

ESTUDANDO A TERRA - PALESTRA DE GEOLOGIA
BÁSICA

MINEROPAR

Minerais do Paraná S.A.

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA

MINERAIS DO PARANÁ S.A - MINEROPAR

GERENCIA DE FOMENTO E ECONOMIA MINERAL

"ESTUDANDO A TERRA"

PALESTRA DE GEOLOGIA BÁSICA

Luciano Cordeiro de Loyola

F
55
L932

11520

Curitiba
1990

Registro n. f1520



Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA
Reg. 1520 Data 4/6/90

ESTUDANDO A TERRA

O homem é curioso por natureza, assim sempre procurou desvendar os mistérios que a envolvem e a estudar a Terra.

De onde vêm as lavas dos vulcões?

O que causa os terremotos?

Como se formaram as montanhas?

De que se formaram os planetas e as estrelas?

Na Idade Média, Acreditava-se que a Terra era o centro do Universo e que todos os astros, como o Sol, a Lua e os planetas e as estrelas giravam em torno dela. Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, o homem pôde comprovar que a Terra pertence a um conjunto de planetas e outros astros, que giram em torno do Sol, formando o Sistema Solar. Descobriu-se também que a própria Terra se modifica através dos tempos. Por exemplo áreas que hoje são cobertas pelo mar, há 15 mil anos eram planícies costeiras; regiões que estavam submersas a milhões de anos, formam agora montanhas elevadas como os Alpes e os Andes. Lugares onde existiam exuberantes florestas estão hoje recobertos pelo gelo da Antártida ou transformaram-se em desertos como o Saara. O material que atualmente constitui montanhas, como o Pão de Açúcar e o Corcovado, formou-se a centenas ou milhares de metros abaixo da superfície terrestre, a muitos milhões de anos.

Estas transformações são causadas por gigantescos movimentos que ocorrem continuamente no interior e na superfície da Terra. Por serem transformações muito lentas, o homem não pode acompanhá-las diretamente, pois ele só apareceu a cerca de dois milhões de anos. Isso quer dizer que, se toda a evolução da Terra fosse feita em um ano, o homem só teria aparecido quando faltassem dois minutos para a meia-noite do último dia do ano.

Além disso, o homem só tem acesso à camada mais superficial do nosso planeta. A distância da superfície até o centro da Terra mede 6.370 Km - dois mil quilômetros a mais que a distância entre o Oiapoque e o Chuí, pontos localizados nos extremos norte e sul do Brasil - e a maior perfuração já feita só alcançou 10 Km de profundidade.

Então, como se pode saber o que existe dentro da Terra em tão grandes profundidades e como descobrir a idade de cada período da história da Terra? Isto é possível através do estudo das rochas, dos terremotos, dos vulcões, dos restos dos organismos preservados nas rochas e das propriedades físicas terrestres tais como o magnetismo e a gravidade.

As rochas são formadas por minerais, que por sua vez são constituídos por substâncias químicas que se cristalizam em condições especiais. O estudo dos minerais contidos em uma determinada rocha pode determinar onde e como ela se formou.

Para medir o tempo geológico, utiliza-se elementos radioativos contidos em certos minerais. Esses elementos são os relógios da Terra. Eles sofrem um tipo especial de transformação que se processa em ritmo uniforme, século após século, sem nunca se acelerar ou retardar. Por este processo - chamado RADIOATIVIDADE - algumas substâncias se desintegram, transformando-se em outras. Medindo-se a quantidade dessas substâncias em uma rocha, pode-se saber a sua idade.

A Terra atrai os corpos pela força da gravidade e pela força magnética. Estas forças variam de local para local, devido a diferenças superficiais e profundas dos materiais que constituem a Terra. A análise dessas diferenças é outra forma de interpretar o que existe no subsolo terrestre.

Todos esses estudos fazem parte da GEOLOGIA - a ciência que busca o conhecimento da origem, composição e evolução da Terra. Outras ciências da Terra como a GEOGRAFIA, a OCEANOGRAFIA e a METEOROLOGIA, ocupam-se de outros aspectos do nosso planeta.

A CIÊNCIA GEOLÓGICA

A Geologia é a ciência que estuda a estrutura e a composição da TERRA; as causas que governaram a sua formação e a sua evolução através dos tempos; sua dinâmica atual e as leis que presidiram as acumulações de substâncias minerais de valor econômico. É uma ciência natural e diferencia-se das demais por tratar com fatores (escala e tempo) muito além da experiência humana e por evidenciar, sobremaneira, a natureza transitória da forma e da estrutura.

O termo Geologia vem do grego geo, que significa terra e logos, palavra, pensamento, ciência. A Geologia, como ciência, procura decifrar a história geral da Terra, desde o momento em que se formaram as rochas até o presente. Um conjunto de fenômenos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos compõe o seu complexo histórico.

Na sua parte dinâmica, estuda a composição, estrutura e os fenômenos genéticos formadores da crosta terrestre, assim como do conjunto geral de fenômenos que agem não somente sobre a superfície, como também em todo o interior do nosso planeta.

Na sua parte histórica estuda e procura datar cronologicamente a evolução geral, as modificações estruturais, geográficas e biológicas ocorridas na história da Terra.

O conhecimento humano na área da Ciência Geológica ainda está muito longe de alcançar a sua plenitude. Evolui atualmente de forma quase vertiginosa, principalmente nos países desenvolvidos, onde existe uma consciência já formada de que a estabilidade de tudo que o homem constroi é função de sua integração com a Terra; meio em que vivemos, de que desfrutamos e do qual dependemos fundamentalmente.

O GEÓLOGO

O geólogo ou mais apropriadamente o engenheiro geólogo é um dos vários profissionais do grupo da Engenharia. A profissão é regulamentada pela lei nº 4.076 de 23-06-62, a qual estabelece as respectivas atribuições profissionais.

