

TÉCNICO EM MINERAÇÃO



MÓDULO I GEOLOGIA GERAL



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para contato@ineprotec.com.br.

VERSÃO 2.0 (01.2025)

Todos os direitos reservados à
Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja
Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF
E-mail: contato@ineprotec.com.br
www.ineprotec.com.br

Sumário

ABERTURA	06
SOBRE A INSTITUIÇÃO	06
• Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente	06
• Missão	06
• Visão	06
• Valores	06
SOBRE O CURSO	06
• Perfil profissional de conclusão e suas habilidades	07
• Quesitos fundamentais para atuação	07
• Campo de atuação	08
• Sugestões para Especialização Técnica	08
• Sugestões para Cursos de Graduação	08
SOBRE O MATERIAL	09
• Divisão do Conteúdo	09
• Boxes	09
BASE TEÓRICA	11
INTRODUÇÃO	11
HISTÓRICO	11
• Ciência geológica e seus segmentos	13
✓ Geologia geral (dinâmica)	13
✓ Geologia histórica	14
O TEMPO GEOLÓGICO	14
DINÂMICA INTERNA DA TERRA	15
• Classificação da estrutura interna da Terra	16
✓ Crosta terrestre	16
✓ Manto terrestre	17
✓ Núcleo	17
• Outra classificação da estrutura interna da Terra	18
✓ Litosfera	18

✓ Astenosfera	18
✓ Mesosfera	19
✓ Endosfera	19
CICLO DAS ROCHAS	19
• Tipos de rochas	19
✓ Rochas Magmáticas ou ígneas	19
✓ Rochas Sedimentares ou estratificadas	20
✓ Rochas Metamórficas	20
• Etapas do ciclo das rochas	20
✓ Magma	21
✓ Cristalização ou congelamento	21
✓ Erosão	21
✓ Sedimentação	21
✓ Enterro tectônico e metamorfismo	21
✓ Fusão	21
DINÂMICA EXTERNA DA TERRA	21
• Intemperismo ou meteorização	21
✓ Erosão	22
✓ Sedimentação	23
GEOLOGIA ESTRUTURAL	25
• Estruturas rúpteis	25
✓ Fraturas	25
✓ Falhas	25
• Estruturas dúcteis	26
GEOLOGIA ECONÔMICA	26
• Definições importantes	27
GEOLOGIA DO PETRÓLEO	29
• Composição e origem do petróleo	29
✓ Composição do petróleo	29
✓ Origem do petróleo	29
• Petróleo em bacias sedimentares	30

✓ Fatores associados	30
GEOLOGIA E ATIVIDADE HUMANA	31
• Principais alterações e impactos nas paisagens	31
SESSÕES ESPECIAIS	34
MAPA DE ESTUDO	34
SÍNTESE DIRETA	35
MOMENTO QUIZ	37
GABARITO DO QUIZ	39
REFERÊNCIAS	39

MÓDULO I

**GEOLOGIA
GERAL**

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que, aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes, tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometido com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM MINERAÇÃO pertence ao Eixo Tecnológico de RECURSOS NATURAIS. Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM MINERAÇÃO relacionadas ao **perfil profissional de conclusão e suas habilidades**,

quesitos fundamentais para atuação, campo de atuação e, também, algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por **Especializações Técnicas** e/ou **Cursos de Graduação**.

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Realizar atividades de prospecção, avaliação técnica e econômica, planejamento, extração e produção referentes aos recursos naturais.
- Prestar assistência técnica e assessoria ao estudo e ao desenvolvimento de projetos e pesquisas tecnológicas, ou aos trabalhos de vistoria, perícia, arbitramento e consultoria.
- Elaborar orçamentos, laudos, pareceres, relatórios e projetos, inclusive de incorporação de novas tecnologias.
- Realizar levantamento topográfico, sensoriamento remoto e geoprocessamento, conforme sua formação profissional.
- Auxiliar na caracterização de minérios sob os aspectos físico-químico, mineralógico e granulométrico.
- Executar projetos de desmonte, transporte e carregamento de minérios.
- Monitorar a estabilidade de rochas em minas subterrâneas e a céu aberto.
- Auxiliar no mapeamento geológico e amostragem em superfície e subsolo.
- Supervisionar, coordenar e operar equipamentos de fragmentação, de separação mineral, separação sólido/líquido, hidrometalúrgicos e de secagem.
- Supervisionar, coordenar e operar equipamentos de extração mineral, sondagem, perfuração, amostragem e transporte.
- Orientar e coordenar a execução de serviços de manutenção de equipamentos.
- Prestar assistência técnica na compra, venda e utilização de equipamentos especializados.

Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados aos recursos minerais e à proteção ambiental.
- Atualização em relação às inovações tecnológicas.
- Cooperação de forma construtiva e colaborativa nos trabalhos em equipe e tomada de decisões.
- Adoção de senso investigativo, visão sistêmica das atividades e processos, capacidade de comunicação e argumentação, autonomia, proatividade, liderança,

respeito às diversidades nos grupos de trabalho, resiliência frente aos problemas, organização, responsabilidade, visão crítica, humanística, ética e consciência em relação ao impacto de sua atuação profissional na sociedade e no ambiente.

Campo de atuação

- Empresas públicas e privadas que atuam no desenvolvimento de soluções tecnológicas para exploração de recursos minerais.
- Instituições de assistência técnica, pesquisa, análise e experimentação.
- Empresas de consultoria.
- Empresas de mineração e de petróleo.
- Empresas de equipamentos de mineração.
- Centros de pesquisa em mineração.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em Mineralogia e Petrografia.
- Especialização Técnica em Caracterização Mineralógica.
- Especialização Técnica em Beneficiamento de Rochas Ornamentais.
- Especialização Técnica em Gestão Operacional de Produção com Enfoque na Mineração.
- Especialização Técnica em Caracterização Tecnológica de Rochas Ornamentais.
- Especialização Técnica em Pesquisa Mineral.
- Especialização Técnica em Topografia de Mineração.
- Especialização Técnica em Tratamento de Minérios.

Sugestões para Cursos de Graduação

- Curso Superior de Tecnologia em Agrimensura.
- Curso Superior de Tecnologia em Estradas.
- Curso Superior de Tecnologia em Beneficiamento de Minérios.
- Curso Superior de Tecnologia em Exploração de Recursos Minerais.
- Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.
- Curso Superior de Tecnologia em Mineração.
- Curso Superior de Tecnologia em Petróleo e Gás.
- Curso Superior de Tecnologia em Produção Joalheira.
- Curso Superior de Tecnologia em Rochas Ornamentais.
- Bacharelado em Agrimensura.

- Bacharelado em Engenharia de Minas.
- Bacharelado em Engenharia Geológica.
- Bacharelado em Geologia.
- Licenciatura em Química.

SOBRE O MATERIAL

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, a fim de proporcionar subsídios suficientes a todos no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

Boxes

Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA, temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

Os BOXES são:

- VOCÊ SABIA?



São informações complementares contextualizadas com a base teórica, contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.

- PAUSA PARA REFLETIR...



Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico, conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.

- SE LIGA NA CHARADA!



Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.

Base Teórica

INTRODUÇÃO

A Geologia é a ciência da Terra. De seu arcabouço, de sua composição; de seus processos internos e externos e de sua evolução. O campo de atividade da Geologia é, por conseguinte, a porção da Terra constituída de rochas que, por sua vez, são as fontes de informações. Entretanto, a formação das rochas decorre de um conjunto de fatores físicos, químicos e biológicos, onde os interesses se entrecruzam repetidamente.

Geologia é um termo grego, onde **geo** (Geo) significa **Terra** e **logia** (logos) **Ciência**. A geologia tem como objetivo maior decifrar, ou ao menos procurar, a história geral da Terra: desde o momento de sua formação até o presente, a partir de um complexo conjunto de fenômenos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos.

Os objetivos da geologia podem ser sintetizados desta forma:

- ✓ Estudo das características do interior e da superfície da Terra, em várias escalas;
- ✓ Compreensão dos processos físicos, químicos e físico-químicos que levaram o planeta a ser tal como o observamos;
- ✓ Definição da maneira adequada, e não destrutiva, de utilizar os materiais e fenômenos geológicos como fonte de matéria-prima e energia para melhoria da qualidade de vida da sociedade;
- ✓ Resolução de problemas ambientais causados anteriormente e estabelecimento de critérios para evitar danos futuros ao meio ambiente, nas várias atividades humanas;
- ✓ Valorização da relação entre o ser humano e a natureza.

HISTÓRICO

Até meados dos Séc. XVIII persistiu um **obscurantismo** com relação ao interesse pelos fenômenos geológicos naturais. É provável que esse desinteresse tenha sido influenciado pelas ideias dominantes na época, provenientes da leitura equivocada do livro do Gênesis, que considerava que todo o tempo geológico não ultrapassava alguns poucos milhares de anos. Segundo tais ideias, as rochas sedimentares tiveram origem na ação do dilúvio bíblico e os fósseis eram interpretados como evidência de seres de invenções diabólicas afogados pelo dilúvio.

