



# As rochas e o solo

*O ser humano cria animais e cultiva plantas. E para isso usa o solo.*

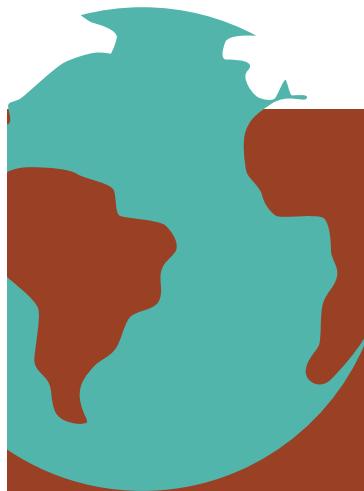
*Também constrói ferramentas, casas, fábricas, aparelhos e milhares de outros produtos.*

*Para desenvolver essas atividades, emprega material contido nas rochas.*

*Nesta Unidade você vai estudar as rochas e o solo e as transformações que eles vêm sofrendo, causadas pela força da própria natureza ou pela ação humana.*

## Ponto de partida

1. Como ocorrem os terremotos e as erupções vulcânicas? Que relações a Ciência estabelece entre esses fenômenos e o movimento dos continentes?
2. De que são feitas as rochas e que usos o ser humano faz delas?
3. Que cuidados se deve ter com o solo e com o descarte do lixo? Por que isso é importante?
4. O que se deve fazer para preservar os recursos naturais do planeta?



Capítulo

# 4

# O planeta por dentro e por fora

A figura 4.1 mostra o vulcão equatoriano Tungurahua em erupção. O nome do vulcão, em língua quíchua (uma família de línguas indígenas falada na América do Sul), significa 'garganta de fogo'.

Você sabe o que é a pasta vermelha que vemos na figura 4.1?

A pasta vermelha que vemos na imagem abaixo é formada por rochas muito quentes e derretidas. Ela é chamada **lava** e vem de dentro da Terra.

A Geologia (do grego, *geo*, 'Terra'; *logos*, 'estudo') é a ciência que estuda os fenômenos associados à Terra (as rochas, o solo e a água).

**4.1** O vulcão Tungurahua, com cerca de 5 000 m de altitude, em erupção.

## A questão é

O que existe dentro da Terra?  
Por que acontecem terremotos e erupções vulcânicas?  
Os continentes estão parados ou eles se movem?

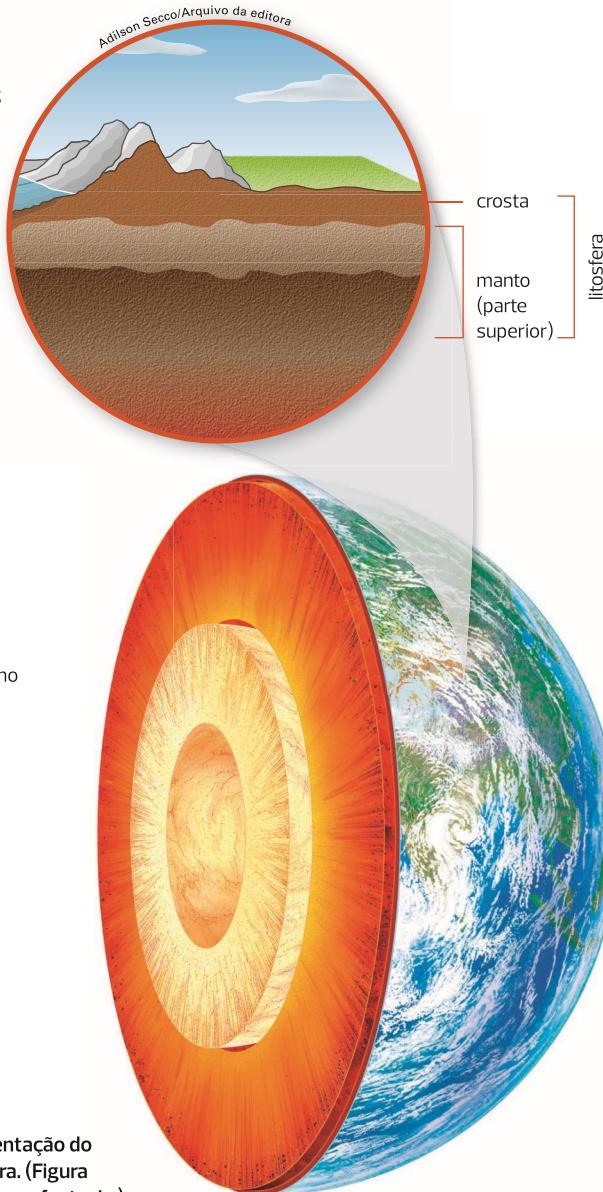




# 1 A estrutura da Terra

O solo em que você pisa; as rochas que formam as montanhas; o fundo dos rios, lagos e mares: tudo isso é apenas uma fina “casca” do nosso imenso planeta.

A estrutura do planeta Terra pode ser dividida em três partes: a crosta, o manto e o núcleo. Veja a figura 4.2.



Gary Hinks/Science Photo Library/Latinstock

4.2 Representação do interior da Terra. (Figura sem escala. Cores fantasia.)

Mas por que a Terra é desse jeito?

Há cerca de 4,6 bilhões de anos, a Terra se formou com a condensação de uma nuvem de poeira e gás.

Logo que se formou, o planeta Terra era muito quente e, por isso, composto de material derretido. À medida que a temperatura baixava, formavam-se as rochas sólidas na superfície. Alguns metais, como o ferro e o níquel, afundaram e formaram o núcleo da Terra. As rochas mais leves ficaram flutuando acima do núcleo e deram origem a uma casca sólida: **a crosta**.

Então, agora você já sabe que pisa na crosta da Terra, ou seja, na parte sólida do planeta, que é formada principalmente por rochas. Em relação ao diâmetro total da Terra, a crosta é uma **camada muito fina**. Compare: a distância média entre o centro do planeta e sua superfície (ou seja, o raio da Terra) é de 6 371 quilômetros. A crosta relativa aos continentes tem entre cerca de 20 a 60 quilômetros de espessura, e a parte sobre a qual estão os oceanos entre 5 a 10 quilômetros, em média.

Isso é muito tempo! Só para comparar: as pirâmides do Egito foram construídas há pouco mais de 4 mil anos (um período de tempo aproximadamente 4 milhões de vezes menor!).