No final da década de 50 formaram-se os primeiros geólogos no Brasil. Sendo a implantação dos cursos influenciada, principalmente pela necessidade do País expandir as pesquisas geológicas visando a descoberta de petróleo. Com o passar do tempo os campos de atuação dos geólogos foram sendo ampliadas em função de suas qualificações profissionais. Atuam hoje não só nas áreas onde a legislação lhe confere atribuições (levantamentos geológicos básicos, geoquímica, geofísica, pesquisa mineral e hidrologia), mas também em outras onde a participação desse profissional representa uma cobertura técnica mais profunda na realização dos serviços ou obras (geologia de engenharia, geologia ambiental, planejamento urbano, lavra de jazidas, etc).

CAMPO DE ATUAÇÃO DO GEÓLOGO

Levantamentos Geológicos Básicos - Constituem a sistematização, através de representações gráficas em mapas, de uma série de informações sobre o espaço físico regional, necessários não só para a implantação de estratégias para o aproveitamento dos recursos minerais, mas também fundamentais para o planejamento de outros setores, tais como: obras de engenharia, expansão da ocupação urbana, agricultura, etc.

O conhecimento do ambiente geológico é em particular para a mineração, fator decisivo para a pesquisa, pois constitui a principal condicionante na geração de diversos depósitos, tanto de minerais ditos "nobres", como de outros menos valiosos, mas indispensáveis a setores vitais da economia e da administração pública (habitação, saneamento básico, agricultura, obras viárias etc.).

HIDROGEOLOGIA - O hidrogeólogo trabalha na localização de aquíferos (rochas e estruturas que permitem o armazenamento de água) sua caracterização (vazão, qualidade da água, influência, etc.) e projetos de aproveitamento, mediante a locação, perfuração e execução de poços tubulares.

GEOLOGIA E ENGENHARIA OU GEOTECNIA - Pela sua especialização o geólogo pode fornecer ao engenheiro civil informações valiosas sobre o substrato (rochas e solos) no qual serão implantadas obras de engenharia (rodovias, ferrovias, viadutos, pontes, barragens, túneis, etc.).

GEOLOGIA AMBIENTAL E PLANEJAMENTO URBANO - Dentre os critérios de planejamento de uso e ocupação racional do solo, deve-se considerar o conjunto de características geológicas - geomorfológicas (rochas, solo, clima, relevo, etc.), visto que o aproveitamento de espaço físico deve ser feito em perfeita integração com seus elementos. A presença de profissionais de geologia fornece assim uma significativa acessoria, reduzindo os riscos de uma ocupação inadequada.

PESQUISA MINERAL - Mais de 2/3 dos geólogos brasileiros atuam no setor de prospecção e pesquisa mineral. O setor mineral, embora vital para a economia de um país, é pouco desenvolvido no Brasil. Os altos riscos do investimento e longo prazo de retorno do capital, são alguns fatores que tem afastado o empresariado nacional dessa atividade. Abre-se, desse modo, um espaço para a atuação das empresas multinacionais e estatais, virtualmente os únicos empregadores de geólogos no Brasil.

DIFICULDADES NO EXERCÍCIO DA PROFISSÃO

Dentre as profissões ditas liberais, o geólogo é sem dúvida o profissional que tem maiores dificuldades de sobrevivência nesta condição, sobretudo pelos altos investimentos necessários ao desenvolvimento das atividades que lhe são afetas. Isto explica em parte, porque a maioria dos geólogos brasileiros são assalariados e também porque o desemprego assume maiores proporções na geologia do que nas outras áreas de engenharia.

Outro fator a considerar é que o exercício da profissão comumente obriga o geólogo a longas permanências em regiões interiores, de difícil acesso, quase sempre em condições insalubres e de alto risco e com meios de comunicação precários. Isto os força a contínua e prolongada ausência do convívio familiar e social, dificultando-lhes, da mesma forma, participar de cursos necessários à evolução profissional.

A TERRA

ORIGEM, EVOLUÇÃO E CONSTITUIÇÃO INTERNA

Pela teoria mais aceita, estima-se que a formação do sistema solar teve início a seis bilhões de anos quando uma enorme nuvem de gás que vagava pelo universo começou a se contrair. A poeira e os gases dessa nuvem se aglutinaram pela força da gravidade e há 4,5 bilhões de anos, formaram várias esferas que giravam em torno de uma esfera maior de gás incandescente que deu origem ao sol. As esferas menores formaram os planetas dentre os quais

a Terra. Devido à força da gravidade os elementos químicos mais pesados como o ferro e o níquel, contraíram-se no seu centro, enquanto que os mais leves como o silício, o alumínio e os gases, permaneceram na superfície.

Esses gases foram, em seguida, varridos da superfície do planeta por ventos solares.

Assim foram separando-se camadas com propriedades químicas e físicas distintas no interior do Globo Terrestre. Há cerca de 4,4 a 4 bilhões de anos, formou-se o núcleo - constituído por ferro e níquel no estado sólido, com um raio de 3.700 Km. Em torno do núcleo, formou-se uma camada - o MANTO - que possui 2.900 Km de espessura, constituída de material em estado pastoso, com composição predominante de silício e magnésio. Em torno de 4 bilhões de anos atrás, gases do manto separaram-se, formando uma camada de ar ao redor da Terra - a ATMOSFERA - já naquela época muito semelhante à atual.

Finalmente, há aproximadamente 3,7 bilhões de anos, solidificou-se uma fina camada de rochas - a CROSTA.

A crosta não é igual em todos os lugares. Deb^aixo dos oceanos ela tem mais ou menos 7 Km de espessura, constituída por rochas de composição semelhante à do manto. Nos continentes, a espessura da crosta aumenta para 30-35 Km, sendo composta por rochas formadas principalmente por silício e alumínio, por isso: mais leves que a do fundo dos oceanos.

