

Fósseis?
Rochas?
Minerais?



*Casa da Ciência da UFRJ
Departamento de Geologia da UFRJ
Instituto Ciência Hoje*

2007

Coordenação Editorial

Casa da Ciência da UFRJ

Coordenação Acadêmica

Ismar de Souza Carvalho

Departamento de Geologia da UFRJ

Coordenação Oficinas

Exposição Caminhos do Passado, Mudanças no Futuro

Adriana Vicente

Luciane Correia

Rita Cassab - MCTer/DNPM

Textos Ciência Hoje na Escola *Evolução* (v. 9) e *Geologia* (v. 10)

Registros do passado; O que você sempre quis saber sobre as pedras e nunca teve a quem perguntar...; Coleções de rochas e minerais; Pegadas quentes; Aprendendo a ler rochas

F752 Fósseis? Rochas? Minerais? / editores Casa da Ciência.
Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ,
Departamento de Geologia da UFRJ, Instituto Ciência
Hoje. - Rio de Janeiro: UFRJ, Casa da Ciência, 2007.

56 p. : il. ; 21 cm

1. Geologia. 2. Geologia - Estudo e ensino. 3. Geologia -
Petróleo. 4. Fósseis. I. Universidade Federal do Rio de
Janeiro. Casa da Ciência. Centro Cultural de Ciência e
Tecnologia. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Departamento de Geologia. III. Instituto Ciência Hoje.

CDD: 551.7

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Processamento Técnico - SIBI/UFRJ

Editores

Casa da Ciência da UFRJ

Rua Lauro Müller, 3, Botafogo, Rio de Janeiro - RJ CEP: 22290.160

Tel./Fax: (21) 2542-7494 www.casadaciencia.ufrj.br

Departamento de Geologia da UFRJ

Instituto de Geociências / CCMN

Av. Athos da Silveira Ramos, 274, bloco F, Ilha do Fundão,

Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ CEP: 21949.900

Tel.: (21) 2598-9464 / Fax: (21) 2598-9465 www.geologia.ufrj.br

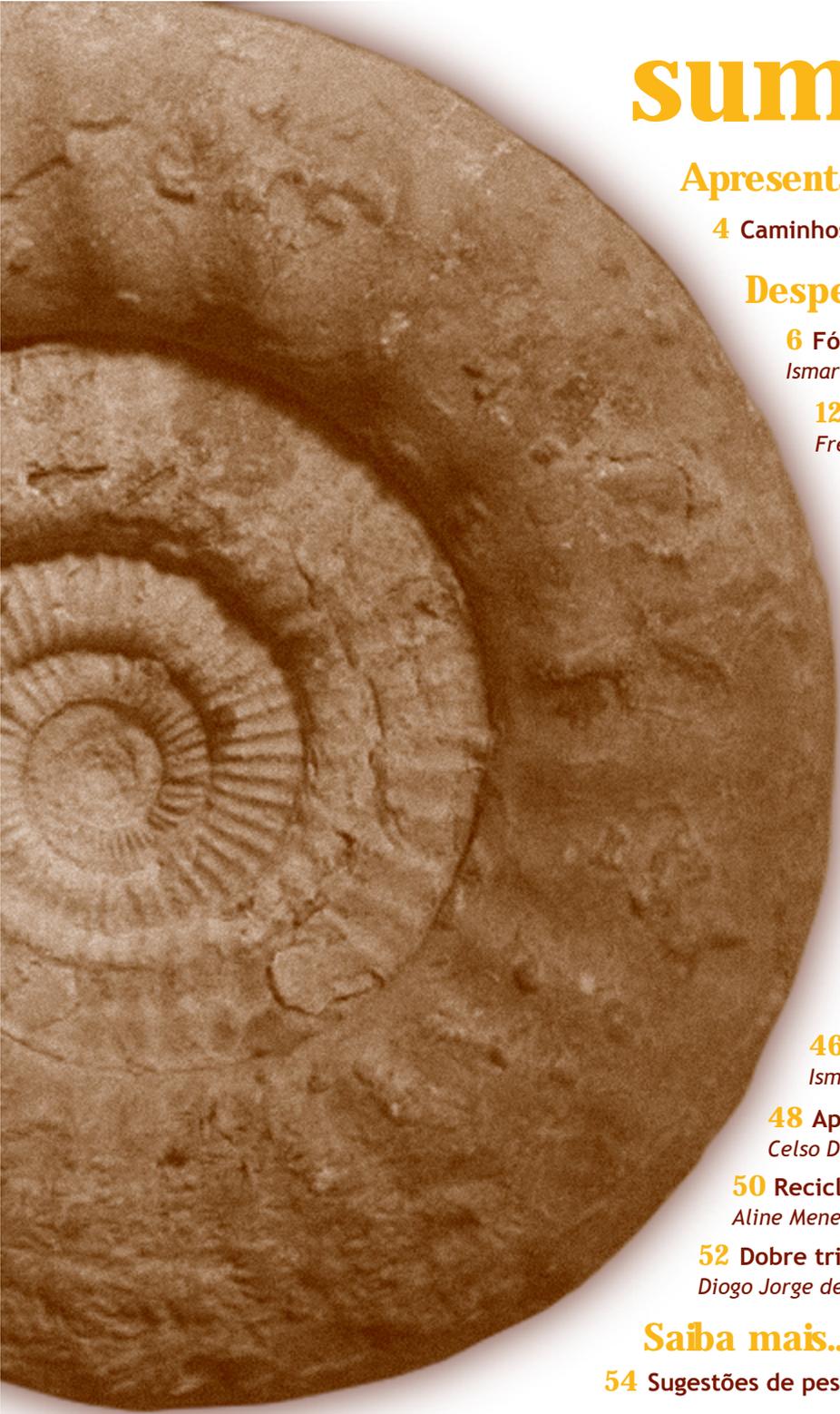
Instituto Ciência Hoje

Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Botafogo, Rio de Janeiro - RJ CEP: 22290.140

Tel.: (21) 2109-8999 www.ciencia.org.br

Distribuição Gratuita





sumário

Apresentação

- 4** Caminhos do passado, mudanças no futuro

Despertando a curiosidade

- 6** Fósseis: registro geológico da vida na Terra
Ismar de Souza Carvalho

- 12** Registros do passado
Fresia Ricardi-Branco

- 20** Os microfósseis e os mares do passado
Claudia Gutterres Vilela

- 23** A geologia em nosso dia-a-dia
Emílio Velloso Barroso

- 27** O que você sempre quis saber sobre as pedras e nunca teve a quem perguntar...
Pedro Wagner Gonçalves e Roberto Perez Xavier

- 35** Coleções de rochas e minerais
Andrea Bartorelli

- 41** A genealogia do petróleo
João Graciano Mendonça Filho

- 43** O que torna a procura por petróleo e gás natural tão especial?
Claudio Limeira Mello

Experimentos divertidos

- 46** Pegadas quentes
Ismar de Souza Carvalho

- 48** Aprendendo a ler rochas
Celso Dal Ré Carneiro

- 50** Reciclando petróleo
Aline Meneguci

- 52** Dobre trilobitas
Diogo Jorge de Melo e Vinicius de Morais Monção

Saiba mais...

- 54** Sugestões de pesquisa

Apresentação

Caminhos do passado, mudanças no futuro

O planeta Terra já mudou muitas vezes ao longo da história geológica. Continentes nem sempre estiveram onde estão hoje, mares se formaram e secaram, formas de vida diversas surgiram e desapareceram, deixando pistas para que o homem procurasse desvendar essa história. Cada vez mais as pessoas têm se interessado pelos acontecimentos do passado geológico, buscando compreender os fenômenos que ainda ocorrem e as possibilidades de mudanças no futuro. Vestígios como fósseis, rochas e minerais são peças de um grande quebra-cabeça, que aos poucos vão se encaixando e desvendando enigmas.

Esta publicação integra a exposição **Caminhos do Passado, Mudanças no Futuro**, sobre as grandes transformações ocorridas no planeta que deram origem ao território brasileiro e às nossas jazidas de petróleo, matéria-prima que lança desafios ao futuro. Uma viagem nesse tempo geológico, de con-

tínua inquietação e renovação, é o que o evento propõe aos visitantes, além de atividades planejadas para alunos e professores, com desdobramentos em sala de aula.

Os textos e as atividades aqui reunidos foram selecionados dos volumes *Evolução e Geologia*, da série Ciência Hoje na Escola, além de artigos de professores do Departamento de Geologia da UFRJ e oficinas oferecidas na programação especial da exposição. Os textos fornecem as primeiras pistas para quem quiser se aventurar e conhecer a Terra, seus ambientes e elementos. E os experimentos despertam ainda mais a curiosidade para o estudo de fósseis, rochas e minerais, de maneira lúdica e criativa. Um panorama de livros, revistas, filmes e sites completa esta edição, para estimular a pesquisa e o debate sobre o tema, em um trabalho interdisciplinar.

Professor, desafie seus alunos a ler, pesquisar, experimentar, descobrir e compartilhar um pouco mais dessa grande aventura sobre as Ciências da Terra!

**Despertando
a curiosidade**

Fósseis: registro geológico da história da vida na Terra

Expectativa, perplexidade e êxtase. Sensações vivenciadas pelo paleontólogo com seu objeto de estudo – os fósseis. A expectativa pela descoberta do novo, do revolucionário, das evidências que transformam idéias, conceitos e possibilitam a formulação de novas hipóteses. A perplexidade diante de um achado inesperado e inédito, ou por nenhuma descoberta. O êxtase na compreensão de outros mundos, de outros tempos e da busca incansável pelo significado da existência. Sensações renovadas a cada fóssil encontrado.

A Paleontologia dedica-se ao estudo dos diferentes organismos que habitaram a Terra no transcorrer do tempo geológico. Possui interfaces com outras



atividade de campo

ciências, como Biologia, Geociências, Física, Química e Matemática, permitindo uma compreensão integrada das transformações de nosso planeta. O grande fascínio que exerce origina-se da percepção, mesmo que inconsciente, do sentido

de nossa existência e do quanto somos efêmeros. Trata-se da descoberta de nossa insignificância, materializada pela existência dos fósseis – algumas vezes microscópicos, como os protistas, outras gigantes, como os dinossauros.



Baurusuchus salgadoensis,
90 milhões de anos

Fósseis e icnofósseis

Os fósseis registram organismos, ou partes deles, que viveram em épocas geológicas passadas. Os animais que possuem partes duras (conchas, ossos, dentes) têm maiores chances de se preservar e, em condições excepcionais, suas partes moles (pele, músculos, vasos sanguíneos) também. O mesmo acontece com as partes mais resistentes dos vegetais (troncos e galhos). Animais que não apresentam esqueleto, como os invertebrados sem concha, e as partes mais delicadas dos vegetais (flores e frutos) possuem baixo potencial de fossilização.

Dependendo das condições ambientais, após a morte, os organismos podem se preservar de diferentes maneiras: impressão em sedimentos, substituição das partes moles por substâncias minerais, mumificação, congelamento, aprisionamento em âmbar, entre outras.

Icnofósseis são pegadas, coprólitos (fezes), ninhos e marcas de raízes que registram a atividade biológica dos organismos quando vivos.

Teorias evolutivas e os fósseis

Desde o surgimento da vida na Terra, as adaptações, transformações e inovações dos organismos evidenciam uma temporalidade que transcende a dimensão da existência humana. A Paleontologia possui grande multiplicidade de elementos para o entendimento da origem e evolução da vida. Estes elementos paleobiológicos podem ser de natureza microscópica, como polens, esporos e microfósseis, ou macroscópica, fósseis de invertebrados, vertebrados e vegetais.



foraminífero



invertebrado fóssil

vegetal fóssil



Os primeiros conceitos de origem e evolução das espécies devem-se a Charles Darwin (1809-1882), que, em 1859, publicou *A origem das espécies*. Durante cinco anos, viajou pela América do Sul, coletando dados relacionados a fósseis, fauna e flora, fundamentais para a formulação das idéias que revolucionariam a percepção do significado da presença humana sobre a Terra.

Os fósseis compõem um documentário de evolução, transformação e desaparecimento de muitas formas de vida. Através dos fósseis-químicos ou biomarcadores – restos de compostos orgânicos preservados em rochas –, conhecemos os registros mais antigos, como o Grupo Issua, da Groenlândia, com, aproximadamente, 3,8 bilhões de anos. Em rochas com 3,5 bilhões de anos, são encontradas bactérias, cianobactérias e

arqueobactérias, que se preservaram como microfósseis e estromatólitos, estruturas de origem sedimentar que tiveram origem nos primeiros momentos da vida na Terra. Os estromatólitos ocorrem com frequência no território brasileiro, em antigas áreas marinhas com mais de 1 bilhão de anos, no interior dos estados de São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e Bahia.

Jazigos fossilíferos do Brasil

O território brasileiro é recoberto por áreas de bacias sedimentares, com importantes jazigos fossilíferos, pela sua qualidade e diversidade. Um grande desafio para o futuro da Paleontologia brasileira é a preservação desse legado cultural da história geológica, possibilitando a compreensão de transformações ambientais, evolução das espécies, bem como do significado da vida em nosso planeta.

Estromatólitos do Pré-Cambriano

Uma das evidências mais antigas de vida na Terra, os estromatólitos ocorrem em rochas carbonáticas, com 2,5 a 700 milhões de anos, nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia.