Se a Terra fosse do tamanho de uma bola de basquete, a crosta corresponderia a uma folha de papel bem fininha colada sobre a bola.



**4.3** Representação das camadas do solo. (Figura sem escala. Cores fantasia.)



$^{\circ}\text{C}$  significa grau Celsius, uma medida de temperatura.

**Litosfera** é a camada exterior sólida da superfície da Terra (do grego *lithos*, 'pedra', e *sphaira*, 'esfera').

**4.4** Foto evidencia camadas do solo.

Kenneth W. Fink/Photo Researchers, Inc./Latinstock





O núcleo também se divide em duas partes. A parte de fora, chamada de **núcleo externo**, é líquida, sendo formada principalmente por ferro e níquel derretidos. A parte de dentro, o **núcleo interno**, contém principalmente ferro e níquel no estado sólido. A temperatura no centro do núcleo interno deve chegar a cerca de 6 000 °C.

## 2 Os continentes em movimento

Observe, na figura 4.5, que os contornos de alguns continentes parecem se encaixar como peças de um quebra-cabeça. Por que será que isso acontece?

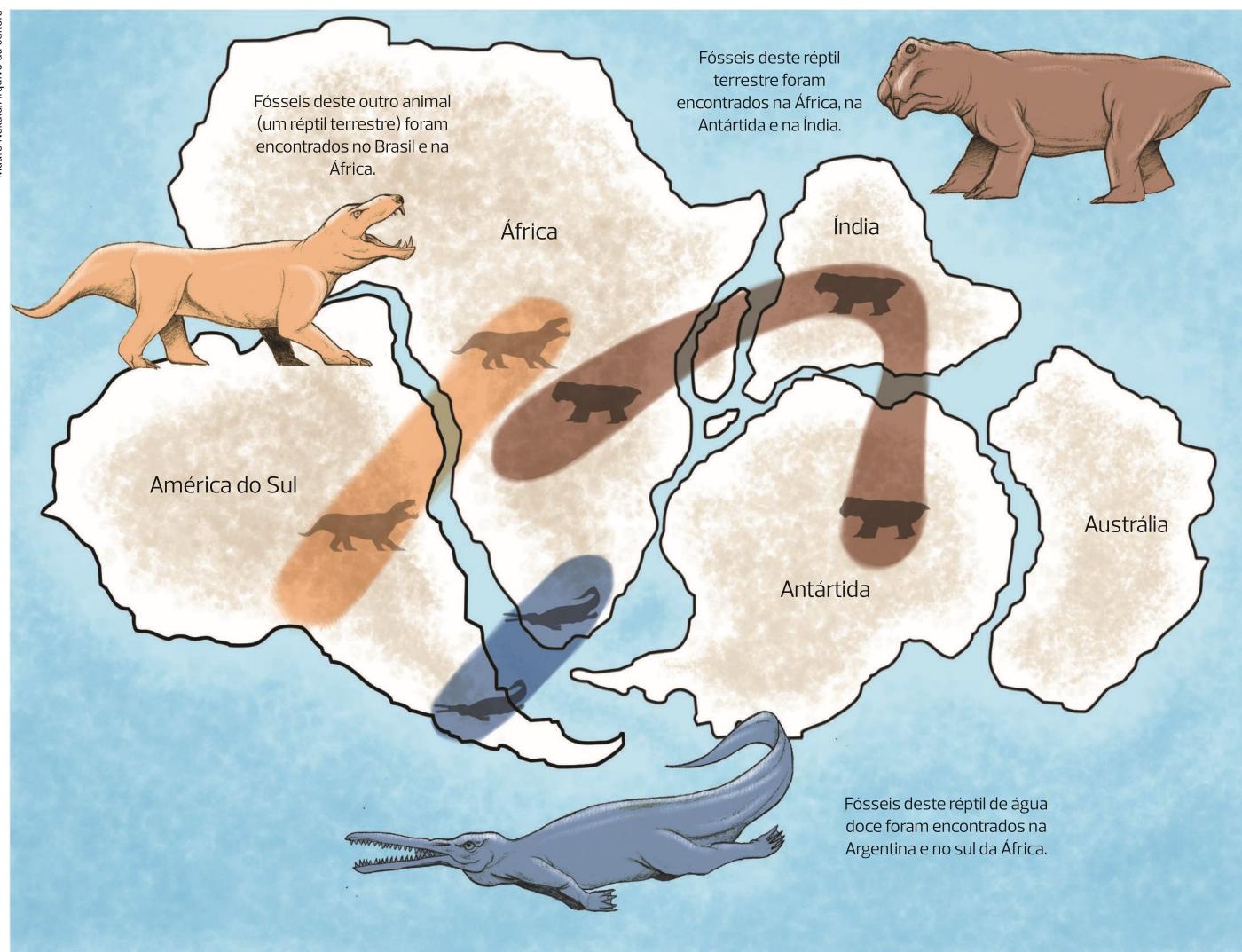
Outro fato curioso: as rochas encontradas nos planaltos brasileiros e africanos são muito parecidas, sugerindo que, no passado, elas pertenciam a um único conjunto de rochas.

Ainda na figura 4.5 você pode ver que **fósseis** idênticos foram encontrados em continentes diferentes.

A  
Z

**Fósseis** são restos ou rastros de organismos que habitaram a Terra há muito tempo e que ficaram preservados em rochas.

Mauro Nakata/Arquivo da editora



Adaptado de: MOTZ, L. *The Rediscovery of the Earth*. Nova York: Van Nostrand-Reinhold, 1983.

Livro para análise do Professor. Venda proibida.

