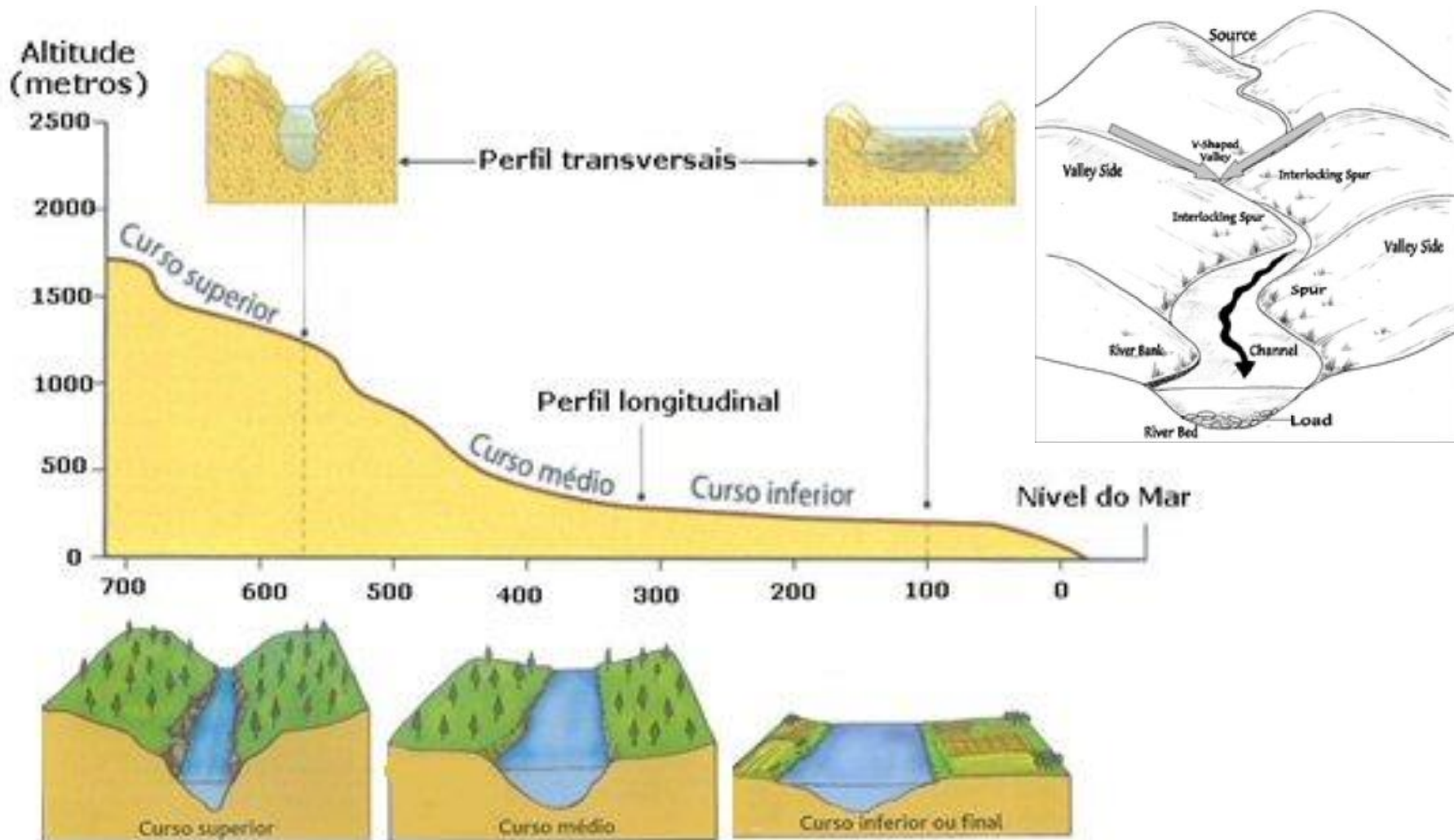


Modificado de Oliveira e Meis (1985) e Oliveira (1989). In: Cassetti, V. (1994) Introdução ao Estudo da Geomorfologia. In: Elementos de Geomorfologia. UFG, Goiânia.

TS (toeslope)
FS (footslope)
BS (backslope)
SH (Shoulder)
SU (Summit)

Perfil de equilíbrio fluvial:

O perfil longitudinal de um rio está intimamente ligado ao relevo, pois corresponde à diferença de altitude entre a nascente e a confluência com outro rio.





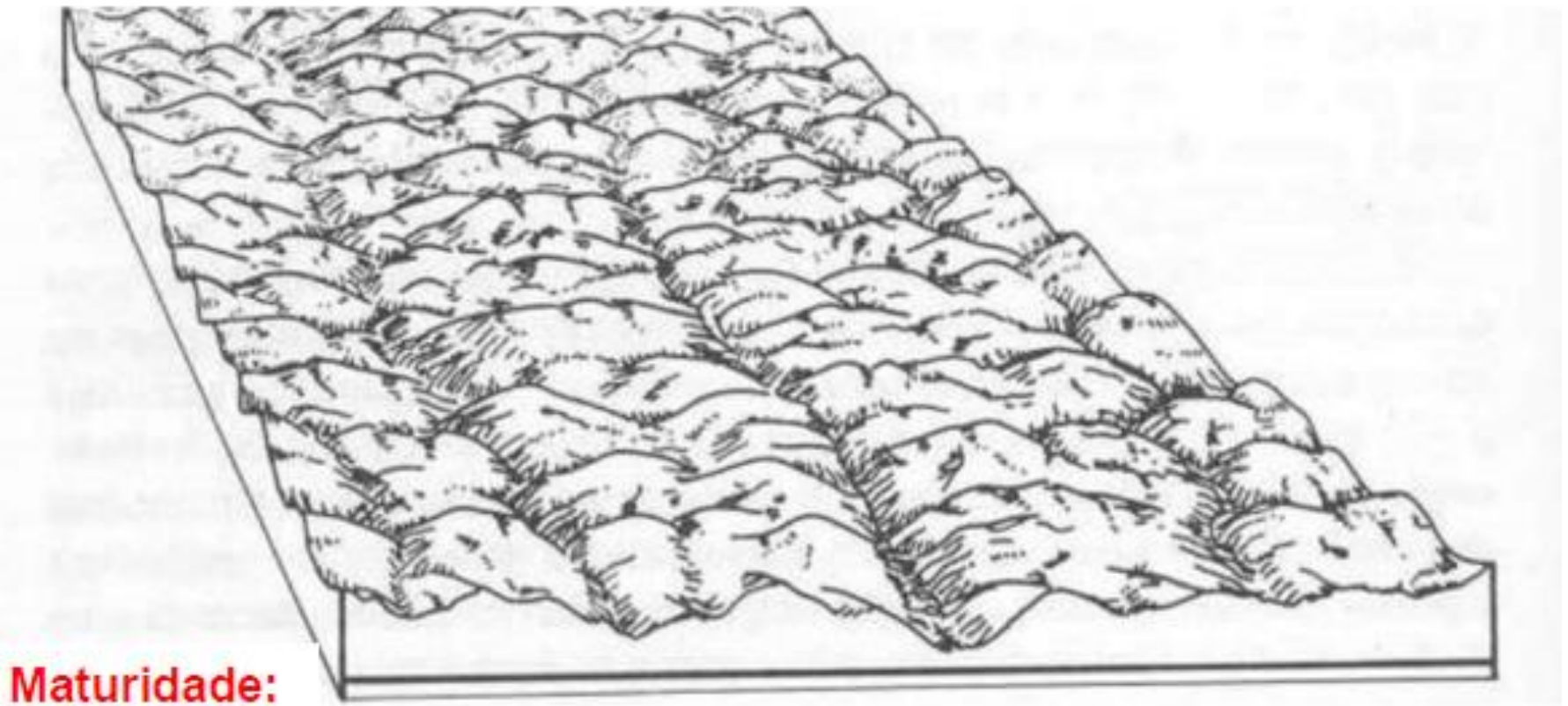
W. M. Davis (1850-1934) - É fundador da Geomorfologia como disciplina especializada, estruturando-a com um corpo de doutrina coerente e original. Sistematizou a sucessão das formas do relevo em um ciclo ideal, a partir de uma terminologia Teoria do ciclo geográfico, ciclo erosivo ou ciclo de Davis.

Desenvolvida para as áreas temperadas úmidas, recebeu as seguintes designações antropomórficas: juventude, maturidade e senilidade.

Juventude:



- ✓ Uma região aplainada é uniformemente soerguida em relação ao nível de base geral (mar);
- ✓ Início da denudação (Erosão que leva ao avançado processo de destruição de uma cadeia montanhosa, expondo as rochas mais profundas);
- ✓ O sistema fluvial provoca forte entalhamento. Grande parte dos detritos das vertentes é acumulada no sopé dando origem a pequenas planícies.



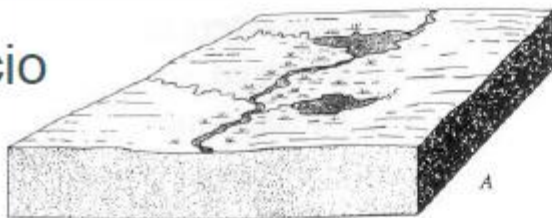
- ✓ O rio não causa mais intenso entalhe;
- ✓ Menor erosão linear levando ao alargamento das vertentes;
- ✓ Declividades diminuem com o acúmulo dos detritos;
- ✓ O relevo continua acidentado nas áreas onde o desnível inicial era muito elevado;
- ✓ O relevo é rebaixado de cima para baixo até atingir a peneplanação.

