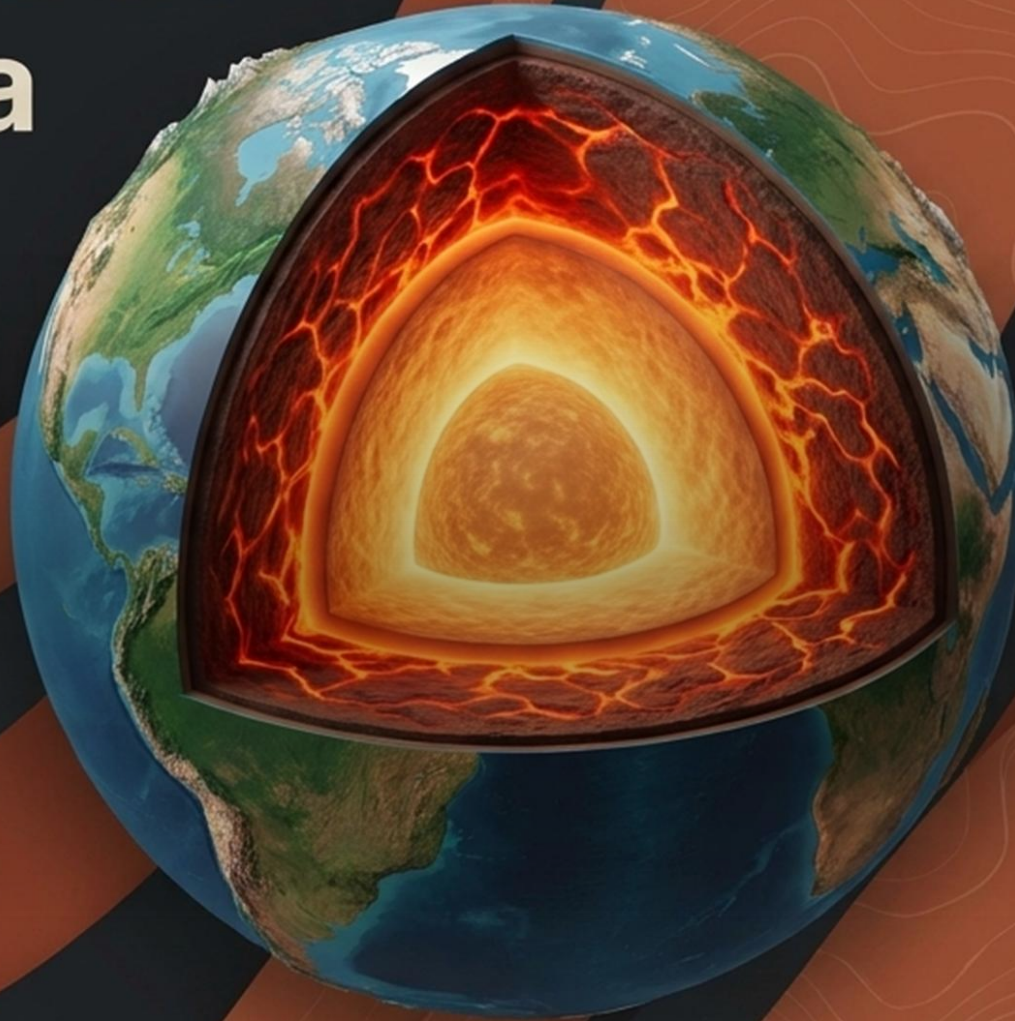


A Anatomia de um Planeta Vivo

Uma dissecação visual da estrutura interna, dinâmica tectónica e evolução geológica da Terra.



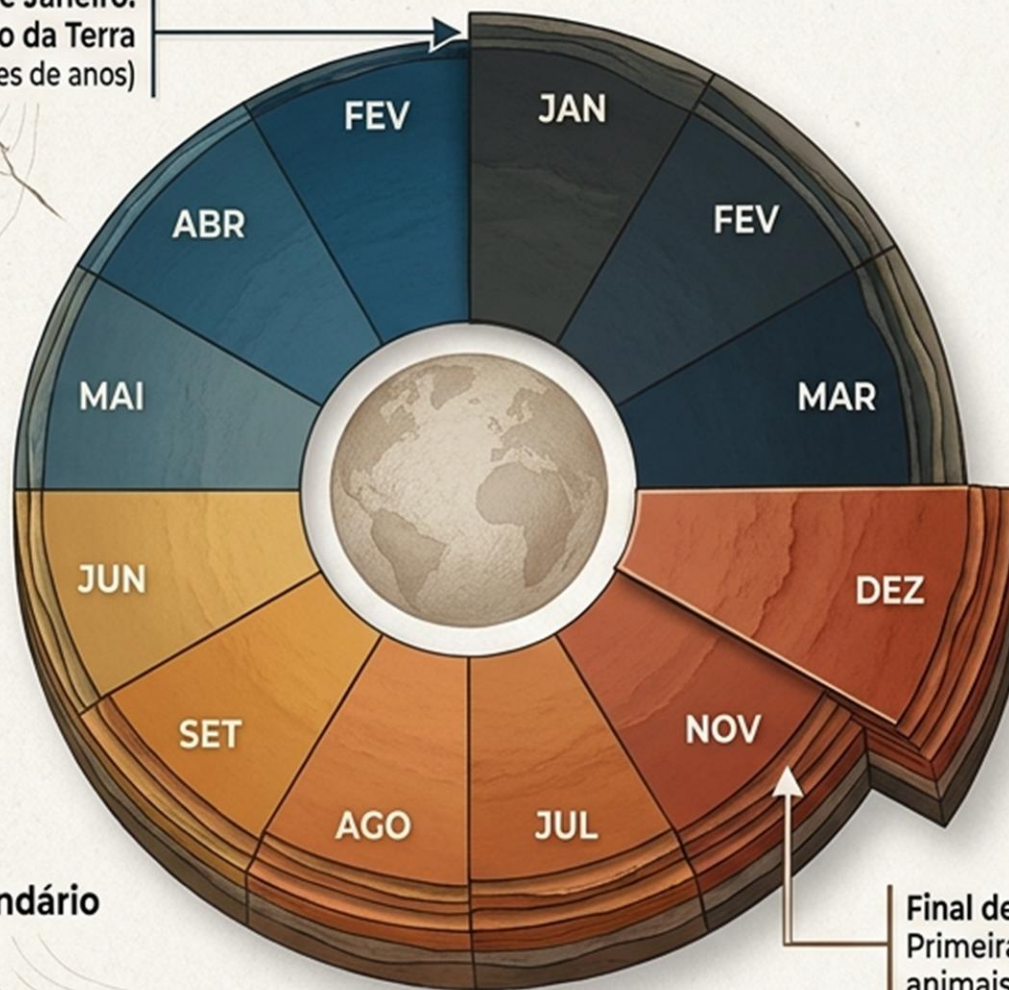
SD 6 - Estrutura e dinâmica da Terra

Estrutura e dinâmica da Terra - Geologia

- Há 4,6 bilhões de anos, uma densa nuvem de gás e poeira se contraiu e constituiu o Sol. Outras partículas sólidas de gelo e rocha **uniram-se também por força gravitacional** e, à medida que foram aumentando de tamanho, formaram os planetesimais e, posteriormente, os protoplanetas.
- Dessa forma, teriam se originado os planetas terrestres: **Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.**
- **Devido ao calor liberado nas colisões e à radioatividade**, o material dos planetas recém-formados derreteu. Os materiais mais pesados (ferro e níquel) originaram o núcleo teoria da diferenciação planetária, enquanto os materiais mais leves permaneceram constituindo o que viriam a ser as demais camadas. Também o aumento do tamanho e, conseqüentemente, da gravidade, possibilitava ao nosso planeta reter alguns voláteis gerados pelos impactos, formando-se, assim, uma atmosfera muito primitiva. Essa atmosfera atuava como um isolante térmico provocando aquecimento e fusão dos materiais terrestres, o que contribuiu para a diferenciação das camadas da Terra: núcleo, manto e crosta terrestre.

O RELÓGIO GEOLÓGICO DA TERRA: UMA CRONOLOGIA ESTRATIFICADA

1 de Janeiro:
Formação da Terra
(Há ~4,56 mil milhões de anos)



Relógio/Calendário
Anual

Final de Novembro:
Primeiras plantas e
animais surgem

LINHA DO TEMPO DE DEZEMBRO

CRONOLOGIA DE DEZEMBRO:
A CHEGADA TARDIA



26 de Dezembro (17h26):
Extinção dos dinossauros
(70 milhões de anos)



26 de Dezembro (21h21):
Elevação da Cordilheira dos
Andes (63 milhões de anos)



31 de Dezembro (19h12):
Surgimento do género Homo
(2 milhões de anos)

Se a história geológica da Terra fosse comprimida num único ano civil,
a humanidade só entraria em palco nas últimas horas do último dia.

- Há 4 bilhões de anos, a crosta terrestre iniciou o seu processo de **resfriamento** e começou a tomar forma, tornando-se cada vez mais espessa. **Vulcões entraram em erupção, emitindo gases e vapor d'água.** Os primeiros contribuíram para a atmosfera e o último, ao se condensar, originou os oceanos.
- Há 3,5 bilhões de anos, a maior parte da crosta terrestre já estava formada e as rochas mais antigas já existiam. Entretanto, a configuração dos continentes era bem distinta da atual.

Comparando-se a escala de tempo geológico com a passagem de um ano e coma nossa vida: a Terra surgiria no dia 1º de janeiro (+/- 4,56 bilhões de anos). Somente no final de novembro a pareceria mas primeiras plantas e animais (500 a 420 milhões de anos). Às 17h26 de 26 de dezembro (70 milhões de anos) desapareceriam os dinossauros. Às 21h21 de 26 de dezembro (63 milhões de anos) surgiria a Cordilheira dos Andes. Às 19h12 de 31 de dezembro (2 milhões de anos) surgiria o primeiro membro de nosso gênero (Homo), na África

Éon	Era	Período	Época	Início (milhões de anos)	Acontecimentos
Fanerozoico	Cenozoica	Quaternário	Holoceno	0,01	- Formação das civilizações e constituição do tempo histórico;
			Pleistoceno	1,6	- Surgimento do homem;
		Terciário	Plioceno	5,2	- Primeiros hominídeos;
			Mioceno	23	- Avanços na formação dos atuais continentes;
			Oligoceno	36	- Surgimento dos campos e pradarias;
			Eoceno	57	- Primeiros roedores e baleias;
			Paleoceno	65	- Domínio dos mamíferos na Terra.
	Mesozoica	Cretáceo		135	- Extinção dos dinossauros e outras formas de vida primitivas; - Surgimento dos mamíferos e das aves;
			Jurássico	205	- Início da fragmentação do Pangeia;
			Triássico	250	- Primeiros Dinossauros.
	Paleozoica		Permiano	290	- União entre Gondwana e Laurásia na formação do continente Pangeia;
			Carbonífero	355	- Surgimento e difusão dos répteis;
			Devoniano	410	- Formação das primeiras florestas; - Origem das Bacias Sedimentares;
			Siluriano	438	- Primeiros animais terrestres;
			Ordoviciano	510	- Glaciações e surgimento dos peixes;
			Cambriano	570	- Primeiros animais invertebrados e algas marinhas.
Pré-Cambriano	Proterozoica			2.500	- Primeiras formas de vida;
	Arqueozoica			4.500	- Formação da Terra; - Origem das rochas e primeiras formas de relevo.

- ✓ O planeta continua em transformação em virtude de forças internas (endógenas) e externas (exógenas) que alteram as paisagens. Em virtude de agentes intempéricos ocorre, em médio prazo, a modelagem das várias formas de relevo.
- ✓ Outras mudanças relacionadas são afastamento ou à aproximação de massas continentais ocorrem em intervalos de tempo muito longos, muitas vezes imperceptíveis aos seres humanos.
- ✓ Para o estudo de todos os eventos que constituem a história geológica e biológica do planeta Terra, foi criada uma escala do tempo geológico na qual a história da Terra é dividida em éons, eras, períodos e épocas.

Eras	Características ou acontecimentos	
	Gerais	No Brasil
Cenozóica 65 milhões	- Formação das cordilheiras atuais: Alpes, Andes, Himalaia, Rochosas (todas no Terciário). - Intensas glaciações.	- Formação das bacias sedimentares terciárias (Amazônica) e quaternárias (do Pantanal, Costeira). - Formação da Ilha de Marajó. - Atividade vulcânica e formação de ilhas vulcânicas (Arquipélago de Fernando de Noronha, Ilha Trindade e outras).
Mesozóica 250-135 milhões	- Intensa atividade vulcânica. - Início da separação dos continentes (Jurássico). - Formação do petróleo. - Formação de bacias sedimentares.	- Derrames basálticos na Região Sul (formação do planalto arenito-basáltico). - Formação de bacias sedimentares (Paranaica, São Franciscana e Meio Norte).
Paleozóica 570-290 milhões	- Desenvolvimento do processo de sedimentação e formação de bacias sedimentares. - Formação de jazidas carboníferas.	- Início da formação das bacias sedimentares mais antigas. - Formação das jazidas carboníferas do sul do país.
Arqueozóica e Proterozóica (Pré-Cambriano) 4 bilhões	- Formação de escudos cristalinos (rochas magmáticas e metamórficas). - Formação de minerais metálicos. - Formação das rochas mais antigas (magmaicas).	- Formação dos escudos cristalinos (Brasileiro e Guiano). - Formação de várias províncias minerais metálicas (Proterozóico): <u>Serra do Espinhaço, Escudo Guiano, Carajás, Serra do Navio, Maciço do Urucum, Oriximiná, etc.</u> - Formação das Serras do Mar e da Mantiqueira (Arqueozóicas).
Azóica	Resfriamento da Terra	

As principais bacias sedimentares brasileiras formadas durante o Paleozoico são:

- **Bacia do Paraná** – A maior e mais importante bacia paleozoica do Brasil, abrangendo parte do Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Possui depósitos de carvão mineral e rochas vulcânicas.
- **Bacia do Parnaíba** – Localizada principalmente no Nordeste, entre Maranhão e Piauí, formada por sedimentos acumulados em antigos mares rasos.
- **Bacia Amazônica** – Situada na Região Norte, apresenta espessas camadas sedimentares paleozoicas associadas a antigos ambientes marinhos e continentais.
- **Bacia do São Francisco** – Desenvolvida no interior do Brasil, com sedimentos antigos relacionados a ambientes marinhos rasos.
- **Bacia do Parecis** – Localizada no Centro-Oeste, especialmente em Mato Grosso, com origem ligada à deposição sedimentar paleozoica.

BACIAS SEDIMENTARES DO PALEOZÓICO NO BRASIL



PRINCIPAIS BACIAS PALEOZÓICAS

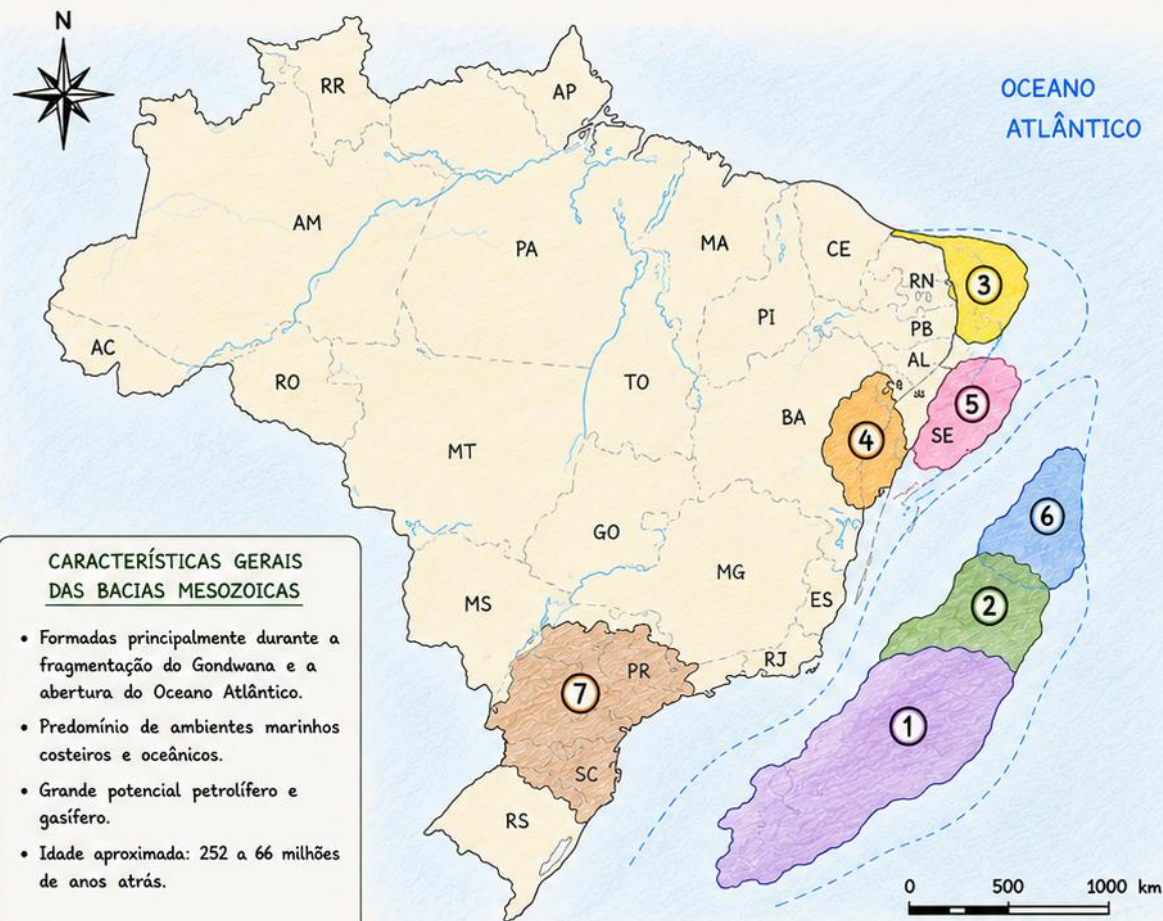
- 1 BACIA DO PARANÁ**
A maior bacia paleozoica do Brasil. Abrange partes do Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Formada por sedimentos marinhos, continentais e vulcânicos. Rica em carvão mineral (Formação Rio Bonito) e rochas vulcânicas.
- 2 BACIA DO PARNAÍBA**
Localizada entre Maranhão, Piauí, Ceará e parte do Pará. Formada por sedimentos marinhos rasos e continentais (deltaicos e fluviais). Destaque para as formações Poti, Longá, Pimenteiras e Cabeças.
- 3 BACIA AMAZÔNICA**
Situada na Região Norte. Possui espessas camadas sedimentares paleozoicas depositadas em ambientes marinhos e continentais. Inclui formações como Trombetas, Tapajós e Solimões.
- 4 BACIA DO SÃO FRANCISCO**
Localizada no interior do Brasil, em Minas Gerais e Bahia. Formada por sedimentos marinhos rasos, com influência continental. Destaque para a Formação Bambuí.
- 5 BACIA DO PARECIS**
Localizada principalmente em Mato Grosso. Formada por sedimentos marinhos e continentais paleozoicos. Inclui as formações Puga e Araras.