Fósseis dos Mares Devonianos

Há 350 milhões de anos, regiões do interior do Brasil (Amazonas, Pará, Piauí, Pernambuco, Mato Grosso, Paraná e Santa Catarina) eram cobertas por mares rasos, em que dominavam moluscos primitivos, como trilobitas e braquiópodes.

Grande Floresta Petrificada Permiana do Brasil Central

Trata-se de uma das maiores áreas da América do Sul, com registros da fauna e flora do Permiano (Bacia do Parnaíba, Formação Pedra de Fogo). Localizada entre os estados de Tocantins, Maranhão e Piauí, possui espécimes únicos, ainda não descritos formalmente, de caules e folhas de pteridófitas.

Floresta Petrificada de Mata

Localizada no estado do Rio Grande do Sul (Bacia do Paraná, Formações Santa Maria, Caturrita e Arenito Mata), apresenta lenhos fósseis de gimnospermas de

coníferas das mudanças climáticas da passagem meso-neotriássica.

Dinossauros de Uberaba

Fósseis de vertebrados abundantes na região, principalmente de dinossauros do período Cretáceo, podem ser conhecidos no Museu dos Dinossauros, em Peirópolis, Minas Gerais.

Chapada do Araripe

Localizada no sul do estado do Ceará e oeste do estado de Pernambuco, a diversidade da fauna e flora da região, nos períodos Jurássico e Cretáceo, está presente no acervo do Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri.



Chapada do Araripe

São mais de três mil exemplares de troncos silicificados, impressões de coníferas, moluscos, artrópodes, peixes, anfíbios e répteis, com as melhores condições de preservação orgânica do mundo.

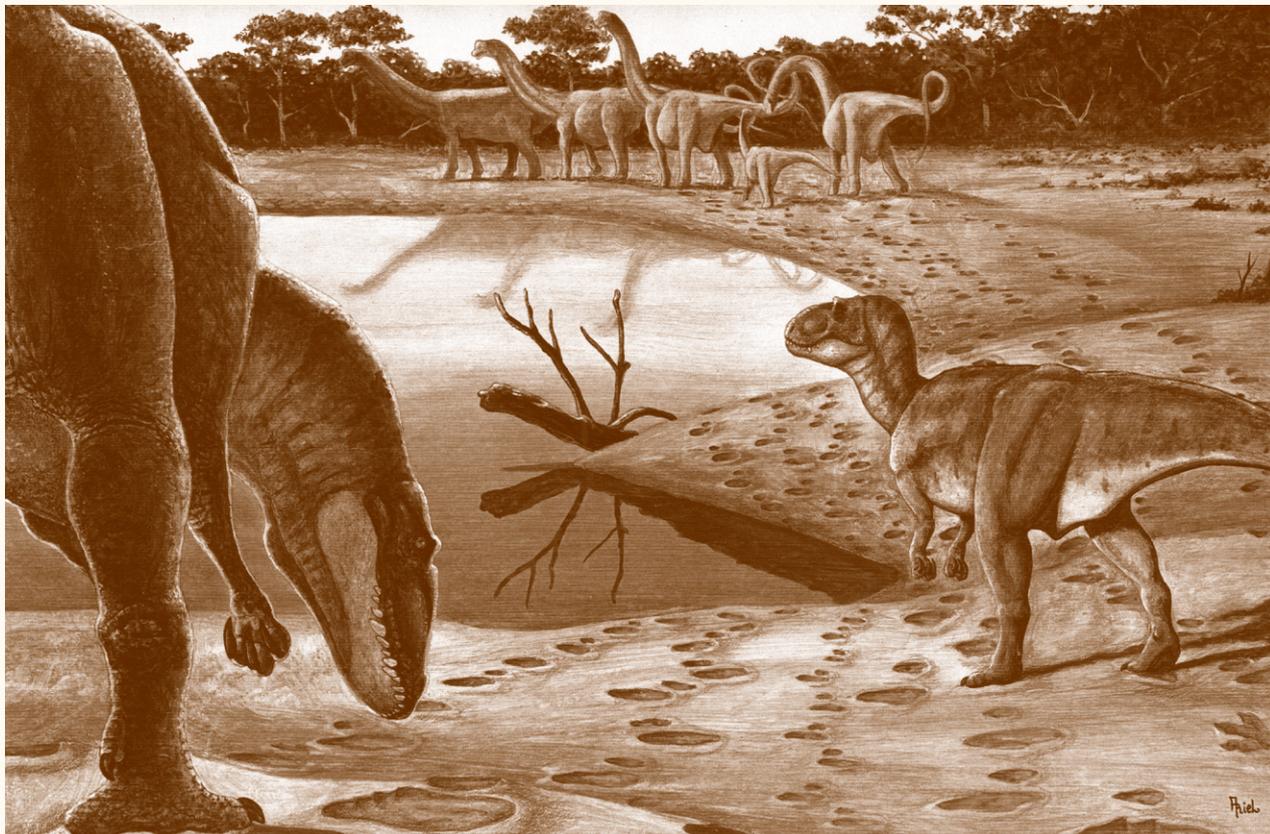
Parque Vale dos Dinossauros

Na região de Sousa, Paraíba, já foram identificados 22 sítios icnofossilíferos, 296 pistas de grandes terópodes (dinossauros carnívoros); 29 de pequenos terópodes; 42 de saurópodes; 2 de ornitíquios quadrúpedes e 28 de ornitópodes.

Ao todo, já foram classificados mais de 395 dinossauros. A área mais importante de distribuição de suas pegadas, localizada em Passagem das Pedras, foi tombada como “Monumento Natural Vale dos Dinossauros”.

Fósseis de Monte Alto

Na região de Monte Alto, há grande quantidade de fósseis do período Cretáceo. A cidade e os municípios vizinhos localizam-se sobre uma bacia sedimentar (Bacia Bauru), onde são encontrados



reconstituição 140 milhões de anos, região de Sousa
ilustração: Ariel Milani

dinossauros, crocodilos, tartarugas, moluscos bivalves, icnofósseis e microfósseis. Para conhecer a diversidade da fauna que existiu na região, você pode visitar o Museu de Paleontologia de Monte Alto.

Ilha do Cajual – Maranhão

Área de proteção ambiental, com afloramentos de rochas cretácicas extremamente fossilíferos, na baía de São Marcos, município de Alcântara. A maior concentração de fósseis situa-se na proximidade da Estação Ecológica AMAVIDA, na Laje do Coringa, com cerca de 4.000m² de afloramentos, com ossos e dentes de dinossauros, crocodilos, escamas, placas ósseas de holósteos e troncos de traqueófitas de grande porte.

Parque Paleontológico São José de Itaboraí

Na região, existiam depósitos paleocênicos da bacia sedimentar de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro, com destaque para fósseis de fungos, polens, angiospermas, moluscos, crustáceos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Megafauna do Neógeno da Região Amazônica

Em toda a Amazônia, são encontrados importantes depósitos do Neógeno extre-

mamente fossilíferos, como a Formação Solimões (Mioceno Superior, Plioceno), revelando rica fauna de bivalvíos, gastrópodes, decápodes, crocodylomorfos, quelônios, mamíferos. Além de troncos permineralizados, que testemunham as transformações ambientais e climáticas da região.

Megafauna do Pleistoceno cavernas de Minas Gerais e Bahia

Nas grutas calcárias, há amplo registro de mamíferos pleistocênicos, como marsupiais, quirópteros, edentados, primatas, roedores, carnívoros, litopternos, notoungulados, proboscídeos, equídeos, camelídeos, taiassuídeos e cervídeo, que podem ser conhecidos no Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e no Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais. O estudo desses fósseis teve início no século XIX, com o paleontólogo dinamarquês Peter Wilhelm Lund, responsável pela primeira descoberta de fósseis humanos (*Homem de Lagoa Santa*).

Ismar de Souza Carvalho
Depto. de Geologia
Instituto de Geociências, UFRJ

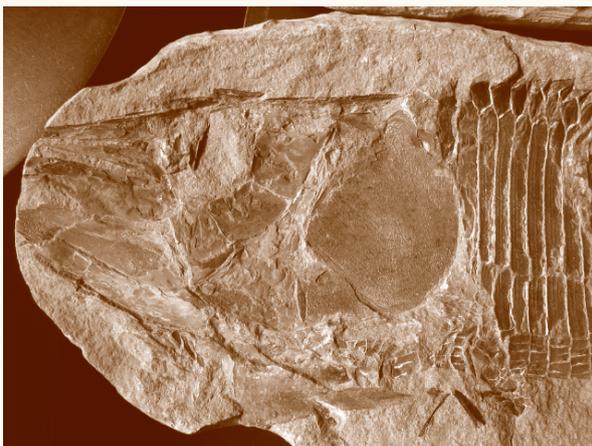
Registros do passado

A maioria de nós já escutou falar dos dinossauros. Eles sempre se tornam assunto do noticiário quando partes de seus corpos – os ossos, os dentes ou as garras – são encontradas enterradas. Esses “restos” de dinossauros recebem o nome de fósseis, assim como os insetos encontrados no âmbar. Também são considerados fósseis outras partes duras de seres vivos que ficaram preservadas por longo período de tempo, como as conchas dos moluscos, as sementes, os caules, as raízes dos vegetais etc. Pouca gente sabe, no entanto, que as fezes, os ovos e pegadas, que são resultado da atividade vital dos organismos, também podem virar fósseis e tornarem-se prova

da existência de seres vivos no passado de nosso planeta.

Mas, cuidado, não é qualquer resto de ser vivo encontrado por aí que pode ser considerado um fóssil. Apenas os “candidatos” que passaram pelo processo de fossilização são aprovados nesse teste. Isso acontece porque a fossilização modifica a constituição original do “resto” e permite que ele seja conservado por muito tempo. É assim que acontece quando uma madeira vai parar em um lago com bastante sílica dissolvida na água. A sílica cristaliza-se nos poros da madeira e torna-a dura como uma rocha. Outro tipo de fóssil comum são os moldes. As conchas da praia são o seu melhor

exemplo. Quando passeamos na praia, é comum encontrarmos conchas que estão preenchidas por areia endurecida. O que acontecerá se a concha desaparecer? O resultado será um molde da concha, por dentro, feito de areia.



cabeça de peixe fossilizada



fóssil de mariposa



cefalópode

A aventura da fossilização

Quando os restos de um organismo são encontrados em estado fóssil, é sinal de que ele pode haver passado por uma grande aventura. Imagine que uma dessas aventuras se iniciou com a queda de uma semente na água. Ela pode ter caído em um rio, lago, manguezal ou no mar, pois esses locais facilitam a fossilização. Na água, ela foi transportada – às vezes para bem longe de onde habitava originalmente – até se depositar no fundo de um lago. Todo esse sistema, desde onde o rio nasce, por onde ele passa até desembocar em um lago ou no mar, é chamado de bacia hidrográfica. Ao material depositado nessas bacias hidrográficas chamamos sedimento.

Quando uma bacia hidrográfica antiga chega a ficar totalmente preenchida por sedimentos, ela recebe o nome de bacia sedimentar. Agora imagine: lá está a semente que iniciou essa aventura, soterrada por camadas de sedimento. Ano após ano, as camadas foram se depositando, umas sobre as outras, como

um “bolo de mil folhas” ou “as páginas de um livro”. Com o passar do tempo, o processo de fossilização se iniciou: a pressão provocada pelo peso das camadas superiores e mais novas comprimiu as camadas inferiores, entre elas aquela em que estava a nossa semente. Os grãos do sedimento foram ficando colados (cimentados, por exemplo pela sílica que estava dissolvida na água) uns aos outros e formaram uma rocha sólida e dura, onde se encontra agora a nossa semente fóssil.

As marcas do tempo geológico

As primeiras camadas a se depositarem em uma bacia sedimentar serão as mais antigas e, as últimas, as mais novas. Sabendo, portanto, de que camada provém um fóssil é possível estimar a sua idade: os fósseis encontrados nas camadas inferiores serão quase sempre mais antigos do que os encontrados em camadas superiores, pois foram depositados e fossilizados antes. As camadas da Terra e os fósseis nelas encontrados formam, assim, um Registro Geológico, onde as mudanças ocorridas na Terra

e nos seres vivos podem ser estudadas. Esse registro funciona também como um relógio, marcando o “tempo geológico”. O tempo, em geologia, é extremamente longo, e por isso foi dividido em Éons, Eras e Períodos. Estamos vivendo, por exemplo, no Período Quaternário, da Era Cenozóica. Já os dinossauros predominaram nos períodos Jurássico e Cretáceo, da Era Mesozóica, por cerca de 200 milhões de anos.

Estudando o Registro Geológico, podemos afirmar que nem sempre o nosso planeta foi igual ao que conhecemos hoje. Ao longo dos bilhões de anos de sua existência, a geografia e a paisagem da Terra mudaram bastante. E como a vida se desenvolve em nosso planeta em relação estreita com o ambiente (em condições bem definidas pelo clima, pela configuração dos continentes, pela altitude, por exemplo), as mudanças sofridas pela Terra também foram amplamente sentidas, ao longo do tempo, pelos organismos que nela habitaram.