Senilidade



- ✓ O relevo atinge total horizontalidade topográfica representada por extensos peneplanos;
- ✓ Formas residuais determinadas por resistência litológica (inselbergs ou monadnocks);
- ✓ Há somente um nível altimétrico entre os interflúvios e os fundos dos vales (rios meandrantés).

Início



Maturidade



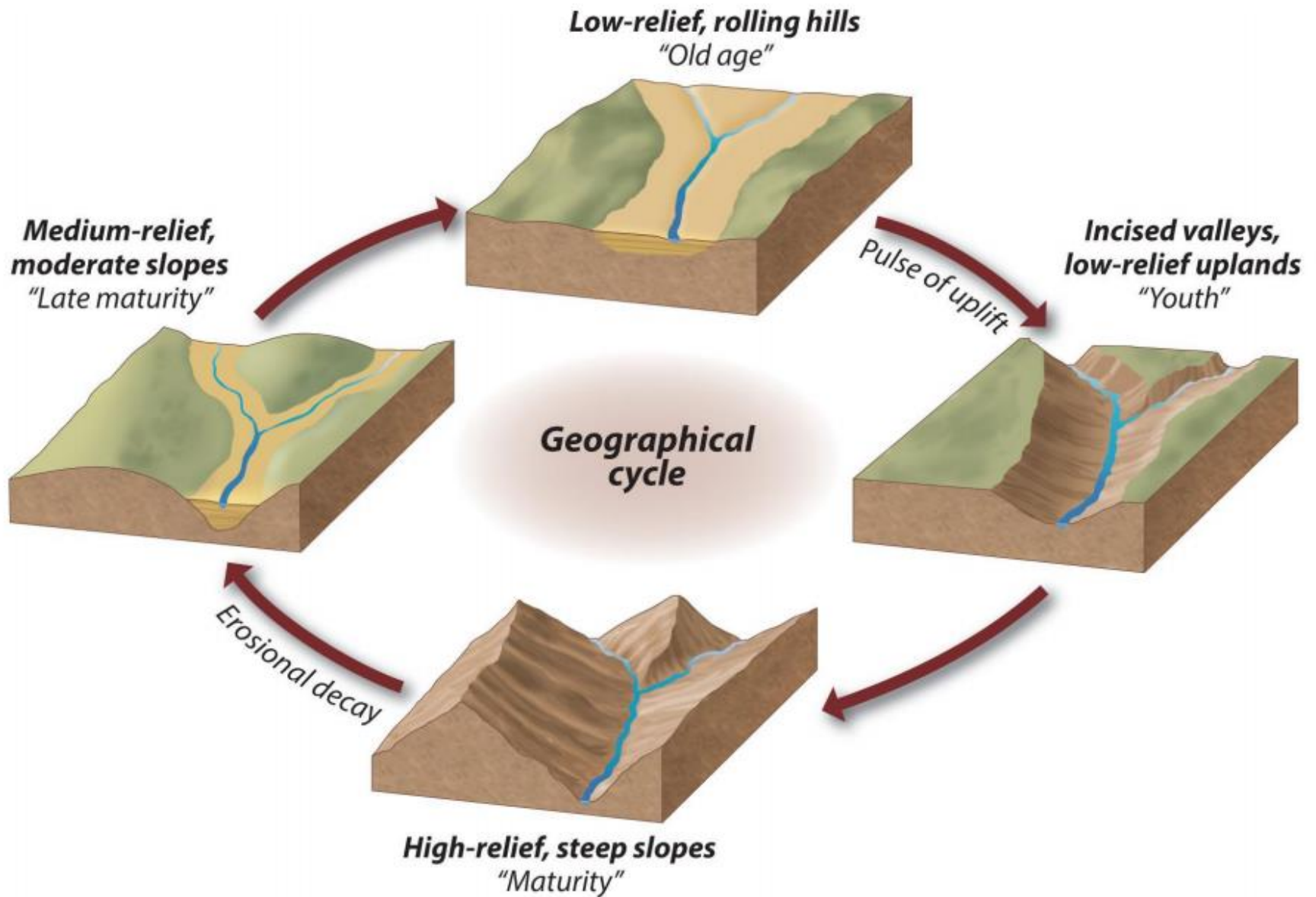
Juventude



Senilidade

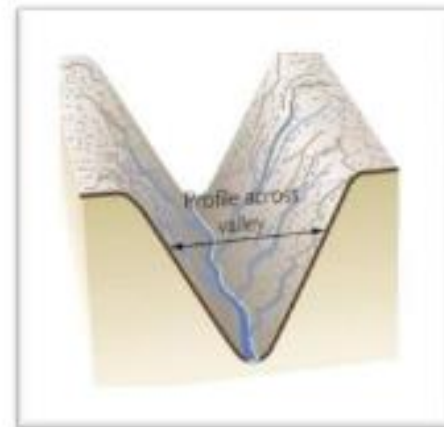
Fases do Ciclo de Davis



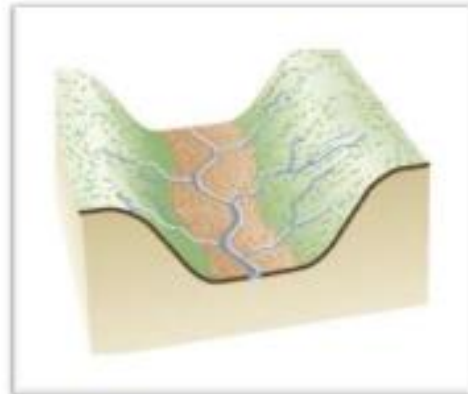


Bierman, P.R. and Montgomery, D.R. (2014). Hillslope. In: Key Concepts in Geomorphology. W.H. Freeman and Company Publishers New York. 145-178.

Young

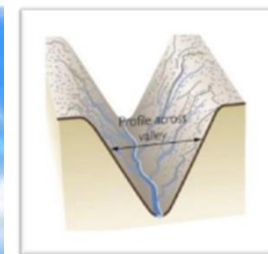
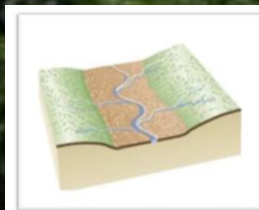


Mature



Old





Walter Penck (1888-1923) – compreende que o entendimento das formas de relevo presente é fruto do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas.

Processos Geomorfológicos Endógenos:

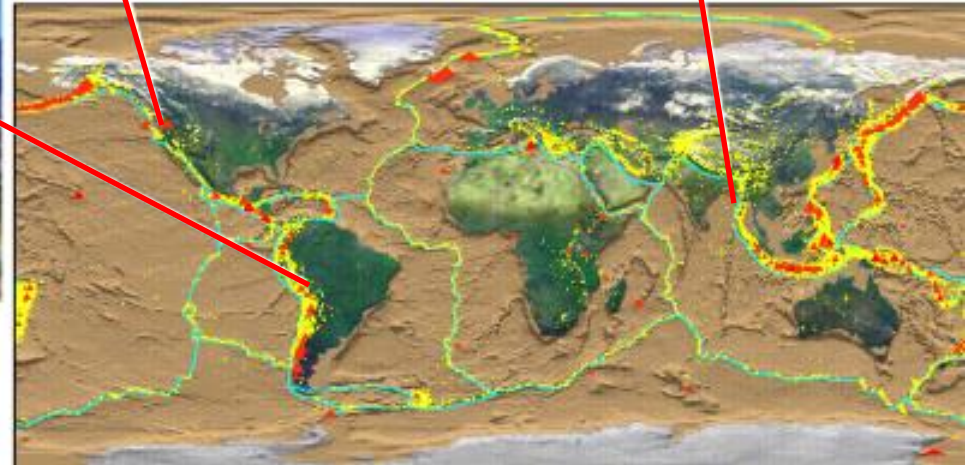
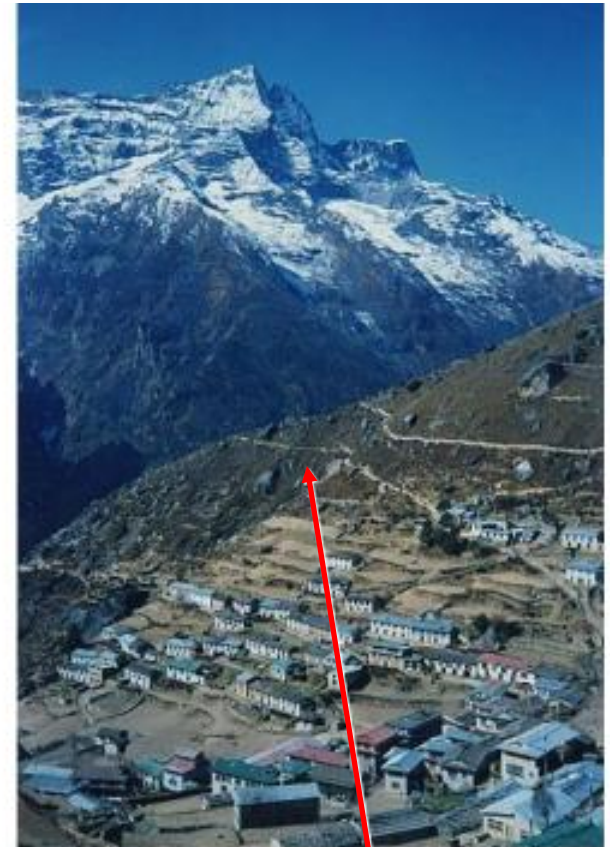
Processos que geralmente constroem o relevo;

- **Tectonismo ou diastrofismo.** É o principal criador/construtor do relevo e atua de forma mais lenta. Ocorre de duas formas:
 - a) tectonismo horizontal ou orogênese;
 - b) tectonismo vertical ou epirogênese .
- **Abalos sísmicos;**
- **Vulcanismo.**

As placas tectônicas



Imagem: USGS / Domínio público.