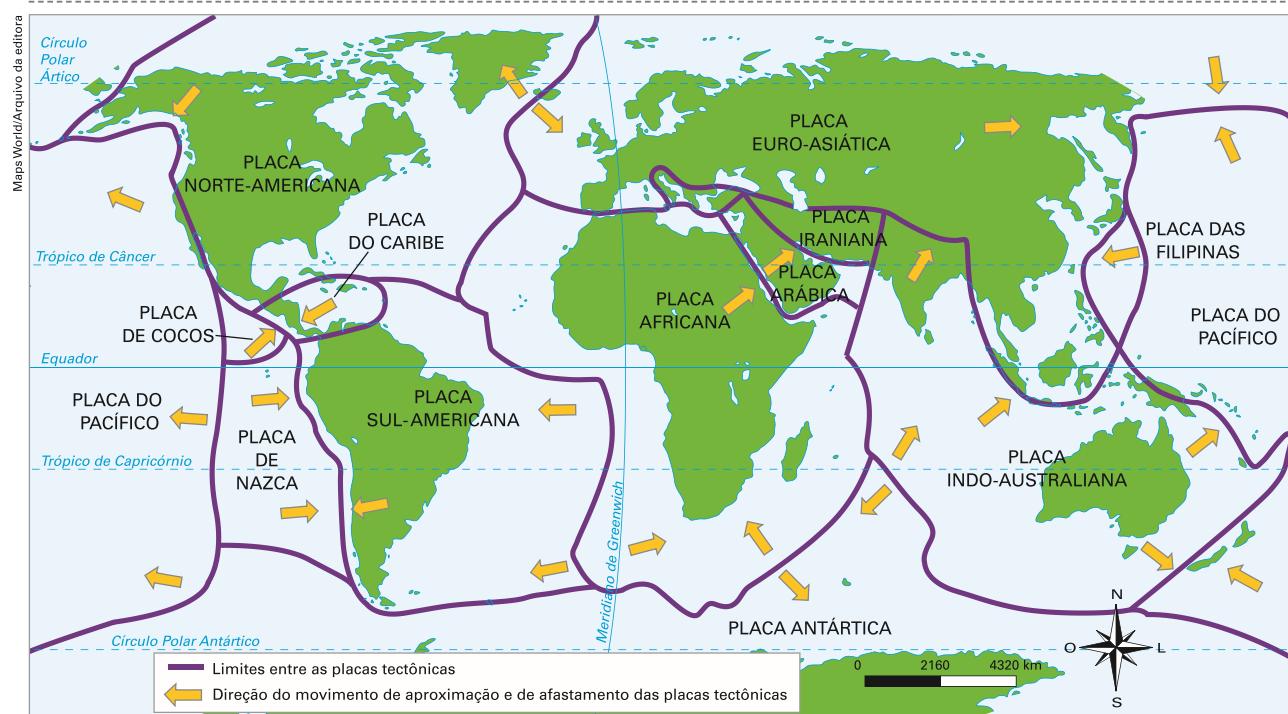
4.5 Esta reconstrução mostra como os contornos de alguns continentes parecem se encaixar como peças de um quebra-cabeça. Observe ainda as coincidências na ocorrência dos três fósseis indicados. (Figura sem escala. Cores fantasia.)

**Tectônica** é um termo de origem grega, que significa 'em construção'.

Todos esses fatos indicam que, em algum momento na história da Terra, os continentes ocuparam lugares diferentes daqueles que ocupam na atualidade. Isso quer dizer que, ao longo da história da Terra, os continentes se movimentaram. (Hoje há seis continentes: África, Ásia, Antártida, Oceania, Europa e América. Você vai conhecer mais sobre eles no estudo de Geografia.)

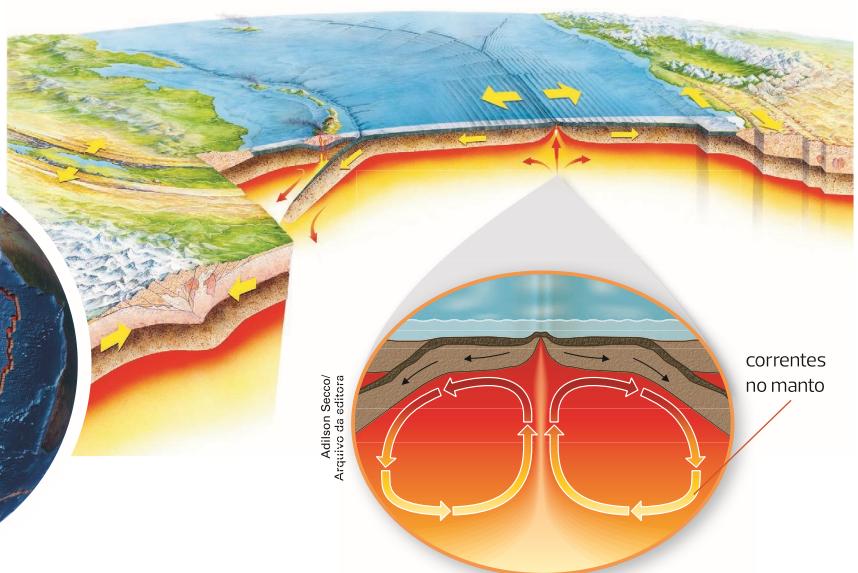
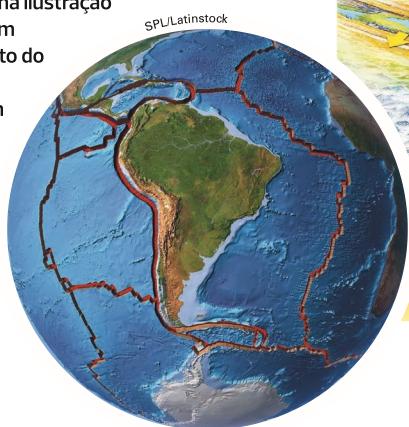
A litosfera está dividida em vários pedaços, que formam placas de rochas sólidas. Os continentes e também o fundo dos oceanos (o assoalho) fazem parte dessas placas. Há doze placas maiores e várias menores. Todas são chamadas de **placas tectônicas** ou **placas litosféricas**. Veja a figura 4.6.

## Placas tectônicas



Adaptado de: IBGE. *Atlas geográfico escolar*. Rio de Janeiro, 2009.

**4.6** Mapa com a distribuição das placas tectônicas. Os continentes e os oceanos ficam sobre placas. Observe que as placas não correspondem aos limites dos continentes. As setas amarelas (no mapa e na ilustração) indicam os movimentos das placas. As setas vermelhas na ilustração representam o movimento do magma. (Figura sem escala. Cores fantasia.)





## Os mapas

Civilizações antigas já se valiam de mapas de cidades, como o encontrado em uma pintura em um muro na Turquia cerca de 6 mil anos a.C. Na Grécia antiga, foram produzidos mapas com linhas horizontais e verticais, que depois iriam se desenvolver em latitudes e

longitudes nos mapas modernos. Com as fotografias aéreas, satélites e outras tecnologias atuais (tecnologia é a aplicação para fins práticos do conhecimento científico), a elaboração de mapas foi aperfeiçoada, possibilitando representações mais detalhadas.