Os seres vivos, sejam eles plantas, animais ou bactérias, não vivem isolados – “cada um por si”. Eles se encontram reunidos em comunidades de organismos, que dependem uns dos outros para se alimentarem. Ao mudarem as condições (temperatura, chuva, umidade, vento,

geografia etc.), as comunidades de seres vivos também mudam; aqueles que conseguem sobreviver às mudanças estabelecem novas relações entre si e com o ambiente, permitindo a evolução das espécies. A maioria dessas mudanças, seja no ambiente ou em populações de seres vivos, ocorre de forma lenta, podendo durar milhões de anos (ver encarte: Tempo Geológico).

Podemos entender agora por que os fósseis ou conjuntos de fósseis encontrados nas camadas inferiores são mais antigos e, muitas vezes, diferentes de outros organismos que vivem atualmente: eles são representantes de um período em que as condições de sobrevivência na Terra eram bem diferentes das atuais. Além de um registro geológico, as camadas de sedimento contêm informações valiosas sobre a evolução das espécies nesse planeta. Nelas encontramos os primeiros representantes de muitos seres que vivem atualmente. Com as informações contidas nelas, podemos, inclusive, descrever como os seres vivos foram evoluindo ao longo do tempo até chegarem aos dias atuais. Nas camadas, encontramos também espécies ou linhagens de seres vivos extintas, completamente desconhecidas.

Comparando os fósseis que aparecem em camadas geológicas da mesma idade e em várias partes do mundo, podemos obter informações importantes sobre a distribuição de um ser vivo sobre o planeta. Assim como hoje encontramos um mesmo tipo de concha em lugares diferentes, ou até mesmo em outros continentes, no passado o mesmo acontecia. É comum encontrarmos os mesmos fósseis em lugares muito distantes, o que prova que aquele ser vivo possuía uma ampla distribuição geográfica, habitando, por exemplo, toda a costa de um continente ou mesmo continentes diferentes. Nesses estudos, o principal problema é definir se as camadas em que encontramos os fósseis são da mesma idade. Afinal, estamos falando em “milhões de anos” e nessa escala qualquer diferença pode ser significativa.

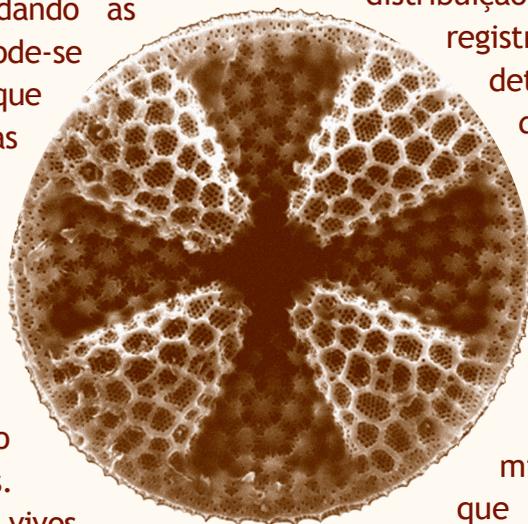
Chapada do araripe, CE



Os fósseis mais antigos

Os fósseis mais velhos conhecidos têm cerca de 3,5 bilhões de anos. Eles foram produzidos por seres microscópicos que possuíam apenas uma célula. Seus parentes atuais são as bactérias e as cianobactérias, chamadas popularmente de “algas azuis”. Estudando as camadas geológicas, pode-se perceber que, desde que essas “primeiras” bactérias apareceram, o número e o tipo de fósseis – o “registro da vida” – vem aumentando e tornando-se cada vez mais rico e diverso, camada após camada, milhão a milhão de anos, até os dias atuais.

Os fósseis de seres vivos marinhos com partes duras como conchas, caracóis, corais e outros são facilmente encontrados, pois possuem maior possibilidade de serem preservados porque habitam um ambiente favorável à fossilização – o mar. A viagem que fazem para se depositarem em uma bacia sedimentar é bem menor do que



diatomácea

a que fazem as plantas e os animais que habitam em terra firme. Por isso, os fósseis de animais marinhos são especialmente utilizados em estudos que comparam duas ou mais regiões hoje distantes. Esses estudos buscam conhecer melhor qual era a distribuição dos seres vivos em tempos passados. Fósseis que possuem ampla distribuição geográfica e um curto registro são muito úteis para se determinar a idade relativa de uma camada. Eles funcionam como “pistas” para o pesquisador e, por isso, são chamados de “fósseis guias”. Em geral, os melhores guias são fósseis de organismos microscópicos (como foraminíferos e diatomáceas) que conseguiram estabelecer uma ampla distribuição geográfica, em um curto espaço de tempo. Ou seja, essas espécies surgiram, se espalharam rapidamente e logo se extinguíram. Hoje, seus “restos” podem ser encontrados em muitos lugares do planeta, fossilizados em camadas com a mesma idade.

Fósseis do Brasil

Durante a Era Paleozóica, há cerca de 400 milhões de anos, uma parte do Brasil esteve coberta por um grande mar interior. Ele cobria o território dos atuais estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, o sul de Goiás e pequena parte de Minas Gerais. Também cobria o Paraguai, Uruguai e parte da Argentina. Como os continentes da América do Sul e da África estavam ainda unidos em um grande continente chamado *Gondwana* (ver *A dança dos continentes*, p. 13), esse grande mar cobria também parte da África do Sul, formando uma enorme bacia sedimentar, onde muitos fósseis foram formados. Em razão disso, hoje, nas rochas da porção sul da Bacia do Paraná (na América do Sul) e da Bacia do Karroo (na África), encontramos muitos fósseis semelhantes. Eles foram formados entre os períodos Devoniano e Triássico e constituem um dos mais fascinantes registros de mudanças e de evolução dos seres vivos, dos ambientes e dos ecossistemas no planeta. Veja só: nas bacias do Paraná e do Karroo, portanto dos dois lados do Atlântico, encontramos o seguinte no Registro Geológico:

Devoniano: uma comunidade marinha de águas frias conhecida como Fauna Malvinocáfrica e composta de animais com concha (braquiópodes), animais extintos (trilobites) e estrelas do mar, entre outros.

Fim do Devoniano e Carbonífero: ocorreu um intenso período de glaciação. O sul do *Gondwana* e a Bacia do Paraná, que estava localizada nesse antigo continente, ficaram cobertas por grandes massas de gelo. Com o fim da glaciação, lentamente a vegetação começou a instalar-se nas áreas secas que rodeavam as bordas do mar, antes cobertas pelos glaciares continentais. Encontram-se muitos fósseis das plantas que formavam essa vegetação.

Permiano: teve origem uma exuberante mata de clima temperado, conhecida como Flora de *Glossopteris*, nome de uma planta fóssil encontrada em toda a porção sul do *Gondwana*. No fim do Permiano, o clima mudou, passando de temperado a semi-desértico, e a Bacia do Paraná começou a secar. Aparecem, então, pequenos lagartos aquáticos (os mesossaurídeos).

Os mesossaurídeos foram répteis com cerca de 60cm de comprimento, estrutura frágil e que, possivelmente, alimentavam-se de crustáceos parecidos com

camarões atuais. A presença desses lagartos no Brasil e na África é considerada uma prova de que os dois continentes estiveram unidos no passado, porque esses pequenos lagartos não seriam capazes de cruzar o oceano Atlântico, que separa o Brasil da África.

Fim do Permiano e início do Triássico: são encontrados fósseis de uma vegetação mais rala, que vivia perto d'água. Fósseis de animais com característica de répteis e mamíferos podem ser encontrados no Rio Grande do Sul e na África do Sul, mas eles só alcançaram uma ampla distribuição ao longo do período Triássico.

Triássico: surgem os terapsídeos (do grego *ther*: fera + *apsides*: arco), um grupo de animais quadrúpedes com representantes herbívoros e carnívoros. Entre as novidades que apresentavam em seu “projeto”, os terapsídeos possuíam dentes de formas diferentes, como incisivos, caninos e molares, em alguns casos.

O estudo dos fósseis da Bacia do Paraná nos permite verificar que a vida em nosso continente, como no restante da Terra, mudou muito nos últimos milhões



Baurusuchus salgadoensis - ilustração: Pepi

de anos. Ele nos fornece também pistas para entender as mudanças na geografia e no clima que ocorreram na história da Terra. E as mudanças não pararam no período Triássico. No período Cretáceo, por exemplo, quando a América do Sul e a África separaram-se definitivamente, o oceano Atlântico formou uma enorme barreira entre os dois continentes. Isoladas geograficamente, a flora e a fauna da América do Sul e da África continuaram a evoluir de maneira independente. Fósseis continuaram e continuam sendo formados, sendo possível encontrar seus representantes, como por exemplo os fósseis de dinossauros do período Cretáceo, no interior de São Paulo, no Ceará e em outros estados brasileiros. O estudo deles já nos forneceu e ainda fornecerá muitas pistas para contar a história da vida e do planeta.

continentes

A dança dos

O mapa da Terra que conhecemos e estudamos já mudou muitas vezes na história do planeta. Muitas bacias já foram preenchidas por sedimentos e secaram deixando evidências de mudanças enormes no clima, na geografia e na distribuição dos seres vivos. Os continentes nem sempre estiveram onde se encontram hoje. Eles já estiveram, por exemplo, reunidos em um grande bloco chamado Pangea (do grego “todas as terras”). Veja abaixo como os continentes vêm se “comportando” nos últimos 400 milhões de anos:

Há 400 milhões de anos, havia dois grandes continentes: o Gondwana (que incluía o que hoje é a Antártica, a Austrália, a África, a América do Sul e a Índia) e o Laurásia (formado pela maior parte da América do Norte e da Eurásia - Europa e Ásia).



O Laurásia e o Gondwana uniram-se há cerca de 250 milhões de anos e formaram o supercontinente chamado Pangea. Todos os continentes atuais da Terra estavam unidos.



Há 150 milhões de anos, começa a se produzir a separação entre a América do Sul e a África. No período seguinte, ou Cretáceo, como produto dessa separação terá origem o oceano Atlântico.



O mapa do mundo há 50 milhões de anos já é parecido com o atual, mas repare que a América Central ainda não tinha se formado. Ainda hoje os continentes estão se movendo em um ritmo lento e imperceptível para nós.

Fresia Ricardi-Branco
Instituto de Geociências, Unicamp
ilustração: Cláudio Roberto

Os microfósseis e os mares do passado

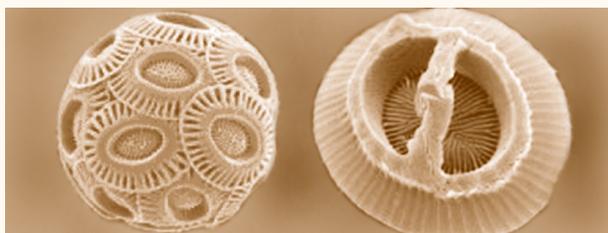
O ecossistema marinho e sua complexa estrutura sempre foram objetos de estudo dos cientistas. Nos campos da Biologia e da Geologia, a importância dos oceanos pode ser entendida de algumas formas: os mares foram o berço e o começo da vida, ocupam a maior parte da superfície terrestre e a evolução, no tempo, dos diversos ambientes quase sempre teve uma origem marinha.

A importância dos mares para o homem vem não só da sua origem primordial, que é a própria origem da vida, mas também do destino da espécie humana, devido à excessiva exploração dos recursos continentais pela Humanidade, enquanto que os recursos marinhos só agora estão sendo explorados na maioria das suas reservas.

As belezas do ambiente marinho sempre impressionaram o homem, porém os cientistas do mar, em cada faceta do seu estudo, descobrem nessas maravilhas importantes pesquisas para a Geologia e Biologia marinhas. Os seres e as paisagens marinhas observadas a olho nu escondem um mundo microscópico igualmente belo e sem parâmetros. Nesse mundo, incluem-se os microfósseis, representados por esqueletos e carapaças de pequenos habitantes, que ficaram depositados nos sedimentos antigos.

O estudo dos microfósseis tem uma larga aplicação na Paleoecologia, que é o estudo dos ambientes onde a vida se desenvolveu no passado, e também na Bioestratigrafia, que é a datação das camadas antigas de rochas sedimentares através do estudo dos fósseis encontrados.

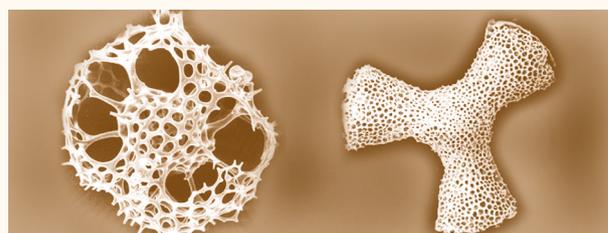
Dentre esses pequenos seres marinhos, incluem-se os protoctistas ou protistas (nanofósseis, radiolários e foraminíferos, medindo apenas dezenas ou centenas de microns), formados por célula nucleada. Envolvendo, sustentando e protegendo essas células, existem carapaças ou esqueletos, que, após a sua morte, permanecem nos sedimentos, como testemunhos de sua época. Constituem parte de importantes registros geológicos, estudados para a reconstrução do passado do planeta.



cocolitoforídeo e cócólito

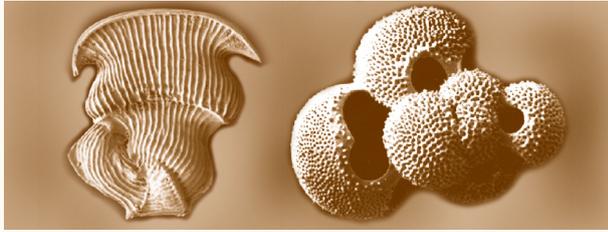
Os **nanofósseis** são pequenas placas calcárias (de carbonato de cálcio), que constituem a carapaça de um cocolitoforídeo. Quando este ser, que tem hábito planctônico, isto é, que vive na massa d'água ao sabor das correntes marinhas, morre, sua carapaça se desmembra em muitas plaquinhas, os nanofósseis, que caem depositados no fundo marinho e ficam preservados nos sedimentos.