Não havia até então estímulos à especulação pela crosta terrestre, exceto na busca de minerais úteis. Nessa época, além das observações esparsas de filósofos gregos, e de

manuals de Mineralogia sobre métodos de mineração e metalurgia, escritos provavelmente entre 1494 e 1555. Na segunda metade do Séc. XVIII, as observações científicas de Steno, na Itália, e Hooke, na Inglaterra, produziram interpretações corretas do significado cronológico da sucessão de rochas estratificadas.

Arduíno, em 1760, classificou rochas de uma região da Itália em: primárias, rochas cristalinas; secundárias, rochas estratificadas com fósseis; e terciárias, rochas pouco consolidadas com conchas. James Hutton (1726-1797) recusou-se a imaginar a criação da Terra a partir de um dilúvio, ou seja, um evento repentino e único. Examinando as rochas estratificadas, encontrou vestígios de repetidas perturbações nas rochas em alternância com longos e calmos períodos de sedimentação.

Em muitos lugares, constatou-se que uma sequência de estratos assenta sobre camadas revolvidas, enquanto, em outros, corta camadas inclinadas. Ele explicou que inicialmente ambas eram horizontais, porém a inferior foi erguida e erodida antes da deposição da camada seguinte. Dessa forma, a história da crosta terrestre era a da sucessão de mundos anteriores. Suas contestações foram resumidas na célebre frase: *Não encontramos nenhum sinal de um começo, nenhuma perspectiva de um fim.*

O ponto de vista de Hutton veio a ser chamado **uniformitarismo**, pois seus argumentos baseavam-se nas observações da erosão nos rios, vales e encostas, concluindo que as rochas se formaram de material levado de outras rochas mais antigas, não se exigindo para isto nada mais que tempo.

Abraham G. Werner (1749-1815), um dos mais persuasivos e influentes mestres europeus, defendia ardorosamente uma doutrina denominada **netunista**, a qual se coadunava melhor com a história bíblica. Tal doutrina sustentava que todas as rochas haviam sido formadas a partir de um oceano primitivo único que no passado cobriu toda a Terra.

As rochas calcárias, graníticas e basálticas formavam-se a partir de precipitados químicos. Quando a água recuou, ficaram expostas todas as rochas com a configuração que hoje se encontra por sobre toda a superfície terrestre. A tese de Hutton sobre o uniformitarismo, embora muito popular, não conseguiu suplantar a de Werner, só logrando liderança efetiva com Charles Lyell (1797-1875).

William Smith (1769-1839), modesto engenheiro inglês, prestou pouca atenção às controvérsias existentes na época entre os *netunistas* e os *uniformitaristas*, se é que realmente teve notícias da existência de tais discussões. Trabalhando com movimentação de terras, escavações de canais e construção de estradas, foi incorporado a uma equipe que

trabalhava na construção do canal de Somerset. Para isto, havia sido enviado inicialmente para o norte da Inglaterra para estudar métodos de construção de canais. Aproveitando a viagem para examinar as rochas expostas, cada vez mais se confirmavam suas suspeitas: as mesmas formações que conhecia no sul da Inglaterra se estendiam pelo norte e dentro, da mesma ordem.

Smith trabalhou cinco anos no canal de Somerset, quando descobriu que, entre diversas formações já conhecidas, à primeira vista, muitas eram semelhantes, porém tinham uma característica que as diferenciava: os fósseis que continham não eram os mesmos.

Descobriu, então, que os sedimentos de cada época tinham seus fósseis específicos. Smith divulgou, nessa ocasião, o primeiro mapa geológico, com divisões estratigráficas baseadas nos fósseis. Outras investigações científicas realizadas posteriormente na Europa por Cuvier e Lamark, entre outros, terminaram por afastar a doutrina do netunismo. Com a publicação da obra *Princípios de Geologia*, de Charles Lyell, os conceitos de Hutton passaram a ser a ideia dominante. Em sua obra, Lyell expôs com clareza os conhecimentos científicos da época com apoio na doutrina de que o presente é a chave do passado.

As unidades geológicas foram dispostas em ordem cronológica por grupos e estes foram subdivididos em períodos. A grande obra de Lyell teve substancial influência no preparo do terreno para o florescimento das ideias de Charles Darwin desenvolvidas no Séc. XIX a respeito da evolução dos seres vivos.

O primeiro trabalho científico realizado no Brasil, e publicado em 1792, foi da autoria de José Bonifácio de Andrada e Silva e seu irmão Martin Francisco Ribeiro de Andrada, sobre os diamantes no Brasil. Com a fundação da Escola de Minas de Ouro Preto, a partir de 1876, tem o Brasil iniciado a formação de geólogos que viriam a trazer grande impulso à pesquisa e ao ensino de Geologia nos países.