DINÂMICA INTERNA

MOVIMENTOS DO INTERIOR DA TERRA

Sabe-se hoje em dia que os continentes se movem. Acredita-se que há muitos milhões de anos, todos estavam unidos em um único e gigantesco continente chamado PANGAEA. Este teria se dividido em fragmentos, que são os continentes atuais. Foi o curioso encaixe de quebra-cabeça entre a costa leste do Brasil e a costa oeste da África que deu origem a esta teoria, chamada de DERIVA CONTINENTAL.

Ao estudar o fundo do Oceano Atlântico, descobriu-se uma enorme cadeia de montanhas submarinas, formada pela saída de magma do manto. Este material entra em contato com a água, solidifica-se e dá origem a um novo fundo submarino, à medida que os continentes submarinos africano e sul americano se afastam. Este fenômeno é conhecido como EXPANSÃO DO FUNDO OCEÂNICO.

Com a continuidade dos estudos, as teorias da Deriva Continental e da Expansão do Fundo Oceânico foram agrupadas em uma nova teoria, chamada TECTÔNICA DE PLACAS; imagine os continentes sendo carregados sobre a crosta oceânica, como se fossem objetos

em uma esteira rolante. É como se a superfície da Terra fosse divididas em placas que se movimentam em diversas direções, podendo chocar-se umas com as outras. Quando as placas se chocam as rochas de suas bordas enrugam-se e rompem-se, originando terremotos, dobramentos e falhamentos.

Há 200 milhões de anos as massas continentais formavam um único super continente - PANGEA. A partir de então, iniciou-se a separação das placas. Foram se formando os continentes e os Oceanos. Como são hoje conhecidos. Esses movimentos não param. As placas movem-se cerca de 12 a 10 cm por ano.

Embora a movimentação das placas seja muito lenta - da ordem de poucos centímetros por ano - essas dobras e falhas dão origem a grandes cadeias de montanhas como os Andes, os Alpes e os Himalaias.

Outro fenômeno causado pelo movimento de placas é o vulcanismo, que pode originar-se pela saída de rochas fundidas - MAGMA - regiões onde as placas se chocam ou se afastam. Quando o magma que atinge a superfície se acumula em redor do ponto da saída, formam-se os VULCÕES:

No Brasil também ocorrem terremotos e vulcões. Os terremotos felizmente são muito raros e de pequena intensidade e somente são encontrados restos de vulcões extintos. Isto ocorre devido ao fato do nosso país situar-se distante de zona de choque e de afastamento de placas.

DINÂMICA EXTERNA

MODIFICAÇÕES DA SUPERFÍCIE DA TERRA

A ação da água, dos ventos, do calor e do frio sobre as rochas provoca o seu desgaste e decomposição, causando o que se denomina INTEMPERISMO. O intemperismo implica sempre na desintegração das rochas, que pode se dar de vários modos, pelos agentes químicos, físicos e biológicos. Esta desintegração gera areias, lamas e seixos, também denominados SEDIMENTOS.

O deslocamento desses sedimentos da rocha desintegrada é chamado EROSAO. O transporte desse material para as depressões da crosta. (Oceanos, mares e lagos) pode ser realizado pela água (enxurradas, rios e geleiras) ou pelo vento, formando depósitos como as areias de praias e de rios, as dunas de desertos e as lamas de pântanos.

MINERAIS E ROCHAS

Mineral, é um elemento ou composto químico, via de regra resultante de processos inorgânicos, de composição química geralmente definida e encontrado naturalmente na crosta terrestre.

Rocha: é um agregado natural, formado de um ou mais minerais, que constitui parte essencial da crosta terrestre e é nitidamente individualizado.

MINERAIS PRESENTES EM ROCHAS IGNEAS

QUARTZO - Mineral comum de coloração clara, é um silicato.

FELDSPATOS - Trata-se de silicatos de alumínio com um elemento alcalino ou alcalino-ferroso, como potássio, sódio ou cálcio.

MICAS - São silicatos de alumínio com potássio, ferro e magnésio.

PIROXÊNIOS E ANFIBÓLIOS - Constituem dois grupos de minerais de coloração variando desde o verde-escuro até o castanho, sendo geralmente pretos, ambos são formados por silicatos de cálcio, ferro e magnésio com retículos cristalinos distintos.

OLIVINA - É um silicato de magnésio e ferro de coloração verde-oliva, as vezes amarelada ou variando do castanho ao preto.

MINERAIS PRESENTES EM ROCHAS SEDIMENTARES

QUARTZO

MINERAIS ARGILOSOS - Formam um grupo complexo de silicatos hidratados de alumínio, de aspecto terroso, plástico e de coloração variada.

CARBONATOS

SULFATOS

MINERAIS PRESENTES EM ROCHAS METAMÓRFICAS

Quartzo, feldspatos, micas, piroxênios, anfibólios e granada.

SERICITA - Do grupo dos micas.

EPIDOTO - Silicatos hidratados complexos contendo alumínio, ferro e cálcio.

CLORITA - Compostos de silicato de hidratado de alumínio, ferro e magnésio.

SERPENTINA - Silicato hidratado de magnésio de coloração verde.

TALCO - Silicato hidratado de magnésio.

ROCHAS ÍGNEAS - O MAGMA

QUAL O SEU CONCEITO?

As rochas ígneas, como o próprio nome indica, derivam de material quente, fundido, proveniente das profundezas da terra. O interior desta, como sabemos, é muito quente, encontrando-se lá as rochas e minerais em altas temperaturas que podem causar sua fusão e assim formar o magma.

Quando os magmas esfriam e endurecem, transformam-se em rochas ígneas, que podem ser de tipos diferentes, dependendo da composição e profundidade de solidificação.

A maior parte do material fundido que originou ou ainda origina as rochas ígneas foi ou é formada dentro da parte superior do manto. Ele migra para cima em direção à crosta, onde produz as intrusões ígneas. Quando o magma atinge a superfície da terra, derrama-se sob forma de lava, constituindo as extrusões ou efusões ígneas.