Através do estudo de classificação sistemática, as espécies são conhecidas, podendo identificar o período geológico em que viveram, e até o tipo de corrente oceânica ou massa d'água a que pertenceram. A distribuição das espécies estudadas e sua sucessão nas camadas de sedimentos antigos fornecem dados para a datação dessas camadas no tempo geológico, através da Bioestratigrafia, constituindo-se zoneamentos bioestratigráficos.



radiolários

Os **radiolários** possuem diminutos esqueletos de sílica opalina, formados por barras e espinhos que se entrecruzam em formas de incrível beleza estética. São também planctônicos como os nanofósseis, e, após a morte, caem e se preservam no fundo marinho. Através deles também se pode fazer a Bioestratigrafia e conhecer a idade de antigas bacias oceânicas.



Foraminíferos

Os **foraminíferos** são formados de pequeninas carapaças (tecas calcárias) ou podem aglutinar partículas de sedimento (areia, minerais, conchas de moluscos) em torno do seu citoplasma. Essas carapaças são formadas por câmaras que se intercomunicam por aberturas chamadas forâmen. Podem ser bentônicos, que vivem no fundo marinho, ou planctônicos. Possuem incrível variedade de formas, que se adaptam a diversos habitats, como os bentônicos, que podem viver sobre os sedimentos ou dentro dos mesmos, fixos em substratos rochosos ou recifes de corais, ou ainda sobre algas do fundo marinho. Distribuem-se formando associações adaptadas a ambientes costeiros rasos e plataformas continentais até grandes profundidades abissais. Quando bem preservados em registros sedimentares antigos, apresentam importantes informações sobre Paleoecologia marinha e Bioestratigrafia. Na Paleoecologia, fornecem dados sobre profundidade, temperatura, salinidade, luminosidade, oxigênio, pH e nutrientes.

Esses três tipos de microfósseis representam um grupo importante para a Geologia. São pequeninas ferramentas geológicas que fornecem dados utilizados na exploração e produção de petróleo, por exemplo, no estudo de bacias oceânicas petrolíferas, como a Bacia de Campos, no estado do Rio de Janeiro.

Além dessa importante aplicação, os foraminíferos são utilizados para avaliar a saúde dos ambientes recifais, através de associações de macroforaminíferos (com cerca de 500 microns a alguns milímetros), ali encontradas.

Outra aplicação dos foraminíferos está na avaliação da poluição humana em baías e estuários. Por viverem em ambientes costeiros, algumas associações desenvolvem formas resistentes, multiplicadas em espécies oportunistas, que se adaptam a ambientes poluídos quando outras espécies não resistem e morrem. O estudo dessas espécies no registro geológico pode fornecer um acompanhamento dos níveis de poluição, desde o início do desenvolvimento das grandes cidades costeiras, como o Rio de Janeiro, às margens da baía de Guanabara.

Claudia Gutterres Vilela
Depto. de Geologia
Instituto de Geociências, UFRJ

A geologia em nosso dia-a-dia

Os geólogos atuam em diferentes setores e contribuem para o desenvolvimento do país. Mas como a sociedade, de um modo geral, percebe a atuação desse profissional, o significado da Geologia e o que ela representa em nossas vidas? Afinal, o que fazem os geólogos? A resposta mais comum é que estudam a estrutura da Terra, para compreender como se formaram os diversos tipos de rochas e a sua distribuição desde a superfície até o interior mais profundo do planeta.



Através de indícios como vulcões e terremotos, já se descobriu que seu interior está vivo e cheio de energia, em constante transformação. Na superfície da Terra, há um conjunto de placas rígidas que se movimentam em diversas direções e, nessa dança dos mares e dos continentes, placas se afastam e se chocam.

A partir da teoria conhecida como “tectônica de placas”, entendemos que os terremotos mais destrutivos ocorrem nas bordas das placas. O território brasi-

leiro localiza-se, aproximadamente, no centro de uma dessas placas (sul-americana) e, por isso, não há registros de atividades sísmicas muito intensas, como as que ocorrem nos países andinos da América do Sul. As conseqüências dos terremotos todos conhecemos, portanto pode-se dizer que é mais seguro morar no Brasil do que em muitos outros países!

A Terra possui uma dinâmica interna que interfere na parte externa, onde vivemos. Em superfície, as rochas e seus produtos derivados, os solos e os sedimentos, interagem com a atmosfera, originando fenômenos que afetam milhões de pessoas em todo o mundo. O principal agente desses processos externos é a água, que, em conjunto com o calor, “apodrece” as rochas e forma os solos, um material muito menos resistente. Assim, as águas dos rios, da chuva e dos mares são capazes de arrancar partículas dos solos (minerais e fragmentos de outras rochas) e transportá-las para bem longe.

Esse processo, conhecido como erosão, é freqüente em terrenos essencialmente arenosos, embora também ocorra em outros tipos de solos. A erosão pode deixar cicatrizes, levar à perda de solos férteis para a agricultura e avançar sobre construções, colocando-as em perigo e causando prejuízos econômicos, mas raramente causa mortes, pois não se processa com grande velocidade.



erosão de rio

Por outro lado, os escorregamentos (ou deslizamentos) podem ser altamente destrutivos e velozes. Essas características, infelizmente, fazem com que pessoas per-

cam suas vidas com frequência, quando habitam áreas consideradas de risco. Em cidades e países organizados, os geólogos atuam nos órgãos gestores e indicam áreas seguras e adequadas para o crescimento das cidades, protegendo vidas e o patrimônio público. Mas há situações em que a especulação imobiliária e a pobreza levam parte da população a viver em áreas perigosas. A sua presença nesses locais, cortando encostas de forma inadequada, lançando lixo nos morros e entupindo (assoreando) rios, aumenta os riscos. No Brasil, as populações de cidades como Rio de Janeiro, Petrópolis, Recife e Ouro Preto já se acostumaram a ver trágicos acidentes geológicos, principalmente nos meses de verão.

Mas não é apenas monitorando, planejando e executando ações para redução de riscos que a atuação do geólogo pode trazer uma vida melhor para todos. Na área de energia, indispensável no mundo moderno, a Geologia tem um papel fundamental, pois há sempre um profissional envolvido na descoberta de suas fontes ou na produção da energia consumida diariamente em casa, no trabalho e nas ruas. Assim é com a energia elétrica derivada das barragens que o



barragem

geólogo ajuda a projetar e a construir, ao estudar os melhores locais em uma bacia hidrográfica para a implantação de usinas hidrelétricas. Esses locais devem ser aqueles onde haja disponibilidade de materiais de construção (pedra, areia e terra) e condições naturais do terreno que permitam aproveitar de forma mais econômica e segura a energia gerada pelos rios.

A energia elétrica também pode ser gerada nas centrais nucleares, onde o combustível são pastilhas de elementos radioativos, como o urânio. Esses elementos se encontram associados a determinados minerais, encontrados em locais com volume suficiente para seu uso econômico (jazida). Outra forma de energia



é a derivada da queima dos combustíveis fósseis, ou seja, petróleo e gás. Os hidrocarbonetos (moléculas onde os átomos de carbono e hidrogênio são os principais componentes) são muito utilizados desde o início do século XX e, desde então, procurados avidamente pelos geólogos.

Quando se fala em pesquisa e descoberta de bens minerais, não há como deixar de pensar na Geologia. Mais uma vez ela se faz presente em nossas vidas de forma muito intensa. Isso vale para a areia e a pedra (brita), usadas nas estruturas de concreto (edifícios, pontes, estradas, portos), que devem ter qualidade comprovada para o uso nas construções. Acidentes podem ocorrer se esses materiais geológicos forem escolhidos de maneira inadequada.

Além disso, os metais encontrados em nosso dia-a-dia derivam de minerais que os geólogos buscam nas rochas, como, por exemplo, o nióbio, usado na produção de ligas resistentes às altas temperaturas (aplicadas em turbinas de aviões); a hematita, o mais abundante minério de ferro; a bauxita, o principal minério de alumínio, usado em tintas, chapas, tubos e peças fundidas, utensílios domésticos e mobílias.

Você percebeu como a Geologia e o trabalho dos geólogos estão presentes em nosso dia-a-dia. E agora? É capaz de se imaginar em um mundo sem o conhecimento geológico?

Emílio Velloso Barroso
 Depto. de Geologia
 Instituto de Geociências, UFRJ

o que você sempre
quis saber sobre
as pedras

e nunca teve
a quem perguntar...

Encontramos pedras em nosso caminho todos os dias, mas será que já paramos para pensar sobre o que é uma pedra? Será que todas são iguais? Qual a diferença entre pedra e rocha? Pode não parecer, mas há muito o que saber sobre as pedras em que tropeçamos.

Para começar, é bom esclarecer que o que todos chamam de pedra é, na realidade, o fragmento de uma rocha. E, por mais insignificante que uma pedra possa lhe parecer, ela sempre tem uma longa história para contar... Para descobrir o que está por trás disso, repare: nem sempre duas pedras são iguais. Elas podem diferir na cor, no brilho

ou mesmo na resistência. Podem também ser formadas por diferentes substâncias ou, caso tenham a mesma composição, podem apresentar uma organização diferente.

Descrever rochas em detalhes é tão importante que existe até um tipo de geólogo especializado em fazê-lo – é o petrólogo! Além de útil, estudar as características particulares de cada rocha, pode ser muito legal! Elas nos revelam a “história de vida” de cada rocha – em que condições ela se formou e por quais processos passou em seu ciclo de transformações. Revelam também fatos surpreendentes da história de nosso planeta.

Rocha tem idade?

Um petrólogo famoso foi o inglês Arthur Holmes (1890-1965). Ele dizia que “as rochas são como páginas da história da Terra”. Ele tinha razão. Afinal, há cerca de 4,6 bilhões de anos, quando se formou o nosso sistema solar, as rochas vêm se transformando ou sendo “escritas” ao longo da história da Terra.

Nas rochas estão os principais registros do que ocorreu no passado do nosso planeta, há milhões ou bilhões de anos. Mas também em cada pequena amostra de rocha ou nos pontos em que elas estão expostas (como em barrancos, cortes de estrada e pedreiras), encontramos sinais do que aconteceu no planeta e naquela rocha em especial. Quer um exemplo? Aí vai: as rochas que formam o Pico do Jaraguá, na cidade de São Paulo, mostram

um acúmulo de areia muito grande, o que faz os geólogos pensarem que, há muito tempo, naquele local, existia uma praia. Quem diria? Segundo os registros nas rochas, São Paulo já teve praia...

Indiretamente, também a história da vida na Terra pode ser “lida” nas rochas, pois nelas se encontram os fósseis. De acordo com as técnicas para a datação de rochas, as rochas mais antigas da Terra têm cerca de 4 bilhões de anos. As rochas mais antigas com evidências de vida (marcas fósseis) têm mais de 3 bilhões de anos. As rochas com as primeiras marcas de existência de plantas terrestres têm cerca de 400 milhões de anos e as rochas com vestígios dos primeiros dinossauros têm cerca de 240 milhões de anos; e assim por diante... A evolução dos seres vivos na Terra ficou registrada nas sucessivas camadas de rocha que se formaram.



formação rochosa

O “nascimento” de uma rocha

Falar que uma rocha nasce não é exatamente correto! Pense bem: em geral, quando dizemos que algo nasce, estamos nos referindo a um ser vivo. Como minerais e rochas são inanimados, é errado dizer que eles nascem... O mais correto é dizer que rochas surgem de uma reorganização de materiais pré-existentes.

O cascalho e a areia de um rio, por exemplo, não são rochas, mas se forem soterrados, comprimidos e compactados por longo tempo se transformarão em uma. Transformação é um bom termo! Rochas surgem da transformação de outras, quando o ambiente se modifica. Os componentes da rocha inicial, que estavam ajustados às condições de pressão e temperatura de um local, transformam-se em outros, quando as condições se modificam. O resultado é a formação de uma nova rocha, a partir da transformação da rocha antiga.

Por isso, podemos dizer que cada rocha, durante sua formação, é testemunha das condições do ambiente em que foi formada. Se a rocha for colocada em outro

ambiente ou se as condições ambientais mudarem, ela iniciará um processo de adaptação às novas condições. Como esse processo é lento e leva muitos anos para ser concluído, não pode ser percebido pelos nossos sentidos. Daí não podermos observar o surgimento das rochas.

A “extinção” das rochas

Para os casos em que uma rocha inicial deixa de existir e dá lugar a uma nova rocha ou ao solo, já sabemos que um bom termo é transformação. No entanto, há rochas que não se transformam, elas simplesmente deixam de existir... Como assim?