Ciência geológica e seus segmentos

Dentro da ciência geologia, são distinguidos dois aspectos, dois segmentos:

- 1) Geologia Geral.
- 2) Geologia Histórica.

Geologia geral (dinâmica)

Estuda a composição, a estrutura e os fenômenos genéticos formadores da crosta terrestre, assim como o conjunto geral dos fenômenos que agem não somente sobre a

superfície, como também em todo o interior da Terra. Duas fontes de energia agem sobre a Crosta Terrestre. Uma proveniente do sol e outra proveniente do interior da Terra.

Devido a estas duas fontes de energia, a Geologia Geral (Dinâmica) foi subdividida em:

- Geologia Dinâmica Externa.
- Geologia dinâmica interna.

Geologia Dinâmica Externa

Conjunto de fenômenos que agem na superfície da Terra, esculpando a superfície do globo terrestre, constantemente modificada pelas águas, ventos, etc., ocasionadas pela atuação da energia solar.

Geologia Dinâmica Interna

Conjunto de fenômenos que provém do interior da Terra, formando e modificando sua composição estrutural.

Geologia histórica

Estuda e procura datar cronologicamente a evolução geral, as modificações estruturais, geográficas e biológicas ocorridas na história da Terra. Através dela se estabelece a Escala do Tempo Geológico.

Outras subdivisões são adotadas quando a Geologia é utilizada como um instrumento, ou seja, como uma atividade auxiliar, como na Engenharia, na Geografia e na Ciência. Temos então o surgimento de um novo ramo da Geologia, que é a Geologia Aplicada. São elas:

- ✓ GEOLOGIA FÍSICA – Petrografia, Mineralogia, Sedimentologia, Geologia Estrutural, Geomorfologia, etc.
- ✓ GEOLOGIA HISTÓRICA – Paleontologia, Estratigrafia, etc.
- ✓ GEOLOGIA APLICADA À ECONOMIA – Mineração, Petróleo.
- ✓ GEOLOGIA APLICADA À ENGENHARIA – Túneis, Barragens, etc.



A Geologia e outras áreas

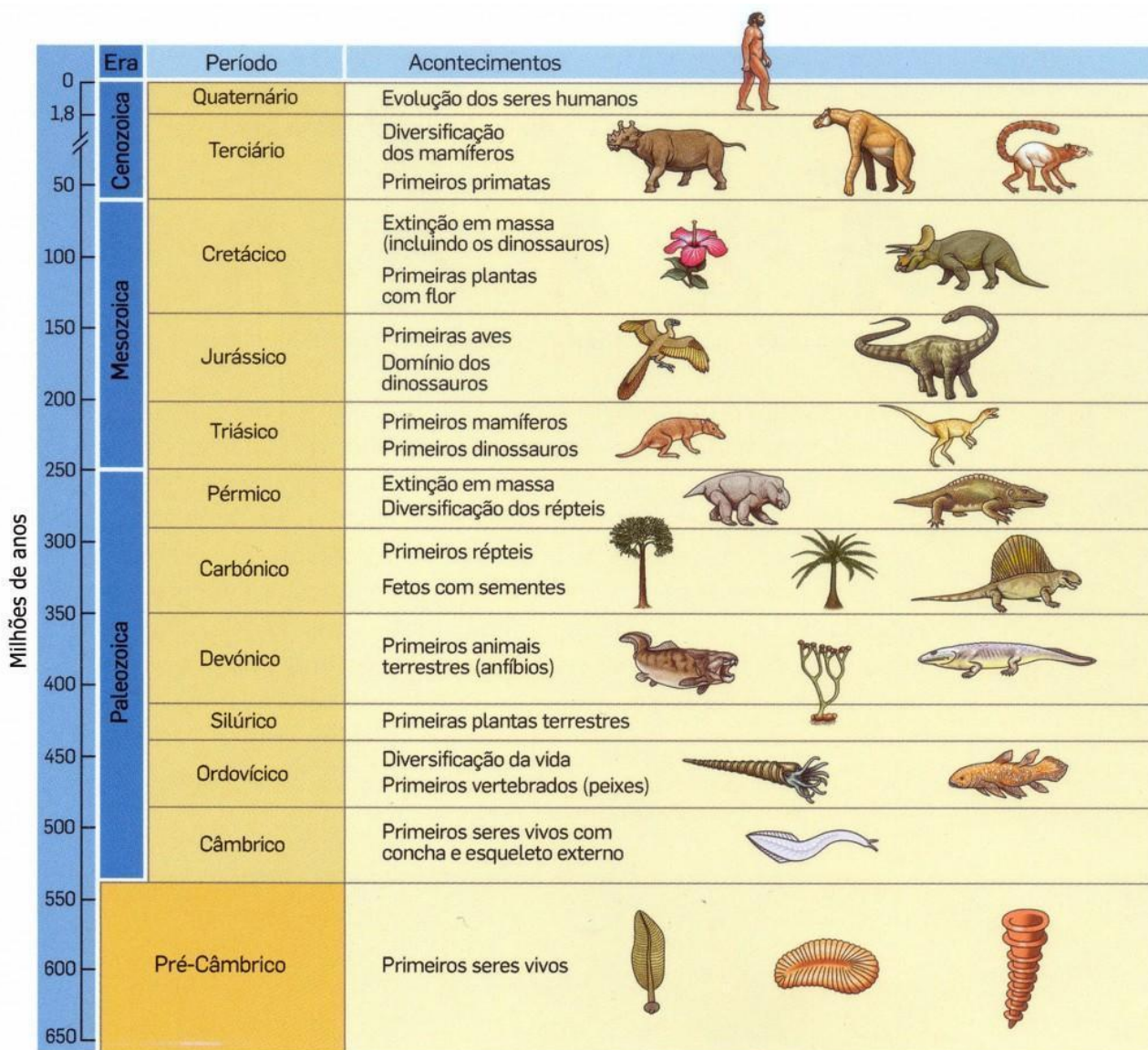
A Geologia relaciona-se diretamente com outras ciências, em especial com a Geografia e Astronomia. Por outro lado, a Geologia serve-se de ferramentas fornecidas pela Química, Física e Matemática.

