

Curso de Mineração - Básico

Módulo I: Introdução à Mineração, Geologia Geral e Pesquisa Geológica





Introdução a Mineração, Geologia Geral e Pesquisa Geológica

Caro leitor,

Até o momento, você conheceu as atividades minerárias da Vale com foco no minério de ferro. Porém, sabemos que a Vale busca diversificar seu negócio, impulsionando sua capacidade de produção de outros recursos minerais, tais como o cobre e o carvão, ampliando seu portfólio.

Assim, para que você tenha uma compreensão ampla dos negócios da Vale, inauguramos um conjunto de módulos complementares, que começa pelo aprofundamento dos seus conhecimentos sobre o carvão.

Neste módulo complementar, você vai conhecer aspectos importantes sobre este recurso energético, não renovável, e de grande abundância no globo terrestre e a *commodity* mineral mais comercializada em todo mundo.

Além de ter a oportunidade de fazer uma viagem pela história do carvão, aqui, você vai entender melhor a produção do carvão no mundo, evidenciando que os níveis de reservas de carvão existentes são suficientes por mais de 200 anos.

Também vai se surpreender ao descobrir que o carvão, apesar de ser um recurso mineral, é composto por uma complexa mistura de componentes orgânicos e está presente no seu dia a dia. Como você poderá verificar essa presença? Você a conhecerá quando compreender a utilização do carvão térmico e do carvão metalúrgico.

Ainda neste módulo conhecerá as atitudes focadas em desenvolvimento sustentável através do investimento em tecnologias limpas, que têm tornado o uso do carvão cada vez mais seguro e relevante.

E ainda: nas próximas páginas, você será apresentado aos projetos de carvão da Vale em Moçambique, África (projeto Moatize), e diversos outros na Austrália. Todos esses empreendimentos representam um grande investimento na área do carvão para a Vale!

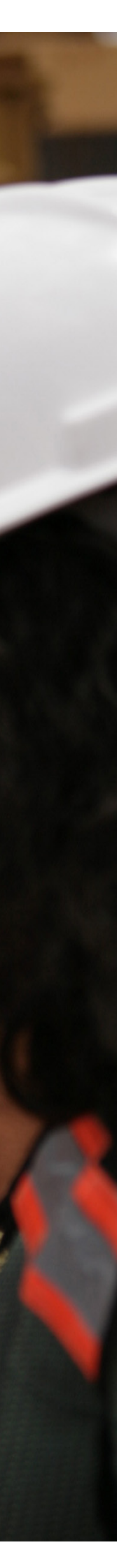
Esse módulo traz uma novidade em relação aos anteriores, as palavras do glossário estão assinaladas na primeira vez que aparecerem no texto.

Boa leitura!





Introdução



Nesta viagem pelo mundo da mineração, a Geologia é o assunto do primeiro módulo.

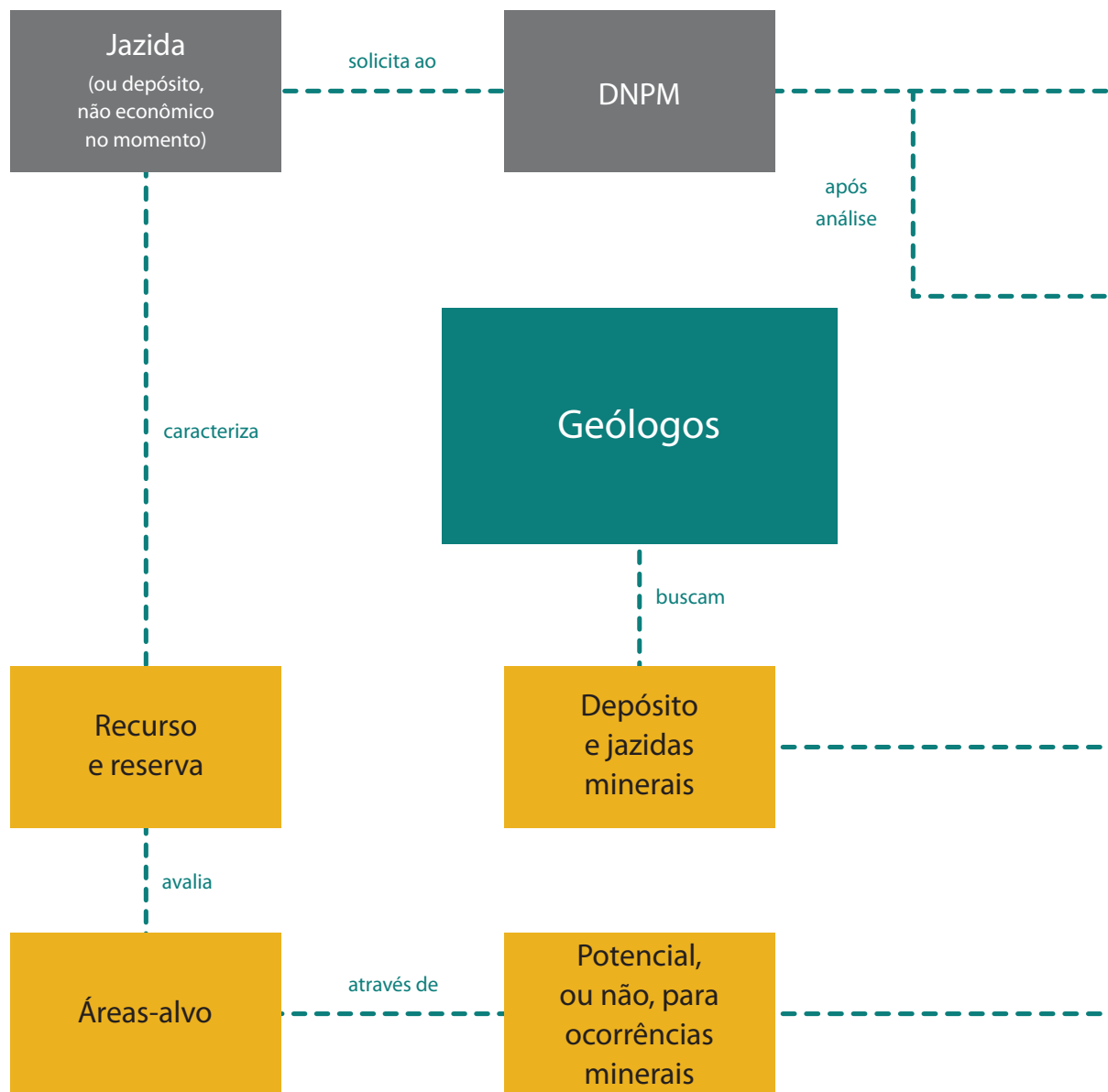
Ao folhear estas páginas, você vai dar início a uma longa jornada. No Curso de Mineração Básico, dividido em seis módulos, serão apresentados os principais temas ligados à atividade mineradora. Os conteúdos estão organizados num material ilustrado, repleto de informações e com uma linguagem de fácil compreensão. Nesta apostila, você irá acompanhar assuntos como a Geologia e, também, as etapas da operação de uma mina e das usinas de beneficiamento, onde o minério é tratado. Você vai ainda desvendar os caminhos da siderurgia – e seus diversos processos para transformar o minério de ferro em aço – e conhecer a área de logística: tudo o que é preciso saber sobre o transporte dos minérios, da mina até o cliente. Um tema em destaque é a relação entre mineração, saúde e segurança e meio ambiente. E, para encerrar, o curso aborda a avaliação econômica: etapa na qual é calculado, com base nas informações sobre mina, processo, ferrovia e porto, o valor que o ativo mineral irá gerar para a empresa responsável pelo projeto e seus acionistas.

Para inaugurar essa viagem pelo mundo da mineração, a geologia é o assunto deste primeiro módulo. Da formação do sistema solar até hoje, você perceberá como a dinâmica do planeta influencia a distribuição dos recursos minerais.

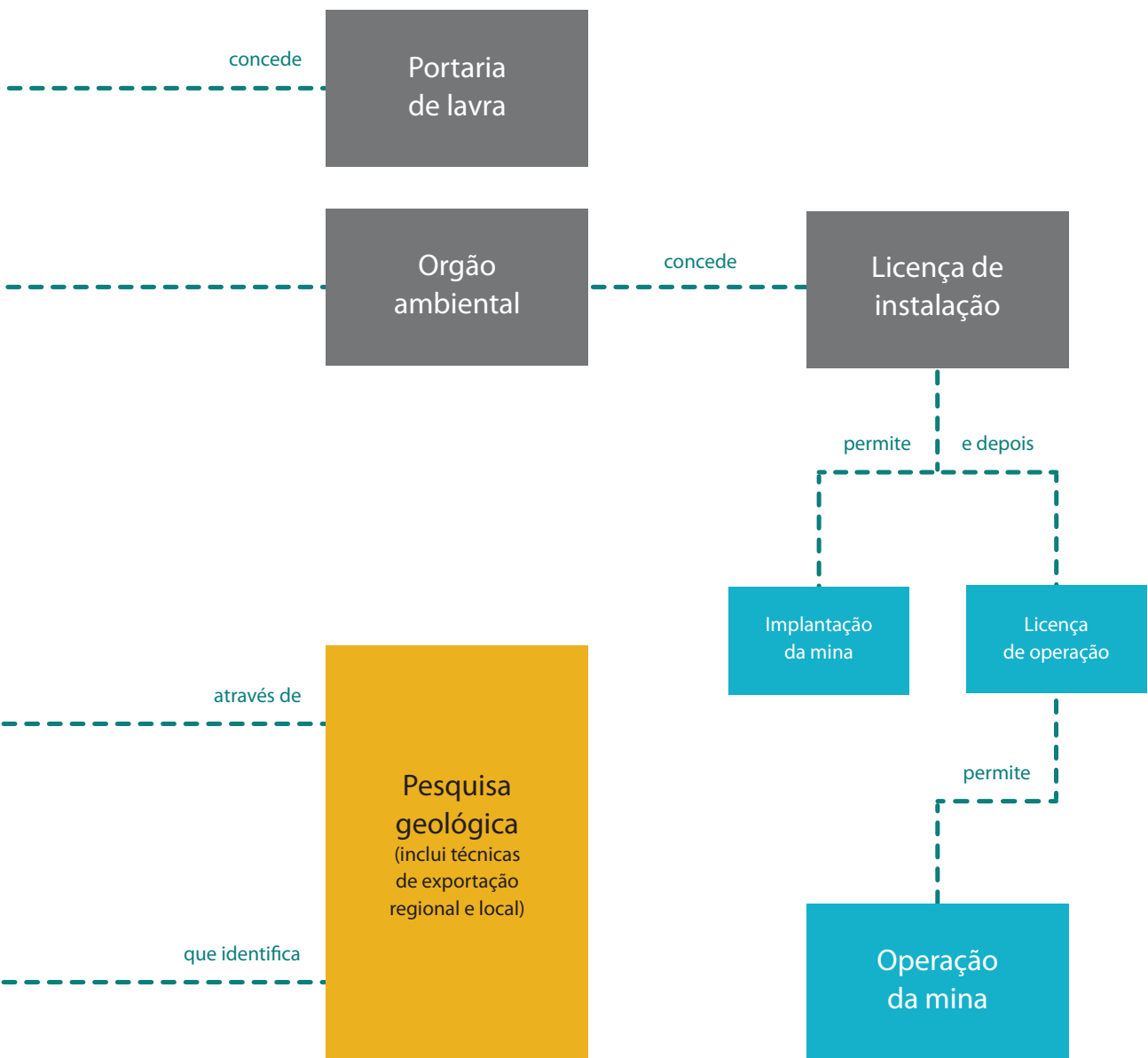
Carajás também está em foco nas próximas páginas. Além de conhecer a história da maior província mineral do mundo, você entenderá os objetivos das pesquisas geológicas realizadas pela Vale na região.