O calor que vem do núcleo da Terra esquenta o manto. As partes mais quentes do manto sobem, ao mesmo tempo que as partes mais frias descem. Dessa forma, criam-se correntes no manto que movimentam lentamente as placas da crosta. E como os continentes estão apoiados sobre essas placas, eles acompanham esse movimento. Reveja a figura 4.6.

O movimento de uma placa em relação à outra pode ser de **afastamento** ou de **aproximação**, ou elas simplesmente deslizam umas sobre as outras (é o caso da placa Norte-Americana em relação à placa de Cocos). Seja como for, a velocidade do movimento varia de 2 a 10 centímetros por ano. Por isso nossos sentidos praticamente não percebem o movimento.

Ao longo de milhões de anos, entretanto, esse movimento mudou muito o aspecto do planeta Terra, afastando alguns continentes e aproximando outros. Esse movimento dos continentes foi chamado **deriva continental**.

A ideia de que a crosta da Terra é formada por placas em movimento é chamada de **tectônica global** ou **tectônica de placas**. O movimento das placas está relacionado também com as erupções vulcânicas e os terremotos. Esses fenômenos têm mais chances de ocorrer nos limites entre as placas, como você verá adiante.

Por exemplo, o que acontece entre a placa Sul-Americanana e a Africana, mostrado na figura 4.6.

Veja a placa de Cocos e a do Caribe, por exemplo.



**Deriva** quer dizer 'sem direção' (um barco à deriva é um barco que está sendo levado pela água, sem um piloto que lhe dê um rumo).



## A história da teoria da tectônica de placas

Na figura 4.5, você pôde observar que parte da América do Sul e da África parecem se encaixar como peças de um quebra-cabeça. Esse fato já era conhecido desde o século XVI.

Porém, foi o cientista alemão Alfred Wegener (1880-1930) que, com base em mais evidências – como a semelhança entre as rochas e entre alguns fósseis desses continentes –, propôs que os continentes poderiam, há milhões de anos, ter estado todos juntos, formando um único bloco de terra, que ele chamou de Pangeia (do grego *pan*, 'todo', e *gea*, 'Terra') e que, num dado momento, teria começado a se dividir e se mover. Veja a figura 4.7.

O problema é que Wegener não conseguiu explicar de maneira satisfatória que forças faziam os continentes se moverem.

Muitos anos depois, com o estudo de terremotos e com a descoberta de mais evidências, é que foi possível demonstrar que a crosta da Terra é dividida em placas rochosas que se movimentam lentamente. Surgia assim a teoria da tectônica de placas.

Observe que, quando usamos a palavra "teoria", em ciência, estamos falando de uma explicação para um grande número de fatos relacionados. A teoria da tectônica de placas, por exemplo, explica o movimento dos continentes, o maior número de vulcões e terremotos em certos locais da Terra, a presença de fósseis e rochas semelhantes em continentes diferentes, entre vários outros fatos. Com o tempo a Pangeia foi se separando, formando ilhas e grandes blocos de terra que originaram os continentes de hoje.

As placas continuam a se mover – e, com elas, também os continentes, só que de forma imperceptível aos nossos sentidos. A América do Norte e a Europa, por exemplo, estão se aproximando quase 4 centímetros por ano. A América do Sul, por sua vez, a cada ano se afasta de 2 a 3 centímetros da África. Calcula-se que, daqui a 50 milhões de anos, a América do Sul possa estar unida à Ásia, formando um único continente.



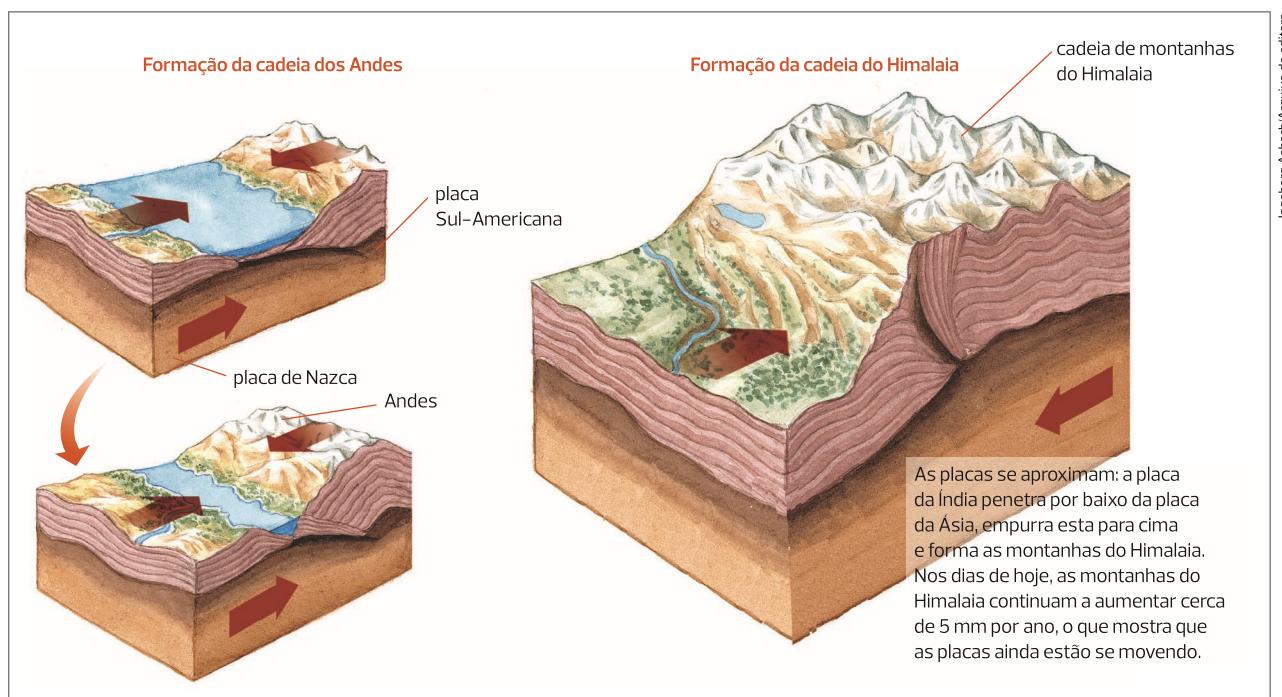
4.7 Reconstrução artística da Terra em diferentes épocas. (Figura sem escala. Cores fantasia.)

### 3 A formação das cadeias de montanhas

Palavra de origem sânscrita que significa 'morada das neves'.