Pense, por exemplo, em rochas que surgiram há alguns bilhões de anos, como resultado das condições ambientais que existiam na Terra naquele período. Elas foram formadas no início da história do planeta e não podem mais ser formadas na atualidade, porque as condições ambientais mudaram.

Os depósitos de ferro das jazidas do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, por exemplo, foram formados há cerca de 3 bilhões de anos, quando ainda não existia oxigênio livre na atmosfera da Terra. Nas

condições ambientais atuais, em que a atmosfera contém 21% de gás oxigênio, não são formadas as mesmas quantidades de ferro. Isso significa que essas rochas podem desaparecer da face da Terra, caso sejam totalmente transformadas pela ação humana, porque nunca mais serão formadas naturalmente.

O uso das rochas no cotidiano

Para os cientistas que estudam rochas, identificar cada tipo é muito importante. Conhecendo as características de cada rocha, eles são capazes de identificar as rochas e sugerir usos para elas.

Você já parou para pensar em que as rochas estão presentes em nossas vidas? A começar pelas nossas casas, elas estão presentes em todas as edificações que nos cercam, sejam residências, pontes, prédios, barragens ou usinas. São também usadas como pavimento nas ferrovias, estradas de rodagem, aeroportos. Vivemos rodeados de rochas, embora nem sempre atentemos para isso.

a areia se transforma numa rocha chamada arenito



As rochas também podem servir para decoração, como as chamadas “lajes de Itu”. Desde o século XVIII, essas rochas são extraídas de jazidas existentes na cidade que leva esse nome, em São Paulo, e servem para fabricação de móveis e outros objetos muito utilizados na decoração das casas.

A areia e a argila, utilizadas na construção civil, também estão relacionadas às rochas. Elas fazem parte do ciclo das rochas, pois no passado foram rochas que sofreram desgaste e, agora, se acumulam na forma de fragmentos minúsculos na praia e no fundo dos rios. Argila e areia só não são consideradas rochas, porque reservamos esse nome aos materiais sólidos consolidados. De materiais rochosos também são obtidas as matérias primas para a fabricação de inúmeras mercadorias industriais, como o cimento.

Rochas, minerais e minérios: qual a diferença?

As rochas compõem-se de um agregado de minerais que são constituídos por um ou mais elementos químicos que se combinam de forma organizada na sua estrutura interna. Todos os metais que utilizamos, como o ferro, o manganês, o alumínio, o cobre, o ouro, o chumbo, e muitos outros, são extraídos dos minerais. Porém, o mais interessante é que os metais úteis não são abundantes na crosta terrestre e, geralmente, ocorrem em quantidades muito pequenas na estrutura dos minerais mais comuns das rochas. Por exemplo, o cobre ocorre na crosta em uma concentração de 0,005% e o ouro de 0,0000005%. Para se ter uma idéia, imagine que de cada um bilhão (1.000.000.000) de átomos na crosta, apenas 50.000 são de cobre e 5 são

de ouro. Se não são abundantes, como estes metais podem ser extraídos dos minerais das rochas para fazer parte de materiais por nós utilizados?

Grandes concentrações de minerais contendo metais importantes não são encontradas facilmente na superfície terrestre, pois dependem de raros fenômenos geológicos. Eles são encontrados apenas em certos locais, chamados depósitos minerais, cujas condições favoreceram o seu acúmulo nas rochas em quantidades muito superiores à sua concentração média. Logo, depósitos minerais são concentrações de minerais na crosta terrestre a partir dos quais é possível a extração de metais ou compostos úteis para a sociedade. Por exemplo, o chumbo, o zinco e o cobre podem ser extraídos dos seguintes minerais: galena (sulfeto de chumbo), esfalerita (sulfeto de zinco) e a calcopirita (sulfeto de ferro e cobre). Se a extração do metal destes minerais for viável economicamente, ou seja, se houver lucro, a concentração de minerais nas rochas é



exemplares de rochas

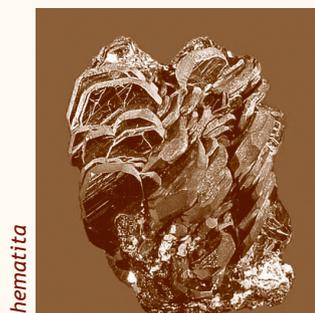
considerada minério. Na realidade, então, o minério é uma rocha, pois é formado por minerais, mas é uma rocha que tem valor econômico.

A extração dos metais das rochas

O uso de alguns metais é muito antigo na história da humanidade. Há quase dez mil anos o homem já usava o cobre no Oriente Médio. Foi um dos primeiros metais utilizados para confecção de objetos, armas e ferramentas. Imagina-se que o uso do cobre se iniciou quando ele foi encontrado em sua forma metálica, pura ou nativa, na superfície da terra. Mas não é sempre que isso acontece. A maior parte do cobre é encontrada na forma de minérios, fazendo parte de outras substâncias minerais. Para extraí-lo e ampliar o seu uso, a humanidade precisou desenvolver processos cada vez mais eficientes. Por isso, os registros mostram que, apesar de conhecido há mais de dez mil anos, o cobre só passou a ser utilizado em maior quantidade há cerca de oito mil anos.

Uma hipótese é de que o homem tenha aprendido a extrair o cobre a partir de

uma observação: ele deve ter reparado que certas pedras verdes derretiam e liberavam um metal avermelhado quando colocadas diretamente no fogo. Essas pedras, na realidade, são compostas de um mineral de cobre chamado malaquita e, quando aquecidas, liberam o cobre. Descoberto o segredo, a extração de cobre, a partir da malaquita e outros minerais de minérios, tornou-se comum.



hematita

Nem todos os metais, porém, têm extração fácil assim. O ferro, por exemplo, é encontrado em minerais, como a magnetita e a hematita, combinado com outros elementos, principalmente com o oxigênio. Para extraí-lo, não basta aquecê-lo. É necessário aquecê-lo em contato com carvão, produzindo, dessa forma, uma liga de ferro e carbono. Por isso, o uso do ferro só se tornou comum muito depois do cobre, há apenas 3.500 anos. Nessa época, nos arredores do Mar

Negro, descobriu-se que era necessário aquecer uma mistura de ferro e carvão para obter uma liga mais resistente do que as de cobre.

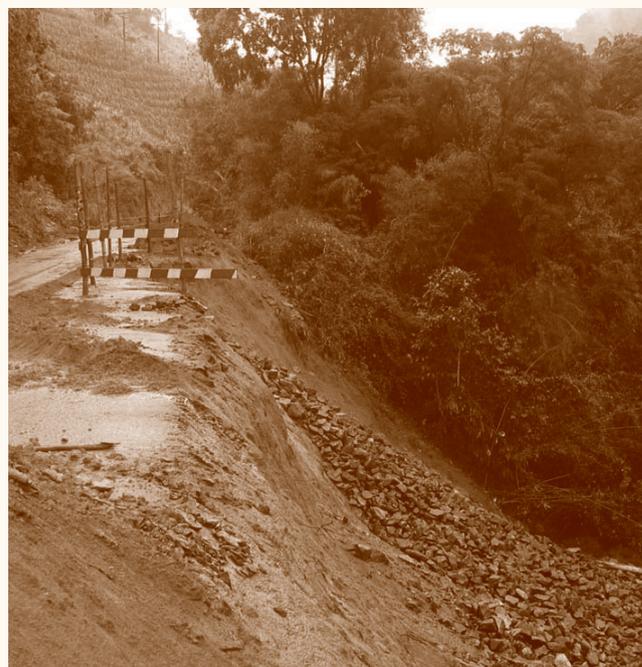
Atualmente, para se obter o ferro, empregam-se fornos especiais (altos-fornos), nos quais as temperaturas são muito altas. O minério é moído e aquecido em altas temperaturas formando um líquido vermelho incandescente, chamado ferro-gusa. O ferro-gusa é formado de ferro e carbono. Quando o excesso de carbono é eliminado do ferro-gusa, forma-se o aço, tão utilizado na fabricação de máquinas, automóveis, ferramentas, utensílios domésticos, na construção civil, e em mais uma infinidade de processos.

Rochas que trazem perigo

Só podemos falar em perigos relacionados a rochas, se pensarmos em termos de acidentes e de contaminação.

Áreas com grandes rochas expostas, cortes em estradas ou pedreiras estão sujeitas a queda ou rolamento de pedras que podem ser bastante destrutivos. Mas bastam alguns cuidados preventivos e se torna muito fácil evitar o problema.

Quando pensamos em contaminação, o perigo é um pouco maior. Rochas graníticas, que, normalmente, possuem potássio em sua composição, são comuns na natureza. Acontece que o isótopo radioativo do potássio, que costuma existir junto aos não radioativos, emite energia radioativa que, em excesso, pode causar danos à saúde humana. Isso pode ser considerado um tipo de poluição natural, para o qual não existe prevenção possível, já que essas rochas encontram-se naturalmente nos ambientes. Em locais onde há esse problema, deve existir acompanhamento



destizamento

constante dos efeitos da radioatividade sobre a população, e, como se sabe, os cuidados com o povo dependem dos padrões sanitários de cada país.

Um exemplo de poluição natural causado por rochas acontece em algumas regiões do Brasil. Há pouco tempo, constatou-se a existência de chumbo e arsênio – dois elementos tóxicos – em quantidades superiores às normais, na urina e no sangue das pessoas que moram próximas a certos rios na Amazônia. Também os peixes desses rios estavam contaminados. Como nesses locais não há garimpo (em geral, o culpado pela contaminação do ambiente por metais pesados) ficou a dúvida: qual a origem da contaminação? Estudos realizados na região mostraram que é bem possível que o arsênio e o chumbo se originem das rochas locais.

A água subterrânea dissolve os minerais, extraíndo deles os metais que contêm. Quando essa água aflora, alimentando os igarapés, contamina naturalmente as águas superficiais. Plantas e microorganismos absorvem os metais pesados da água, que passam, assim, a fazer parte da cadeia alimentar. Todos os animais têm dificuldade de eliminar metais pesados, por isso eles se acumulam nos peixes, em outros animais e até

nas pessoas. O acúmulo de arsênio e chumbo pode causar problemas de saúde e até mesmo a morte.

É bom lembrar, porém, que as mesmas propriedades que estão sendo consideradas perigosas, como a radioatividade, por exemplo, podem ter algo de positivo: certos locais com elevada radioatividade natural muitas vezes tornam-se estações hidrominerais, procuradas pelos efeitos benéficos de suas águas. Também é importante saber que na natureza existem mecanismos para controlar possíveis excessos. Se o equilíbrio natural for mantido, o perigo será reduzido.

Você entende, agora, por que existem profissionais, como os geólogos, que estudam em profundidade as rochas, os minerais e como eles se formam na crosta terrestre? Pois é, agora, você também vai passar a olhar as pedras à sua volta de uma maneira diferente, não vai?

Pedro Wagner Gonçalves
Depto. de Geociências Aplicadas ao Ensino

Roberto Perez Xavier
Depto. de Metalogênese e Geoquímica

Instituto de Geociências, Unicamp

Coleções de rochas e minerais

Você já teve um aquário de peixes ornamentais? Muita gente gosta de tê-los em casa para apreciar a variedade de cores e formas desses animais. Outras pessoas preferem plantas, cultivando-as em casa para admirá-las de perto. Outras ainda gostam de observar pássaros e borboletas na natureza. Assim como os seres vivos, também os minerais têm grande diversidade de cores, brilhos e beleza, e podem ser deslumbrantes quando observados com atenção. Por isso muita gente gosta de coleções de pedras e, por isso tantos minerais são usados como jóias e objetos de decoração.

Muito além da beleza

Na verdade, o reino Mineral sempre fez parte de nossas vidas. Toda a vida na Terra está fundamentada nele: são os minerais que, associados entre si, constituem as rochas, que são a base física para todas as formas de vida que se conhece, incluindo a nossa própria, e que tornam possível seu desenvolvimento. Em segundo lugar, os minerais, quando absorvidos pelas plantas, acabam por fazer parte da cadeia alimentar e, assim, fazem parte também de toda a vida existente no planeta.

Como matéria-prima, os minerais também estão presentes em nosso dia-a-dia. Quase todos os produtos inorgânicos que utilizamos, sejam eles naturais ou artificiais, são constituídos por minerais que podem ser encontrados naturalmente na superfície da Terra. Ou então, por substâncias produzidas pelas transformações naturais ou artificiais (induzidas pelos homens) desses minerais.

Olhe para o interior da casa em que mora e você terá uma confirmação disso.