MAGMA - O QUE VEM A SER?

Considera-se magma todo material muito quente, móvel e capaz de penetrar as rochas de crostas terrestre, solidificando-se no seu interior ou derramando-se na superfície. Não se trata meramente de rocha líquida, mas sim de um material de natureza muito mais complicada.

ENTÃO, QUAL A SUA NATUREZA?

Os magmas são soluções viscosas altamente complexas, constituídas de uma fase líquida de silicatos em fusão com cristais em suspensão e gases dissolvidos, sob condições de temperaturas elevadas (800 - 1200°C) e altas pressões.

Nas áreas tectonicamente ativas, como, por exemplo, nas regiões onde as placas se encontram, origina-se o magma, o qual, uma vez gerado, tende a dirigir-se para a superfície, formando as intrusões e efusões de rochas ígneas.

QUAL A SUA COMPOSIÇÃO?

Não temos acesso direto à câmara magmática para coletarmos uma amostra para análise. A sua composição química é determinada indiretamente, através da análise química das rochas ígneas.

A fase líquida é uma fusão mútua de todos os componentes. A proporção dos vários elementos difere muito conforme o magma seja ácido ou básico, ou, em outras palavras, conforme seja rico ou pobre em sílica. Os principais elementos são os seguintes: O, Si, Al, Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, Mg, Ca, Na e K.

A fase gasosa pode ser inferida a partir da composição dos gases que se desprendem dos vulcões modernos.

Neles predomina o vapor d'água seguido de quantidades menores de CO₂, HCl, HF, SO₂, H₂, O₃, etc.

QUAL O PAPEL DOS GASES NA ATIVIDADE MAGMÁTICA?

Os gases dissolvidos no magma desempenham papel importante no seu comportamento. Nas profundidades da crosta são mantidos em solução pelas pressões elevadas. No caso de fraturas nas rochas encaixantes, a pressão interna reduz-se, favorecendo o desprendimento dos gases dissolvidos no magma. Uma vez desprendidos, eles forçam a migração do magma em direção à superfície, às vezes de maneira explosiva.

Como visto anteriormente, a fusão do material do manto e da crosta dá origem a um líquido denominado MAGMA. O resfriamento e a solidificação do magma formam as rochas ÍGNEAS. Estas rochas mantêm as marcas das condições em que se formaram. Se, por exemplo, isto indica que o magma consolidou no interior da Terra dando tempo para os minerais crescerem de modo uniforme. As rochas ígneas que se formam na superfície da Terra são chamadas EXTRUSIVAS ou VULCÂNICAS. Um exemplo típico é o basalto.

ROCHAS SEDIMENTARES

O QUE SE ENTENDE POR ROCHA SEDIMENTAR?

As rochas sedimentares originam-se a partir da remoção e acumulação dos produtos resultantes do intemperismo de qualquer tipo de rocha, bem como da deposição de qualquer material proveniente da atividade animal ou vegetal.

Elas representam a ação dos processos geológicos naturais através dos tempos. Seu estudo permite reconstituir os eventos da história geológica da Terra como, por exemplo, determinar quais foram as condições paleoambientais, paleoclimáticas ou paleogeográficas em que se deu a deposição das diversas sequências de sedimentos.

Os principais processos envolvidos na formação das rochas sedimentares são:

- A- Intemperismo químico e físico das rochas pré-existentes;
- B- Transporte dos produtos intemperizados pela água corrente, ventos, geleiras ou gravidade;
- C- Deposição do material numa bacia de sedimentação;
- D- Transformação, pela diagênese, do sedimento em rocha compacta.

Após a deposição de um sedimento, ele pode tornar-se rocha muito compacta.

Os agentes cimentantes são: Calcita, sílica e óxidos de ferro, os quais provêm da água subterrânea. A presença de argila na matriz, entre os grãos do sedimento, contribui para formar rocha mais ou menos friável.

QUAIS OS TIPOS DE ROCHAS SEDIMENTARES?

As rochas sedimentares são formadas por três tipos de materiais:

- Dentriticos ou clásticos
- Precipitados químicos (evaporação ou precipitação de sais solúveis)
- Detritos orgânicos

ROCHAS METAMÓRFICAS

Qual o significado da palavra "METAMÓRFICO"?

A designação "metamórfica" implica "mudanças". É utilizada para se referir a rochas que sofrem algum tipo de transformação. As rochas metamórficas foram anteriormente sedimentares ou ígneas. Após a alteração, não mais se assemelham às rochas originais.

ONDE SE PROCESSA O METAMORFISMO?

Os processos metamórficos têm lugar no interior da crosta terrestre, onde as rochas sólidas podem sofrer importantes transformações mineralógicas, devido a altas temperaturas, a elevadas pressões e à ação de fluidos quimicamente ativos.

O QUE VEM A SER ROCHA METAMÓRFICA?

Rocha metamórfica é, pois, aquela que sofreu mudanças na sua constituição mineral e na textura, em consequência de importantes transformações nos ambientes físico e químico do interior da crosta.

Na maioria dos casos, o metamorfismo consiste numa recristalização parcial ou completa da rocha, com formação de novas estruturas. Noutros casos, as mudanças são mais profundas. Em condições extremas, a rocha metamórfica pode ser praticamente idêntica a uma rocha ígnea.

QUAIS OS PRINCIPAIS AGENTES DO METAMORFISMO?

Os principais agentes do metamorfismo são as altas temperaturas, grandes pressões e ambiente químico reinantes no interior da crosta terrestre.

Quando uma rocha é submetida a mudanças por um ou mais de um desses fatores, sobrevêm perturbações no equilíbrio físico e químico de sua associação mineral. O estabelecimento de novo equilíbrio resulta no metamorfismo da rocha. Através deste, os constituintes minerais são transformados em outros mais estáveis sob as novas condições.