Quando duas placas continentais se chocam, suas margens podem ser comprimidas e erguidas, originando cadeias de montanhas (cordilheiras). Supõe-se que foi assim que surgiram as cadeias dos Andes, dos Alpes europeus e do Himalaia.

A cadeia dos Andes teria se formado pelo choque das placas Sul-Americana e de Nazca, e os Alpes europeus, pelo choque entre as placas da África e a Euro-Asiática. Já as montanhas do Himalaia teriam se formado há cerca de 45 milhões de anos, quando a placa sobre a qual está a Índia se chocou com a da Ásia e parte dela deslizou por debaixo deste continente. Veja a figura 4.8.



Esquema criado pelo autor com base em fontes diversas.

4.8 Esquema de formação das cadeias de montanhas usando os Andes e o Himalaia como exemplos. (Figura sem escala. Cores fantasia.)

## 4 Os terremotos

Tudo pode ter início com um barulho parecido com o de um trem subterrâneo, explosões ou algo se quebrando sob o solo. O chão começa a tremer violentamente e depois para.

Na maioria dos casos, esses tremores são muito fracos e só se pode percebê-los com o auxílio de aparelhos. Mas alguns tremores são fortes o suficiente para serem percebidos por nossos sentidos e podem causar grandes danos.

Na Turquia, em 1999, um tremor matou mais de 13 mil pessoas, feriu mais de 26 mil e deixou cerca de 200 mil desabrigados. E também no Japão, em 2011, quando, além de provocar milhares de mortes, causou danos e vazamento de radioatividade em usinas nucleares (figura 4.9).

Esses tremores, ou vibrações, da superfície da Terra são chamados de **terremotos**.

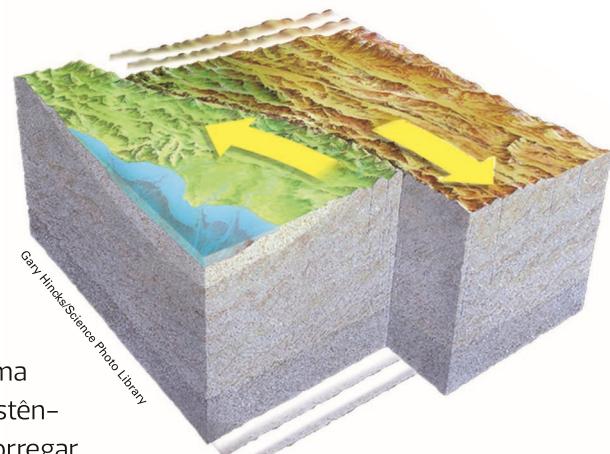
Os terremotos geralmente ocorrem nos pontos de contato entre duas placas tectônicas. Para compreender melhor, faça primeiro uma experiência: apoie a mão com força sobre uma mesa de madeira e comece a deslizá-la. Você vai sentir uma resistência no início, mas, de repente, sentirá um tranco e a mão vai escorregar.

De modo semelhante, duas placas em movimento podem se encostar e ficar presas uma à outra. Em determinado momento, a força acumulada entre elas pode vencer a resistência e provocar uma ruptura, o que libera rapidamente a energia acumulada. Essa energia desencadeia "ondas de choque", denominadas ondas **sísmicas**, que se espalham pelas rochas e provocam os terremotos. Veja a figura 4.10.

Os movimentos da crosta sob os oceanos podem deslocar enormes massas de água e provocar ondas gigantescas, chamadas de **tsunamis** ou **maremotos**. Elas chegam a ter mais de 30 metros de altura (isso equivale, mais ou menos, a um prédio de 10 andares) e atingir velocidades de mais de 800 quilômetros por hora! Veja a figura 4.11.



4.9 Destrução provocada por terremoto no Japão em 2011.

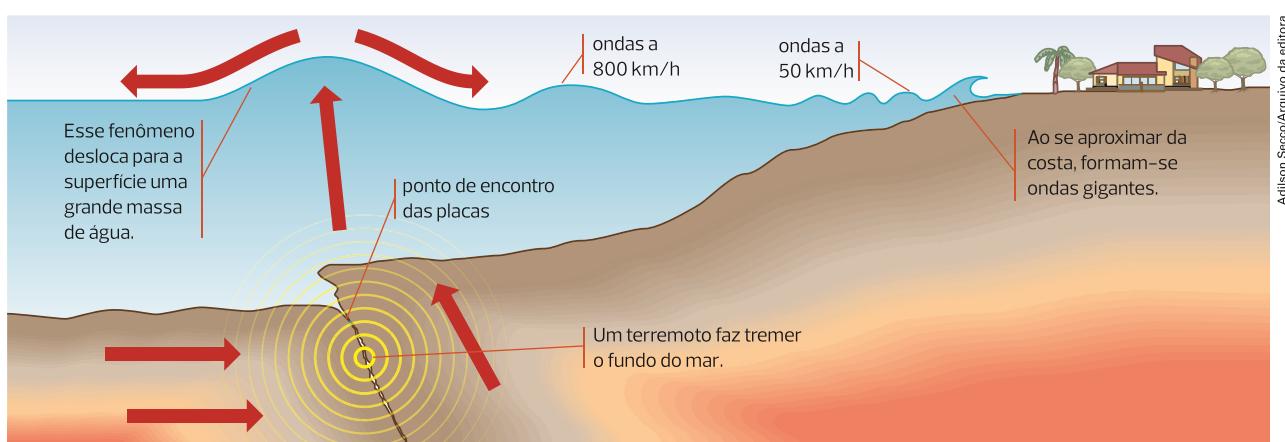


4.10 Esquema da movimentação das placas tectônicas. (Figura sem escala. Cores fantasia.)



**Sísmico** vem do grego *seismós*, que significa 'abalo'. Os terremotos e tremores de terra são também chamados de sismos. O aparelho que mede tremores de terra é o sismógrafo.

**Tsunami** é um termo de origem japonesa que significa 'onda de porto', em referência às ondas que resultam de terremotos e cuja altura aumenta à medida que elas se aproximam da costa.



Adilson Secco/Arquivo da editora

Livro para análise do Professor. Venda proibida.