E ainda: um passeio pela história de Ouro Preto e outras revelações sobre a parceria inseparável entre Geologia e Mineração.

Boa leitura! E bom trabalho!



Mapa Conceitual



Sumário

Minérios no dia a dia: exemplos de utilização

Descubra para que servem os minérios



O movimento e o crescimento dos continentes

Surgimento dos minérios



Serra dos Carajás: rica por natureza

Conheça a história da mais rica província mineral do mundo



Geologia e mineração: parceiras inseparáveis

A importância da geologia para a atividade mineradora



Ouro Preto: uma história de riqueza

A cidade que se confunde com a história da mineração no Brasil



Atividades **46**

Glossário **50**

Minérios no dia a dia: exemplos de utilização

1256-0006
3. ... de/Retido 20#





A utilidade da argila na construção



O alumínio pode ser encontrado, por exemplo, nas panelas



Eletrodomésticos como a geladeira ilustram o uso de cobre e aço



Caulim entra no processo de produção do papel

Argila – tijolo, telhas, piso.

Alumínio – panelas, esquadrias, lâmpadas (bocais).

Caulim – azulejo, vaso sanitário, inseticida, papel.

Cobre – eletrodomésticos, fiação, chuveiro, torneiras.



Boa parte dos minerais presentes nas rochas tem grande utilidade no cotidiano de milhões de pessoas em todo o mundo. Deles são extraídas substâncias metálicas e não metálicas, utilizadas pelo ser humano nas indústrias metalúrgica, farmacêutica e química, assim como na agroindústria e na construção civil.

Uma rápida olhada ao nosso redor nos surpreende. Em nosso dia a dia, o contato que temos com os materiais mostra a importância dos minerais em nossa vida. Basta nos perguntarmos de que são compostos alguns dos objetos e das estruturas que nos cercam. As folhas de papel desta apostila são compostas, em grande parte, por um mineral chamado “caulim”. O vidro das janelas é feito a partir de uma mistura dos dois minerais mais comuns das rochas da crosta terrestre: o feldspato e o quartzo. Já o filamento da lâmpada elétrica é feito de tungstênio, conhecido e apreciado



A estrutura dos carros é feita de ferro e aço



Uso de ferro e níquel, por exemplo, baixela de inox



O quartzo é utilizado na construção de equipamentos eletrônicos



O feldspato é matéria prima na fabricação de vidros



O titânio também entra na fabricação de tintas

Feldspato – vidro, fabricação de cerâmicas.

Ferro – pia, encanamento, automóveis.

Níquel – tinta, aços especiais.

Quartzo – vidro, aparelhos eletrônicos.

Titânio – tintas e pigmentos.

desde a Era Moderna e derivado de um metal extraído do mineral scheelita. No entanto, com foco na eficiência e na sustentabilidade, a lâmpada de filamento de tungstênio cedeu seu nobre lugar para a lâmpada de luz fria, cuja fabricação continua demandando outro tipo de minério – cinábrio, do qual se extrai o mercúrio. O tão utilizado ferro é retirado principalmente da hematita, e o estanho das latas de conserva vem do mineral chamado “cassiterita”; e por fim, o alumínio, presente nas latinhas de cerveja, vem da gibsitita.

Nas casas, produtos derivados de rochas e minerais espalham-se do chão ao teto: o cimento nas paredes, o cobre nos fios elétricos e o ferro, juntamente com o chumbo, nos encanamentos. A tinta usada na pintura é feita de pigmentos à base de titânio e a estrutura do botijão de gás utiliza ferro. Os pratos utilizados nas refeições, assim como os azulejos das paredes das cozinhas e dos banheiros, são produzidos a partir do feldspato. Já os revestimentos de paredes e pisos são produzidos a partir de granito, mármore e quartzitos.

Minerais, rochas e minérios

Minerais:

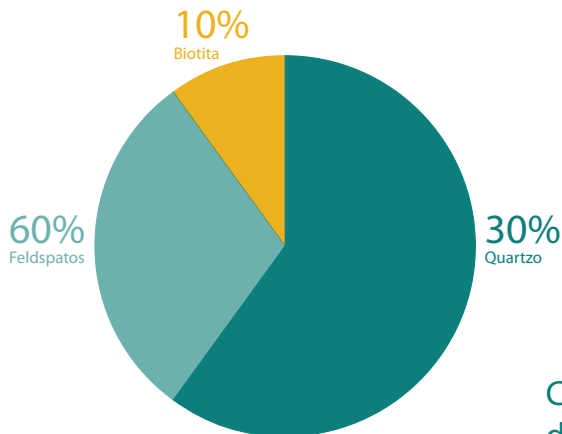
São, em geral, compostos químicos sólidos, exceto alguns poucos que são elementos nativos e o mercúrio, que é líquido. A composição de um mineral é descoberta por análise química e física, a qual determina as proporções relativas dos diferentes elementos químicos que compõem o mineral e a sua estrutura cristalina.

Rochas:

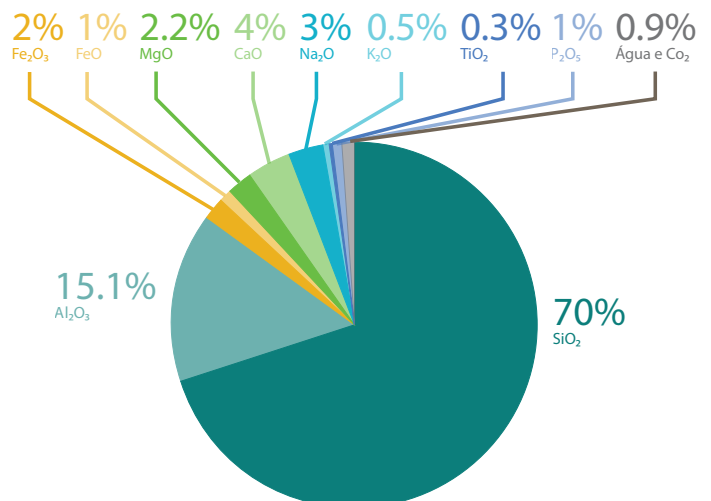
São compostas por um ou mais minerais e sua composição pode ser expressa de duas maneiras: pela composição mineralógica que expressa as diferentes proporções dos minerais que as constituem ou pela sua composição química.

Veja os exemplos de composição do granito:

Composição média de minerais Granito



Composição Química do Granito



Quanto à sua origem, as rochas podem ser sedimentares, magmáticas ou metamórficas.

Minérios:

São rochas nas quais os elementos ou substâncias de valor econômico foram concentrados por uma variedade de processos naturais, de modo que podem ser extraídos com lucro. O cobre, por exemplo, ocorre de forma natural em praticamente todas as rochas, porém em concentrações muito baixas. Somente quando se concentra em quantidades suficientes para sua extração de forma econômica é que se torna possível afirmar a rocha também como um minério de cobre.



Mineral Quartzo

.....
 : Todas as rochas são constituídas de minerais. No uso corrente, o
 : termo "mineral" refere-se a quase tudo que venha da terra. O carvão
 : e o petróleo, embora não sejam cientificamente classificados como
 : minerais, são incluídos como riquezas minerais. São conhecidos, no
 : total, cerca de 4.800 minerais, mas somente alguns são abundantes e
 : constituem a maior parte da crosta da Terra. Em geral, os elementos
 : úteis da crosta ocorrem como constituintes menores das rochas, em
 : proporções que não compensam a sua busca. Assim, por exemplo, a
 : quantidade média de cassiterita em um granito não passa de 1% do
 : volume da rocha, o que torna a sua extração inviável, não sendo, nesse
 : caso, considerada um minério.
 :



Mineral Hematita



Rocha Itabirito (Hematita e Quartzo)

Minério de ferro: estrela da Vale

A rocha de nome “itabirito” é o minério de ferro mais comum no Brasil e resulta de mistura de dois minerais bastante comuns na natureza: a hematita e o quartzo. Depois de retirados do subsolo, os itabiritos são submetidos a uma sequência de operações industriais. O objetivo é a separação da parte útil (Hematita – Fe_2O_3) do que não tem utilidade (Quartzo – SiO_2). No vocabulário da mineração, o que não é aproveitável chama-se “ganga”, e o que



Bobinas

é aproveitável, do ponto de vista econômico, chama-se “mineral-minério”. Saiba mais sobre hematita e itabirito no módulo II.

Nas indústrias siderúrgicas, o minério de ferro, já beneficiado, vai para o alto-forno, onde é aquecido a altas temperaturas. Por meio de reações do minério com gases redutores, o oxigênio é removido do ferro. O produto da reação, chamado ferro-gusa, já derretido, sai do alto-forno e é enviado para a etapa de aciaria, na qual é refinado. Dependendo do tipo de aço a ser fabricado, elementos de liga como, por exemplo, níquel, cromo, ou vanádio podem ser adicionados para conferir propriedades especiais aos aços. Posteriormente, o aço é solidificado e conformado em chapas, vigas, arames, etc., muito usados nas construções de edifícios, nas peças de carro, nos eletrodomésticos ou, ainda, numa grande variedade de objetos de uso diário. No módulo IV, você vai conhecer melhor todo o processo para transformar ferro em aço.

Como surgiram as rochas e os minerais: uma história de bilhões de anos

Há uma íntima relação entre a dinâmica que envolve as transformações no planeta e a formação das rochas, minerais e minérios. Os fenômenos geológicos explicam a distribuição dos recursos minerais no Brasil e em outras regiões do planeta. Para compreender melhor os conceitos apresentados, é importante conhecer a origem da Terra e sua dinâmica de desenvolvimento. Essa história tem cerca de quatro bilhões de anos. Os processos geológicos são de natureza dinâmica e, mesmo de forma lenta, fazem com que a formação de rochas continue até os dias atuais.

A Terra, no início de sua formação, era como um esferoide, uma enorme bola feita de rochas fundidas de composição homogênea. Aos poucos, ela foi se resfriando, iniciando a cristalização dos minerais e a segregação dos elementos químicos. Os mais pesados foram preferencialmente para o núcleo da Terra, enquanto os elementos mais leves constituíram os minerais e as rochas da crosta.

As rochas mais antigas do planeta, presentes na crosta continental de diferentes partes do mundo, formaram-se a partir da cristalização de magma fundido, sendo, portanto, rochas de origem magmática. O afundamento dessas rochas por seu próprio peso as expôs a temperaturas e pressões diferentes daquelas em que foram formadas. Essas mudanças nas condições físicas fizeram com que seus minerais preexistentes reagissem quimicamente entre si, mudando sua textura e composição mineralógica, transformando-as em rochas metamórficas. Esses conjuntos de rochas magmáticas e metamórficas constituem as massas rochosas mais antigas de todos os continentes.

Apenas mais tarde, quando o resfriamento da crosta permitiu a formação de uma atmosfera e a condensação dos gases e vapores, foi possível o aparecimento de ambientes favoráveis à formação das rochas sedimentares. Atualmente, essas rochas ocupam grandes extensões no planeta conhecidas como bacias sedimentares, que podem ser tanto marinhas como continentais.