A INTENSIDADE DO METAMORFISMO É VARIÁVEL?

Os processos metamórficos, agindo sobre as rochas originais, podem produzir alterações em maior ou menor grau.

No metamorfismo de baixo grau, muitas das estruturas originais continuam visíveis, como, por exemplo, a estratificação. No metamorfismo de alto grau, a rocha original é completamente transformada e recristalizada, sem contudo, ter sofrido fusão.

Os processos de metamorfismo têm lugar a grandes profundidades e dependem do aumento de temperatura e pressão e do incremento da atividade química dos fluidos.

QUAL O PAPEL DO CALOR NO METAMORFISMO?

A temperatura constitui, provavelmente, um dos fatores mais importantes nos processos metamórficos. Abaixo de 200°C, as reações são muito lentas; acima de 800 a 1000°C, a rocha funde. Desse modo, o metamorfismo tem lugar entre as temperaturas de 200 e 1000°C.

O calor pode ser fornecido pelo aumento natural de temperatura com a profundidade ou a partir das câmaras magmáticas adjacentes às áreas de metamorfismo.

O calor constitui o agente predominante do metamorfismo termal.

QUAIS OS TIPOS DE PRESSÕES QUE INTERVÊM NOS PROCESSOS METAMÓRFICOS?

Dois tipos de pressões devem ser considerados. O primeiro se deve ao próprio peso do material sobrejacente. O qual, naturalmente, aumenta com a profundidade. A maioria das rochas metamórficas formou-se a menos de 20 Km de profundidade, isto é, a menos de 6.000 atmosferas de pressão. A ação do peso do material sobrejacente constitui a pressão uniforme ou hidrostática.

O segundo tipo de pressão, denominado "direcional", se deve aos esforços tectônicos relacionados aos movimentos da crosta terrestre.

OS FÓSSEIS

RESTOS DE SERES VIVOS PETRIFICADOS

Quando ocorre a deposição dos sedimentos em um determinado ambiente, restos de animais e vegetais que vivem nesses ambientes podem depositar-se junto com ele. Sendo soterrados rapidamente, esses restos orgânicos poderão ser conservados. À medida que a camada de sedimento vai passando pelas transformações para se tornar uma rocha sedimentar, esses restos ficarão petrificados. Assim, eles se transformam em FÓSSEIS. A parte da geologia que estuda os fósseis é chamada de PALEONTOLOGIA. Os fósseis são muito importantes para determinar o ambiente no qual os sedimentos se depositaram, para o estudo da evolução dos seres vivos, e para determinar a idade de formação das rochas.

A idade indicada pelos fósseis é entretanto, uma idade relativa. Os geólogos dividiram a história da terra em eras e períodos que são representados pela abundância dos fósseis encontrados nas rochas formadas em um dado período.

Através do estudo dos fósseis, combinado com a determinação da idade das rochas, descobriu-se que as primeiras formas de vida apareceram há 3,5 bilhões de anos. Porém, só há 600 milhões de anos, no início do Paleozóico, houve o desenvolvimento explosivo de seres vivos.

Durante a era Paleozóica, a vida evoluiu dos invertebrados primitivos e das plantas.

ESCALA GEOLÓGICA DO TEMPO

ERAS	PERÍODO	TEMPO DECORRIDO EM ANOS	CARACTERÍSTICAS
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO	1.000.000	HOMEM, GLACIAÇÃO NO HEMISFÉRIO NORTE
	TERCIÁRIO	70.000.000	MAMÍFEROS E FANEROGAMAS
MESOZÓICA	CRETÁCEO	135.000.000	
	JURÁSSICO	180.000.000	RÊPTEIS GIGANTESCOS E CONÍFERAS
	TRIÁSSICO	220.000.000	
PALEOZÓICA	PERMIANO	270.000.000	ANFÍBIOS, E CRIPTOGAMAS
	CARBONÍFERO	350.000.000	
	DEVONIANO	400.000.000	PEIXES, VEGETAÇÃO NOS CONTINENTES
	SILURIANO	430.000.000	
	ORDOVICIANO	490.000.000	INVERTEBRADOS E GRANDE NÚMERO DE FÓSSEIS, VIDA AQUÁTICA
PRÉ-CABRIANO	CABRIANO SUPERIOR	600.000.000	RESTOS RAROS DE BACTÉRIAS; FUNGOS; ALGAS; ESPONJAS, CRUSTÁCEOS E CELENTERADOS.
	INFERIOR (INÍCIO DA TERRA)	MAIS DE DOIS MILHÕES (± 4,5 bilhões)	EVIDÊNCIAS FOSSILÍFERAS RARAS, BACTÉRIAS E FUNGOS (?)

APLICAÇÕES DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO

O conhecimento geológico é aplicado principalmente na procura de substâncias minerais úteis para o homem, os MINÉRIOS. Quando um minério existe em grande quantidade numa determinada localidade ele constitui uma JAZIDA MINERAL. Essas concentrações só se formam em condições muito especiais, e muitas vezes é necessário um estudo muito aprofundado para localizar tais ocorrências.

As jazidas podem ser constituídas de rochas, como o calcário de sedimentos, como a areia, de solo, como a bauxita (de onde é extraído o alumínio); e de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo.

Outros minérios, como o ouro, as pedras preciosas e a cassiterita (estanho) podem ser extraídos tanto das rochas nas quais se formaram, quanto dos sedimentos nos quais se depositaram depois de terem sido retirados das rochas pelo intemperismo e pela erosão.

O estudo do subsolo, com o objetivo de perfurar poços para obtenção de água subterrânea constitui a HIDROGEOLOGIA. Esta é outra importante aplicação da Geologia que pode solucionar graves problemas de escassez de água em regiões como os desertos e a Região Nordeste do Brasil.