IMPORTÂNCIA

Essas bacias registram antigos ambientes de deposição, fósseis, movimentações tectônicas e são importantes reservas de recursos minerais e energéticos.



BACIAS SEDIMENTARES DO MESOZÓICO NO BRASIL

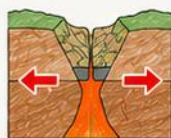


CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS BACIAS MESOZOICAS

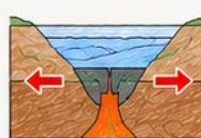
- Formadas principalmente durante a fragmentação do Gondwana e a abertura do Oceano Atlântico.
- Predomínio de ambientes marinhos costeiros e oceânicos.
- Grande potencial petrolífero e gasífero.
- Idade aproximada: 252 a 66 milhões de anos atrás.

ORIGEM: RIFTEAMENTO E ABERTURA DO OCEANO ATLÂNTICO

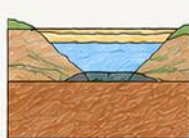
1. Rifteamento



2. Formação do oceano



3. Margem passiva



■ Crosta continental

■ Crosta oceânica

■ Magma

LEGENDA DO MAPA

- 1 Bacia de Santos
- 2 Bacia de Campos
- 3 Bacia Potiguar
- 4 Bacia do Recôncavo
- 5 Bacia de Sergipe-Alagoas
- 6 Bacia do Espírito Santo
- 7 Bacia do Paraná (vulcanismo mesozoico)

--- Limite aproximado das bacias offshore

PRINCIPAIS BACIAS MESOZOICAS

1 BACIA DE SANTOS

- Localizada no litoral de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná (offshore).
- Formada entre o Jurássico e o Cretáceo.
- Uma das maiores produtoras de petróleo do Brasil, incluindo as reservas do pré-sal.

2 BACIA DE CAMPOS

- Localizada no litoral do Rio de Janeiro e Espírito Santo (offshore).
- Formada no Cretáceo.
- Importante produtora de petróleo e gás natural.

3 BACIA POTIGUAR

- Entre o Rio Grande do Norte e o Ceará.
- Formada no processo de separação entre América do Sul e África (Cretáceo).
- Possui reservas de petróleo e gás natural.

4 BACIA DO RECÔNCAVO

- Localizada na Bahia.
- Formada no Jurássico ao Cretáceo.
- Foi uma das primeiras bacias produtoras de petróleo do Brasil.

5 BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS

- Localizada entre Sergipe e Alagoas (offshore).
- Formada no Cretáceo, durante a abertura do Oceano Atlântico.
- Possui reservas de petróleo e gás natural.

6 BACIA DO ESPÍRITO SANTO

- Localizada no litoral do Espírito Santo (offshore).
- Formada no Cretáceo.
- Associada ao rifteamento e à margem passiva do Atlântico Sul.

7 BACIA DO PARANÁ (VULCANISMO MESOZOICO)

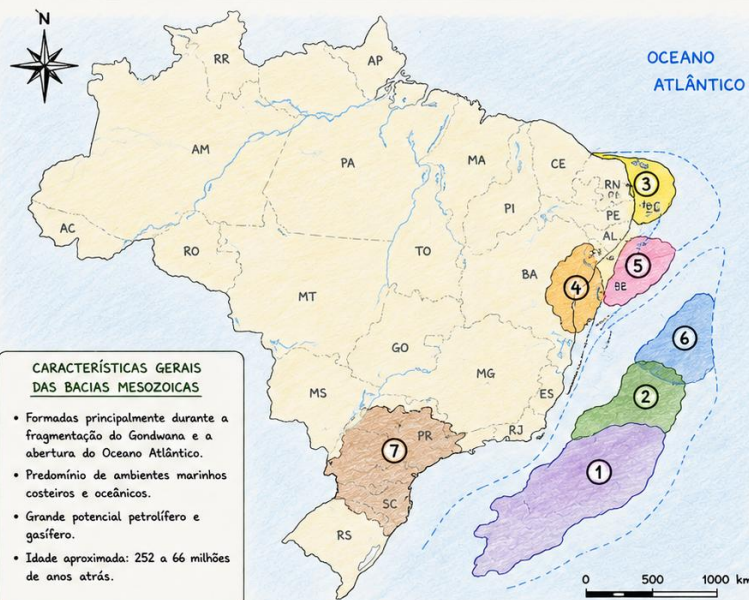
- Embora seja uma bacia paleozoica, sofreu intenso vulcanismo no Mesozoico (Jurássico-Cretáceo).
- Formação dos derrames basálticos da Formação Serra Geral.
- Importante para a formação do relevo e dos solos da região Sul do Brasil.

IMPORTÂNCIA

As bacias mesozoicas brasileiras são fundamentais para a economia do país, especialmente pela grande quantidade de petróleo e gás natural, além de outros recursos minerais.



BACIAS SEDIMENTARES DO MESOZOÍCO NO BRASIL

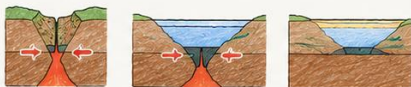


CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS BACIAS MESOZOICAS

- Formadas principalmente durante a fragmentação da Gondwana e a abertura do Oceano Atlântico.
- Predomínio de ambientes marinhos costeiros e oceânicos.
- Grande potencial petrolífero e gasífero.
- Idade aproximada: 252 a 66 milhões de anos atrás.

ORIGEM: RIFTEAMENTO E ABERTURA DO OCEANO ATLÂNTICO

1. Riftingamento 2. Formação do oceano 3. Margem passiva



■ Crosta continental ■ Crosta oceânica ■ Magma

LEGENDA DO MAPA

- 1 Bacia de Santos
- 2 Bacia de Campos
- 3 Bacia Potiguar
- 4 Bacia do Recôncavo
- 5 Bacia de Sergipe-Alagoas
- 6 Bacia do Espírito Santo
- 7 Bacia do Paraná (vulcanismo mesozoico)

--- Limite aproximado das bacias offshore

PRINCIPAIS BACIAS MESOZOICAS

1 BACIA DE SANTOS

- Localizada no litoral de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná (offshore).
- Formada entre o Jurássico e o Cretáceo.
- Uma das maiores produtoras de petróleo do Brasil, incluindo as reservas do pré-sal.

2 BACIA DE CAMPOS

- Localizada no litoral do Rio de Janeiro e Espírito Santo (offshore).
- Formada no Cretáceo.
- Importante produtora de petróleo e gás natural.

3 BACIA POTIGUAR

- Entre o Rio Grande do Norte e o Ceará.
- Formada no processo de separação entre América do Sul e África (Cretáceo).
- Possui reservas de petróleo e gás natural.

4 BACIA DO RECÔNCAVO

- Localizada na Bahia.
- Formada no Jurássico ao Cretáceo.
- Foi uma das primeiras bacias produtoras de petróleo do Brasil.

5 BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS

- Localizada entre Sergipe e Alagoas (offshore).
- Formada no Cretáceo, durante a abertura do Oceano Atlântico.
- Possui reservas de petróleo e gás natural.

6 BACIA DO ESPÍRITO SANTO

- Localizada no litoral do Espírito Santo (offshore).
- Formada no Cretáceo.
- Associada ao riftingamento e à margem passiva do Atlântico Sul.

7 BACIA DO PARANÁ (VULCANISMO MESOZOICO)

- Embora seja uma bacia paleozoica, sofreu intenso vulcanismo no Mesozoico (Jurássico-Cretáceo).
- Formação dos derrames basálticos da Formação Serra Geral.
- Importante para a formação do relevo e dos solos da região Sul do Brasil.

IMPORTÂNCIA

As bacias mesozoicas brasileiras são fundamentais para a economia do país, especialmente pela grande quantidade de petróleo e gás natural, além de outros recursos minerais.



As principais bacias sedimentares brasileiras formadas ou intensamente desenvolvidas no Mesozoico são:

Bacia de Santos – Localizada no litoral Sudeste, destacando-se pelas grandes reservas de petróleo do pré-sal.

Bacia de Campos – Situada no litoral do Rio de Janeiro e Espírito Santo, importante produtora de petróleo.

Bacia Potiguar – Entre o Rio Grande do Norte e o Ceará, formada durante a separação entre América do Sul e África.

Bacia do Recôncavo – Na Bahia, importante por ter sido uma das primeiras áreas produtoras de petróleo do Brasil.

Bacia de Sergipe-Alagoas – Desenvolvida no litoral nordestino durante a abertura do Oceano Atlântico.

Bacia do Espírito Santo – Associada ao processo de riftingamento e abertura do Atlântico Sul.

Bacia do Paraná – Embora tenha origem paleozoica, sofreu intenso vulcanismo mesozoico com os derrames basálticos da Formação Serra Geral.

Antropoceno?

- Devido às mudanças provocadas pelo homem, após a Revolução Industrial, alguns cientistas sugeriram a criação de uma época posterior ao Holoceno. Essa nova época chamar-se-ia “Antropoceno” e depende da aprovação da União Internacional de Ciências Geológicas, que estuda o caso desde 2008.



Disponível em: <<http://globodamafalda.blogspot.com/2009/03/por-que-mafalda-afinal.html>> Acesso em: 24 set. 2018.

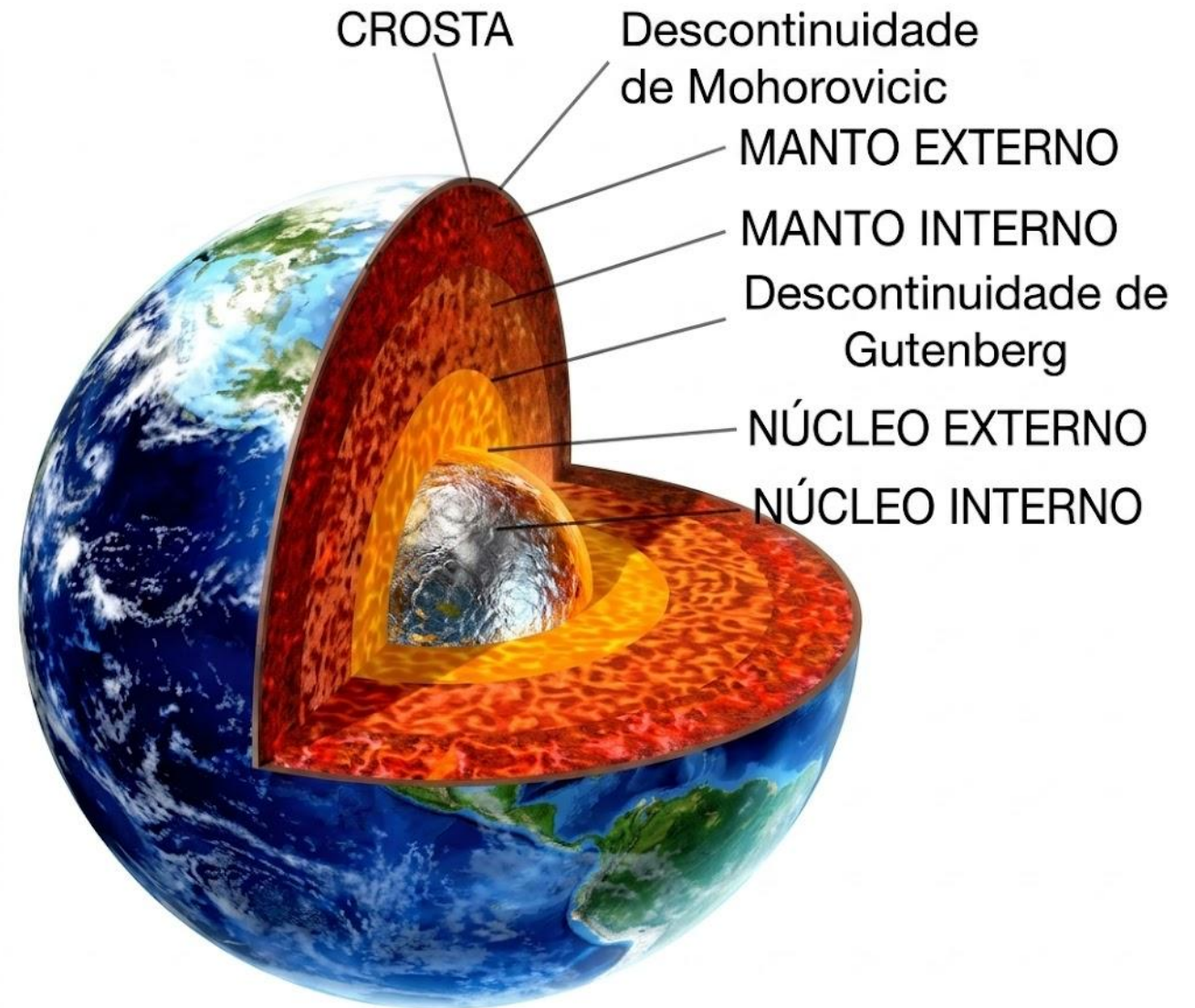
UMA NOVA ERA GEOLÓGICA EM NOSSO PLANETA: O ANTROPOCENO?

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno. Revista USP, n. 103, p. 13-24, 2014.

Aspectos gerais sobre a terra

- O raio médio é de 6.371 km;
- Grau geotérmico: medida da relação entre profundidade e aumento de temperatura geral média. A cada 33 metros de profundidade, a temperatura aumenta 1°C – em média
- Nas camadas internas, calcula-se que a temperatura varie entre 1.500°C e 6.000°C .
- O máximo que o homem perfurou até hoje está em torno de 10 km.
- Forças internas: vulcanismo e terremotos;
- vulcanismo: o magma (em elevadas temperaturas e pressão, flui do manto à crosta terrestre).
- terremotos: tremores que ocorrem na crosta terrestre (acomodações das placas e blocos sedimentares).

ESTRUTURA INTERNA DA TERRA



- Levando-se em consideração a **composição química** das camadas, a Terra é dividida em: crosta terrestre, manto e núcleo.

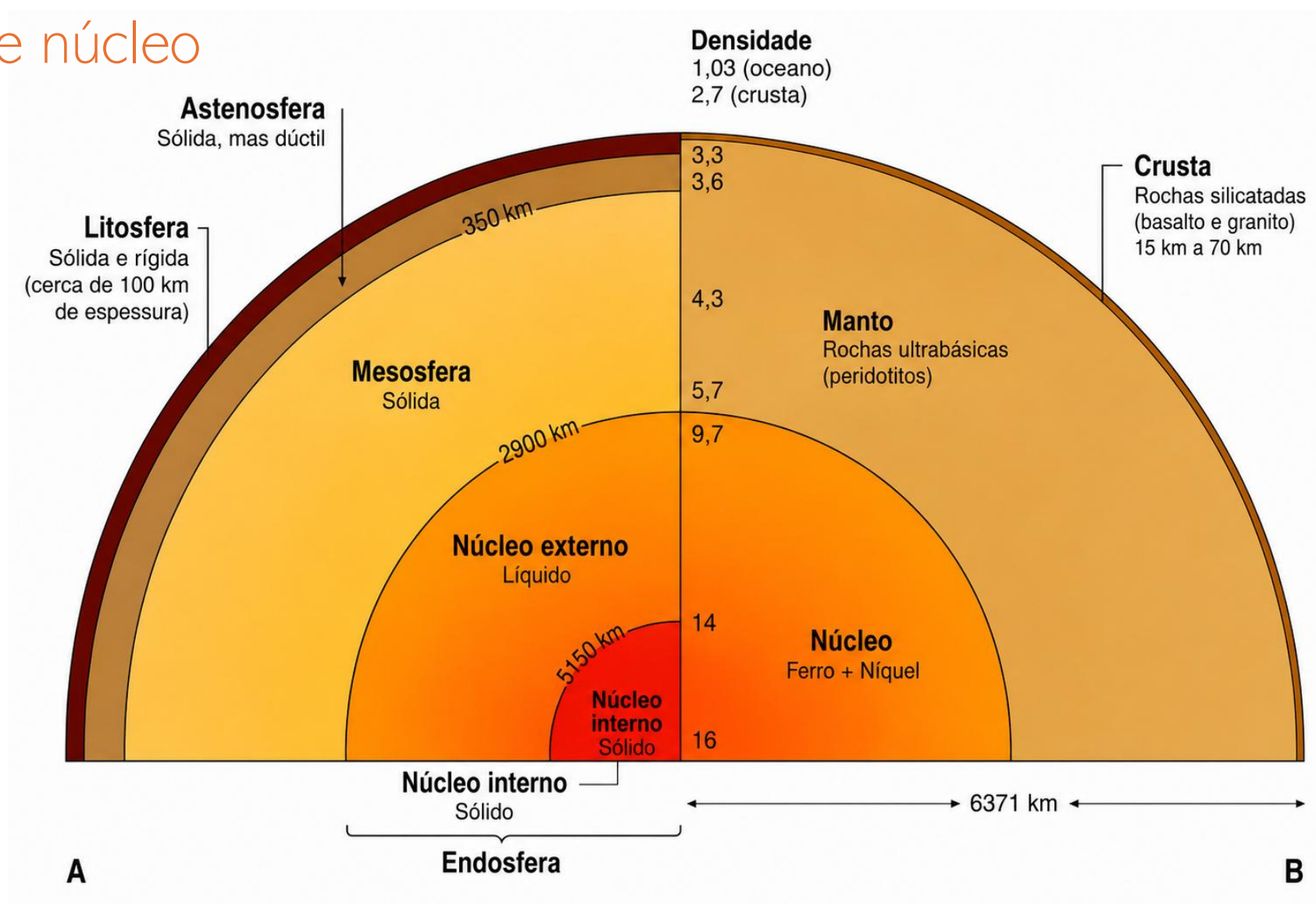
Entre a crosta e o manto, existe uma “faixa” de transição: a **Descontinuidade de Mohorovicic** - Ela não é uniforme e varia entre 5 km a 10 km, no fundo dos oceanos, a cerca de 35 a 40 km abaixo dos continentes, podendo atingir 60 km sob as cordilheiras e montanhas mais elevadas.