Por que as placas se movem?

As placas tectônicas movem-se a partir dos riftes, devido às correntes de convecção de magmas na astenosfera.

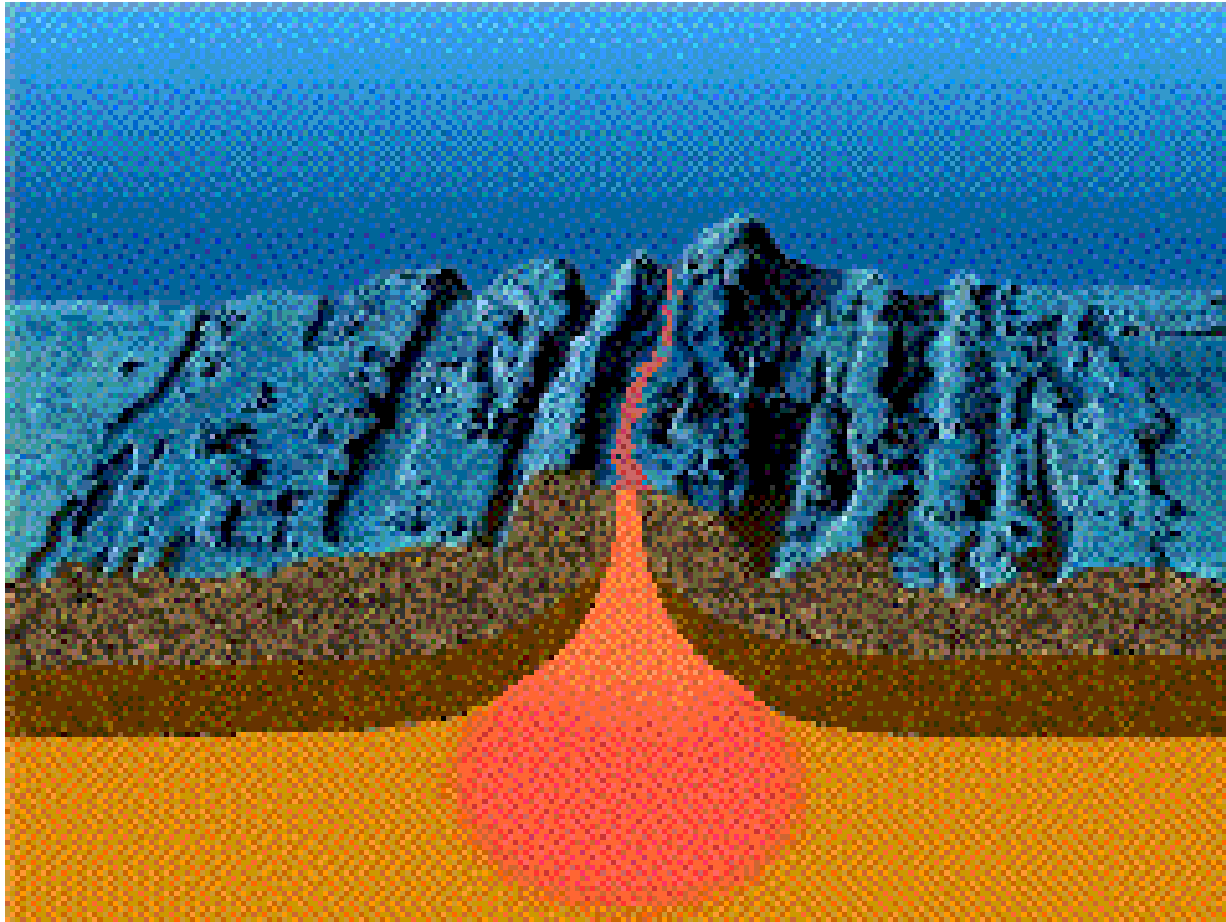
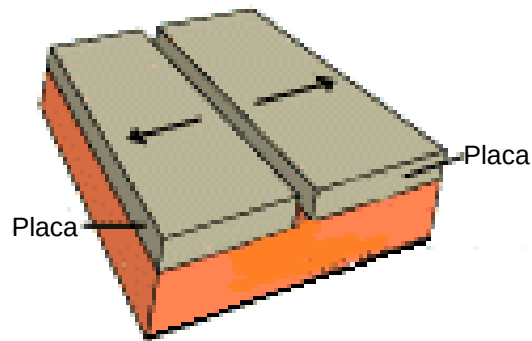


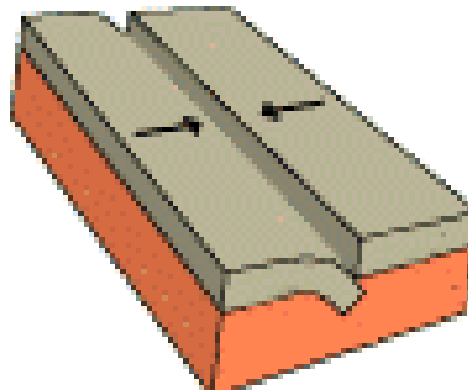
Imagem: USGS / Domínio público.

Limites entre as placas tectônicas

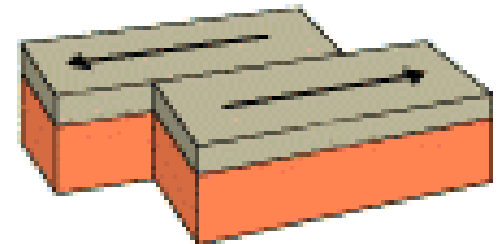
Limites Divergentes



Limites Convergentes



Limites Transformantes



Consequências da movimentação das placas tectônicas

O afastamento de duas placas em sentido contrário acarreta:

- ✓ expansão do fundo dos oceanos;
- ✓ criação de riftes;
- ✓ formação de dorsais oceânicas;
- ✓ distanciamento entre os continentes.

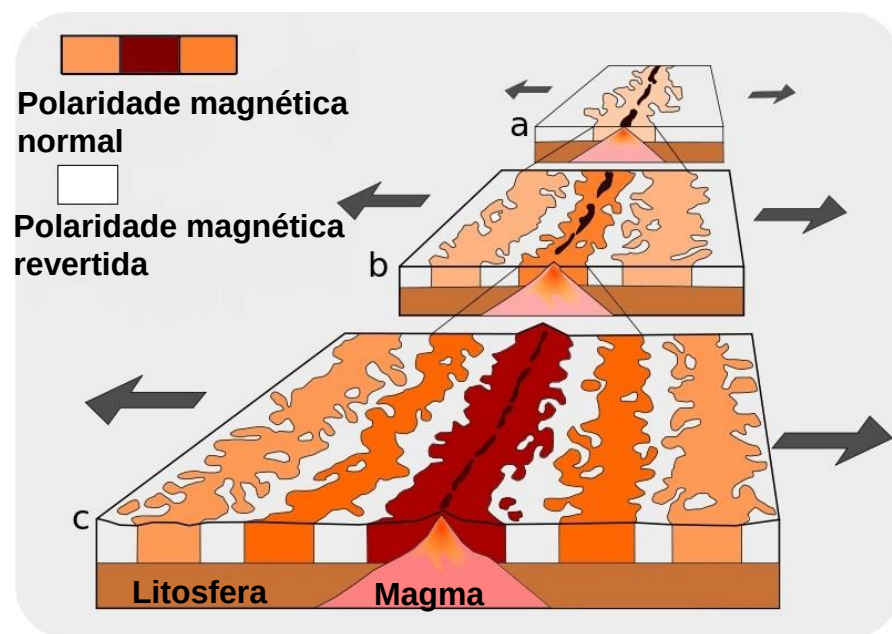
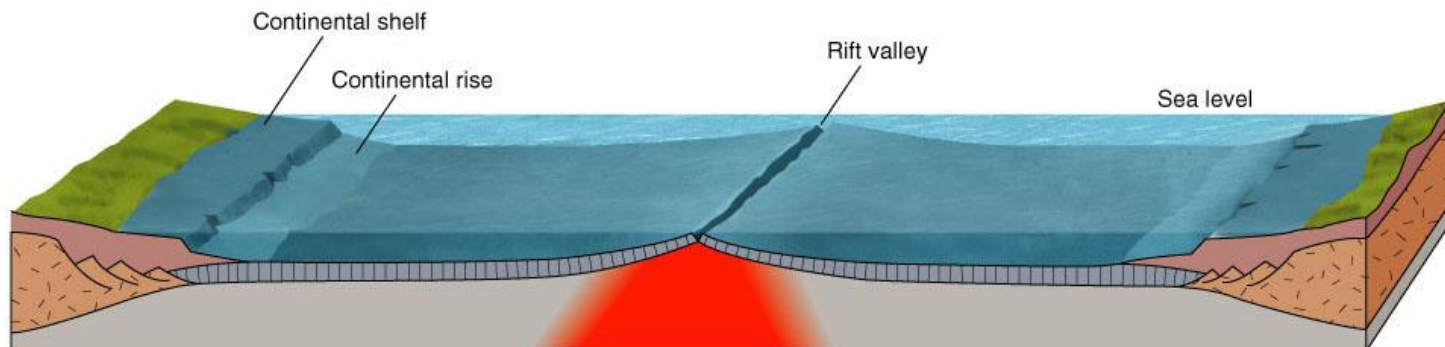
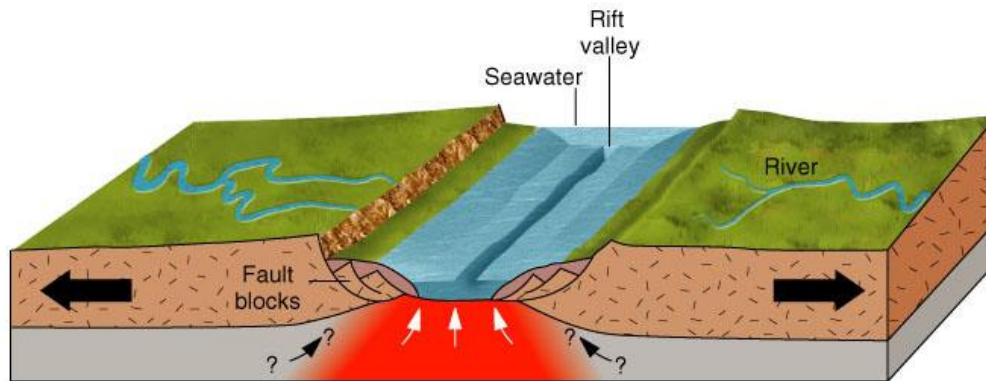
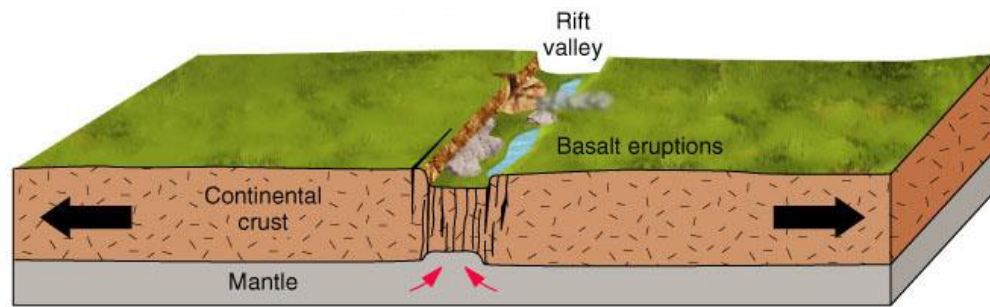


