



Tectônica global

Teoria da Deriva Continental

A origem da teoria da Tectônica de Placas ocorreu no início do século XX, com os pensamentos de Alfred Wegener. O cientista se dedicava à comprovação de uma ideia – baseada na observação de um mapa-múndi no qual as linhas da costa atlântica atuais da América do Sul e da África se encaixariam como um quebra-cabeça gigante – de que todos os continentes poderiam se aglutinar formando um único megacontinente. Para explicar essa coincidência, Wegener imaginou que os continentes poderiam, um dia, terem estado juntos e posteriormente terem se separado.

A esse supercontinente Wegener denominou *Pangea* e considerou que sua fragmentação teria iniciado há cerca de 220 milhões de anos, durante o Triássico, quando a Terra era habitada por Dinossauros, e teria prosseguido até os dias atuais. O Pangea teria iniciado a sua fragmentação dividindo-se em dois continentes, sendo o setentrional chamado de *Laurásia* e o austral de *Gondwana*.



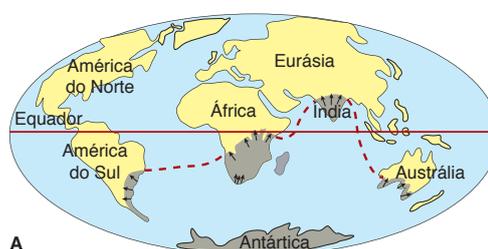
Pangea e sua divisão em dois continentes, Laurásia a norte e Gondwana a sul, pelo Mar de Thetys.

Wegener procurou outras evidências para sua teoria, como:

- presença de fósseis de *Glossopteris* (gimnosperma primitiva) em regiões da África e do Brasil;
- evidências de glaciação, há aproximadamente 300 Ma na região Sudeste do Brasil, Sul da África, Índia, Oeste da Austrália e Antártica. Essas evidências sugeririam que, naquela época, grandes porções da Terra, situadas no hemisfério Sul, estariam cobertas por camadas de gelo, como as que ocorrem hoje nas regiões polares e, portanto, o planeta estaria submetido a um clima glacial.

Em 1915, Wegener reuniu as evidências que encontrou para justificar a teoria da Deriva Continental em um livro denominado *A origem dos Continentes e Oceanos*. Entretanto, ele não conseguiu responder a questões fundamentais, como por exemplo: Que forças seriam capazes de mover os imensos blocos continentais? Como uma crosta rígida como a continental

deslizaria sobre uma outra crosta rígida como a oceânica, sem que fossem quebradas pelo atrito? Em razão disso, sua teoria caiu em descrédito frente à comunidade científica. Após sua morte, sua teoria ficou durante algum tempo esquecida.



A



B

A) Distribuição atual das evidências geológicas que atestam a existência de geleiras há 300 Ma. As setas indicam a direção de movimento das geleiras.

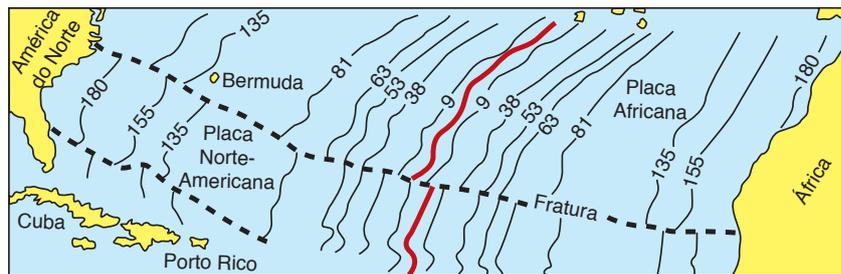
B) Simulação de como seria a distribuição das geleiras com os continentes juntos, mostrando que estariam restritas a uma calota polar no hemisfério Sul.

Teoria da Tectônica de Placas

Na década de 1940, com o desenvolvimento tecnológico militar, em função da Segunda Grande Guerra foram desenvolvidos equipamentos que permitiram traçar mapas do relevo do fundo oceânico. Foram descobertas cadeias de montanhas, fendas e fossas, ou trincheiras muito profundas, mostrando um ambiente geologicamente muito mais ativo do que se pensava.

Esses trabalhos permitiram cartografar uma enorme cadeia de montanhas submarinas, denominadas dorsal ou cadeia mesoceânica, que constituía um sistema contínuo ao longo de toda a Terra. Posteriormente, foi constatado que, ao longo da cadeia mesoceânica, o fluxo térmico era mais elevado que nas áreas próximas de crosta oceânica, e que esta era uma zona de forte atividade sísmica e vulcânica. O mais importante, porém, era que esta dorsal mesoceânica dividia a crosta submarina em duas partes, podendo representar a ruptura ou a cicatriz produzida durante a separação dos continentes. Se assim fosse, a teoria da Deriva Continental poderia ser aceita.

Por outro lado, no final dos anos 50, foram descobertas importantes informações sobre a idade das rochas do fundo oceânico. A crosta oceânica era composta por rochas que apresentavam idades bastante jovens, não ultrapassando 200 milhões de anos. Estabeleceu-se o padrão de idades da crosta oceânica, no qual faixas de rochas de mesma idade situam-se simetricamente dos dois lados da dorsal meso-oceânica, com as mais jovens próximas da dorsal e as mais velhas ficando mais próximas dos continentes.

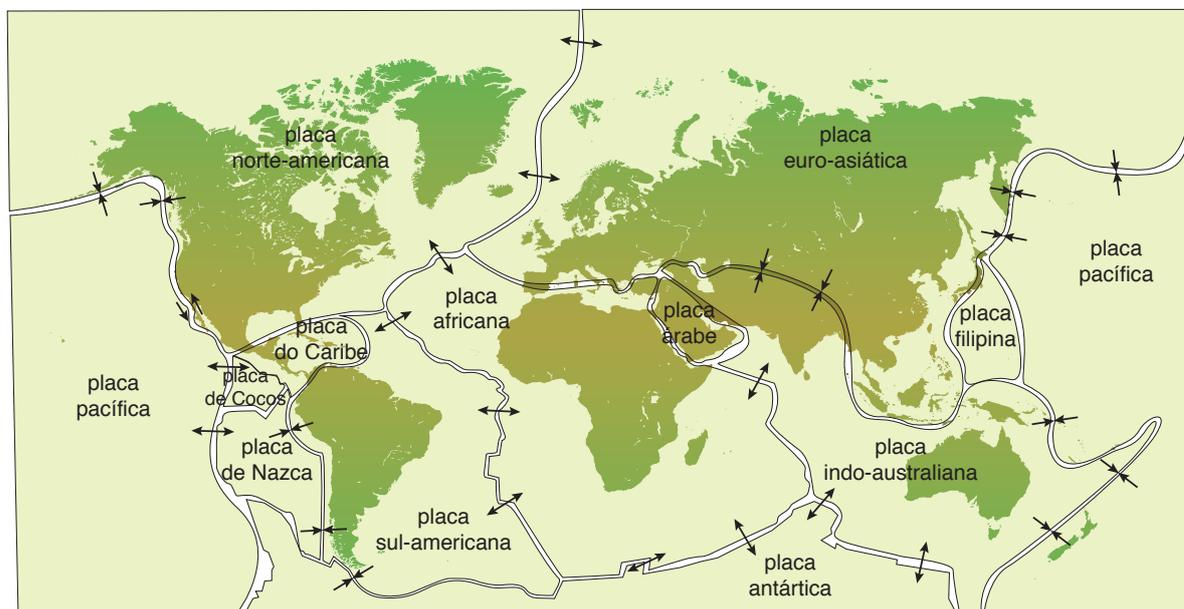


Distribuição das idades geocronológicas do fundo oceânico do Atlântico Norte, em que se observam as idades (em Ma) mais jovens próximas à dorsal meso-oceânica.

No início de 1960, Harry Hess e Robert Dietz sugeriram que a crosta era separada ao longo das fendas ou riftes nas dorsais e que um novo fundo de mar era formado a partir da ascensão do magma, proveniente do interior da Terra, ou seja, o processo estaria associado a correntes de convecção do interior da Terra. A Deriva Continental e a expansão do fundo dos oceanos seriam uma consequência das correntes de convecção.

Assim, em função da expansão dos fundos oceânicos, os continentes viajariam como passageiros, fixos em uma placa, como se estivessem em uma esteira rolante. Com o processo de geração de crosta oceânica, em algum outro local, deveria haver um consumo ou destruição desta crosta, caso contrário a Terra expandiria. A destruição da crosta oceânica mais antiga ocorreria nas chamadas zonas de subducção, que seriam locais onde a crosta oceânica mais densa mergulharia para o interior da Terra até atingir condições de pressão e temperatura suficientes para sofrer fusão e ser incorporada novamente ao manto.

A partir das confirmações científicas que respondiam as questões e lacunas deixadas pela teoria da Deriva Continental, surge a teoria da **Tectônica de Placas**. De acordo com essa teoria, a litosfera não é contínua e apresenta-se fragmentada por falhas e fraturas profundas. Esses fragmentos constituem as placas tectônicas (consideram-se doze grandes placas e diversas placas menores).

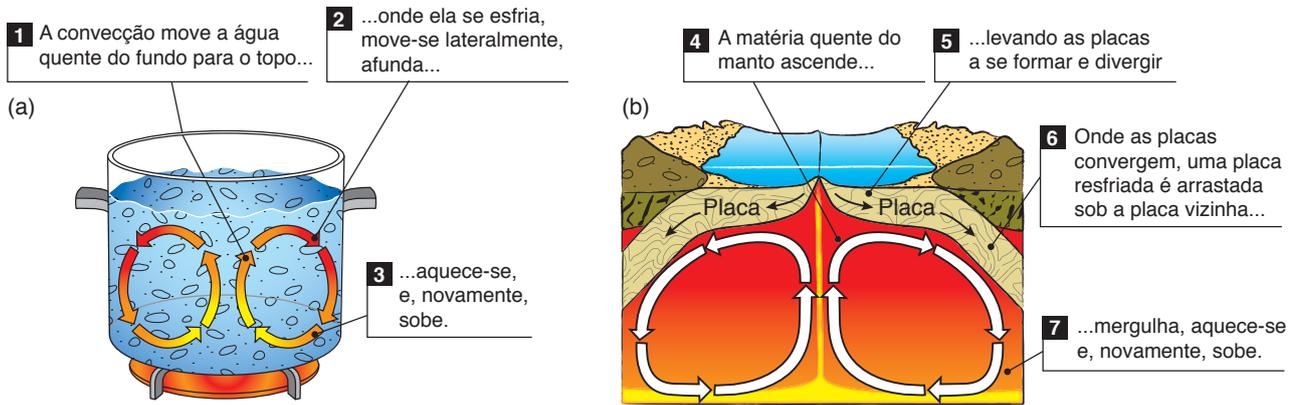


Disponível em: <http://www.geocities.com.br>. Acesso em: 27 jul. 2009

Cada placa se move de forma independente e desliza em razão da movimentação das correntes de convecção existentes no manto. Com base na comprovação da movimentação dos continentes assentados nas placas tectônicas, foram apontados três tipos de movimentos tectônicos que serão vistos ao longo do capítulo.