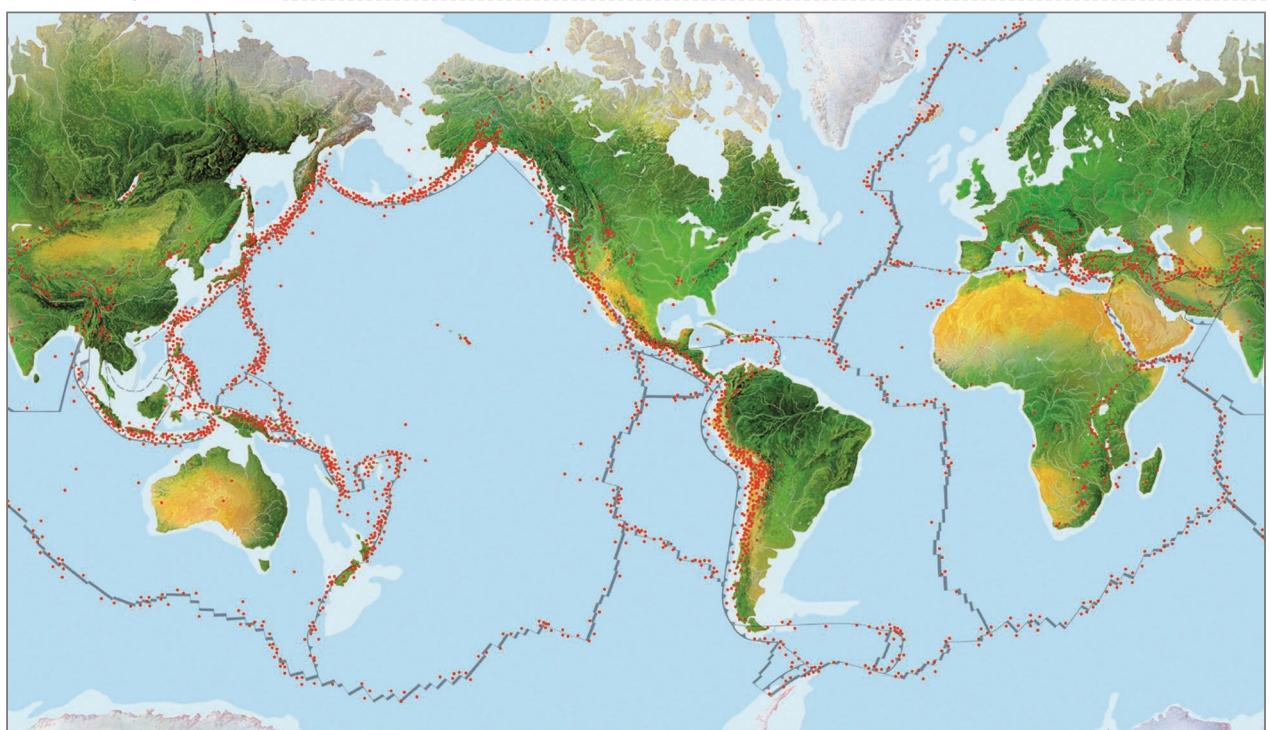
4.11 O deslizamento das placas tectônicas ou a colisão entre elas podem provocar tsunamis. A velocidade das ondas diminui à medida que elas se aproximam da costa, mas a altura aumenta. (Figura sem escala. Cores fantasia.)

A figura 4.12 indica as regiões em que as possibilidades de ocorrência de terremotos são maiores: justamente as regiões próximas às bordas das placas tectônicas.

Não é possível prever com muita antecedência quando um terremoto pode acontecer, mas há alguns sinais que ocorrem momentos antes de um grande terremoto, como os tremores localizados e a liberação de gases por vulcões. Por isso, em alguns países com grande número de terremotos, como o Japão, medidas preventivas são tomadas: as construções são projetadas para suportar ao máximo os abalos, há sistemas de alerta e a população recebe treinamento especializado para se proteger em situações como essa. Como os terremotos podem ser seguidos de *tsunamis*, as pessoas que vivem na costa são alertadas para que se desloquem até os pontos mais altos. Mesmo assim, terremotos e *tsunamis* são tragédias que podem provocar muitas mortes e destruição.

**4.12** As regiões com mais chances de ocorrência de terremotos – em vermelho na ilustração – ficam próximas às bordas das placas tectônicas – em cinza, no mapa.  
(Figura sem escala.  
Cores fantasia.)

### Regiões mais sujeitas a terremotos



Gary Hinck/Science Photo Library/LatinStock

Adaptado de: IBGE. *Atlas geográfico escolar*. Rio de Janeiro, 2009.



**Vulcão** vem de Vulcano, divindade da mitologia romana que produzia relâmpagos, espadas e escudos para os outros

deuses. Ele vivia no monte Etna, um vulcão que ainda está ativo, na ilha da Sicília, Itália.