O TEMPO GEOLÓGICO

Considera-se tempo geológico aquele transcorrido através de fenômenos naturais desde a formação da Terra até os dias de hoje. O tempo histórico se inicia com o surgimento

dos primeiros ancestrais do ser humano e é muito curto em comparação com o tempo geológico.

O tempo geológico teve cerca de 4,56 bilhões de anos. Durante esse tempo, muitas mudanças ocorreram em nosso planeta: continentes se formaram; surgiram e desapareceram oceanos; o clima se modificou; surgiram e desapareceram várias espécies de animais. As mudanças no decorrer do tempo geológico normalmente não são perceptíveis para algumas gerações de seres humanos, sabemos delas através de evidências científicas.



Escala geocronológica (ou escala do tempo geológico).

Figura 1: Escala geológica.

DINÂMICA INTERNA DA TERRA

A dinâmica interna da Terra é caracterizada por **processos endógenos**.

Classificação da estrutura interna da Terra

A estrutura interna da Terra diz respeito à composição estratificada do planeta em suas áreas interiores, que são classificadas didaticamente conforme a sua composição físico-química e os elementos que lhes são predominantes. Conhecer essa estrutura é conhecer a série de processos que condicionam as formas do planeta e também influenciam a sua dinâmica de transformação.

Nesse sentido, a estrutura interna do nosso planeta é classificada a partir de três principais camadas da Terra: o **núcleo**, o **manto** e a **crosta terrestre**, que se separam entre si por aquilo que chamados de descontinuidades, a de Mohorovicic e a de Gutenberg. Observe o esquema a seguir (figura 2):

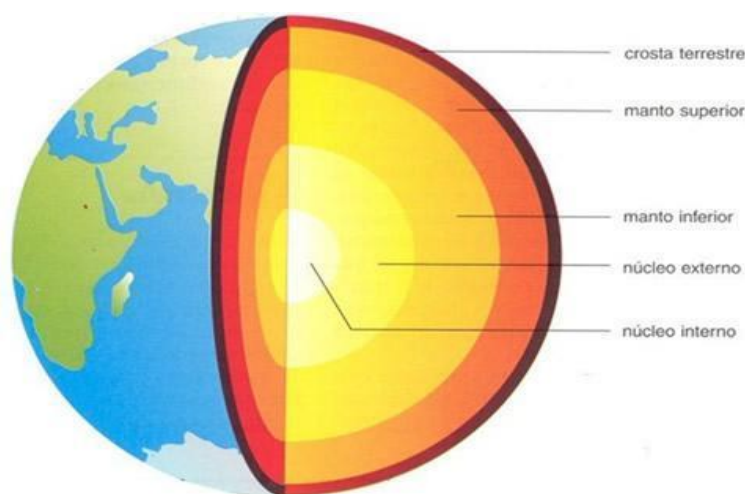


Figura 2: Camadas da Terra.

Crosta terrestre

A crosta terrestre é a menor e mais externa das camadas estruturais da Terra. Ela é composta totalmente por rochas na forma sólida e, em termos minerais, por silício, magnésio e alumínio. Sua espessura média é de 25 km, variando desde os 6 km em algumas áreas oceânicas até os 70 km em áreas continentais.

