

GEOGRAFIA

CAP. 03

GEOLOGIA TERRESTRE, CICLO DAS ROCHAS E
MINERAIS

Exportado em: 07/05/2025

Escaneie com o
leitor de QR
Code da busca de
capítulos na aba
Conteúdo

[VER CAPÍTULO](#)



SLIDES DO CAPÍTULO

Para começar e refletir

Rotina de pensamento:
ver-pensar-perguntar

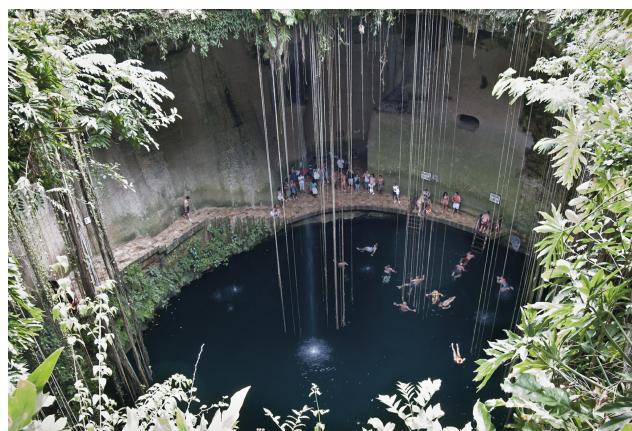
ROTINA DE PENSAMENTO



Marcas da história do planeta Terra

Para esta atividade, vamos conhecer a região da Península de Yucatán, no sudeste do México, que exibe marcas na paisagem da queda de partes do meteoro que atingiu o planeta no fim do Período Cretáceo. Grandes eventos astronômicos e geológicos são capazes de alterar profundamente camadas da **litosfera**, por isso são rastreáveis após 66 milhões de anos, como nesse caso.

Observe as imagens e leia o excerto para fazer a atividade.



Cenote Ik-Kil, localizado no município de Tinum, Yucatán, México.

Luis Miguel Bugallo Sánchez / Wikimedia Commons



Esta imagem em relevo sombreado da Península de Yucatán, no México, mostra uma indicação sutil (seta vermelha), mas inconfundível, da cratera de impacto Chicxulub.

Nasa

A maior parte da Península é visível aqui, junto com a ilha de Cozumel, na costa leste. O Yucatán é um planalto composto principalmente de calcário e é uma área de baixo-relevo, com elevações variando em menos de algumas centenas de metros (cerca de 500 pés). Nessa imagem aprimorada por computador, a topografia foi muito exagerada para destacar uma depressão semicircular, a linha de arco verde mais escura no canto superior esquerdo da Península. Essa depressão tem apenas cerca de 3 a 5 metros (10 a 15 pés) de profundidade e cerca de 5 km de largura (3 milhas), tão sutil que se você andasse por ela provavelmente não notaria. Além disso, é uma expressão superficial do limite externo da cratera.

Os cientistas acreditam que o impacto, centrado na costa do Caribe, alterou as rochas do subsolo, fazendo com que os sedimentos calcários sobrejacentes erodissem facilmente. Isso formou o cocho, bem como numerosos buracos (chamados cenotes) que são visíveis como pequenas depressões circulares.

Disponível em: <<https://earthobservatory.nasa.gov/images/3267/relief-map-yucatan-peninsula-mexico>>. Acesso em: 26 maio 2021.

1.

Quantas regiões de cores distintas podemos ver na imagem? Quais são as diferenças entre elas?

2.

Quais são as marcas na litosfera e na paisagem que são evidências para o evento geológico?

3.

Como e quando você pensa que foi formado esse local?

4.

Elabore perguntas sobre a relação entre a história do planeta e o impacto na

vida humana.

Natureza é transformação

Aceita-se hoje, de forma pacífica, que os vestígios das experiências geotécnicas provêm desde os confins da pré-história. Os paleontólogos reconhecem, sem margens para dúvidas, que o *Homo faber* detinha já conhecimentos acerca da dureza das diferentes rochas e sabia em que planos de fraqueza as deveria atacar para conseguir os utensílios de que necessitava. Não será, pois, difícil conjecturar, que uma boa parte dos primitivos instrumentos, que trespassaram incólumes os tempos desde então, pudesse servir para escavar o solo ou talvez mesmo quebrar rochas macias. Assim, teria o homem inventado por um lado as primeiras ferramentas a partir do solo e, por outro, descoberto as primeiras técnicas de escavar. Indícios de que já nesse tempo havia a percepção, ou talvez só a intuição, da estabilidade das cavidades subterrâneas a longo prazo, existem, por exemplo, nas cavernas francesas de *Font de Gaume* e *Lascaux*, ou na caverna chinesa de *Zhoukoudian*, habitada pelo *Homem de Pequim*, supõem-se por mais de 200 mil anos.

MOREIRA, C. M. da C. Túneis, uma herança ancestral rumo ao futuro. ISEC, Coimbra, Portugal. (adaptado)

A Geologia é a ciência que possibilitou ao ser humano avanços sobre técnicas milenares. Ela estuda o planeta Terra a partir de suas estruturas internas, propriedades físicas e processos que lhe dão forma. Para compreender a Geologia, pegaremos emprestada a frase de Antoine Lavoisier: "Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma".

Partiremos do princípio de que todas as formas, estruturas e elementos que estudamos estão em constante transformação, por isso, a química vai caminhar ao lado deste capítulo.

O planeta Terra tem, aproximadamente, 4,6 bilhões de anos, em que as estruturas internas e superficiais da paisagem que conhecemos estão sendo transformadas. A esse período damos o nome de Tempo Geológico.

Uma estrutura superficial recente pode ter milhares de anos. As forças que atuam nas camadas mais profundas e modelam a superfície podem apresentar dificuldade ou oportunidade para a ocupação e exploração humana. Conhecer as dinâmicas e os elementos se tornou essencial à medida que a sociedade se torna mais complexa. Uma prática ou técnica implementada em determinada localidade nem sempre pode ser transplantada para ambientes com outras características geológicas. O levantamento prévio das condições estruturais permite a correção de desastres ambientais e o uso melhor dos recursos.

Ao longo desse capítulo, percorreremos a história do planeta e conheceremos o

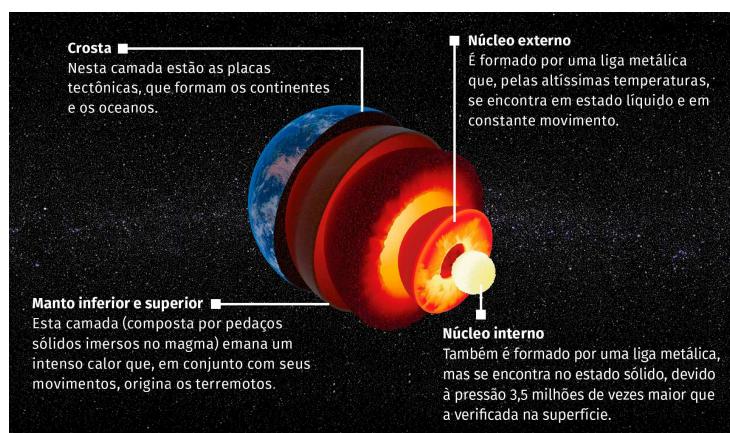
funcionamento das camadas mais internas (núcleo e astenosfera) e da litosfera.

Finalizaremos com o impacto na sociedade e no meio ambiente dos eventos geológicos associados à ação antrópica.

Estrutura interna do planeta

A Terra se formou a partir da agregação do material primordial superaquecido (poeira cósmica), o qual foi se resfriando ao longo do tempo, dando origem a diferentes camadas. Ao observar as constantes mudanças, como a erupção dos vulcões, que expelem o material não solidificado do interior da Terra, podemos perceber que as camadas do planeta estão conectadas, apesar de apresentarem densidade, pressão e calor diferentes, que aumentam gradativamente da superfície para o interior do globo.

Entre as principais camadas que formam a estrutura interna do planeta, é possível destacar as apresentadas a seguir.



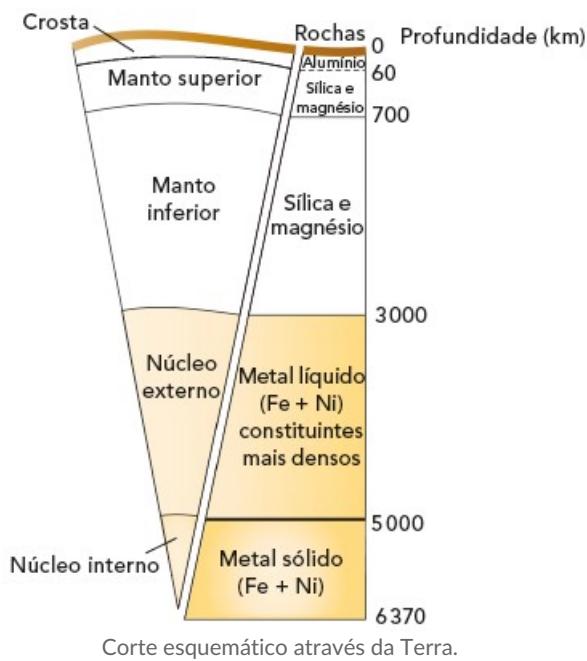
Johan Swanepoel / shutterstock.com

Camadas da Terra

Visto que não é possível acessar de forma direta o interior do planeta, foram criados modelos que permitem analisar como as camadas se estruturam. Aqui, vamos apresentar dois deles: O modelo geoquímico e o modelo geofísico.

Modelo geoquímico

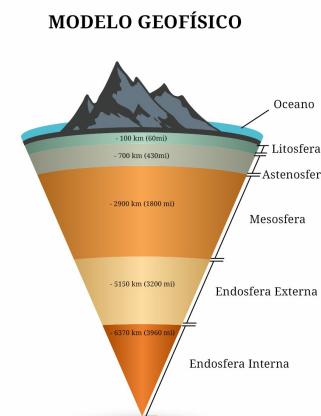
Baseia-se nas propriedades químicas das camadas.



Corte esquemático através da Terra.

- **Crosta:** é a camada mais externa que recobre a Terra, podendo variar de 25 a 50 quilômetros de profundidade nas áreas continentais e de 5 a 10 quilômetros nas regiões oceânicas.
- **Manto:** representa cerca de 83% do volume do planeta. Essa camada está situada abaixo da crosta, a aproximadamente 3 mil quilômetros de profundidade, e divide-se em **manto superior** e **manto inferior**. A consistência do manto superior e inferior é pastosa e influencia a crosta por meio de fenômenos geológicos diversos.
- **Núcleo:** é a camada mais interna do globo e divide-se em **núcleo externo** (fluido) e **núcleo interno** (sólido). Chega a atingir mais de 6 mil quilômetros de profundidade e 5 000 °C. Acredita-se que, em sua consistência, predominem os metais mais pesados, como o níquel e o ferro, sendo, portanto, conhecido como **nife**.

Modelo geofísico ou dinâmico



shutterstock.com

- **Litosfera:** camada rochosa mais superficial, está dividida nas placas tectônicas.
- **Astenosfera:** camada composta de parte inferior da crosta e superior do manto, encontra-se no estado de líquido viscoso, é movimentada pelas correntes de convecção.
- **Mesosfera:** camada intermediária do manto, encontra-se no estado pastoso.
- **Endosfera externa:** camada interna, está no estado líquido.
- **Endosfera interna:** camada mais interna do planeta, está no estado sólido.



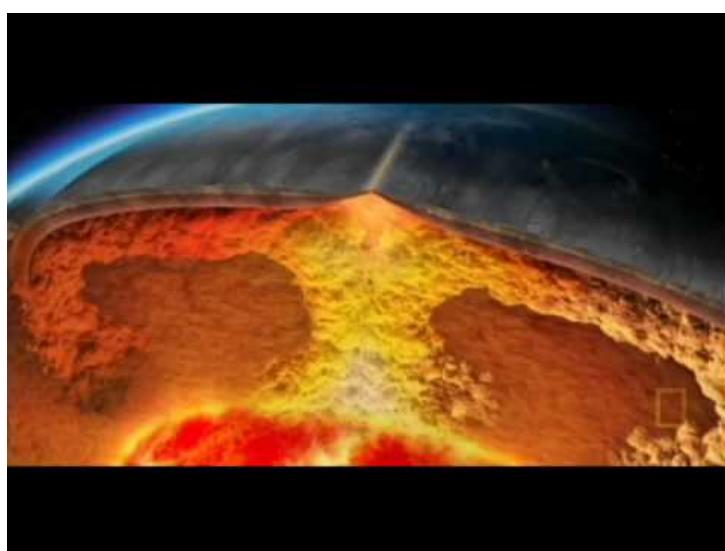
Glossário

Grau geotérmico: ou **gradiente geotérmico**, é a profundidade necessária para se verificar o aumento de 1 °C na temperatura do interior do planeta. A média é de 1 °C para cada 30-35 metros de profundidade.

Correntes de convecção

Esse é o mecanismo motor das placas tectônicas. Na camada do manto, ocorre o movimento de subducção e ascensão na busca de equilíbrio térmico. A diferença de temperatura entre a região mais próxima ao núcleo e a que está mais próxima da camada externa (litosfera) faz com que o movimento aconteça.

Quando o material resfria próximo à superfície, ele se torna mais denso e começa a descer; por sua vez, quando está nas camadas mais profundas e apresenta uma densidade menor, esse material sobe. Esse circuito é chamado de **célula de convecção**.



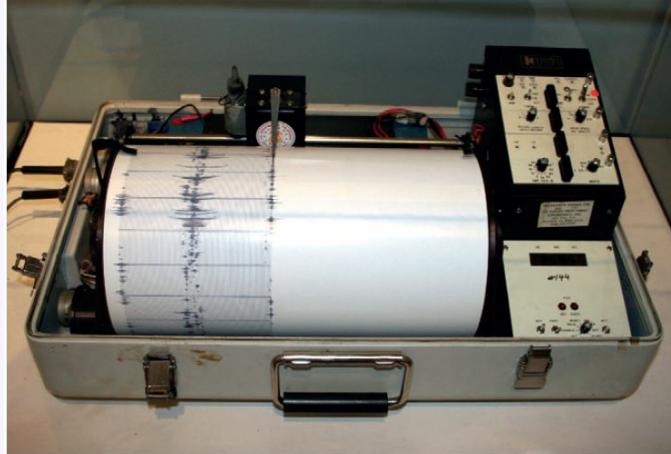
https://www.youtube.com/watch?v=p0dWF_3PYh4



Acesse: glossário geológico ilustrado

[Glossário sobre geologia](#) disponível no site do Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Saiba mais: o sismógrafo



Os sismógrafos são utilizados principalmente por órgãos do governo para monitorar a incidência de abalos sísmicos, no intuito de prevenir desastres. O sismógrafo da foto é utilizado pelo Departamento do Interior dos Estados Unidos.

Wikimedia Commons

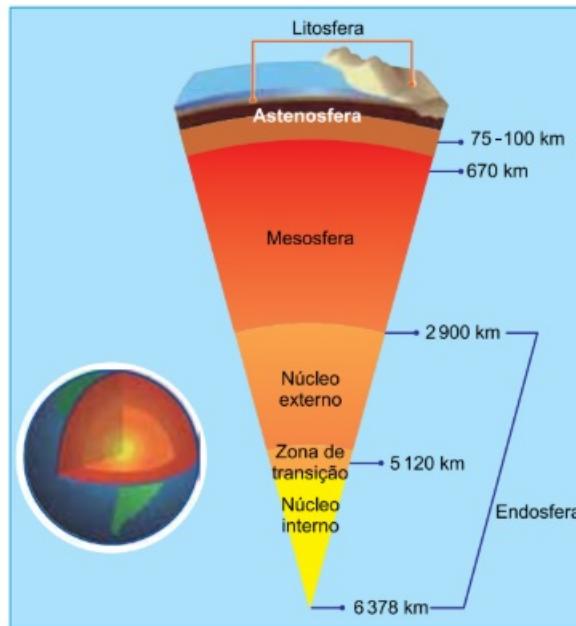
Embora seja difícil conhecer com exatidão o interior da Terra, é possível estudá-lo pelos registros dos sismógrafos, instrumentos que detectam e medem as ondas sísmicas naturais ou induzidas, desde as camadas mais profundas até a superfície da Terra. Suas mensagens forneceram ao ser humano as primeiras noções sobre a divisão do planeta em camadas.

Agora é com você



Questão 01

Perfil esquemático da estrutura interna da Terra (valores médios)



Eustáquio de Sene e João C. Moreira. Geografia Geral e do Brasil, 2012.

1.a)

Defina litosfera e astenosfera.

1.b)

Considerando a dinâmica interna do planeta, explique o funcionamento das correntes de convecção no interior da Terra e identifique a sua manifestação superficial.

O tempo do planeta Terra

Divisão do tempo geológico

A escala de tempo geológico representa a linha temporal desde o presente até a formação da Terra. Essa escala é dividida em: éons, eras, períodos, épocas e idades, as quais se baseiam nos grandes eventos da história do planeta. Observe a tabela a seguir.

Éon	Era	Período	Tempo decorrido (anos)	Características
Fanozóico	Cenozoica	Holoceno	11 mil	<ul style="list-style-type: none"> Ocorrência de grandes glaciações. Atuais continentes e oceanos. Aparecimento do homem. Seres vivos hoje existentes.
		Pleistoceno	1,8 milhão	
		Plioceno	5,3 milhões	
		Mioceno	23 milhões	<ul style="list-style-type: none"> Início do surgimento das grandes cadeias montanhosas. Origem das bacias petrolíferas do Oriente Médio e da Califórnia. Rochas sedimentares e vulcânicas.
		Oligoceno	33 milhões	
	Mesozóica	Eoceno	55 milhões	
		Paleoceno	65 milhões	
		Cretáceo	145 milhões	<ul style="list-style-type: none"> Intensa atividade vulcânica durante o Cretáceo. Formação das grandes bacias petrolíferas. Existência de grandes répteis (dinossauros). Clima mais quente que o atual. Inicio da separação da América e do Sul da África. Extinção dos dinossauros.
		Jurásico	206 milhões	
		Triássico	250 milhões	
Paleozóico	Paleozoica	Permiano	290 milhões	<ul style="list-style-type: none"> Fomação de grandes florestas no Hemisfério Sul, como ocorre no Brasil. Glaciações no hemisfério sul. Surgimento dos peixes e dos primeiros répteis nos últimos períodos. Formação de grandes reservas de calcário. Existência de grandes florestas de criptogamas que, quando soterradas, deram origem aos grandes depósitos carboníferos do Hemisfério Norte.
		Carbonífero	360 milhões	
		Devoniano	416 milhões	
		Siluriano	443 milhões	
		Ordoviciano	488 milhões	
		Cambriano	542 milhões	
	Proterozoico	Algonquiano	Mais de 2 bilhões	<ul style="list-style-type: none"> Formação de rochas ígneas ou magmáticas. Formação dos primeiros escudos, dando origem ao embasamento cristalino. Ocorrência de uma glaciação no final do Pré-Cambriano. Surgimento das primeiras plantas. Existência de dois continentes: arqueoáticos e indo-africano-brasileiro.
		Arqueano		
Hadeano	Azoica	Início da Terra	4,5 bilhões	<ul style="list-style-type: none"> Resfriamento da Terra e formação das primeiras rochas a partir dos minerais solidificados. Ausência de vida. Fomação de rochas magmáticas.

Para desvendar a história do planeta foram necessários avanços na ciência. Com a datação das rochas a partir do século XX, tornou-se possível interpretar e reconhecer na superfície as marcas de forças internas e externas.