A ocupação do solo é outro importante campo de atuação do geólogo. Nesta atividade, ele trabalha em conjunto com engenheiros e arquitetos, fornecendo-lhes as necessárias informações sobre os terrenos onde estes profissionais irão implantar seus projetos sejam pequenos loteamentos ou grandes obras de engenharia, como edifícios, usinas hidrelétricas, represas, estradas, túneis ou aeroportos. O conhecimento geológico é de grande importância para prevenir a ocorrência de problemas futuros, que poderão afastar as obras e causar acidentes, como deslizamentos de terra e rocha, afundamento de terrenos e enchentes.

A prevenção de catástrofes ocasionadas por fenômenos naturais, como terremotos e erupções vulcânicas, também poderá tornar-se realidade em futuro não muito distante. Isto será possível porque o conhecimento sobre suas causas vem se acumulando através do estudo do funcionamento dos processos internos do planeta.

Ultimamente, vem se desenvolvendo a Geologia Ambiental que se preocupa com efeitos da intervenção do homem no meio ambiente. Esses efeitos podem ser causados pelos desmatamentos em grande escala.

Pela extração irracional dos recursos minerais e pela poluição. Os grandes desmatamentos desprotegem a terra propiciando, então, a sua erosão, e mesmo a sua desertificação. A exploração

contínua e desenfreada de jazidas causa inúmeros problemas ecológicos às regiões minerais, como a destruição das matas, a produção causada pelo beneficiamento dos minérios e, finalmente, quando a jazida se exaure, o resultado final da exploração: Uma enorme cratera, onde antes havia uma montanha.

A terra leva muito tempo para formar e concentrar os minerais. Portanto, os recursos minerais devem ser utilizados da maneira mais racional possível, para trazer um real benefício para a população atual e futura. As explorações minerais devem promover um desenvolvimento social e econômico progressivo e constante, pois "MINÉRIO NÃO DÃ DUAS SAFRAS", ou seja, é um bem renovável.

CONCENTRAÇÃO DE BENS MINERAIS

Os processos geológicos que levam a concentração das matérias-primas incluem (1) preparação mecânica (2) precipitação química, (3) lixiviação química, (4) alterações térmicas.

A areia quartzifica é um exemplo de matéria-prima que foi extensivamente lavada e separada mecanicamente por processos geológicos tais como a ação das ondas e dos ventos. Como o quartzo é muito mais duro e menos solúvel que a maioria dos outros minerais, ele torna-se altamente concentrado. Os grãos de areia tendem a se arredondar durante tais processos geológicos e as areias trabalhadas mais vagarosamente são bastante uniformes em tamanho.

MINERAÇÃO E OUTROS ASPECTOS DA GEOLOGIA

Como já foi visto, são vários os campos de atuação do geólogo. Em quase todos os setores de atuação (levantamentos geológicos básicos, hidrogeologia, geologia de engenharia, geologia ambiental e planejamento urbano, pesquisa mineral, fomento à mineração e economia mineral) existem impresas estatais que procuram desenvolver atividades não cobertas pela iniciativa privada.

Desde o início de sua história, o homem utilizou-se da mineração. Passando pela idade da pedra lascada, idade do ferro, chegando aos egípcios a mineração evoluiu, tendo ficado marcada, nesta última fase, pelas monumentais pirâmides e pelo uso em abundância do cobre na ornamentação. O século XX é alcançado com a mineração ainda com muito a descobrir, quer no aspecto primário (descoberta de jazidas), quer no aspecto secundário (beneficiamento de bens minerais).

Nas estatísticas nacionais do PIB a mineração participa com 2 a 3%. a estatística não é mentirosa pois se considerarmos o setor como participante direto no PIB, este percentual está correto, mas é impossível dissociar o efeito multiplicador da mineração.

Cerca de 18 empregos são gerados a partir de um emprego na mineração. O ICM e IPJ pagos pelo manuseio, transformação e beneficiamento de bens minerais é significativo no regime tributário do país.

GEOLOGIA DO PARANÁ

O Estado do Paraná, genericamente, pode ter a sua geologia dividida em 03 grandes compartimentos. O primeiro, que se estende do Litoral até o 2º Planalto (São Luiz do Purunã), inclui sedimentos quaternários e rochas cristalinas, muito antigas, com idades desde 600 milhões a mais de 2 bilhões, de anos. Essas rochas formam a Serra do Mar e todo o relevo acidentado do Vale do Ribeira até o limite Sul do Estado. É essa a parte mais propícia para a ocorrência de concentrações metalíferas (chumbo, cobre, ouro), como também de não-metálicos (calcário, talco, fluorita).

No 2º compartimento que corresponde ao 2º Planalto (da Serra de São Luiz do Purunã até a Serra da Esperança) predominando as rochas sedimentares, com idades entre 200 a 400 milhões de anos. Nesse compartimento limitado por Antonio Olinto ao Sul e Siqueira Campos ao Norte, ocorre o carvão, o xisto betuminoso e urânio.

O 3º compartimento, que coincide com o 3º Planalto (da Serra da Esperança até o Rio Paraná) é constituído predominantemente de lavas de composição basáltica, cuja decomposição origina as "terras roxas", com exceção da parte Noroeste do Estado, ocupada pelos arenitos da Formação Caiuã. Este compartimento tem menos de 150 milhões de anos.

OS BENS MINERAIS ATUALMENTE PRODUZIDOS POR COMPARTIMENTOS SÃO OS SEGUINTEs:

1º COMPARTIMENTO

Ouro, prata, minério de chumbo, minério de ferro, água mineral, areia, argila, barita, calcário (mármore), caulim, diabásio, adomito (mármore), fluorita, migmatito, quartzo e talco.

2º COMPARTIMENTO

Carvão mineral, diamante, areia, arenito, argila, basalto, diabásio.

3º COMPARTIMENTO

Água mineral, areia, argila e basalto.