No Brasil, as bacias sedimentares continentais de maior expressão geográfica são representadas pela Bacia do Amazonas, que abrange grande parte dos estados da região Norte, e a do rio Paraná, que compreende estados da região Sul e Sudeste.

As bacias marinhas ou costeiras ocorrem ao longo de toda a margem continental do país, ou seja, na transição continente–oceano. Em termos econômicos,

as bacias sedimentares são atrativas, em função do potencial de concentrações de hidrocarbonetos – gás e petróleo. Um bom exemplo é a extensa atuação da Petrobras, com destaque para as bacias de Campos (RJ) e Santos (SP).

Para melhor compreensão, é importante que você conheça o tema da tectônica de placas, tratado logo a seguir.

A Terra como um todo

Do centro da Terra até a superfície, o planeta pode ser subdividido em esferas concêntricas:

» **Núcleo**

É composto principalmente por níquel e ferro (Ni – Fe), sólido no centro e envolto por uma esfera líquida de Ni e Fe.

» **Manto**

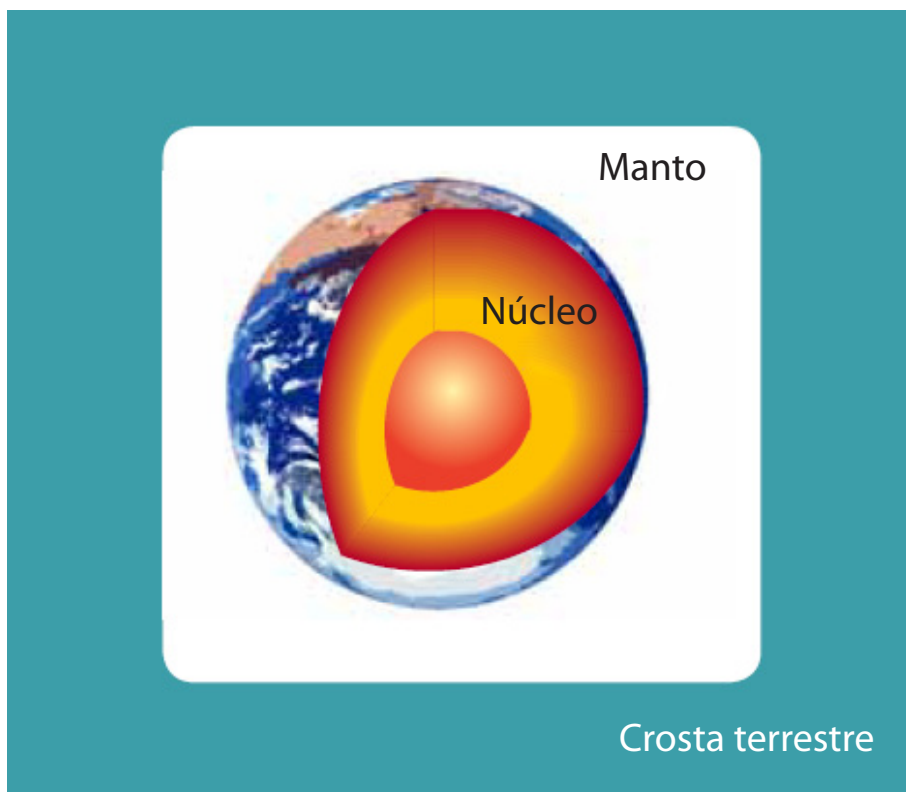
É formado principalmente por rochas ricas em silício, magnésio e ferro (sima). Embora o ferro seja o elemento mais abundante na Terra, sua maior concentração está no núcleo e no manto.

» **Crosta terrestre**

(sial) a Terra possui um raio de 6.370 km, sendo a crosta sua porção mais superficial (medindo de 25 a 90 km nos continentes e de cinco a onze quilômetros no fundo dos oceanos).

» **Atmosfera, hidrosfera e biosfera**

São camadas que envolvem o planeta logo acima da crosta. A hidrosfera é composta por oceanos, geleiras, água subterrânea, lagos e rios. Na atmosfera estão os gases: nitrogênio, oxigênio, gás carbônico e vapor d'água. A biosfera é o conjunto de todos os ecossistemas e seres vivos da Terra.





O movimento e o crescimento dos continentes

Processos geológicos

A Terra é um quebra-cabeça composto de aproximadamente 15 peças, chamadas placas tectônicas, que subdividem a superfície sólida do planeta (crosta mais o manto superior), também conhecida por litosfera. Essas placas são movimentadas por forças térmicas internas do planeta, que se refletem na superfície terrestre – os chamados movimentos tectônicos – empurrando-as umas contra as outras, por vezes também as afastando. Esses movimentos são comuns na vida da Terra desde a formação da crosta.

Em termos de história planetária mais recente, os geólogos sabem que há cerca de 250 milhões de anos, devido à movimentação das placas tectônicas, todas as massas rochosas existentes estavam unidas, formando um só supercontinente – o Pangeia. Duzentos milhões de anos atrás, esse grande continente começou a se dividir em dois: a Laurásia, ao norte, formada pelas atuais América do Norte, Europa e Ásia; e o Gondwana, ao sul, composto pela América do Sul, África, Austrália, Índia e Antártida. Posteriormente, novas subdivisões deram ao planeta a distribuição geográfica que atualmente conhecemos.

Os processos geológicos são dinâmicos e, portanto, a movimentação de placas continua a ocorrer ainda hoje, por vezes fazendo colidir continentes, por vezes os separando.

Como vimos, os processos geológicos são dinâmicos e, portanto, a movimentação de placas continua a ocorrer ainda hoje, por vezes fazendo colidir continentes, por vezes os separando. O ser humano, ao longo de sua vida, não consegue perceber esses movimentos, pois eles se dão de forma muito lenta. Observe o perfeito encaixe do litoral brasileiro com a costa oeste da África. Você sabia que esses dois continentes se afastam cerca de 2 cm por ano? O Himalaia também cresce alguns centímetros todos os anos devido à colisão da Índia com a Ásia. O mesmo ocorre com outras cadeias montanhosas ao redor do mundo, como os Alpes, os Andes ou as Rochosas, tudo resultado de pressões tectônicas.



Por dentro do mapa-múndi dos minérios

As jazidas de ferro, bauxita e ouro, presentes no nível do solo, são as mais jovens do planeta. Esse enriquecimento na superfície teve início há algumas dezenas de milhões de anos. O clima tropical – de Brasil, Austrália, países da América Central e do continente africano – é um fator importante para a existência de jazidas ricas nesses minérios. Para que esses jazimentos se desenvolvam, é necessário um longo período

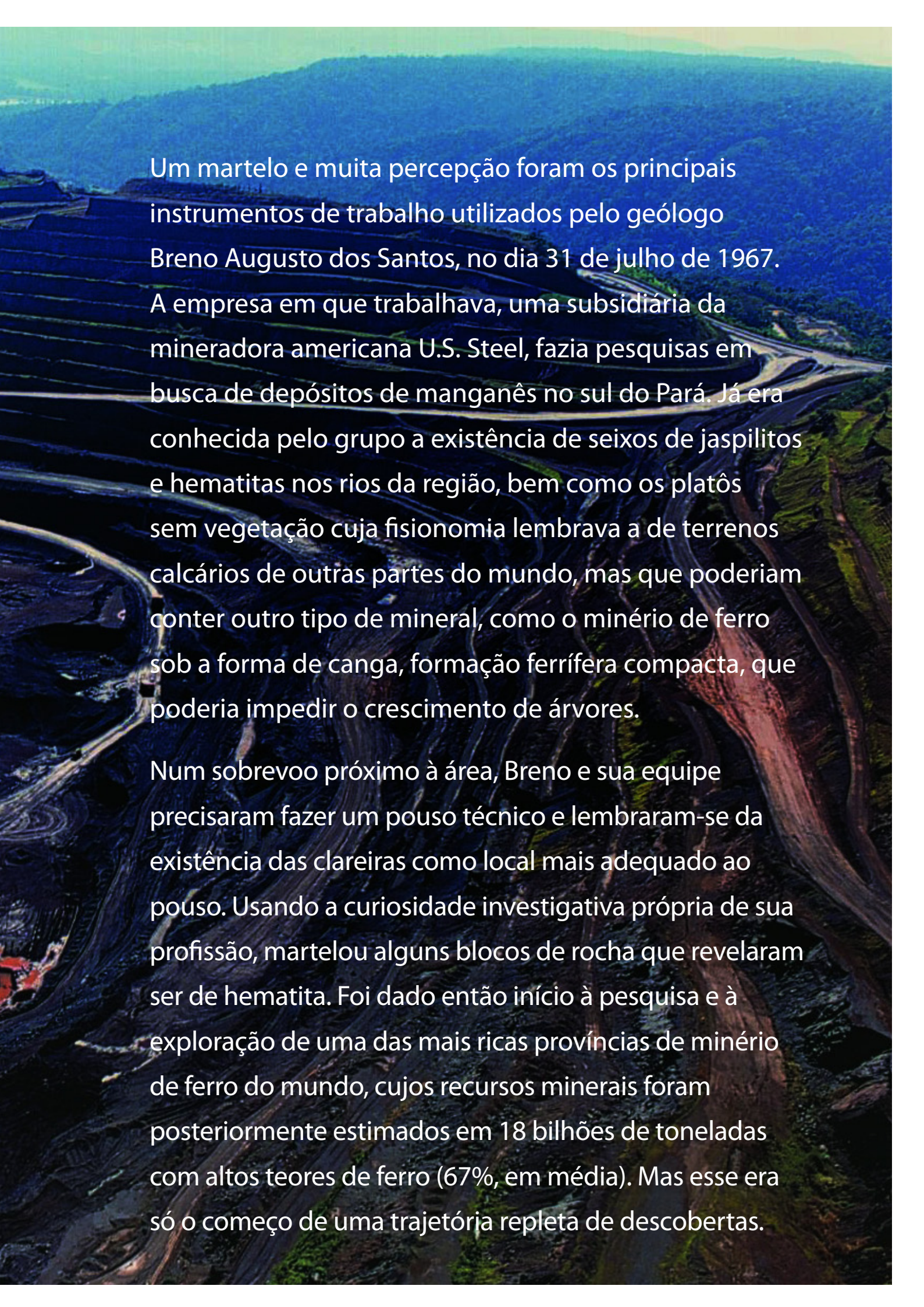
de tempo (dezenas de milhões de anos!) sob um clima marcado por chuvas intensas e secas pronunciadas. Por isso, não é possível encontrar jazidas como as brasileiras e as australianas fora do eixo intertropical do globo terrestre. Do mesmo modo ocorre com a bauxita, minério de alumínio do qual o Brasil é portador de grandes jazidas e minas.



Mineração no mundo



Serra dos
Carajás: rica
por natureza



Um martelo e muita percepção foram os principais instrumentos de trabalho utilizados pelo geólogo Breno Augusto dos Santos, no dia 31 de julho de 1967. A empresa em que trabalhava, uma subsidiária da mineradora americana U.S. Steel, fazia pesquisas em busca de depósitos de manganês no sul do Pará. Já era conhecida pelo grupo a existência de seixos de jaspilitos e hematitas nos rios da região, bem como os platôs sem vegetação cuja fisionomia lembrava a de terrenos calcários de outras partes do mundo, mas que poderiam conter outro tipo de mineral, como o minério de ferro sob a forma de canga, formação ferrífera compacta, que poderia impedir o crescimento de árvores.