Entre os eventos apresentados na divisão do tempo geológico na tabela anterior, alguns merecem um destaque especial, já que causam impacto na atual composição da superfície terrestre, da biosfera e do desenvolvimento das sociedades.

Cenozoica (Terciário)	Início do surgimento das grandes cadeias montanhosas vistas atualmente
Mesozoica	Formação de grandes bacias petrolíferas
Paleozoica	Grandes florestas que originaram grandes depósitos carboníferos
Proterozoica	Formação dos primeiros "escudos" cristalinos (cráticos)
Arqueozoica (Arqueano)	Formação das primeiras rochas magmáticas (depósito de água)
Azoica (Hadeano)	Resfriamento da Terra e formação das primeiras rochas

TAIOLI, Fabio et al. *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. (adaptado)



A Cordilheira dos Andes é uma vasta cadeia montanhosa situada ao longo da costa ocidental da América do Sul, sua formação geológica é datada do Período Terciário. A Cordilheira possui, aproximadamente, 8 mil quilômetros de extensão e é a maior cadeia de montanhas do mundo (em extensão). Seus trechos mais largos atingem 160 quilômetros do extremo leste ao oeste. A altitude média é 4 mil metros, e seu ponto culminante é o Pico do Aconcágua, com 6.962 metros.

Jarbas Mattos / Creative Commons

Mão na massa: eras geológicas no Brasil

★ PRÁTICA ATIVA



Pesquise um acidente nas paisagens brasileiras resultado de acontecimentos em eras geológicas passadas. Explique o acidente geológico e localize a área pesquisada em um mapa físico do Brasil. Faça um levantamento do uso do solo, das atividades econômicas e da população da área.

Se for possível, construa um mural de imagens ou uma linha do tempo geológico do território com a turma.

Agora é com você



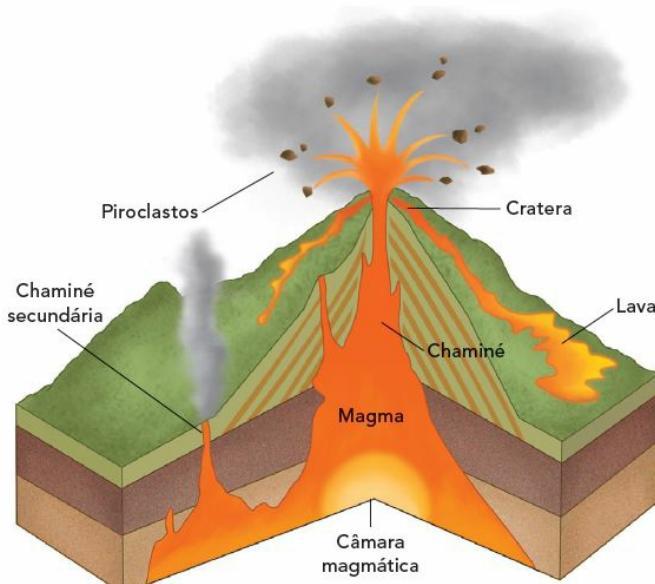
Questão 01

Conceiture tempo geológico e mostre como ele pode ser dividido.

Agentes endógenos de transformação do planeta

Ao longo dos seus 4,6 bilhões de anos, o planeta Terra vem sofrendo transformações constantes que modificam a forma como a sua superfície se apresenta. Essas alterações são resultados da ação integrada de agentes internos e externos que modelam a superfície terrestre. Os agentes internos, também chamados endógenos, são processos que ocorrem no interior do planeta, resultados de forças de grande magnitude relacionadas à tectônica de placas. Estamos falando do vulcanismo, do tectonismo, do terremoto e do maremoto.

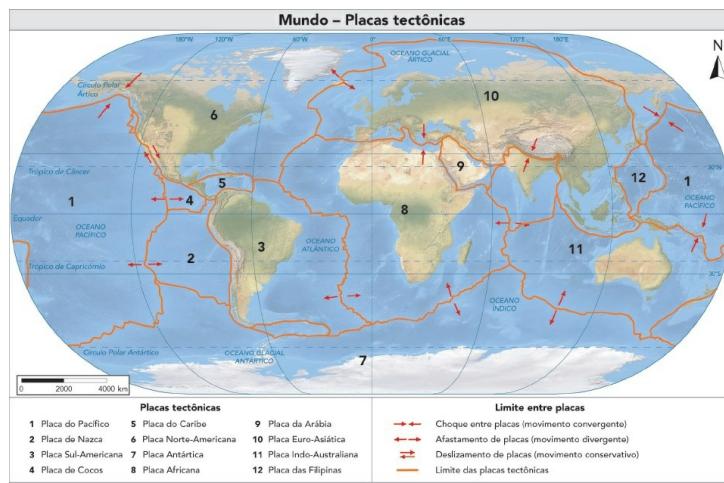
Vulcanismo



Representação de uma erupção em um cone vulcânico.

Entende-se por vulcanismo as diversas formas pelas quais o magma do interior da Terra chega até à superfície. Os materiais expelidos podem ser sólidos, líquidos, líquidos viscosos ou gasosos (lavas, material piroclástico – cinza, lapíli etc. – e fumarolas). Esses materiais acumulam-se em um depósito sob o vulcão até que a pressão gerada desencadeie uma erupção. As lavas escorrem pelo cone vulcânico, alterando e criando formas na paisagem.

A maioria dos vulcões da Terra está concentrada em duas áreas principais: o Círculo de Fogo do Pacífico, que se estende desde a Cordilheira dos Andes até as Filipinas (no mapa das placas tectônicas está representado na placa de número 1), passando pela área ocidental da América do Norte e pelo Japão (nessa imensa área, concentram-se cerca de 80% dos vulcões da superfície), e o Círculo de Fogo do Atlântico, que abrange América Central, Antilhas, Açores, Cabo Verde, Mediterrâneo e a região do Cáucaso.



Divisão do mundo em placas tectônicas.

ATLAS geográfico escolar. 6. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. p. 12-13.

Tectonismo



Representação da atividade sísmica.

shutterstock.com

Os movimentos tectônicos, também conhecidos como diastrofismos (**distorções**), resultam de pressões vindas do interior da Terra e que agem na crosta terrestre. Quando as pressões são verticais (**epirogênese**), os blocos continentais sofrem levantamentos/rebaixamentos, fraturas ou falhas quando atingem as rochas consideradas rígidas (**competentes**). Quando as pressões são horizontais (**orogênese**), são formados dobramentos ou enrugamentos, que, ao atingirem rochas de pequena resistência (**incompetentes**), originam as montanhas.



Glossário

Epicentro: é o ponto da superfície da Terra diretamente acima do foco ou do hipocentro de um terremoto. A zona ao redor do epicentro é normalmente a mais afetada por um abalo sísmico. Caso esse ponto se localize no mar ou em zonas desabitadas, o sismo não irá provocar tantos estragos, mas pode, por outro lado, gerar os *tsunamis*.

Hipocentro: é o local no interior da Terra onde se iniciam o choque e a ruptura do material rochoso, ocorrendo a liberação de energia sob a forma de ondas sísmicas. Os hipocentros mais profundos foram registrados a cerca de 700 km de profundidade, associados à zona de subducção do oeste da América do Sul.

Terremotos



No dia 22 de maio de 1960, o Chile foi atingido pelo maior terremoto já registrado na história. O Terremoto de Valdívia registrou 9,5 pontos na escala de magnitude de momento. O abalo sísmico produziu um *tsunami* que afetou as localidades ao longo do Oceano Pacífico e causou a erupção do vulcão Puyehue.

Pierre St. Amand / Wikimedia Commons

Entendem-se por abalos sísmicos ou **terremotos**, todos os deslocamentos naturais resultantes de movimentos subterrâneos de placas rochosas ou tectônicas, de atividade vulcânica ou de deslocamentos (migração) de gases no interior da Terra, principalmente metano. O movimento é causado pela liberação rápida de energia em forma de ondas sísmicas, que produzem vibrações na crosta.

A maioria dos terremotos ocorre nos limites das placas tectônicas ou em ambientes falhados entre dois blocos rochosos. Entre os efeitos dos terremotos estão a vibração do solo, a abertura de falhas, os deslizamentos de terra, os *tsunamis* (palavra japonesa que significa **onda de porto**), as pequenas alterações no eixo de inclinação da Terra, além de efeitos destrutivos sobre construções feitas pelo homem, que podem resultar em perda de vidas e altos prejuízos financeiros e sociais. O maior terremoto já registrado foi o Grande Terremoto do Chile, em 1960, que atingiu 9,5 graus na escala de Richter, seguido pelo do Alasca, em 1964, que atingiu a magnitude de 9,2 graus, segundo o Centro de Pesquisas Geológicas dos Estados Unidos (USGS).

Observe, a seguir, a tabela que aponta alguns dos maiores terremotos da história da humanidade.

Terremotos que mais mataram desde 2000				
Ano	Local	Magnitude	Nº de mortos	Total de mortos no ano
2010	Haití	7,0	222 570	223 542
2009	Sumatra, Indonésia	7,5	1 117	1 787
2008	Sichuan, China	7,9	87 587	88 011
2007	Pisco, Peru	8,0	514	709
2006	Java, Indonésia	6,3	5 749	6 605
2005	Paquistão	7,6	80 361	82 364
2004	Costa de Sumatra, Indonésia	9,1	227 898	228 802
2003	Irã	6,6	31 000	33 819
2002	Afganistão	6,1	1 000	1 685
2001	Índia	7,7	20 023	21 357
2000	Sumatra, Indonésia	7,9	103	231

Impacto dos terremotos na população mundial em dez anos.

Centro de Pesquisas Geológicas dos Estados Unidos (USGS)

Maremotos

Os **maremotos** são abalos sísmicos que acontecem no fundo dos oceanos, podendo ser gerados pelo choque de placas, vulcanismo, abrupto deslocamento de terra e gelo ou, ainda, devido ao impacto de um meteorito ou asteroide com o mar. Os maremotos podem gerar uma onda, ou um conjunto de ondas, conhecida como *tsunami*, que ocorre após perturbações abruptas, as quais deslocam verticalmente a coluna de água. Durante a história da humanidade, embora tenham acontecido vários maremotos que originaram *tsunamis*, dois deles são destacados:

- a ilha-vulcão de Krakatoa, na Indonésia, explodiu com fúria devastadora, em 1883. Várias ondas *tsunamis* se formaram a partir dessa explosão, algumas atingindo 40 metros acima do nível do mar. As ondas puderam ser observadas ao longo dos oceanos Índico e Pacífico, na costa ocidental dos Estados Unidos, na América do Sul e perto do Canal da Mancha. O maremoto acompanhado do *tsunami* causou cerca de 80 mil mortes;
- o maremoto do Índico ocorreu em 26 de dezembro de 2004. Teve epicentro no mar (daí ser designado maremoto) a oeste da Ilha de Sumatra, na Indonésia. O abalo teve magnitude aproximada de 9,1 graus na escala de Richter. O número de vítimas, que era de aproximadamente 150 mil, elevou-se para 290 mil quando o governo suspendeu as buscas de desaparecidos e os incluiu no número de vítimas fatais do desastre.



As imagens de satélite retratam a província de Banda Achém, na Ilha de Sumatra, Indonésia, antes (A) e depois (B) do *tsunami* causado pelo maremoto que ocorreu em 2004, no Oceano Índico.

Wikimedia Commons

Leitura Complementar



Qual foi o maior terremoto da história do Brasil?

Um mito que existe no Brasil é o de que não há terremotos no país. Os tremores, na verdade, existem, mas, em geral, são muito pequenos e não geram danos. Segundo o professor George Sand, do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UnB), até março de 2011, somente dois terremotos no território nacional haviam passado de 6 graus na escala Richter: em Porto dos Gaúchos (MT), com 6,2 graus, e em Vitória (ES), com 6,1, ambos em 1955.

De acordo com o professor, o maior tremor da história do Brasil foi registrado apenas por pesquisadores do exterior, já que registros sismológicos praticamente não existiam no país. Como o terremoto ocorreu em uma região pouco habitada, não ocasionou mortes nem danos materiais. Em Vitória, o abalo sísmico causou espanto e medo, mas ninguém morreu na ocasião, e os danos materiais foram pequenos – o epicentro foi no mar, a 300 km da costa. "Os prédios só balançaram", explica o pesquisador.

De acordo com Sand, existem pequenas falhas geológicas no território brasileiro e elas se movem apenas poucos milímetros, mas esses movimentos são suficientes para gerar os terremotos sentidos na superfície. O professor explica que, como os brasileiros não são acostumados a esse fenômeno, um tremor de magnitude 4 na escala Richter já espanta quem o sente.

Sand afirma ainda que algumas regiões no Brasil registram mais terremotos: os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte e a região de Estrela do Norte, em Goiás. Mas ele explica que os fenômenos, nesses locais, costumam ter apenas de 3 a 4 graus de magnitude.

QUAL foi o maior terremoto da história do Brasil? Terra. Disponível em:
<http://noticias.terra.com.br/>. Acesso em: 22 jun. 2015. (adaptado)

Agora é com você



Questão 01

Muitas catástrofes naturais abalam a humanidade, como terremotos, vulcanismos e maremotos. Explique a baixa incidência desses fenômenos no Brasil.

Placas tectônicas e as teorias de movimentação da crosta terrestre

Os movimentos tectônicos podem ser reconhecidos e agrupados de acordo com o tipo de deformação e estruturas que produzem sobre a superfície terrestre, além da intensidade das forças e da velocidade empregada na realização desses eventos. Nesse sentido, é possível considerar dois tipos de movimentos: os orogenéticos e os epirogenéticos.

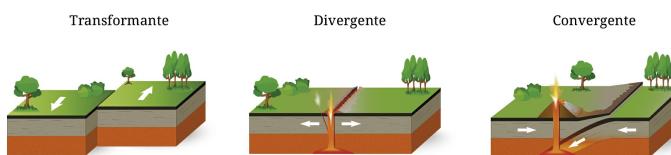
- **Movimentos orogenéticos ou orogênesis:** são movimentos tectônicos que ocorrem horizontalmente sobre a crosta e estão relacionados aos limites convergentes e divergentes das placas tectônicas que fortemente condicionam o soerguimento de montanhas e dorsais meso-oceânicas.
- **Movimentos epirogenéticos ou epirogênesis:** são os movimentos verticais da crosta. Quando esse deslocamento é positivo (para cima), recebe o nome de soerguimento, criando formas de relevo que serão alvo das ações erosivas. Quando esse deslocamento é negativo (para baixo), é chamado de subsidência, e origina formas que serão encobertas por sedimentos.

Placas tectônicas

As zonas limítrofes entre as placas são certamente lugares dinâmicos. Nessas regiões, os movimentos tectônicos podem ser violentos e provocar diferentes transformações sobre a crosta terrestre ou oceânica.

Os movimentos tectônicos estão relacionados aos limites das placas. Alguns deles estão especificados a seguir.

MOVIMENTO DE PLACAS



Representação dos movimentos das placas tectônicas.

shutterstock.com

- ▶ **Limite divergente:** também conhecido como movimento de separação das placas tectônicas, esse tipo de movimento é considerado construtivo, pois, no momento em que as placas se afastam, o magma ascende à superfície (oceânica ou continental), dando origem a um novo assoalho. Ocorre entre as placas Sul-Americana e Africana, por exemplo.
- ▶ **Limite convergente:** também conhecido como movimento de colisão das placas, esse tipo de movimento ocorre com a aproximação das placas tectônicas, o que provoca a formação de cadeias de montanhas ou dobramentos modernos e, também, o surgimento das zonas de subducção. Os dobramentos modernos se formam com o soerguimento da placa menos densa, produzindo uma enorme pressão. Já as zonas de subducção acontecem com o "mergulho" da placa mais densa na direção do manto, podendo formar as fossas submarinas.
- ▶ **Limite transformante ou conservativo:** esse movimento não destrói nem constrói propriamente a crosta, uma vez que as placas deslizam lateralmente, dando origem a enormes falhas geológicas. O movimento ao longo dessas falhas classifica-se como horizontal direito ou esquerdo. A maior parte dos limites transformantes ocorre nos fundos oceânicos, onde provocam o movimento lateral de cristas ativas, dando a estas uma forma em zigue-zague. No entanto, os limites transformantes mais conhecidos situam-se em terra, sendo o exemplo mais famoso a **Falha de San Andreas**, na Califórnia, que materializa o limite entre a Placa do Pacífico e a Placa Norte-Americana.



Falha de San Andreas.

David K. Lynch

Zonas de Subducção



Diagrama da zona de subducção existente sob a Cordilheira dos Andes.

Reprodução

As maiores **zonas de subducção** encontram-se no Oceano Pacífico, ao longo da costa oeste da América do Sul e da América do Norte. A Cordilheira dos Andes e os seus vulcões são os maiores exemplos de vulcanismo associado a zonas de subducção. Fossas oceânicas, como a Fossa das Marianas, também são formadas por essas zonas.

As zonas de subducção são potenciais focos sísmicos. Os terremotos de consequências mais devastadoras estão normalmente associados a esse enquadramento geológico. A fricção das duas placas pode provocar a liberação repentina de enormes quantidades de energia, o que resulta no terremoto. Os terremotos de Lisboa, em 1755, do Índico, em 2004, e do Nepal, em 2015, são alguns exemplos de sismos associados a zonas de subducção.

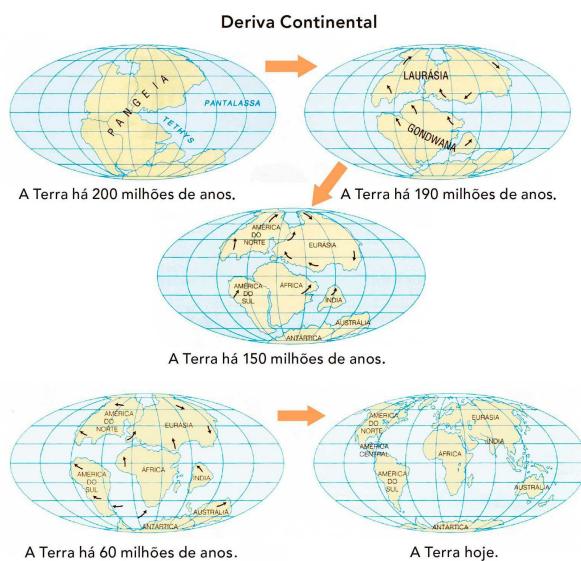
A ideia de que a crosta do planeta era estática e rígida sempre pareceu bastante lógica e, consequentemente, de fácil aceitação. Entretanto, observações feitas por cientistas e

estudiosos(as) levaram a construir teorias de que, há milhões de anos, a superfície do planeta não apresentava a mesma forma de hoje. Entre as principais teorias sobre o movimento da crosta, destacam-se a **Deriva Continental** e a **Tectônica de Placas**.

Teoria da Deriva Continental

A evolução da cartografia pode ser considerada um dos pontos iniciais dessa teoria, pois somente a partir do momento em que o ser humano pôde visualizar de modo mais coerente as formas continentais é que lhe foi possível perceber que os contornos de certos continentes se encaixam quase que perfeitamente – em especial os da América do Sul e da África. Muitos estudiosos perceberam, ao longo do tempo, esses ajustes ou encaixes, mas, por falta de evidências científicas comprobatórias, não ousaram propor teorias junto à comunidade científica.