PRINCIPAIS RECURSOS MINERAIS

Os principais bens minerais produzidos no Paraná são: água mineral, areia, argila, brita, calcário, carvão chumbo, caulim, ouro, pedras ornamentais, prata, talco, urânio.

A MINERAÇÃO NO PARANÁ

OURO

A mineração no Paraná remota ao início de sua história. Segundo os historiadores, o primeiro ciclo de povoação do nosso estado foi o da mineração de ouro.

Paranaguá foi fundada no século XVII devido aos garimpos de ouro. Os primeiros colonizadores vieram em função das notícias destas "minas". Curitiba, São José dos Pinhais, Campo Largo, Morretes e Antonina, tiveram o início de sua colonização pelos garimpeiros de ouro.

Eleodoro Ébano Pereira, Gabriel de Lara, Mateus de Leão e outros são nomes ligados a esta primeira fase de povoamento do Paraná. Ébano Pereira, por exemplo, veio para cá como Administrador das Minas dos Distritos do Sul.

Paranaguá teve a terceira casa de fundição de ouro do Brasil, que funcionou de 1697 à 1730. Era em Paranaguá que se recolhiam "os quintos", impostos da época, sobre a produção de ouro.

O primeiro povoamento de Curitiba foi próximo ao Rio Atuba, onde foi descoberto ouro em veios. Com o passar do tempo, e com a exaustão das jazidas, a vila foi transferida para onde hoje é o centro de Curitiba.

Consta que em Paranaguá foram produzidos 110 kilos de ouro em 1681. Já em 1731 passaram por Paranaguá, para pagamento de impostos 53 kilos dos quais 19,5 foram produzidos no planalto de Curitiba.

A produção decresceu no século XVIII para 20 a 30 kilos anuais depois diminuiu totalmente, restando somente garimpos eventuais.

Destes primeiros municípios produtores de ouro, Campo Largo é o único que experimenta atualmente, o seu 2º ciclo de produção de ouro (3º ciclo se considerarmos a fase produtiva da primeira metade deste século exploradas pela firma Leão Junior no Distrito de Ferraria).

DIAMANTE

São antigas também, as notícias sobre garimpos de diamantes no Rio Tibagi e outros. Do início do século passado até este, eram considerado como de boa qualidade, mas pouco expressivos em tamanho. Poucas vezes houve uma produção mais significativas, afora notícias de alguns diamantes de maior tamanho. Entretanto persiste como uma atividade econômica marginal da região.

Todas as ocorrências de diamantes no Paraná, são de depósitos secundários (cascalho) e, infelizmente, são poucos os trabalhos de cunho científico para identificar as fontes primárias de diamantes.

A origem do Município de Tibagi foi pela procura do diamante. Conta a história, que o início do século passado, um senhor chamado Manoel das Dores Machado, encontrou um diamante em um formigueiro. A partir desta primeira notícia, muitas pessoas foram atraídas ao local e, teve início a povoação.

CARVÃO MINERAL

No final do século passado já existiam trabalhos a respeito de carvão mineral em nosso estado. Em 1910 foram feitas pesquisas mais detalhadas para apurar seu potencial, utilizavam-se perfuratrizes movidas a vapor e transportadas em lombos de burro até o local das pesquisas.

No início da década de 40, os trabalhos tornaram-se intensos, época em que começou a funcionar a maior empresa mineradora de carvão mineral no estado. Devido à II Grande Guerra, quase todas as ocorrências começaram a ser lavradas. A partir de Joaquim Távora, Siqueira Campos, Carlópolis, até Telêmaco Borba, Figueira e Ibaiti, foram construídos ramais ferroviários até os pontos de lavra.

Eram comuns na época, trabalhos de cunho científico afirmado que o carvão mineral do norte do Paraná iria fornecer a energia suficiente para as indústrias e ferrovias paulistas.

Nas décadas de 50 e 60, devido principalmente ao baixo preço do petróleo e à pouca economicidade de boa parte das lavras, as pesquisas diminuíram, voltando com maior intensidade após a crise do petróleo de 1973. Desta última fase de pesquisa, resultou a descoberta da jazida de Sapopema, com reservas medidas de 42.000.000 de toneladas de carvão.

O carvão mineral sempre foi importante na mineração do Paraná, quer no volume de empregos gerados, quer como fonte alternativa de energia para as indústrias e usinas termoelétricas.

TALCO

A presença de minério de talco já era conhecida nas imediações de Ponta Grossa, nos primórdios deste século.

Remonta à década de 40 no início das primeiras lavras na Fazenda São José, Distrito de Itaiacoca, em Ponta Grossa. No início ao que consta, a produção anual era pequena, e atendia principalmente as indústrias de papel, sabão e perfumaria, em Joinville e São Paulo.

Atualmente, o Paraná passou a ser o maior produtor brasileiro de talco. O produtor atingindo uma gama de utilizações bastantes amplas, é vendido em quase todo o território nacional e em muitos países sul-americanos.

CHUMBO

A produção de chumbo no Paraná remonta à década de 30, no Município de Adrianópolis e mais tarde em Cerro Azul.

A princípio, o primeiro produtor procurava uma forma de beneficiar o minério de chumbo, que além dos altos teores deste elemento, também continha prata. A solução encontrada foi a associação com uma multinacional francesa, que já possuía tecnologia apropriada para esse beneficiamento.

Com o passar do tempo, outras mineradoras passaram a lavrar e a concentrar minério de chumbo e a fornecer o produto para industrialização pela multinacional.

CALCÁRIO

A extração de calcário é também bastante antiga, principalmente para a produção do cal. No início do século passado se fazia cal a partir de calcários das proximidades de Curitiba e dos sambaquis do litoral. Encontra-se referência em literatura sobre a exportação, nesta época, de cal pelo Porto de Paranaguá.