Num sobrevoo próximo à área, Breno e sua equipe precisaram fazer um pouso técnico e lembraram-se da existência das clareiras como local mais adequado ao pouso. Usando a curiosidade investigativa própria de sua profissão, martelou alguns blocos de rocha que revelaram ser de hematita. Foi dado então início à pesquisa e à exploração de uma das mais ricas províncias de minério de ferro do mundo, cujos recursos minerais foram posteriormente estimados em 18 bilhões de toneladas com altos teores de ferro (67%, em média). Mas esse era só o começo de uma trajetória repleta de descobertas.

A Vale em Carajás

Em 1970, um acordo entre a empresa americana U.S. Steel e a então estatal Vale tornou a companhia brasileira sócia majoritária do empreendimento no Pará. A Vale começou posteriormente um programa exploratório mais amplo da Serra dos Carajás, com o emprego de técnicas de pesquisa geológica voltadas à descoberta de outros minerais, além de ferro e manganês, cujas concessões para exploração já eram autorizadas.

Recursos versus Reservas

Recurso – é aquele material disponível em quantidade e qualidade adequadas para uso industrial, mas que não foi submetido a uma avaliação econômica.

Reserva – é a parte do recurso disponível para lavra e que pode ser produzido economicamente, em função de custos, demanda e preços atuais.

Para ampliar seu campo de atuação, em 1971, a empresa criou, com o objetivo de realizar pesquisas de exploração mineral, a Rio Doce Geologia e Mineração S.A. (Docegeo), subsidiária integral da Vale. A prospecção em busca de novas oportunidades combinava, principalmente, técnicas da geologia, geofísica e da geoquímica. A maioria das técnicas aplicadas naquela época permanece até hoje: o mapeamento dos diferentes tipos de rochas e suas inter-relações pelo geólogo no campo, a coleta de amostras, a investigação do minério ainda no subsolo por meio de vários tipos de equipamentos que realizam as sondagens e, ainda, a análise laboratorial do material recolhido nas duas últimas etapas. Ao longo dos anos, em todos esses processos, foram incorporadas novas tecnologias para agilizar os procedimentos e, principalmente, garantir uma maior precisão aos resultados.



Geólogo em laboratório



Geólogo no campo

A procura por cobre em Carajás, por exemplo, teve início ainda na década de 1970 e reuniu um conjunto de pesquisas e ações até resultar, em 1977, na descoberta do corpo de minério de Salobo, localizado no município de Marabá. Amostras de sedimento de correntes, com anomalias identificadas e recolhidas durante o trabalho de campo pelo geólogo Décio Meyer, o Alemão, foram cruciais para a descoberta do depósito.

Os estudos sobre o projeto Salobo – concluídos em 2004 – apontaram uma estimativa de recursos em torno de um bilhão de toneladas de minério de cobre.

Anos 1990

No início da década de 1990, a Vale intensificou a pesquisa exploratória na Província de Carajás e identificou mais de 100 anomalias que revelaram a existência de calcopirita, o principal mineral-minério de cobre. Naquela década, mais um capítulo marca a história da mineração na região. Era a vez de o mundo conhecer o mais novo depósito de cobre e ouro do Pará: Sossego, descoberto, em 1997, depois que os geólogos observaram o trabalho dos garimpeiros. Ao manusear o solo, os garimpeiros deixaram expostas as rochas e seus minerais, oportunidade logo aproveitada pelos profissionais da Geologia.

Eles recolheram amostras e enviaram ao laboratório, constatando a existência de altos teores de cobre. Localizada no município de Canaã dos Carajás, a 835 km de Belém, as instalações para a abertura da mina do Sossego começaram a ser construídas em 2002, com o início das operações ocorrendo em junho de 2004 e produzindo, inicialmente, 73 mil toneladas. Hoje em dia, Sossego tem capacidade média anual estimada em 140 mil toneladas de concentrado de cobre e três toneladas de ouro. As reservas do Sossego estão avaliadas em 245 milhões de toneladas de minério de cobre e a mina tem vida útil prevista de 20 anos.



Testemunho de sondagem de Sossego



Um passeio pela mina do Sossego

- » Ganhou este nome porque, na época do garimpo de ouro, as chuvas provocavam as cheias do rio Parauapebas e dificultavam o acesso. Sem movimentação, o sossego era total.
- » Reserva: 245 milhões de toneladas de minério sulfetado. A reserva é o recurso disponível para a exploração. Você vai conhecer em detalhes os conceitos de recursos e reservas no próximo módulo.
- » Minério de boa qualidade: 1% de teor de cobre e 0,28 grama por tonelada de ouro.
- » Fica a 100 km de Carajás.
- » Possui uma barragem de rejeitos com capacidade para 147,5 milhões de metros cúbicos. Em mineração, o rejeito é o material descartado durante o processo de beneficiamento (concentração) do minério. Você vai saber mais sobre esse assunto e sobre a política da Vale para tratamento e descarte de resíduos no módulo VI.
- » Foi necessário construir uma rodovia asfaltada para ligar a mina ao município de Parauapebas.
- » A empresa instalou uma correia transportadora de 4 km de extensão para levar o cobre até a usina.



Correia Transportadora de Minério de Cobre

- » Possui duas cavas principais: Sequeirinho – que atingirá 1000 metros de largura por 2.800 metros de comprimento e uma profundidade de 450 metros – e Sossego, com números um pouco menores: 1.000 metros por 800 de diâmetro e 450 metros de profundidade. Em tempo: no módulo II, você vai conhecer mais sobre a operação de mina e saber como é feita a abertura de uma cava.



Parauapebas

Novas descobertas

A Serra dos Carajás ainda tinha muito a oferecer. Em 1998, novas pesquisas geológicas revelaram mais dois depósitos de cobre e ouro na região: Cristalino e 118. Este último recebeu esse nome por ser o 118º alvo de uma série de pesquisas. No projeto 118, a 6,5 km da mina de Sossego, a pesquisa exploratória dos corpos mineralizados contou ainda com a utilização de técnicas da geofísica aérea, que passou a ser aplicada mais intensamente pela Vale na década de 1990. Tal técnica é capaz de fazer a identificação de concentrações minerais em uma determinada região a partir de aeronaves.



Empregado em carajás

Escavadeira/empregado em carajás



O cobre e suas propriedades

O seu nome vem do latim e quer dizer o “metal da Ilha de Chipre”. É utilizado principalmente na transmissão elétrica e na telefonia, e possui um tom vermelho- amarelado. Com exceção da prata, é o metal que melhor conduz eletricidade.

Curiosidade: além de ocorrer principalmente nas rochas e de ser utilizado em diversos produtos, pode ser encontrado em alguns alimentos como o chocolate em pó, castanha-do-pará, amendoim torrado, abacate e canela.



Minério de cobre

Século XXI

Juntos, Alemão, Cristalino, Salobo, Sossego e 118 produziram até 2010 cerca de 650 mil toneladas de cobre por ano, gerando 3.800 empregos diretos e outros 12 mil indiretos no Pará. Ao investir na pesquisa de cobre, a Vale aumentou a sua carteira de produtos e, com isso, conquistou novos mercados: além de abastecer as companhias brasileiras, passará a fornecer o produto para Europa, Índia, Coreia do Sul e Japão.

Atualmente, a Gerência Geral de Exploração é a área responsável pelo planejamento dos programas de prospecção de minérios previamente definidos no planejamento estratégico anual da Vale. A empresa conta com um quadro com mais de 40 geólogos empenhados em pesquisar novos alvos potenciais. A ênfase do trabalho de boa parte desses especialistas está voltada para a região da Serra dos Carajás, porém a Vale também busca oportunidades em outras partes do país.

A empresa pretende estar, até o final desta década, entre as maiores mineradoras diversificadas do mundo. Mais recentemente, para atender a esse esforço, a Vale se empenhou na abertura de alguns projetos de exploração ao redor do mundo. A companhia também diversificou os bens minerais pesquisados com vistas a diminuir os riscos associados à dependência dos preços do minério de ferro, seu carro-chefe. Assim passou a atuar na pesquisa de níquel, carvão, fosfato, potássio etc., em países tão diversos quanto Chile, Guiné, Mongólia e Austrália.

Por outro lado, nem todo alvo pesquisado é sinônimo de mina rentável no futuro. Em Carajás, foi preciso testar centenas de alvos para se chegar aos projetos em atividade, utilizando processos cujos investimentos financeiros empregados nas fases iniciais de exploração e na implantação são muito altos.

O mapa das minas

Confira a localização das minas e jazidas na região de Carajás:

Alemão

Parauapebas

Cristalino

Curionópolis

N4 e N5

Parauapebas

Salobo

Marabá

Mina de Sossego e 118

Canaã dos Carajás



Localização de minas e jazidas em carajás



Geólogos em Mina

O passo a passo da pesquisa geológica

Quase todos os elementos metálicos úteis ao homem são raros. Para viabilizar seu aproveitamento, procura-se descobrir – por meio de pesquisas geológicas – ocorrências naturais com concentrações bem acima da média.

Desde o início da pesquisa geológica, os geólogos de campo coletam amostras das ocorrências de minério na superfície. Uma vez caracterizado o potencial mineral, são iniciados os trabalhos de mapeamento detalhado e a execução de sondagens geológicas, objetivando conhecer a forma e o modo de ocorrência do corpo mineralizado, além de realizar sua caracterização física, química e metalúrgica.

Nos trabalhos de pesquisa e de avaliação, busca-se conhecer o tamanho do depósito e, principalmente, a qualidade e o teor do minério. É preciso provar que ele atende às necessidades das indústrias de transformação (siderúrgicas e químicas, entre outras) e se é economicamente viável pelos métodos necessários à sua remoção do fundo da terra.

O que é jazida?

Depósito mineral avaliado como economicamente viável. Um exemplo é o projeto

Sossego. Entre 1997 e 2002, o depósito de cobre do Sossego foi submetido a análises técnicas e econômicas que comprovaram sua viabilidade e confirmaram seu *status* de jazida.

O que é mina?

Quando a jazida entra em exploração ou lavra (retirada do minério do subsolo). Em 2004, já se ouvia falar em mina do Sossego, uma vez que começaram as operações mineiras no local.



Arquivo de Testemunhos



Testemunhos de Sondagem



Avião para levantamento aerogeofísico

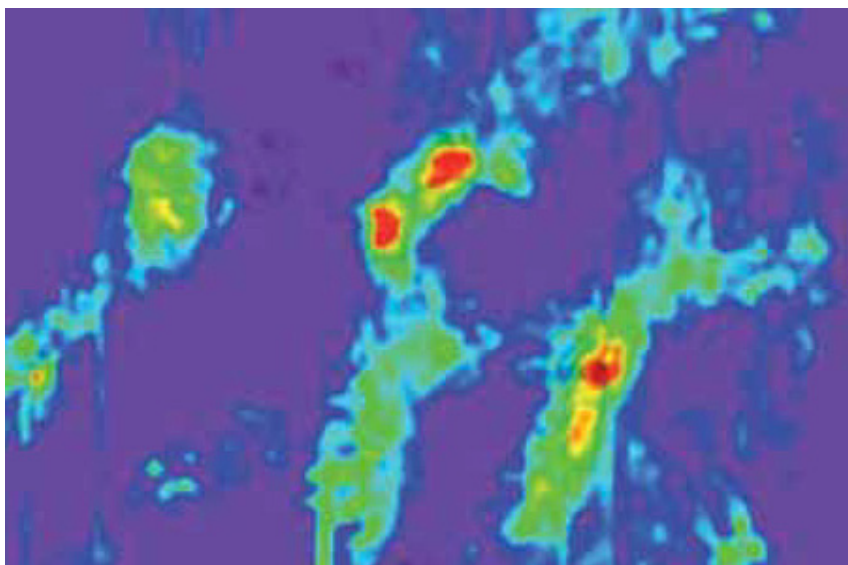
A pesquisa geológica conta com técnicas modernas no auxílio à identificação de prováveis áreas mineralizadas. Com a tecnologia existente hoje, é possível, com o uso das imagens de satélite ou de fotografias aéreas, apontar estruturas geológicas favoráveis a possíveis ocorrências minerais.