FÍSICO

QUÍMICO

QUÍMICO: crosta, manto e núcleo

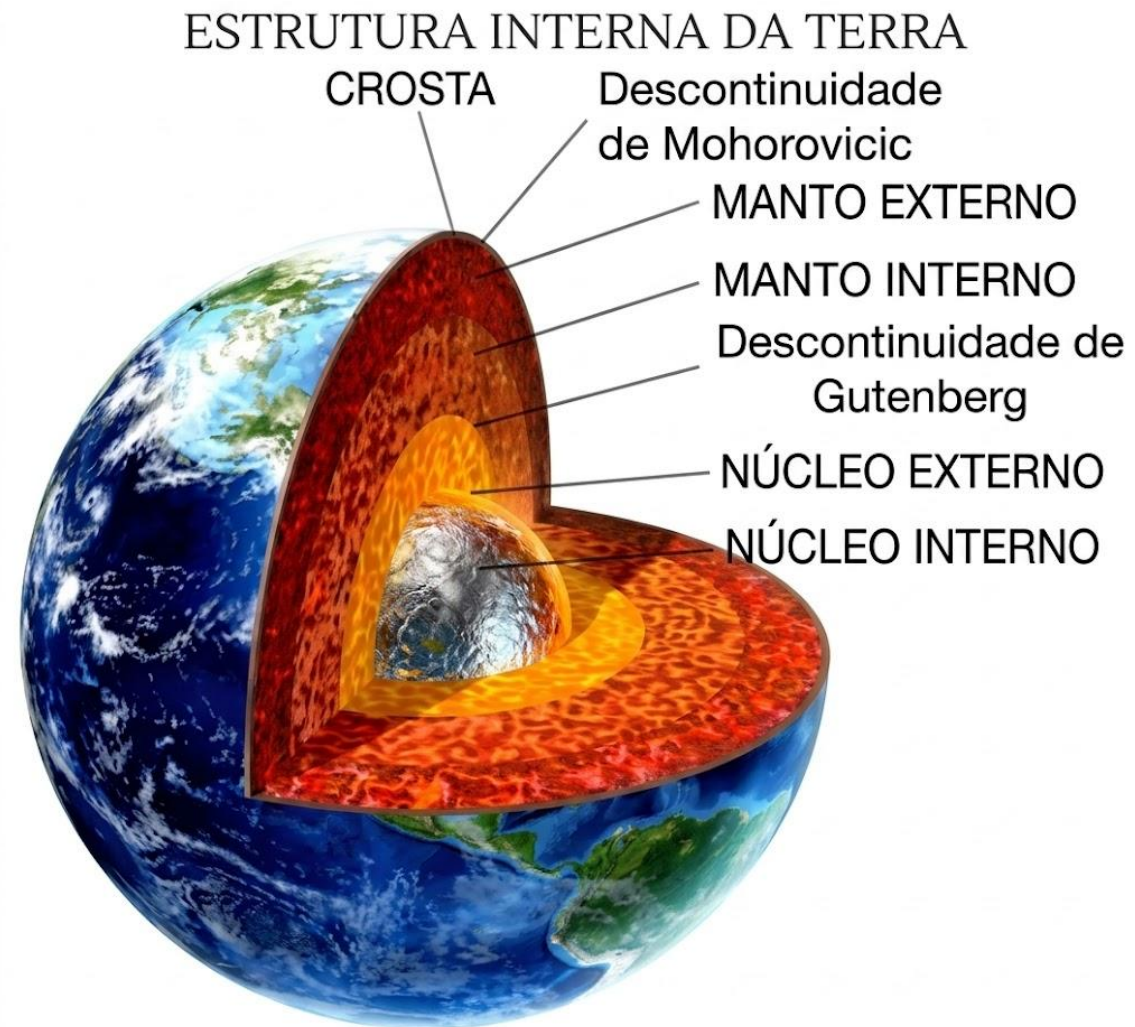
A **crosta** terrestre é a camada mais superficial – 1% da massa do planeta. Sua espessura média gira em torno de **25 km (40 a 60 km)**, variando entre 6 km no assoalho oceânico (crosta oceânica – **SiMa** – Silicatos magnesianos) e 70 km nas áreas montanhosas dos continentes (crosta continental – **SiAl** – silicatos aluminados).



QUÍMICO: crosta, manto e núcleo

- O **manto** é a camada intermediária – Sua espessura média gira em torno de **2.900 km**, sendo dividido em manto superior e manto inferior. **É formado por magma pastoso e denso, em estado de fusão**, e nele predominam os silicatos ferro magnesianos (**SiMa**).
- No entanto, já há indicações de que grande parte do manto inferior, ou interno, é formado por materiais rochosos em estado sólido.
- O núcleo é a camada mais interna, formado, predominantemente, por **níquel e ferro**. Sua espessura gira em torno de **3.500 km** e é dividido em: núcleo externo (estado de fusão) e núcleo interno (parte mais densa – **NiFe**).
- A solidez do núcleo interno é pretensamente explicada pela alta pressão no centro da Terra

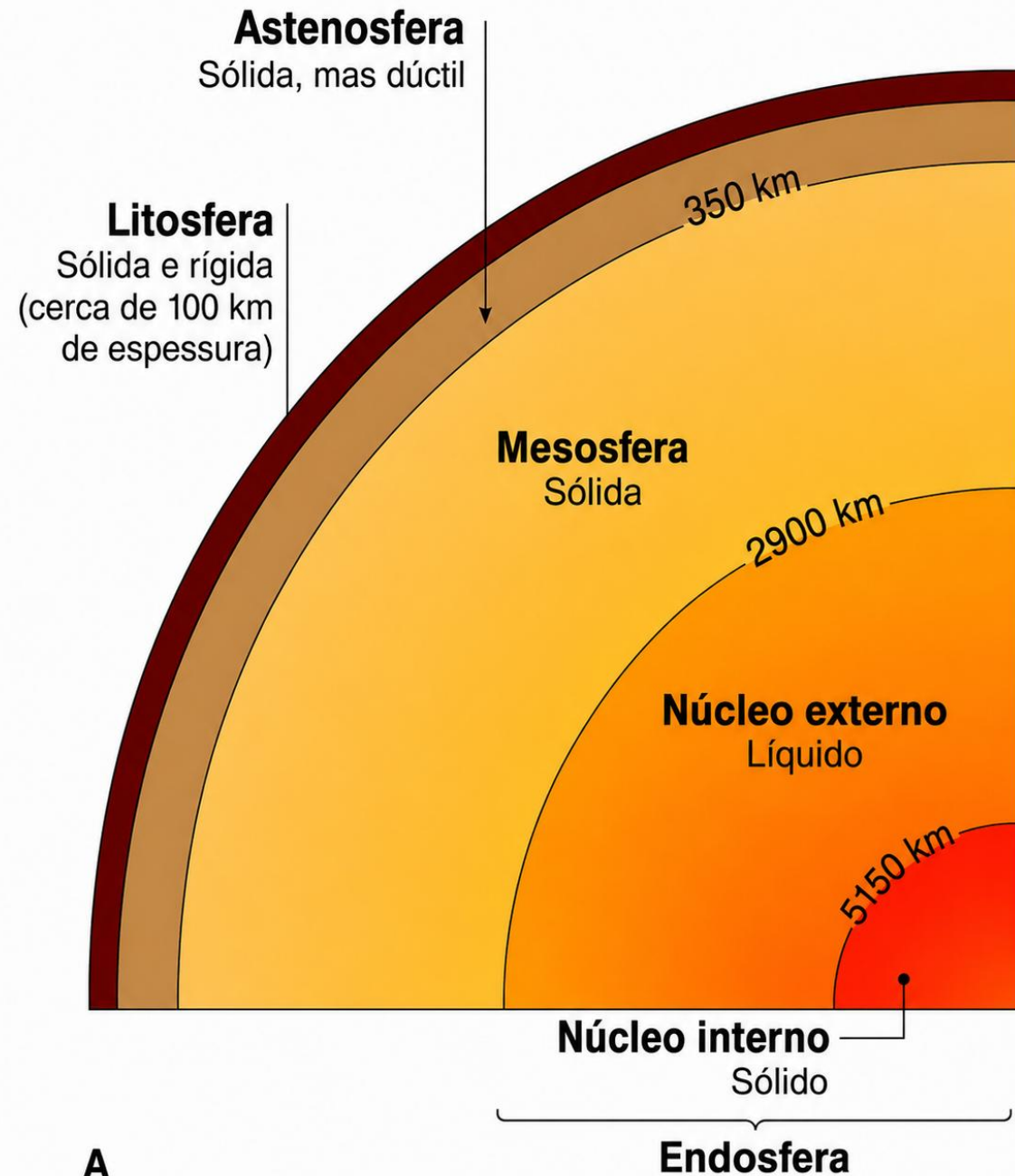
A **Descontinuidade de Wiechert-Gutenberg e de Mohorovicic** é a camada que separa o manto terrestre do núcleo externo da Terra, localizada a cerca de 2.900 km de profundidade.



Essa descontinuidade é identificada pelo comportamento das ondas sísmicas, que diminuem de velocidade ou deixam de se propagar ao atravessar essa camada.

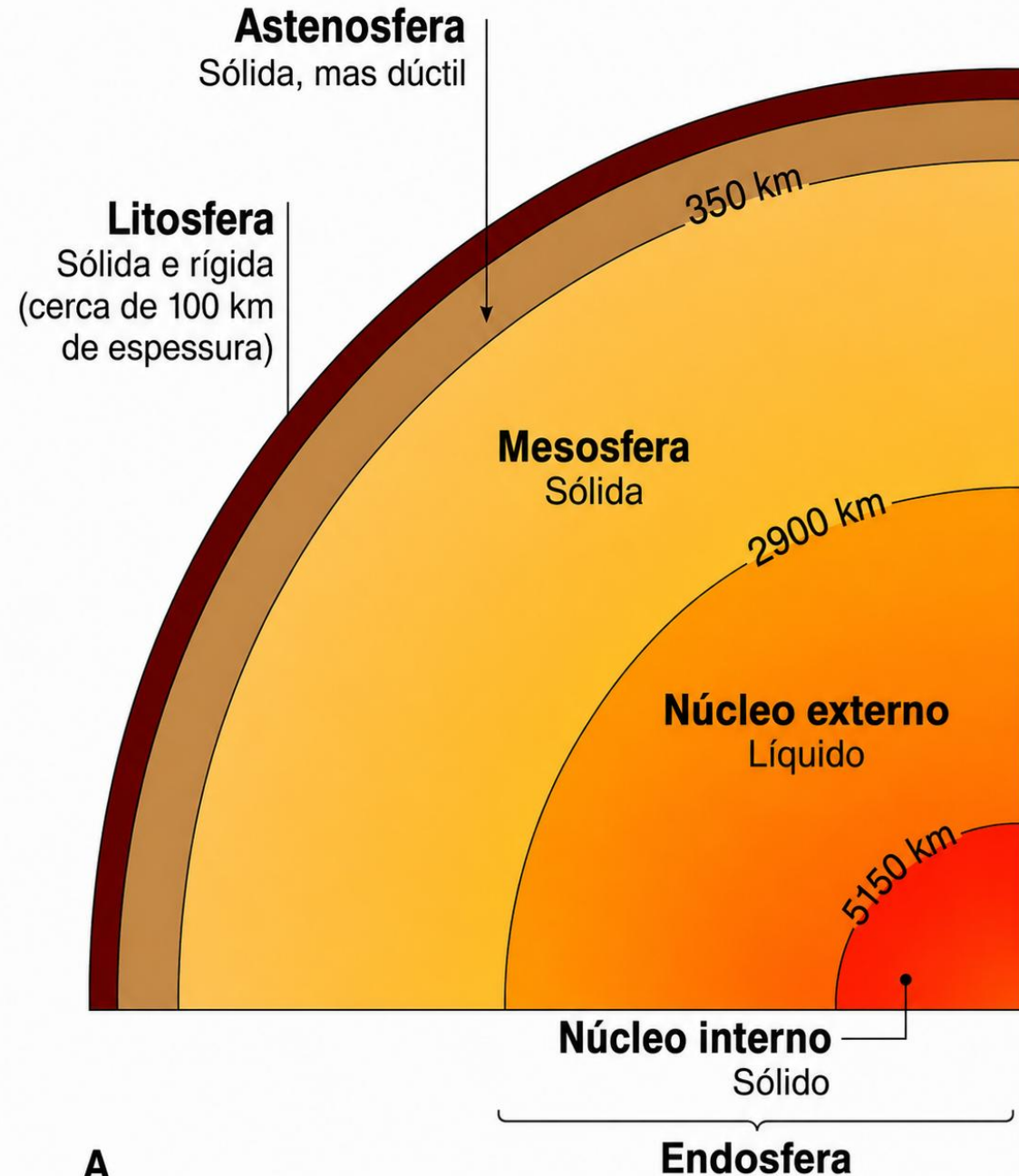
Físico

- Segundo outro modelo, baseado no comportamento mecânico (resistência e dureza) dos materiais, a Terra é dividida em: **litosfera, astenosfera, mesosfera e endosfera\núcleo**.
- A litosfera compreende a porção rochosa da esfera terrestre, possui espessura média de 100km e é formada por placas rígidas e móveis - as placas tectônicas.



Física

- A astenosfera, com cerca de 350-400 km de espessura e constituída por material plástico (rochas parcialmente fundidas), situa-se logo abaixo da litosfera. É considerada uma camada do manto superior e é nela que ocorrem as “células de convecção”, às quais são associados os movimentos das placas tectônicas.
- A mesosfera corresponde à porção atualmente considerada sólida do manto, abaixo da astenosfera.
- A endosfera corresponde aos núcleos externo e interno.



Teoria da Deriva Continental, da Translação dos Continentes ou, ainda, de Wegener (1915)

Em 1915, o meteorologista alemão Alfred Wegener (1880-1930), apoiado pelo geólogo sul-africano Alexander du Toit (1878-1948) apresentou uma tese científica na qual foram feitas as seguintes afirmações:

- a. há 220/225 milhões de anos (Período Permiano, da Era Paleozóica), existiam um só continente (**Pangéia**) e um só oceano (**Pantalassa**);
- b. há 200/180 milhões de anos (Período Triássico, da Era Mesozóica), o Pangéia foi dividido pelo Mar de Tétis em **Laurásia** (Norte – Am. do Norte, Groelândia, Ásia e Europa) e **Gondwana** (Sul – Am. do Sul, Índia, África, Madagascar, Nova Zelândia, Austrália e Antártida);
- c. há 65 milhões de anos (fim da Era Mesozóica e início da Cenozóica), a América do Sul e a África começam a se separar.
- d. no **Cenozóico**, os continentes atingem a configuração atual.

1. PERMIANO

225 milhões de anos

Todos os continentes estavam unidos na Pangeia.

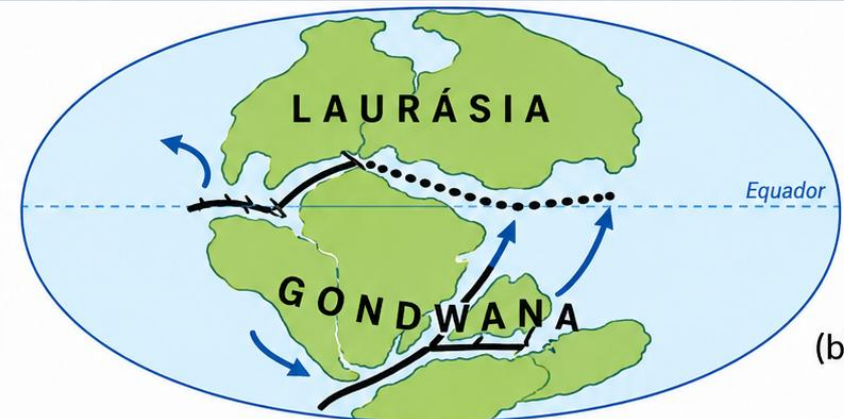


(a)

2. TRIÁSSICO

200 milhões de anos

A Pangeia começa a se fragmentar em dois grandes continentes: Laurásia ao norte e Gondwana ao sul.

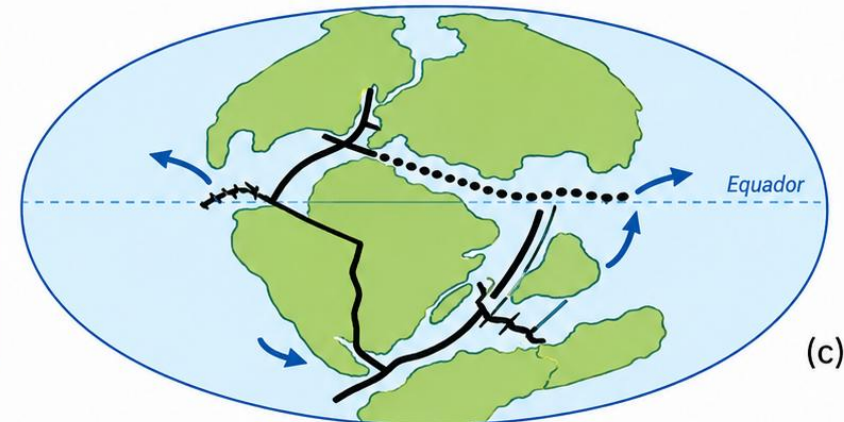


(b)

3. JURÁSSICO

135 milhões de anos

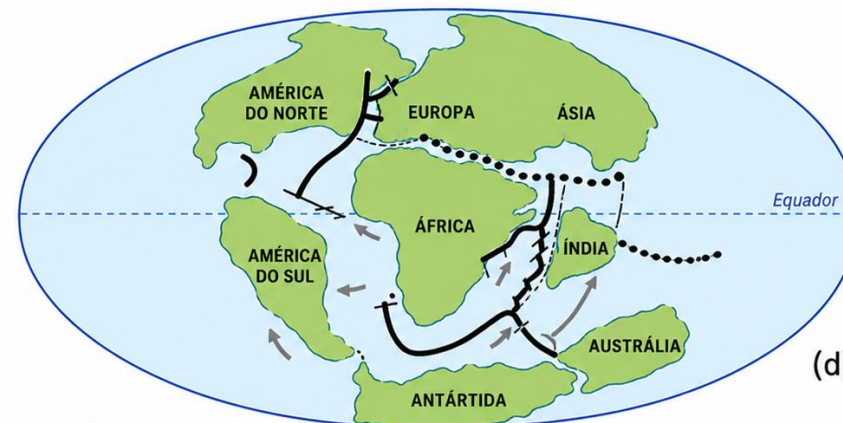
A fragmentação continua, com a abertura de novos oceanos e o afastamento dos continentes.