**Ruptura** vem do verbo romper: são fendas ou buracos na crosta terrestre.

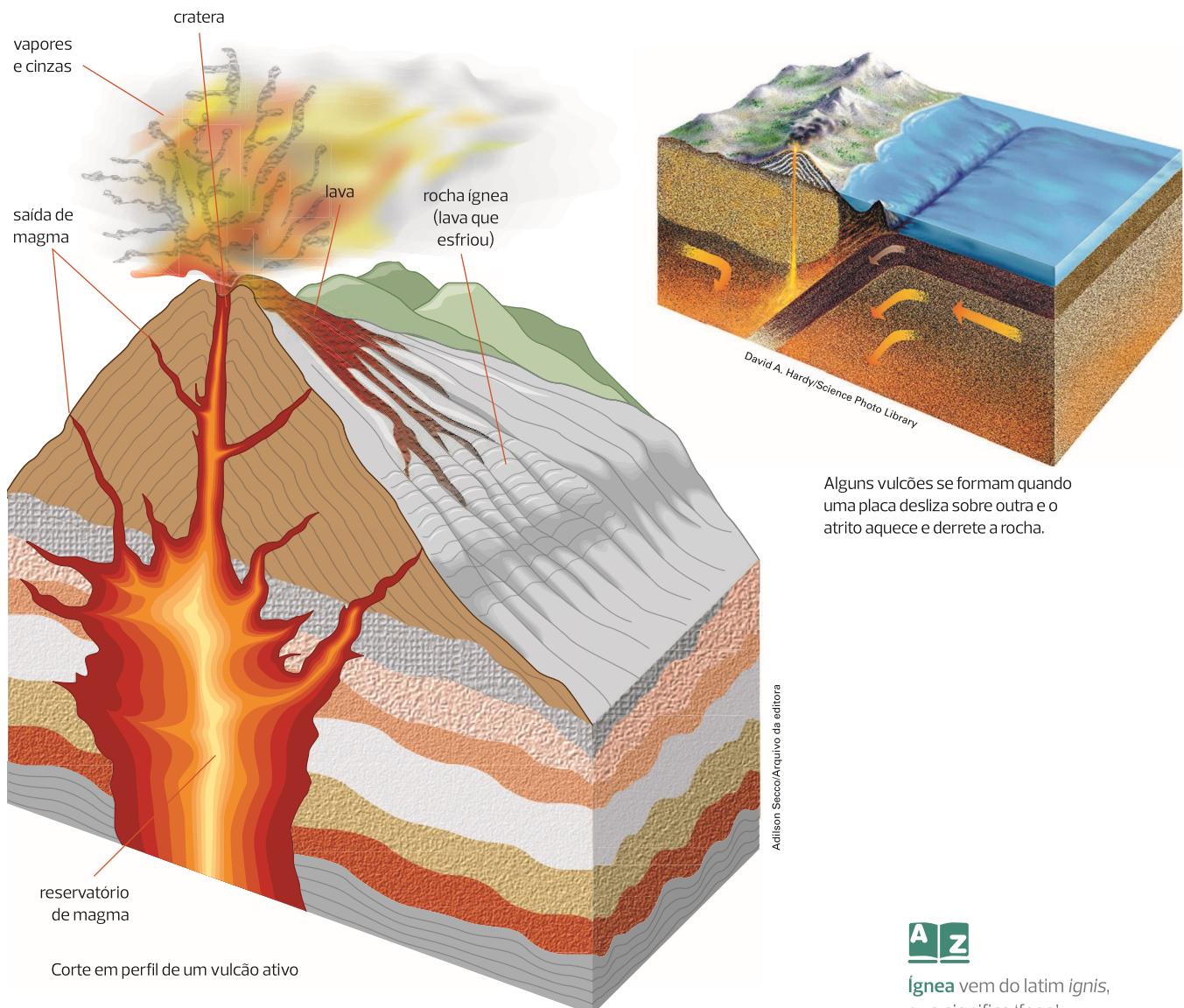
## 5 Os vulcões

Para entender como os **vulcões** funcionam, imagine a seguinte situação: uma pessoa sacode bem uma garrafa de refrigerante fechada. Em seguida, ela abre a garrafa. Você já sabe o que vai acontecer? A pressão do gás fará o líquido espirrar da garrafa. Quanto maior for a pressão dentro da garrafa, maior será a força com que o líquido transbordará.

Nos vulcões, a pressão que se forma no interior da Terra empurra as rochas derretidas do manto (magma), que são expelidas, juntamente com os gases e o vapor de água, através de **rupturas** na crosta da Terra.



Os vulcões podem se originar de várias formas. Muitos surgem nas bordas das placas tectônicas. Pode acontecer, por exemplo, que parte de uma placa derreta depois de um choque com outra. Formam-se, assim, grandes reservatórios subterrâneos de gases e magma submetidos a altas pressões. Veja a figura 4.13.



4.13 Representação da estrutura interna e esquema de formação de um vulcão. (Figura sem escala. Cores fantasia.)

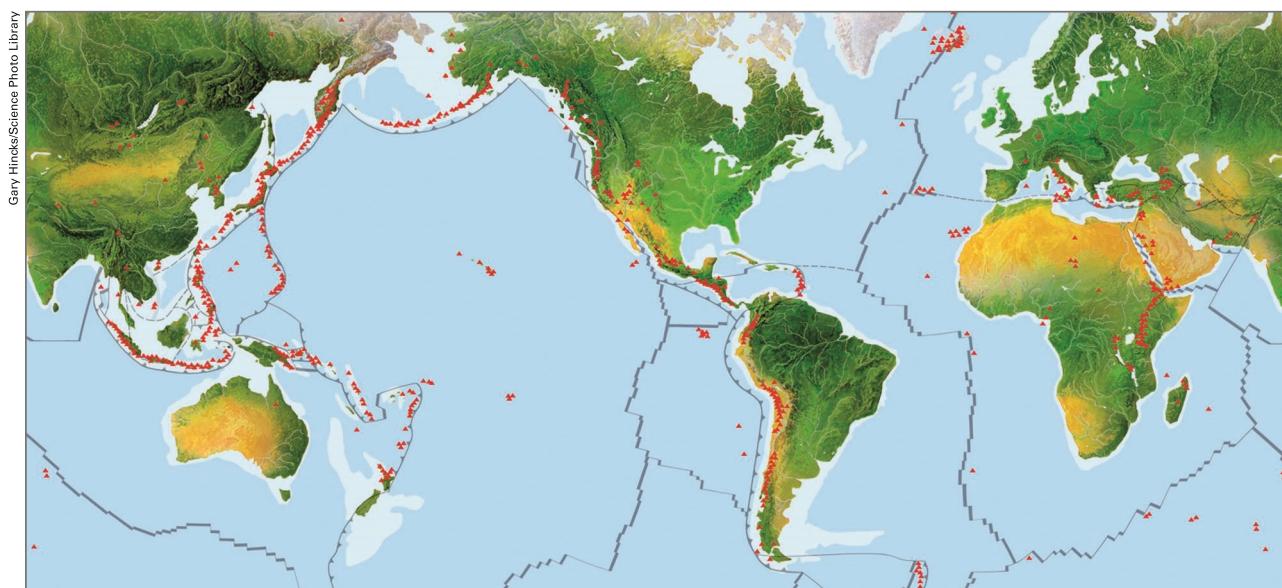
O magma pode subir até perto da superfície e, ao entrar em contato com a água subterrânea, provocar a formação de vapor. Se a pressão aumentar muito, o vapor acaba rompendo a superfície e libera o magma. Depois de expelido do vulcão, o magma passa a se chamar lava (a temperatura da lava varia de 700 °C a 1200 °C).

Portanto, além de lavas e cinzas, o vulcão expelle vapor de água e vários gases, como o gás carbônico e os gases de enxofre.

Os vulcões também são parte importante na formação de rochas no planeta. Ao esfriar, a lava transforma-se em um tipo de rocha conhecido como rocha **ígnea**. Com o tempo, as rochas ígneas dão origem a solos ricos e férteis, já que as lavas e as cinzas são ricas em substâncias que servem de adubo para as plantas. Esse é um dos motivos pelos quais se formam cidades em volta dos vulcões, apesar do perigo.

Veja na figura 4.14 as regiões onde há vulcões ativos. Compare com o mapa da ocorrência de terremotos, figura 4.12, e observe que há certa coincidência entre as regiões destacadas nos dois mapas. O motivo você já sabe: essas regiões ficam nas bordas das placas tectônicas.