Alfred Lothar Wegener foi um meteorologista alemão que, após diversas pesquisas, propôs a **Teoria da Deriva Continental**, descrita em sua publicação *A origem dos continentes e oceanos* (1915), na qual afirma que, há cerca de 300 milhões de anos, os continentes formavam uma única massa, denominada **Pangeia** (do grego *pan* + *gea*, que significa "toda a Terra"), e um gigantesco oceano chamado de **Pantalassa** (do grego, *pan* + *talassa*, que significa "todos os mares"). A Pangeia se dividiu, e seus fragmentos ficaram "à deriva", até chegar à posição em que se encontram atualmente, como esquematizado a seguir.



ÍSOLA, Leda; CALDINI, Vera. *Atlas geográfico escolar*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009. (adaptado)

Para justificar sua teoria, Wegener apresentou provas extensas de vários campos de estudo, como semelhanças no contorno dos continentes e entre os fósseis encontrados em diferentes locais do mundo, existência de grandes jazidas carboníferas em áreas que,

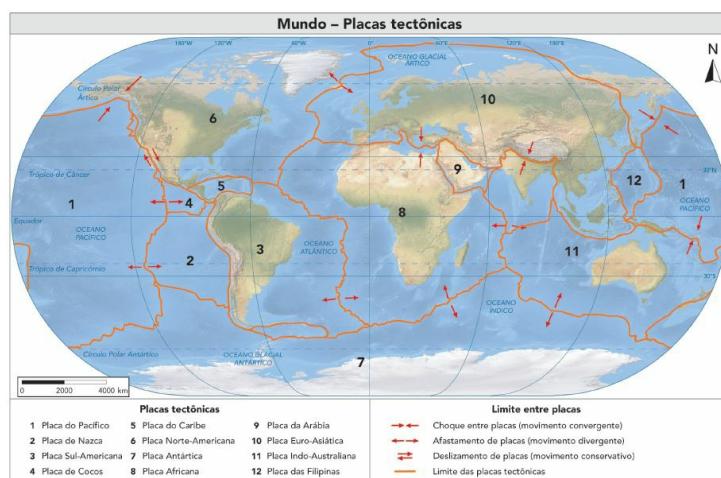
outrora, estavam juntas e espécies de animais semelhantes que existem, ainda hoje, em diferentes continentes.

As justificativas de Wegener explicavam as coincidências entre os continentes, contudo, não abordavam um ponto primordial para a comunidade científica da época: "Como eles se moviam?" As reações à Deriva Continental de Wegener foram quase sempre hostis, pois o meteorologista não tinha nenhuma outra teoria que explicasse o mecanismo que fazia os continentes se moverem. Ele acreditava que as massas continentais moviam-se sobre o assoalho oceânico tal como os *icebergs* se movem em meio às camadas de gelo.

Outro problema eram as falhas nos dados de Wegener, que o levaram a efetuar previsões erradas. Exemplo disso é que ele sugeriu que a América do Norte e a Europa afastavam-se a uma velocidade de 250 cm por ano, cerca de cem vezes mais rápido do que isso realmente ocorre – em média de 2 a 3 cm por ano.

Em seus últimos estudos, pouco antes de morrer em uma expedição à Groenlândia em 1930, Wegener descobriu que as massas oceânicas mais rasas apresentavam idade mais recente que as massas mais profundas. Porém, com sua morte, o estudo da Deriva Continental foi abandonado.

Teoria da Tectônica de Placas



ATLAS geográfico escolar. 6. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. p. 12-13.

Muitos anos haviam se passado desde que, em 1912, Wegener ousara apresentar a sua teoria sobre a Deriva Continental. Em 1947, uma equipe de cientistas liderada por Maurice Ewing, geofísico e oceanógrafo estadunidense, a bordo do navio de pesquisa oceanográfica *Atlantis*, confirmou a existência de uma elevação no Oceano Atlântico Central. Descobriram também que a crosta oceânica era muito mais delgada que a crosta continental.

Com o desenvolvimento de técnicas de sondagem acústica, ao longo da década de 1950, foi

descoberta a existência de uma longa cordilheira submarina, que se estende do norte ao sul do Atlântico, denominada **Dorsal Meso-Atlântica**. As montanhas já eram, por si, só uma grande novidade, visto que, por muitos anos, acreditou-se que o fundo oceânico não apresentava ondulações ou elevações. Ao serem recolhidas amostras de rochas nas diferentes proximidades dessas cadeias montanhosas submarinas, percebeu-se um fato curioso: as rochas que formavam o assoalho oceânico, próximas às cadeias montanhosas, eram mais "jovens" que aquelas que se encontravam no assoalho oceânico mais distante, o que confirmava alguns dos últimos estudos de Wegener.

Essa descoberta levou à criação de uma teoria por parte dos geofísicos Harry H. Hess e Robert S. Dietz, nos anos 1960. Segundo essa hipótese, o fundo do mar se encontrava em expansão e, desse movimento, originavam-se as cadeias montanhosas, por meio do fluxo constante de magma que gerava, consequentemente, um assoalho oceânico novo cada vez que o magma subia e se resfriava na superfície da crosta oceânica. Considerando essas descobertas, os cientistas chegaram à conclusão de que a crosta terrestre não era uma camada sólida ou compacta, mas um grande conjunto de gigantescas placas seccionadas da litosfera que, ao se deslocarem sobre o magma, exerciam enormes pressões umas sobre as outras. Essas placas passaram a ser conhecidas como **placas tectônicas**. Nas regiões de contato entre duas ou mais placas situam-se as áreas de grande ocorrência de terremotos, maremotos e vulcões.

Com a Teoria da Tectônica de Placas, muitas dúvidas foram esclarecidas, pois seus postulados elucidaram as lacunas deixadas pela Teoria da Deriva Continental. Além disso, a Teoria da Tectônica de Placas explicava, por exemplo, a existência dos grandes tremores de terra ou terremotos, a ocorrência dos vulcões e o surgimento das montanhas.

Rift Valley

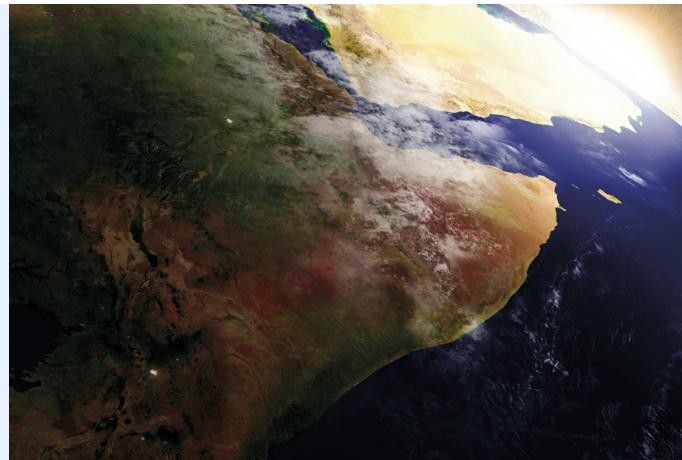


Imagen de satélite do Rift Valley na região da Somália e da Etiópia.

shutterstock.com



Rift Valley na Etiópia.

shutterstock.com

O Rift da África Oriental é um acidente geológico resultado da separação de placas tectônicas sob o continente africano. Começou a se desenvolver entre 22 e 25 milhões de anos atrás e continua se distanciando. Antes do rompimento da placa, houve o soerguimento de planaltos e a cavidade foi preenchida por sedimentos resultantes da erosão, provavelmente das bordas dos relevos que surgiram nas laterais. Nas fendas, muitas vezes, formam-se lagos e ocorre a presença de vulcões ativos e adormecidos.



Acesse

Qual será o futuro dos continentes no tempo geológico terrestre?

Pesquisadores(as) europeus(ias) fizeram uma série de simulações para traçar as possíveis configurações dos continentes no futuro geológico da Terra. Quatro diferentes cenários foram modelados pensando mais de 200 milhões de anos no futuro. Para conhecer cada um dos diferentes modelos, acesse [o link do artigo na BBC](#).

Agora é com você



Questão 01

Apresente as evidências de que a crosta terrestre se movimenta, provocando mudanças na posição dos continentes e modificando o relevo da Terra.

Pratique: estrutura interna do planeta

Questão 01

O vulcanismo é um dos processos da dinâmica terrestre que sempre encantaram e amedrontaram a humanidade, existindo diversos registros históricos referentes a ele. Sabe-se que as atividades vulcânicas trazem novos materiais para locais próximos à superfície terrestre. A esse respeito, pode-se afirmar corretamente que o vulcanismo:

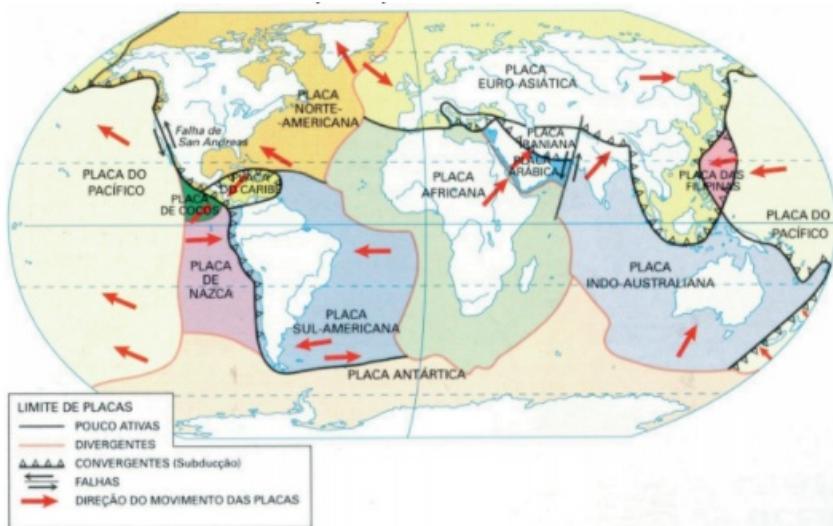
- (A) é um dos poucos processos de liberação de energia interna que continuará ocorrendo indefinidamente na história evolutiva da Terra.
- (B) é um fenômeno tipicamente terrestre, sem paralelo em outros planetas, pelo que se conhece atualmente.
- (C) traz para a atmosfera materiais nos estados líquido e gasoso, tendo em vista que estes se originam de todas as camadas internas da Terra.
- (D) ocorre quando aberturas na crosta aliviam a pressão interna, permitindo a ascensão de novos materiais e mudanças em seus estados físicos.
- (E) é o processo responsável pelo movimento das placas tectônicas, causando seu rompimento e o lançamento de materiais fluidos.

Questão 02

Até a segunda metade do século XIX, pensava-se que o mapa do mundo fosse praticamente uma constante. Alguns, porém, admitiam a possibilidade da existência de grandes pontes terrestres, agora submersas, para explicar as semelhanças entre as floras e as faunas da América do Sul e da África. De acordo com a Teoria da Tectônica de Placas, toda a superfície da Terra, inclusive o fundo dos vários oceanos, consiste em uma série de placas rochosas sobrepostas. Os continentes que vemos são espessamentos das placas que se erguem acima da superfície do mar.

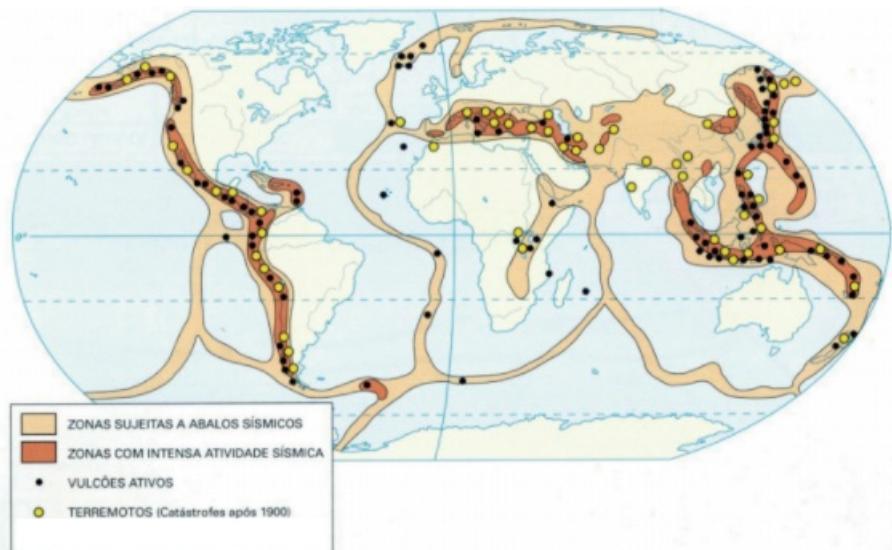
DAWKINS, R. O maior espetáculo da Terra. São Paulo: Companhia das Letras, 2009. p. 257-258. (adaptado)

Figura 1 – Mapa de placas tectônicas



SIMIELLI, Maria E. Geoatlas. 33. ed. São Paulo: Ática, 2011. p. 21.

Figura 2 – Mapa de zonas sísmicas e vulcões



SIMIELLI, Maria E. *Geoatlas*. 33. ed. São Paulo: Ática, 2011. p. 21

Com base nas informações contidas no texto, nos mapas e nos conhecimentos sobre placas tectônicas, considere as afirmativas a seguir.

I. As placas tectônicas que dividem as Américas da Europa e da África são divergentes, comprovando a teoria de Wegener, segundo a qual os continentes estão se afastando.

II. As áreas de subducção são locais de encontro de placas tectônicas, resultando em formação de cadeias de montanhas, como os Andes e o Himalaia.

III. As áreas propensas a *tsunamis*, como Tailândia e Japão, coincidem com as faixas de incidência de choques entre placas tectônicas.

IV. O Brasil não sofre a influência de *tsunamis*, apesar de possuir um vasto litoral e de localizar-se em uma área de instabilidade tectônica.

Assinale a alternativa correta.

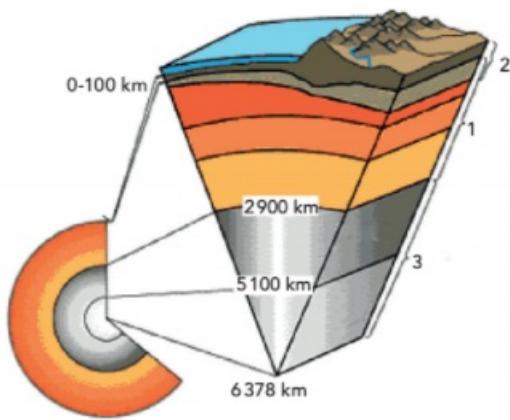
- (A) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
 - (B) Somente as afirmativas II e III são corretas.
 - (C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
 - (D) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
 - (E) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.
-

Questão 03

Apresente as principais características das camadas da Terra: crosta, manto e núcleo.

Questão 04

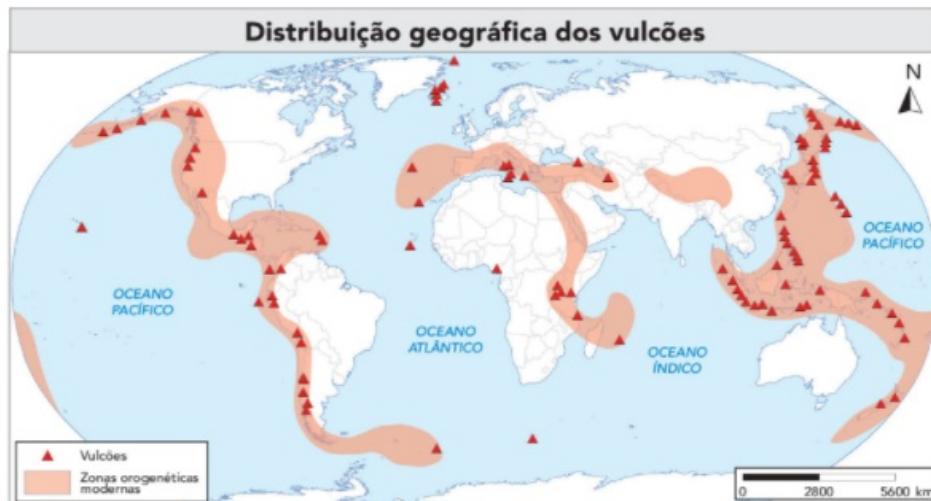
A figura esquemática a seguir refere-se à estrutura interna do planeta. Observe-a.



Com base nessa figura, assinale **V** para as proposições verdadeiras e **F** para as falsas.

- () A estrutura interna da Terra é representada em modelos que se apoiam em dois critérios distintos: as propriedades físicas e a composição química.
- () O manto terrestre, indicado pelo número 1, situa-se sob o núcleo e se estende até 20 km de profundidade; é uma faixa de intensa atividade sísmica e vulcânica.
- () O estudo da estrutura interna da Terra tem por base métodos muito diversificados, mas a análise da astenosfera já é possível mediante observações diretas.
- () A camada número 1 apresenta manifestações magmáticas e sísmicas nas áreas de colisão de placas litosféricas; essas áreas são tectonicamente instáveis.
- () A crosta oceânica é formada basicamente de basalto; ela é menos espessa, em geral, do que a crosta continental, sobre a qual residem bilhões de seres humanos.

Questão 05



US Geological Survey. 2014.

Observe a figura e assinale **V** para as proposições verdadeiras e **F** para as falsas.

- () A distribuição geográfica dos vulcões coincide com as áreas orogenéticas muito antigas.
- () É muito comum a ocorrência do fenômeno vulcânico no interior dos continentes.
- () Atualmente, não existem vulcões ativos no Brasil. Entretanto, em épocas geológicas passadas, o Brasil foi palco de diversas atividades vulcânicas.
- () O Círculo de Fogo do Pacífico forma um alinhamento vulcânico que vai desde a Cordilheira dos Andes até as Filipinas, passando pela costa ocidental da América do Norte e pelo Japão.
- () As principais áreas vulcânicas modernas ocorrem ao longo das costas oceânicas.
-

Questão 06

Explique o que é e o que origina o:

- a) vulcanismo;
 - b) terremoto;
 - c) maremoto.
-

Questão 07

No dia 26 de dezembro de 2004, na região do Sudeste Asiático, um tremor submarino de magnitude 9,1, o mais poderoso dos últimos 40 anos, em frente à ilha de Sumatra, provocou um *tsunami* que chegou ao litoral de uma dezena de países dessa região, causando a morte de 220 mil pessoas. Explique a relação entre o terremoto e o *tsunami* ocorridos nessa catástrofe.

Questão 08

Terremotos são gerados pelos movimentos naturais das placas tectônicas da Terra, que causam ajustes na crosta terrestre, afetando a organização das sociedades. Escreva de quais formas os terremotos podem afetar a organização da sociedade, citando exemplos desses acontecimentos.

Questão 09

Explique a Teoria da Deriva Continental, destacando os fatos que Wegener utilizou para comprová-la.

Rochas

Rochas são agregados naturais encontrados no estado sólido na natureza, compostos por um ou mais minerais, os quais compõem a estrutura física que forma a crosta terrestre. Sua formação está relacionada à dinâmica dos processos físicos, químicos e biológicos ao longo do tempo geológico. Os minerais com importância econômica são chamados de minérios, como a bauxita (matéria-prima do alumínio) e o nióbio (material utilizado na construção de aço de alta resistência, o qual é empregado na indústria mecânica, aeroespacial e nuclear).