Imagem: Chmee2 / Domínio público.



A convergência de uma placa para outra pode provocar:

- ✓ a destruição de parte da crosta terrestre (subducção);
- ✓ a formação de fossa oceânica e cadeias montanhosas;
- ✓ intensa atividade sísmica e vulcânica.

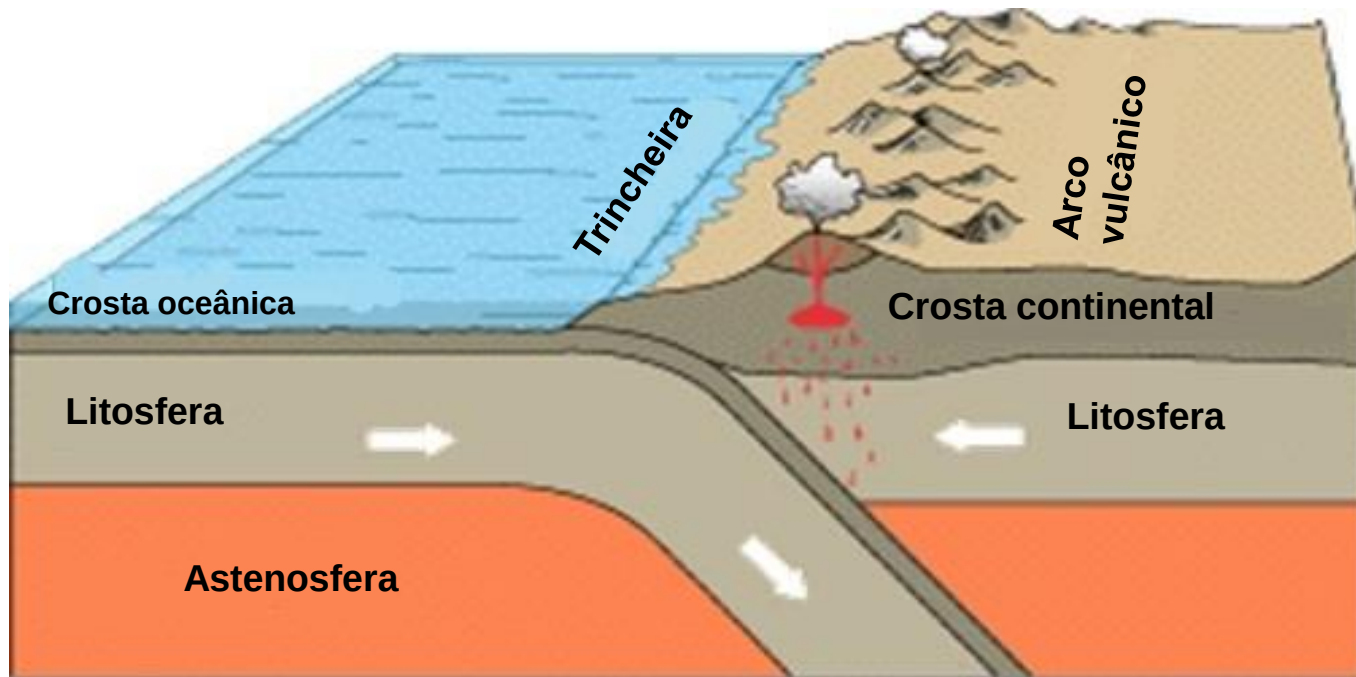


Imagem: Merikanto / Domínio público.

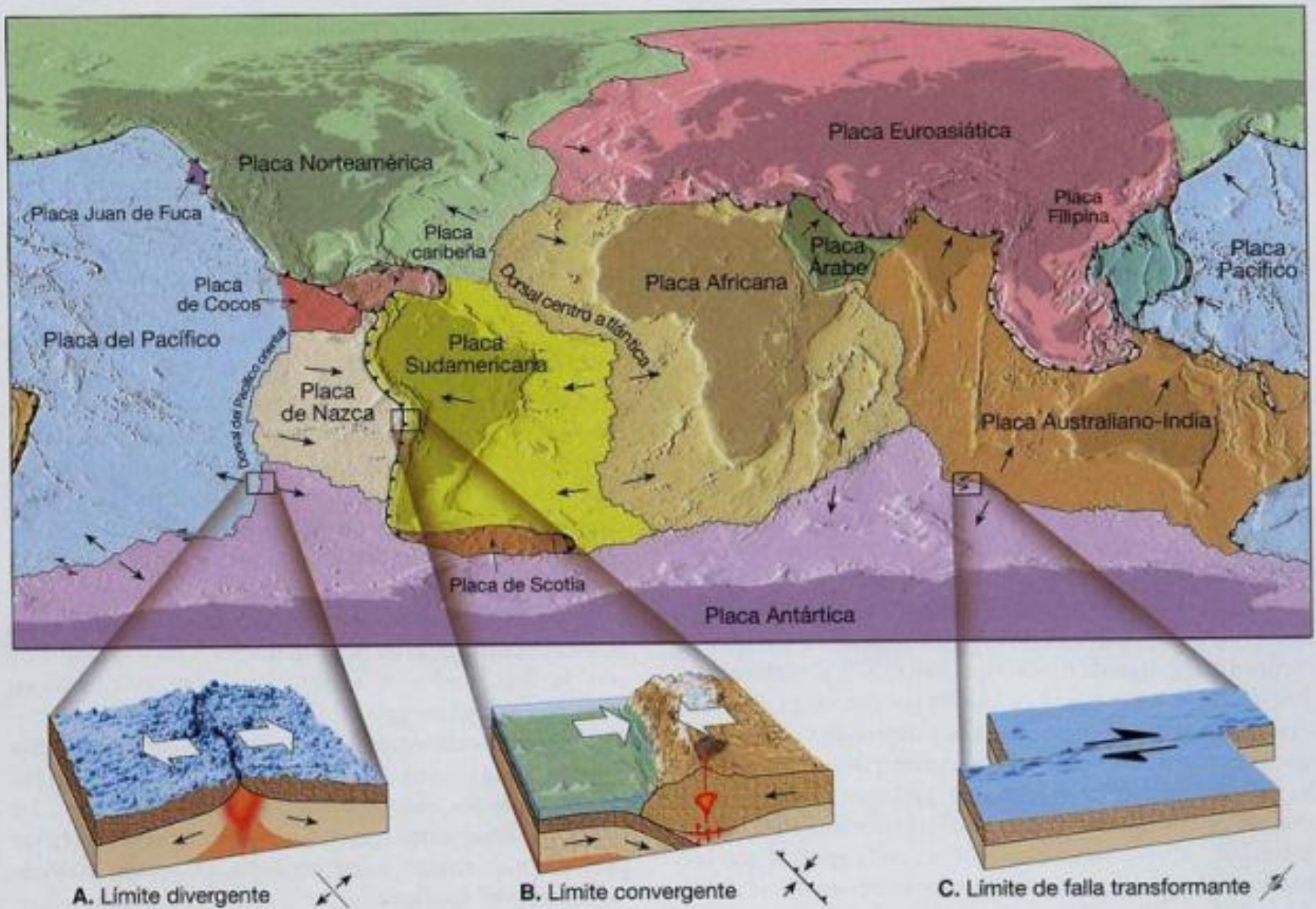


Figura 1.10 Mosaico de las placas rígidas que constituyen la envuelta externa de la Tierra. (Tomado de W. B. Hamilton, U.S. Geological Survey).