### Áreas com ocorrências de vulcões



Adaptado de: IBGE. *Atlas geográfico escolar*. Rio de Janeiro, 2009.

**4.14** Ilustração das regiões do planeta com vulcões ativos (em vermelho). As linhas cinza indicam as fronteiras entre as placas tectônicas. Mais da metade dos vulcões ativos está no oceano Pacífico, no chamado Anel de Fogo (sul do Chile, Andes, América Central, noroeste americano, costa sudoeste do Canadá, Alasca, sul do Japão, leste da China, Filipinas, Nova Guiné e Nova Zelândia). (Figura sem escala. Cores fantasia.)

Agora que você aprendeu um pouco mais sobre vulcões e terremotos, você tem ideia de como os cientistas descobrem o que há no interior da Terra?

Para saber como é o interior da Terra, os cientistas se valem de muitas pistas (o que chamamos em ciência de "evidências"). Entre elas, estão os estudos da velocidade com que se propagam as ondas sísmicas nos terremotos, da temperatura em que os metais derretem, da temperatura da lava eliminada pelos vulcões, entre outras pistas. Por exemplo, o poço artificial mais profundo da crosta terrestre chegou a 12 262 metros. Os cálculos indicaram que em profundidades maiores, as altas temperaturas impediriam a perfuração de continuar.

Reprodução/<<http://teen.ibge.gov.br>>

### Mundo virtual

#### IBGE teen

<<http://teen.ibge.gov.br>>  
Site contendo mapas interativos, notícias e atividades relacionadas à Geografia e às estatísticas do país.



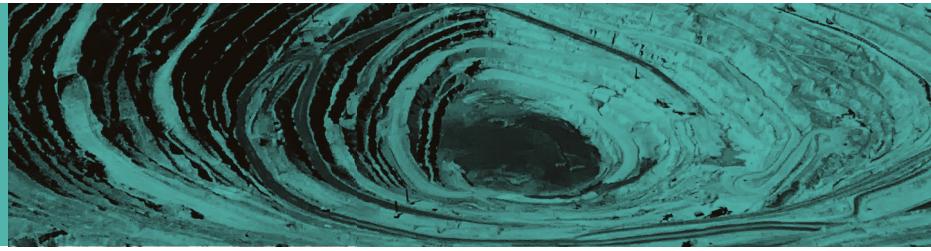
#### Observatório Sismológico

<[www.obsis.unb.br](http://www.obsis.unb.br)>  
Mantido pelo Instituto de Geociências da UnB, o site reúne publicações e notícias relacionadas aos fenômenos sísmicos no Brasil.

#### Serviço Geológico do Brasil

<[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)>  
Site que apresenta notícias e publicações sobre os recursos geológicos e hidrológicos do território brasileiro.  
Acesso em: mar. 2015.

# Atividades



## Trabalhando as ideias do capítulo

1. Você conheceu neste capítulo as camadas que formam o planeta Terra: crosta, manto, núcleo interno, núcleo externo. Agora, no caderno, identifique essas camadas com base nas características abaixo.
    - a) É a parte do planeta em que pisamos.
    - b) É formada por rochas sólidas misturadas a rochas derretidas. Faz parte da litosfera.
    - c) Contém principalmente níquel e ferro derretidos.
    - d) Contém principalmente níquel e ferro sólidos.
  2. Por que os vulcões e os terremotos são mais frequentes em certas regiões do planeta?
  3. No caderno, indique as afirmativas verdadeiras.
    - a) A litosfera é formada pela crosta e pela parte externa do manto.
    - b) As placas tectônicas estão em constante movimento.
    - c) A parte do manto formada por rochas derretidas é chamada de lava.
    - d) A maioria dos vulcões ocorre nas bordas das placas tectônicas.
    - e) Terremotos têm mais chance de ocorrer em locais longe das bordas das placas tectônicas.
- f)** O continente e o fundo dos oceanos reposam sobre placas tectônicas.  
**g)** O choque entre duas placas pode formar cadeias de montanhas.  
**h)** O deslizamento de uma placa sobre outra pode provocar terremotos.
4. Quanto mais distante uma região estiver dos pontos de encontro ou de afastamento entre duas placas tectônicas, menor ou maior a chance de ocorrerem terremotos? Justifique a sua resposta.
  5. Por que se formam cidades próximas aos vulcões, apesar do perigo que eles representam?
  6. Identifique os fenômenos que correspondem às descrições abaixo:
    - a) Um forte estrondo. Uma nuvem espessa e escura de vapores e cinzas sobe no ar. Uma passa quente ( $800^{\circ}\text{C}$  a  $1250^{\circ}\text{C}$  de temperatura) desce pela montanha.
    - b) Um barulho cada vez mais forte, o chão treme e pode até rachar.
    - c) Uma onda gigantesca se aproxima do litoral e projeta-se em direção ao continente com fúria arrasadora.



## Pense um pouco mais

1. O trabalho em minas profundas é difícil. Uma das condições para a realização desse trabalho é manter o ambiente refrigerado. Observe a foto ao lado e explique por que essa refrigeração é necessária.



Gerson Garoff/Pulsar Imagens

4.15 Trabalhador verificando sistema de ventilação em mina no Rio Grande do Sul, em 2014.

2. A cada 30 m de profundidade do solo, a temperatura aumenta, em média, cerca de 1 °C. Como você explica isso?
3. Observe o mapa das placas tectônicas na figura 4.6 e responda por que, na América do Sul, os países mais atingidos por terremotos são o Equador, o Peru e o Chile.
4. Explique por que os vulcões podem ser úteis nas pesquisas sobre o interior da Terra.
5. Explique por que daqui a alguns milhões de anos o mapa da Terra será diferente do que é hoje.

## De olho na foto

- A foto abaixo retrata um acontecimento histórico: a cidade representada na gravura é Lisboa, capital de Portugal; a data é 1º de novembro de 1755.



Reprodução/Arquivo da editora

4.16 Gravura representando um fenômeno ocorrido em Lisboa em novembro de 1755. Artista desconhecido.

Observe: à esquerda da foto, há grandes ondas chacoalhando navios que estavam ancorados no porto; à direita, veja o que está acontecendo com os prédios.

- a) Que fenômeno está retratado?
- b) Que indicações existem na gravura que confirmam sua resposta?
- c) Qual a causa desse fenômeno?