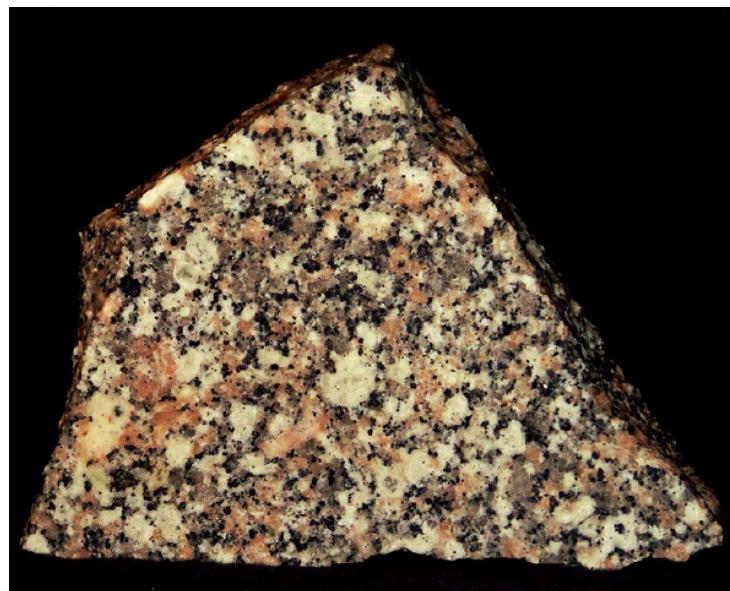
Dependendo da sua origem, as rochas podem ser classificadas em três tipos: magmáticas, metamórficas e sedimentares.

Tipos de rochas

Magmáticas ou ígneas

As rochas magmáticas são resultantes do processo de resfriamento e de solidificação do magma, material ígneo que se encontra no interior do globo terrestre. Elas podem ser chamadas também de ígneas ou eruptivas. Quanto à sua origem, as rochas magmáticas podem ser:

- **intrusivas ou plutônicas:** também conhecidas como abissais, são aquelas provenientes da lenta consolidação do magma no interior da crosta terrestre. Exemplos: granito, sienito, diorito etc.
- **extrusivas ou vulcânicas:** também conhecidas como efusivas, são aquelas provenientes da solidificação do magma na superfície terrestre (lava vulcânica). Exemplos: basalto e riolito.



Granito, exemplo de rocha intrusiva.

Wikimedia Commons



Basalto, exemplo de rocha extrusiva.

Wikimedia Commons

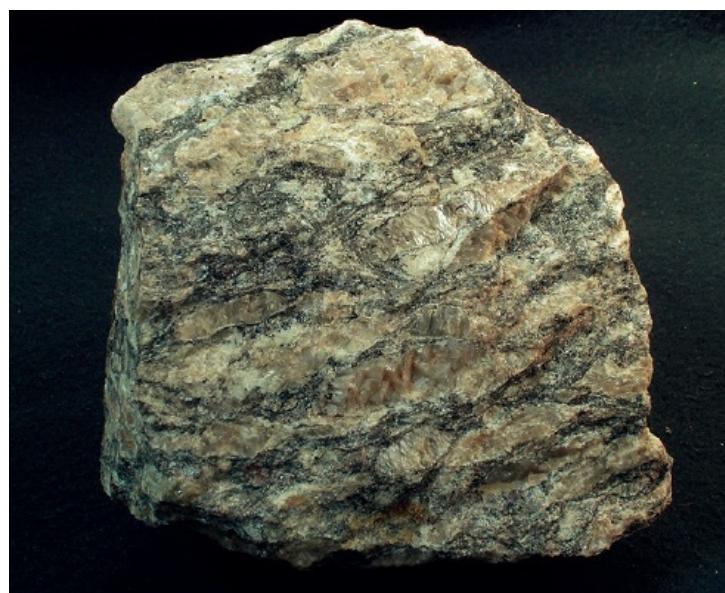
Para reconhecer uma rocha intrusiva ou extrusiva, é necessário avaliar a sua textura. O resfriamento dos magmas intrusivos é lento, dando tempo para que os minerais em formação sofram cristalização e se desenvolvam o suficiente para serem facilmente visíveis. Já nos magmas extrusivos, o resfriamento é mais rápido e não há tempo suficiente para os cristais se desenvolverem muito. As rochas ígneas escuras são mais ricas em minerais contendo magnésio e ferro, enquanto as rochas ígneas claras são mais ricas em silício e alumínio.

Metamórficas



Mármore.

Wikimedia Commons



Gnaisse.

Wikimedia Commons

As rochas metamórficas surgem no interior da crosta e são resultantes da transformação que ocorre na estrutura de outras rochas preexistentes devido às condições de temperatura, pressão e fortes atritos. São exemplos de rochas metamórficas o mármore, o gnaisse, a ardósia, o quartzito etc. O metamorfismo, conjunto de processos que modifica ou altera a natureza de uma rocha, ocorre em grandes extensões da superfície do globo terrestre, em consequência de eventos geológicos de grande porte, tais como o surgimento de cadeias montanhosas.

Sedimentares

As rochas sedimentares resultam da deposição de materiais desagregados de outras rochas por conta do intemperismo, podendo ou não incorporar detritos orgânicos em sua

estrutura. A formação desse tipo de rocha segue uma série de processos naturais:

INTEMPERISMO → EROSÃO → TRANSPORTE → DEPOSIÇÃO → LITIFICAÇÃO

Processo de formação de rochas sedimentares.

O intemperismo, por meio de processos físicos e químicos, desagrega a rocha, que tem seus sedimentos transportados pelos diversos agentes de erosão para as áreas mais baixas do relevo, onde são depositados em camadas que sofrem contínua litificação, que é a transformação dos sedimentos em rocha. De acordo com o processo de sedimentação, as rochas podem ser:

- ▶ **detríticas ou clásticas:** formadas a partir dos detritos de outras rochas.

Exemplos: areia, arenito, argila, seixo.

- ▶ **orgânicas:** formadas a partir de restos de seres vivos.

Exemplos: calcário, carvão mineral (hulha, antracito), recife de coral.

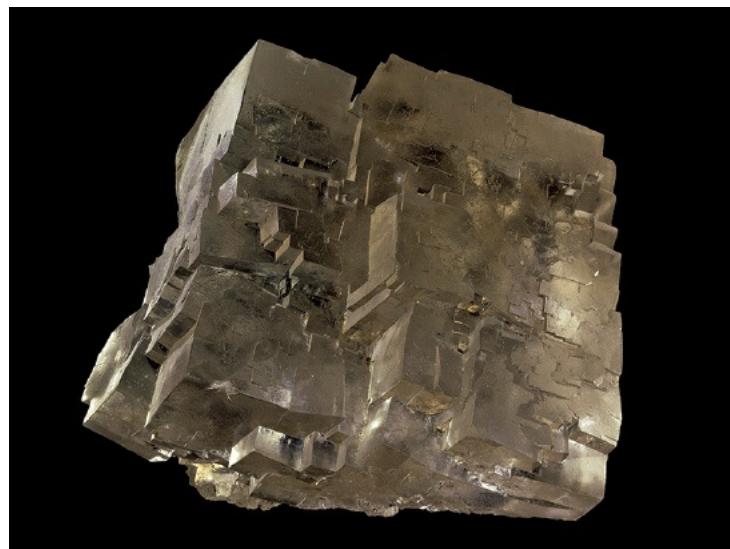
- ▶ **químicas:** formadas a partir da reação química entre a água e algumas substâncias nela dissolvidas.

Exemplos: sal-gema (halita), gesso, calcita.



Calcário.

Wikimedia Commons



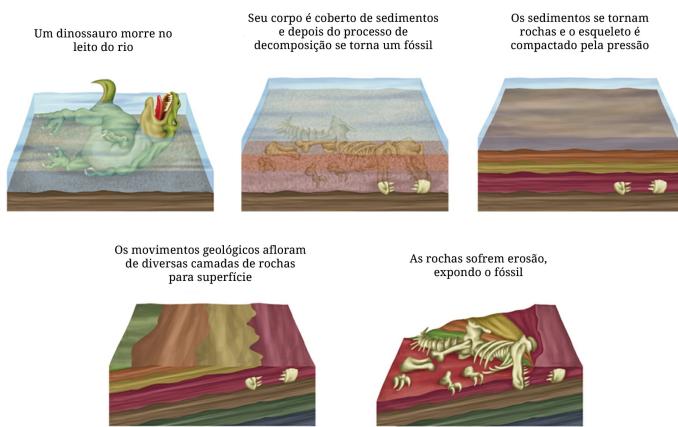
Sal-gema (halita).

Wikimedia Commons

Fósseis

Os fósseis resultam do soterramento de organismos por camadas de sedimentos, que deixam a marca de seus restos ao longo do extenso tempo geológico. Por meio da pressão formada pelo peso das rochas, a água seca e a forma, preservada. Em milhões de anos, esses fósseis passam ao estado líquido e gasoso e se transformam em combustíveis como o carvão mineral, o petróleo e o gás natural.

Esse acontecimento é de extrema importância para os estudos paleontológicos, pois permitem remontar os cenários e as espécies que existiam há milhares de anos, colaborando na compreensão da evolução de animais e dos movimentos tectônicos que transformaram a configuração das massas terrestres através das Eras.



Esquema de formação de fósseis.

shutterstock.com

Ciclo das rochas

O processo de formação e degradação das rochas está em constante movimento, mas a percepção desse fenômeno é difícil, pois a escala de tempo em que ocorrem é muito grande. Trata-se de um sistema dinâmico, onde os três tipos de rocha se inter-relacionam nos processos como fusão, **erosão**, deposição, **litificação** e metamorfismo.



Glossário

Erosão: processo de desgaste nas rochas, solos e relevos, exercido por agentes erosivos como a água, o vento e os seres vivos.

Litificação: processo pelo qual os sedimentos passam para serem transformados em rochas.



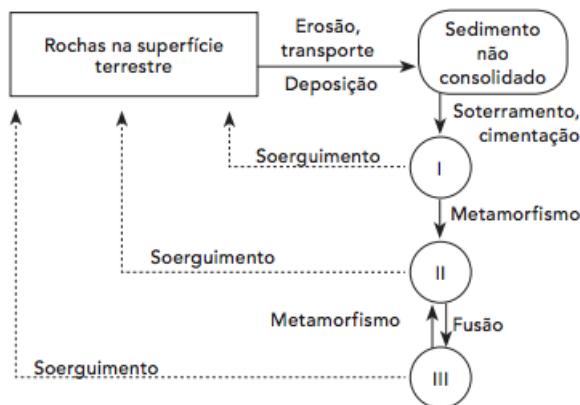
O ciclo das rochas mostra a interação entre os tipos de rochas e os processos.

shutterstock.com

Agora é com você

**Questão 01**

Analise o fluxograma a seguir.



Com base na análise do fluxograma e em conhecimentos sobre o assunto, qual o estágio evolutivo, a definição e os recursos minerais das rochas indicadas pelos números I, II e III na figura anterior?

Minerais e suas propriedades

Minerais são substâncias sólidas naturais, presentes na crosta terrestre, de composição química bem definida. Atualmente, o ser humano consegue reproduzir, em laboratório, com bastante precisão, praticamente todos os minerais.

Propriedade dos minerais

- **Estrutura:** formato do mineral (disposição e organização dos átomos).
- **Clivagem:** propriedade do mineral de se dividir em planos retos.
- **Fratura:** propriedade do mineral de se dividir em planos irregulares.
- **Dureza:** resistência do mineral, que pode ser analisada pelo risco – o mineral de maior dureza riscal o de menor dureza.

Classificação dos minerais

Os minerais podem ser agrupados com base na sua composição química e também em dois

grandes grupos: metálicos e não metálicos.

Minerais metálicos

São aqueles que contêm, em sua composição, elementos físicos e químicos de metal, possibilitando uma razoável condutibilidade de calor e eletricidade.



Ouro.

Wikimedia Commons



Titânia.

Wikimedia Commons



Minério de ferro (hematita).

Wikimedia Commons

Minerais não metálicos

Não apresentam, em sua composição, elementos físicos e químicos de metal.



Quartzo.

Wikimedia Commons



Diamante.

Wikimedia Commons



Enxofre.

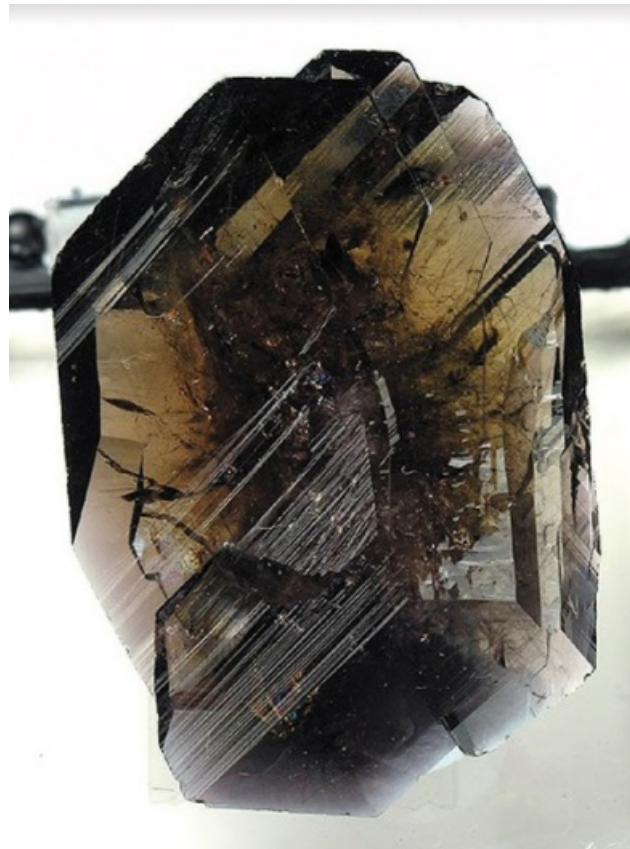
Wikimedia Commons

O uso econômico dos minerais

Minérios são minerais com valor econômico agregado e negociados como *commodities*. São fundamentais para o setor industrial, pois servem de matéria-prima para diversos produtos. Alguns desses minerais podem ser encontrados com muita facilidade, como o minério de ferro, ou são escassos na natureza, como o ouro, sendo a raridade um dos fatores determinantes no valor do mineral.

Metálicos

A extração dos minerais metálicos serve para produzir metais puros para o uso industrial. No Brasil, são abundantes o ferro (hematita), o alumínio (bauxita), o magnésio metálico e o manganês. Também são de grande importância, ainda que em menor quantidade, o cobre, o mercúrio, o chumbo, o ouro e a prata.



Minério de ferro.

Robert Lavinsky / Wikimedia Commons



Ouro.

Robert Lavinsky / Wikimedia Commons



Manganês.

Wilco Oelen / Wikimedia Commons

Não metálicos

Os minerais não metálicos não possuem propriedades metálicas em grande escala na sua composição. São utilizados pela existência de outras propriedades químicas que são aproveitadas na indústria para a produção de tijolos, cimento, gesso, areia, entre outros. Podem-se destacar a gipsita, o calcário, o arenito e o diamante.



Gipsita.

Eurico Zimbres / Wikimedia Commons



Diamante.

Eurico Zimbres / Wikimedia Commons

Relembre: Ciclos de mineração no Brasil

Desvio de rio provocado por garimpo, em Minas Gerais.

Renata Fernandes / Wikimedia Commons

A riqueza mineral é objeto de interesse para qualquer nação e seus respectivos governos. Entretanto, a forma como cada governo lida com a prospecção, exploração, transformação e venda dos recursos minerais do país varia muito no contexto internacional.

Considerando-se os diferentes períodos históricos pelos quais o Brasil passou, também foram diversas as mudanças ocorridas em sua legislação no que diz respeito à exploração mineral. Entre os séculos XVII e XVIII, o interesse pela mineração foi

crescendo. O governo português passou a cobrar o quinto, imposto de 20% sobre todo o ouro extraído pela colônia, e incentivou a busca por novas jazidas, o que influenciou o bandeirismo prospector.

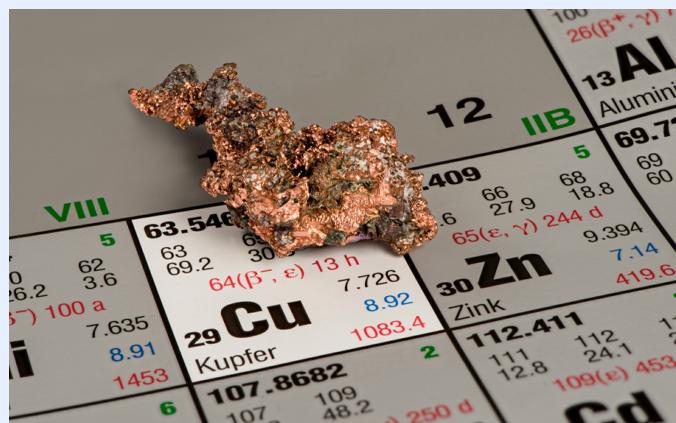
Já com a chegada da República e a promulgação da Constituição de 1891, configurou-se uma conjuntura bastante divergente do sistema de leis vigente sobre a exploração mineral, visto que, pela Carta Magna de 1891, era dada ao proprietário da terra a posse também do subsolo. O problema, nessa época, era que nem todos os proprietários de jazidas minerais tinham condições de explorá-las adequadamente.

Foi somente no século XX que o governo brasileiro passou a dar a devida importância às riquezas existentes no subsolo, assim ocorreram cada vez mais restrições sobre a exploração desses filões minerais, como determinou a Constituição de 1934, no governo de Getúlio Vargas, que passou a considerar todas as riquezas do subsolo como propriedade do Estado.

A atual legislação sobre a exploração mineral no Brasil é regida pela Constituição Federal de 1988, definida prioritariamente nos artigos 176 e 177.



Acesse: tabela periódica com os minerais



shutterstock.com

Podemos [encontrar aqui os minerais e seus elementos químicos constituintes](#). É possível clicar nas imagens e saber mais informações sobre cada um deles.

Agora é com você**Questão 01**

Apresente a definição de minerais, exemplificando os metálicos e os não metálicos.

Atividade Prática - Laboratório de rochas

Investigando:
Rochas e minerais**★ PRÁTICA ATIVA**

Nas páginas anteriores deste capítulo, foram apresentadas algumas características das rochas e dos minerais. E a quantidade desses elementos no planeta é tão grande que estão presentes em todos os locais do nosso cotidiano.

Para ampliar os exemplos de materiais, vamos praticar o que aprendemos até aqui e analisar algumas peças que temos em casa.

Orientações para a atividade:

1.

encontre na sua casa rochas e minerais que podem ser fotografados e analisados;

2.

para cada um deles, faça uma ficha como o modelo da imagem;

3.

complete a ficha* para cada elemento, nela estão presentes alguns critérios para a classificação;

4.

fotografe os materiais que você escolheu e coloque a imagem com as fichas;

5.

construa um mapa com os locais do Brasil e/ou do mundo onde são encontrados as rochas e minerais que você classificou;

6.

pesquise o uso comercial desses elementos.

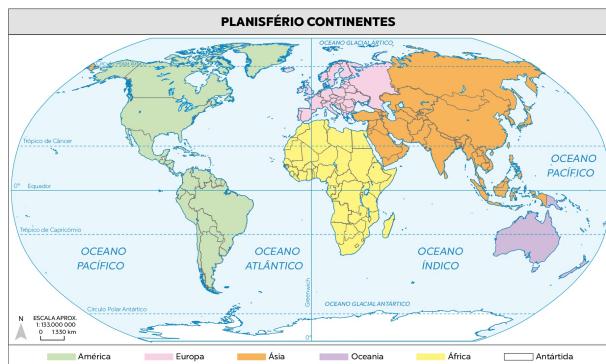
**FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE
ROCHAS E MINERAIS**

COLE A FOTO AQUI

Características a ser observadas:

1. Nome: _____
2. Formato: _____
3. Cor: _____
4. Textura: _____
5. Dureza: _____
6. Tipo de rocha: _____
7. Outras observações:

*Modelo de ficha para classificação de rochas e minerais.