Dobramentos

- ✓ Resultam de pressões horizontais na litosfera, onde as rochas não oferecerem grande resistência às forças internas; constituem **movimentos orogenéticos**;
- ✓ os dobramentos ocorreram em diferentes eras geológicas. São formações que ocorrem em terrenos jovens e, portanto, não existem no Brasil (geologia antiga).

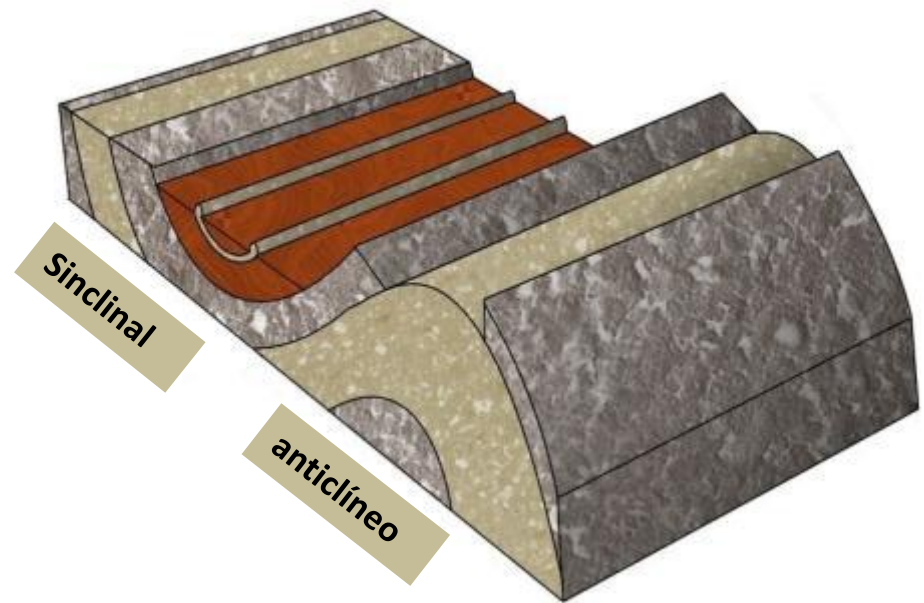


Imagem: Ekko / GNU Free Documentation License.

Era	Período	Principais acontecimentos	Anos Atrás
Pré Cambriano	Arqueano	- o início do movimento das placas tectônicas; - o início da vida na Terra; - o aparecimento das primeiras células eucarióticas;	4,6bi
	<u>Proterozóico</u>	- a formação da atmosfera; - o aparecimento dos primeiros animais e vegetais.	2,3bi
Paleozóico	Cambriano	- formação das rochas calcárias e depósitos de carvão	570mi
	<u>Ordiviciano</u>		510mi
	Siluriano		438mi
	Devoniano	- extinção de 90% das espécies marinhas	410mi
	Carbonífero		355mi
	Permiano		290mi
Mesozóico	<u>Triássico</u>	- surgimento e extinção dos dinossauros	250mi
	Jurássico	- intenso vulcanismo	205mi
	Cretáceo		135mi
Cenozóico	Terciário	- formação dos maciços montanhosos - domínio mamífero	65mi
	Quaternário	- surgimento do homem - Era do Gelo	1,6mi

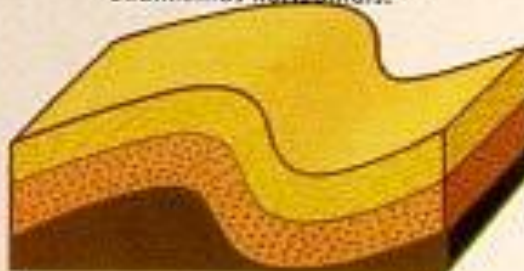
DOBRAS



Sedimentos horizontais.



Anticlinal e sinclinal simétricos.



Anticlinal e sinclinal assimétricos.



Dobra inclinada (anticlinal).



Dobras isoclinais.



Dobra deitada.



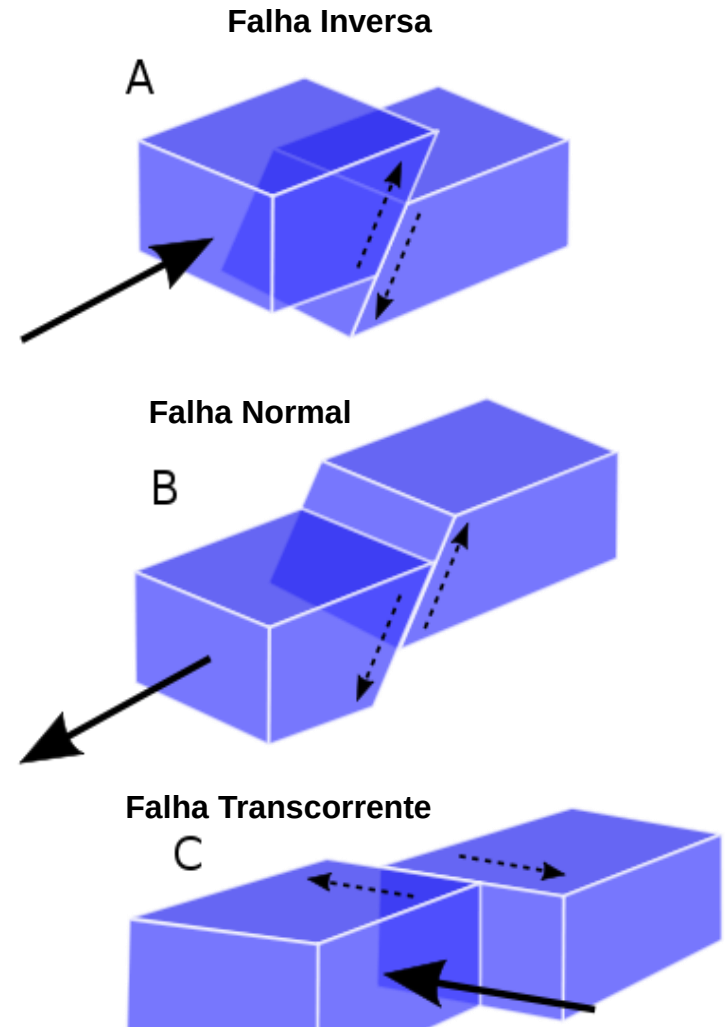
Dobra folhada.



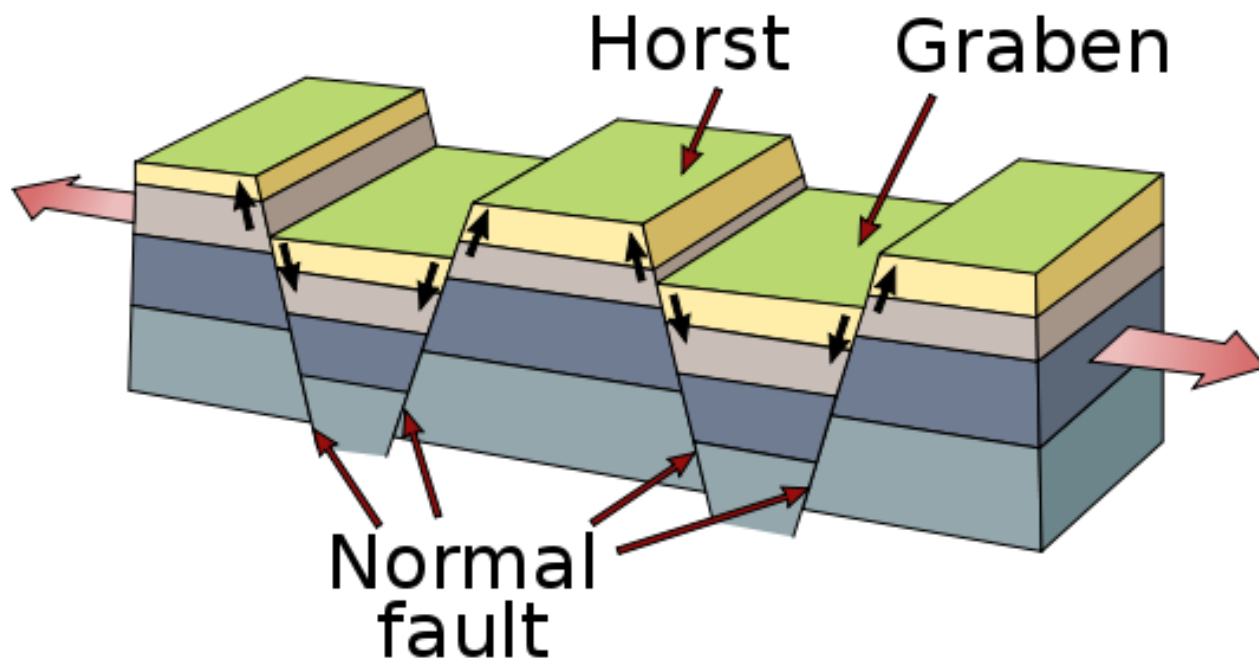
Dobra folhada com correção

Falhamentos

- ✓ Ocorrem em terrenos de pouca plasticidade compostos por camadas rochosas resistentes ou rígidas e resistentes às forças internas, que “se quebram” ao invés de dobrar;
- ✓ a pressão dá-se de forma vertical e constitui **movimentos epirogenéticos**;



- ✓ A parte mais elevada é chamada de **pilar** ou **horst** e a mais baixa, de **fossa tectônica** ou **graben**;
- ✓ ocorrendo uma fratura sem que haja desnivelamento, chamamos **Diáclase**.