A utilização de sambaquis praticamente acabou, principalmente devido ao valor histórico e antropológico dos mesmos. Os sambaquis são depósitos de conchas calcárias próximas ao litoral, que contêm muitos ossos e utensílios de antigas civilizações indígenas.

Em tempos atuais, com o uso intensivo de calcário para o fabrico de cimento e de sua utilização como corretivo agrícola, este bem mineral passou a ser o mais importante da produção mineral paranaense.

FOLHELHO PIROBETOMINOSO

O "xisto", como popularmente conhecido, é segundo a explicação dos técnicos "um petróleo que não teve condições de amadurecer". O nome científico correto para a rocha é folhelho pirobetominoso, isto é, numa rocha laminada impregnada de betume o qual é extraível por aquecimento (piro).

O pioneirismo de sua utilização partiu de Roberto Angewitz, que em 1935 em São Mateus do Sul construiu uma destilaria onde chegou a produzir 300 litros de óleo leve por dia.

Em 1948, o Coronel Rafael da Fonseca, do Conselho Nacional do Petróleo, elaborou um plano para a industrialização do xisto brasileiro.

As primeiras tentativas oficiais de exploração datam do início da década de 50 com o xisto do Vale do Paraíba, utilizando-se processos americanos.

A PETROBRÁS, recebeu todo o acervo do Conselho Nacional do Petróleo em 1954. A Usina Protótipo de São Mateus do Sul foi concluída em 1972. No momento, está sendo concluído o módulo para produção industrial de óleo, gás e enxofre, a partir do xisto.

OUTROS BENS MINERAIS

O caulim tem o início de sua produção datada do início de século. O aparecimento de jazidas promissoras deste material, propiciou o surgimento de um pólo cerâmico de louças e porcelanas no Município de Campo Largo. É interessante notar que, em muitos casos, a tradição da mineração permanece em família. Ocorrem muitos exemplos deste tipo nas indústrias do calcário, talco e caulim.

A MINEROPAR

A MINEROPAR é uma sociedade de economia mista, vinculada a Secretaria Especial da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Paraná, seus objetivos são:

- geração de novas oportunidades de investimentos no setor através de prospecção e pesquisa de novas jazidas;
- colocar à disposição da indústria de mineração o produto do descobrimento destas novas jazidas;
- promover ações voltadas para fortalecimento da indústria mineral já instalada no Estado através do estímulo ao consumo e verticalização das atividades industriais, em ação conjunta com órgãos de pesquisa do Estado;
- Sistematizar a aplicação de técnicas de exploração que visem buscar jazidas de bens minerais carentes para a indústria paranaense ou com elevado valor de troca no mercado mineral;
- integração das ações do Estado no Setor Mineral com a classe mineradora, os órgãos públicos e a comunidade em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - BIGARELLA, João José, LEPREVOST, Alsedo, BOLSANELLO, Aurélio. Rochas do Brasil. Rio de Janeiro: LTC, 1985. 310 p.
- 02 - BIGG-WHITHER, Thomas P. Novo caminho no Brasil meridional: a Província do Paraná - três anos de vida em florestas e campos - 1872-1875. Curitiba, UFPR, 1974. p.
- 03 - CAVA, Luis Tadeu. Potencial e perspectivas do carvão mineral do Estado do Paraná. Curitiba, MINEROPAR, 1985. 134 p.
- 04 - LESSA Sobrinho, Mário. Substâncias minerais do Paraná e suas aplicações. Curitiba: MINEROPAR, 1985. 19 p.
- 05 - LESSA Sobrinho, Mário. Reciclagem em geologia para professores do 1º e 2º grau. Curitiba, MINEROPAR, 1986. 46 p.
- 06 - MARTINS, Romário. Ciclo de mineração do ouro. In: História do Paraná. Curitiba, Guaíra, s.d. p. 177-195.
- 07 - _____. Origens da economia rural. In: História do Paraná. Curitiba, Guaíra, s.d. p. 215-224
- 08 - _____. Povoamento do litoral e do planalto. IN: História do Paraná. Curitiba, Guaíra, s.d. p. 197-213.
- 09 - MINEROPAR. Minerais do Paraná S.A. Gerência de Fomento e Economia Mineral. Boletim estatístico da produção mineral do Paraná - 1988. Curitiba: 1990. 39 p.
- 10 - _____. Matérias primas minerais para a indústria. Curitiba: 1984. 335 p.
- 11 - MOREIRA, Júlio Estrella. Eleodoro Ébano Pereira e a Fundação de Curitiba à luz de novos documentos. Curitiba, UFPR, 1972. p.
- 12 - OLIVEIRA, Avelino Ignácio de. Talco: Estado do Paraná. Relatório da Diretoria 1942, B. DNPM (74): 121-122, 1945.
- 13 - OLIVEIRA, Euzébio P. de. Aluviões de pedras preciosas: diamante. IN: Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, Mendonça, Machado & Ca., 1927. p. 115-117
- 14 - _____. Carvão de pedra: posição estratigráfica do carvão. In: Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, Mendonça, Machado & Ca., 1927. p. 133-172:

- 15 - _____. Jazidas primitivas: jazidas de ferro. In: Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, Mendonça, Machado & Ca., 1927. p. 119-131.
- 16 - _____. Recursos minerais: traços geraes da história geológica do Estado do Paraná. IN: Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, Mendonça, Machado & Ca., 1927. p. 101-114.
- 17 - SANTOS, Benedito José dos. Antiguidade geológica do terreno do Município de Curitiba. IN: Estudo sobre a constituição geológica do Município de Curitiba. Curitiba, Imprensa Paranaense, 1906. p. 35-42.
- 17 - _____. Geologia do Município. In: Estudo sobre a constituição do Município de Curitiba. Curitiba, Imprensa Paranaense, 1906. p. 29-34.
- 18 - SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. Geologia, Ciência da terra. Rio de Janeiro : 1984 "n.p"

Registro n. f1520



Biblioteca/Mineropar