(c)

4. CRETÁCEO

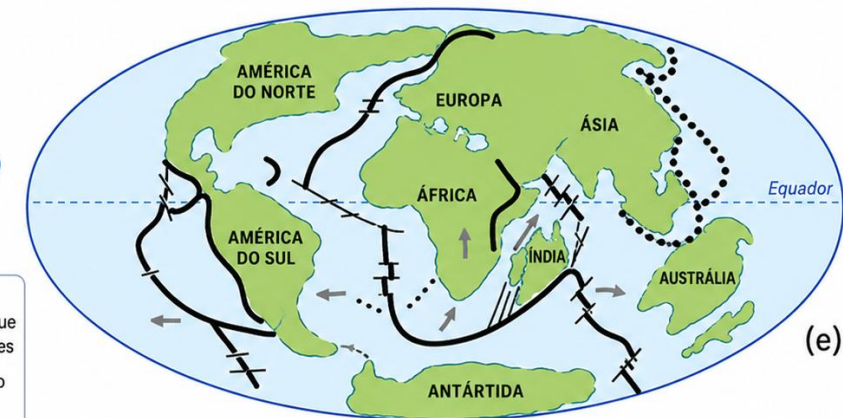
65 milhões de anos



(d)

5. CENOZÓICO

Presente



(e)

— Fraturas por onde escorre o magma que afasta os continentes
... Limite de separação (em formação)
→ Direção e distância da fratura

→ Direção do movimento dos continentes
— Rifte / limite divergente (criação de crosta oceânica)
... Limite de separação (em formação)

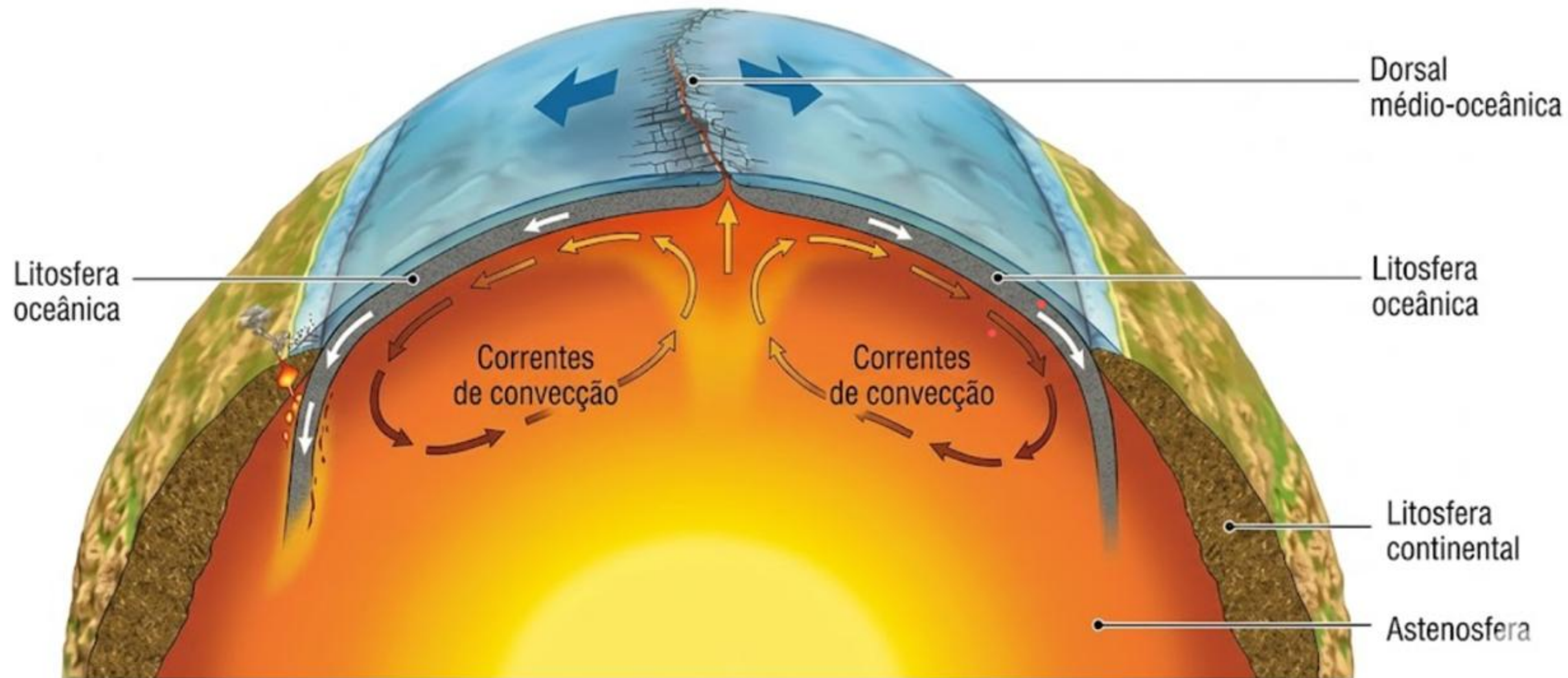
Em suas conclusões, Wegener baseou-se em aspectos importantes: a coincidência entre os contornos das costas atlântica sul-americana e africana; a presença de fósseis idênticos ao longo dessas costas; No entanto, apesar da enumeração de todas essas evidências, a ausência de explicações fundamentadas acerca das fraturas da litosfera e da força motora que movimentava os continentes fez com que a teoria de Wegener não fosse bem aceita pela comunidade científica. Prevaleceu a ideia de que as camadas da Terra eram rígidas demais para que a deriva continental ocorresse.

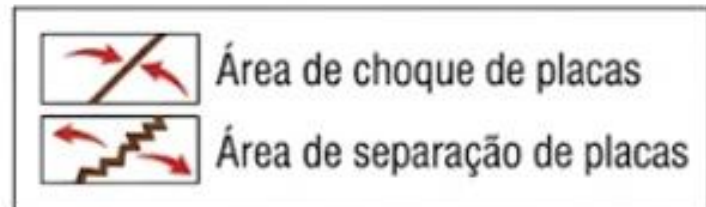
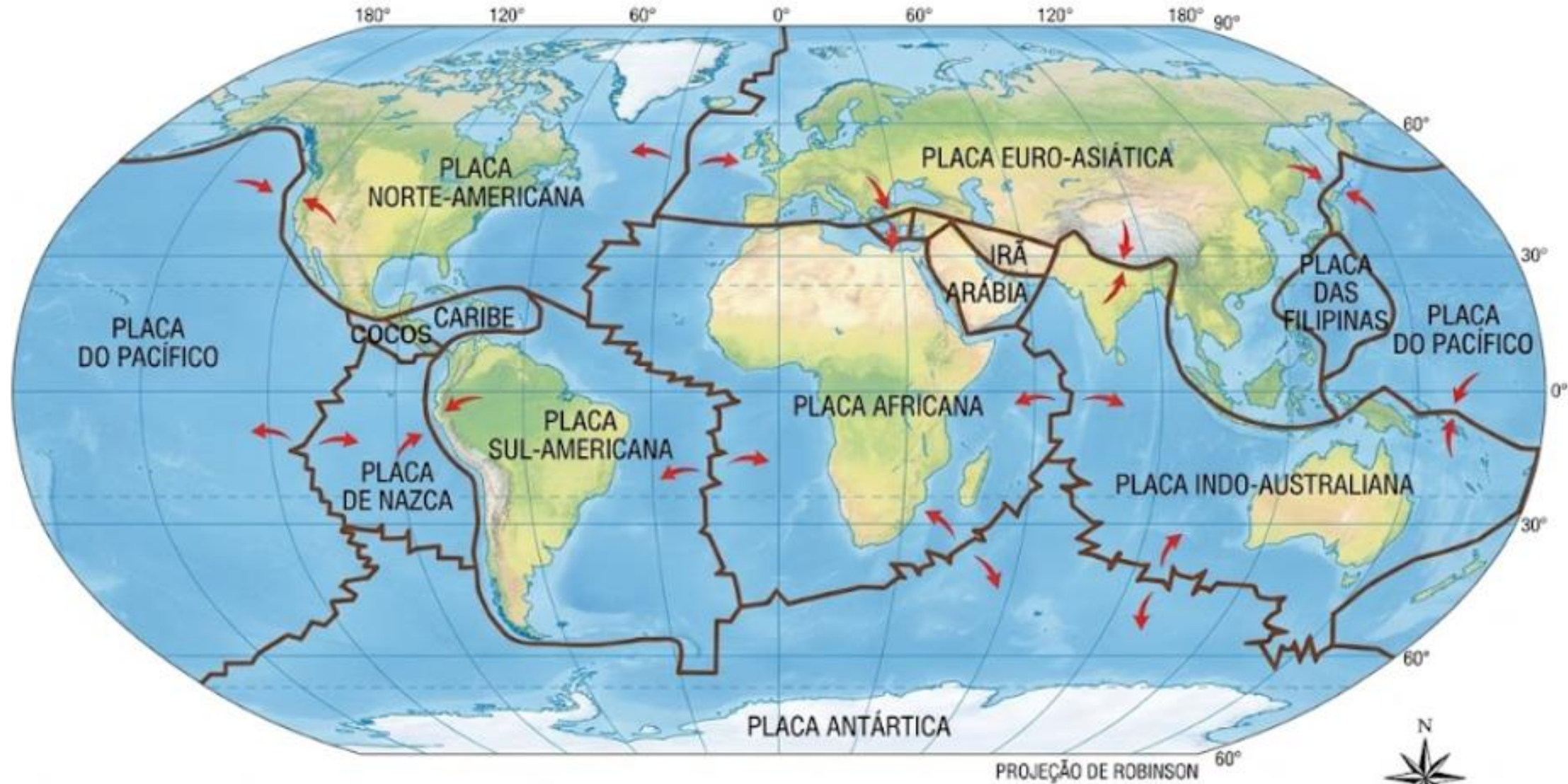
Teoria da Tectônica de Placas

- Na década de 1960, com o desenvolvimento da sondagem acústica, pode-se conhecer o fundo oceânico e, assim, surgiram algumas evidências relativas à pertinência da teoria de Wegener. Então, os geólogos norte-americanos Harry Hess (1906-1969) e Robert Dietz (1914-1995) 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 nessas fraturas.
- A movimentação do manto, através das **células de convecção**, provocaria a deriva dos continentes. Em 1965, o geólogo canadense Tuzo Wilson (1908-1993) descreveu, pela primeira vez, a tectônica em torno do globo em termos de **“placas” rígidas movendo-se sobre o manto**. Então, em 1968, foi formulada pelo geofísico norte-americano Jason Morgan a teoria da tectônica de placas: a litosfera é um envoltório descontínuo, dividido em:

Placas que se apoiam sobre a astenosfera (porção do manto superior). Impulsionadas pela energia do interior da Terra, deslocam-se, principalmente, horizontalmente.

CÉLULAS DE CONVECÇÃO



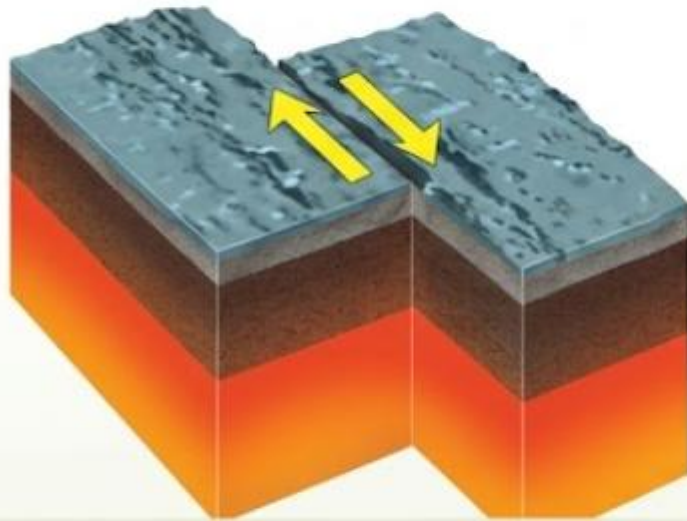


Orogênese e Epirogênese

- Atualmente, concebe-se que a crosta terrestre é formada por **sete grandes placas tectônicas e outras menores**.
- As placas movimentam-se dando origem aos seguintes fenômenos: **orogênese (deslocamentos horizontais)** e **epirogênese/isostasia (deslocamentos verticais)**.
- No caso da **orogênese**, os movimentos podem ser: **divergentes, convergentes ou laterais** (placas conservativas ou transformantes).
- Os casos de orogênese divergente ocorre o afloramento do magma e a **formação das dorsais**. O principal exemplo é **Dorsal Atlântica** (Placa Sul-Americana e Placa Africana).
- Outras situações:

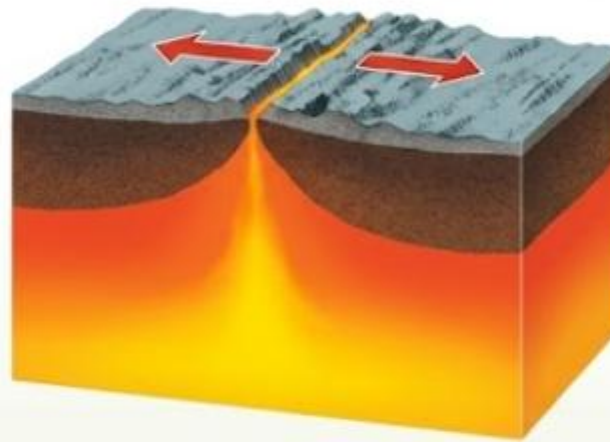
O **diastrofismo** é o conjunto de forças internas da Terra que provocam deformações na crosta terrestre.

Limite transformante



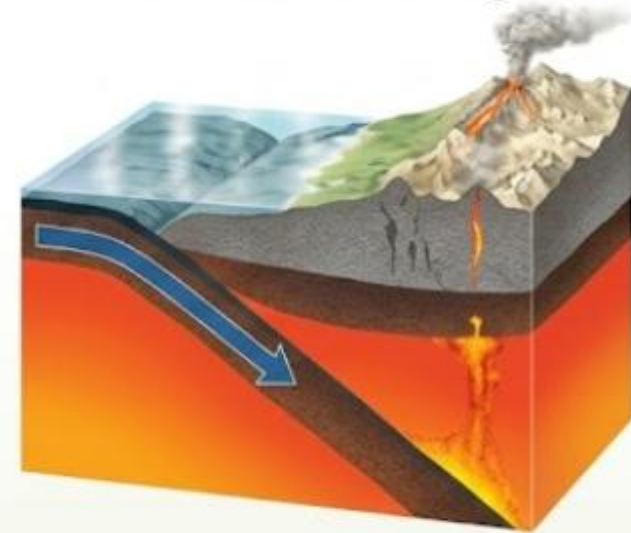
Em limites de falhas transformantes, as placas deslocam-se horizontalmente uma em relação à outra.

Limite divergente



Em limites divergentes, as placas afastam-se e formam uma nova litosfera.

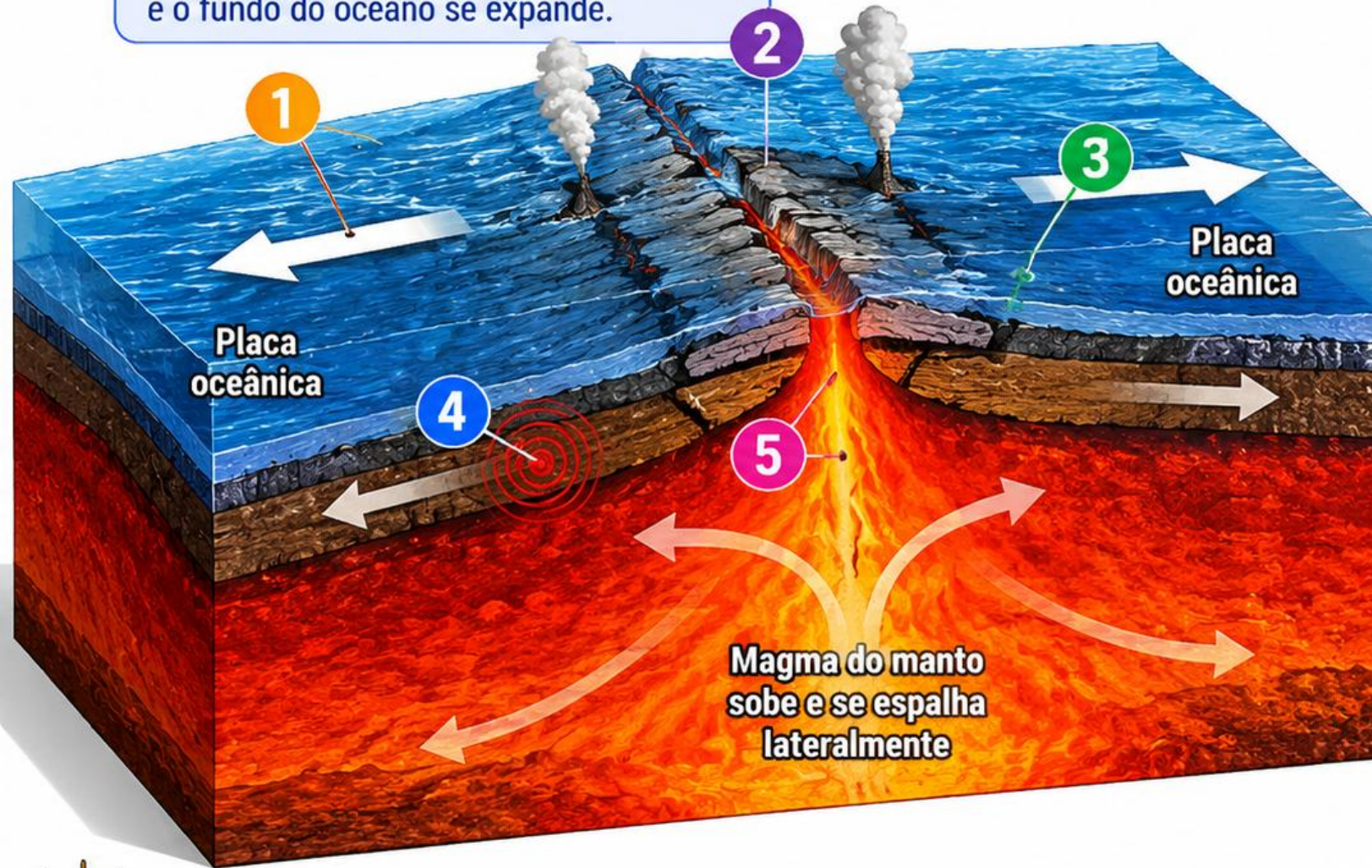
Limite convergente



Em limites convergentes, as placas colidem e uma delas é puxada para o manto e reciclada.

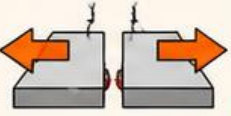
DORSAIS OCEÂNICAS

Limites **divergentes**: as placas se afastam e o fundo do oceano se expande.



1 AFASTAMENTO DAS PLACAS

As placas oceânicas se afastam em sentidos opostos.



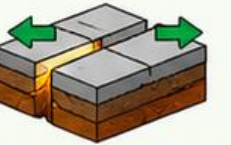
2 VULCANISMO EFUSIVO

O magma ascende por fissuras e erupciona no fundo do mar, formando rochas basálticas.



3 FORMAÇÃO DE NOVA CROSTA

O resfriamento do magma forma nova crosta oceânica, empurrando as mais antigas para as laterais.



4 TERREMOTOS RASOS

As falhas normais causadas pelo estiramento da crosta geram terremotos rasos.