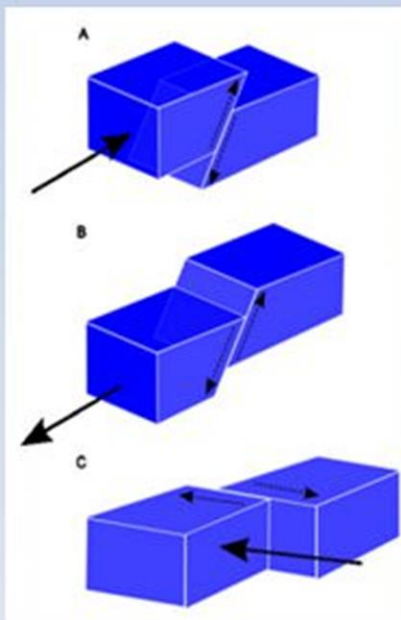
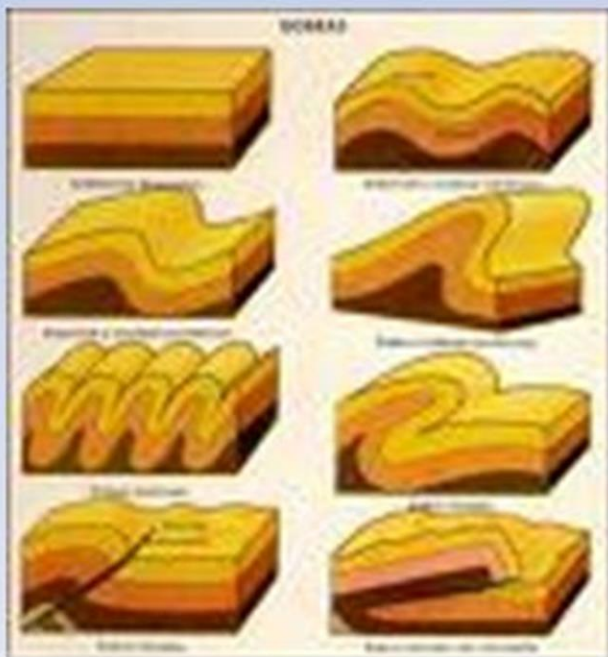
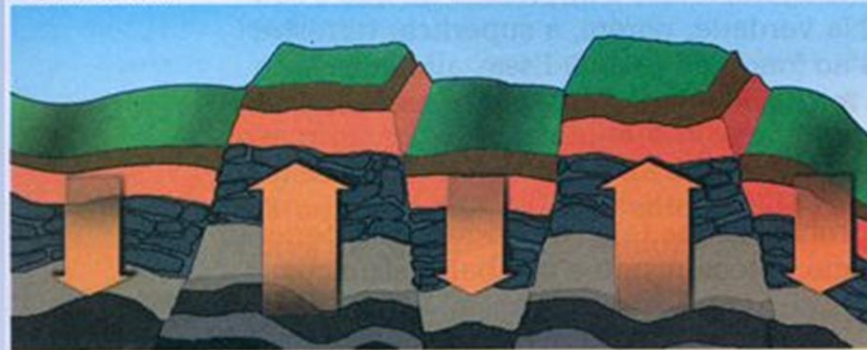


Consequências do Tectonismo

Esquema de dobramento

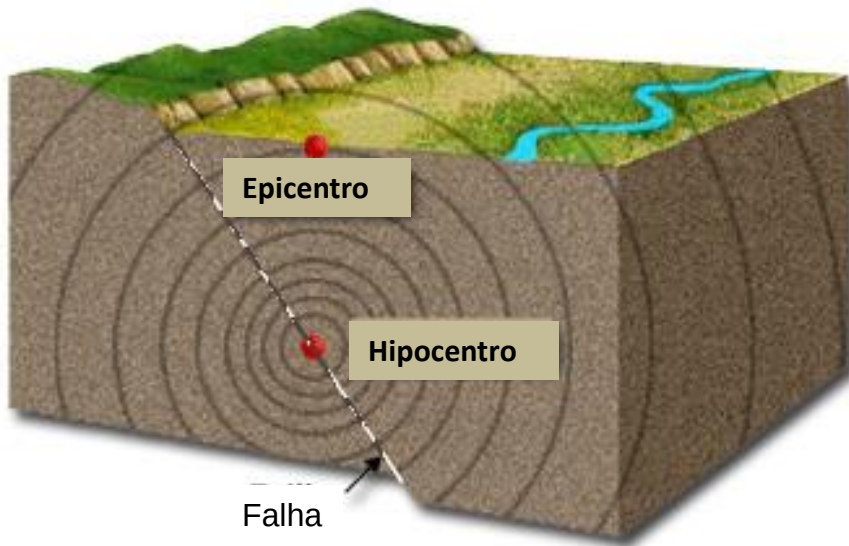


Esquema de falha



Abalos sísmicos

- ✓ Abalo sísmico ou terremoto é um tremor da superfície terrestre produzido por forças naturais situadas no interior da crosta terrestre e a profundidades variáveis. Ocorre pela liberação de ondas sísmicas que vão se manifestar em uma parte do relevo;
- ✓ o hipocentro é o local de surgimento do abalo, enquanto o epicentro é o local de manifestação;



- ✓ a magnitude do abalo é determinada pela escala Richter;
- ✓ **as principais consequências são:**
 - ❖ vibração do solo;
 - ❖ abertura de falhas;
 - ❖ deslizamento de terra;
 - ❖ tsunamis;

Imagem: Lorangeo / Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.

Vulcanismo

- ✓ Fenômenos geográficos relacionados com as atividades vulcânicas, através dos quais o magma do interior da Terra chega até a superfície;
- ✓ surgem pelo rompimento da crosta. São classificados em:
 - I- ativos. II- inativos. III- extintos.

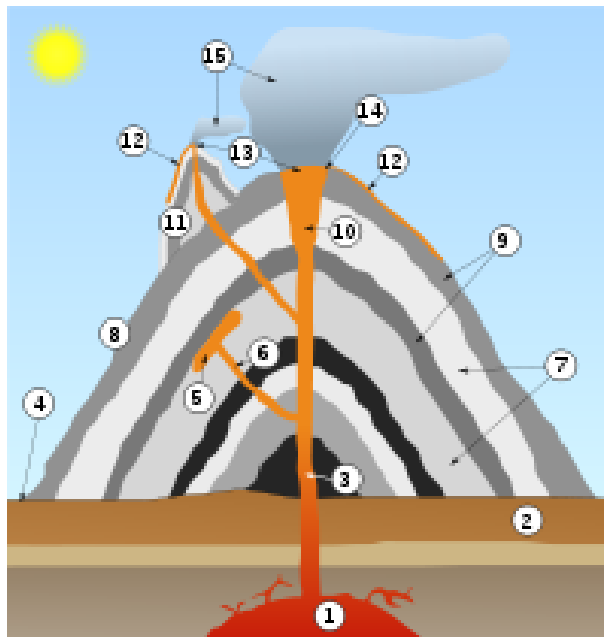
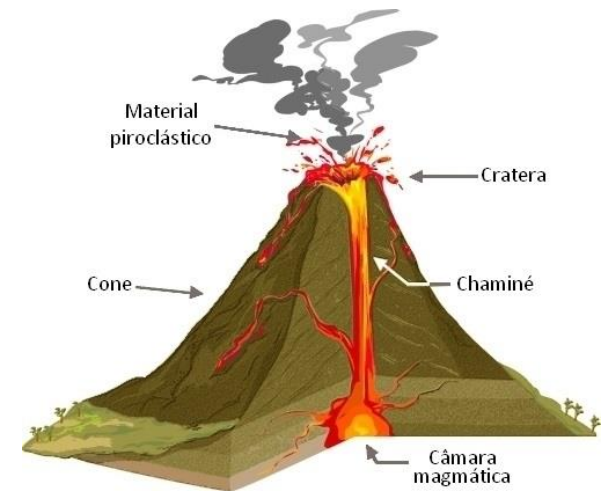


Imagem: MesserWoland / GNU Free Documentation License.