A geofísica, tanto aérea quanto terrestre, é outro método que ajuda na prospecção de minerais. Nessa técnica, são utilizados equipamentos capazes de medir algumas propriedades das rochas como o magnetismo, a densidade, a condutividade, etc. Após o tratamento dos dados obtidos, que indicarão as prováveis anomalias, elegem-se áreas para maior detalhamento, com a própria geofísica ou outro método de pesquisa geológica, como a sondagem, por exemplo.

A sondagem, feita por equipamentos de perfuração e amostragem das rochas,

atinge grandes profundidades e auxilia na compreensão da disposição espacial das rochas mineralizadas e suas inter-relações com as rochas estereis encaixantes. Durante os trabalhos de sondagem, testemunhos de rocha são obtidos. Após sua descrição pelos geólogos, são enviadas amostras desses testemunhos para a caracterização em laboratórios especializados. Também podem ser utilizados processos de prospecção por trincheiras e poços, desde que a mineralização não seja profunda.

Todo esse trabalho resulta em um modelo geológico que integra os dados obtidos e que é utilizado nas estimativas de recursos geológicos e de reservas lavráveis. Essas são etapas essenciais de suporte à avaliação econômica do corpo mineralizado com vistas a caracterizá-lo como jazida e, posteriormente, embasar a futura decisão de abertura de uma mina.



Mapa aerogravimétrico gravimétrico

De olho no mercado: quando um minério é competitivo

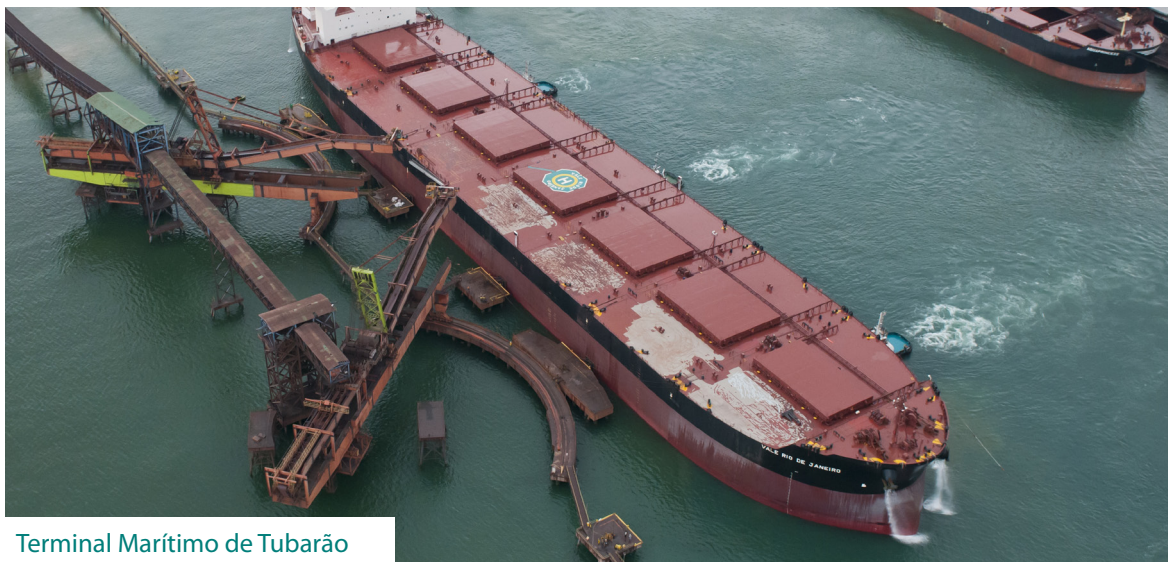
Alguns fatores fazem com que determinados minérios sejam mais competitivos que outros. A distância até os clientes, a qualidade do minério, suas propriedades físicas, químicas e metalúrgicas, os custos de produção, entre outros, são fatores de competitividade entre diferentes minas. O minério de ferro de Carajás, por exemplo, embora distante dos principais mercados consumidores (China, Japão e Coreia do Sul), possui teores naturais tão altos que os fazem necessários nos altos-fornos desses países para melhorar a mistura com minérios australianos, de pior qualidade. Esses altos teores também fazem com que os custos de produção sejam diminuídos.




Estrada de Ferro Vitória–Minas

Já a mina de Kiruna, na Suécia, apresenta custos de produção muito altos em função de sua exploração ser mais onerosa (a mina é subterrânea) e por necessitar de concentração (possui minério com teores relativamente baixos). Entretanto, um aspecto positivo em relação à Kiruna é o fato de estar localizada na Europa, um grande mercado consumidor.

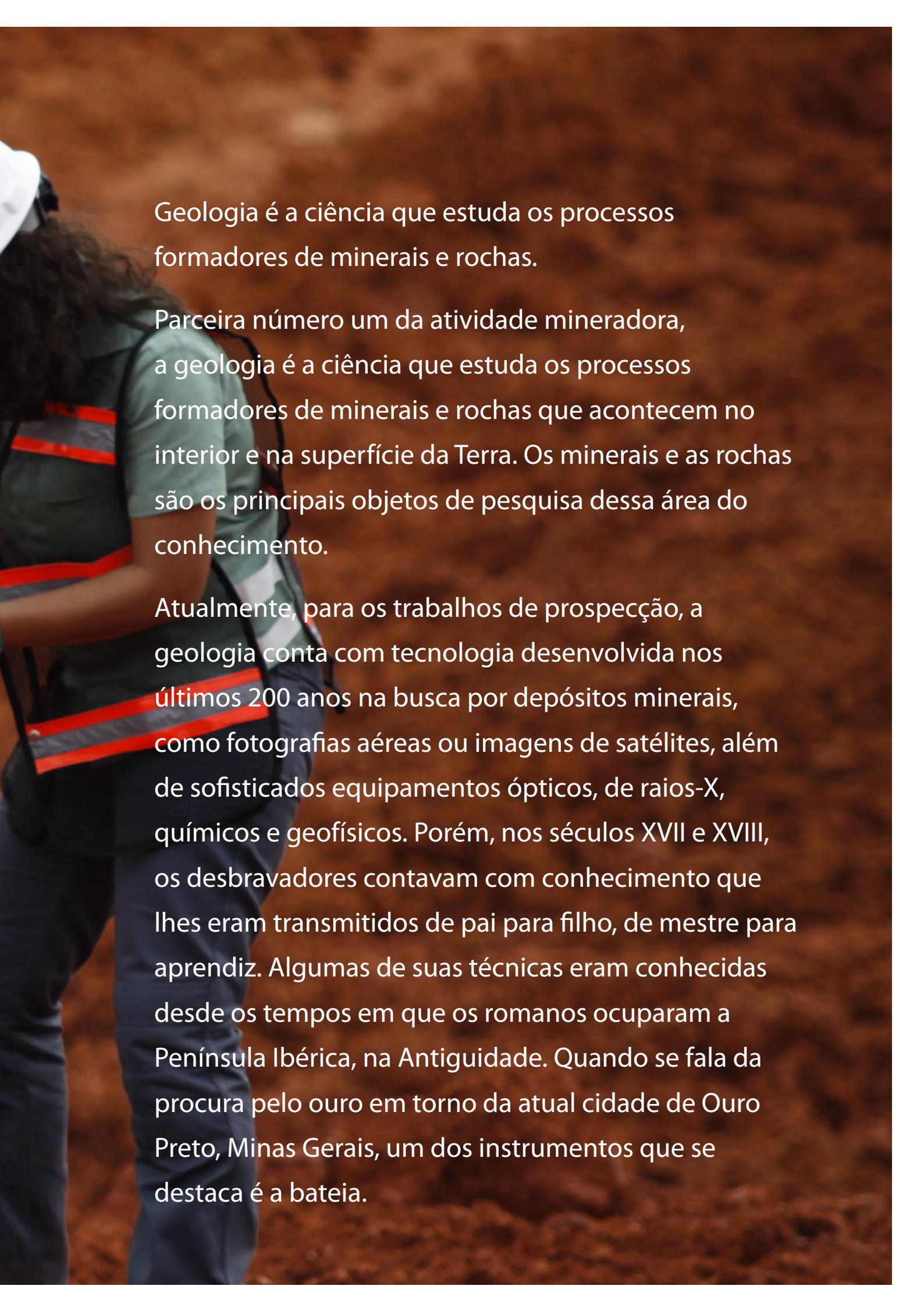
As sinergias entre minas vizinhas também contribuem para a competitividade. No caso da mina do Sossego, no Pará, e de outros projetos de cobre da região, a infraestrutura desenvolvida pela Vale para o escoamento do minério de ferro será utilizada também para transportar o concentrado de cobre das minas até o porto, barateando seus custos. O mesmo ocorre entre as várias minas de ferro dos Sistemas Sul e Sudeste.



Terminal Marítimo de Tubarão

A photograph showing two individuals in safety gear (hard hats, high-visibility vests, and gloves) examining soil samples at a mining site. The background is a reddish-brown earth. The text is overlaid in white, sans-serif font.

Geologia e
mineração:
parceiras
inseparáveis



Geologia é a ciência que estuda os processos formadores de minerais e rochas.

Parceira número um da atividade mineradora, a geologia é a ciência que estuda os processos formadores de minerais e rochas que acontecem no interior e na superfície da Terra. Os minerais e as rochas são os principais objetos de pesquisa dessa área do conhecimento.

Atualmente, para os trabalhos de prospecção, a geologia conta com tecnologia desenvolvida nos últimos 200 anos na busca por depósitos minerais, como fotografias aéreas ou imagens de satélites, além de sofisticados equipamentos ópticos, de raios-X, químicos e geofísicos. Porém, nos séculos XVII e XVIII, os desbravadores contavam com conhecimento que lhes eram transmitidos de pai para filho, de mestre para aprendiz. Algumas de suas técnicas eram conhecidas desde os tempos em que os romanos ocuparam a Península Ibérica, na Antiguidade. Quando se fala da procura pelo ouro em torno da atual cidade de Ouro Preto, Minas Gerais, um dos instrumentos que se destaca é a bateia.

Os ramos da Geologia

A Geologia é uma ciência que se divide em vários ramos. No final do século XIX, duas matérias eram ensinadas nas escolas superiores da Europa e também na Escola de Minas de Ouro Preto: a Mineralogia e a Geologia. As exigências da indústria ao longo do século XX fizeram aparecer disciplinas específicas no currículo dos profissionais do setor mineral. Fique por dentro de alguns dos seus ramos especializados e saiba como eles atuam.

Geologia estrutural

Estuda as disposições espaciais das rochas. O geólogo costuma acompanhar os limites dos corpos rochosos, no campo, desenhando-os em uma base cartográfica, como mapas topográficos. Comparar as formas dos corpos e classificá-los é trabalho de um geólogo estruturalista.