Planisfério político para localizar países.



Mapa político do Brasil para localizar regiões e estados.

Recursos minerais no mundo

Etapas da mineração

Abaixo, temos algumas etapas gerais na extração de minérios.

- Extração por meio de escavadeiras ou explosivos.
- Transporte da mina para a usina utilizando caminhões que podem transportar mais de 300 toneladas.
- Britagem, ou seja, a quebra dos blocos em partes menores.
- Separação em peneiras e devolução dos blocos de tamanhos grandes.
- Armazenamento em montanhas de minérios.
- Transporte final até portos ou usinas siderúrgicas por trens, navios e sistemas de dutos.

Vamos conhecer alguns dos minerais mais comercializados no mundo.

Tabela Periódica Maiores reservas minerais																																	
1 H Hidrogênio	2 Be Boronio	3 Li Lítio	4 Be Boronio	5 V Vanádio	6 Cr Cromo	7 Mn Manganês	8 Fe Ferro	9 Co Cobalto	10 Ni Níquel	11 Cu Cobre	12 Zn Zinco	13 Ga Gálio	14 Ge Germanio	15 As Arséniio	16 Se Selenio	17 Te Tellurio	18 Po Polônio																
Na Sódio	Mg Magnésio	K Potássio	Ca Calcio	Sc Sílice	Ti Titanio	Y Itrio	Zr Zirconio	Nb Níobio	Mo Molibdénio	Tc Tecnécio	Ru Rúdio	Pd Pódio	Ag Prata	Hg Mercurio	Tl Tolúmero	Pb Pómero	Bi Bismuto																
Rb Rubílio	Sr Samarício	Cs Cs	Ba Baritio	Hf Hafnio	Ta Tantalo	Re Rhenio	Os Ósmio	Ir Íridio	Pt Pórtio	Hs Hessio	Mt Múltiplo	Ds Dúctio	Rg Rágio	Cn Cínio	Fr Flúor	Mc Múltiplo	Lv Lútrio																
Fr Flúor	Ra Rátonio	<small>Elemento instável ? Reservas minerais desconhecidas ● Abundante em várias partes do planeta Terra</small>																															
<small>www.tabelperiodica.org Licença de uso livre concedida por CC-0 1.0 - não precisa de licença para sua utilização. Fonte das informações fornecidas pelo British Society of Chemistry e USGS - atualizada em 22 de abril de 2021.</small>																																	
<small>www.tabelperiodica.org</small>																																	

Tabela periódica mostra os países com as maiores jazidas minerais no planeta.

[tabelperiodica.org](http://www.tabelperiodica.org)

Ferro

A hematita é um mineral que contém, em média, 60% de ferro em sua composição. Esse é um dos maiores teores de ferro em um mineral, por isso é a principal fonte.

O ferro é uma *commodity* essencial na produção industrial, portanto varia conforme o crescimento da atividade do setor secundário. A China é o principal consumidor, e a Austrália e o Brasil são os maiores exportadores do planeta.



Hematita.

Rob Lavinsky / Wikimedia Commons

Manganês

O manganês é um minério muito importante na fabricação de ligas de aço e baterias de alta capacidade utilizadas na indústria automobilística e na construção civil. Por isso, de grande importância na siderurgia, visto que sua utilização melhora as propriedades físicas e químicas dessa liga metálica.

A África do Sul, a Austrália e a China são os três principais produtores de manganês do mundo. Os Estados Unidos, o Japão e a Alemanha são os principais consumidores e mantêm dependência do produto já que não têm grandes reservas.



Manganês.

shutterstock.com

Estanho

A cassiterita é o principal mineral de onde o estanho é obtido. Ele é utilizado na produção de diversas ligas metálicas, como o bronze, na proteção de outros metais e na fabricação de embalagens (latas e envolturas).

Os principais produtores são China, Indonésia, Mianmar e Peru. Já os Estados Unidos e a Europa Ocidental estão entre os maiores consumidores do minério.



Cassiterita.

Paul Rommer / Fotolia

Bauxita - alumínio

O alumínio não é um minério encontrado e retirado diretamente da natureza. Ele provém da bauxita, um mineral natural, composto por um ou mais hidróxidos de alumínio e várias misturas de sílica, de óxido de ferro, de dióxido de titânio, de silicato de alumínio e de outras impurezas em quantidades menores. A maioria da alumina produzida no processo de refinamento é empregada como matéria-prima para a produção de alumínio metálico. O mercado consumidor é formado, principalmente, por refinarias de alumina, insumo-base para a produção de alumínio.

Os principais produtores são Austrália, Brasil, Índia e China. Os Estados Unidos e o Japão são os maiores consumidores.



Mais de 95% da bauxita brasileira são utilizados na fabricação de alumina.

Denis / Fotolia

Cobre

O cobre é um dos metais mais importantes utilizados na indústria devido à capacidade de condução elétrica e térmica. É utilizado na fabricação de condutores elétricos e em ligas metálicas.

Chile e Peru são os maiores produtores, e a China é o grande consumidor, responsável por mais da metade do uso global.



Cobre.

Zelenskaya / shutterstock.com

Chumbo

O chumbo é um metal raramente encontrado sozinho na natureza. A galena é o único mineral-minério de chumbo (com 86,6% do metal). Esse elemento também é encontrado em associação com outros minerais, como cobre, prata e zinco. É um metal cinzento maleável e trabalhável a frio, que apresenta razoável condutibilidade térmica e elétrica. É amplamente aplicado em baterias, soldas e proteções contra radiação.

A China produz mais da metade da oferta global de chumbo.



Galena.

shutterstock.com

Virou notícia**Descarte de eletrônicos e a "mineração urbana"**

shutterstock.com

Diferentes tipos de minérios são usados na produção de eletrônicos. Em um único aparelho celular, é possível encontrar mais de 80 tipos.

Com o uso intenso e a obsolescência programada a que esses aparelhos são submetidos, toneladas de compostos valiosos são descartados todos os anos. O processo que busca reciclar esse tipo de material ficou conhecido como "mineração urbana".

Essa atividade busca separar as partes internas dessa sucata eletrônica e propiciar sua reutilização, assim como destinar corretamente o descarte de algumas partes que são prejudiciais ao meio ambiente, como os metais pesados.

Estudante da USP une mineração urbana e sustentabilidade. Disponível em:
<http://aun.webhostusp.sti.usp.br/index.php/2019/12/17/estudante-da-usp-une-mineracao-urbana-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 17 dez. 2019.

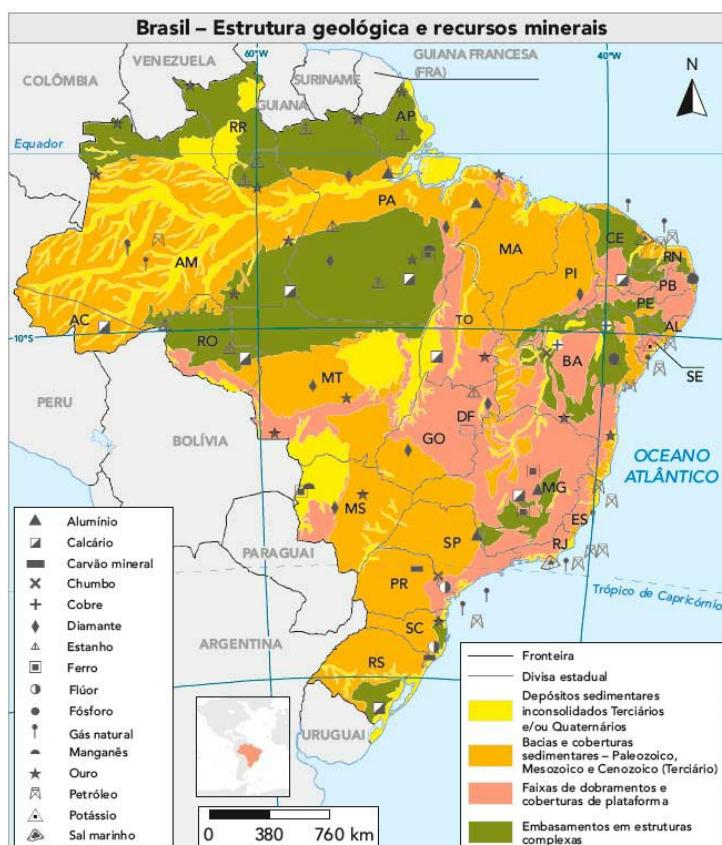
Recursos minerais no Brasil

Potencial geológico do Brasil

No Brasil, as jazidas estão localizadas em áreas geológicas onde se encontram os **escudos cristalinos** e as **bacias sedimentares**. A prospecção mineral no território brasileiro ainda se encontra em andamento, o que dificulta mensurar o completo potencial mineralógico do país.

A ampla variedade, a distribuição e a extração dos recursos minerais pelo território brasileiro são fatores de grande importância para o desenvolvimento econômico do país, dado que esses recursos fornecem matéria-prima para a indústria e a geração de energia. Isso possibilita a criação de empregos, movimenta a economia nacional a partir da exportação de minérios e proporciona melhor infraestrutura e serviços para a população.

Observando o mapa a seguir, pode-se perceber a relação entre a estrutura geológica, a quantidade e a localização dos mais variados recursos minerais disponíveis no território brasileiro.



Serviço Geológico do Brasil / MMA / IBGE

Distribuição dos minerais pelo país

A divisão regional do IBGE será usada para demonstrar a exploração de alguns dos principais recursos minerais e seus respectivos usos, importantes para a economia do Brasil (com destaque para os minerais metálicos).

Região Norte

Grande parte da economia da Região Norte baseia-se no extrativismo mineral. A região reúne um grande potencial de extração de ouro, manganês, bauxita e minério de ferro, o

mineral mais exportado do país. Além disso, a região é o local onde se encontra a Serra dos Carajás, no estado do Pará, considerada uma das maiores jazidas minerais do mundo.

As principais produções mineralógicas da Região Norte são:

- **Minério de ferro:** Pará, Serra dos Carajás (cerca de 26% da produção brasileira).
- **Manganês:** Pará (cerca de 4,3% da produção brasileira), Carajás e Marabá-Itupiranga.
- **Bauxita:** Pará (cerca de 85% da produção brasileira).
- **Estanho:** Amazonas e Rondônia (com 40% e 60% da produção brasileira, respectivamente).
- **Cobre:** Pará (cerca de 60% da produção brasileira).
- **Ouro:** Pará (cerca de 3% da produção brasileira).
- **Cromo:** Amapá (cerca de 22,7% da população brasileira).

Região Nordeste

Apesar de ter reservas significativas, o Nordeste não figura entre as principais regiões exploradoras de minerais metálicos, o que ocorre principalmente por causa da maior oferta desses minerais em outras regiões do país, como no Norte e no Sudeste. A maior parte da produção de metais preciosos e gemas no Nordeste, por exemplo, é feita por garimpeiros que operam de forma irregular.

Podem ser citadas entre as principais produções mineralógicas da Região Nordeste:

- **Cobre:** Bahia (cerca de 20% da produção brasileira).
- **Ouro:** Bahia (cerca de 11% da produção brasileira).
- **Cromo:** Bahia (cerca de 77,3% da produção brasileira).

O Nordeste, no entanto, é rico em recursos minerais energéticos e ainda tem grandes reservas não exploradas em sua plenitude. Dentre elas, pode-se destacar o urânio, no Ceará, com a jazida de Santa Quitéria, situada a 212 km de Fortaleza, a qual, segundo dados das Indústrias Nucleares do Brasil (INB), possui reservas geológicas de 142,5 mil toneladas de urânio associado ao fosfato. O Departamento Nacional de Produção Mineral ressalta, ainda, o Distrito Uranífero de Lagoa Real, localizado na Bahia, que prevê a produção de cerca 400 ton/ano de urânio (atendendo às necessidades de Angra 1 e 2).

Finalmente, é válido ressaltar também o petróleo e o gás natural produzidos na Bahia (4º maior produtor de petróleo do país), no Rio Grande do Norte (5º maior produtor de

petróleo do país) e em Sergipe.

Região Centro-Oeste

A mineração faz parte da formação histórica da Região Centro-Oeste do Brasil, visto que parte de seu território pertencia a Minas Gerais no período do Brasil Colônia. Atualmente, sua economia vem se direcionando para a agroindústria, mas a produção mineralógica ainda persiste.

Podem ser citadas entre as principais produções mineralógicas da Região Centro-Oeste:

- **Manganês:** Mato Grosso (cerca de 6,5% da produção brasileira).
- **Nióbio:** Goiás (cerca de 42% da produção brasileira).
- **Cobre:** Goiás (cerca de 20% da produção brasileira).
- **Ouro:** Goiás (cerca de 11% da produção brasileira).

Região Sudeste

Assim como na Região Centro-Oeste, a mineração também faz parte da formação histórica da Região Sudeste, desde a sua participação nas Minas Gerais até a mais recente produção mineralógica brasileira. É nessa região que se concentra a maior parte da produção nacional de minério de ferro, mineral que lidera o *ranking* de exportação mineralógica do país.

Podem ser citadas entre as principais produções mineralógicas da Região Sudeste:

- **Minério de ferro:** Minas Gerais (cerca de 71% da produção brasileira).
- **Manganês:** Minas Gerais (cerca de 87% da produção brasileira).
- **Bauxita:** Minas Gerais (cerca de 15% da produção brasileira).
- **Nióbio:** Minas Gerais (cerca de 57% da produção brasileira).
- **Zinco:** Minas Gerais (cerca de 88% da produção brasileira).
- **Ouro:** Minas Gerais (cerca de 64% da produção brasileira).

A Região Sudeste juntou seu passado histórico bandeirante e prospector à necessidade industrial de matérias-primas para se tornar uma das regiões brasileiras de maior destaque também na economia primária mineralógica.

Região Sul

A formação geológica de predominância sedimentar faz da Região Sul uma exceção no que diz respeito à presença de minerais metálicos. Nela, concentram-se as jazidas de carvão mineral do Brasil, assim como as reservas de xisto betuminoso (Paraná e Santa Catarina).

É necessário destacar que o Brasil possui a segunda maior reserva mundial de xisto betuminoso ou pirobetuminoso (os Estados Unidos estão em 1º lugar), uma rocha sedimentar que contém betume (óleo). Ele tem esse nome porque é necessário calor para extrair o óleo, diferentemente do petróleo, que sai sob pressão apenas perfurando-se o solo, e do carvão, que é um combustível sólido.

Leitura Complementar



A exploração mineral no Brasil segundo a Constituição Federal de 1988

Art. 176

As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

§ 1º – A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o *caput* deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenham sua sede e administração no país, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas.

§ 2º – É assegurada participação ao proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei.

§ 3º – A autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado, e as autorizações e concessões previstas neste artigo não poderão ser cedidas ou transferidas, total ou parcialmente, sem prévia anuência do poder concedente.

§ 4º – Não dependerá de autorização ou concessão o aproveitamento do potencial de energia renovável de capacidade reduzida.

Art. 177

Constituem monopólio da União:

- I. A pesquisa e a lavra das jazidas de petróleo e gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos;
- II. A refinação do petróleo nacional ou estrangeiro;
- III. A importação e exportação dos produtos e derivados básicos resultantes das atividades previstas nos incisos anteriores;
- IV. O transporte marítimo do petróleo bruto de origem nacional ou de derivados básicos de petróleo produzidos no país, bem assim o transporte, por meio de conduto, de petróleo bruto, seus derivados e gás natural de qualquer origem;
- V. A pesquisa, a lavra, o enriquecimento, o reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios e minerais nucleares e seus derivados, com exceção dos radioisótopos cuja produção, comercialização e utilização poderão ser autorizadas sob regime de permissão, conforme as alíneas **b** e **c** do inciso XXIII do *caput* do art. 21 desta Constituição Federal. (Alterado pela EC – 000 049 – 2006.)

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil** Brasília, DF: Senado, 1988.

Agora é com você



Questão 01

A poesia a seguir refere-se à industrialização de dois minérios existentes no interior do Brasil. Esses minérios são utilizados na indústria brasileira e são mercadorias presentes na nossa pauta de exportações.

indústria: o malho a manha.

outra vez a mina da trama.

a mina de (ferro) Minas / os poços de caudas

pau e chita: bauxita explorada indústria...

Mario Chamie

a) Como é chamada a indústria que explora esses minérios?

b) Dê a localização geográfica das principais reservas desses minérios no país.

Pratique: rochas e minerais

Questão 01



TEIXEIRA, W. et al (Org.) *Decifrando a Terra*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. (adaptado)

O esquema mostra depósitos em que aparecem fósseis de animais do Período Jurássico. As rochas em que se encontram esses fósseis são:

- (A) magmáticas, pois a ação de vulcões causou as maiores extinções desses animais já

conhecidas ao longo da história terrestre.

- (B) sedimentares, pois os restos podem ter sido soterrados e litificados com o restante dos sedimentos.
 - (C) magmáticas, pois são as rochas mais facilmente erodidas, possibilitando a formação de tocas que foram posteriormente lacradas.
 - (D) sedimentares, já que cada uma das camadas encontradas na figura simboliza um evento de erosão dessa área representada.
 - (E) metamórficas, pois os animais representados precisavam estar perto de locais quentes.
-

Questão 02

A qual grupo de rochas pertencem os chamados combustíveis fósseis? Responda mostrando dois exemplos.

Questão 03

Rochas são quaisquer agregados naturais sólidos, compostos por diversos tipos de minerais, constituindo, assim, parte essencial da crosta terrestre.

Escreva os nomes das rochas na sequência de seu surgimento, explicando seu processo de formação e exemplificando.

Questão 04

Defina **minerais**, explicando a diferença entre minerais metálicos e não metálicos.

Questão 05

Aponte dois fatores que são responsáveis pela riqueza de recursos minerais no Brasil.

Questão 06

Qual é a importância do estado de Minas Gerais para a produção mineral no Brasil?

Questão 07

A exploração brasileira de recursos minerais já passou por diversas mudanças no que diz respeito à questão legal, visto que o Brasil já passou por diferentes momentos em seus mais

de 500 anos de história. Resuma alguns dos principais momentos em que diferentes leis foram criadas e aplicadas para gerenciar os recursos minerais brasileiros ao longo dos anos que se estenderam desde o Período Colonial até os dias atuais.

Questão 08

Sobre o extrativismo mineral no Brasil, são feitas as seguintes afirmações.

- I. A variada formação geológica do país abre um grande leque de recursos minerais.
- II. Grande parte das atividades de mineração é realizada em camadas profundas da litosfera.
- III. Os estados do Pará e de Minas Gerais destacam-se na exploração de recursos minerais.
- IV. A extração mineral provoca grande impacto ambiental e produz grande quantidade de rejeitos.
- V. O país é autossuficiente em cobre e estanho, mas produz pouca bauxita (alumínio).

Das características apresentadas anteriormente, estão corretas somente:

- (A) III, IV e V.
 - (B) I, II e III.
 - (C) I, II e V.
 - (D) I, III e IV.
 - (E) II, IV e V.
-

Questão 09

O território brasileiro apresenta uma grande diversidade de minerais e tem algumas das maiores reservas de minerais do mundo. Exemplo disso são as reservas de ferro, o principal minério extraído no país. Leia as afirmações a seguir e assinale a alternativa com o(s) item(ns) correto(s).

- I. Apesar de representarem um potencial econômico, os minerais são pouco explorados no território brasileiro.
- II. A Região Sul, ao longo da história, explora o carvão, que é vastamente utilizado na produção industrial.
- III. Na Região Norte do país, o estado do Pará é destaque pela exploração de ferro, bauxita

e manganês.