1. Câmara magmática
2. Rocha
3. Chaminé
4. Base
5. Depósito de lava
6. Fissura
7. Camadas de cinzas emitidas pelo vulcão
8. Cone
9. Camadas de lava emitidas pelo vulcão
10. Garganta
11. Cone parasita
12. Fluxo de lava
13. Ventilação
14. Cratera
15. Nuvem de cinza



Processos Geomorfológicos Exógenos:

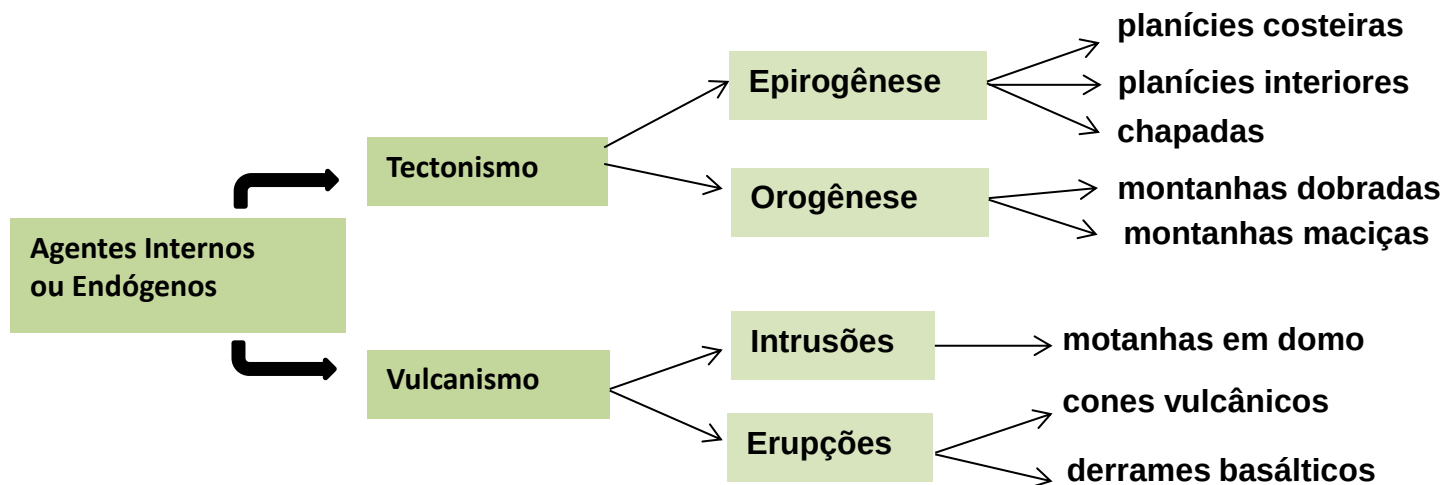
São os modeladores do relevo, responsáveis pelas formas ou feições;

Os principais processos exógenos ou externos são:

- ✓ **Intemperismo;**
- ✓ **Erosão;**
- ✓ **Sedimentação.**

Os principais fatores exógenos ou externos são:

- ✓ **Rios:** Formam as planícies fluviais e os deltas.
- ✓ **Chuvas:** As enxurradas provocam o desgaste do solo e podem provocar o aparecimento de voçorocas.
- ✓ **Mar:** As águas oceânicas modificam as formas de relevo litorâneo por meio de um trabalho construtivo e destrutivo.
- ✓ **Vento**
 - **Ação destrutiva:** deflação (os ventos varrem as areias) e Corrosão (consiste em atirar partículas contra o relevo, causando-lhes um intenso lixamento);
 - **Ação Construtiva:** dunas e solo de Löess.
- ✓ **Geleiras**
 - **Erosão Glacial:** formação de vales em forma de U;
 - **Acumulação Glacial:** morainas ou morenas.



Intemperismo

É a quebra e alteração dos minerais perto da superfície da Terra para produtos que estão mais em equilíbrio com as novas condições físico-químicas impostas (Ollier, 1969)

Pode ser físico (causa a desagregação das rochas com separação dos grãos mineirais) ou químico (dissolução, hidrólise, oxidação, redução, hidratação, carbonatação e quelação)

Fatores Controladores:

- ✓ Material Parental (Rocha)
- ✓ Clima (Umididade e Temperatura)
- ✓ Fauna e Flora
- ✓ Topografia (Relevo)
- ✓ Tempo

✓ Material Parental

A alteração intempérica das rochas depende da natureza dos minerais;

✓ Clima (Umididade e Temperatura)

Influencia no tipo e na velocidade do intemperismo

- *Clima quente e úmido – intensa e rápida decomposição das rochas e consequente manto de alteração mais espesso com abundância de minerais secundários e pobres em cátions básicos (Ca, Mg e K);*
- *Clima árido e/ou muito frio: O manto de alteração é normalmente pouco espesso, contém menos argila e mais minerais primários.*

✓ Fauna e Flora

Flora – Cobertura Vegetal – as raízes geram intemperismo físico durante o seu crescimento.



Fauna – Ratos, minhocas, aracnídeos, bactérias e fungos. Podem cavar buracos profundos, trazendo, geralmente, material do subsolo para a superfície.



✓ Topografia (Relevo)

Regula a velocidade do escoamento superficial das águas pluviais.
Controla a quantidade de água que se infiltra nos perfis.

As reações químicas do intemperismo ocorrem mais intensamente nos compartimentos do relevo onde é possível boa infiltração da água, percolando por tempo suficiente.

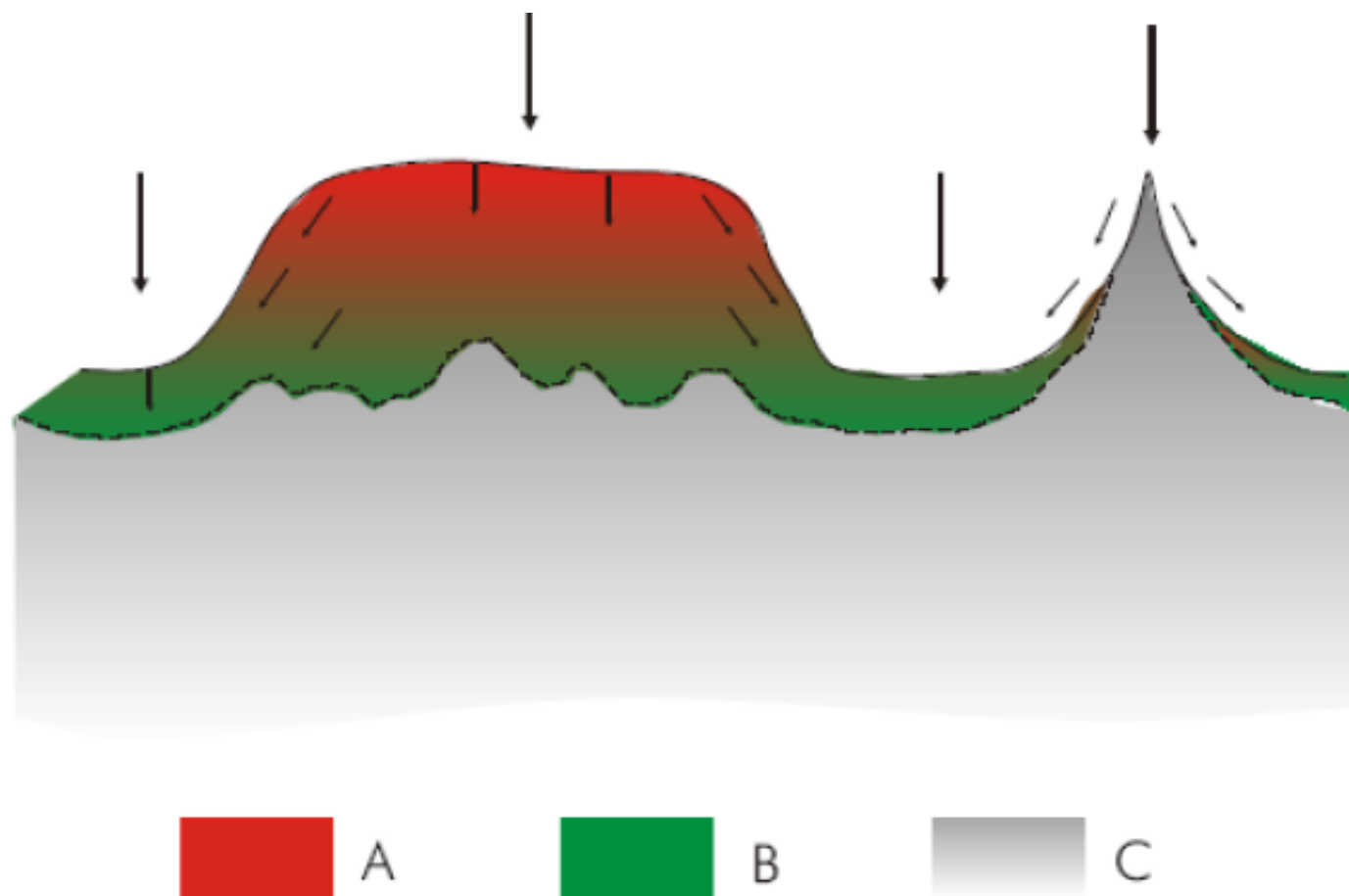


Fig. 8.21 Influência da topografia na intensidade do intemperismo.

Setor A: Boa infiltração e boa drenagem favorecem o intemperismo químico.

Setor B: Boa infiltração e má drenagem desfavorecem o intemperismo químico.

Setor C: Má infiltração e má drenagem desfavorecem o intemperismo químico e favorecem a erosão.

✓ Tempo

O tempo necessário para intemperizar uma determinada rocha depende dos outros fatores que controlam o intemperismo, principalmente de suscetibilidade dos constituintes minerais e do clima.

Em condições de intemperismo pouco agressivas, é necessário um tempo mais longo de exposição às intempéries para haver o desenvolvimento de um perfil de alteração.



Relevos Estruturais

Formas de relevo controladas, principalmente pelas características estruturais do substrato rígido que os constituem:

- ✓ Litologia;
- ✓ Geometria de camadas (sedimentares ou ígneas);
- ✓ Estruturas tectônicas (falhas, fraturas, dobras, foliação, etc)

Objetivos da classificação do relevo:

- ✓ Risco Geológico;
- ✓ Planejamento urbano;
- ✓ Mapeamentos: Geotécnico; Geoambiental; Hidrogeológico; Geológico, Estrutural; de controle de recursos minerais e energéticos.