Geologia econômica

Estuda os principais processos geológicos formadores de concentrações de minérios. Chamada também de “geologia de recursos minerais”, “metalogenia” ou “geologia de minérios” (“*ore geology*”, na língua inglesa), é constituída por conjunto de conhecimentos resultantes da aplicação dos conhecimentos da mineralogia e dos processos formadores de rochas, isto é, da petrologia. De uma maneira geral, podemos dizer que o geólogo que trabalha com geologia econômica trata de encontrar respostas para os motivos mineralógicos, petrológicos e estruturais que levaram a concentrações anômalas de recursos minerais.

Geologia de recursos energéticos

É especializada nos recursos minerais energéticos, trabalha com geologia de petróleo, mineralogia de minerais radioativos e ambientes deposicionais formadores de carvão.

Geologia de minerais e rochas industriais

Estuda os depósitos de minerais e rochas que podem ser enviados para as diferentes indústrias de transformação de matérias-primas, desde que não sejam recursos minerais metálicos, pois, nesse caso, seriam encaminhados para a indústria metalúrgica ou de recursos energéticos. Este ramo trata, por exemplo, dos estudos feitos pelos geólogos que procuram viabilizar jazidas de fosfato e potássio para a indústria de fertilizantes. Ainda podemos incluir neste grupo os produtos da indústria de tintas e também os diferentes corpos rochosos lavrados para a indústria da construção civil (como areias, britas etc.).

Profissão: geólogo

Existem vários tipos de geólogos e a maioria trabalha em constante contato com a Natureza.

Para fazer a pesquisa de campo em busca de novos depósitos em Carajás, os geólogos de prospecção chegam a ficar 20 dias na selva, acampados em barracas. Os profissionais se locomovem de barco ou de helicóptero, executando trabalhos de mapeamento, amostragem, geofísica e geoquímica. Além de possuir um amplo conhecimento em Geologia, eles têm de compreender as questões sociais das regiões em análise, mantendo um bom relacionamento com as populações das áreas pesquisadas.



Pesquisas geológicas

Há também geólogos que trabalham nas minas avaliando, por meio do mapeamento e amostragens, a qualidade dos minérios que serão alimentados na planta de beneficiamento e atualizando o modelo geológico – base para todo o planejamento de lavra. Nas minas, existem ainda geólogos responsáveis pela estabilidade das bancadas (geotécnicos) e pelo controle e bombeamento de água para rebaixamento do lençol freático (hidrogeólogos).

Com o advento da tecnologia, existem atualmente geólogos exclusivamente alocados em tarefas relacionadas à gestão da informação (bancos de dados, imagens aéreas etc.), além daqueles especialistas em minerais e rochas, cujo conhecimento é fundamental para as questões relacionadas a processamento mineral ou geometalurgia.

A photograph of a cobblestone square in Ouro Preto, Brazil. In the center stands a tall, ornate monument with a statue on top. The square is surrounded by colonial-style buildings with white facades and dark shutters. The sky is overcast and grey. The foreground is a cobblestone pavement.

Ouro Preto: uma história de riqueza



Do Ouro ao Minério

O ouro (Au), mineral encontrado no leito do rio Tripuí – que em tupi significa “de águas velozes” –, alterou o destino de toda uma região nos últimos anos do século XVII. A descoberta, realizada por alguém de quem não se conhece a identidade, aconteceu entre os anos de 1693 e 1698, em tempos de entradas e bandeiras que desbravavam o interior do Brasil Colônia em busca de riquezas para a coroa portuguesa.

Porém, se os primeiros grandes depósitos de ouro foram encontrados pelos bandeirantes paulistas, no final dos anos 1600, não há registros de que a atividade mineradora já fosse desenvolvida na região antes deles. Diferentemente dos incas e dos maias, nossos indígenas tupis, que conduziam os bandeirantes sertão adentro, não detinham os conhecimentos e técnicas de recuperação metálica. Não produziam nem utensílios, nem ornamentos de ouro.

Livros com técnicas e instrumentos relacionados à atividade mineradora já circulavam pela Europa, desde o século XVI, com o objetivo de transmitir conceitos de mineração. Um deles, o “De Re Metallica”, escrito em 1556 por Georgius Agricola (1494-1555), trazia informações sobre o desenvolvimento da mineração.

Entre o fim do século XVIII e o início do XIX, a região das minas de ouro – à época com cerca de um século de prática mineradora – passou a ser alvo de pesquisas desenvolvidas por mineralogistas que haviam estudado na Europa.



Casa dos Contos – Centro de Estudos do Ciclo do Ouro e Sede do Museu da Moeda e do Fisco



Nesse período, a mineralogia passou a ser praticada em diversas regiões, tanto da Europa como das Américas. Uma dessas regiões foi a então Vila Rica, que já desenvolvia há algum tempo atividades mineiras, ricas não só pelo conteúdo útil de seus minerais, mas também pelas técnicas e por instrumentos da atividade de mineração do ouro, do diamante e do ferro.

O esforço era para renovar as técnicas e aumentar a produção dos minérios conhecidos, além de buscar novos materiais terrestres que pudessem trazer lucro e novas possibilidades de desenvolvimento. A Revolução Industrial ganhava força na Inglaterra, impondo uma nova ordem mundial. Até então, as fábricas de ferro da Província de Minas produziam apenas para o consumo interno, que consistia, basicamente, em utensílios e ferramentas para mineração e agricultura.



Ouro Preto

Entre o fim do século XVIII e o início do XIX, a região das minas de ouro passou a ser alvo de pesquisas desenvolvidas por mineralogistas que haviam estudado na Europa.

Não tardou para que os avanços da mineralogia no Velho Continente pudessem ser empregados em solo brasileiro. Com o início do século XIX, aumentou o esforço para inovar a fabricação de ferro e elevar a produção de ouro e diamantes na província de Minas. As técnicas já conhecidas foram reconstituídas, incorporando conhecimentos novos. A motivação era econômica: resgatar as finanças do reino português, naquele momento instalado no Rio de Janeiro, com a vinda da família real. Foram criadas as vias para a implementação de incentivos para o avanço da indústria e da agricultura. E a Mineralogia passou a ser matéria de ensino na escola e no museu reais, criados na corte.

A criação da Escola de Minas de Ouro Preto (1876), nos tempos finais do império brasileiro, marcou o início do processo de formação de profissionais voltados para a pesquisa de inovação das técnicas empregadas, principalmente, nas minas de ouro e dezenas de fábricas de ferro que existiam na província de Minas Gerais. Um esforço ligado a uma perspectiva que associava as atividades científicas, principalmente o trabalho geológico de campo, ao desenvolvimento econômico da província de Minas Gerais e do Brasil. A partir daí já é possível observar a presença dos profissionais formados exercendo funções-chave na sociedade brasileira, aproximando mundos que ainda não haviam se encontrado no país. Os reflexos dessa aproximação são percebidos nas primeiras décadas do século XX, sobretudo a partir do Estado Novo, quando ocorre a projeção de um conceito de desenvolvimento marcado pelo surgimento de empresas como a Vale, entre outras.

A pesquisa mineral no Brasil hoje

O Brasil é um país com grande potencial em recursos minerais, assim como a Austrália, o Canadá, a Índia, a África do Sul e os países nórdicos. Aqui, há áreas sendo exploradas e investigadas desde o século XVII, como a região circunvizinha a Ouro Preto e, mais recentemente, Carajás.

Atualmente, para dar início às atividades de prospecção de depósitos, as companhias mineradoras costumam partir de um levantamento feito pela CPRM (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil), órgão vinculado ao Ministério de Minas e Energia. A instituição fornece mapas geológicos com informações sobre possíveis ocorrências minerais nos solos e subsolos do país. A partir daí, as empresas começam seus trabalhos de pesquisa, que envolvem os diversos ramos da Geologia, como você pôde acompanhar no início deste módulo.

Nas companhias que já detêm áreas em que se desenvolvem trabalhos de exploração e tratamento de algum minério, as pesquisas não param. À medida que os trabalhos avançam, são empreendidos novos programas de prospecção

que visam a transformar recursos em reservas. São esses dados novos que permitem à empresa elaborar planos de desenvolvimento de curto, médio e longo prazo. E são essas pesquisas que aumentam a vida útil de uma jazida. O ramo da Geologia que dá sustentação a este trabalho é a geologia de mina: toda empresa de mineração tem um geólogo de mina, que acompanha os avanços das frentes de lavra e alimenta continuamente os setores de planejamento com dados novos a respeito do minério.

Por meio de seu pessoal qualificado, os centros de pesquisa das empresas de mineração e as universidades do país procuram abordar os depósitos minerais em projetos de pesquisa que visam a inovar antigas práticas e, principalmente, criar novas maneiras de apropriação dos recursos minerais. O objetivo é diminuir os custos de produção e o desperdício, produzindo sem comprometer as populações futuras e dentro de planos sustentáveis.

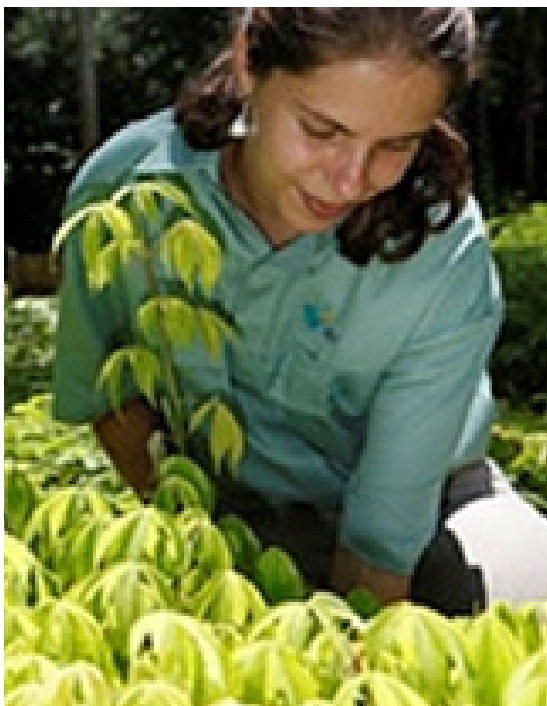
Geologia de mina: toda empresa de mineração tem um geólogo de mina, que acompanha os avanços das frentes de lavra e alimenta continuamente os setores de planejamento.



A mineração e o desenvolvimento sustentável

Como os próprios profissionais envolvidos com a atividade mineradora costumam dizer, minério não dá duas safras. Embora a geologia do planeta seja dinâmica, a taxa de renovação dos recursos minerais é muito lenta e só pode ser medida em milhões de anos. Dessa forma, considera-se que a Terra contém minérios em quantidades fixas, que são continuamente consumidas. Entretanto, é possível, sim, aumentar a produção respeitando padrões de sustentabilidade. Em mineração, isso significa que as atividades produtivas devem levar em conta a economia de recursos energéticos não renováveis e a substituição gradativa por formas de energia renováveis e limpas.

Sempre vale lembrar que não somos os últimos habitantes do planeta. Podemos explorar os recursos da natureza necessários à melhoria da qualidade de vida, porém com a preocupação de que os futuros habitantes terão as mesmas necessidades. Está aí o que se denomina desenvolvimento sustentável: construir conhecimentos que permitam ao ser humano continuar a se apropriar desses materiais, mas sempre com o devido cuidado para que os processos empregados não comprometam as futuras gerações.



Separadores óleo/água

A Vale coloca no mercado produtos que foram obtidos a partir da utilização de tecnologias desenvolvidas para atender à necessidade de um menor consumo de energia e, assim, evitar o desperdício. A empresa não devolve ao meio ambiente rejeitos sólidos ou fluidos sem antes tratá-los. A água utilizada nos processos de beneficiamento dos minérios, por exemplo, passa por um tratamento para ser reutilizada. Antes de ser devolvida aos leitos dos córregos e rios, é monitorada para garantir que retorne com a mesma qualidade original.