O que movimenta as placas tectônicas?

A dinamicidade da crosta terrestre está diretamente relacionada com as temperaturas elevadas da parte mais interna do planeta. Com o aumento da profundidade, ocorre um aumento da temperatura. Dessa forma, o magma que se encontra próximo ao núcleo recebe calor e, por consequência, apresenta sua densidade diminuída. Diante disso, o magma menos denso se movimenta em direção à superfície, formando as chamadas correntes convectivas de magma.



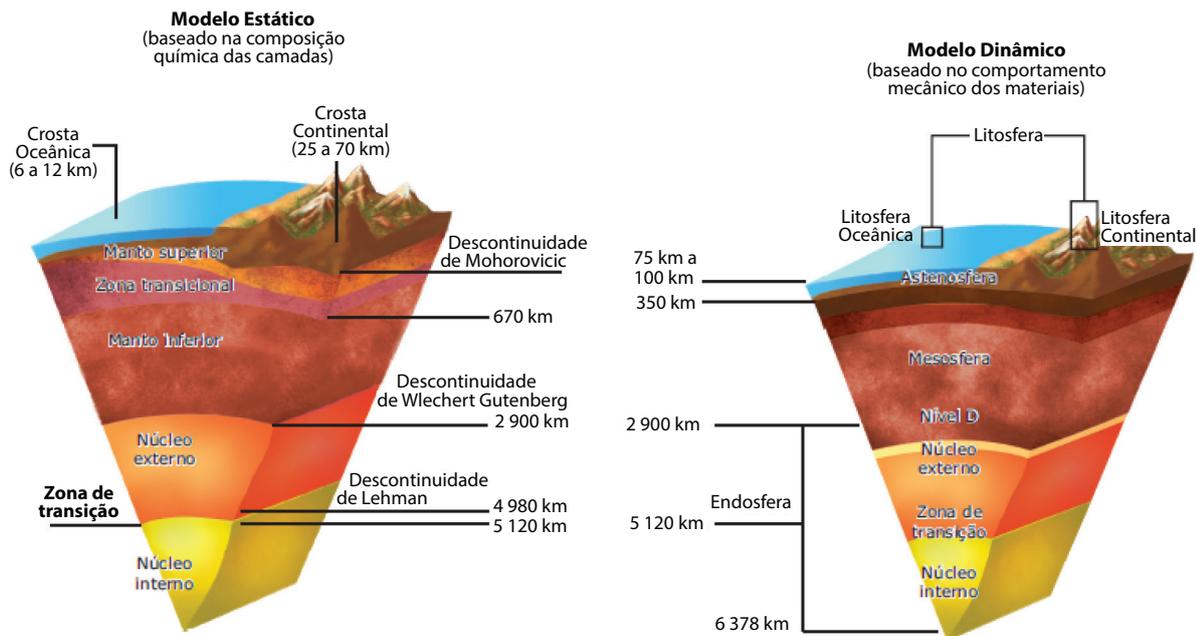
(a) A água fervendo é um exemplo familiar da convecção.
 (b) Uma visão simplificada das correntes de convecção no interior da Terra.

PRESS, SIEVER, GROTZINGER E JORDAN. *Para Entender a Terra*, pág. 39.

Quando a corrente magmática atinge a região de crosta, sua movimentação é alterada, devido à presença dessa camada mais rígida, e a movimentação das placas tectônicas ocorre. Como essa camada mais aquecida se encontra agora em uma região menos profunda, logo, em uma área de menor temperatura, ela perde calor para o meio e, sua densidade aumenta, implicando a movimentação em direção ao núcleo da corrente convectiva de magma.

Estrutura interna do planeta Terra

A estrutura interna da Terra é representada em modelos baseados em dois critérios diferentes: a composição química (modelo estático) e as propriedades físicas (modelo dinâmico).



Composição Química

De acordo com a composição química, a estrutura interna é dividida em três camadas: crosta, manto e núcleo terrestre.

Crosta terrestre

Parte superficial e sólida que envolve a Terra. A crosta pode ser subdividida em duas porções bastante diferentes, a crosta continental e a crosta oceânica. A crosta continental é mais espessa (com média em torno de 75 km), é composta por rochas “graníticas” menos densas (2,7 g/cm³), é fortemente deformada e inclui as rochas mais antigas do planeta (com bilhões de anos em idade). Já a crosta oceânica é menos espessa (com média ao redor de 8 km) é constituída por rochas vulcânicas mais densas como o basalto.

Manto

Localizado entre a crosta e o núcleo, onde o magma se encontra em estado pastoso. É formado pelos materiais de densidade intermediária deixados na porção mediana da Terra, após os materiais mais pesados terem mergulhado para o centro do planeta e os materiais mais leves terem ascendido para a superfície. O manto é composto por rochas formadas por compostos de oxigênio com ferro, magnésio e sílica.

Núcleo

Porção mais interna da Terra. O núcleo terrestre, composto basicamente por ferro, possui aproximadamente, 7 000 km de diâmetro. A sua densidade aumenta com a profundidade. O núcleo compõe somente 16% do volume da Terra, mas, devido a sua elevada densidade, é responsável por 32% da massa do planeta.

Composição Física

De acordo com as propriedades físicas, a estrutura interna é dividida em quatro camadas: litosfera, astenosfera, mesosfera e endosfera.

Litosfera

É a camada externa rígida, resistente e sólida da Terra. Essa camada inclui a crosta e a porção mais externa do manto superior.

Astenosfera

Essa camada está situada abaixo da litosfera. Como sua temperatura é muito elevada, possui um menor caráter rígido (apresenta comportamento plástico) e, justamente por isso, é mais sujeita a deformações. A parte inferior da astenosfera é mais quente que a parte superior. Em função disso, os materiais de menor densidade ascendem para as áreas mais superficiais, ao passo que os mais densos descem. Esse movimento é responsável pela formação das correntes de convecção.

Mesosfera

É a camada da estrutura interna da Terra, que se situa entre a astenosfera e o núcleo. Com cerca de 2 900 km de profundidade, é constituída por materiais rígidos. É uma área caracterizada por enorme rigidez de seus materiais e, em razão disso, a propagação das ondas sísmicas na região ocorre com enorme velocidade.

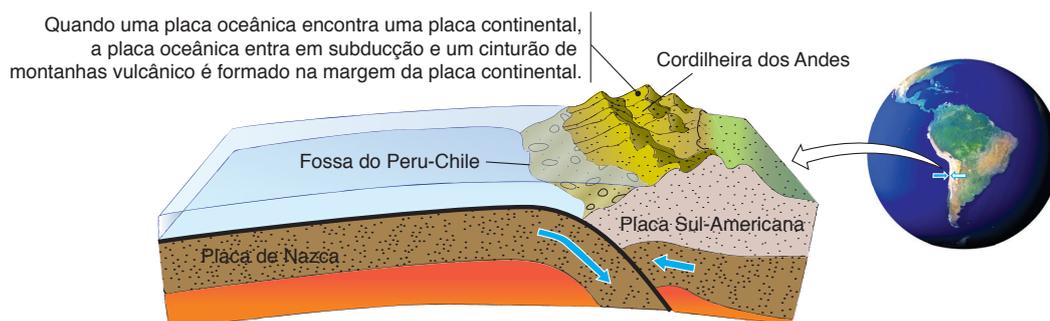
Movimentos orogênicos

Limites convergentes

Correspondem aos movimentos de colisão entre as placas. As áreas onde ocorrem esses movimentos são denominadas como zonas de contato destrutivo. Existem três tipos de contato dessa natureza:

Convergência oceano-continente: área de choque entre uma placa continental e uma placa oceânica – mais densa –, em que esta passa por debaixo da placa continental. Dessa forma, a placa continental é dobrada pela pressão e força de colisão, e a placa oceânica adentra no manto. Essa região é denominada zona de subducção.

Como consequência direta do processo de colisão entre as placas continental e oceânica, é possível perceber a formação de fossa oceânica, no contato direto entre elas, de dobramentos modernos, vulcanismo, terremotos e tsunamis.



Endosfera

Subdivide-se em núcleo externo (ou endosfera externa) e núcleo interno (ou endosfera interna).

O núcleo terrestre é subdividido em duas porções distintas, com base no comportamento mecânico: um núcleo externo líquido e um núcleo interno sólido. O núcleo externo é constituído de materiais líquidos, já o núcleo interno é constituído de materiais sólidos e rígidos, fato explicado pela enorme pressão (a temperatura de fusão dos metais aumenta muito rápido com o aumento da pressão). Cerca de 90% da Terra consistem em apenas quatro elementos: ferro, oxigênio, silício e magnésio.

As informações que se têm a respeito do interior da Terra foram todas obtidas por vias indiretas, pois as perfurações mais profundas normalmente não ultrapassam os 5.000 ou 6.000 metros. A divisão da estrutura da Terra foi baseada, principalmente, nos estudos sobre os abalos sísmicos. O comportamento das ondas sísmicas altera-se na passagem de uma camada da Terra para outra, em decorrência da natureza dos materiais. Além disso, também são observados os vulcões, que trazem material de profundidade, permitindo a análise da constituição química dos minerais.