Por definição, costuma-se subdividir a crosta terrestre a partir de dois critérios: a composição e a estrutura. No primeiro, ela é classificada em camada sima, que também é chamada de **crosta inferior** e é composta por silício e magnésio; e em camada sial, que também é chamada de **crosta superior** e é composta por silício e alumínio. No segundo, ela é classificada em **crosta oceânica**, onde sua espessura é menor, e em **crosta continental**, cuja espessura é maior.

A peculiaridade principal da crosta terrestre é o fato de ela encontrar-se fraturada em diversos *pedaços*, chamados de **placas tectônicas**. A movimentação dessas placas é o principal agente endógeno de formação do relevo, sendo responsável pela formação da maioria das áreas montanhosas da Terra, pela existência do vulcanismo e pela manifestação dos terremotos e tsunamis.

Manto terrestre

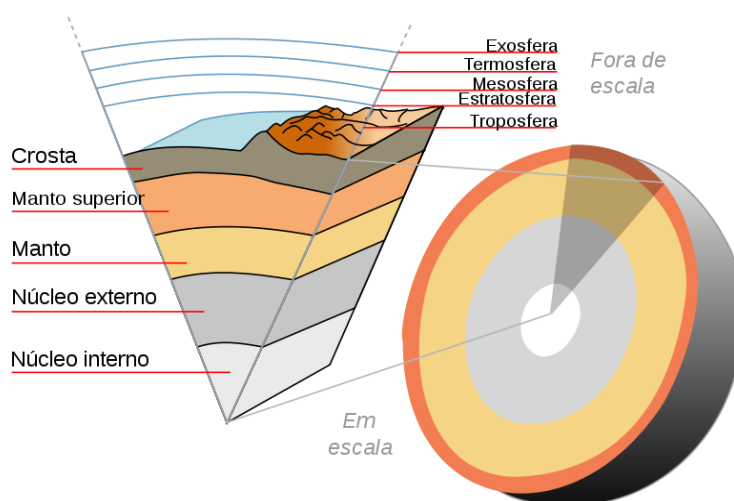


Figura 3: Manto terrestre.

O manto terrestre é a maior camada da Terra e se posiciona entre as duas continuidades terrestres existentes. Sua profundidade vai dos 30 km até 2900 km, com temperaturas que nos pontos mais profundos chegam a alcançar os 2000° C.

Desse modo, as rochas não ficam em estado sólido, de modo que adquirem uma consistência mais pastosa - em porções superiores, e mais líquida e fluida - nas porções inferiores, conforme a variação de temperatura - o que chamamos de magma. Por isso, costuma-se dividir o manto em superior e inferior.

A principal característica do manto terrestre, é o fato de, graças à variação de temperatura em sua extensão, o magma apresentar um movimento circular: uma vez que o material magmático localizado nas porções superiores desce para o interior por ser mais frio e, ao se aquecer, sobe novamente em um processo cíclico. Essa dinâmica interna é a principal causa para a movimentação das placas tectônicas na crosta terrestre.

Núcleo

Devido a intensa pressão exercida pelas camadas superiores, o núcleo terrestre apresenta as mais altas temperaturas, sendo o responsável direto pelo aquecimento

interno do planeta. Seu calor varia entre 3000° C e os 5000° C, segundo algumas estimativas. Esses valores são semelhantes aos encontrados na superfície do sol.

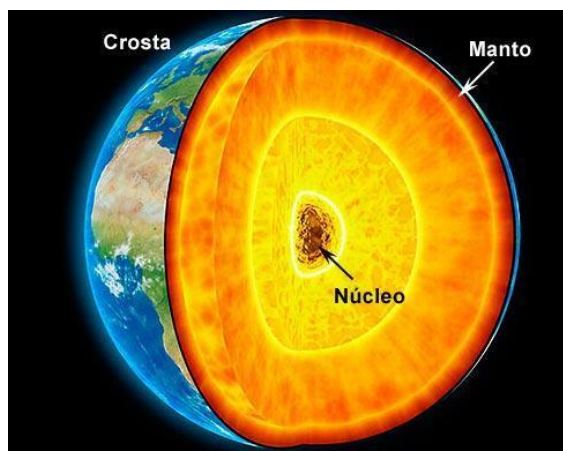


Figura 4: Núcleo da Terra.

Assim como o manto e a crosta, o núcleo terrestre é subdividido em interno e externo. O núcleo externo possui composição totalmente líquida, em um aspecto muito mais fluido que o do manto.