Veja só: tirando os plásticos, que são produzidos a

partir do petróleo, que não é mineral, e os tecidos naturais e a madeira, que são produzidos a partir das plantas, todo o resto é resultado da industrialização e do beneficiamento de minerais. O tijolo, a areia e o cimento das paredes, as telhas, as ferragens dos muros e as esquadrias metálicas das janelas, o piso cerâmico e os azulejos que revestem as paredes, os vidros, a pia de mármore ou granito, o fogão e a geladeira, os talheres, a louça e os outros utensílios de cozinha, as tintas e a cal e muitas outras coisas de nossas casas são produtos obtidos, direta ou indiretamente, do reino Mineral.



sua casa vem da mineração

- 1 - Tijolo - areia, calcário (cimento), argila vermelha
- 2 - Fiação - cobre, petróleo (plástico)
- 3 - Lâmpada - quartzo (vidro), tungstênio (filamento)
- 4 - Fundações - areia, brita, cimento
- 5 - Tanque - petróleo (plástico), calcário (cimento), areia, brita e/ou pedregulho
- 6 - Vidro - quartzo, feldspato
- 7 - Louça sanitária - argila, caulim
- 8 - Azulejo - argila, caulim, feldspato, dolomita

- 9 - Piso do banheiro - granito, mármore ou argila (lajota ou ladrilho)
- 10 - Isolante de parede - quartzo (lã de vidro), feldspato
- 11 - Pintura (tinta) - pigmentos de titânio (ilmenita)
- 12 - Caixa d'água - amianto (criscotila), cimento
- 13 - Impermeabilizante - betume (xistobetuminosos)
- 14 - Contrapiso - areia, brita, calcário (cimento)
- 15 - Pia - mármore ou níquel, cromo, ferro (aço inox)
- 16 - Botijão a gás ou fogão - gás natural, petróleo, ferro
- 17 - Encanamento - ferro, chumbo, petróleo (PVC)
- 18 - Laje - ferro, brita, areia, calcário (cimento)
- 19 - Forro - gipsita (gesso)
- 20 - Armação-fundação - ferro (henatita)
- 21 - Esquadrias de janela - alumínio (bauxita)
- 22 - Piso - argila, ardósia, vermelhão (óxido de ferro)
- 23 - Calha - cobre, zinco, petróleo (PVC)
- 24 - Telhado - argila (telha), betume e calcário-cimento (acabamento)
- 25 - Estrutura (pilastra) - areia, calcário (cimento)

Ilustração: Cláudio Roberto

Os recursos minerais foram fundamentais para a humanidade desde que ela começou sua aventura na Terra, desde o tempo em que o homem pré-histórico trilhava enormes distâncias atrás de sílex (um tipo de mineral) para confecção de suas ferramentas. Eles são tão importantes que a evolução da civilização costuma ser dividida em fases cujos nomes se baseiam nos avanços na utilização de minerais para a confecção de instrumentos.

Nos primórdios da humanidade está a Idade da Pedra, que pode ser dividida em Idade da Pedra Lascada, quando os instrumentos não passavam de lascas de pedras, e Idade da Pedra Polida, quando os homens aprenderam a polir as pedras para dar a elas formas de acordo com suas necessidades. Quando o homem aprendeu a obter metais dos minérios, sucederam-se as Idades do Ferro e do Bronze. Na atualidade, estamos em plena Idade do Alumínio, do Silício e das Cerâmicas Semicondutoras.

Os minerais

O que é um mineral, afinal? Se você tivesse que defini-los para alguém, o que poderia dizer? Será que existem minerais de espécies diferentes, como animais e plantas? Como os minerais se agrupam para formar as rochas da crosta terrestre?

O nome mineral vem do latim “mina”. Os romanos utilizavam essa palavra para dar nome aos poços ou galerias de onde extraíam as substâncias utilizadas em construções ou na confecção de instrumentos e utensílios diversos, como ferramentas, vasos e objetos de adorno. Assim, em uma primeira definição, pode ser considerado mineral tudo o que se extrai de minas.

Com a evolução da exploração de minerais, percebeu-se que existiam locais que acumulavam grandes quantidades de certo tipo de mineral, e que diferentes lugares, a grandes distâncias uns dos outros, podiam conter os mesmos minerais. Percebeu-se que os minerais ou “pedras” podiam ser classificados por tipos ou espécies conforme as características físico-químicas que apresentavam, não importa se vinham de um único local ou de locais diferentes. Assim, minerais de mesmo tipo

Tipos de cristalização



(ou espécie) eram os que apresentavam as mesmas características, ou seja, apresentavam o mesmo tipo de cristalização, a mesma dureza, a mesma densidade, igual resistência e iguais propriedades ópticas. Isso acontece porque são formados pelas mesmas substâncias, ou seja, cada tipo tem uma composição química definida.

Portanto, se você agora quisesse definir mineral, poderia dizer que mineral é toda substância sólida não viva encontrada naturalmente na crosta terrestre, com uma composição química definida e características físico-químicas que não mudam. O diamante, o ouro e o quartzo são três tipos de minerais, e existem muitos outros. Vários minerais diferentes podem agrupar-se formando estruturas maiores, as rochas.

A maioria dos minerais possui estrutura cristalina. Ou seja, são formados por partículas (os átomos) que ocupam posições bem definidas e formam estruturas bem organizadas, dando origem aos belíssimos

cristais, formas geométricas perfeitas, que apresentam simetria. Existem seis tipos de organização de cristais (veja o quadro acima), ou seja, seis tipos de cristalização, dependendo do número, do comprimento e da posição de seus eixos.

Como se formam os cristais?

Os cristais são formados na natureza quando acontece o resfriamento de um material sólido fundido. Ou quando um líquido que contenha um mineral dissolvido se evapora lentamente.

À medida que o líquido evapora, o mineral forma cristais. Quanto mais lentamente o líquido se evapora, maior será o cristal formado.

Se você quiser observar a formação de cristais em sua casa, dissolva uma colher de sal de cozinha (um mineral) em um pires de água e coloque a solução perto de uma janela. Deixe que a água evapore por alguns dias e veja o que acontece.

Os principais tipos de minerais

O homem é um incansável classificador, e também para os minerais criou sistemas de classificação. Eles são, em geral, agrupados em classes de acordo com sua composição química. Veja na tabela a seguir, exemplos das principais classes de minerais:

elementos nativos	ouro, prata, enxofre (praticamente puros)
sulfetos	pirita, galena, esfalerita
sais halóides	sal de cozinha
óxidos	óxido de ferro, chamado hematita
carbonatos	calcita, dolomita, malaquita
silicatos	berilo, topázio, quartzo, turmalina, minerais de argila e muitos outros



galena

Existem mais de três mil espécies de minerais no mundo, mas se você for analisar quantas, desse total, são responsáveis pela constituição das rochas da crosta terrestre, terá uma surpresa. Descobrirá que pouquíssimos minerais formam as rochas.

Veja na tabela quais são os principais minerais:

Tipos de rochas	Constituição mineral
Graníticas e gnáissicas	Principalmente feldspato (silicatos de sódio, cálcio e potássio) e quartzo (óxido de silício), com alguma coisa de mica (aluminossilicato de sódio, cálcio e potássio) e anfibólios e piroxênios (aluminossilicatos de cálcio, ferro, magnésio, manganês, sódio e potássio)
Mármore e calcários	Quase que exclusivamente calcita (carbonato de cálcio), mas, às vezes, contêm alguma quantidade de dolomita (carbonato de cálcio e magnésio)
Quartzitos e arenitos	Um único mineral, o quartzo, que, quimicamente, é óxido de silício
Micaxistos	Mica
Folhelhos e solos em geral	Essencialmente, minerais de argila (silicatos hidratados de alumínio, cálcio, sódio, potássio, ferro e magnésio)

O prazer de colecionar minerais

Quase tão variados como são os minerais, são os motivos que levam alguém a organizar uma coleção deles. Os minerais podem ser decorativos, apenas, ou, até mesmo, instrutivos. Podem trazer alegria e “elevantar o astral” de quem se dedica a colecioná-los. É muito bom poder ter, em sua própria casa, cristais coloridos e reluzentes, que vieram de diferentes locais do mundo, organizados em uma vitrine. São a melhor lembrança que se pode ter de lugares visitados e pessoas distantes, pois são duradouros, tornando duradouras as recordações de momentos e aventuras vividas.

Experimente! Poderá ter uma agradável experiência, e, “de quebra”, você poderá aprender muito organizando uma coleção. Verá como se pode ter prazer ao ver sua coleção aumentar lentamente e (quem sabe?) daqui a alguns anos, você talvez tenha uma coleção digna de um museu de minerais. Você pode conseguir os seus minerais de diversas maneiras: coletando-os em minas, pedreiras, cortes de estradas, afloramentos de rocha, trocando-os com

outros colecionadores ou, em último caso, adquirindo-os em lojas, minas e de outros comerciantes de pedras.

Para quem se interessa por minerais, não existe lugar melhor que o Brasil, que possui grande abundância de minerais, principalmente os associados às gemas e pedras de coleção. Praticamente não existe um estado sequer de nosso país que não tenha garimpos ou extrações de ao menos um tipo de pedra.

E se você puder viajar, terá a oportunidade de visitar feiras de gemas e minerais, onde poderá apreciar e adquirir amostras de beleza inimaginável e qualidade digna dos maiores museus do mundo. Existem cores, formas e cristalizações deslumbrantes. Em exposições ou na própria natureza, você também poderá ver grupos de cristais que formam esculturas fantásticas. Elas foram elaboradas pela natureza no interior da Terra há milhões de anos e são os testemunhos dos lentos processos tectônicos que fazem da Terra um planeta único e maravilhoso.

Andrea Bartorelli
geólogo, colecionador de minerais e gemas

A genealogia do petróleo

O petróleo é uma mistura de diversos componentes, principalmente de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos) e quantidades menores de oxigênio, nitrogênio e enxofre, encontrado no estado gasoso ou líquido, em seu reservatório natural. Em sua composição, as frações leves das cadeias de hidrocarbonetos formam os gases e as pesadas formam o óleo cru. A distribuição desses percentuais é que define os tipos de petróleo existentes no mundo.

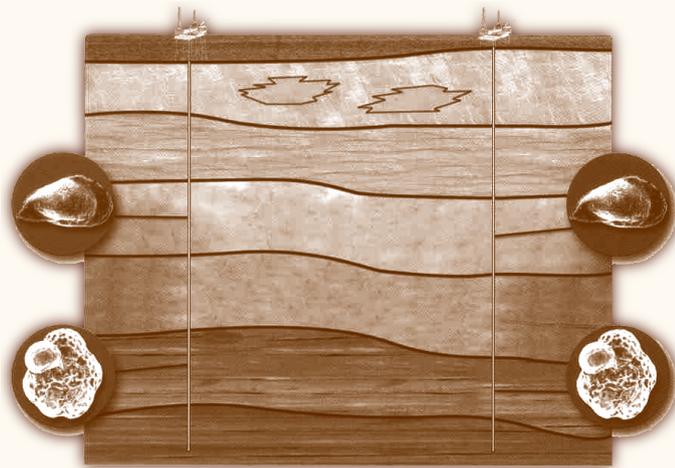
Suas principais formas são: gás natural (não condensa em temperatura e pressão normais), condensado (gasoso em sub-superfície; condensado em superfície) e óleo bruto (parte líquida).

Para explicar a gênese do petróleo, após séculos de pesquisas e experimentações, duas classes de teorias foram idealizadas: inorgânicas (sem intervenção de organismos vivos) e orgânicas (papel fun-

damental de organismos vivos). Atualmente, geólogos e geoquímicos atribuem origem orgânica para o petróleo, mas não contestam a existência de hidrocarbonetos por processos inorgânicos.

A natureza complexa do petróleo é resultado de mais de 1.200 combinações de hidrocarbonetos, formados por processos de decomposição e transformação de matéria orgânica (restos de vegetais e microalgas marinhas e de água doce) durante centenas de milhões de anos. As condições para sua formação são: a presença de quantidade e qualidade adequadas de matéria orgânica e a submissão dessa matéria a temperaturas elevadas para conversão em hidrocarbonetos gasosos e líquidos.

Embora semelhante à composição do carvão, possui características especiais: por ser fluido, pode migrar para além de



*microfósseis - camadas de rochas
imagem cedida pela Petrobras*

sua fonte geradora e acumular-se em estruturas sedimentares. O petróleo ocorre normalmente em rochas sedimentares depositadas sob condições marinhas

As rochas geradoras são finas (folhelhos) e contêm cerca de 90% da matéria orgânica. O maior volume dessas rochas é juro-cretácica, períodos responsáveis por mais de 70% dos recursos mundiais de petróleo. A principal fonte de óleo cru é o fitoplâncton (microalgas marinhas e de água doce), presente em restos de plantas terrestres, bactérias e zooplâncton.

A formação de petróleo e gás natural não depende apenas da composição da matéria orgânica, mas também do aumento de temperatura em sub-superfície (gradiente geotérmico). Em torno de 50°C, as quantidades são muito pe-

quenas, aumentando, sem alteração estrutural, em torno de 100°C. Mas, ao atingir 150°C, ocorre o craqueamento (quebra das moléculas), gerando petróleo.

Além do gradiente geotérmico, que varia em cada bacia sedimentar, o tempo também é importante, pois diferentes volumes de petróleo são formados de rochas geradoras similares, sujeitas à mesma temperatura, mas em intervalos de tempo diferentes.

Após sua geração, o petróleo passa por processos de migração (da rocha geradora) e acumulação (rocha reservatório). Seu destino depende do conduto em que está se movendo e da natureza e eficiência da trapa (armadilha para aprisionar o petróleo), que inclui rocha reservatório (porosa e permeável) e rocha selante (impermeável), capazes de impedir a migração ou armazenar petróleo em sub-superfície.

Fonte de energia não-renovável e matéria-prima da indústria petrolífera e petroquímica, a origem do petróleo é, para muitos pesquisadores, um dos mistérios mais bem guardados pela natureza.