Movimentação tectônica

Tectonismo

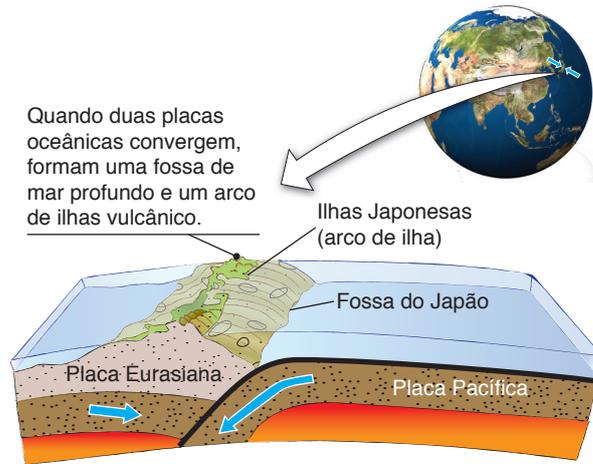
As placas tectônicas apresentam dois grandes tipos de movimentos:

- **Orogenético:** movimento horizontal da crosta terrestre que se subdivide em convergente, divergente e tangencial;
- **Epirogenético:** movimento vertical de algumas porções continentais que se subdivide em epirogênese positiva e epirogênese negativa.

As placas cobrem todo o globo, de modo que, se elas se separam em certo lugar, deverão convergir em outro, conservando, assim, a área da superfície terrestre.

PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 57.

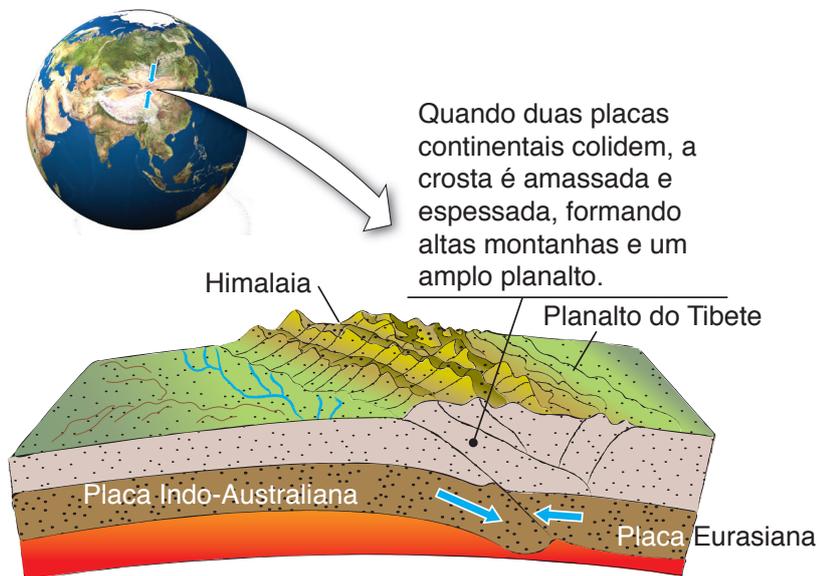
Convergência oceano-oceano: área de choque entre duas placas oceânicas, sendo que a placa oceânica mais antiga – de maior densidade – mergulha sob a placa oceânica mais recente – de menor densidade –, formando uma zona de subducção. A convergência entre placas oceânicas leva à formação de fossas oceânicas, dos Arcos de Ilhas, terremotos e tsunamis. Esses são formados pelo intenso processo de vulcanismo desencadeado pela fusão da placa oceânica que penetrou no manto. Exemplo: Contato da placa Eurasiana com a placa do Pacífico.



Subducção de uma placa oceânica em outra placa oceânica, formando uma fossa profunda e um arco de ilha vulcânico.

PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 57.

Convergência continente-continente: área de convergência entre duas placas continentais, sendo que as duas placas são dobradas, levando à formação de uma zona de obducção. Como a diferença de densidade entre as duas placas continentais é inexpressiva, não há condições de formação de uma zona de subducção. O dobramento das duas placas continentais promove a formação de dobramentos modernos e também, a formação de uma área extremamente instável por abalos sísmicos (abalos violentos em razão da natureza quebradiça das placas continentais). Nessas áreas, a ocorrência de vulcanismo é dificultada pela não fusão de nenhuma das placas. Exemplo: a convergência da placa Euroasiática com a placa Indo-australiana.

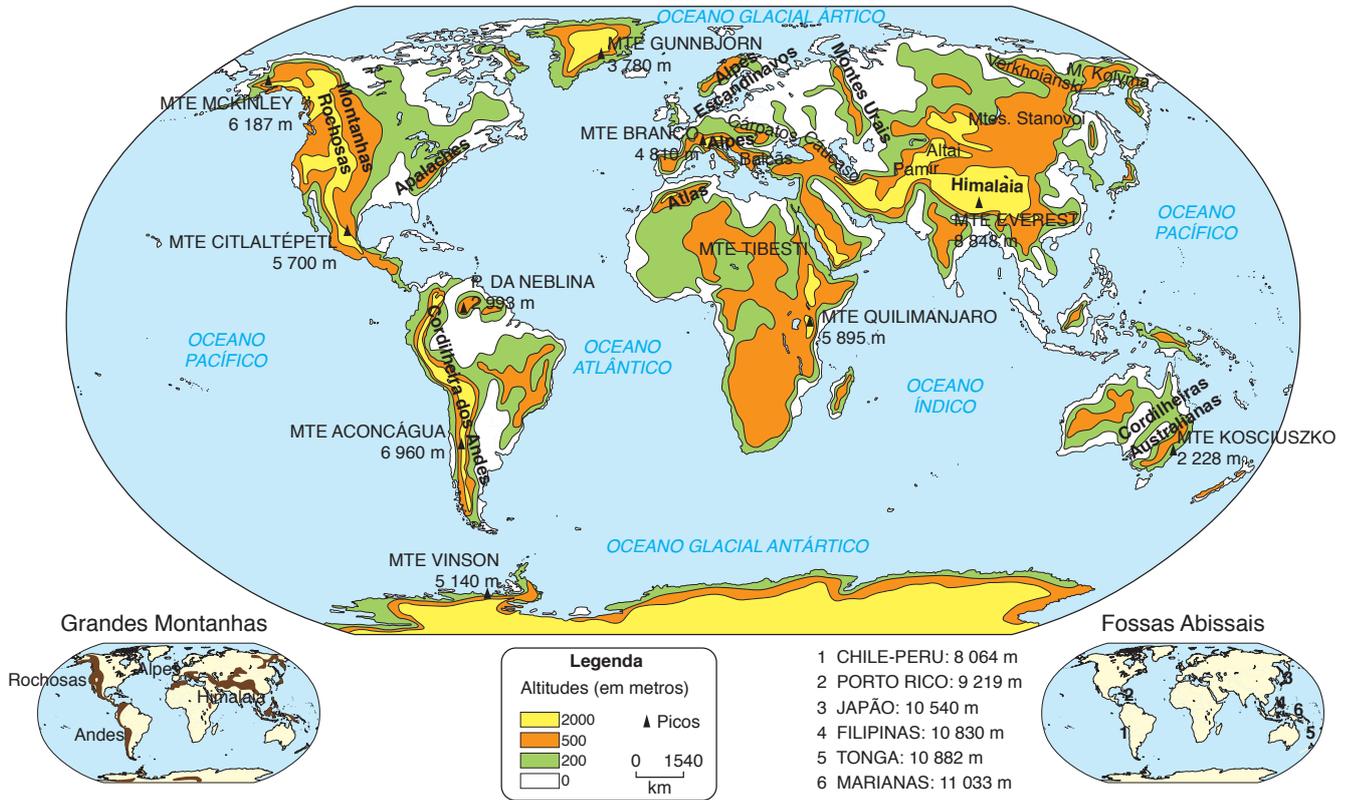


Uma colisão de placa continente-continente, que amassa e espessa a crosta continental, formando altas montanhas e um amplo planalto.

PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 57

Atualmente, é possível destacar cinco áreas de formação de cadeias de montanhas (observe o mapa abaixo):

- Himalaia: convergência entre a Placa Euro-asiática e a Placa Indo-australiana;
- Andes: convergência entre as Placas Sul-Americana e Nazca;
- Rochosas: convergência entre a Placa Norte-Americana e Pacífica;
- Alpes: convergência entre a Placa Euro-asiática e a placa Africana;
- Atlas: convergência entre a Placa Euro-asiática e a placa Africana.



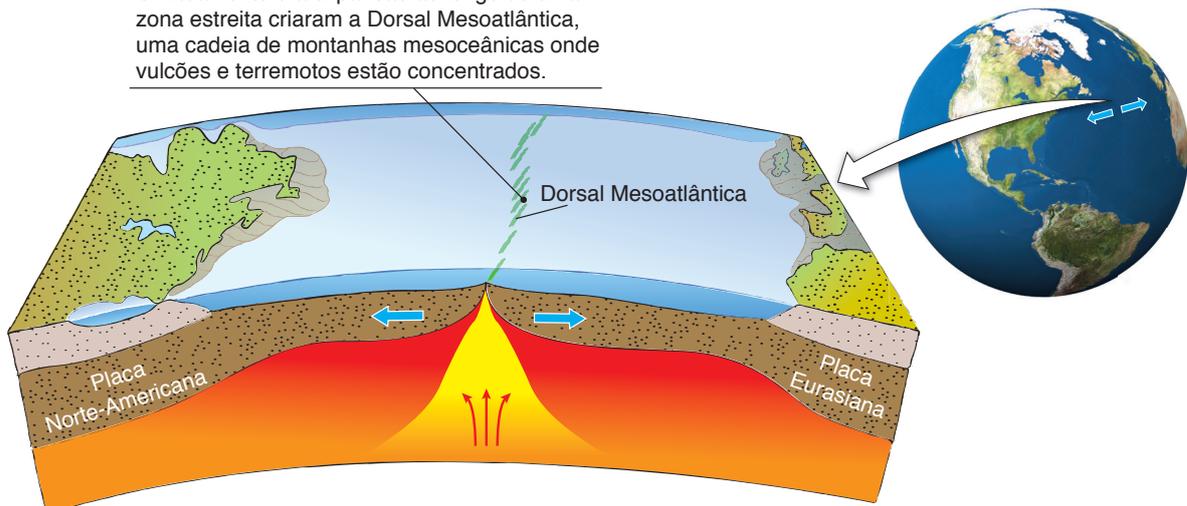
SIMIELLI. *Geoatlas*, p. 20.