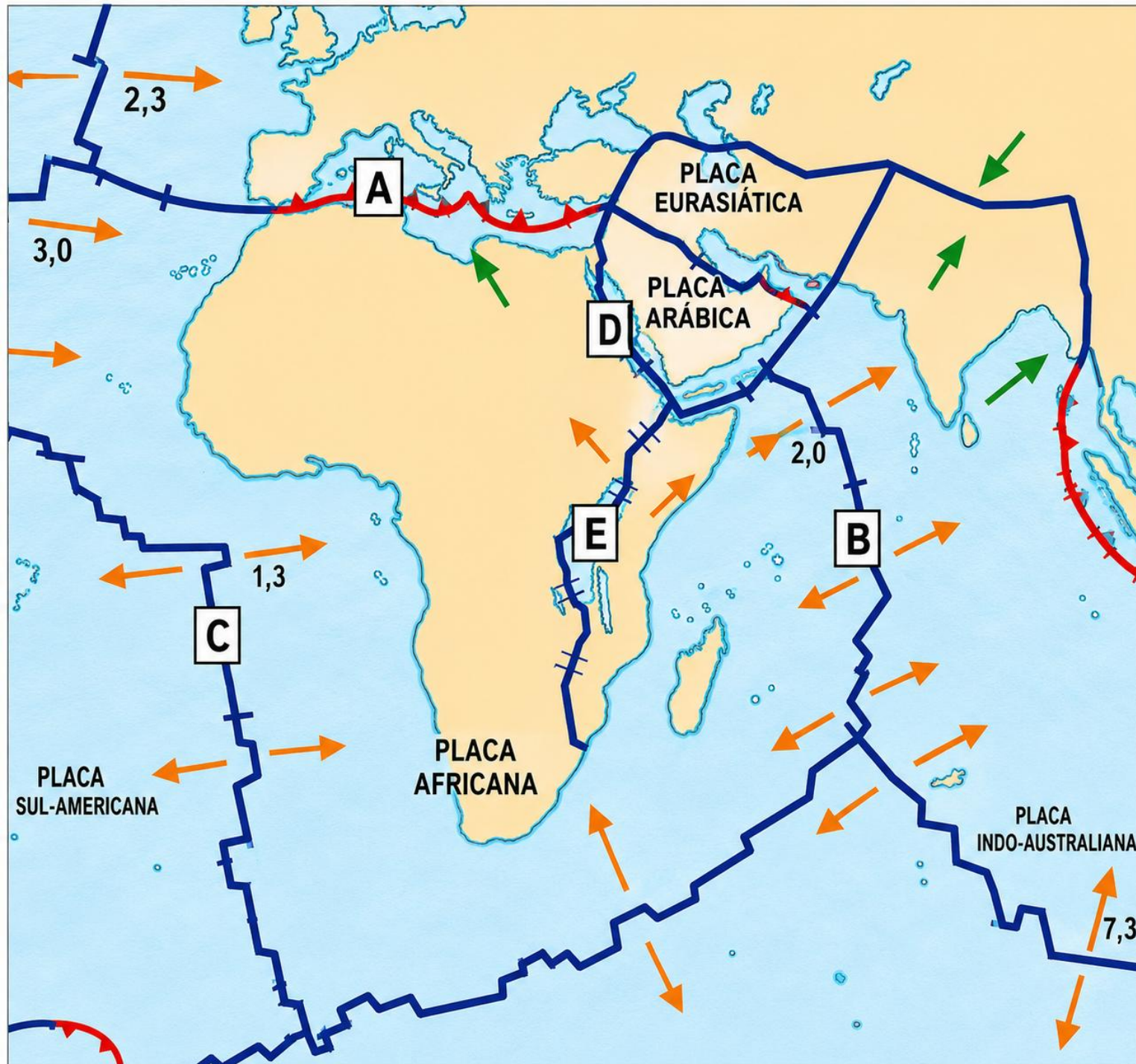


5 CONVECÇÃO DO MANTO

Correntes de convecção do manto fornecem calor e fazem o magma subir até a dorsal.



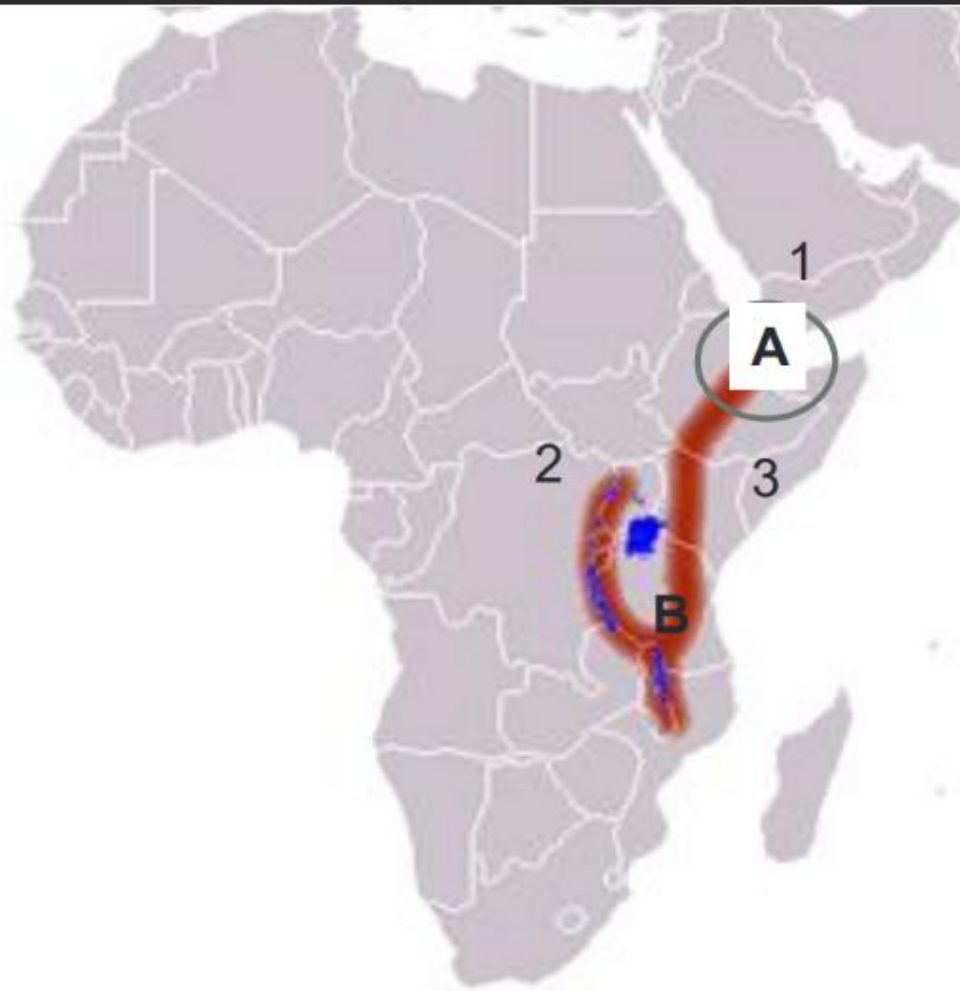
Resultado: criação contínua de crosta oceânica e expansão dos fundos oceânicos.



- ✓ A - Placa Euroasiática em convergência com a placa Africana – formação das cadeias montanhosas dos Atlas.
- ✓ B - Placa africana em divergência com a **placa indo-australiana**.
- ✓ C - Placa africana em divergência com a **placa sul-americana**.
- ✓ D - Placa africana em divergência com **placa Arábica** – formação Rife Vale.
- ✓ E – **Placa Africana se dividindo em Africana/Núbia e Somália (se divergindo)**



- Rift Valley percorre 3 mil quilômetros, desde o Golfo de Áden, na Somália, e segue sentido sul até o Zimbábue, passando ainda por Etiópia e Tanzânia, além do próprio Quênia.
- Uma grande depressão se forma no continente e a água proveniente, por exemplo, dos rios que se localizam nas áreas adjacentes, invade as terras mais baixas, formando lagos tectônicos.
- Triângulo de Afar, onde está localizado o limite entre a Placa Arábica e as sub placas Africana/Núbia e Somali



1 – Placa arábica – divergência com placa Africana/Núbia

2- Placa Africana/Núbia

3- Placa da Somália.

A – Triângulo de Afar- limites divergentes entre placa Núbia, Somali e Arábica

B – Formação de Lagos Tectônicos



Lago Vitória



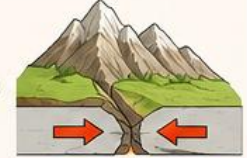
Rifte no Quênia

TECTÔNICA DE PLACAS – REGIÃO DA ÁFRICA



A CONVERGÊNCIA: PLACA EUROASIÁTICA E PLACA AFRICANA

As placas convergem no norte da África, causando compressão da crosta e formação das cadeias montanhosas do Atlas.



B DIVERGÊNCIA: PLACA AFRICANA E PLACA INDO-AUSTRALIANA

As placas se afastam no Oceano Índico, formando dorsais oceânicas e criando nova crosta oceânica.



C DIVERGÊNCIA: PLACA AFRICANA E PLACA SUL-AMERICANA

As placas se afastam na Dorsal Mesoatlântica, formando nova crosta oceânica no Oceano Atlântico.



D DIVERGÊNCIA: PLACA AFRICANA E PLACA ARÁBICA

As placas se afastam na região do Mar Vermelho e Golfo de Áden, formando o Rife do Mar Vermelho.



E RIFTE CONTINENTAL: PLACA AFRICANA EM DIVISÃO

A Placa Africana está se dividindo em duas micropalacas (Africana/Núbia e Somália). É um rifte continental em formação, que pode originar um novo oceano no futuro.



EM RESUMO: A África é um exemplo de tectônica ativa, com limites divergentes (formando nova crosta), convergentes (formando montanhas) e riftes continentais (início de novos oceanos).

Placa oceânica convergindo com placa continental

- A placa oceânica (mais densa) mergulha sob a continental. Esse fenômeno é denominado subducção e origina tanto fossas marinhas quanto cadeias montanhosas (dobramentos modernos).
- A placa oceânica ao mergulhar em direção ao manto é destruída e a placa continental, pela pressão da placa que mergulhou, soergue-se, **dobra-se** e/ou enruga-se. São exemplos: a **Cordilheira dos Andes** (Placa Sul-Americana e Placa de Nazca) e as **Montanhas Rochosas** (Placa do Pacífico e Placa Norte-Americana).

CONVERGÊNCIA: PLACA OCEÂNICA X PLACA OCEÂNICA

PRINCIPAIS EVENTOS GEOLÓGICOS

1 FORMAÇÃO DE FOSSAS OCEÂNICAS

Na região de contato entre as placas, forma-se uma grande depressão submarina (fossa oceânica), onde ocorre a subducção da placa mais densa.

3 INTENSA ATIVIDADE VULCÂNICA

O magma gerado pela subducção sobe através da crosta, originando vulcões submarinos e ilhas vulcânicas, formando arcos de ilhas vulcânicas.

2 SUBDUÇÃO DA PLACA OCEÂNICA

A placa oceânica mais densa e mais antiga mergulha sob a outra e, ao penetrar no manto, sofre aquecimento e fusão parcial, gerando magma.

4 OCORRÊNCIA FREQUENTE DE TERREMOTOS

O atrito e a pressão entre as placas geram abalos sísmicos de diferentes profundidades: superficiais, intermediários e profundos.

5 POSSIBILIDADE DE TSUNAMIS

Terremotos submarinos associados à subducção podem deslocar grandes volumes de água, originando tsunamis.

6 DESTRUIÇÃO E RECICLAGEM DA CROSTA OCEÂNICA

A placa que mergulha é lentamente incorporada ao manto, promovendo a reciclagem dos materiais da litosfera.

-  Terremotos superficiais (0 – 70 km)
-  Terremotos intermediários (70 – 300 km)
-  Terremotos profundos (300 – 700 km)

1 FOSSAS OCEÂNICAS



Formação de grandes fossas na zona de convergência.

2 SUBDUÇÃO



A placa mais densa mergulha e gera magma ao fundir parcialmente.

3 VULCANISMO



Magma sobe e forma vulcões e arcos de ilhas vulcânicas.

4 TERREMOTOS



Abalos sísmicos de diferentes profundidades são comuns na zona de subducção.

5 TSUNAMIS



Terremotos podem gerar tsunamis que atingem áreas costeiras.

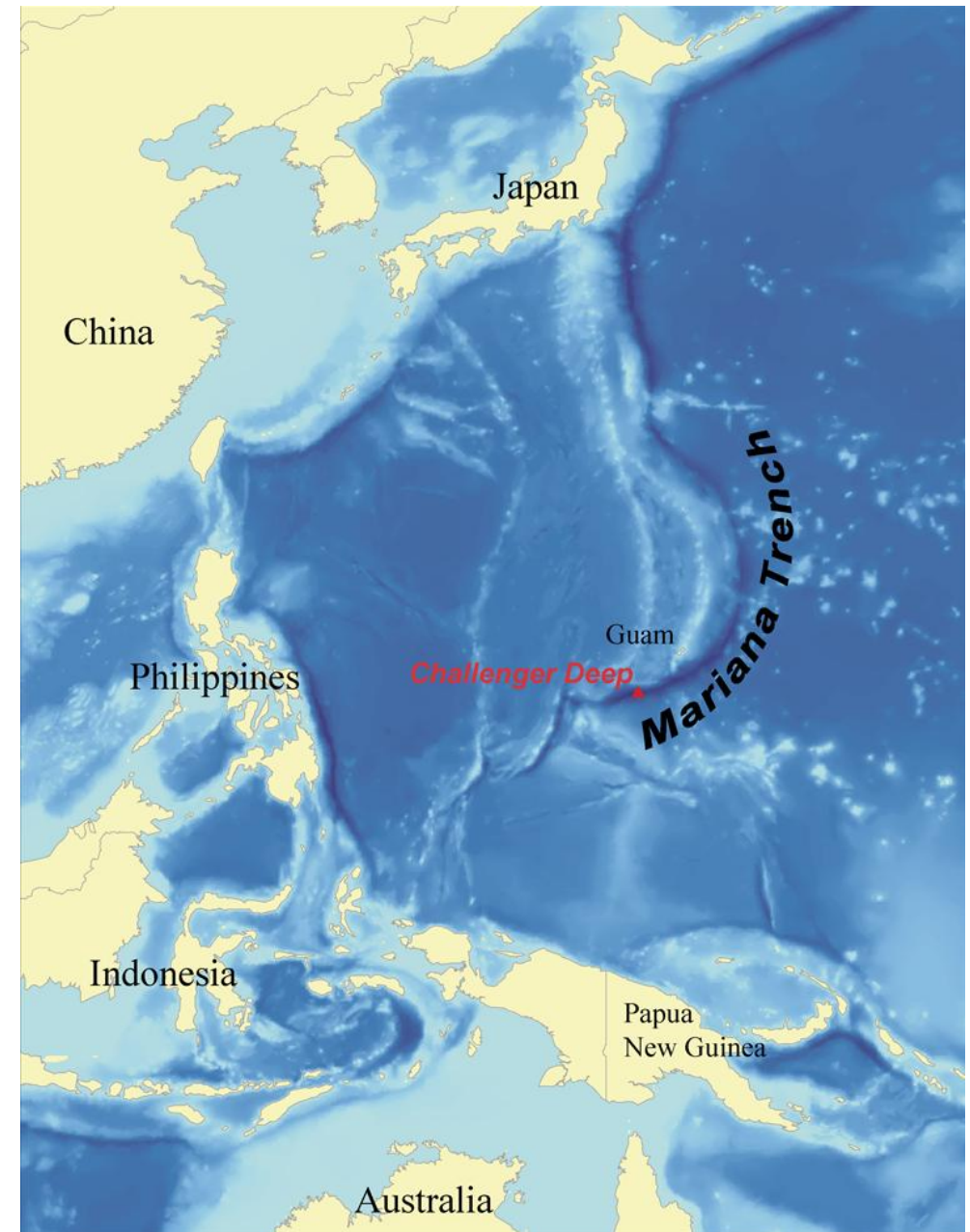
6 RECICLAGEM DA CROSTA



A crosta oceânica é destruída e seus materiais são reciclados pelo manto.

- **Formação de fossas oceânicas:** na região de contato entre as placas forma-se uma grande depressão submarina chamada fossa oceânica, marcada pela subducção da placa mais densa. Essas fossas podem atingir grandes profundidades, como a Fossa das Marianas.
- **Subducção da placa oceânica:** a placa que afunda sofre aquecimento e fusão parcial ao penetrar no manto, gerando magma.
- **Intensa atividade vulcânica:** o magma formado sobe através das fraturas da crosta, originando vulcões submarinos e ilhas vulcânicas. Com o tempo, pode ocorrer a formação de arcos de ilhas vulcânicas, como o Japão e as Filipinas.
- **Ocorrência frequente de terremotos:** o atrito e a pressão entre as placas geram abalos sísmicos de diferentes profundidades, desde superficiais até profundos.
- **Possibilidade de tsunamis:** terremotos submarinos associados à subducção podem deslocar grandes volumes de água, originando tsunamis.
- **Destruição e reciclagem da crosta oceânica:** a placa que mergulha é lentamente incorporada ao manto, promovendo a reciclagem dos materiais da litosfera.

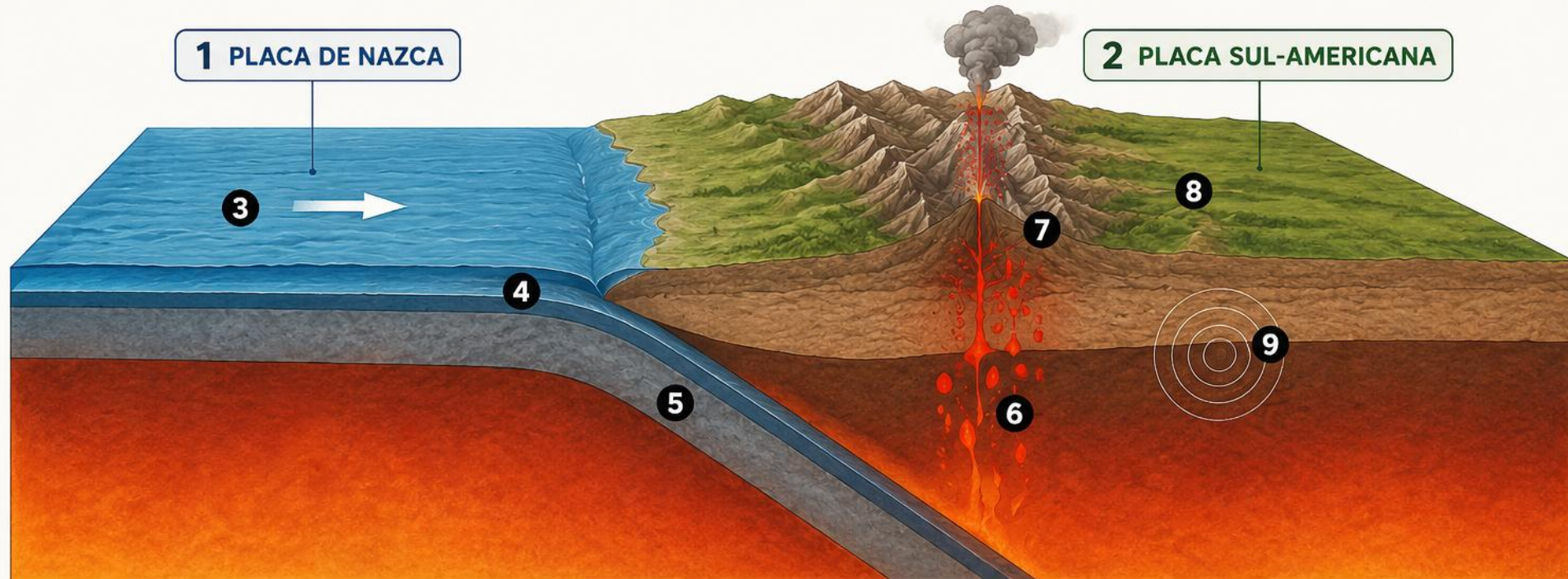
Placa oceânica x placa oceânica



Placa continental convergindo com placa continental

1. **Colisão das placas continentais** – Duas placas continentais se chocam sem ocorrer subducção significativa.
2. **Espessamento da crosta** – A compressão provoca dobramentos e empilhamento das rochas, tornando a crosta mais espessa.
3. **Formação de cadeias montanhosas** – O soerguimento da crosta origina grandes cordilheiras, como o Himalaia.
4. **Intensa atividade sísmica** – O atrito e a pressão entre as placas geram terremotos frequentes.
5. **Formação de falhas e dobramentos** – As rochas sofrem deformações estruturais devido à forte compressão tectônica.
6. **Pouco ou nenhum vulcanismo** – Como não há subducção intensa, a formação de magma é reduzida e o vulcanismo é raro.