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

Questão 10

Qual o principal uso para o minério de bauxita? Apresente as principais características da produção desse minério no Brasil e suas principais áreas produtoras.

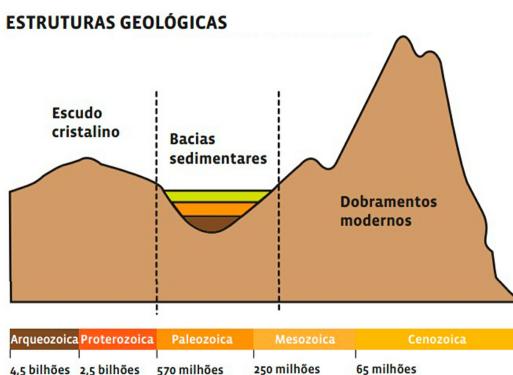
Questão 11

Descreva as principais características da produção de nióbio no Brasil e, em seguida, mostre quais aplicações merecem maior destaque para esse metal.

Estrutura geológica

Entende-se por estrutura geológica do planeta os diversos terrenos encontrados na superfície da Terra, formados por diferentes conjuntos de rochas.

Os três tipos de terrenos mais comuns são: os crátons ou escudos cristalinos; as bacias sedimentares e os dobramentos.



Estrutura geológica.

Reprodução

Escudos cristalinos (crátons)

Os escudos cristalinos correspondem aos primeiros núcleos de rochas que surgiram no

início da formação da crosta terrestre, sendo compostos, principalmente, por rochas **magmáticas plutônicas** do Pré-Cambriano e rochas **metamórficas** originárias do Paleozoico.

Também chamados de **blocos cratônicos**, os crátions (do grego "kratos", que significa **força**) são estruturas bastante antigas e estáveis da crosta continental, datam do Pré-Cambriano e podem ser encontradas em várias partes do mundo, como na América (Escudo Brasileiro e Canadense) e na África (Escudo Africano). A estabilidade das áreas cratônicas refere-se à baixa ou à nula atuação dos agentes internos transformadores do relevo. Nesse sentido, justifica-se o intenso desgaste sobre essas rochas pela ação dos agentes externos, principalmente da água, do vento e do clima.

Nessas formações, geralmente, há as jazidas de minerais metálicos, como as de minério de ferro, ouro, manganês, prata, cobre, alumínio e estanho. Além da concentração de minerais, em geral, os crátions apresentam grande relevância nos estudos referentes ao passado geológico do planeta, pois são as rochas mais antigas sobre a superfície.

A seguir, destacam-se os escudos ou maciços antigos.

- Escudo Canadense.
- Escudo das Guianas.
- Escudo Brasileiro.
- Escudo Fino-Escandinavo.
- Escudo de Angara.
- Escudo Guineano.

Em todos os escudos, as rochas têm idades entre 1 e 4 bilhões de anos. São áreas que apresentam certa estabilidade tectônica e que apresentam formas muito desgastadas devido ao longo período de exposição a processos erosivos. É importante destacar que, nesse tipo de estrutura geológica, predominam as jazidas de minerais metálicos, como ferro, ouro, prata e manganês.

Bacias sedimentares

As bacias sedimentares são estruturas geológicas que começaram a se formar apenas nas Eras Paleozoica e Mesozoica, resultado da acumulação de sedimentos provenientes do desgaste das rochas e dos restos de animais e vegetais em áreas mais baixas do relevo. A grande contribuição dessas estruturas é que, nelas, formaram-se importantes jazidas de

combustíveis fósseis, como o petróleo, o gás natural, o carvão mineral, entre outros minerais.



Ponte sobre o Vale de Rift de Alfagja, na Islândia, na fronteira entre as placas Eurasiática e Norte-Americana.

Wikimedia Commons

As bacias sedimentares correspondem a depressões preenchidas com detritos ou sedimentos transportados das áreas mais elevadas pela ação das águas e dos ventos e, nas regiões frias, pela ação das geleiras. Nessas bacias, assim como nos escudos e nos dobramentos, há uma relação estreita entre a natureza, a estrutura das rochas e as formas de relevo.

As bacias sedimentares preservam em si um registro detalhado do ambiente e dos processos tectônicos que deram forma à superfície da Terra por meio do tempo geológico, assim como os escudos cristalinos (ainda que de forma diferente) servem como importante repositório de recursos naturais, como água subterrânea, petróleo, carvão mineral, gás natural e recursos minerais diversos.

Dobramentos

Os dobramentos são porções da crosta terrestre que resultam de enormes pressões das forças internas ou endógenas causadas pelas placas tectônicas no sentido horizontal sobre rochas incompetentes (aqueles com certa plasticidade), gerando dobramentos e soerguimentos na crosta. Podem ser classificados da seguinte maneira.

Dobramentos antigos

Como o próprio nome sugere, foram formados em eras geológicas mais antigas, como a Pré-Cambriana e a Paleozoica. Não apresentam altitudes tão elevadas como os dobramentos modernos, por causa da ação contínua dos agentes erosivos ao longo dos anos. São

exemplos desse processo os Montes Apalaches, no leste dos Estados Unidos, e a Serra do Espinhaço, que se estende pelos estados da Bahia e de Minas Gerais.

Dobramentos modernos

Foram formados na Era Cenozoica por movimentos tectônicos ou orogenéticos, esse tipo de estrutura geológica não existe no Brasil. Essas forças tectônicas deram origem às altas cadeias de montanhas (Himalaia, Andes, Alpes, Rochosas) que, por não terem se consolidado por completo, ainda apresentam ocorrência de vulcanismos, terremotos e soerguimentos.



Nasa

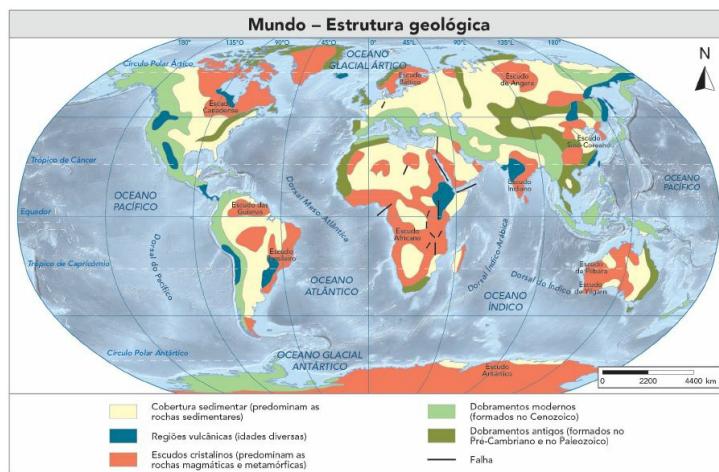
Os dobramentos modernos são formações geológicas recentes, constituídas basicamente por rochas magmáticas e metamórficas que apresentam certa plasticidade e que foram afetadas por forças tectônicas durante o Período Terciário. O processo de formação provocou o enrugamento dessas rochas e originou as cadeias montanhosas ou cordilheiras, que, por não terem se consolidado por completo, ainda apresentam intensa atividade tectônica.

Nessas regiões, é comum a ocorrência de terremotos e vulcanismos. O tectonismo leva à formação de dobramentos e falhas. Os dobramentos originam-se de forças laterais ou horizontais que agem em estruturas sedimentares ou metamórficas. As falhas resultam de forças verticais ou inclinadas que provocam o desnivelamento de rochas que não apresentam plasticidade.

Em virtude de sua formação recente, o tempo de atuação dos agentes erosivos não foi suficiente para desgastá-los intensamente, motivo pelo qual apresentam as maiores altitudes da superfície terrestre. São exemplos:

- Montanhas Rochosas (América do Norte);
- Cordilheira dos Andes (América do Sul);

- Cordilheira do Himalaia (Ásia);
- Alpes (Europa);
- Monte Atlas (África).



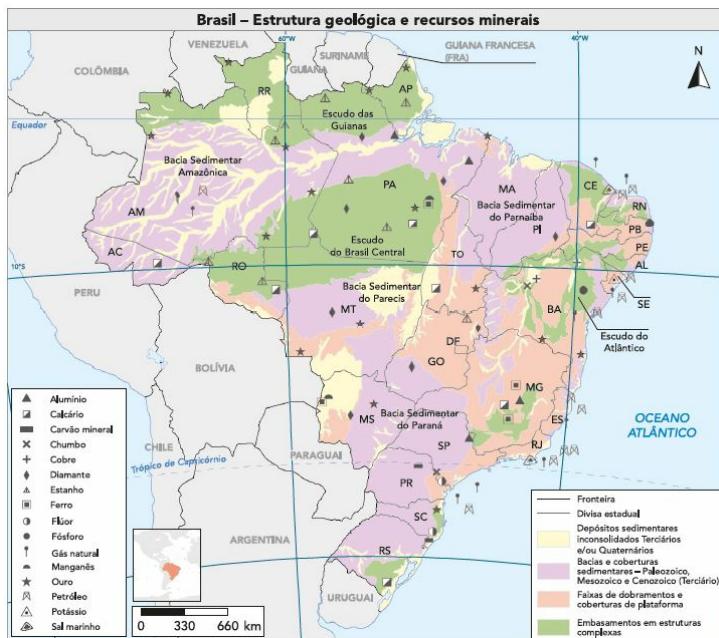
Atlas geográfico escolar. 6ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. p. 57.

Estrutura geológica no Brasil

Primitivamente ligada à África, com a qual compunha o continente Gondwana, a América do Sul é composta por duas massas cristalinas: o Escudo Brasileiro e o Escudo das Guianas. Esses escudos cristalinos apresentam traços de dobramentos antigos, pré-cambrianos e pré-devonianos. No Cretáceo (final da Era Mesozoica), quando foi iniciado o desligamento do bloco africano do brasileiro, formaram-se os dobramentos modernos e as bacias sedimentares, dando origem à Cordilheira dos Andes já no Terciário, na Era Cenozoica. Uma vez formada a Cordilheira dos Andes, ocorreu, quase simultaneamente, a regressão dos mares que cobriam as partes mais baixas dos escudos e as áreas próximas aos Andes.

A geologia dos terrenos brasileiros é muito antiga, com a presença dos escudos cristalinos e das bacias sedimentares, o que, junto de sua extensa área territorial e diversidade climática, origina formações geomorfológicas diversificadas. Em seu território, não existem dobramentos modernos, como os Andes, as Rochosas e o Himalaia. Isso explica as moderadas altitudes da geomorfologia brasileira, nas quais são raros os pontos em que o relevo ultrapassa 2 000 metros de altitude, sendo as maiores altitudes isoladas encontradas na fronteira norte do país, enquanto as maiores médias regionais estão na Região Sudeste.

A estrutura geológica do território brasileiro pode ser dividida em dois conjuntos principais: os escudos cristalinos e as bacias sedimentares, como pode ser observado no mapa a seguir.



BIZZI, Luiz A. et al. (Org.) **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil** Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003; Ministério do Meio Ambiente, 2014; IBGE, 2014.

Escudos cristalinos

Ao fim do Período Arqueozoico e durante o Proterozoico (2500 ma-540 ma), o território brasileiro também foi afetado pelo diastrofismo. Esse processo resultou na formação do Escudo das Guianas e do Escudo Brasileiro, os quais correspondem a cerca de 36% da área total do território do país.

Escudo das Guianas

O Escudo das Guianas é um dos escudos cristalinos que compõem a Placa Sul-Americana. É uma formação geológica que data de 1,7 bilhão de anos (Proterozoico) e se localiza no nordeste da América do Sul. Esse escudo abrange partes da Venezuela, na região dos altiplanos, e partes do Brasil, ao norte do Rio Amazonas, uma área estável desde longa data. As maiores elevações da região dos altiplanos são conhecidas como mesetas ou *tepuis*, como são denominadas pelos indígenas da região.

Os *tepuis* fazem parte de um planalto sedimentar, no qual está assentado o Monte Roraima. Esse planalto surgiu antes da separação dos continentes da África e da América do Sul, resultado dos movimentos tectônicos ocorridos há cerca de 150 milhões de anos. Seus montes e serras foram então trabalhados pelas águas, formando o relevo atual. Nessa região, estão localizados também o Pico da Neblina, com 2 994 metros, e o Pico 31 de Março, com 2 973 metros, os mais altos do Brasil.

Escudo Brasileiro

O Escudo Brasileiro abrange áreas da porção central, leste e sul do país. Essa antiga área do relevo brasileiro encontra-se dividida em duas partes principais, conhecidas como Escudo do Brasil-Central e Escudo Atlântico. Dentro dos escudos cristalinos brasileiros, é possível distinguir porções denominadas núcleos cratônicos ou ainda províncias estruturais.

Como foi citado anteriormente, esse tipo de estrutura geológica destaca-se pelo predomínio de jazidas de minerais metálicos, como ouro, ferro, manganês e estanho, como pode ser observado no mapa referente à estrutura geológica e aos recursos minerais do Brasil.

Bacias sedimentares

As formações sedimentares recentes ocupam 64% da superfície do país, cerca de 5,5 milhões de km². Essas formações sobrepõem-se aos terrenos pré-cambrianos, que formam o embasamento cristalino do relevo e afloram em 36% do território nacional. Como reflexo da estrutura geológica sedimentar e antiga, a altimetria do relevo caracteriza-se pelo predomínio das baixas e médias altitudes. Existem também variações nas classificações quanto à extensão dessas estruturas.

- ▶ **Bacias de grande extensão:** a Bacia Amazônica, a Bacia do Parnaíba (conhecida também como Meio-Norte), a Bacia do Paraná (ou Paranaica) e a Bacia Central.
- ▶ **Bacias de menor extensão:** a Bacia do Pantanal Mato-Grossense, a Bacia do São Francisco (ou Sanfranciscana), a Bacia do Recôncavo Tucano (produtora de petróleo) e a Bacia Litorânea.

Além dessas bacias, é possível encontrar as chamadas **bacias de compartimento**, que são ainda menores em comparação com as citadas anteriormente, pois correspondem às formações sedimentares alojadas em porções côncavas dos escudos cristalinos de pouca extensão e profundidade, chamadas de **bacias intracratônicas**. É o caso das bacias sedimentares de Curitiba (PR), Taubaté (SP) e Resende (RJ).

Parte das bacias sedimentares do Brasil apresentam camadas dispostas predominantemente horizontais, o que evidencia a ausência de movimentos como tectonismo ou diastrofismo, permitindo concluir que são formações geológicas recentes.

Entretanto, é importante destacar que, ao fim da Era Mesozoica, ocorreram movimentos tectônicos da crosta que formaram grandes fraturas. Por essas fraturas, ocorreu o escoamento de lavas basálticas, que percorreram grandes extensões ao sul do território brasileiro e da região de Poços de Caldas e Araxá (MG). Uma vez consolidadas, as lavas

resultantes do vulcanismo deram origem a rochas magmáticas (com destaque para os basaltos). Essas rochas, por apresentarem grande resistência à erosão, formaram relevos residuais, originando várias quedas-d'água nos rios do Centro-Sul. Quando submetidas ao intemperismo e à ação de agentes erosivos, desagregaram-se e decompuseram-se, originando solos avermelhados conhecidos popularmente como terra roxa, encontrados principalmente no Planalto Meridional.

Algumas bacias sedimentares do Brasil datam do Paleozoico e do Mesozoico. Observe o quadro a seguir e compreenda a sua organização temporal.

Eras geológicas – Formação das bacias sedimentares do Brasil		
Cenozoica (vida recente)	Quaternário 1,8 ma-Hoje	■ Formação de bacias sedimentares Bacia do Pantanal
	Terciário 65 ma-1,8 ma	■ Formação de bacias sedimentares Bacia Amazônica
Mesozoica (vida intermediária) 250 ma-135 ma		■ Formação de bacias sedimentares Bacia Paranaica Bacia Sanfranciscana Bacia do Meio-Norte ■ Formação de ilhas Trindade Martim Vaz Arquipélago Fernando de Noronha Penedos de São Pedro e São Paulo ■ Derrames basálticos na Região Sul ■ Formação do Planalto Meridional
Paleozoica (vida antiga) 540 ma-290 ma		■ Formação de bacias sedimentares antigas Início da formação da Bacia Paranaica e Bacia Sanfranciscana.

Reprodução

Convém destacar que as bacias sedimentares estão, geralmente, associadas à ocorrência de combustíveis fósseis, como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural.

Saiba mais: os tepuis



Monte Roraima está localizado à direita da imagem; à esquerda temos o Tepui Kukenan.

Mauricio Campello / Wikimedia Commons

Nas fronteiras entre o Brasil, a Venezuela e a Guiana, existem montanhas únicas no

planeta, formadas há milhões de anos. Os *tepuis*, como são chamados pelos indígenas, são imensos platôs sedimentares com, aproximadamente, 3 mil metros de altitude.

O Monte Roraima é considerado um dos pontos culminantes do Brasil, com 2 734 metros de altitude. Segundo a lenda dos indígenas caribés, esse platô é morada do deus Macunaíma. A lenda foi criada para explicar a formação do monte e a diversidade do ecossistema. Na parte de cima do Monte existe uma biodiversidade preservada e **endêmica**. Para protegê-lo, foi criado, em 1989, o Parque Nacional do Monte Roraima, que abriga 116 000 hectares.



Parte de cima do Monte Roraima, onde existem formações únicas e uma biodiversidade muito preservada.

Bigolho16 / Wikimedia Commons



Glossário

Endêmica: nativo de determinada região.

Agora é com você**Questão 01**

No Brasil, os escudos cristalinos correspondem a cerca de 36% da área total do território brasileiro. De qual processo de formação eles são resultantes?

Questão 02

As bacias sedimentares ocupam a maior parte do território brasileiro. Estima-se que elas ocupem 5,5 milhões de km², ou seja, cerca de 64% do país. Considerando sua extensão, como estão divididas as bacias sedimentares no Brasil?

Pratique: estrutura geológica

Questão 01

A crosta terrestre é formada por três tipos de estruturas geológicas, caracterizados pelos tipos predominantes de rochas, pelo processo de formação e pela idade geológica. Essas estruturas são os maciços cristalinos, as bacias sedimentares e os dobramentos modernos.

Sobre esse assunto, é correto afirmar que:

- (A) os maciços antigos ou escudos cristalinos, datados da Era Pré-Cambriana, são constituídos por rochas sedimentares e são ricos em jazidas de minerais não metálicos.
- (B) as bacias sedimentares são formações muito recentes, datando da Era Quaternária, ricas em minerais energéticos e com intenso processo erosivo; constituem 64% do território brasileiro.
- (C) os dobramentos modernos, resultantes de movimentos epirogenéticos, são constituídos por rochas magmáticas, datam do Período Terciário e são ricos em carvão e petróleo, como os Andes, os Alpes e o Himalaia.
- (D) as principais reservas petrolíferas e carboníferas do mundo se encontram nas bacias sedimentares, enquanto minerais como ferro, níquel, manganês, ouro, bauxita etc. são encontrados nos maciços cristalinos; os dobramentos modernos constituem áreas de intenso vulcanismo.
- (E) os combustíveis fósseis, como o carvão vegetal e a bauxita, são encontrados nas bacias sedimentares, as quais ocupam 36% da cobertura geológica do Brasil.

Questão 02

Quais as áreas de depressões que foram preenchidas por sedimentos, onde é comum se encontrar jazidas minerais?