Limites divergentes

Correspondem aos movimentos de separação das placas. Trata-se de um movimento construtivo, em função da formação de uma nova crosta.

Separação de placas oceânicas: áreas de afastamento de duas placas oceânicas, o que promove o extravasamento de magma no assoalho oceânico. O derramamento de magma leva à formação de uma “Cadeia de Montanha” submarina, denominada Dorsal Mesoceânica, que apresenta grande atividade sísmica.

O rifteamento e a expansão ao longo de uma zona estreita criaram a Dorsal Mesoatlântica, uma cadeia de montanhas mesoceânicas onde vulcões e terremotos estão concentrados.

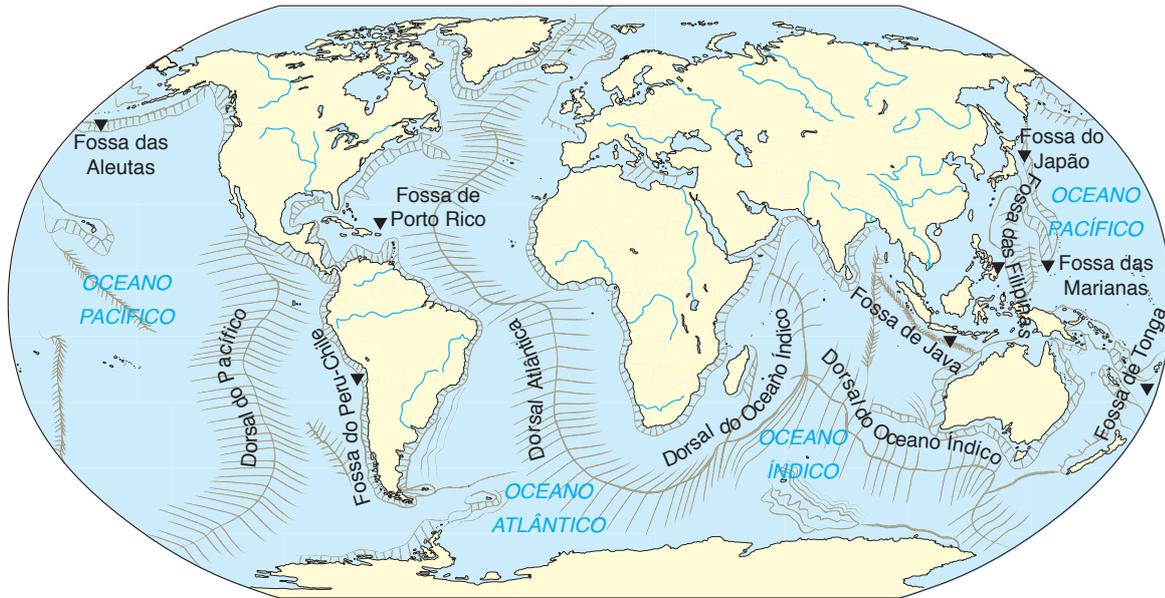


O rifteamento e a expansão do assoalho oceânico na Dorsal Mesoatlântica criaram uma cadeia de montanhas vulcogênicas onde falhamento, terremotos e vulcanismo estão concentrados ao longo de um estreito centro de expansão mesoceânico.

PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 54.

As dorsais mesoceânicas estão presentes nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, e estão diretamente interligadas, formando um sistema de dorsais que circunda o planeta Terra.

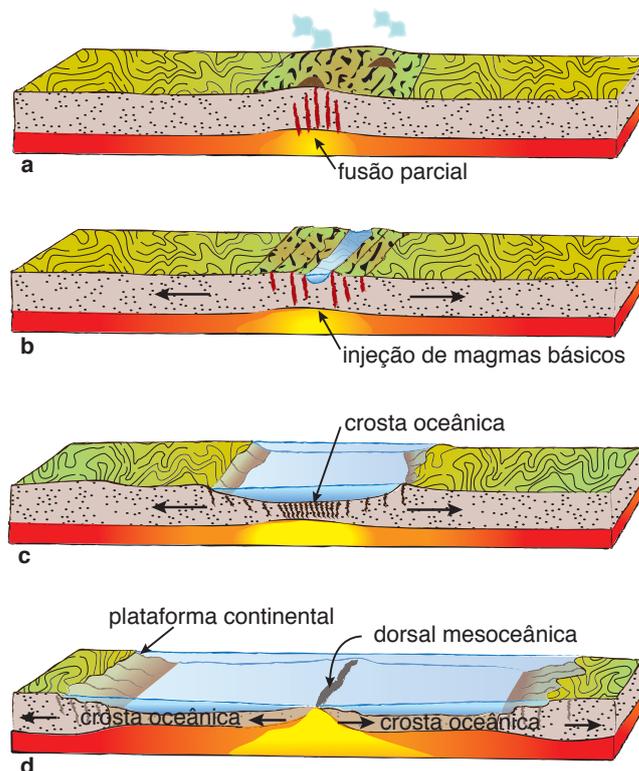
Relevo Submarino



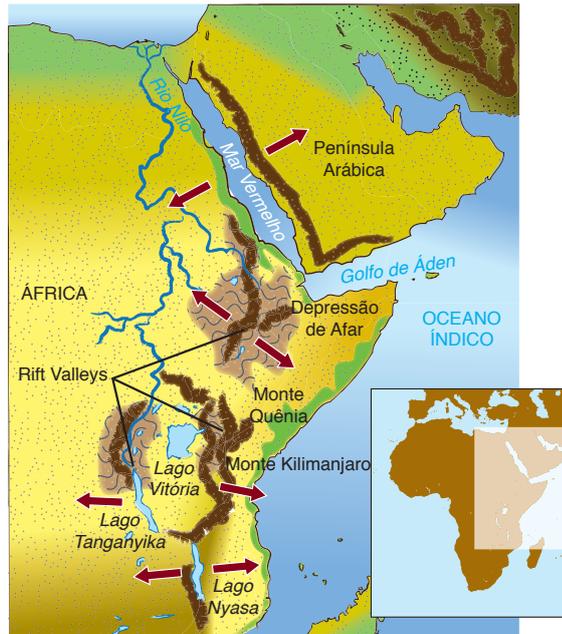
Organização: SIMIELLI, 2006, com dados do Atlas da Rand McNally, 1994. Disponível em: <http://serreta-creminer.fc.ul.pt>. Acesso em: 31 jan. 2010.

Os limites divergentes oceânicos apresentam-se como áreas de expansão do assoalho oceânico, ou seja, áreas em que material magmático e rochoso é acrescentado à crosta terrestre. Em algumas áreas, as dorsais cresceram tanto em espessura como em tamanho e formaram ilhas. É o caso da Ilha da Islândia, que expôs a Dorsal Mesoatlântica, possibilitando aos geólogos observar diretamente o processo de separação de placas.

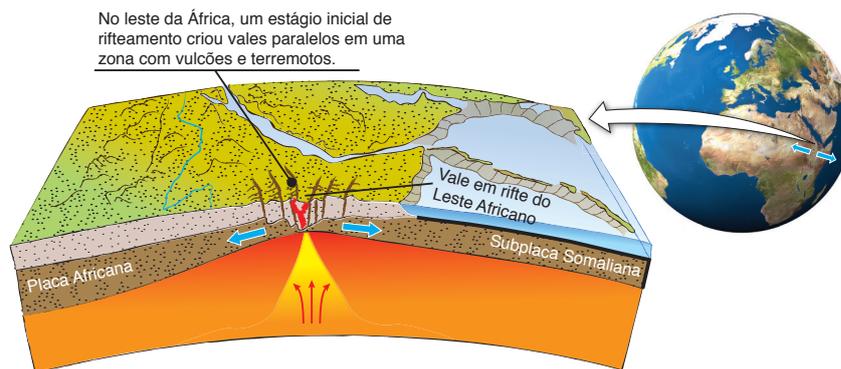
Separação de placas continentais: área de separação entre duas placas continentais. Nessa região ocorre a formação dos chamados Rift Valleys, com intensa atividade sísmica e vulcânica. Esse processo, ilustrado na próxima figura, inicia-se com o aumento pontual do fluxo térmico no manto, que irá causar o soerguimento do magma nesse ponto e a consequente pressão sobre a crosta, provocando o fraturamento e a extrusão de magma (a). Com a instalação de correntes de convecção no manto subjacente a essa região, inicia-se o processo distensivo, gerando falhamentos (falhas com movimentação vertical) e desenvolvimento do rift valley (b). Com a continuidade do movimento distensivo, ocorre o afinamento da crosta continental até que ocorra a ruptura dessa crosta e o desenvolvimento de uma crosta oceânica (c). Um novo oceano começa a se formar. À medida que o processo de separação continua, a crosta oceânica e o oceano vão aumentando (d), promovendo a separação de placas oceânicas.



Atualmente o Rift Valley em formação no leste do continente africano é o de maior expressividade, sendo que o Mar Vermelho apresenta-se como um estágio avançado do processo.



Disponível em: <http://www.tulane.edu>. Acesso em: 31 jan. 2010.

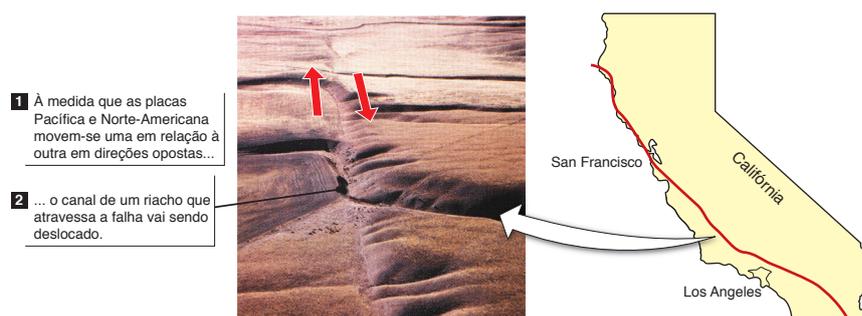


PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 57.

Limite Tangencial

Movimento lateral entre as placas tectônicas, em que uma placa desliza em relação à outra, não ocorrendo nem criação e nem destruição de crosta. Os limites de movimentos tangenciais normalmente não apresentam vulcanismo, mas uma atividade sísmica intensa. Pode ocorrer entre duas placas oceânicas, duas placas continentais ou entre uma placa continental e uma placa oceânica.