Já o núcleo interno apresenta composição sólida, devido à pressão extrema que se exerce sobre ele, e forma uma liga maciça de níquel, ferro e outro elemento ainda não diagnosticado. Essa estrutura do núcleo interno interfere e condiciona diretamente o campo magnético da Terra.

Outra classificação da estrutura interna da Terra

Além da classificação em crosta, manto e núcleo, existe uma outra forma de se subdividir didaticamente as camadas internas do nosso planeta, levando em consideração o comportamento mecânico dos materiais. Assim, temos, em ordem de profundidade: a **litosfera**, a **astenosfera**, a **mesosfera** e a **endosfera**.

Litosfera

A litosfera é a camada externa e estruturalmente sólida, envolvendo basicamente a crosta terrestre, a descontinuidade de Mohorovicic e a porção superior do manto, com uma profundidade de até 100 km.

Astenosfera

A astenosfera encontra-se logo abaixo e também possui uma espessura muito pequena, estendendo-se até os 670 km e apresentando uma consistência mais pastosa.

Mesosfera

A mesosfera, por sua vez, é maior e abrange a zona de movimentação magmática, envolvendo a maior parte do manto terrestre e alcançando os 2900 km de profundidade.

Endosfera

Por fim, a endosfera abrange o núcleo interno e externo, com as maiores temperaturas, e a profundidade total do planeta, que se estende até os 6378 km correspondentes ao raio total da Terra.

Mais importante do que compreender essas divisões do nosso planeta, é entender que elas não se encontram isoladas umas das outras, de forma que há uma constante troca de material e, principalmente, de energia. Desse modo, podemos considerar a Terra não como um elemento estático, mas sim como um corpo extremamente dinâmico e que apresenta variações conforme a evolução das eras geológicas.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

Por que o macaco-prego não entra no mar?

RESPOSTA:

Porque ele tem medo do tubarão martelo.

CICLO DAS ROCHAS

O **ciclo das rochas** é um fenômeno natural cíclico, contínuo e infinito, que envolve os processos de transformação das rochas no tempo, e que ocorrem através da erosão ou do intemperismo. Esse ciclo, que leva milhões de anos para acontecer, é responsável pela renovação e transformação da litosfera terrestre, a parte sólida da Terra.

Tipos de rochas

Para compreender melhor como esse processo ocorre, devemos considerar os diferentes tipos de rochas:

- Rochas Magmáticas ou ígneas.
- Rochas Sedimentares ou estratificadas.
- Rochas Metamórficas.

Rochas Magmáticas ou Ígneas

Obtidas pelo processo de intemperismo (condições atmosféricas), são as primeiras rochas do planeta que se solidificaram com o resfriamento do magma pastoso da Terra, por exemplo, o granito.

Rochas Sedimentares ou estratificadas

Obtidas pelos processos de intemperismo e erosão de rochas primitivas, que resultaram no acúmulo de diversos sedimentos (sedimentação). Um exemplo de rocha sedimentar é a argila.

Rochas metamórficas

Obtidas por processos associados aos agentes do intemperismo, temperatura e pressão, esse tipo de rocha surge da transformação de outras rochas apresentando nova composição e características, por exemplo, o mármore. O processo de transformação de outras rochas em metamórficas é chamado de metamorfismo.

Etapas do ciclo das rochas

O ciclo das rochas é dividido em diversas etapas:

- Magma.
- Cristalização ou congelamento.
- Erosão.
- Sedimentação.
- Enterro Tectônico e Metamorfismo.
- Fusão.



Figura 5: O ciclo das rochas.

Magma

O estágio inicial do ciclo das rochas começa no interior da terra, quando o magma (rocha fundida ou lava), massa pastosa mineral, é expelido através de uma atividade vulcânica. Com altas temperaturas, no momento em que chega à superfície, o magma sofre um resfriamento.

Cristalização ou congelamento

Com o resfriamento do magma, ocorre a cristalização dessa massa mineral, o que dá origem às rochas chamadas de magmáticas ou ígneas.

Erosão

Processo natural resultante do desgaste do relevo, a erosão pode ocorrer pela força da água e do vento.

Sedimentação

Após o processo de erosão, diversas camadas de sedimentos são depositadas nas camadas mais baixas, as bacias sedimentares, levando ao processo de formação das rochas sedimentares.

Enterro tectônico e metamorfismo

Com o passar do tempo, as rochas sedimentares vão sendo enterradas e sofrendo processos químicos e físicos por meio da temperatura e pressão, o que transforma sua composição, originando as rochas metamórficas.

Fusão

Mesmo com essa transformação, a temperatura continua agindo em sua superfície, e assim resulta na fusão do magma, que a transforma novamente em rocha ígnea. Após milhões de anos, o ciclo se reinicia.