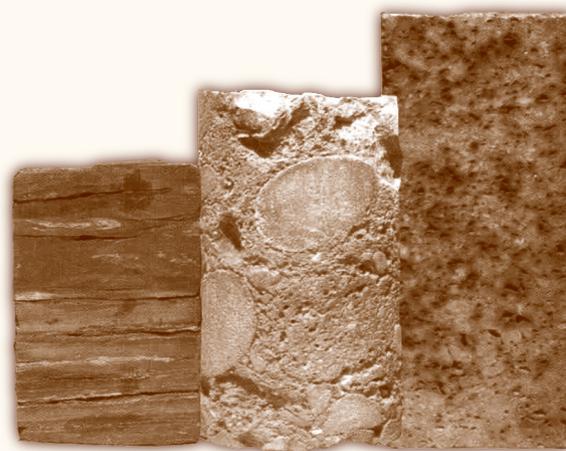
João Graciano Mendonça Filho
Depto. de Geologia
Instituto de Geociências, UFRJ

O que torna a procura por petróleo e gás natural tão especial?

O petróleo e o gás natural resultam da decomposição de matéria orgânica e são encontrados em rochas sedimentares. Parece simples, mas, para serem formados, dependem de condições geológicas especiais, com diferentes etapas, em um considerável intervalo de tempo geológico. Por isso, não é fácil encontrá-los! Mas os geólogos conhecem os meios e os caminhos para isso... Pesquisando as bacias sedimentares e as rochas sedimentares!

Mas o que torna essa procura tão especial? Somente estudos geológicos detalhados é que permitem a identificação de acumulações de petróleo e gás natural economicamente exploráveis.

As rochas sedimentares são formadas por uma cadeia de processos geológicos (intemperismo, erosão, transporte

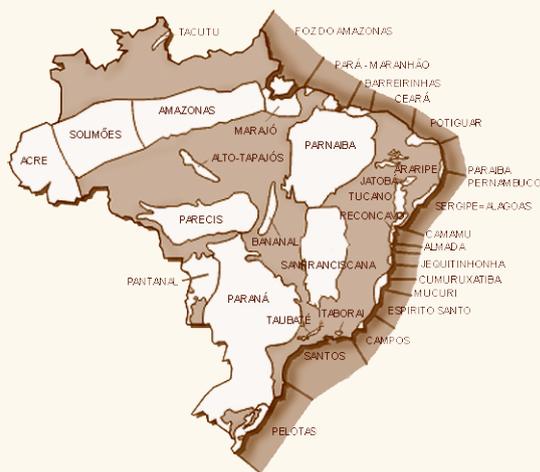


rochas sedimentares bacias brasileiras
(geradora e reservatório) imagem cedida pela Petrobras

e deposição) que originam as partículas formadoras dos sedimentos, transportados, por águas correntes, vento e geleiras, para locais de acumulação, ou ambientes de sedimentação: continentais (rios, lagos, desertos, geleiras); transitórios (lagunas, praias, estuários, deltas); marinhos (plataforma continental, talude continental, planície abissal).

As rochas sedimentares são acumuladas e preservadas em depressões tectônicas – as

bacias sedimentares. No Brasil, ao longo da margem continental, essas bacias possuem excelentes condições para a exploração de petróleo e gás natural, como: Campos, Santos, Espírito Santo, Sergipe-Alagoas, Potiguar, entre outras.



Para se formar petróleo e gás natural, é necessário que sedimentos lamosos ricos em matéria orgânica (rochas geradoras) sejam soterrados e protegidos da destruição por organismos decompositores (bactérias). Essa condição inicial básica é possível somente em ambientes deposicionais, onde a produção de matéria orgânica seja alta e o suprimento de oxigênio baixo.

Por milhões de anos, a matéria orgânica soterrada vai sendo transformada em compostos de hidrogênio e carbono (hidrocar-



plataforma exploração Bacia de Santos
imagem cedida pela Petrobras

bonetos) líquidos (petróleo) e gasosos (gás natural). Durante a compactação dos sedimentos, os hidrocarbonetos são forçados a sair da rocha geradora, migrando para camadas de rochas permeáveis (rochas-reservatório, arenitos, por exemplo), onde ocupam os espaços vazios (poros). Para que os hidrocarbonetos permaneçam aprisionados nas rochas-reservatório, é necessária a presença de camadas (rochas selantes) ou estruturas (armadilhas ou trapas) impermeáveis, que impeçam a continuidade da migração.

Em resumo, os geólogos encontrarão petróleo e gás natural em bacias sedimentares cuja história geológica permitiu a formação de rochas geradoras, a transformação da matéria orgânica em hidrocarbonetos, a migração dos hidrocarbonetos para rochas-reservatório e a formação de armadilhas apropriadas.

Claudio Limeira Mello
Depto. de Geologia
Instituto de Geociências, UFRJ

**Experimentos
divertidos**

Pegadas quentes

As pegadas de dinossauros são hoje um dos únicos vestígios da passagem desses animais sobre a Terra. Pois saiba que a partir de uma pegada é possível reconstituir o animal todo. Esse processo de moldagem de uma pegada é mais simples do que você pode imaginar. Nessa atividade, você aprenderá a fazê-lo, treinando com suas próprias pegadas (ou mãozadas?). Quem sabe um dia você não encontrará uma pegada de dinossauro, e, aí, já saberá fazer o molde...

Como fazer:

1 **Preparação da forma.** Se a areia estiver seca, umedeça-a, até ficar boa para a modelagem. Despeje-a na forma.

2 Alise a areia com a régua até ficar bem plana (a areia deve ficar um centímetro mais baixa do que a borda da forma).

3 Com o punho fechado, compacte toda a superfície da areia, socando bem. Alise-a novamente com a régua. Deixe sem cobrir de areia os quatro cantos da forma para ter um lugar onde pegar na hora de desenformar.

4 **Para moldar o pé.** Coloque a forma no chão, ao lado de uma mesa. Apóie-se na mesa e coloque lentamente o pé sobre a areia. Em seguida retire o pé com cuidado.

Do que você precisa:

- 1 forma de bolo
- 1 quilo de areia
- 1 quilo de gesso*
- 1 litro de água
- 1 pote plástico para misturar
- 1 colher de pau pequena
- 1 régua
- 1 pincel macio médio

**compre gesso de estuque em casa de material de construção*

5 *Para moldar a mão.* Coloque a forma sobre um banquinho de cozinha. Coloque a mão lentamente sobre a areia, faça pressão para baixo. Depois retire a mão com cuidado.

6 Verifique se o molde ficou legal. Se ficou, siga em frente. Se não ficou, comece tudo novamente.

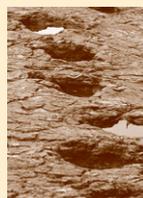
7 Preparação do gesso. Despeje um litro de água no pote para a mistura. Em seguida despeje devagarinho $\frac{1}{2}$ quilo de gesso e aguarde um minuto.

8 Depois misture bem o gesso com água, com a ajuda da colher de pau (fazendo movimentos circulares, como quando misturamos a massa de um bolo), até fazer uma massa uniforme.

9 Sem perder tempo (mas com calma), despeje a massa na forma a partir do canto (bem devagar mesmo, de modo a não derrubar a areia e nem fazer bolhas no gesso).

10 Espere trinta minutos até o gesso endurecer e retire a figura moldada. Para tirar o excesso de areia, use o pincel.
Atenção: não jogue água com gesso na pia.

11 Quando você estiver craque, pode fazer um outro tipo de molde: prepare o gesso do mesmo modo, coloque-o em um pote de plástico de 15 centímetros de profundidade. Ponha a mão (bem untada de óleo) no pote. Fique com a mão absolutamente parada lá dentro do pote durante aproximadamente 15 minutos. Você deve esperar o gesso esquentar e depois esfriar. Com o pote ainda sobre a mesa, vá retirando a mão devagar. Aí você vai ter um registro em três dimensões da sua mão.



Se você encontrar uma pegada de dinossauro dando sopa por aí e se quiser tirar o molde, o caso é um pouco diferente, porque a pegada é grande. Faça o seguinte:

Coloque uma proteção de papelão ou madeira ao redor da pegada, com cerca de dez centímetros de altura, deixando-a um pouco afastada da pegada propriamente dita (como se fosse uma moldura para a pegada). Passe óleo em toda a superfície da pegada (pode ser óleo de cozinha ou vaselina).

Recorte várias tiras de pano (de preferência sacos de estopa ou aniagem). Prepare o gesso e nele misture as tiras de pano. Com essa massa, preencha toda a pegada, até atingir a proteção que você colocou ao redor dela. Espere secar e desenforme.

Atenção: se você achar uma pegada fóssil, tome o maior cuidado. Como os próprios fósseis, ela é parte do nosso patrimônio natural e cultural. Deve ser bem tratada. Avise um pesquisador, pois pode se tratar de um achado ainda desconhecido. Boa sorte!

Ismar de Souza Carvalho
Depto. de Geologia
Instituto de Geociências, UFRJ

Aprendendo a ler



Estamos em contato diário com rochas, mas nem sempre percebemos que existe grande variedade delas. Tanto que a maioria das pessoas pensa que só existem dois tipos: granito e mármore, as rochas de revestimento mais comuns. Mas, ao mesmo tempo em que existem as que, por sua dureza, servem para revestir fachadas de edifícios, existem também as mais macias, que podem ser esculpidas com maior ou menor facilidade.

Cada rocha encerra em si muitos mistérios, relacionados à sua idade, às distâncias que “viajou” desde que se formou, às pressões e temperaturas que sofreu no passado... Cada rocha representa associações íntimas de minerais, na forma de grãos ou cristais, cuja cor, tipo, beleza e resistência são as qualidades que diferenciam umas das outras. Podemos aprender a lê-las para desvendar alguns de seus segredos.



Do que você precisa:

Visite uma marmoraria e converse com os responsáveis pelos trabalhos de corte e polimento de rochas. Pergunte quais são os tipos de rocha mais utilizados e como se distinguem umas das outras. Mas, cuidado! Seja crítico em relação à resposta, pois, para eles, geralmente, só há dois tipos de rochas: o granito e o mármore – que são os nomes comerciais das rochas de revestimento mais comuns. Assim, qualquer “pedra” que não for um “granito”, provavelmente será chamada, por eles, de “mármore”.

Nesses lugares, costumam sobrar restos de rochas que são imprestáveis para eles, mas importantes para quem quer montar uma coleção. Procure recolher alguns pedaços descartados de rochas. Escolha pedaços relativamente pequenos e que tenham faces quebradas (não serradas). Nessas superfícies, podem ser observados os minerais que constituem a rocha, geralmente, cristais, cujas faces planas refletem a luz, dependendo de como estiverem sendo iluminadas.

Como fazer:

1 Escolha uma ou mais amostras que lhe agradem mais e tente fazer um esboço do que está vendo. Se a amostra que separou for daquelas normalmente chamadas de “granito”, faça algumas observações. Lembre-se de que:

a) rochas vulcânicas formam-se a partir da solidificação de material fundido que, através de fendas e crateras de vulcões, atingiu a superfície;

b) rochas plutônicas formam-se a partir de resfriamento de material fundido, durante milhões de anos, no interior da crosta terrestre;

c) rochas metamórficas formam-se da transformação de uma rocha pré-existente submetida a variações de temperatura e pressão, abaixo da superfície terrestre;

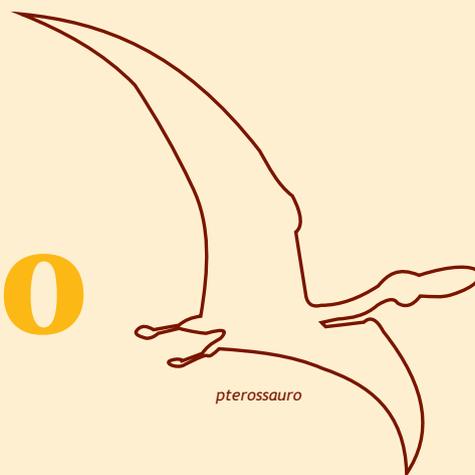
d) rochas sedimentares formam-se a partir da consolidação de sedimentos depositados em camadas na superfície terrestre.

2 Examine a rocha com uma lupa. Se conseguir perceber alguma orientação dos cristais, isso pode significar que a rocha é metamórfica. Se a rocha não possuir qualquer cristal visível a olho nu, isso pode significar que é uma rocha vulcânica, porque o rápido resfriamento não permite a formação de cristais de tamanho razoável.

3 Se a amostra escolhida for classificada como “mármore”, você também pode fazer observações, mas saiba que muitas dessas rochas não são mármore verdadeiros. Mármore são rochas metamórficas, compostas por microcristais de um mineral chamado calcita, identificado sem dificuldade porque podemos riscá-lo facilmente com um canivete e porque “efervesce” quando atacado por algum ácido.

Celso Dal Ré Carneiro
Instituto de Geociências, Unicamp

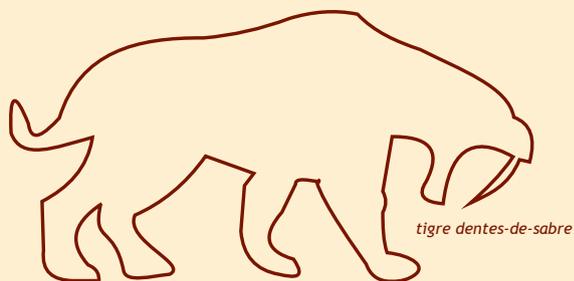
Reciclando petróleo



pterossauro

O “óleo da pedra” (do latim *petro*: pedra + *oleum*: óleo) é formado há milhões de anos através da decomposição do material orgânico depositado no fundo de antigos mares e lagos. Ao longo do tempo, vem sendo utilizado com diversas finalidades e transformado em produtos como combustível, plásticos, borrachas, tintas etc.