Exemplo: A Falha de Santo André, na Califórnia, onde a Placa Pacífica desliza em relação à Placa Norte-Americana. Pelo fato de as placas terem se deslocado umas em relação às outras durante milhões de anos, as rochas contíguas nos dois lados da falha são de tipos e de idades diferentes.



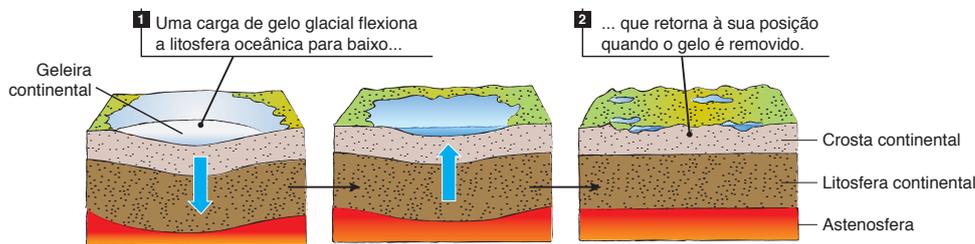
PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 58. (Adaptado).

Movimentos epirogenéticos

“Os movimentos verticais da crosta se relacionam com o conceito de isostasia, que baseia-se no princípio de equilíbrio hidrostático de Arquimedes, no qual um corpo, ao flutuar, desloca uma massa de água equivalente à sua própria. Nesse caso, uma cadeia montanhosa poderia comportar-se como uma rolha flutuando na água. De acordo com esse princípio, a camada superficial da Terra, relativamente rígida, flutua sobre um substrato mais denso. Sabemos hoje que essa camada corresponde à crosta e à parte do manto superior, que integram a litosfera. O substrato denso é denominado astenosfera, comportando-se como um fluido viscoso, no qual ocorrem deformações plásticas na escala do tempo geológico. O equilíbrio isostático é atingido quando um acúmulo de carga ou perda de massa existente na parte emersa é contrabalançada, respectivamente, por uma perda de massa ou acúmulo de carga na parte submersa. Para exemplificar, mesmo após ter sofrido intemperismo e erosão intensos no decorrer do tempo geológico, a crosta continental situa-se acima do nível do mar devido à isostasia, pois à medida que a erosão remove as camadas mais superficiais, ocorre lento soerguimento.

Em geral, a litosfera suporta grandes esforços sem sofrer deformação. Entretanto, em algumas situações geológicas, uma carga muito elevada pode ser adicionada à litosfera ou removida dela, deformando-a. Podemos citar como exemplo a adição de massa causada pelo extravasamento de grandes quantidades de basaltos em províncias ígneas. Essa massa adicional faz com que a litosfera entre em subsidência, para que o equilíbrio isostático seja atingido.

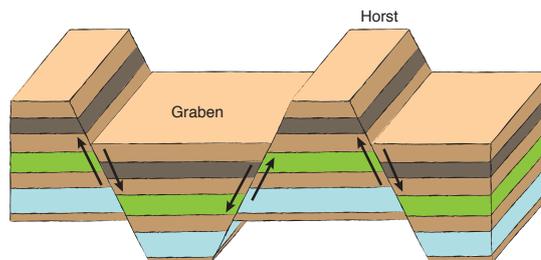
O processo oposto, soerguimento, resulta da remoção de uma carga existente na superfície da crosta, como nos casos do degelo de calotas glaciais ou da erosão intensa de áreas montanhosas. A Escandinávia, por exemplo, encontra-se em fase de soerguimento (de até 1cm /ano), retomando o equilíbrio isostático, devido ao desaparecimento do gelo que existia há cerca de 10.000 anos. Esse movimento persistirá até que o equilíbrio isostático seja totalmente atingido.”



Alguns mecanismos propostos para os movimentos crustais verticais (epirogenia) (fora de escala).

PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 518. TEIXEIRA; TOLEDO; FAIRCHILD; TAIOLI. *Decifrando a Terra*, p. 70-71. (Adaptado)

O movimento epirogenético pode causar o soerguimento e/ou o rebaixamento de blocos de rochas da crosta, formando os *horsts* – blocos soerguidos –, e os *grabens* – blocos rebaixados.



Disponível em: <http://2.bp.blogspot.com>. Acesso em: 31 jan. 2010

Agentes endógenos ou internos.

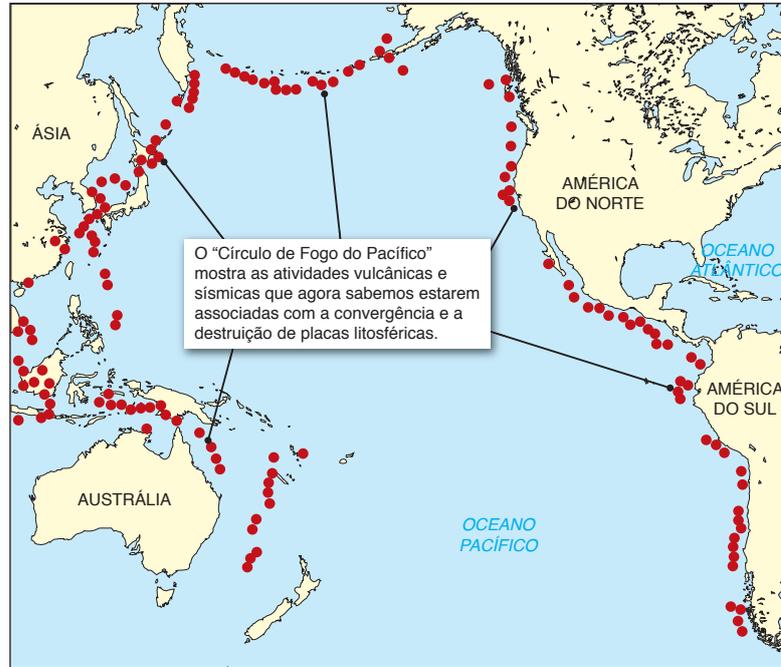
O relevo terrestre é constantemente construído e modelado. As forças internas são as principais responsáveis por gerar o relevo, ou seja, se comportam como forças construtoras, tais como o tectonismo, o vulcanismo e os abalos sísmicos. As forças externas, por sua vez, pela modelagem do relevo.

Ao longo deste capítulo foi trabalhado o conceito de Tectonismo ou diastrofismo (distorção), que corresponde a um movimento prolongado ou não, que ocorre na crosta terrestre, podendo gerar deformações das rochas e que pode se manifestar por meio da epirogênese e da orogênese.

Tendo visto o primeiro dos agentes, agora vamos entender um pouco mais de vulcanismo e abalos sísmicos.

Vulcanismo

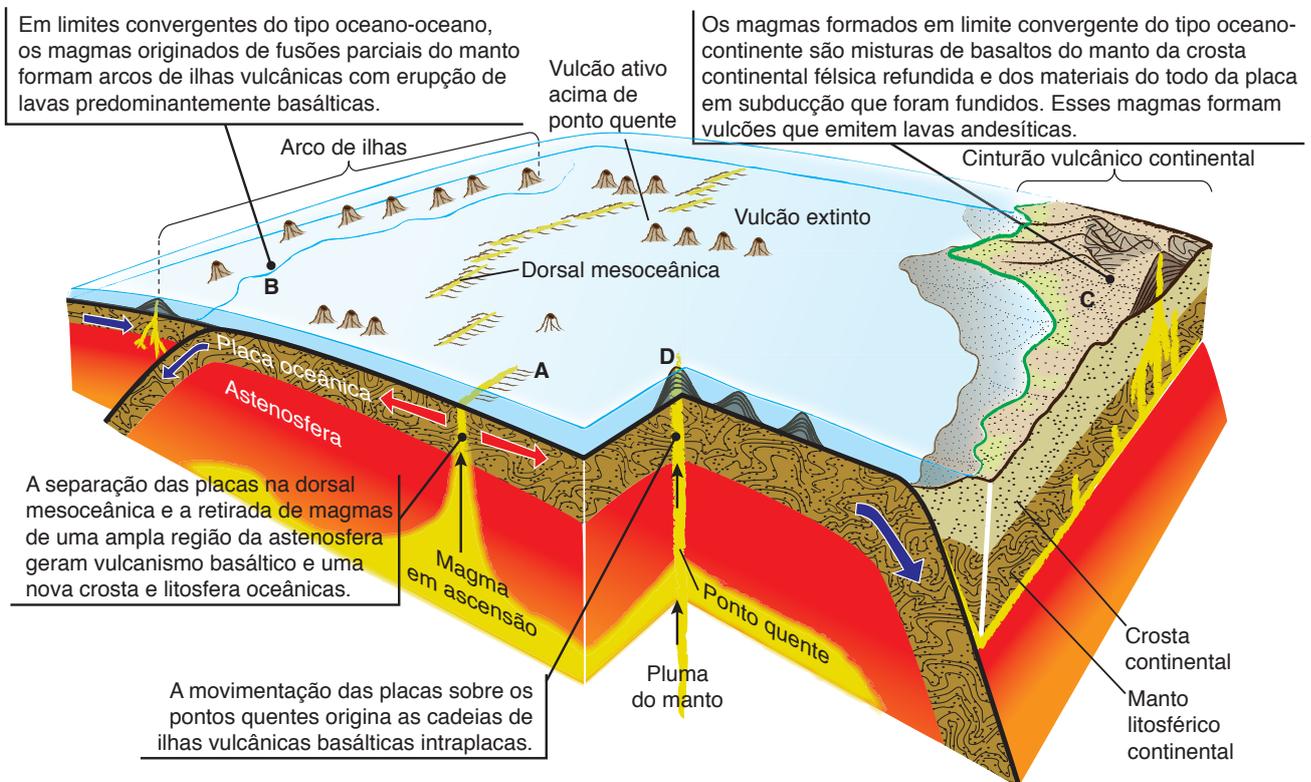
Vulcanismo corresponde a um fenômeno marcado pelo extravasamento de magma proveniente do interior da Terra na superfície terrestre. Cerca de 80% encontram-se em limites de placa convergentes, 15% em zonas divergentes e o restante, em pontos quentes intraplacas. Dos vulcões ativos, a maior parte está localizada em uma zona denominada como Círculo do Fogo do Pacífico.