- (A) Dobramentos modernos.
 - (B) Bacias sedimentares.
 - (C) Escudos cristalinos.
 - (D) Bacias geológicas.
-

Questão 03

Que tipo de estrutura geológica se caracteriza como formações mais antigas, onde é comum se encontrar ouro e cobre?

- (A) Bacias geológicas.
 - (B) Dobramentos modernos.
 - (C) Bacias sedimentares.
 - (D) Escudos cristalinos.
-

Questão 04

Em sua grande maioria, as bacias sedimentares do Brasil possuem camadas dispostas horizontalmente, fato que evidencia a ausência de movimentos naturais – tectonismo ou diastrofismo – datados de tempos geológicos modernos. Entretanto, ocorreram movimentos da crosta que formaram fraturas, principalmente em decorrência de forças tectônicas. Qual a consequência dessas fraturas para o território brasileiro?

Questão 05

Leia a definição a seguir e depois assinale a estrutura geológica correspondente.

É uma área deprimida estruturalmente, de forma ovalada e com grandes dimensões, situada no interior de uma região continental estável. Recebeu suprimentos sedimentares durante uma larga escala de tempo. Grande parte do Paraná e da Região do Meio-Norte situa-se em uma estrutura geológica desse tipo.

- (A) Bacia intracratônica.
- (B) Bacia de deflação.

- C Bacia evaporítica.
 - D Bacia falhada.
 - E Bacia hidrogeológica.
-

Questão 06

A estrutura geológica do Brasil é composta por:

- I. escudos cristalinos, muito antigos, de rochas rígidas e resistentes que originaram planaltos e algumas depressões, compondo $\frac{1}{3}$ do território nacional.
- II. bacias sedimentares compostas de rochas sedimentares que originaram as planícies, planaltos sedimentares ou depressões, ocupando cerca de 64% do total do país.
- III. dobramentos modernos que originaram planaltos e relevos montanhosos, formados no Terciário, ocupando cerca de 30% do território nacional.
- IV. escudos cristalinos recentes, pouco desgastados por processos erosivos, que deram origem às formas de relevo no qual predominam os planaltos montanhosos distribuídos por quase todo o território nacional.

Assinale a alternativa correta.

- A Somente as afirmativas I e II são corretas.
 - B Somente as afirmativas I e IV são corretas.
 - C Somente as afirmativas III e IV são corretas.
 - D Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
 - E Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.
-

Questão 07

Estruturas geológicas são diferentes tipos de rochas (e minerais) que compõem a litosfera. A respeito da estrutura geológica do Brasil, é correto afirmar que:

- A o território brasileiro é formado fundamentalmente por maciços antigos, bacias sedimentares e dobramentos modernos.
- B a base estrutural do nosso território é de natureza cristalina, portanto muito antiga e rígida.
- C os afloramentos superficiais do embasamento cristalino representam cerca de 64% do total da superfície do país, ao passo que as áreas sedimentares representam em torno de 36%.

- D os terrenos formados na Era Cenozoica são de grande importância, porque geralmente aparecem associados às jazidas de minerais metálicos.
- E as bacias sedimentares apresentam camadas dispostas horizontalmente ou quase horizontalmente, o que evidencia a atuação de agentes internos.
-

Questão 08

O mapa apresenta um esboço do relevo brasileiro, de acordo com o prof. Aziz Nacib Ab'Saber.



Com base na análise da figura, tem-se como verdadeiro que:

- A todos os compartimentos de relevos são de origem sedimentar.
- B as planícies e terras baixas amazônicas correspondem, geologicamente, à área da Bacia Sedimentar Amazônica.
- C o Planalto Meridional apresenta, exclusivamente, rochas do embasamento cristalino.
- D o Planalto Nordestino não tem superfícies rebaixadas e pediplanadas.
- E a Planície do Pantanal está associada às rochas cristalinas do Cenozoico.
-

Questão 09

Sobre a formação geológica do território brasileiro, assinale a alternativa correta.

- A O Brasil não apresenta dobramentos modernos, mas apresenta vestígios de antigos dobramentos do Pré-Cambriano.
- B As províncias Mantiqueira, Borborema e Tocantins resultam de processos orogenéticos ocorridos no Cenozoico.
- C As camadas rochosas da bacia sedimentar do Paraná atestam a ocorrência de extensos derrames vulcânicos durante o Pré-Cambriano.

- (D) As províncias Guiana Meridional, Xingu e São Francisco figuram entre as principais bacias sedimentares brasileiras.
 - (E) A Serra do Mar foi formada pelo ciclo orogenético ocorrido no Quaternário.
-

Eventos geológicos e ocupação humana

Vulcanismo e solos férteis

A ocupação de áreas próximas aos vulcões é uma prática antiga para o ser humano e ocorre pela potencialidade do solo na região, rico em minerais e outros elementos consequência das erupções vulcânicas.

Com o endurecimento da lava, o solo formado na área possui rochas como o basalto e o feldspato, que são compostas por minerais importantes como o ferro. As cinzas vulcânicas expelidas na erupção estão carregadas de elementos que nutrem o solo. As plantações de uva, batata-doce, cenoura e café são algumas das que se beneficiam nessas condições.

Produtos de limpeza e pedras preciosas são outros artigos possibilitados pela atividade vulcânica. A geração de energia geotérmica desenvolvida para captar o calor do interior da terra também é adotada em países como Moçambique, Japão e Chile e representa um avanço no uso de energias renováveis.

Os métodos para o monitoramento dos vulcões dão suporte para a população dessas áreas e contam com a interação de diversos países e institutos de pesquisas, já que alguns movimentos vulcânicos podem representar catástrofes mundiais e, ainda, afetar o clima e a economia.

As imagens de satélites, os *drones*, os radiotransmissores e o compartilhamento de dados são algumas das estratégias atuais possibilitadas pela tecnologia que tornam possível acompanhar em tempo real as condições do magma e a interpretação dos sinais geofísicos e climáticos que sinalizam as erupções.



O vulcão La Malinche, no México, foi fotografado da estação espacial em 2013. Podemos observar nas bordas da imagem, a presença de retângulos que representam as culturas agricultoras que existem na região.

Os depósitos associados à estrutura indicam que a erupção mais recente ocorreu perto do final do século XII.

Nasa

Terremotos e construções

Assim como as áreas próximas aos vulcões, locais que sofrem com terremotos também são ocupadas pelos seres humanos há milênios. Mas apesar de a população estar exposta aos riscos dos tremores, ela desenvolve, com o tempo, técnicas para minimizar as catástrofes.

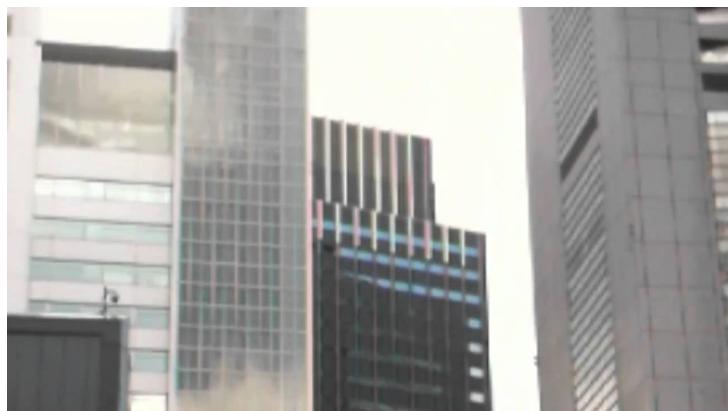
Os códigos de construções em áreas suscetíveis aos abalos sísmicos são essenciais no gerenciamento de possíveis catástrofes. Além de salvarem muitas vidas, contribuem na economia dos recursos para reconstrução.

Vamos conhecer algumas técnicas para o enfrentamento dos terremotos.

- ▶ **Amortecedores eletrônicos + material para as junções e estruturas dos andares:** ajudam a dissipar a energia do tremor quando a estrutura se movimenta.
- ▶ **Contrapeso no topo dos edifícios altos:** o peso é movido no sentido contrário do tremor quando o edifício é atingido.
- ▶ **Janelas presas às armações de borracha ou plástico flexível:** possibilita que o vidro flutue e não se despedace.
- ▶ **Paredes super-resistentes:** utilizadas em edifícios mais baixos, são construídas com armações de ferro e grossas camadas de concreto para aguentar o tranco do tremor.
- ▶ **Ordenação dos materiais:** os elementos mais pesados da construção devem ficar na parte térrea, a fim de que o peso seja aliviado nos andares superiores.
- ▶ **Materiais adequados na construção:** os principais são areia de rio ou minas, ferro e

madeira, com capacidade de absorver o impacto e até recuperar a forma. A areia do mar, por exemplo, nunca deve ser utilizada, pois danifica o concreto e o ferro.

- **Erguer edificações em solos seguros:** construções em áreas instáveis geologicamente e suscetíveis à erosão, como margens de rios e encostas, têm poucas chances de suportarem os tremores e o deslocamento do solo.



<https://www.youtube.com/watch?v=JhJzdtzl6KY>

Roda de conversa: como se recuperar de um grande terremoto?



As regiões leste e sul da Ásia são bem movimentadas no que diz respeito às movimentações das placas tectônicas, mas não reagem da mesma forma quanto à gestão desses eventos.

Sumatra é parte do arquipélago da Indonésia localizado no Oceano Índico. Em 2004, foi atingido por um **tsunami** com ondas de até 30 metros de altura. Com terremotos de até $9,3\text{ M}_w$, causou impactos no sistema de saneamento, no abastecimento da população e na contingência de doenças. O número de mortes superaram 220 mil pessoas.

Já o Japão foi atingido por um terremoto de $9,1\text{ M}_w$ em 2011. As ondas chegaram a 10 metros e percorreram mais de 10km de terra. Como resultado, mais de 15 mil mortes e um prejuízo material de 16,9 trilhões de ienes (cerca de R\$ 334,2 bilhões).

Acesse os *links* abaixo para saber mais sobre a recuperação da Indonésia e do Japão após as catástrofes e também sobre o Programa Internacional de Monitoramento de Eventos Geológicos.

- [Reconstrução do Japão após o terremoto em 2011.](#)
- [Reconstrução da Indonésia após terremoto em 2004.](#)
- [Monitor de eventos geológicos e climáticos.](#)

Vamos refletir sobre alguns pontos e compartilhar com a turma.

- ▶ Quais características do território dos países os tornam suscetíveis aos terremotos?
- ▶ Acesse o *site* do Monitor Global, localize a Indonésia e o Japão e registre a situação sísmica das áreas.
- ▶ Qual é a importância de um monitoramento global de eventos geológicos e climáticos?
- ▶ Explique as semelhanças e diferenças entre os processos de reconstrução dos dois países.

Atividades econômicas, transformação do espaço e impactos sobre a estrutura geológica

Grandes obras de engenharia



Em sentido horário na imagem, temos grandes obras de engenharia da história: a Esfinge de Gizé, Egito (2723 a.C.-2563 a.C.); a Grande Muralha da China (220 a.C.-); Machu Pichu, Peru (século XV); e o castelo de Ksiaz, Polônia (século XIII).

Barcex / Severin.stalder / Pedro Szekely / Jar.ciurus / Wikimedia

Commons

Na imagem no início desta página, temos algumas construções de diferentes civilizações

que, além de possibilitarem o desenvolvimento de técnicas para a ocupação dos terrenos, mobilizaram grande quantidade de recursos minerais e trabalhadores para a obra.

A maneira como os grupos humanos se instalam sobre o terreno está relacionada às técnicas que possuem e desenvolvem nas construções. Por exemplo, na Antiguidade, a transição da madeira e barro para as rochas trouxe maior firmeza e segurança para as construções, mas para usá-las foi necessário a criação de ferramentas como a polia.

O conhecimento das características físicas e geológicas de um terreno garante o panorama de possíveis problemas, o que possibilita a adequação dos projetos à estrutura geológica, às rochas, às feições geológicas, aos processos erosivos e ao solo. As propriedades das rochas e minerais têm que ser consideradas em cada obra, assim como condições climáticas do local que alimentam o intemperismo.



Glossário

Intemperismo: processo físico ou químico que altera a composição da rocha gerando a desagregação a partir do contato, durante muito tempo, com a água, os ventos, o sol e os agentes biológicos.

Com a evolução da ciência e das máquinas, novas possibilidades de alteração do terreno foram criadas. As obras modernas venceram a limitação de estruturas profundas e solos instáveis. Vamos conhecer algumas delas.

Estradas, pontes e túneis

As estradas e pontes são construções essenciais no desenvolvimento da sociedade. Por exemplo, as técnicas de estacamento desenvolvidas pelos romanos para construção de pontes possibilitou a expansão do império, pois essas estruturas passaram a sustentar a passagem de carruagens e grandes agrupamentos militares. Assim, possibilitaram a ampliação do comércio com uma velocidade maior dos transportes e, consequentemente, o desenvolvimento de núcleos urbanos ao longo das vias.

A qualidade dessas estruturas está relacionada às técnicas geológicas utilizadas pelos(as) projetistas e construtores(as). Na modernidade, a engenharia de materiais e a geologia possibilitam a criação de obras impressionantes em locais que parecem impossíveis.

Vamos conhecer como foram executadas algumas obras da atualidade.

Rodovia dos Imigrantes, São Paulo, Brasil



Rodovia dos Imigrantes, SP.

OS2Warp / Wikimedia Commons

A Rodovia dos Imigrantes no estado de São Paulo é uma importante rota de transporte entre centros industriais e o Porto de Santos. Foi escolhida para ser apresentada aqui, pois é uma estrutura de 58,5 km com 14 túneis, que somam 8,23 km, 7 pontes e 44 viadutos cortando um relevo ingrime de estrutura cristalina, que configuraram condições severas geológicas, topográficas e ambientais. A obra representa, portanto, uma evolução nas técnicas de construções brasileiras e na redução de impactos ambientais. Destacamos algumas etapas da construção:

- ▶ **túneis:** são escavados em solo a partir da perfuração automatizada da rocha e explosivos inseridos em partes estratégicas para a destruição controlada das rochas. Após a detonação, a área é limpa e uma malha de aço é instalada e depois recoberta com camada de concreto projetado. Enquanto a abóbada superior vai sendo trabalhada, no sentido oposto é construído o arco inverso da pista com retirada de material, instalação de estruturas metálicas e concretamento.
- ▶ **viadutos:** foram utilizados três métodos para a construção dos viadutos no percurso da rodovia. A decisão quanto ao modelo adotado partiu dos estudos das características locais da rocha, do relevo e dos impactos causados. O método das vigas lançadas é o mais tradicional deles. Já o de balanços sucessivos é feito a partir da instalação dos pilares, montagem da armação e concretagem até conectar as estruturas principais. Por fim, nos viadutos a concretagem é feita em solo e deslocada sobre a estrutura dos pilares.



Assista: Construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes, São Paulo, Brasil

Acesse o *link* da [construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes](#) para assistir em detalhes a algumas partes da operação.

Metrô da cidade de São Paulo, Brasil



Túnel da obra do Metrô da Linha Lilás na Estação Santa Cruz, SP.

Reprodução

Você imagina como é possível construir túneis longos e profundos em uma cidade já ocupada e com fluxos diáários gigantescos?

O Metrô da cidade de São Paulo foi fundado em 24 de abril de 1968, conta com 101,4 quilômetros de extensão (12,9 quilômetros de monotrilho), 84 estações e transporta cerca de 1 bilhão de pessoas por ano. A sua expansão é lenta, e uma das causas é a dificuldade da realização de obras de grande complexidade geológica em áreas construídas.

Em superfície, faz-se necessária uma série de acordos e decisões judiciais de liberação de terrenos para as obras. Na profundidade, a estrutura geológica, os tipos de rochas e o sistema de drenagem das áreas atingidas vão sinalizar a técnica mais adequada para a obra.

Conheça alguns desafios da construção do Metrô:

- fundações de construções já existentes;
- construção por baixo do leito do Rio Pinheiros;

- desvio ou realocação de estruturas urbanas já existentes, como redes de gás, esgoto e água;
- rebaixamento do lençol freático;
- tratamento do solo a partir da superfície para dar suporte à fragilidade da profundidade devido ao intenso fluxo do lençol freático.

Assista aos vídeos a seguir para conhecer algumas técnicas utilizadas na construção das linhas do Metrô.



<https://www.youtube.com/watch?v=YzGkyMrnbA0>

"Metrô de São Paulo | Linha 4 – Amarela". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YzGkyMrnbA0>>. Acesso em: 17 dez. 2013.

No próximo vídeo, temos outra técnica utilizada para a construção dos túneis.



<https://www.youtube.com/watch?v=NeO3k4C0tnQ>

"Como funciona um Shield, TBM ou Tatuzão". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=NeO3k4C0tnQ>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

Exploração de petróleo no fundo marinho



Plataforma de petróleo do programa Pré-Sal – P51.

Petrobras / ABr

Uma plataforma de petróleo *offshore* é uma grande estrutura de perfuração em alto-mar, podendo estar fixa ao fundo ou flutuando. Para a exploração, é necessário o desenvolvimento de tecnologias mais resistentes à corrosão, a altas temperaturas e à pressão devido à profundidade nos quais se encontram as jazidas de petróleo e gás natural.

A operação envolve estudos sísmicos e geológicos, perfuração até a rocha na qual o petróleo está armazenado e bombeamento para navios, onde ocorrem os primeiros processos de separação e o transporte até a costa. A profundidade de perfuração já alcançou mais de 11 quilômetros.

Ao longo de 90 anos de exploração, diversos impactos ambientais foram produzidos por essa atividade econômica, por isso é essencial a fiscalização desses empreendimentos por órgãos do meio ambiente e da sociedade civil.

Vamos conhecer alguns dos impactos gerados na exploração *offshore*:

- ▶ **impactos na colocação de dutos:** tubulações com defeitos e o rompimento de cascos com fluxo contínuo sob pressão podem causar grandes vazamentos;
- ▶ **poluição do fundo marinho:** pequenos vazamentos nos dutos e depósitos de resíduos podem ocasionar a poluição do fundo marinho e a alteração no ecossistema e temperatura da água;
- ▶ **vazamento de petróleo:** acarreta uma série de impactos no ambiente e na vida marinha, atingindo as populações costeiras. A penetração de luz é impedida, afetando a cadeia alimentar, animais são intoxicados e aprisionados pelo óleo, ocasionando muitas mortes, e a população costeira é impactada na pesca e no turismo.

Importante: mineração no fundo do mar



Uma nova prática de exploração econômica vem despertando interesse de empresas de mineração: é a exploração do fundo do mar. Grandes depósitos metálicos foram localizados e máquinas foram adaptadas para essa operação. Ambientalistas alertam para os impactos que podem ser gerados na vida marinha, na estrutura geológica e também para a sociedade. Já os juristas apontam a complexidade da delimitação das propriedades e os direitos de exploração.

Impactos da mineração

Os impactos que a mineração pode causar na comunidade onde está inserida são alarmantes. Veja, a seguir, alguns dos principais problemas relacionados a essa atividade.

- inicialmente, para se estabelecer a exploração de minerais a céu aberto, torna-se necessário o desflorestamento, o que acarreta a destruição de ecossistemas inteiros;
- os recursos hídricos são atingidos, tomados por partículas sólidas provenientes do processo de prospecção, do beneficiamento e da infraestrutura; óleos, graxas e elementos químicos deixados no solo podem ser lixiviados e prejudicar a fauna e a flora aquáticas e também a qualidade das águas subterrâneas;
- a geologia da área é perdida após a abertura da cava, modificando o relevo de forma brusca, podendo causar o surgimento de voçorocas e assoreamentos;
- a retirada da cobertura vegetal para abertura da cava e para construção de vias de acesso altera gravemente a permeabilidade do solo;
- a qualidade do ar é comprometida devido ao intenso uso de veículos pesados e leves, máquinas, ou mesmo pela queima e pela poeira de diferentes minérios, dos quais se desprendem partículas sólidas finas, que formam nuvens de poeira capazes de se alastrar a grandes distâncias.