SUBDUÇÃO DA PLACA DE NAZCA SOB A PLACA SUL-AMERICANA



1 PLACA DE NAZCA

Placa oceânica que se move em direção ao continente.

2 PLACA SUL-AMERICANA

Placa continental que recebe a placa oceânica em subducção.

3 MOVIMENTO DAS PLACAS

A placa de Nazca se move em direção à placa Sul-Americana.

7 ATIVIDADE VULCÂNICA

O magma sobe e alimenta vulcões, formando a Cordilheira dos Andes.

9 ATIVIDADE SÍSMICA

O atrito entre as placas e a ruptura de rochas geram terremotos.

4 FOSSA OCEÂNICA

Depressão profunda formada pelo dobramento da placa oceânica ao iniciar a subducção.

5 PLACA EM SUBDUÇÃO

A placa de Nazca mergulha sob a placa Sul-Americana e afunda no manto.

6 MAGMA

Água e sedimentos liberados pela placa subduzida geram magma no manto superior.

8 SOERGIMENTO DE MONTANHAS

Compressão e deformação formam grandes cadeias de montanhas.

*Cores e tamanhos não estão em escala real.

CONVERGÊNCIA: PLACA CONTINENTAL X PLACA CONTINENTAL

PRINCIPAIS EVENTOS GEOLÓGICOS

1 COLISÃO DAS PLACAS CONTINENTAIS

Duas placas continentais colidem após o fechamento de um oceano entre elas. Como a crosta continental é menos densa, nenhuma das placas subducta.

2 ESPESSAMENTO E ENCURTAMENTO DA CROSTA

A crosta é comprimida, dobrada e empilhada, tornando-se mais espessa (pode atingir mais de 70 km de espessura).

3 FORMAÇÃO DE GRANDES CADEIAS DE MONTANHAS

O soerguimento da crosta origina extensas cordilheiras, como o Himalaia, os Alpes e as Montanhas Rochosas.



4 INTENSA ATIVIDADE SÍSMICA

A compressão e o atrito entre as rochas geram muitos terremotos, principalmente rasos, mas que podem ocorrer em profundidades maiores ao longo de falhas profundas.

5 FALHAS, DOBRAMENTOS E CAVALGAMENTOS

As rochas são deformadas, formando dobras, falhas inversas e cavalgamentos (uma placa empurra a outra para cima).

6 AUSÊNCIA DE VULCANISMO ASSOCIADO

Como não há subducção, não ocorre fusão significativa do manto, e o vulcanismo é raro ou ausente nesse tipo de limite.

- Terremotos superficiais (0 – 30 km)
- Terremotos intermediários (30 – 70 km)
- Terremotos profundos (70 – 200 km)

RESUMO DOS EVENTOS

1 COLISÃO CONTINENTAL



Duas placas continentais convergem após o fechamento de um oceano.

2 ESPESSAMENTO DA CROSTA



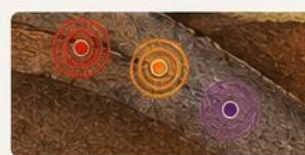
A crosta é comprimida e espessada, podendo atingir grandes espessuras.

3 FORMAÇÃO DE MONTANHAS



Grandes cadeias montanhosas são formadas pelo soerguimento e empilhamento das rochas.

4 TERREMOTOS FREQUENTES



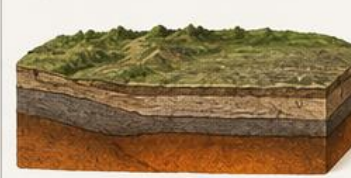
Terremotos ocorrem principalmente em profundidades rasas, mas também podem ser mais profundos.

5 FALHAS E DOBRAMENTOS



Rochas sofrem dobras, falhas inversas e cavalgamentos devido à forte compressão.

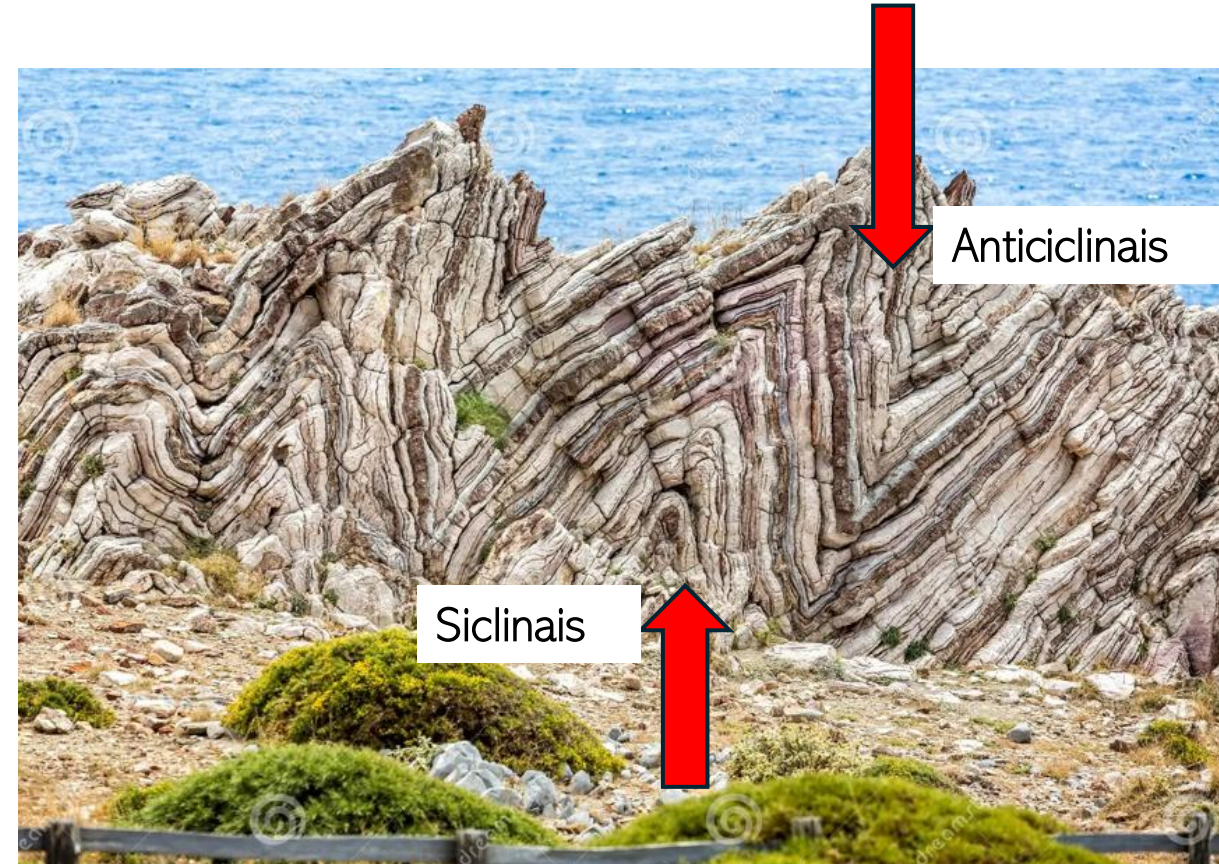
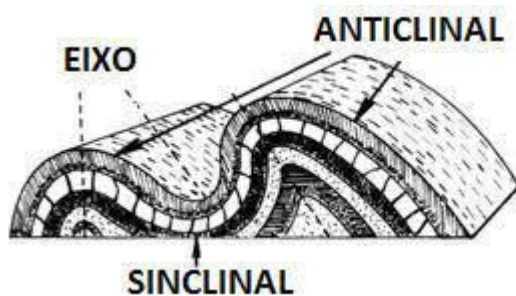
6 AUSÊNCIA DE VULCANISMO



Não há subducção, portanto não há formação de magma significativa e vulcanismo.

Placa continental convergindo com placa continental

Ao se encontrarem, a mais densa penetra sob a menos densa, porém nenhuma delas vai em direção ao manto. Elas se dobram e originam cadeias montanhosas. Principal exemplo: a Cordilheira do Himalaia (Placa Indo- Australiana e Placa Euro- Asiática). Formam regiões **anticlinais** (elevadas) e **sinclinais** (rebaixadas).



- **Cáucaso (entre Europa e Ásia)** – Região associada à convergência entre placas tectônicas próximas à Placa Arábica e Euroasiática.
- **Montanhas Apalaches (América do Norte)** – Cadeia antiga formada por colisões continentais ocorridas no passado geológico.
- **Urais (Rússia)** – Resultantes da colisão entre antigos blocos continentais europeus e asiáticos.

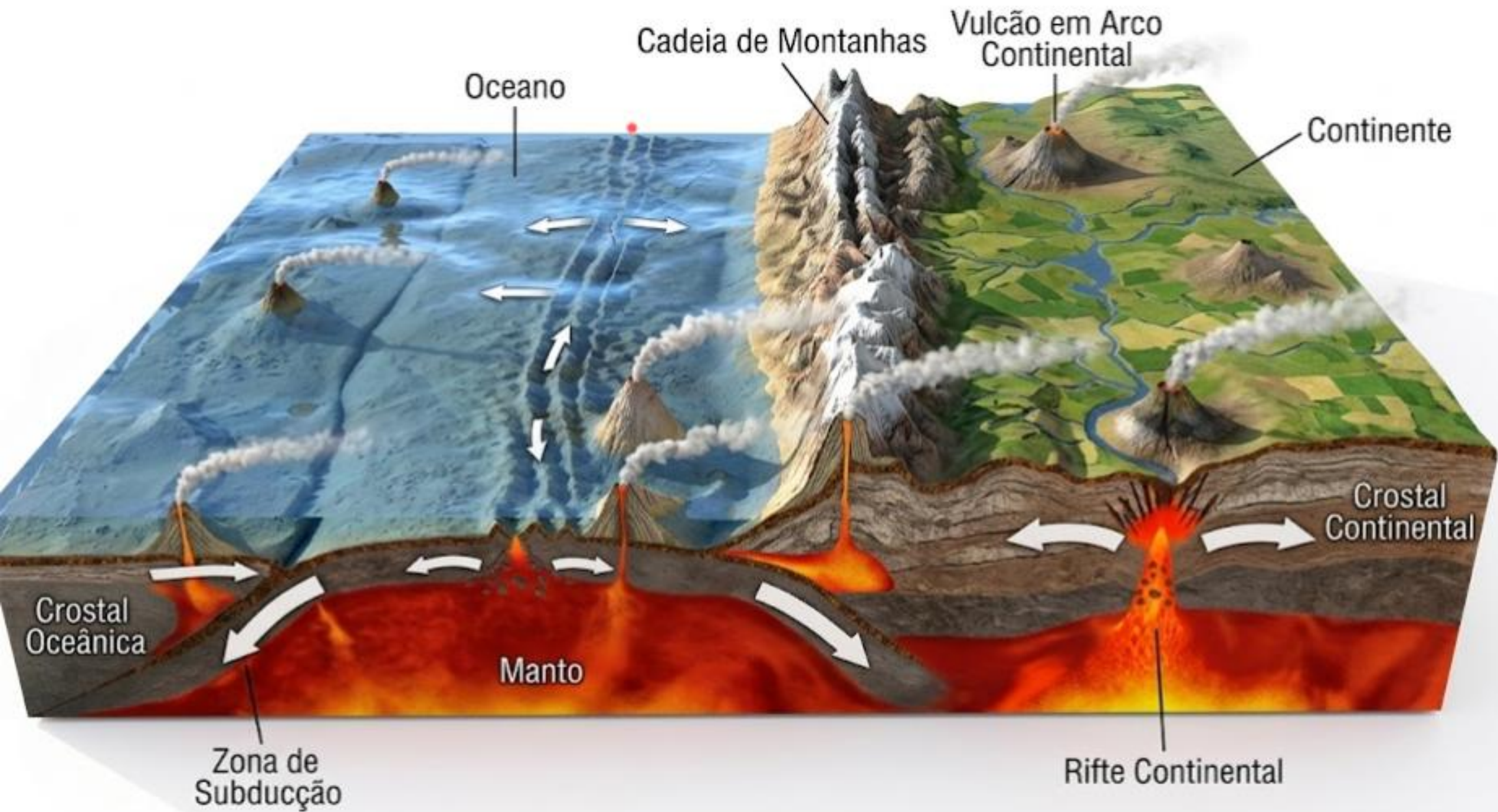
LIMITE TRANSFORMANTE

No caso dos movimentos laterais, as placas deslizam lateralmente entre si, não ocorrendo destruição e/ou formação de crosta, ou seja, de grandes alterações de relevo. Em contrapartida, é comum que se formem falhas e que terremotos sejam produzidos. O grande exemplo, nesse caso, é a falha de San Andreas, na Califórnia (EUA), decorrente do deslocamento conservativo da placa Norte-americana e da placa do Pacífico.



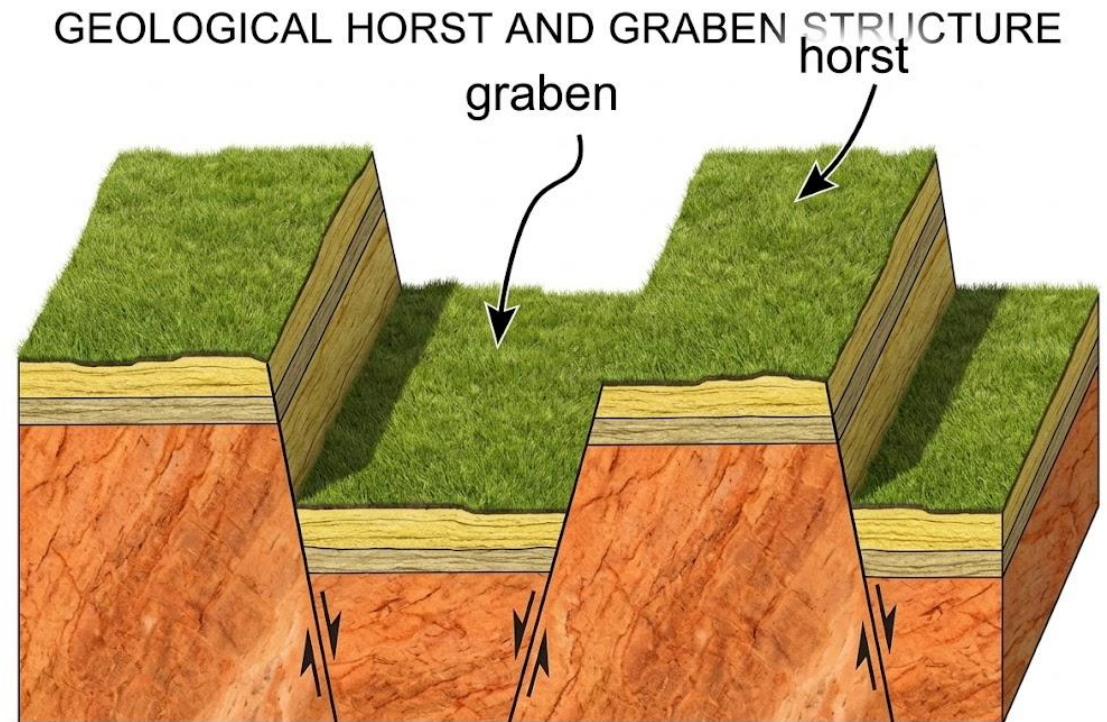
Sugestão de filme



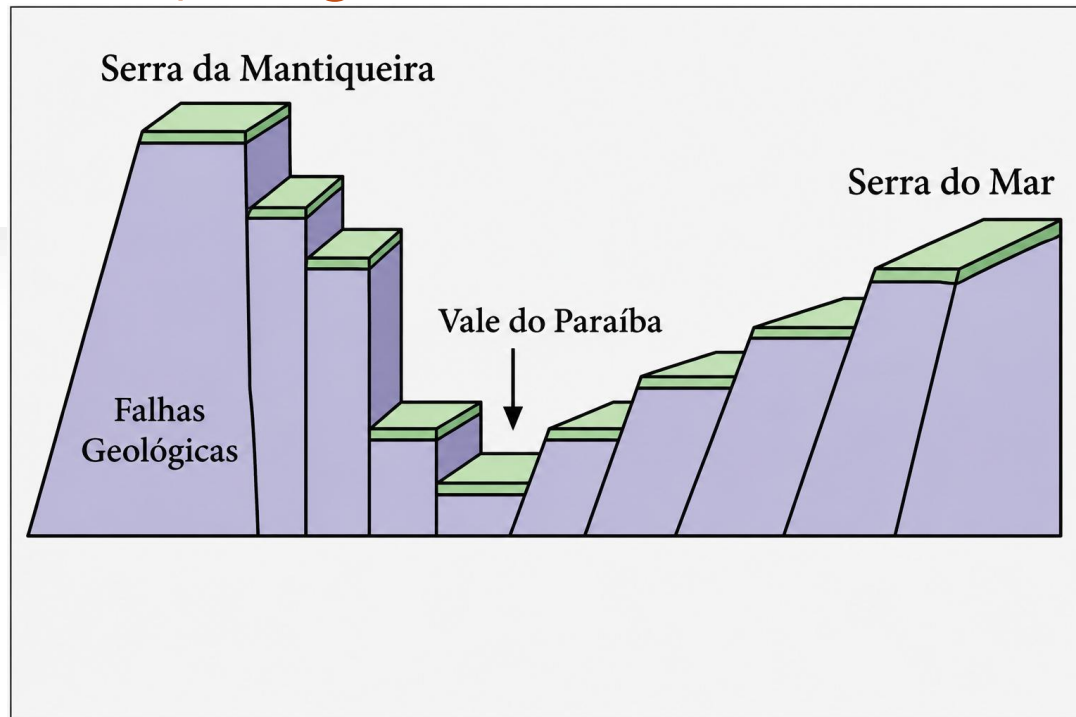


Epirogênese/isostasia (deslocamentos verticais).

Decorre do soerguimento ou rebaixamento de porções da litosfera, provocando falhamentos e transgressões/regressões marinhas. Os falhamentos resultam, geralmente, de pressões verticais e contam com a insuficiente plasticidade dos blocos rochosos. No caso de regiões dotadas de plasticidade, ocorrem os núcleos arqueados. Em resumo, o **graben** e o **horst** são manifestações de esforços distensivos na crosta terrestre, que podem acontecer tanto nas bordas de placas que se separam quanto, ocasionalmente, em zonas de fragilidade no interior delas.