Círculo de Fogo do Pacífico: área de intensa atividade sísmica (círculos grandes) e intenso vulcanismo (círculos pequenos).

PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 51.

Em menor número estão aqueles que se situam em regiões intraplaca em zonas denominadas "hot spots" ou "pontos quentes". Estes, por sua vez, não apresentam uma relação direta com as áreas de subducção. Acredita-se que eles estão associados a presença de enormes "plumas do manto" originadas da interface manto e núcleo, as quais atravessam todo o manto e atingem a superfície. O deslocamento da placa tectônica sobre os referidos pontos gera uma cadeia linear de ilhas vulcânicas. São exemplos de hot spots o Arquipélago do Havaí, as ilhas Cabo Verde, o Parque do Yellowstone e as ilhas Galápagos. Observe os exemplos na imagem a seguir.



As áreas litorâneas formadas sobre o contato de duas placas tectônicas são instáveis tectonicamente, ou seja, podem apresentar a qualquer momento abalos sísmicos e vulcanismo.

PRESS; SIEVER; GROTZINGER; JORDAN. *Para Entender a Terra*, p. 159. (Adaptado)

pra saber +

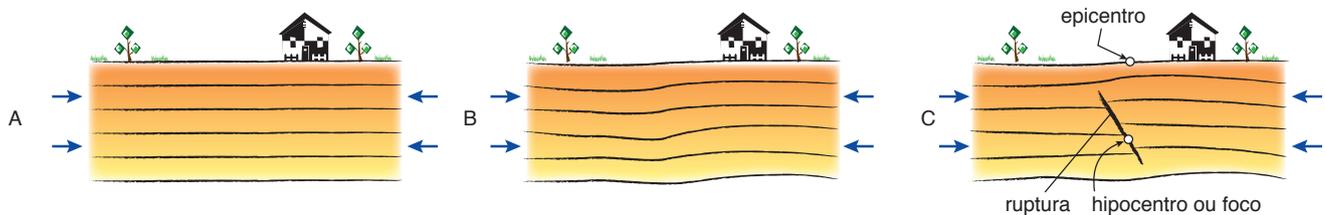
Vulcões no Brasil são coisas de um passado remoto?

No território brasileiro, existem vários vestígios de eventos vulcânicos, desde os muito antigos, como o vulcanismo ocorrido há três bilhões de anos numa área onde hoje se encontra o estado do Pará, até o mais recente, de alguns poucos milhares de anos, na ilha de Trindade, na costa do Espírito Santo. No Brasil, ocorreram atividades vulcânicas de altíssima intensidade, num período que se estende de 135 a 65 milhões de anos atrás (o Cretáceo). Esses eventos aconteceram onde hoje estão Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Uruguai, Paraguai e Argentina. Deram origem à maior área de vulcanismo basáltico existente no mundo, com 1.200.000 km². O geólogo salienta que os vulcões brasileiros estão inativos, atualmente, porque nosso território ocupa a parte central de uma grande placa tectônica, muito antiga e muito estável.

ASSAD, L. Os (não tão) imperceptíveis movimentos da Terra. *ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*, n.o 117, abr. 2010. (Adaptação)

Abalos sísmicos ou terremotos

Com o lento movimento das placas litosféricas, tensões vão se acumulando em vários pontos, principalmente perto de suas bordas. As tensões acumuladas podem ser compressivas ou distensivas, dependendo da direção de movimentação relativa entre as placas. Quando essas tensões atingem o limite de resistência das rochas, ocorre uma ruptura; o movimento repentino entre os blocos de cada lado da ruptura gera vibrações que se propagam em todas as direções. O plano de ruptura forma o que se chama de falha geológica. Os terremotos podem ocorrer no contato entre duas placas litosféricas (caso mais frequente) ou no interior delas, como indicado na figura abaixo, sem que a ruptura atinja a superfície. O ponto onde se inicia a ruptura e a liberação das tensões acumuladas é chamado de hipocentro ou foco. Sua projeção na superfície é o epicentro, e a distância do foco à superfície é a profundidade focal.



Geração de um sismo por acúmulo e liberação de esforços em uma ruptura. A crosta terrestre está sujeita a tensões (A) compressivas neste exemplo, que se acumulam lentamente, deformando as rochas (B); quando o limite de resistência das rochas é atingido, ocorre uma ruptura com um deslocamento abrupto, gerando vibrações que se propagam em todas as direções (C).

TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, M. Cristina Motta; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fabio. *Decifrando a Terra*, p. 45.

É necessário entender a distinção entre os termos intensidade e magnitude, pois muitas vezes são termos utilizados como sinônimos quando se aborda o tema. A primeira se refere ao grau de destruição (perdas humanas e materiais) provocado por um terremoto. Já a segunda se refere à quantidade de energia liberada por um sismo. Para medir se medir os danos provocados por um abalo sísmico e utilizada a escala Mercalli e para a determinação da magnitude a escala Richter.

Esses fenômenos são comuns em regiões de limites de placas porém, podem ocorrer no interior delas, em razão da acomodação de camadas ou da reativação de falhas geológicas.

pra saber +

Brasil não está livre de abalos sísmicos

O Brasil se encontra na região central de uma placa tectônica muito grande, a Placa Sul-Americana, a milhares de quilômetros de distância dos limites com a Placa Africana, a leste, e com a Placa de Nazca, a oeste. Nem por isso está isento de abalos sísmicos, pois há regiões da Placa Sul-Americana que são mais fracas e podem “trincar” com as pressões relacionadas com a sua movimentação geral. O geólogo Joaquim Mendes Ferreira, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e coordenador do Laboratório de Sismologia daquela universidade, explica que existem sismos intraplaca, que ocorrem no interior da placa, e sismos de borda de placa, que ocorrem nas margens ou limites de placas. Sismos de borda de placa são mais frequentes e podem atingir magnitudes maiores que os sismos intraplaca, diz Ferreira.

Segundo o geólogo da UFRN, todos os sismos que ocorrem no Brasil são do tipo intraplaca, com exceção dos sismos profundos do Acre, que ocorrem a 600 km de profundidade. Nesse caso, esclarece Assumpção, da USP, “a placa de Nazca está mergulhando por baixo da Placa Sul-Americana e os sismos quase não são sentidos na superfície”. Muitos sismos brasileiros ocorrem em profundidades que vão da superfície até 40 km de profundidade, mas a maioria se dá nos primeiros 10 km de profundidade. Em março deste ano, Alagoinha, cidade localizada no agreste de Pernambuco e a 225 km de Recife, registrou 65 pequenos tremores de terra em oito dias. Segundo Assumpção, esses tremores foram devidos a movimentações abruptas em falhas geológicas, com extensões de algumas dezenas de metros e, por isso, com vibrações bem mais fracas que as do Chile, do Haiti e do México.

ASSAD, L. Os (não tão) imperceptíveis movimentos da Terra. *ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*, n.o 117, abr. 2010. (Adaptação)

Exercícios

Exercícios orientados

1. (Upf 2017) Observe os mapas que seguem.

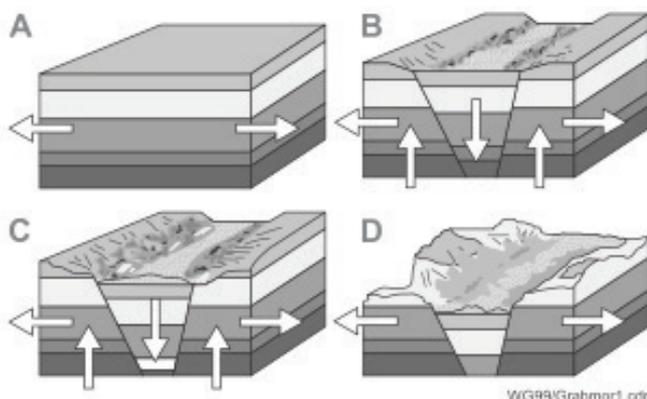


(Fonte: FERREIRA, Graça Maria. Geografia em mapas. São Paulo: Moderna, 2002, p.8. Adaptado)

Assinale a alternativa que faz a correta relação com as regiões marcadas e com as informações correspondentes.

- A Planície Platina (4) forma uma depressão entre os planaltos das Guianas e o Brasileiro e guarda a maior reserva de águas subterrâneas da América, o Aquífero Guarani.
- As Montanhas Rochosas (1) impedem a passagem das massas de ar oceânicas, provocando chuvas na vertente oeste e aridez na parte leste.
- O Escudo das Guianas (6) é formado por dobramentos modernos, com elevações muito acentuadas, e vive um processo de vulcanismo intenso.
- A cordilheira dos Andes (2) se desenvolve no sentido norte-sul, ao longo do oceano Pacífico, formada por rochas cristalinas antigas e rica em minério de ferro.
- Na América do Norte, os maciços antigos (1) e os dobramentos modernos (5) margeiam uma extensa planície sedimentar (3), onde se localiza a capital, Washington.

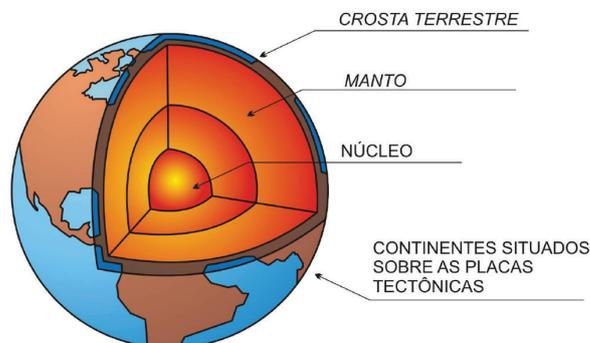
2. (Upe-ssa 1 2017) Observe atentamente a figura a seguir:



Assinale o título que define CORRETAMENTE essa sucessão de ilustrações de um importante fato geológico.