Acúmulo de água contaminada dos resíduos utilizados na atividade mineradora na Serra dos Carajás, Pará.

shutterstock.com

Merece atenção especial a contaminação por metais pesados. Esses metais são altamente reativos e bioacumuláveis, ou seja, além de causarem problemas ao contato com o homem, não são eliminados pelo organismo. Os mais comuns são o chumbo, o mercúrio e o cádmio, pois não possuem função dentro do organismo dos seres humanos e seu acúmulo pode provocar graves doenças. A contaminação em seres humanos pode ocorrer por meio da ingestão de água e de peixes contaminados; pelas vias respiratórias, por conta da queima e da vaporização desses metais; e pelo contato com a pele.

A seguir, veja alguns dos principais metais pesados contaminantes e os problemas causados por eles nos seres humanos.

- **Mercúrio:** concentra-se em diversas partes do corpo, como pele, cabelo, glândulas sudoríparas e salivares, tireoide, pulmões, pâncreas, fígado, rins, aparelho genital e cérebro, além de atingir órgãos do sistema digestório, provocando inúmeros problemas de saúde.
- **Chumbo:** atinge o sistema nervoso, a medula óssea e os rins.
- **Cádmio:** causa problemas gastrointestinais e respiratórios.
- **Arsênio:** causa problemas nos sistemas respiratório, cardiovascular e nervoso.
- **Cromo:** provoca irritação na pele e, em doses elevadas, câncer.
- **Manganês:** causa problemas respiratórios e efeitos neurotóxicos.

Leitura Complementar



Como ficou Mariana depois do rompimento da barragem

O rompimento da "Barragem do Fundão", da mineradora Samarco, ocorrido em 5 de novembro de 2015, em Mariana, Minas Gerais, é considerado o maior desastre ambiental relacionado à mineração já registrado no mundo. No rompimento, vazaram, aproximadamente, 60 milhões de metros cúbicos de lama. O prejuízo da tragédia é estimado em R\$ 5,2 bilhões de reais.



Em matéria retrospectiva de 2015, a publicação inglesa *The Guardian* classificou a tragédia em Mariana como um dos "cinco escândalos corporativos" que "definiram" o ano.

Antonio Cruz / Agência Brasil

Mariana foi fundada por bandeirantes paulistas que descobriram ouro na região, foi a primeira vila e a primeira capital de Minas Gerais. O município teve dois distritos atingidos pela tragédia: Bento Rodrigues e Paracatu.

Os produtores da região praticavam a agricultura familiar: criação de gado leiteiro, aves e suínos, além do cultivo de hortas e pomares domésticos.



Reprodução

- ▶ **Vegetação:** um total de 1 469 hectares de vegetação, incluindo áreas de preservação ambiental, foram destruídos.
- ▶ **Solo:** a lama de rejeitos formou uma camada sedimentada que dificulta a

infiltração da água e a fertilidade do solo, já que não permite a germinação de sementes, necessária para o desenvolvimento das plantas.

- ▶ **Animais:** cães, gatos, cavalos, porcos, além do gado, estão entre os animais resgatados da tragédia.
- ▶ **Turismo:** após o rompimento da barragem, os turistas desapareceram da cidade. A atividade responde por 11% da arrecadação do município. Os outros 89% vêm da mineração.

Atingindo mais de 660 km do Rio Doce, os **rejeitos** de mineração formaram uma onda de lama que chegou ao Espírito Santo em menos de 5 dias. De acordo com o Ibama, as águas turvas (e não uma suposta contaminação) provocaram a morte de milhares de peixes; das 80 espécies atingidas, 12 existiam apenas na região.

O rejeito é um material resultante da atividade mineradora. Geralmente é composto por resquícios de rocha e água e pelas substâncias químicas usadas no beneficiamento da matéria-prima.

Embrapa, Ibama. Estudo 'Bowker Associates Science & Research in the Public Interest'. Acesso em:
jan. 2016.

Saiba mais: profissões



shutterstock.com

A profissão do(a) geólogo(a) trata da investigação das condições da estrutura geológica, das rochas e dos minerais de um local. Atuam em grandes projetos de engenharia, no monitoramento e na resposta aos eventos geológicos, levantamentos geofísicos, localização de recursos minerais, recuperação de áreas naturais e gestão de impactos ambientais.

O trabalho é de pesquisas, análise de dados, construção de modelos e práticas de campo. A formação envolve conhecimentos de Geografia, Física, Química, Matemática, entre outras.

Pratique: ação antrópica e eventos geológicos

Questão 01

Na Serra do Navio (AP), uma empresa construiu uma usina de beneficiamento, um porto, uma estrada de ferro e vilas. Entretanto, depois que as reservas foram exauridas, a companhia fechou a mina e as vilas se esvaziaram. Sobrou uma pequena comunidade de pescadores. São 1,8 mil moradores que sofrem com graves problemas nos rins, dores no corpo, diarreia e vômitos decorrentes da contaminação do solo e da água por arsênio.

MILANEZ, B. Impactos da mineração. *Le monde diplomatique*. São Paulo, ano 3, n. 36. (adaptado)

A existência de práticas de exploração mineral predatórias no Brasil tem provocado:

- (A) a criação de estruturas e práticas geradoras de impactos socioambientais pouco favoráveis à vida das comunidades.
- (B) a adequação da infraestrutura local dos municípios e regiões exploráveis à recepção

dos grandes empreendimentos de exploração.

- (C) a ampliação do número de empresas mineradoras de grande porte que têm sua atuação prejudicada pelo atendimento às normas ambientais brasileiras.
 - (D) o distanciamento geográfico das áreas exploráveis em reação às demarcações de terras indígenas que são pouco apropriadas à extração dos recursos.
 - (E) o estabelecimento de projetos e ações por parte das empresas mineradoras em áreas de atuação nas quais as reservas mineralógicas foram exauridas.
-

Questão 02

"... Tudo murcha, pois a indústria extractiva (e não transformadora) de minerais não costuma deixar senão um rastro de pó e tristeza..."

O horizonte, a exaustão, de Carlos Drummond de Andrade.

- a) Caracterize duas áreas nas regiões Sul e Sudeste quanto à natureza econômica da exploração e ao destino da produção mineral.
 - b) Explique duas consequências da atividade mineradora para o ambiente e a sociedade dessas áreas.
-

Pratique: vestibulares e Enem

Questão 01

Pela sua extensão e posição, a América do Sul apresenta uma variedade de paisagens naturais. É característica natural da América do Sul a existência de:

- (A) áreas sujeitas a abalos sísmicos nas porções setentrional e oriental.
 - (B) rios que drenam a vertente do Pacífico mais caudalosos e extensos do que aqueles que deságuam no Atlântico.
 - (C) vegetação de pradaria na porção norte e de coníferas no sul.
 - (D) maciços抗igos no centro-leste; planícies sedimentares no centro, dobramentos modernos no extremo oeste.
 - (E) clima temperado úmido no norte; clima desértico quente no oeste e clima tropical no sul.
-

Questão 02

As colunas que pendem do teto de uma caverna são as estalactites, e as que se formam em seu piso, a partir dos respingos caídos do teto, são as stalagmites. Ambas se originam da

precipitação e solidificação de bicarbonato de cálcio que se encontra dissolvido na água. Assinale a alternativa que indica o tipo de grupo de rochas a que as estalactites e as stalagmites estão associadas.

- (A) Rochas sedimentares detriticas, formadas pela decomposição e deposição de detritos de rochas preexistentes.
 - (B) Rochas sedimentares de origem orgânica, formadas pelo acúmulo de detritos orgânicos.
 - (C) Rochas sedimentares de origem química, isto é, formadas pela deposição de sedimentos por processos químicos.
 - (D) Rochas metamórficas, resultantes da metamorfose de rochas magmáticas e sedimentares quando submetidas a certas condições de temperatura e pressão no interior da Terra.
 - (E) Rochas sedimentares de origem química, formadas pelo acúmulo de detritos orgânicos.
-

Questão 03

Sobre as rochas que compõem a crosta terrestre, assinale a alternativa correta.

- (A) As rochas sedimentares formaram-se pelo resfriamento e pela solidificação de minerais da crosta terrestre, isto é, o magma.
 - (B) As rochas metamórficas formaram-se a partir das transformações sofridas pelas rochas magmáticas e sedimentares quando submetidas ao calor e à pressão do interior da Terra.
 - (C) As rochas magmáticas formaram-se a partir da compactação de sedimentos de outras rochas.
 - (D) O arenito e o calcário são exemplos de rochas metamórficas.
 - (E) O gnaisse e o mármore são exemplos de rochas sedimentares.
-

Questão 04

Apertado entre o Tibete e a Índia, o Nepal se estende sobre uma área de 141 mil km², um pouco menor que o estado do Paraná. Mesmo assim, por conter a parte central da Cordilheira do Himalaia, a Morada dos Deuses da mitologia Indiana, conta com oito das 14 maiores montanhas da Terra. Sua altitude decresce rapidamente de norte para sul, até encontrar a Planície do Terai, a apenas 70 m sobre o nível do mar, um gigantesco contraste com os 8 848 m do Everest na outra extremidade do país, a pouco mais de 180 km.

Tudo pelo Everest, 1993, de Waldemar Niclevicz.

O texto se refere à mais elevada cordilheira do mundo, o Himalaia, onde se situa o Nepal.

Com suas contrastantes altitudes, o Himalaia teve sua origem, aproximadamente, na mesma época e da mesma forma que as outras grandes cordilheiras do planeta. A origem das grandes cadeias de montanhas da Terra, como o Himalaia, os Andes e as Rochosas, deve-se:

- (A) aos falkamentos.
- (B) aos dobramentos.
- (C) aos longos processos de erosão.
- (D) ao vulcanismo.
- (E) à formação de fossas tectônicas.

Questão 05

Analise a tabela do tempo geológico a seguir.

Era	Período	Milhões de anos	Evolução biológica	Paleogeografia
Cenozoica	Quaternário	0,01	Faunas e floras atuais Primeiras manifestações de arte Sepulturas mais antigas Extinção dos mastodontes e dos dinotérios	
	Neogênico	1,8	Aparecimento de bois, cavalos e veados	Elevação dos Himalaias
		5,3	Primeiros utensílios de pedra	Ligaçāo das duas Américas
		23,8	Aparecimento dos hominídeos	Fecho e dessecāção do Mediterrâneo
	Paleogênico	34,6	Primeiros roedores	Elevação dos Pirineus
		56	Primeiros primatas	Conclusão da abertura do Atlântico Norte
		65	Últimos dinossauros	Constituição do continente Norte-Atlântico
	Cretáceo	145	Primeiras angiospermas	Abertura do Atlântico Sul
	Jurássico	208		
Mesozoica	Triássico	245	Primeiras aves	Início da fragmentação da Pangeia
	Permiano	290	Primeiros dinossauros	Constituição da Pangeia
	Carbonífero	363	Aparecimento dos répteis	
	Devoniano	409	Aparecimento dos anfíbios	
	Siluriano	439	Primeiras gimnospermas	
	Ordoviciano	510	Primeiras plantas e primeiros animais terrestres	
	Cambriano	544	Primeiros peixes	
		1000	Reprodução sexuada	
Paleozoica		1400	Primeiros depósitos de carvão (algas)	
		1800	Oxigênio livre na atmosfera	
		2000	Aparecimento de organismos eucariontes	
		3100	Primeiros micro-organismos procariontes	
		3500	Primeiros vestígios de vida	
		4600	Formação da Terra	
	Pré-Cambriano			

É correto afirmar que:

- (A) as primeiras formas de vida surgem nos continentes, durante a Era Paleozoica, visto que a acidez dos oceanos não permitia ainda a adaptação de seres vivos nesse ambiente.
- (B) a separação do continente sul-americano e do continente africano se dá na Era

Mesozoica.

- (C) o desaparecimento dos dinossauros está vinculado a questões antrópicas, visto que os primeiros hominídeos surgem no início da Era Cenozoica.
 - (D) a Era Mesozoica pode ser caracterizada como a era dos mamíferos.
 - (E) a formação das cadeias de montanhas, também denominadas dobramentos modernos, como Alpes e Andes, ocorre na Era Paleozoica.
-

Questão 06



BIGARELLA, João José et al. Estrutura e origens das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: UFSC, 1994. v. 1.

De acordo com a estrutura tectônica da América do Sul, representada na figura acima, assinale a alternativa correta.

- (A) As áreas representadas pelos números 1 e 2 correspondem às bacias sedimentares constituídas por depósitos quaternários.
 - (B) A área representada pelo número 4 é constituída por rochas cristalinas do Pré-Cambriano e, atualmente, é tectonicamente estável.
 - (C) As áreas representadas pelos números 1, 2 e 5 correspondem às bacias sedimentares formadas por rochas ígneas vulcânicas.
 - (D) A área representada pelo número 3 abrange as duas maiores bacias sedimentares da América do Sul.
 - (E) A área representada pelo número 4 corresponde à Cordilheira dos Andes e ao Sistema Montanhoso do Caribe, cuja litologia é formada por rochas que não foram submetidas ao metamorfismo.
-

Questão 07



Disponível em: <<https://hypescience.com>>. Acesso em: 1º dez. 2018. (adaptado)

A divisão política do mundo como apresentada na imagem seria possível caso o planeta fosse marcado pela estabilidade do(a):

- (A) ciclo hidrológico.
- (B) processo erosivo.
- (C) estrutura geológica.
- (D) índice pluviométrico.
- (E) pressão atmosférica.

Questão 08

As plataformas ou crátons correspondem aos terrenos mais antigos e arrasados por muitas fases de erosão. Apresentam uma grande complexidade litológica, prevalecendo as rochas metamórficas muito antigas (Pré-Cambriano Médio e Inferior). Também ocorrem rochas intrusivas antigas e resíduos de rochas sedimentares. São três as áreas de plataforma de crátons no Brasil: a das Guianas, a Sul-Amazônica e a do São Francisco.

ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Edusp, 1998.

As regiões cratônicas das Guianas e a Sul-Amazônica têm como arcabouço geológico vastas extensões de escudos cristalinos, ricos em minérios, que atraíram a ação de empresas nacionais e estrangeiras do setor de mineração e destacam-se pela sua história geológica

por:

- (A) apresentarem áreas de intrusões graníticas, ricas em jazidas minerais (ferro, manganês).
- (B) corresponderem ao principal evento geológico do Cenozoico no território brasileiro.
- (C) apresentarem áreas arrasadas pela erosão, que originaram a maior planície do país.
- (D) possuírem em sua extensão terrenos cristalinos ricos em reservas de petróleo e gás natural.
- (E) serem esculpidas pela ação do intemperismo físico, decorrente da variação de temperatura.

Questão 09

"Foi só um susto"

Terremotos como os ocorridos em quatro estados do país são mais comuns do que se imagina...

Na noite de terça-feira da semana passada, um leve tremor de terra que durou seis segundos atingiu quatro dos estados mais populosos do país: São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina. Muita gente ficou assustada. Moradores de prédios desceram para a rua, com medo de uma catástrofe. [...] O terremoto, que ocorreu no Oceano Atlântico, a 210 quilômetros da costa brasileira, teve magnitude de 5,2 na escala Richter. Dezenas de terremotos de magnitude similar ocorrem no mundo toda semana e não chamam atenção porque raramente causam danos. [...] É verdade que a maior parte desses abalos ocorre em regiões do globo propícias a terremotos frequentes...

Veja, 30 abr. 2008.



USP, UnB e USSS.

Tendo por base a formação geológica brasileira, considere as afirmações a seguir.

- I. O território brasileiro está no centro da Placa Tectônica Sul-Americana e, portanto, menos sujeito a terremotos fortes.
- II. A formação geomorfológica brasileira data do Período Terciário da Era Cenozoica, apresentando um perfil topográfico com reduzido desgaste erosivo.
- III. Devido à sua formação Pré-Cambriana, encontramos um subsolo rico em minério de ferro.
- IV. O território brasileiro é formado, apenas, por dobramentos modernos.

Estão corretas somente as afirmações:

- A I e II.
 - B I e III.
 - C II e IV.
 - D III e IV.
 - E II e III.
-

Questão 10

Bacias sedimentares são depressões dos antigos escudos que receberam sedimentos dos próprios escudos. Os recursos minerais típicos dessas formações são:

- A ferro e níquel.
 - B carvão mineral e petróleo.
 - C ouro e manganês.
 - D bauxita e cassiterita.
 - E cobre e petróleo.
-

Resumo

- Embora aparente ser completamente sólida, a **Terra** é composta por camadas que se diferenciam quanto à densidade, à pressão e ao calor. São elas: a crosta, o manto (inferior e superior) e o núcleo (interno e externo).
- A **escala de tempo geológico**, que representa a linha temporal desde o presente até a formação da Terra, divide-se em: éons, eras, períodos, épocas e idades.
- Os **movimentos endógenos** como o tectonismo e o vulcanismo acontecem no manto e

apresentam impactos diretos na crosta através dos terremotos e erupções vulcânicas.

- Os **limites das placas tectônicas** podem ser divergentes, convergentes ou conservativos; e os movimentos tectônicos podem ser orogenéticos ou epirogenéticos.
- Os movimentos da crosta foram inicialmente explicados por **Alfred Lothar Wegener** por meio da Teoria da **Deriva Continental**, em que o meteorologista propôs o conceito de Pangeia. Contudo, apenas na década de 1960 surgiu a **Teoria da Tectônica de Placas** e, com ela, o conceito de **placas tectônicas**, aceito até os dias de hoje.
- As **rochas** são aglomerados de minerais solidificados e que sustentam a crosta terrestre. Elas podem ser magmáticas, sedimentares ou metamórficas. A transformação delas pode ser estudada pelo ciclo das rochas.
- Os **recursos minerais** são definidos, geralmente, como concentrações naturais de substâncias inorgânicas que se encontram associadas às formações rochosas do planeta. Essa não é uma regra, visto que existem minérios provenientes de processos orgânicos, como os combustíveis fósseis.
- Os **recursos minerais** servem de base para a criação de diversos produtos e estruturas utilizados pelo ser humano desde os tempos mais antigos.
- No **Brasil**, a vasta riqueza de recursos minerais é resultado direto de dois fatores conjugados: a variedade de terrenos de diferentes idades e estruturas geológicas e a sua extensão continental.
- A **estrutura geológica da Terra** é composta por três formações principais: os escudos cristalinos, as bacias sedimentares e os dobramentos modernos.
- O Brasil é formado predominantemente por **escudos antigos** (o Escudo das Guianas e o Escudo Brasileiro) e **bacias sedimentares** que datam do Paleozoico e do Mesozoico, principalmente. A maior parte do território brasileiro, correspondente a 64%, é formada por bacias sedimentares, as quais podem ser de grande ou menor extensão.
- As áreas próximas aos **vulcões** são bem ocupadas devido à qualidade do solo, mesmo apresentando risco às pessoas. Nessas áreas também são extraídos elementos que servem na produção de materiais de limpeza e joias, por exemplo.
- **Diversas tecnologias** são desenvolvidas com o objetivo de possibilitar a ocupação de áreas com terremotos e de geologia complexa.
- **Os impactos que a mineração** pode causar na comunidade onde está inserida são alarmantes. Entre eles estão a poluição dos recursos hídricos e o comprometimento da qualidade do ar.