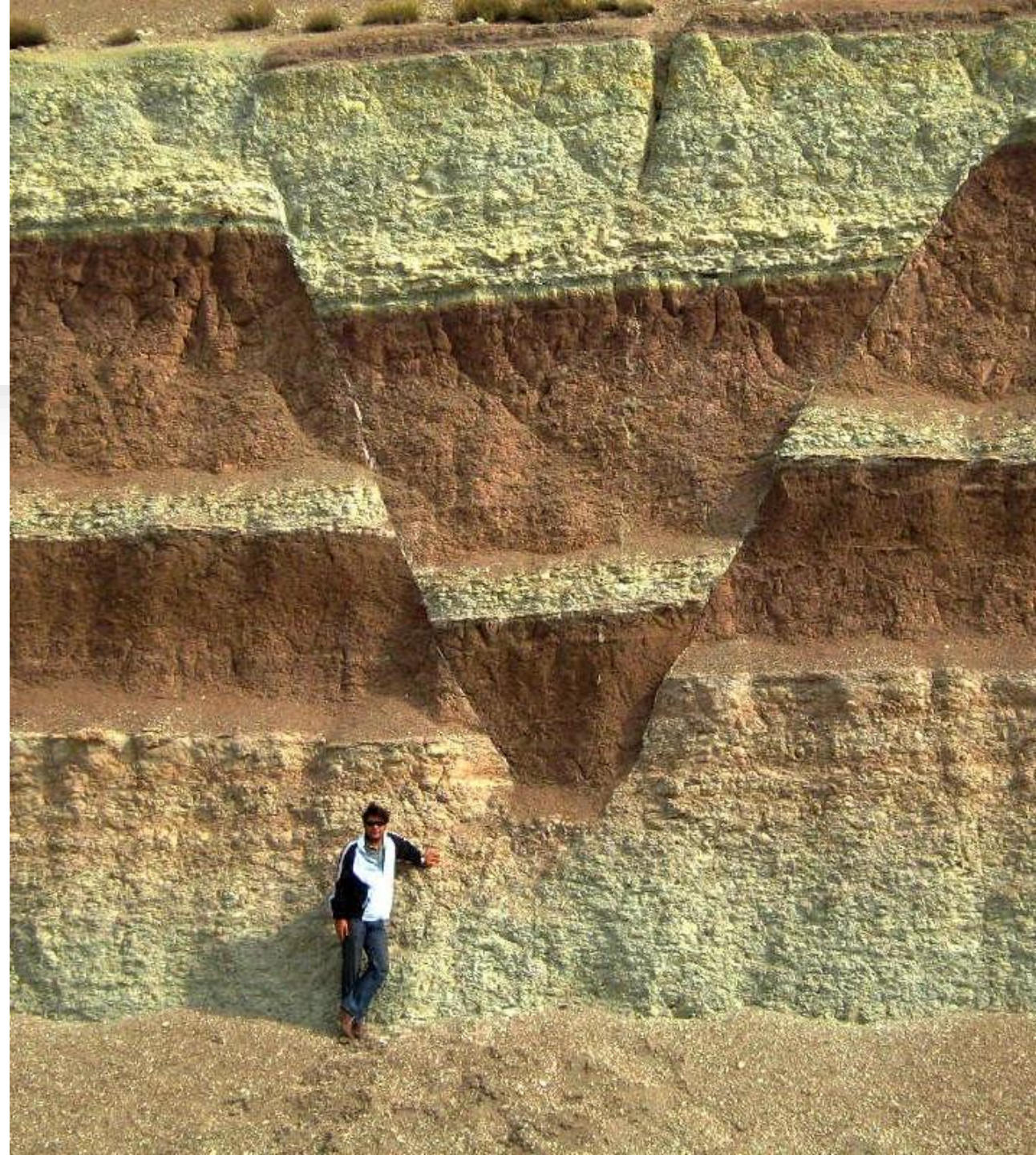


A epirogênese ou isostasia



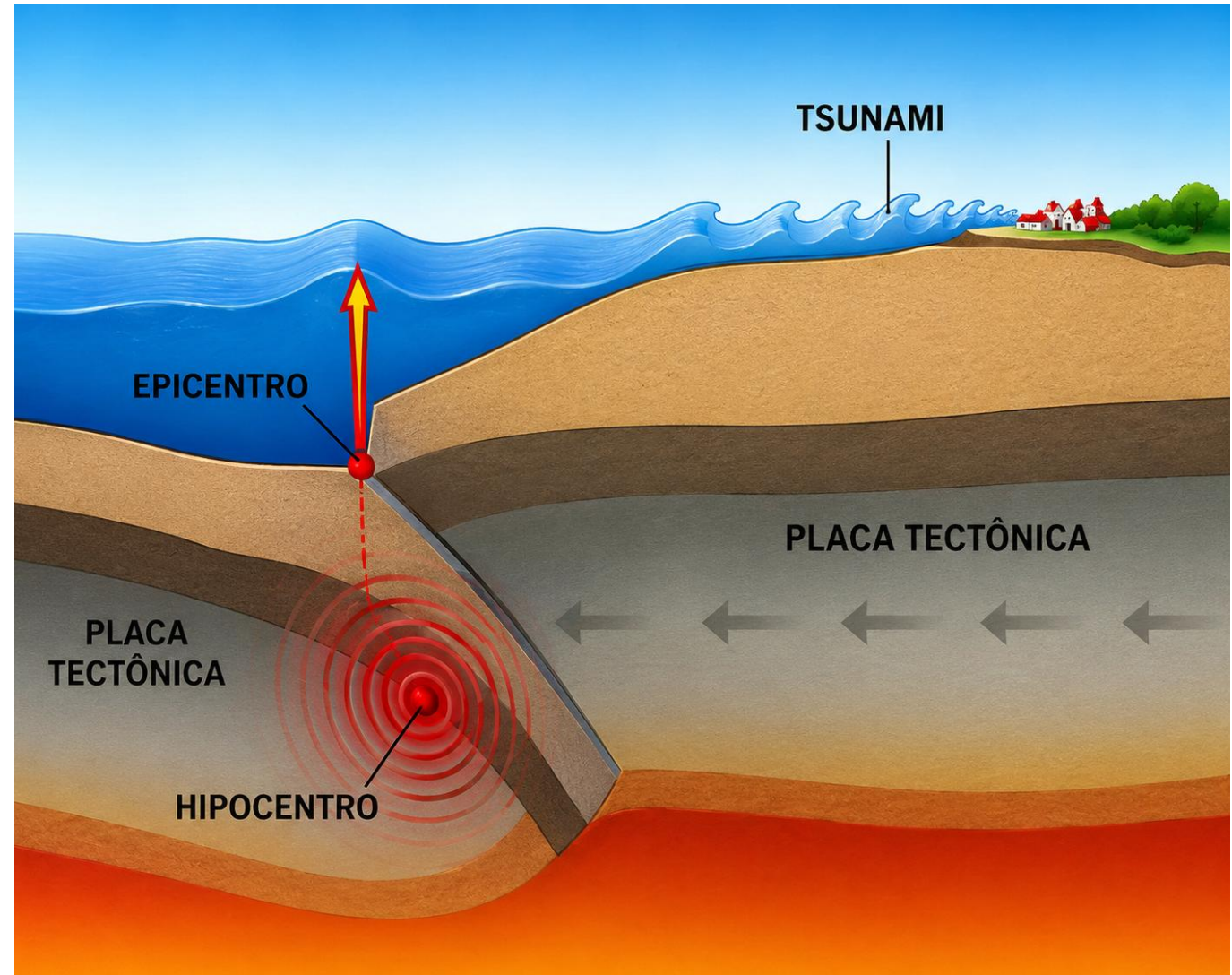
O relevo da região resulta de falhamentos tectônicos antigos, formando:

- a **Serra da Mantiqueira** (bloco elevado);
- o **Vale do Paraíba** (graben/depressão tectônica);
- a **Serra do Mar** (outro bloco elevado).



Terremotos

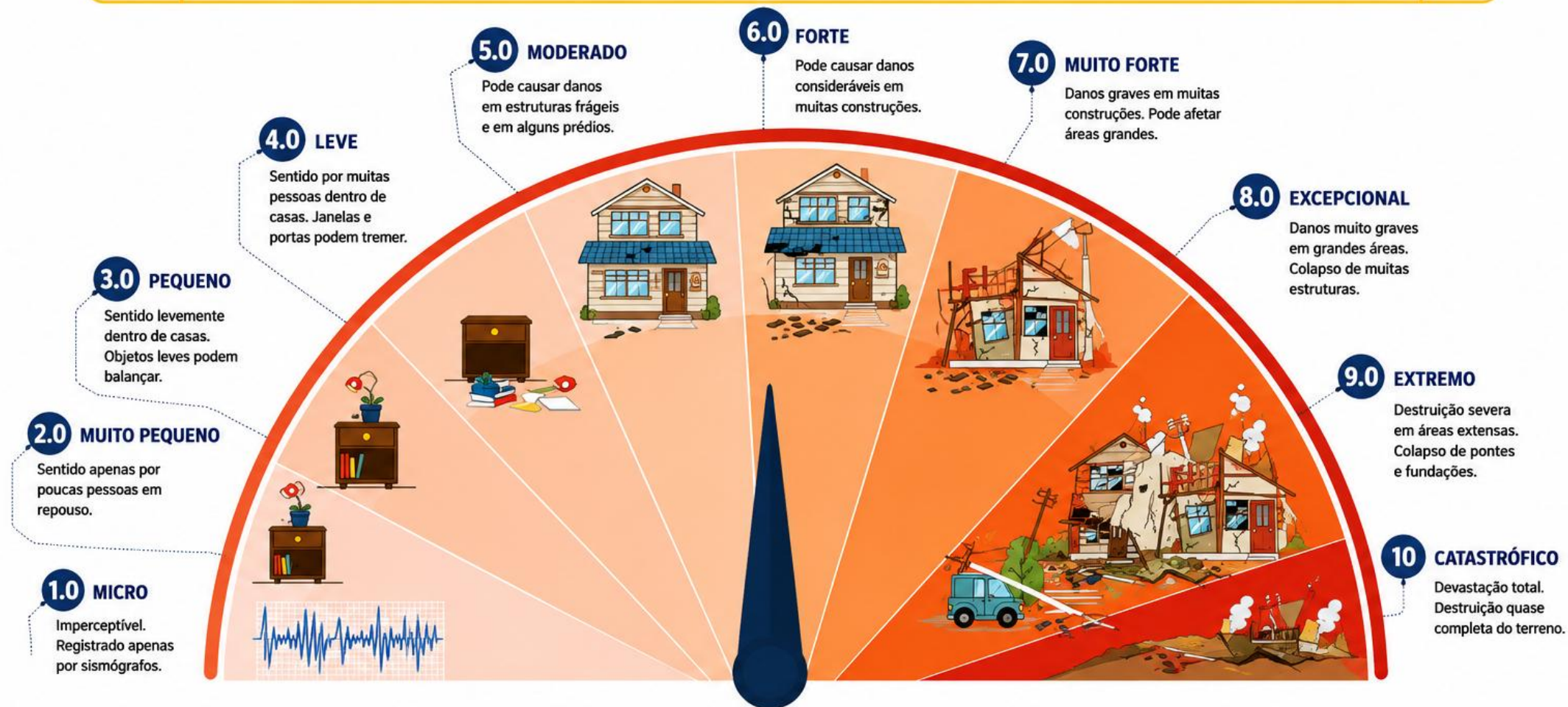
- Os terremotos são grandes movimentos de terra causados **quando a tensão tectônica acumulada é repetida e repentinamente aliviada por um deslocamento de rochas ao longo de falhas.** A energia liberada é espalhada pela Terra na forma de ondas sísmicas, as quais podem ter grande impacto na superfície terrestre.
- A localização subterrânea onde o deslocamento de rocha e o terremoto resultante se originam é denominado hipocentro ou foco do terremoto. Já o epicentro do terremoto é o ponto da superfície que geralmente fica acima do foco e onde o maior choque é sentido.



Escala Richter de terremotos

- Os cientistas expressam a severidade de um terremoto de duas maneiras: o tamanho do evento como um processo físico da Terra (magnitude) e o grau de seu impacto nos humanos (intensidade). A escala de magnitude (energia) de terremoto, originalmente desenvolvida por Charles F. Richter, em 1935, é baseada na energia liberada em um terremoto e registrada por sismógrafos. Atualmente medida de um modo diferente, mais preciso, chamado “magnitude de momento”, a energia liberada em um terremoto é expressa em um número, geralmente uma casa decimal. Cada terremoto tem apenas uma magnitude, que representa seu tamanho em termos de energia liberada. Essa escala é logarítmica, ou seja, de um número inteiro para o número seguinte, a diferença na amplitude das vibrações é de dez vezes. o cálculo dessa grandeza é feito com base no logaritmo da amplitude das ondas sísmicas produzidas durante um terremoto e registradas pelo sismógrafo.

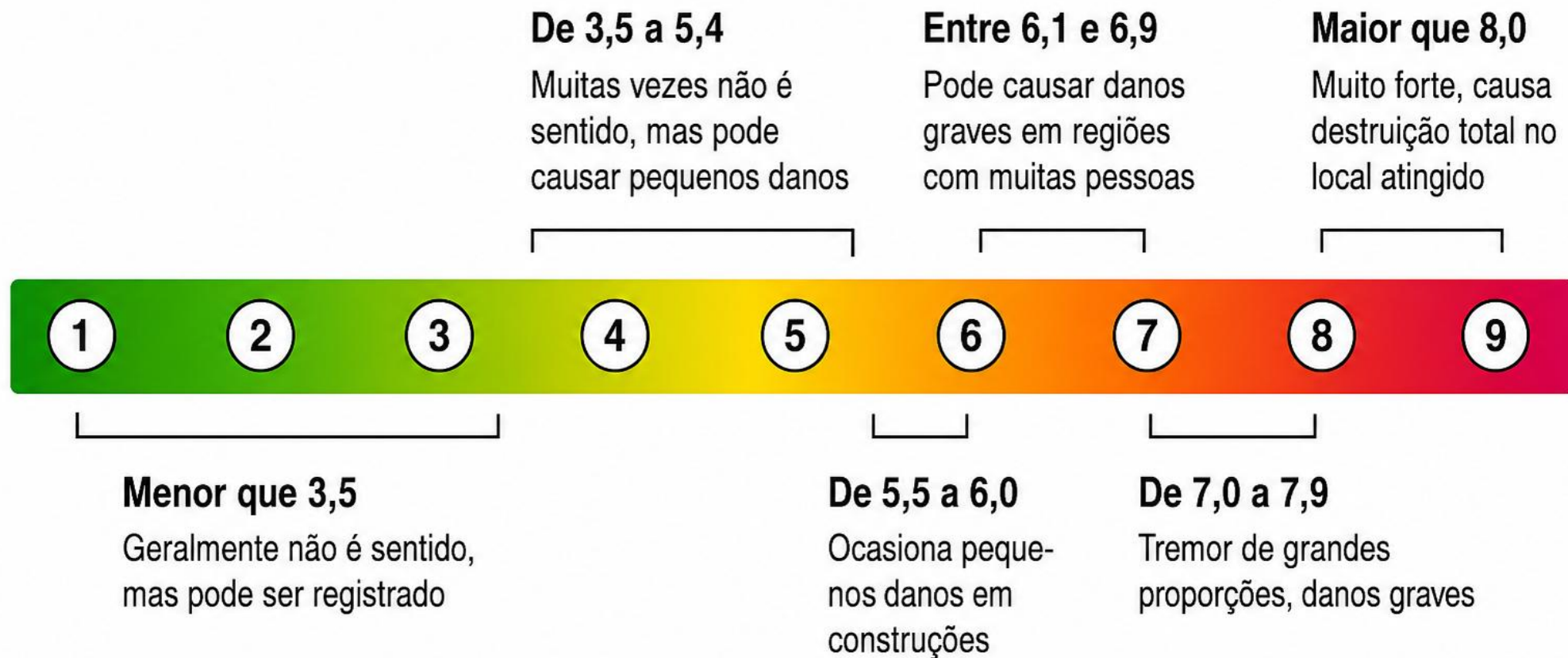
ESCALA DE MAGNITUDE DE TERREMOTOS



MAGNITUDE	1.0 – 2.0	2.0 – 3.0	3.0 – 4.0	4.0 – 5.0	5.0 – 6.0	6.0 – 7.0	7.0 – 8.0	8.0 – 9.0	9.0 – 10
CLASSIFICAÇÃO	MICRO	MUITO PEQUENO	PEQUENO	LEVE	MODERADO	FORTE	MUITO FORTE	EXCEPCIONAL	EXTREMO / CATASTRÓFICO
EFEITOS GERAIS	Imperceptível. Registrado apenas por sismógrafos.	Sentido apenas por poucas pessoas em repouso.	Sentido levemente dentro de casas. Objetos leves podem balançar.	Sentido por muitas pessoas dentro de casas. Janelas e portas podem tremer.	Pode causar danos em estruturas frágeis e em alguns prédios.	Pode causar danos consideráveis em muitas construções.	Danos graves em muitas construções. Pode afetar áreas grandes.	Danos muito graves em grandes áreas. Colapso de muitas estruturas.	Destruição severa em áreas extensas. Colapso de pontes e fundações. Devastação total. Destruição quase completa do terreno.

A ESCALA RICHTER

Os sismólogos usam a esta escala de magnitude para representar a energia sísmica liberada por tremores de terra. Conheça os efeitos dos terremotos de acordo com sua força



Ainda que cada terremoto tenha uma magnitude única, os efeitos de cada abalo sísmico variam de acordo com a distância, às condições do terreno e das edificações e outro fatores

Círculo de Fogo do Pacífico



O **Círculo de Fogo do Pacífico** é uma extensa faixa ao redor do Oceano Pacífico marcada pela intensa atividade tectônica. Nessa região ocorre o encontro de várias placas tectônicas, principalmente em áreas de **subducção**, onde uma placa mergulha sob a outra. Ele concentra:

- cerca de 75% dos vulcões ativos do mundo;
- a maioria dos terremotos e tsunamis do planeta.