Se não houvesse tecnologia para uma produção mais limpa, os danos ao meio ambiente seriam incalculáveis. Danos que, certamente, prejudicariam as populações que vivem nas proximidades das minas, além de influenciar os custos finais da atividade mineradora. Você vai saber mais sobre a relação entre a mineração e o meio ambiente no módulo VI do Curso de Mineração Básico.

A Terra contém minérios em quantidades fixas, que são continuamente consumidas. Entretanto, é possível, sim, aumentar a produção respeitando padrões de sustentabilidade.

O que fazer quando se descobre um bem mineral de valor econômico no Brasil



DNPM Headquart Sede/ DNPM no Rio de Janeiro/ ERS in Rio de Janeiro

Quando é constatada a existência de ocorrência mineral ou minério em território brasileiro, deve ser elaborado um projeto de pesquisa a ser encaminhado ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) – órgão ligado ao Ministério de Minas e Energia –, juntamente com um requerimento de pesquisa.

Nesse documento, a área a ser pesquisada deve ser descrita, tanto sob o ponto de vista fisiográfico (geografia física), quanto do ponto de vista geológico. É preciso também explicitar os objetivos da pesquisa e justificar a importância do seu desenvolvimento. Além disso, deve-se apresentar um cronograma de ações e um certificado de que o proponente tem condições financeiras para desenvolver o projeto.

Caso o pedido seja avaliado como procedente, é expedido um alvará de pesquisa. Depois de prospectada, a área alvo da avaliação é descrita em um relatório de pesquisa, que é encaminhado novamente ao DNPM. O objetivo é demonstrar a viabilidade econômica e técnica do projeto, ou seja, se ele é ou não passível de ser executado. O relatório segue para o órgão público (DNPM) acompanhado de um pedido de lavra – uma autorização para o início das atividades de extração do minério. Depois de avaliado o

requerimento, é expedida a concessão que permite a criação de uma mina.

O proprietário do solo é, então, comunicado sobre o alvará e sobre a concessão de lavra. Ele pode ser indenizado ou participar dos lucros da empresa, recebendo 1/10 do imposto pago sobre a produção. Em tempo: o subsolo pertence à nação, que concede a exploração dentro dos limites instituídos no Código Brasileiro de Mineração.

A evolução da legislação para a exploração de minas

Desde que os primeiros colonizadores começaram a explorar as ocorrências de ouro na Capitania de São Vicente, ainda no século XVI, já existia uma legislação: um quinto do que fosse produzido deveria ser pago como imposto ao Rei. No século XVIII, quando as ricas jazidas da região das Minas Gerais começaram a ser exploradas, foi deflagrado o conflito dos Emboabas, opondo, de um lado, portugueses e baianos que também queriam se apropriar das riquezas (conhecidos pelo nome de emboabas) e, de outro, os Bandeirantes.



Getúlio Vargas: em seu governo, foi criado o Código de Minas

Mais uma vez, a Coroa Portuguesa interferiu não só para apaziguar os ânimos, mas também para lembrar a todos que os recursos minerais, em última instância, pertenciam ao Rei. Sendo assim, deveriam pagar impostos calculados com base no número de “cabeças” que trabalhavam manualmente as jazidas. Com isso, instituiu-se o imposto por capitação (cobrado por trabalhador).

Ao longo de todo o século XIX, as minas eram concessões dadas pelo governo às empresas de mineração, que pagavam impostos sobre a produção mineral. Com a República, no final do século XIX, o subsolo deixou de pertencer à nação, passando a ser propriedade de quem detinha o solo. As ricas áreas puderam ser negociadas diretamente com os proprietários da terra.

A partir da década de 1930, no primeiro governo de Getúlio Vargas, o subsolo brasileiro foi novamente nacionalizado: é quando se cria o Código de Minas, que passa a direcionar as ações quanto ao direito de desenvolver atividades mineradoras no país.

Atividades

1. Você já viu que, assim como ter um espírito aventureiro é fundamental para o geólogo, a geologia é a alma da atividade de mineração. Para pesquisar os processos que ocorrem no interior e na superfície da Terra e, assim, descobrir depósitos minerais, existem equipamentos sofisticados para prospecção.

Complete as colunas abaixo com os números:

I – Método direto de prospecção

II – Método indireto de prospecção

- () Galeria: a pesquisa fica localizada na superfície.
 - () Sondagem: a principal é a que utiliza furos de sonda com broca de diamantes para recolher amostras do minério localizado no subsolo.
 - () Imagens de satélite ou fotografia aérea: medir, delimitar e determinar os volumes dos corpos mineralizados que podem se encontrar no solo e no subsolo.
 - () Poços: podem ser escavados manualmente ou com uma máquina.
 - () Geofísica aérea: aviões transportam equipamentos capazes de medir o magnetismo das rochas.
 - () Trado: usa-se um equipamento mecânico para coletar as amostras.
-

2. Os minerais, de grande utilidade para nós, estão presentes em lugares que nem imaginamos, facilitando nosso cotidiano. Pesquise sobre esse assunto e escreva na imagem abaixo os minerais que você encontrar. Depois, compare com os dos outros participantes.



3. Você se lembra daqueles desenhos animados em que o personagem descobre, por acidente, um poço de petróleo no quintal de sua casa e instantaneamente torna-se um milionário? Na vida real não é bem assim! Se um geólogo informar que há uma jazida no seu terreno, uma série de trâmites legais deverá ser respeitada até que se consiga abrir uma mina. Numere os passos, de 1 a 7, ordenando os procedimentos necessários e veja se você tem gabarito para se tornar sócio da Vale.

- () Prospecção da área.
- () Concessão para a criação de uma mina.
- () Alvará de pesquisa.
- () Avaliação do depósito.
- () Elaboração de um projeto de pesquisa.
- () Relatório de pesquisa e pedido de lavra.

.....

Glossário

Alvará de pesquisa

Instrumento legal emitido pelo DNPM para que uma determinada área possa ser pesquisada geologicamente, por pessoa física ou jurídica, em um dado período de tempo.

Anomalias

Concentração de um ou mais elementos acima de sua concentração normal na crosta terrestre; indicam a possibilidade de depósitos minerais associados.

Clivagem

Tendência que um mineral possui para partir segundo superfícies planares que estão relacionadas com a estrutura cristalina.

Código de mineração

Conjunto de leis brasileiras que disciplina a descoberta, a pesquisa geológica e a lavra de minérios no país.

Concessão de lavra

Autorização concedida pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) para uma empresa lavrar um determinado bem mineral.

Depósito mineral

Concentração de um ou mais minerais metálicos, ou não, que pode ser de interesse econômico a depender de estudos geológicos e do preço internacional de mercado do produto e dos custos associados à sua extração.

Dureza

O grau de dureza é determinado pela comparação da dificuldade ou facilidade com que um mineral é riscado. Vulgarmente, utiliza-se como termo de comparação um conjunto de minerais que constituem a Escala de Dureza de Mohs.

Endógeno

Fenômeno ou processo geológico que se realiza no interior da Terra.

Era geológica

Divisão do tempo geológico hierarquicamente abaixo de Éon e acima de Período.

Erosão

Remoção dos materiais da crosta terrestre, quando sujeitos à ação dos agentes atmosféricos (chuvas, ventos etc.).

Estratigrafia

Estudo da gênese, da sucessão, no tempo e no espaço, e da representatividade areal e vertical das camadas sedimentares e seqüências de formação de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares de uma região, buscando-se determinar eventos, processos e ambientes geológicos associados.

Exógeno

Fenômeno ou processo geológico que se realiza na ou junto à superfície terrestre. Os agentes geológicos exógenos referem-se à interação de forças da natureza, envolvendo atmosfera, hidrosfera e superfície terrestre com forte atuação da energia emitida pelo Sol e pela força da gravidade. Ex: avalanches, intemperismo das rochas, erosão e transporte de sedimentos, denudação de cadeia de montanhas etc.

Fácies

Termo geral para indicar o aspecto (a "face") da rocha e, assim, caracterizar um tipo ou grupo de rochas em estudo.

Filão

Corpo magmático, metamórfico ou sedimentar, de forma tabular, resultante do preenchimento de fraturas ou descontinuidades existentes nas rochas.

Foliação metamórfica

Termo genérico para estrutura metamórfica resultante de esforços compressórios, originando planos paralelos ("folhas") de diversos tipos.

Forma dos cristais

Euédricos (cristais bem formados com faces e contatos nítidos – de fácil separação/"liberação" entre si), subédricos (com algumas faces bem desenvolvidas e outras não, liberação mediana) e anédricos (com todas as faces mal desenvolvidas e de liberação difícil ou muito difícil).

Fotografias aéreas

Técnica de uso de fotografias tomadas no espaço, em diferentes altitudes, para identificar tipos de rochas, sedimentos e estruturas geológicas e fins de mapeamento geológico-estrutural, com checagem posterior no terreno.

Friável

Propriedade da rocha ou mineral que se desagrega naturalmente ou é facilmente partido ou facilmente reduzido a pó.

Geofísica

Ramo da Geologia que, por meio das propriedades físicas de rochas, solos, sedimentos e minerais, procura descobrir depósitos minerais e quali-quantificá-los em três dimensões.

Geologia

Ciência que se ocupa do estudo da Terra – origem, estrutura, composição, evolução, assim como causas e processos que deram origem ao seu estado atual.

Geologia Aplicada

Parte da Geologia que se ocupa das técnicas e aplicações dos conhecimentos geológicos para pesquisa, detecção e aproveitamento dos materiais constituintes da crosta terrestre, com fins econômicos.

Geologia Estrutural

Ramo da Geologia que estuda as estruturas e texturas das rochas, quanto a sua gênese e evolução associadas aos processos geológicos que ocorreram e ocorrem numa região.

Geoquímica

Ramo da Geologia que estuda a distribuição dos elementos químicos e seu comportamento no planeta (crosta, manto e núcleo) com vistas, em geral, à descoberta de depósitos e jazidas minerais.

Glaciar

Grande massa de gelo (pode atingir várias centenas de quilômetros de extensão) que, por ação da gravidade, sofre lentos deslizamentos ao longo de superfícies inclinadas.

Goethita

Mineral de hidróxido de ferro: $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Hematita

Mineral de óxido de ferro (Fe_2O_3) com alta concentração de ferro.

Hidrogeologia

Ramo da Geologia que estuda a água com vistas a determinar o seu comportamento, em superfície ou abaixo dela.

Hidrotermal

Referente a fluido aquoso aquecido (“água quente”), combinado ou não com outras fases fluidas em várias proporções, geralmente no estado supercrítico e fortemente reativo, podendo ser responsável pela dissolução, alteração, formação ou crescimento de rochas preexistentes.

Imagens de satélite

Técnica similar àquela de levantamento geológico por fotografias aéreas, diferindo no fato de ser realizada por satélites na órbita terrestre. Possibilita, também, o mapeamento geológico-estrutural de todas as regiões do planeta, com diferentes graus de precisão.

Intemperismo

Conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que afetam as rochas quando sujeitas à ação dos agentes atmosféricos (água, ar, variações de temperatura etc.), conduzindo a modificações a nível mineralógico, estrutural ou textural, e que formam os solos e sedimentos na superfície da crosta.