- A Formação de Dobras na Crosta Terrestre
- O Desenvolvimento de um Graben Tectônico
- A Evolução dos Processos de Erosão Eólica em Ambiente Árido
- A Gênese de Pedimentos Tectônicos
- A Zona de Subdução de Placas Litoféricas

3. Observe a imagem.



Ela demonstra a divisão interna da Terra, ressaltando as principais camadas constituintes. Diante do assunto, é possível afirmar que

- a divisão interna do planeta em camadas é realizada apenas para facilitar o aprendizado, pois as diferenças entre elas não são significativas.
- quanto maior for a profundidade, maior será a temperatura, maior a pressão e menor a densidade dos minerais que constituem cada camada.
- a sobrevivência humana se dá na crosta terrestre, camada superficial que representa apenas 1% da massa terrestre, que é composta por fragmentos, denominados placas tectônicas.
- a camada manto não interfere na camada mais superficial – crosta –, constituindo apenas uma transição para o núcleo – camada mais interna.
- as interferências que as camadas internas promovem na crosta são provenientes do núcleo, camada em que se concentram as correntes convectivas de magma.

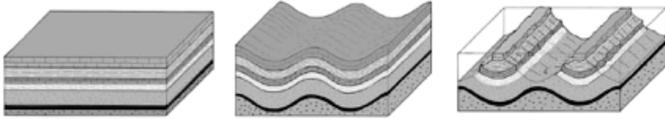
4. (UFES) Considere as informações a seguir sobre a tectônica de placas:

- A crosta terrestre é formada por várias placas litoféricas, que se movem umas em relação às outras, sendo carreadas por lentas correntes de convecção existentes na astenosfera.
- O Japão, localizado na Placa Eurasiana, desenvolve avançadas tecnologias em construção civil, já que sua borda oriental é uma das regiões de maior incidência de terremotos, tsunamis e vulcões.
- Os limites de contato entre as placas tectônicas são de três tipos: convergentes, divergentes e transformantes.
- A fossa mesoceânica constitui uma fratura que se estende paralelamente às cristas mesoceânicas, enquanto a fossa submarina é uma depressão longa e estreita que ocorre junto à margem ativa dos continentes.

Assinale a opção que contém as afirmativas **CORRETAS**.

- I, II e III.
- I, II e IV.
- I, III e IV.
- II, III e IV.
- I, II, III e IV.

5. (Upe-2016) Observe, atentamente, as ilustrações a seguir:



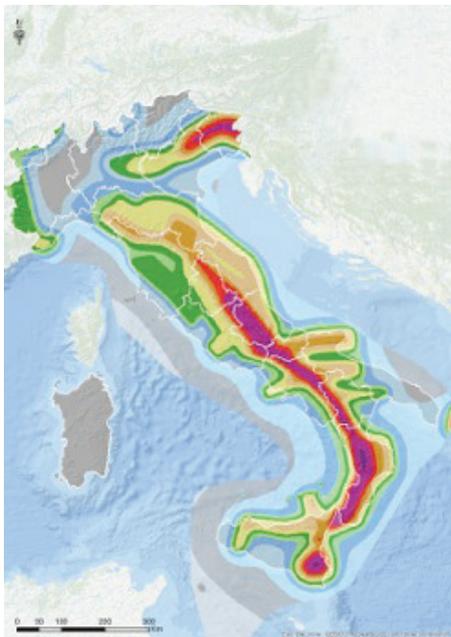
Pelas características observadas, é CORRETO afirmar que a sequência de ilustrações exibe esquematicamente a

- A) formação de extensas voçorocas em terrenos cristalinos.
- B) separação de grandes placas litosféricas.
- C) gênese e a evolução de morfoestruturas em estruturas geológicas dobradas.
- D) formação de grandes vales em estruturas tectonicamente falhadas.
- E) evolução de uma dorsal mesoceânica.

Exercícios complementares

6. (Uerj simulado 2018)

Probabilidade de ocorrência de terremotos de grande intensidade nos próximos 50 anos



Possibilidade de abalos sísmicos
menor maior

Forte Terremoto Atinge A Itália E Deixa Mortos

Equipes de resgate buscam por sobreviventes de um forte terremoto que foi registrado nesta madrugada no centro da Itália e provocou danos severos em algumas regiões e pelo menos 159 mortes. Muitas pessoas ainda estão debaixo de escombros, e o balanço de vítimas deve se agravar nas próximas horas. O serviço geológico dos Estados Unidos informou que o tremor teve magnitude de 6,2 graus na escala Richter. Segundo a rede de televisão, o epicentro foi situado entre as cidades de Perúgia e Rieti, pouco mais de 150 km a nordeste de Roma.

Adaptado de noticias.bol.uol.com.br, 24/08/2016.

Analisando o mapa, as áreas do território italiano com maiores possibilidades de abalos sísmicos caracterizam-se pela seguinte formação geológica:

- A) falhas tectônicas
- B) escudos cristalinos
- C) bacias sedimentares
- D) dobramentos antigos

7. (Uece 2016) Os oceanos correspondem à maior área superficial do planeta. Possuem uma profundidade média de aproximadamente 3.700 metros, e suas margens continentais representam cerca de 20% do total da área por eles ocupada. Considerando essas feições, analise as afirmações a seguir, e escreva (1) se a afirmação fizer referência a uma Margem Continental do Tipo Pacífico, e (2) se fizer referência a uma Margem Continental do Tipo Atlântico.

- () Plataforma, talude e elevação continental são algumas das feições típicas deste tipo de margem, que são definidas a partir do gradiente batimétrico.
- () As fossas oceânicas são as feições mais características deste tipo de margem. Pelo fato de não receberem quantidades significativas de sedimentos, normalmente não desenvolvem um sopé continental.
- () Esta margem se desenvolveu a partir do rifteamento e separação de um continente, dando origem a um novo oceano e dois blocos continentais. A margem leste da América do Sul e América do Norte, e as margens leste e oeste da África são exemplos deste tipo de margem.
- () A margem do tipo ativa localiza-se nas regiões de convergência das placas litosféricas, onde ocorre a subducção de uma placa sob a outra.
- () Nesta margem concentram-se as principais atividades vulcânicas e sísmicas da Terra.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- A) 2, 1, 2, 1, 1.
- B) 1, 2, 1, 2, 1.
- C) 2, 2, 1, 1, 2.
- D) 1, 1, 2, 2, 2.

8. (Pucrs 2014) Analise as afirmativas abaixo sobre terremotos e tsunamis no Chile.

- I. O terremoto de 8,2 graus na escala Richter que ocorreu no Chile em abril de 2014 está associado à movimentação das placas tectônicas.
- II. Um terremoto de fundo oceânico na costa chilena é capaz de gerar um tsunami que, em sua propagação, pode atingir os países localizados no Pacífico Leste.
- III. Os terremotos chilenos são ocasionados por duas placas tectônicas em movimento divergente.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- A) I
- B) II
- C) I e II
- D) II e III
- E) I, II e III

9. (UFRGS 2017) Considere as afirmações abaixo, sobre a Teoria da Tectônica de Placas.

- I. A litosfera, de acordo com essa teoria, está fragmentada em placas rígidas que se movimentam.
- II. As placas tectônicas são movidas pela convecção do manto, e a energia vem do calor interno da Terra.
- III. Os limites das placas apresentam feições de grandes proporções, como estreitos cinturões de montanhas, cinturões de terremotos e cadeias de vulcões.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

10. (UFMG) Considerando-se as ondas gigantes – fenômeno conhecido como tsunami – que atingiram, sobretudo o Sudeste Asiático em dezembro de 2004, é **INCORRETO** afirmar que
- uniram parcela considerável dos povos do Planeta em torno de uma causa comum, congregando, inclusive, o interesse humanitário de países que têm posições divergentes em relação à luta contra o terrorismo.
 - afetaram os países localizados nas adjacências imediatas do centro que as gerou e, também, se propagaram por grande parte do Oceano Índico, tendo alcançado, inclusive, a região costeira oriental da África.
 - provocaram a morte tanto de população residente na orla litorânea, densamente ocupada, dos países afetados quanto de um grande contingente de turistas, atraídos pelo Sol e pelas paisagens tropicais paradisíacas.
 - tiveram sua origem associada à interação entre as águas oceânicas e a atmosfera, intensificada, na região, pelo forte contraste térmico verificado entre continente e oceano.
11. (Uel 2013) Observe a figura e leia o texto a seguir.



Molde de corpo petrificado. Pompeia.

Caíam cinzas nos navios, quanto mais se aproximava, mais quentes e mais densas. Pedras-pomes e negras, queimadas e quebradas pelo fogo e a praia inacessível pelo desmanchar do monte.

(Adaptado de: Carta de Plínio. Disponível em: <<http://www.culturaclasica.com>>. Acesso em: 27 abr. 2012.)

A figura apresenta o molde de um corpo petrificado pela ação do vulcão Vesúvio que atingiu Pompeia em 79 d.C. O fenômeno foi observado por Plínio, o Velho, de sua embarcação.

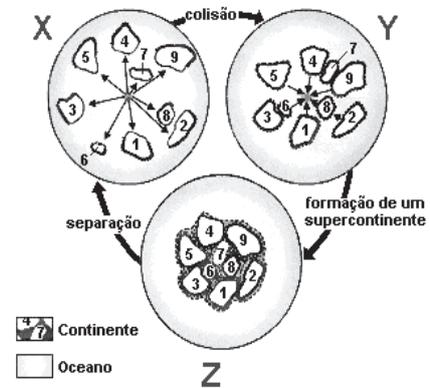
Com base na figura, no texto e nos conhecimentos sobre fenômenos naturais, considere as afirmativas a seguir.

- A intensidade de fenômenos naturais, como a dos vulcões, independe do nível de desenvolvimento técnico e econômico dos países.
- Devido às transformações tecnológicas, fenômenos como terremotos, vulcões e mesmo tsunamis são passíveis de serem monitorados, minimizando possíveis catástrofes.
- No caso de vulcões de tipo pliniano, como o Vesúvio, alguns fenômenos antecedem sua erupção, tais como abalos sísmicos, liberação de gases, cinzas e pedras-pomes
- Terremotos, vulcões e tsunamis são fenômenos intensificados pela ação antrópica e mesmo com toda a tecnologia ainda são imprevisíveis.

Estão corretas:

- I e II
- I e IV
- III e IV
- I, II e III
- II, III e IV

12. (UFMG) Analise esta figura, em que está representada, esquematicamente, a distribuição espacial de massas continentais e oceânicas – X, Y e Z – em diferentes momentos do tempo geológico:



STRAHLER, Alan; STRAHLER, Arthur. *Physical Geography: science and systems of the human environment*. New York: John Wiley & Sons, 1996. Chapter 11, p. 292.