Países atingidos

- ✓ Inclui áreas de:
 - ✓ Japão
 - ✓ Chile
- ✓ Estados Unidos
 - ✓ México
 - ✓ Indonésia
- ✓ Nova Zelândia

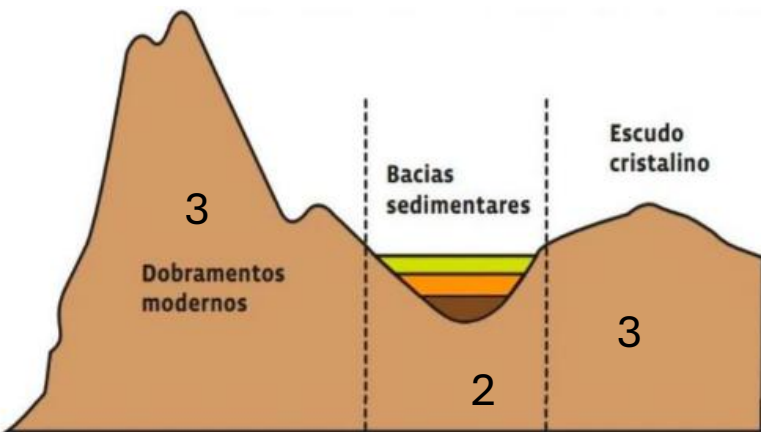
RESUMO

1. Maciços antigos, crátons ou escudos cristalinos

Formados a partir de um processo lento, antigo e resistente, que data do período Arqueano (entre 3,8 a 2,5 bilhões de anos atrás) e do Proterozoico (entre 2,5 bilhões a 542 milhões de anos), ou seja, são formações Pré-cambrianas, são os terrenos mais antigos da crosta terrestre. É uma formação de um relevo rebaixado, devido à ação erosiva, e mais arredondado. Cabe destacar que esses escudos são ricos em diferentes minerais, principalmente os metálicos, como ferro, manganês, estanho, bauxita e cobre. No Brasil, destacam-se o Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, a Serra do Carajás no Pará e o Maciço do Urucum no Mato Grosso do Sul como importantes áreas de escudo cristalino e de recursos minerais.

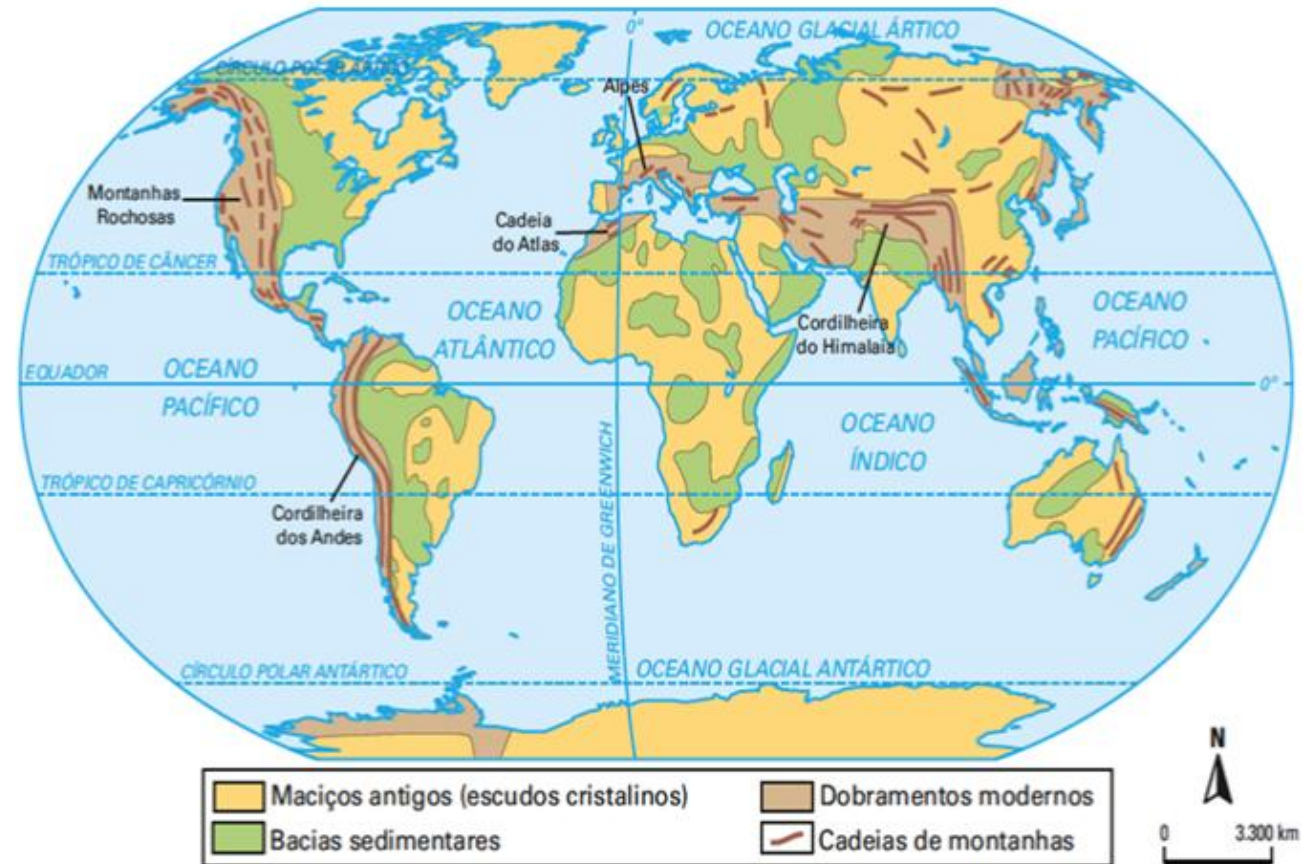
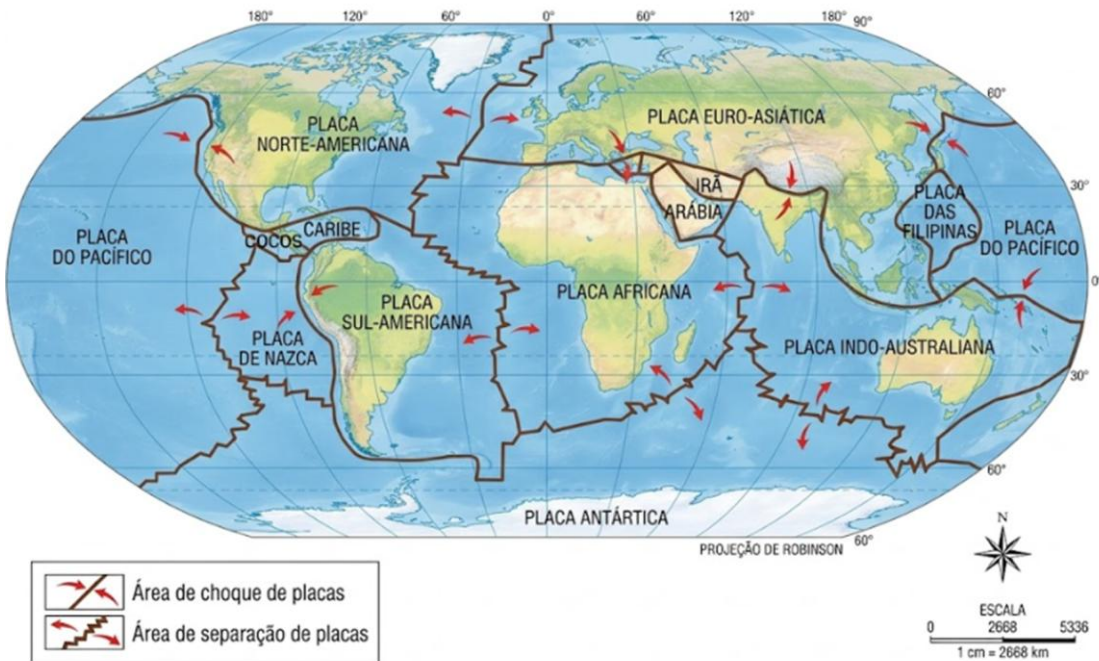
2. Bacias sedimentares

Formadas a partir da deposição de sedimentos que levam à criação de várias camadas de deposição, formando rochas sedimentares. O acesso a essa estrutura é muito disputado pelos países, pois, nessas áreas, chega, também, matéria orgânica, que, pela ação da temperatura e pressão, se transforma em combustíveis fósseis (petróleo, gás natural, carvão mineral e xisto). Um exemplo de bacia sedimentar é a região do Golfo Pérsico, no Oriente Médio, que conta com extensas áreas de exploração de petróleo. No Brasil, a maior disponibilidade de petróleo está localizada nas bacias costeiras, como a de Campos e a de Santos.



3. Os dobramentos modernos são estruturas geológicas formadas pelo choque entre placas tectônicas em áreas de convergência. Os dobramentos modernos concentram algumas das maiores altitudes do planeta e também são regiões sujeitas à ocorrência de terremotos e vulcanismo. Entre os principais exemplos estão a Cordilheira dos Andes, na América do Sul, as Montanhas Rochosas, na América do Norte, e a Cordilheira do Himalaia, na Ásia.

Estrutura geológica mundo e mapa das placas tectônicas



Estrutura geológica do território brasileiro

O território brasileiro encontra-se totalmente alojado na placa Sul-Americana, fato que lhe confere ampla estabilidade tectônica. Nele são registrados expressivos testemunhos geológicos de mais de 3 bilhões de anos da evolução das rochas que embasam o relevo da Terra. A partir dos estudos existentes, afirma-se que o arcabouço geológico brasileiro é constituído pelos escudos cristalinos (crátons e dobramentos antigos) e pelas bacias sedimentares.



Todas essas transformações tectônicas (diastrofismos) ocorridas no território brasileiro no decorrer do Pré-Cambriano configuram o chamado Ciclo Brasileiro, durante o qual se consolidaram crátons e dobramentos antigos, bem como apareceram sistemas de dobras e vales resultantes de falhamentos. O ciclo brasileiro é subdividido em dois grandes momentos de diastrofismo:

**Diastrofismo Laurenciano
(Arqueozoico)**

Províncias Guiana Meridional, Xingu e São Francisco; Serras do Mar e Mantiqueira.

**Diastrofismo Huroniano
(Proterozoico)**

Províncias Borborema e Tocantins; Serra do Espinhaço, Chapada Diamantina.

Estabilidade tectônica do território brasileira

- Também devido à posição ocupada pelo território brasileiro na placa Sul-Americana não há dobramentos recentes, ou modernos.
- No entanto, às forças exógenas, e os processos de epirogênese ou isostasia ocorrem. Diante de tudo isso, pode-se dizer que o território brasileiro encontra-se imune aos tremores de terra (terremotos)?
- A resposta é: não. Embora estejamos numa situação confortável no que diz respeito à placa Sul-Americana, esta, assim como as demais, é amplamente fragmentada e as pequenas placas encaixadas sofrem constantes acomodações. Dessa forma, já foram registrados tremores no Brasil, enquanto acomodações não sentidas pelos seres humanos ocorrem com relativa frequência.
- Partes antigas (mais de 1 bilhão de anos) e estáveis dos continentes recebem o nome de cráton, palavra do grego que significa poder e resistência. A Plataforma Russa é hoje conhecida como Cráton do Leste Europeu.

CRÁTONS\ ESCUDOS

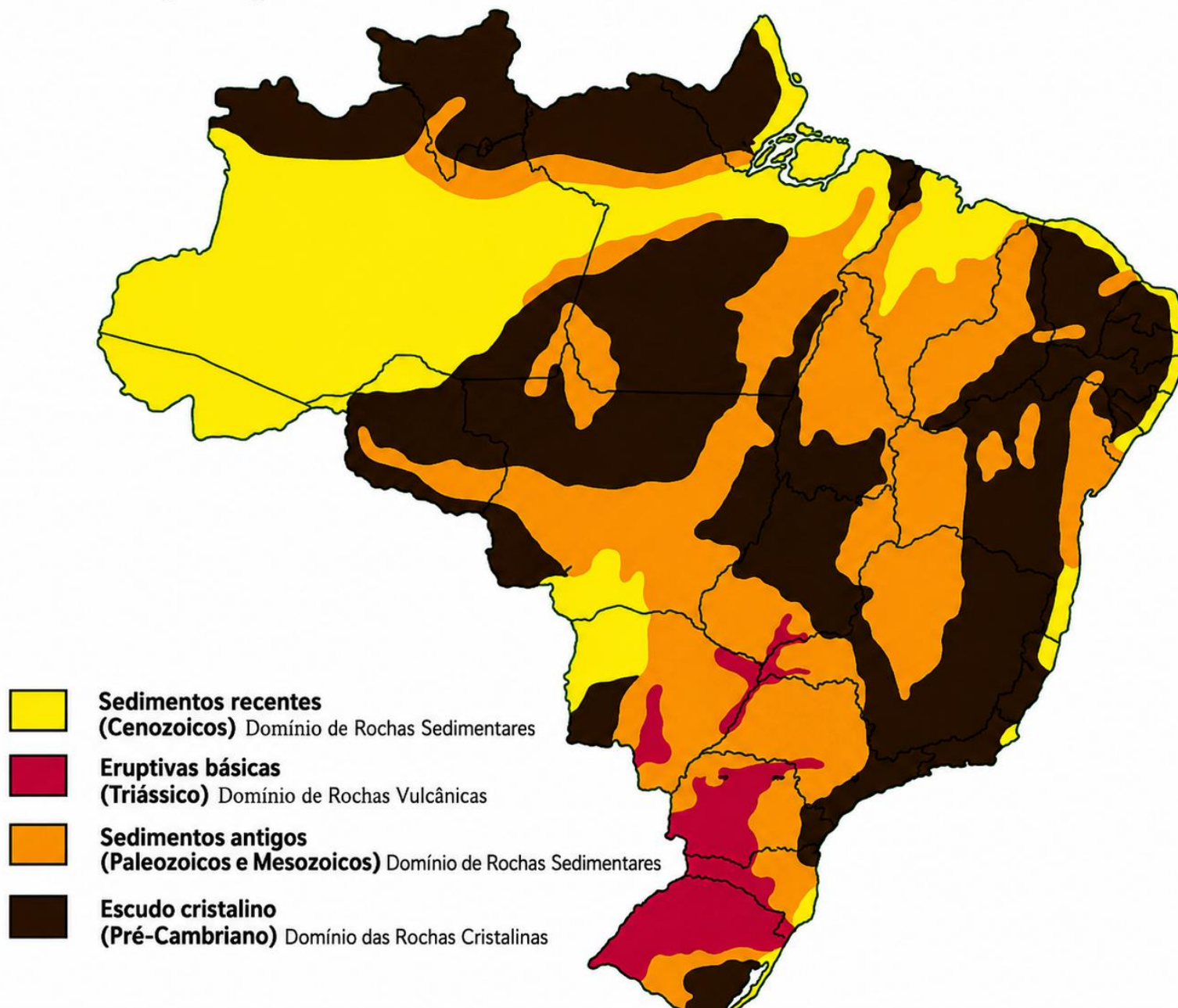


ESTRUTURA GEOLÓGICA DO BRASIL

- Como o território brasileiro é formado por estruturas litológicas muito antigas e não há a formação de dobramentos modernos decorrentes da orogênese, uma visão superficial do mesmo permitiria a seguinte distinção:

Escudos cristalinos 36%		Arqueozoicos (32%)	Províncias Guiana Meridional, Xingu e São Francisco; Serras do Mar e Mantiqueira.
		Proterozoicos (4%)	Serra do Espinhaço, Escudo Guiano, Carajás, Serra do Navio, Maciço do Urucum, Oriximiná, etc.
Bacias sedimentares 64%	Fanerozoicas	Paleozoicas	Formação do carvão mineral no sul do país – ligado a transgressões marinhas e glaciações.
		Mesozoicas	Formação das bacias Paranaica (início no Paleozoico), São Franciscana e do Meio-Norte; formação do petróleo, atividades vulcânicas na bacia Paranaica.
		Cenozoicas	Terciário – bacia sedimentar Amazônica, ilhas vulcânicas, sedimentação costeira. Quaternário – bacia sedimentar do Pantanal, sedimentação costeira, Ilha de Marajó.

Estrutura geológica do Brasil



- As principais bacias sedimentares brasileiras configuraram-se plenamente a partir da Era Paleozoica. Embora sejam encontrados registros fósseis de 500 milhões de anos atrás, correspondentes ao Período Ordoviciano, foi durante o Período Devoniano que o mar invadiu a América do Sul pelo ocidente, criando um mar raso interior que recobriu e uniu, por algum tempo, as grandes bacias brasileiras. - Com o passar do tempo e devido ao deslocamento da América do Sul, em decorrência da deriva dos continentes, o Mar Devoniano sofreu processos de retração. No entanto, algumas áreas afundadas em virtude de fragmentações da litosfera sofreram invasão marinha e transformaram-se em lagunas interiores. Já no final da Era Paleozoica, a sedimentação marinha começa a dar lugar ao ciclo continental, formado por diferentes camadas que registram as alternâncias de climas mais secos e climas mais úmidos.

Entre o Carbonífero e o Permiano, por exemplo, a porção sudeste da América do Sul, então situada em latitudes elevadas, foi atingida por uma intensa glaciação. Nesse ambiente, extensas florestas e áreas pantanosas foram recobertos por sedimentos, fato que propiciou a formação de depósitos de carvão mineral e de folhelhos pirobetuminosos no Brasil meridional.

	Paleozoica	Permiano		290	- União entre Gondwana e Laurásia na formação do continente Pangeia;
		Carbonífero		355	- Surgimento e difusão dos répteis;
		Devoniano		410	- Formação das primeiras florestas; - Origem das Bacias Sedimentares;
		Siluriano		438	- Primeiros animais terrestres;
		Ordoviciano		510	- Glaciações e surgimento dos peixes;
		Cambriano		570	- Primeiros animais invertebrados e algas marinhas.
	Pré-Cambriano				
	Proterozoica			2.500	- Primeiras formas de vida;
	Arqueozoica			4.500	- Formação da Terra; - Origem das rochas e primeiras formas de relevo.

Curiosidades sobre a dinâmica dos agentes endógenos de modelagem do relevo:

- o vulcão Etna (sul da Itália) tem 3.280 metros de altura, dos quais 3.070 metros são constituídos de material oriundo de suas próprias erupções;
- o vulcão Mauna Loa (Havaí) atinge cerca de 9.000 metros de altura total, sendo que sua base está a cerca de 5.000 metros abaixo do nível do mar, no oceano Pacífico;
- o terremoto extremamente destrutivo de 1906, em São Francisco, ocorreu antes que a escala de magnitude fosse desenvolvida, mas estima-se que tenha atingido uma magnitude de 8.3;
- o terremoto mais forte na América do Norte até hoje, de magnitude 8.6, ocorreu no Alasca em 1964, e o mais forte na história recente foi um terremoto de magnitude 9.5 que ocorreu em alto-mar no Chile, em 1960;
- o trágico terremoto em dezembro de 2004 que atingiu a costa oeste do norte de Sumatra, na Indonésia, chamado terremoto Sumatra-Andaman, teve uma magnitude de momento de 9.1 e gerou o *tsunami* mais letal já registrado.
- um dos terremotos que geraram mais prejuízos materiais, o terremoto de magnitude 7.2 que atingiu Kobe, no Japão, em 1995, destruiu mais de 50 mil construções.
- Em 1985, os efeitos de um terremoto de magnitude 8.1, com epicentro a 85 quilômetros da Cidade do México, causou a morte de mais de 9 mil pessoas e danos extensos a muitas construções, incluindo partes elevadas das cidades. A capital do México, densamente povoada, está construída sobre um leito antigo de lago que era feito de sedimentos macios que estremeceram muito, causando grande destruição, mesmo o terremoto tendo tido seu centro em uma região montanhosa distante.