Principais formas de relevo

- ✓ **Montanhas** são aquelas regiões em que ainda hoje os processos internos superam os externos, ou seja, o soerguimento é mais forte que a erosão. É comum, no entanto, considerar montanhas aquelas áreas que, mesmo antigas, apresentam altitudes superiores a 300 metros;
- ✓ **Planaltos** são superfícies elevadas, com ondulações suaves, delimitadas por escarpas que constituem declives e nos quais os processos de destruição superam os de construção. Entre os fatores externos, predominam os agentes de desgaste, e não os de sedimentação. Os planaltos típicos são de estrutura sedimentar, mas podem ser formados pelo soerguimento de blocos magmáticos;

- ✓ **Planícies** são superfícies aplainadas em que os processos de deposição superam os de desgaste;
- ✓ **Depressões:** a altitude da superfície é mais baixa que as formas de relevo que as circundam. Classificam-se em ***depressões absolutas***, quando estão abaixo do nível do mar, e ***depressões relativas***, quando estão acima do nível do mar, porém rebaixadas em relação às áreas circunvizinhas.

Cada uma das formas de relevo pode receber denominações diferentes, conforme suas dimensões e particularidades morfológicas. Assim, por exemplo, uma pequena montanha é chamada, em geral, de morro; um alinhamento de montanhas, de serra.

Formas do relevo continental

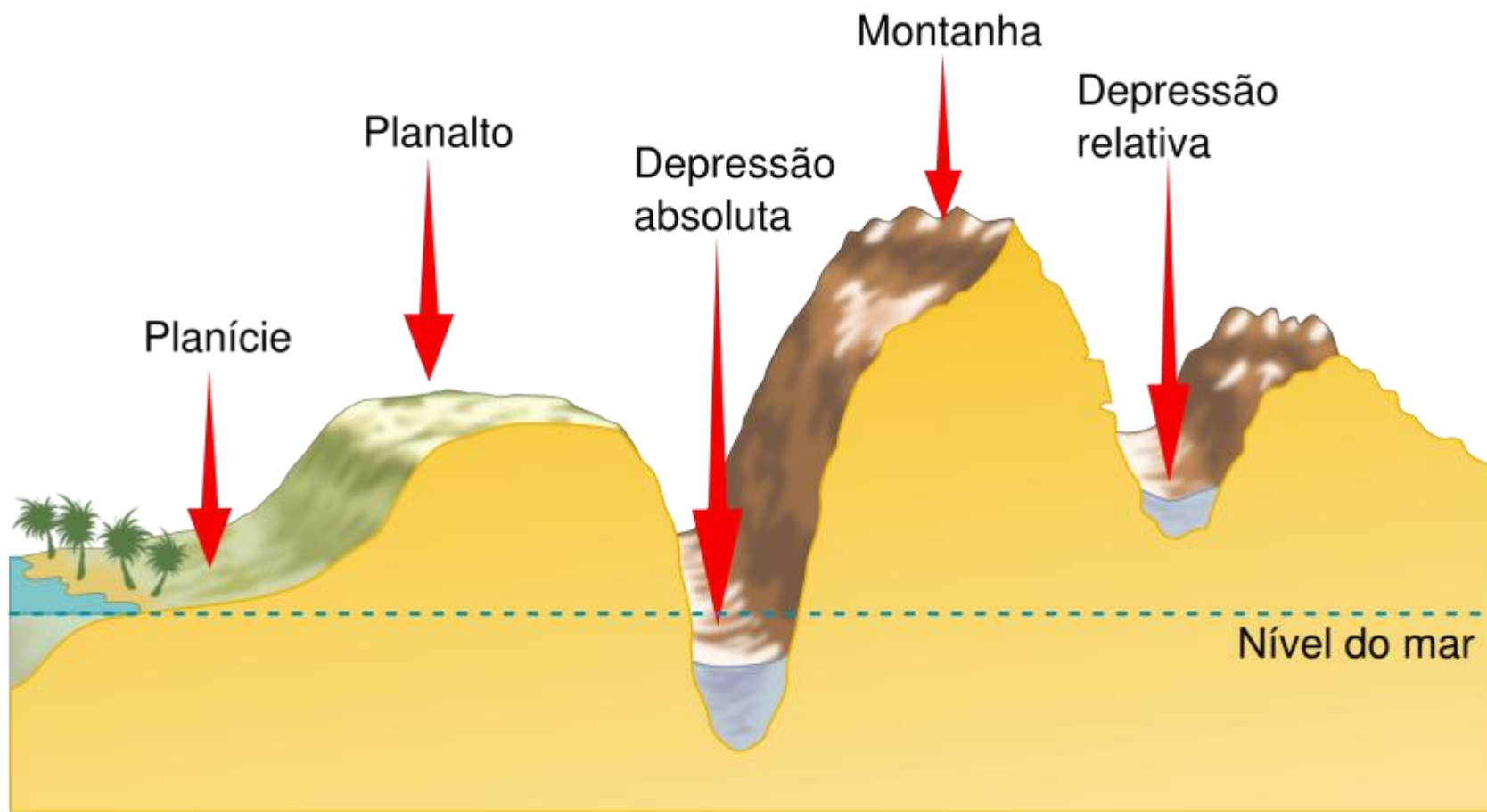


Imagem: SEE-PE

Relevo submarino

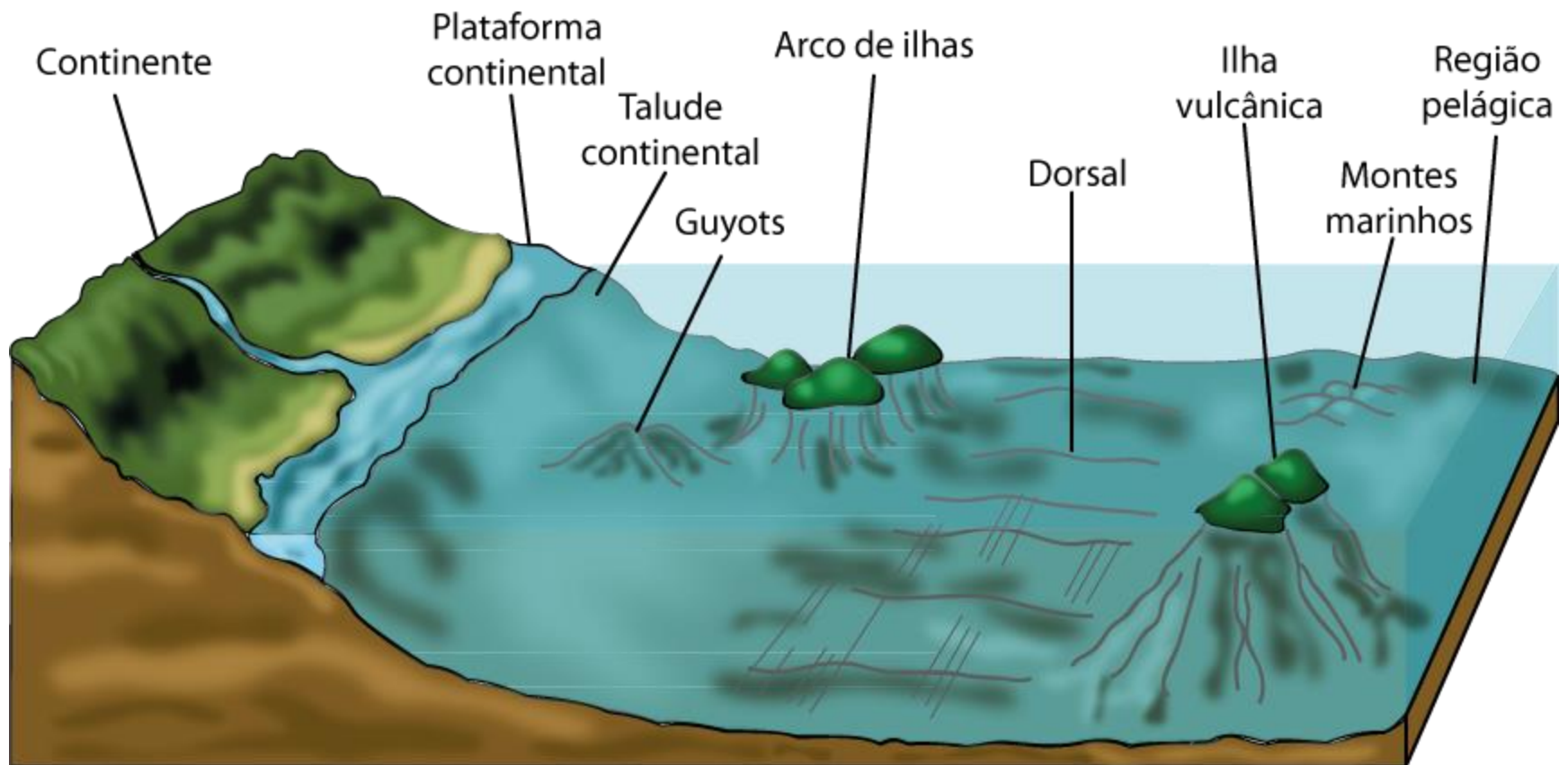


Imagem: SEE-PE

LEITURA SUGERIDA:

Geomorfologia: a construção de uma identidade.

Disponível em: http://www.uc.pt/fluc/depgeo/Publicacoes/livro_homenagem_FRebelo/779_795

Introdução à Geomorfologia

Valter Casseti

Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap1/>

Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE

Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>

Slides baseados em materiais de aulas dos profs. André Negrão e Ginaldo Campanha;