Itabirito

Rocha bandada, alternando níveis milimétricos a centimétricos de hematita (com ou sem magnetita) com níveis silicáticos, geralmente de quartzo. É um BIF (“banded iron formation”) ou formação ferrífera bandada metamorfozada. Normalmente apresenta baixas concentrações de ferro.

Litologia

Tipo de rocha em afloramento ou amostra de mão. Sua descrição se baseia em várias características, tais como cor, textura, estrutura, composição mineralógica ou granulação (tamanho de grãos).

Magma

Material existente no interior da Terra a temperaturas elevadas (superiores a 700°C), possuindo mobilidade e que pode englobar fases sólidas (minerais formados pela cristalização magmática), líquidas e/ou gasosas (essencialmente vapor de água, com algum dióxido de carbono, CO_2).

Magnetita

Mineral de óxido de ferro: Fe_3O_4 .

Metamorfismo

Reajustamento químico, mineralógico, textural ou estrutural, no estado sólido, de qualquer tipo de rochas quando sujeitas a condições físico-químicas (temperatura, pressão, fluidos e tempo) distintas das condições de formação.

Meteorização (ou intemperismo)

Conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que afetam as rochas quando sujeitas à ação dos agentes atmosféricos (água, ar, variações de temperatura, biomassa etc.), conduzindo a modificações a nível mineralógico, químico, estrutural ou textural.

Mineral

Composto inorgânico natural, sólido, com composição química definida e propriedades físicas características (por exemplo, estrutura cristalina, cor, dureza, brilho, hábito, clivagem).

Minério

Qualquer substância mineral da qual se pode extrair economicamente um ou mais metais. Por facilidade de nomenclatura, o termo é comumente utilizado para designar qualquer matéria-prima mineral.

Mineralogia

Ramo da Geologia que estuda os minerais, sua gênese e evolução.

Paleontologia

Ciência que estuda a origem e a evolução dos seres vivos ao longo dos tempos geológicos, através de registros fossilíferos e de seus posicionamentos estratigráfico e paleogeográfico, combinando métodos e conceitos das ciências geológicas e biológicas.

Pangeia

Supercontinente único, rodeado por um megaoceano (Pantalassa), que provavelmente existiu no Permiano, há cerca de 250 milhões de anos.

Pedido de lavra

Após a apresentação do "Relatório de Pesquisa" e, no caso de sua aprovação pelo DNPM, se houver minério e interesse de quem requereu uma determinada área e minério(s) para pesquisar, pode ser feito o "pedido de lavra" para início da exploração do bem mineral de interesse.

Período

Divisão do tempo geológico hierarquicamente inferior à era e superior à época.

Placa tectônica

Segmento que se desloca sobre o manto magmático, interagindo ao longo do tempo com outros segmentos em um processo geodinâmico que origina montanhas e bacias sedimentares geológicas, ocorrendo terremotos, magmatismo (vulcanismo e plutonismo) e outros eventos geológicos. As placas tectônicas assemelham-se a "gomos de uma bola de futebol" tendo limites definidos e movimentando-se relativamente entre si.

Pegmatito

Rochas magmáticas (ígneas) ou metamórficas, de grão muito grosso (maiores que 1-2 cm), com composições variadas, sendo os pegmatitos graníticos os mais frequentes.

Pesquisa geológica

Conjunto de estudos conduzidos na área de Geologia, através de várias técnicas, com vistas à descoberta e avaliação quali-quantitativa de depósitos minerais. Também denominada pesquisa mineral.

Projeto de pesquisa

Projeto de planejamento, contendo diversas atividades de pesquisa geológica, com vista à descoberta de corpo(s) de minério e de sua(s) geometria(s) e quali-quantificação(ões).

Prospecção de minérios

Conjunto de técnicas geológicas, usadas simultaneamente, com vistas à descoberta de depósitos e jazidas minerais.

Relatório de pesquisa

Relatório, assinado por geólogo ou engenheiro de minas habilitado, que descreve as atividades de pesquisa geológica que foram realizadas numa determinada área e seus resultados dentro de um tempo predeterminado.

Requerimento de pesquisa

Instrumento legal a ser apresentado ao DNPM (órgão regular da mineração no Brasil) para pesquisar minério(s) numa determinada região.

Reserva mineral

Porção de uma determinada área pesquisada que possui um corpo de minério com teores e volumes calculados a partir de estudos geológicos, com variados graus de incerteza.

Rocha

Agregado mono ou poliminerálico de ocorrência natural.

Rocha Magmática (ou ígnea)

Rocha originada a partir do resfriamento e solidificação de um magma, a alguns quilômetros de profundidade, dando origem a rochas plutônicas ou intrusivas, ou na superfície terrestre, formando as rochas vulcânicas ou extrusivas.

Rocha Sedimentar

Rocha constituída pela acumulação de sedimentos e que sofre ação de processos geológicos (físicos, químicos, biológicos) de baixa temperatura (diagênese), ou transformação de material friável, inconsolidado, em rocha maciça, (cristalização e litificação).

Rocha metamórfica

Rocha formada a partir de modificações pós-formacionais de rochas ígneas sedimentares ou metamórficas anteriores.

Sedimentos de corrente

Material da fração siltico-argilosa, coletado em drenagens, ativas ou não, usado para encontrar anomalias de elementos químicos relacionados a ocorrências e depósitos minerais.

Sedimentologia

Ramo da Geologia que estuda os sedimentos e rochas sedimentares, bem como sua gênese, ambiente de formação e evolução geológica.

Sondagem

Técnica de pesquisa geológica para investigação da subsuperfície que usa equipamentos de perfuração recuperando testemunhos ou cilindros de rocha, de grandes profundidades.

Substância metálica

Substância que ocorre na natureza e que possui elementos químicos metálicos em sua composição.

Substância não metálica

Substância que ocorre na natureza e que possui elementos químicos não metálicos e semimetálicos em sua composição.

Tectônica

Processo geológico em que se tem movimentação ou deslocamento de massas rochosas, construindo ou reorganizando a estrutura terrestre devido a tensões crustais de alívio ou de compressão.

Tempo geológico

Dividido em: Éones, que são subdivididos em Eras; estas são divididas em Períodos; que, por sua vez, são divididos em Épocas; as quais são divididas em Idades.

Traço do mineral

Cor do risco de um mineral esfregado sobre uma placa de porcelana e que equivale, aproximadamente, à cor do mineral reduzido a pó.

Vítrea

Textura de rocha efusiva/vulcânica, que se caracteriza por não haver cristalização significativa de minerais com tamanho grande devido ao rápido resfriamento (congelamento) da lava. Assim, possui grãos minerais invisíveis ao olho humano.

Vulcão

É típico de áreas com atividade orogênica e é uma estrutura supracrustal, caracterizada pela efusão de material magmático (lava, cinzas e/ou gases) derramado e/ou ejetado, em geral, a partir de um conduto de forma cilíndrica na crosta (chaminé), junto à boca do qual se acumula, construindo um depósito com forma mais ou menos cônica, de complexidade variável.

Xistosidade

Estrutura penetrativa de minerais recristalizados segundo orientação preferencial em planos e/ou linhas (xistosidade planar e/ou linear). Feição típica de rocha metamórfica ou metamorfozada.

Zona abissal

Zona profunda do oceano, com mais de 2.000 m e menos de 6.000m de profundidade, fria e escura, correspondente a cerca de 75% do fundo oceânico. É a região mais extensa do globo terrestre, desenvolvendo-se, mar adentro, além da zona com fundo oceânico batial.

Agradecimentos

Agradecimento especial para os especialistas da Vale que se dedicaram e contribuíram para a CONSTRUÇÃO do material em 2007:

Coordenação Técnica Geral

Magid Wahib Saab

Coordenação Acadêmica Geral

Fernando Gabriel da Silva Araujo

Módulo I

Lilian Grabellos Barros de Moura

Paulo Henrique Matias

Módulo II

Antonio Claret Antunes Campos

Módulo III

Vania Lúcia de Lima Andrade

Módulo IV

Magid Wahib Saab

Módulo V

Arnaldo Soares da Silva

Fábio Costa Brasileiro da Silva

Módulo VI

Ana Cristina Correa da Silva

Edna Pereira Nunes

Francisco Palhares Pereira

Mario Leopoldo de Pino Neto

Agradecimento especial para os especialistas da Vale que se dedicaram e contribuíram para a ATUALIZAÇÃO do material em 2009:

Módulo I

Paulo Matias

Módulo II

Leonardo Graça

Charles Faria

Daniel Chausson

Jordan Marinho

Módulo III

Vania Lúcia de Lima Andrade

Módulo IV

Magid Wahib Saab

Módulo V

Arnaldo Soares da Silva

Fábio Costa Brasileiro da Silva

Fernando Mascarenhas

Francois Ferec (revisão)

Fabricio Salviato (revisão)

Módulo VI

Ana Cristina Correa da Silva

Edna Pereira Nunes

Francisco Palhares Pereira

Marcelo Macedo

Mario Leopoldo de Pino Neto

Agradecimento especial para os professores do DEPEC/Fundação Gorgeix que contribuíram para a ATUALIZAÇÃO do material em 2009:

Coordenação Acadêmica Geral

Fernando Gabriel da Silva Araujo

Módulo I

Prof. Marcos Tadeu de Freitas Suita, PhD

Prof. Messias Gilmar de Menezes, PhD

Módulo II

Prof. Wilson Trigueiro de Sousa, PhD

Módulo III

Prof. Marco Antônio Rodrigues Drummond, M.Sc

Módulo IV

Prof. Paulo Santos Assis, PhD

Prof. Paulo vonKrüger

Prof. Eloísio Queiroz Pena, M.Sc

Prof. Cláudio Batista Vieira, PhD

Prof. Fernando Gabriel da Silva Araújo, PhD

Módulo V

Prof. João Esmeraldo da Silva, PhD

Edimar Costa Westin, Eng.

Módulo VI

Prof. Hernani Mota de Lima, PhD

Prof. Valdir Costa e Silva, PhD

Prof. Jorge Luiz Brescia Murta, M.Sc.

Agradecimento especial para os especialistas da Vale que se dedicaram e contribuíram para a ATUALIZAÇÃO do material em 2012:

Módulo I

George Liu

Módulo II

KioshiKaneko

Leonardo Gravina

Daniel Chausson

Walter Mazon

Paulo Freitas

Charles Faria

Fleming Simões

Módulo III

Vania Lúcia de Lima Andrade

Marcus Alexandre Carvalho

Módulo IV

José Carlos Pontes

Austregésilo Guimarães

Washington Mafra

Hamilton Pimenta

Módulo V

Marcos Borjaille

Ricardo Penna

Daniel Marim

Junio Amorim

Módulo VI

Gabriel Ribeiro

Daniela Dolabela Corrêa

Saúde e Segurança

Leonardo Dias Pinto

Agradecimento especial para os professores da UFOP que contribuíram para a ATUALIZAÇÃO do material em 2012:

Coordenação Acadêmica Geral

Fernando Gabriel da Silva Araujo

Módulo I

Prof. Messias Gilmar de Menezes, PhD

Módulo II

Prof. Wilson Trigueiro de Sousa, PhD

Módulo III

Prof. Marco Antônio Rodrigues Drummond, PhD

Módulo IV

Prof. Eloísio Queiroz Pena, M.Sc

Módulo V

Prof. Edimar Costa Westin, Eng.

Módulo VI

Prof. Valdir Costa e Silva, PhD

Prof. José Fernando Miranda, M.Sc

Saúde e Segurança

Prof. Jefferson Mendes