A garrafa PET é um produto derivado do petróleo que, por não ser retornável, na maioria das vezes vai para o lixo e acaba parando nos rios, causando grande impacto ambiental. Seu tempo de degradação na natureza é, em média, de 200 anos, por isso, é muito importante sua reutilização para reduzir a quantidade de garrafas lançadas no meio ambiente. Uma excelente maneira de preservar nosso planeta pode ser através da utilização de PET's em peças artesanais e muito divertidas!



tigre dentes-de-sabre

MÓBILE

Que tal criar um móbile de garrafa PET e aprender sobre Reciclagem, Escala do Tempo Geológico e Evolução dos Animais? A Escala do Tempo Geológico marca os principais eventos biológicos, geológicos e climáticos que ocorreram no planeta. Nesse móbile, destacam-se importantes eventos biológicos, relacionados ao surgimento dos seis grandes grupos de animais que habitam a Terra hoje.

Cambriano (570 milhões de anos) - surgiram os invertebrados, como moluscos (caramujos, ostras, polvos, lulas), insetos (libélulas, besouros, grilo), equinodermos (ouriço-do-mar, bolacha-do-mar)

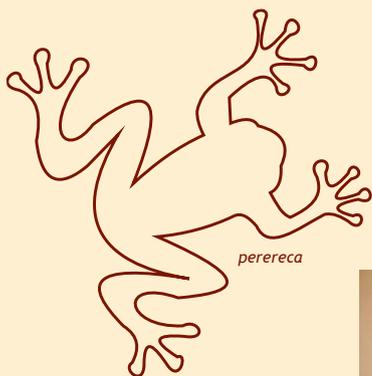
Ordoviciano (500 milhões de anos) - primeiros vertebrados, os peixes, como tubarões e raias

Devoniano (410 milhões de anos) - primeiros vertebrados terrestres, os anfíbios, conhecidos como sapos, rãs e pererecas

Carbonífero (280 milhões de anos) - primeiros répteis, como dinossauros, crocodilos, pterossauros, tartarugas

Triássico (190 milhões de anos) - primeiros mamíferos

Jurássico (160 milhões de anos) - primeiras aves



Do que você precisa:

1 garrafa PET de 2 litros, tesoura, linha, caneta para retroprojeter de ponta fina, martelo, prego, a tampa da garrafa, o anel da garrafa e os moldes dos animais (desenhados nestas páginas)



1 Recorte a garrafa como nas fotos. Separe a parte que parece uma folha curva.



Como fazer:

2 Recorte a parte de cima da garrafa em forma de espiral, como uma casca de laranja.



3 Com o prego, faça um furo no fundo e seis na lateral da parte de baixo da garrafa, e mais dois na tampa.



4 Amarre com a linha, na parte de cima, o anel e, no fundo, a tampa. Os fios passam pelos furos. Deixe a tampa encostada no fundo da garrafa e corte o excesso de fio.



5 Depois disso, atarraxe a parte de cima da garrafa na tampa.



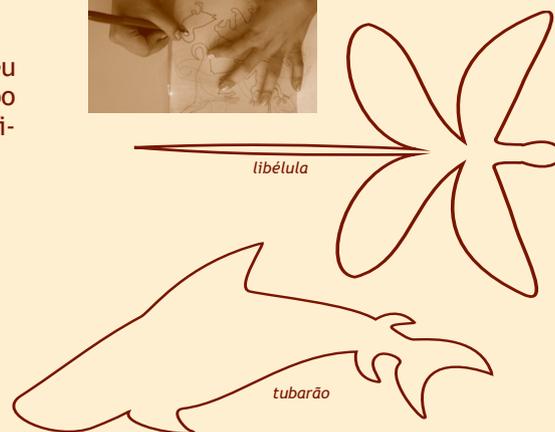
6 Agora, com a parte da garrafa que foi separada, desenhe as silhuetas dos animais do molde e depois recorte.



7 Fure cada uma das silhuetas na parte de cima e passe a linha pelos furos. Cada linha terá um tamanho diferente: a maior vai ficar na mesma altura do final da espiral e, nela, vai ficar a libélula. Nas curvas seguintes, ficam o tubarão, a perereca, o pterossauro, o tigre dentes-de-sabre e, por último, a dinórnis. Cada linha diminui e acompanha as curvas da garrafa.



8 No final, o seu móbil de Tempo Geológico vai ficar com esse visual.



Aline Meneguci
estagiária Divisão de Paleontologia
CPRM e Museu de Ciências da Terra/DNPM

Dobre trilobitas



O origami (*oru*: dobrar + *kami*: papel) é uma técnica de dobraduras que se originou com o advento do papel na China. Ganhou popularidade e se aperfeiçoou no Japão, tornando-se um símbolo da cultura deste país. O origami estimula a coordenação motora e auxilia no desenvolvimento psicológico e artístico das crianças.

O que são trilobitas?

Animais parentes dos crustáceos (camarões, caranguejos e lagostas), que viveram na era Paleozóica, entre 570 e 245 milhões de anos. Dominaram os mares e viveram bem antes dos dinossauros. Seu nome significa *tri*: três + *lobus*: lobo, pois têm o corpo dividido em três partes por dois sulcos.

Como fazer:

1 Copie a matriz abaixo em uma folha de papel. Dobre para trás as linhas 1 e 2.

2 Dobre as linhas 3 para trás e depois volte à posição inicial.

3 Faça com que as linhas 3 e 4 se encontrem pelo meio.

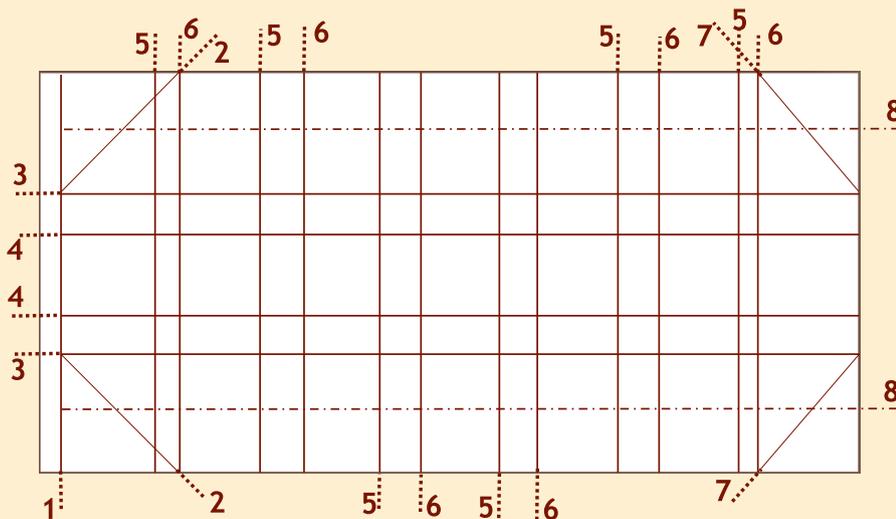
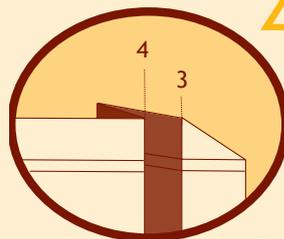
4 Repita os passos 2 e 3 com todas as linhas 5 e 6.

Fazendo isso, o trilobita fica parecido com uma sanfona.

5 Dobre as linhas 7 para trás.

6 Dobre as linhas 8 para fora, para formar as patas.

7 Desenhe os olhos no topo e pronto!!



Diogo Jorge de Melo
colaborador Museu de Ciências da Terra, DNPM

Vinicius de Moraes Monção
Grupo Origami Rio

**Saiba
mais...**

Sugestões de pesquisa



Livros

Carvalho, I. S. (ed.). *Paleontologia* (2 vol.). Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

Cartelle, C. *Tempo passado: mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais*. Belo Horizonte: Palco, 1994.

Ernst, W. G. *Minerais e rochas*. São Paulo: Editora Blücher S.A., 1971.

Fernandes, A. C. S. et al. *Guia dos icnofósseis de invertebrados do Brasil*. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

Leinz, V.; Amaral, S. E. *Geologia geral*. São Paulo: Editora Nacional, 1978.

Leinz, V.; Campos, J. E. S. *Guia para determinação de minerais*. São Paulo: Editora Nacional, 1982.

Lima, M. R. *Fósseis do Brasil*. São Paulo: T.A. Queiroz: Editora da USP, 1989.

Lobato, M. *O poço do Visconde*. São Paulo: Brasiliense, 1993.

McAlester, A. L. *História geológica da vida*. São Paulo: Editora Blücher, 2002.

Popp, J. H. *Geologia geral*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1998.

Rocha, R. *Meu amigo dinossauro*. São Paulo: Melhoramentos, 2006

Salgado-Laboriau, M. L. *História ecológica da Terra*. São Paulo: Editora Blücher, 1997.

Schumann, W. *Rochas e minerais*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S/A, 1989.

Teixeira, W. et al. (org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

Verne, J. *Viagem ao centro da Terra*. São Paulo: Melhoramentos, 2005.

Revistas

Ciência Hoje na Escola. *Céu e Terra* (v. 1); *Evolução* (v. 9); *Geologia* (v. 10). Rio de Janeiro: Global: Instituto Ciência Hoje / SBPC, 2000/2001.

Geodiversidade do Brasil: sobre a construção das geociências. DNPM, 2005.

Você conhece a Petrobras? Espaço Conhecer Petrobras, 2007.



Ficção

A era do gelo 1 e 2 (2002/2006)

Baby: o segredo da lenda perdida (1985)

Dinossauro (2000)

Em busca do vale encantado (1988)

O dia depois de amanhã (2004)

O mundo perdido (1925)

Parque dos dinossauros (1993)

Quando os dinossauros dominavam a Terra (1970)

Documentários Discovery Channel/EUA

A origem do homem (2001)
Por dentro das avalanches (2000)
Quando os dinossauros reinavam na Terra (2001)
*Série Dino Planet - A jornada de Tip /
As aventuras de Pod* (2004)
Terra: um planeta fascinante (2002)
*Terremotos e colisões cósmicas: o homem e a
ciência contra o inevitável* (2003)
Tsunami: os segredos das ondas gigantes (2005)
Tudo sobre vulcões (2005)

Institucionais

Petróleo! Petróleo! (Petrobras, 2004)
Retomada dos levantamentos geológicos básicos
(CPRM, 2005)



A Importância da Geologia na Educação

www.ofitexto.com.br/5pedrinhas

Ciência Hoje

<http://cienciahoje.uol.com.br>

Departamento de Geologia - UFRJ

www.geologia.ufrj.br

Departamento de Recursos Minerais RJ

www.drm.rj.gov.br

Departamento Nacional de Produção Mineral

www.dnpm.gov.br

Educational Resources

www.chronos.org/education/elementary.html

Espaço Conhecer Petrobras

www2.petrobras.com.br/espacoconhecer/index.asp

Geologia - USP

www.igc.usp.br/geologia

Iniciação à Paleontologia e à História da Terra

<http://fossil.uc.pt>

Inst. Virtual de Paleontologia do Rio de Janeiro

www.ivprj.com

Museu da Terra e da Vida

www.mfa.unc.br/cenpaleo

Museu de Geociências da USP

www2.igc.usp.br/museu/home.php

Museu de Minerais e Rochas "Heinz Ebert"

www.rc.unesp.br/museudpm

Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri

www.museu.urca.br

Museu de Paleontologia de Monte Alto

www.montealto.sp.gov.br/index.php?url=turismo/museu_pale

Museu de Paleontologia Vingt-Un Rosado

www.esam.br/paleontologia

Museu dos Dinossauros - Peirópolis

<http://acd.ufrj.br/geologia/sbp/ceprice.htm>

Museu Geológico Valdemar Lefèvre

www.mugeo.sp.gov.br

Museu Nacional

www.museunacional.ufrj.br

O Planeta Terra - Geociências na Escola

Salto para o Futuro - TVE

www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2007/ptge/index.htm

Petróleo

www.comciencia.br/reportagens/petroleo/pet01.shtml

Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural

www.conpet.gov.br

Serviço Geológico do Brasil

www.cprm.gov.br

Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil

www.unb.br/ig/sigep/sitios.htm

Terra Planeta Vivo

<http://domingos.home.sapo.pt>

The Paleontology Portal

www.paleoportal.org

XX Congresso Brasileiro de Paleontologia

www.xxcongressobrasileirodepaleontologia.com



**Caminhos
do Passado
Mudanças
no Futuro**

Realização



Patrocínio



Apoio Cultural



Publicação concebida especialmente para a exposição Caminhos do Passado, Mudanças no Futuro. Suas 56 páginas foram compostas com fontes Flubber e Trebuchet, em papel offset 90g, e a capa, em cartão supremo 250g. Encarte produzido em papel couché matte 90g. Projeto gráfico elaborado por Etisa Folly, Ivan Faria e Paula Wienskowski. Impressão em setembro de 2007 com tiragem de 5.000 exemplares.