A partir da análise feita, é **INCORRETO** afirmar que, nessa figura,

- é mostrada a interação dinâmica de placas tectônicas – formadas por fragmentos da litosfera –, que se manifesta por meio de processos de colisão e de separação.
- estão retratadas condições dinâmicas associadas à deriva dos continentes e à expansão do assoalho oceânico.
- é proposto que a atual distribuição de terras, oceanos e mares do planeta tem sua origem associada à fragmentação de um supercontinente.
- é sugerido que, hoje, estão encerradas as diversas etapas evolutivas a que continentes e bacias oceânicas foram submetidos.

13. (Unisc 2017) Assinale a alternativa incorreta no que se refere à dinâmica de placas tectônicas.

- As dorsais oceânicas, também conhecidas como cordilheiras oceânicas, apresentam grandes elevações de altitude em relação às áreas circundantes. Elas são formadas em função de fendas ocasionadas pelo afastamento de placas divergentes.
- No que se refere aos movimentos transformantes, não há choque direto, contudo, podem ocorrer tremores de terra em função do atrito causado pelo deslocamento das placas.
- A convergência entre placas oceânicas e placas continentais faz com que as primeiras, por serem menos densas, provoquem o afundamento das segundas.
- A subducção, relacionada aos movimentos convergentes, ocorre nos casos em que uma placa afunda sob a outra. Ela dá origem a fossas oceânicas e cadeias montanhosas.
- Placas convergentes, com densidades iguais, se comprimem de modo a ocasionar orogênese. O Himalaia, por exemplo, é formado em função deste tipo de dinâmica.

16. (Uerj 2016) As usinas geotérmicas são uma forma alternativa de geração de energia elétrica por utilizarem as elevadas temperaturas do próprio subsolo em algumas regiões. Considere as informações do esquema e do mapa a seguir:

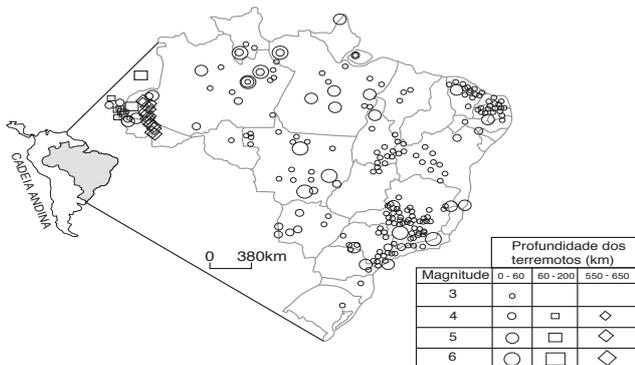


Principais placas tectônicas



O país cuja localização espacial proporciona condições ideais para amplo aproveitamento da energia geotérmica é:

- A) Islândia
 B) Nigéria
 C) Uruguai
 D) Austrália
17. Analise este mapa, em que se representa a localização, magnitude e profundidade dos terremotos ocorridos no Brasil no período de 1724 a 1998:



FONTE: IAG/USP.

A partir das observações realizadas e de seus conhecimentos sobre o assunto, é possível afirmar que

- A) os abalos sísmicos verificados no Brasil se relacionam com os limites de placas tectônicas que margeiam o País, promovendo a liberação de ondas sísmicas na crosta terrestre.
 B) a ocorrência dos abalos sísmicos brasileiros se relaciona diretamente com as atividades antrópicas, que alteram o meio físico para a produção do espaço geográfico.
 C) os terremotos brasileiros se relacionam com a energia liberada na zona de subducção entre a Placa de Nazca e a Placa Sul-americana e com acomodações de camadas do solo.
 D) os terremotos verificados no Brasil apresentam a mesma profundidade e magnitude, não sendo sensíveis aos seres humanos, por isso não promovendo estragos.
 E) A grande concentração de terremotos na região Sudeste ocorre devido à grande concentração populacional, que pressiona a placa tectônica e promove a sua movimentação.

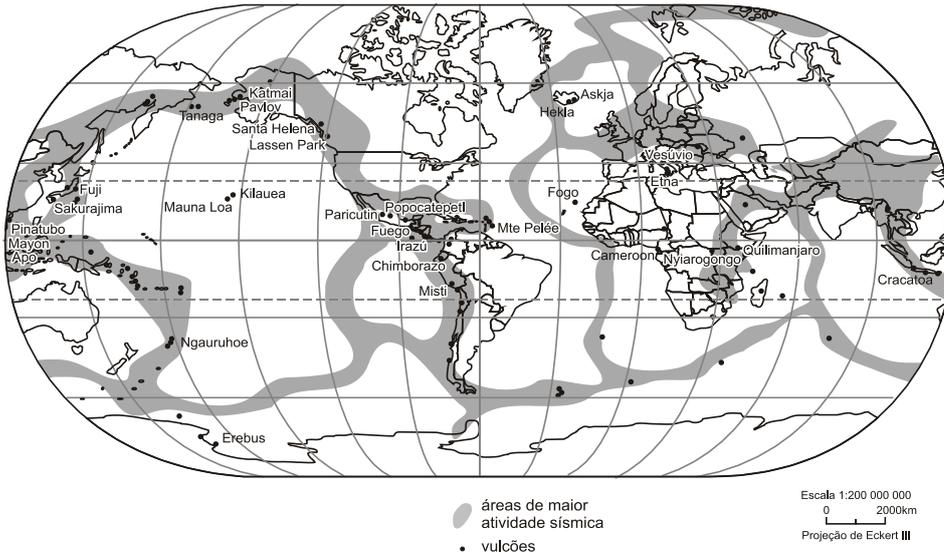
18. (Acafe 2016) Leia as afirmações sobre a atualidade e marque V para as verdadeiras e F para as falsas.

- () Um terremoto de magnitude 7,8 na escala Richter fez a terra tremer no noroeste do Equador em virtude do choque entre a placa de Nazca e a Sul-americana, segundo os relatórios do Instituto Geofísico da Escola Politécnica desse país.
 () A proximidade temporal (abril) entre os terremotos do Japão e do Equador levou muita gente a se preocupar com os dois eventos, porém, as placas tectônicas onde estão localizados os dois países são diferentes, muito embora estejam localizados no chamado Cinturão de Fogo do Pacífico.
 () Embora o aquecimento global ameace o planeta, no Encontro da Convenção – Quadro das Nações Unidas, cerca de 50% dos países presentes ratificaram o acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas, que passou a vigorar já em dezembro de 2015, o qual determinou um investimento de 100 bilhões de dólares, divididos igualmente entre os países-membros para o combate dos fatores provocadores das mudanças do clima.
 () Os Jogos Olímpicos a serem realizados pela primeira vez na América do Sul, especificamente no Rio de Janeiro, em agosto de 2016, tiveram seu início em Olímpia, ainda na Antiguidade, depois na era Moderna em Atenas, capital da Grécia, país que tem preocupado a zona do Euro em função da crise econômica que vem passando.
 () A cidade de Paris (França), em novembro de 2015, e Bruxelas (Bélgica), em março de 2016, sofreram ataques terroristas, com várias mortes e muitos feridos, atribuídos ao “Estado Islâmico”, atentados que trouxeram preocupação internacional.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- A) F – V – F – V – F
 B) V – F – V – F – V
 C) F – F – V – V – F
 D) V – V – F – V – V

19. (Fgvjr 2013) Os terremotos, os vulcões e a formação de montanhas são atividades geológicas de enorme importância que ocorrem na Terra. Observe no mapa a localização das zonas sísmicas e dos principais vulcões.

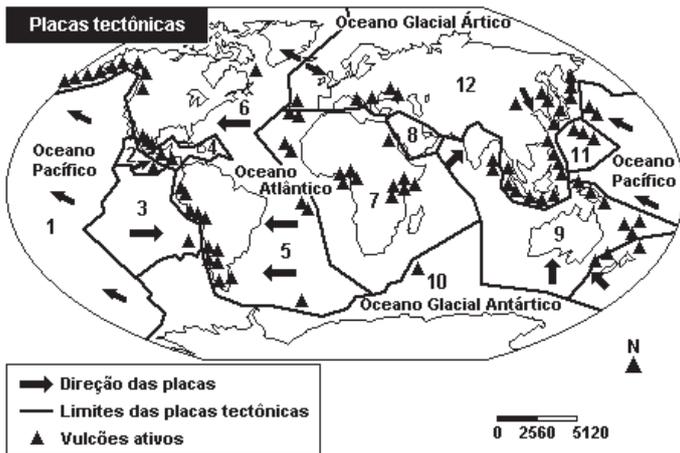


IBGE, Atlas Geográfico Escolar. IBGE: Rio de Janeiro, 2010, pág. 103.

Com base nesse mapa e em seus conhecimentos, é **CORRETO** afirmar:

- A) Somente o movimento de separação das placas tectônicas causa terremotos.
- B) Somente o movimento de separação das placas tectônicas causa vulcanismo.
- C) Em sua maioria, as zonas sísmicas e os vulcões localizam-se no centro das placas tectônicas.
- D) Em sua maioria, as zonas de intensa atividade sísmica e os vulcões localizam-se nas bordas das placas tectônicas.
- E) As zonas de intensa atividade sísmica se distribuem de forma aleatória, sem relação evidente com o movimento das placas tectônicas.

20. (PUC-MG) Observando-se a morfologia dos blocos continentais e sua distribuição pelo globo, é **CORRETO** afirmar que



- A) as bordas continentais coincidem, em geral, com as bordas das placas tectônicas.
- B) o movimento das placas conduziu a uma menor concentração de massas continentais no hemisfério setentrional.
- C) as bordas continentais ativas continuam sujeitas ao processo de acréscimo lateral e enrugamento pelo aporte de material pastoso do manto e pressão do movimento contínuo das placas.
- D) o movimento das placas é invariavelmente convergente, o que leva a um esforço de formação do relevo.

Gabarito

Exercícios orientados

1. B 2. B 3. C 4. E 5. C

Exercícios complementares

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 6. A | 11. D | 16. A |
| 7. A | 12. D | 17. C |
| 8. C | 13. C | 18. D |
| 9. E | 14. C | 19. D |
| 10. D | 15. B | 20. C |

pra saber +



Acesse a plataforma

<https://goo.gl/n4N3QA>