DINÂMICA EXTERNA DA TERRA

A dinâmica externa da Terra é caracterizada por **processos exógenos**.

Em síntese, pode-se afirmar que os agentes exógenos realizam ação dupla: por um lado, efetuam o desgaste e a destruição das rochas e do relevo e, por outro, são responsáveis pela construção de novas formas de relevo.

Intemperismo ou meteorização

O conjunto de processos que provocam a alteração e a decomposição das rochas, resultado da ação dos agentes externos, recebe o nome de intemperismo ou meteorização e apresenta-se em três formas:

- 1) **Químico** – resulta sobretudo da ação da água que, em contato com os minerais, altera a composição química das rochas, resultando em formas mais arredondadas de relevo;
- 2) **Físico** – desagregação ou desintegração mecânica das rochas resultantes da grande variação de temperatura (verão e inverno/dia e noite), originando formas de relevo caracterizadas por arestas e sedimentos grosseiros;
- 3) **Biológico** – ação dos seres vivos gerando a aceleração dos processos físicos e químicos sobre as rochas.

Erosão

A **erosão** é um processo natural que, nas últimas décadas, tem sido acelerado pela ação humana: desmatamento, urbanização, queimadas, práticas agrícolas, exploração de minérios, por exemplo. O processo corresponde ao desgaste das rochas e dos solos, o que pode gerar inúmeros problemas sociais, econômicos e ambientais.

A erosão atua na formação dos relevos e pode ocorrer pela ação dos ventos, das chuvas, dos rios, das intempéries do clima, dentre outros. Nesse sentido, fica claro que, além de contribuir para a formação das paisagens naturais, as consequências maléficas dos processos erosivos que transportam diversos detritos são: assoreamento dos rios, enchentes, deslizamentos, além de comprometer a biodiversidade da fauna e da flora.

É importante destacar que há duas classificações para os processos erosivos, sendo a **erosão geológica** ou **natural**, mais lenta; enquanto a **erosão acelerada**, é rápida e gerada, sobretudo, pela ação humana.

Os processos erosivos podem ocorrer de diversas maneiras, entretanto, são basicamente divididos em três etapas: desintegração ou desgaste do solo, seguido do transporte de partículas pela água e, por fim, a deposição desses sedimentos nas áreas mais baixas do relevo, tal qual o leito dos rios.

Um fator de suma importância que evita, em partes, os processos erosivos é a preservação da cobertura vegetal, já que os vegetais funcionam como uma proteção do solo e atuam na diminuição do impacto das águas. Note que, quando não há essa cobertura, a gota de chuva penetra com mais facilidade no solo, denominada de **erosão em splash**, que

acelera ainda mais os processos erosivos. Para combater os processos erosivos, o reflorestamento é uma das saídas.

É curioso observar que, a despeito da ação humana ser um dos maiores problemas da intensificação da erosão nos dias atuais, as plantas e os animais também são agentes causadores de erosão, de modo que geram impactos nas superfícies do solo.

Conforme a gravidade dos processos erosivos eles são classificados:

- ✓ **Erosão Laminar (Lixivação):** lavagem superficial do solo.
- ✓ **Erosão em Sulco:** grandes fendas formadas pela ação das águas e dos ventos que geram sulcos na superfície.
- ✓ **Ravinas:** erosão profunda.
- ✓ **Voçorocas:** erosão mais profunda que atinge o lençol freático.

De acordo com os agentes erosivos, a erosão pode ocorrer de diversas maneiras, a saber:

- ✓ **Erosão Gravitacional:** ação da gravidade.
- ✓ **Erosão Hídrica:** ação das águas.
- ✓ **Erosão Fluvial:** ação dos rios.
- ✓ **Erosão Pluvial:** ação das chuvas.
- ✓ **Erosão Eólica:** ação dos ventos.
- ✓ **Erosão Glacial:** ação das geleiras e neve.
- ✓ **Erosão Marinha:** ação das ondas dos mares.
- ✓ **Erosão Antrópica:** ação humana.

Sedimentação

Sedimentação é o processo de desgaste das rochas e dos solos, ocasionado a partir dos agentes externos, ou exógenos, de transformação do relevo. Esse processo é responsável pela transformação das rochas ígneas e metamórficas em rochas sedimentares. Sedimentos são pedaços de solo ou de rochas deteriorados em pequenas partes, ou até em pó ou poeira. Quando esses sedimentos se aglutinam, dão origem às rochas sedimentares.

A formação de sedimentos pode ser ocasionada pela água ou pelos ventos. Pela água, ela pode ocorrer pela ação das águas das chuvas, de rios e lagos ou pela água do mar. Durante as chuvas, pancadas de água ocorrem sobre os solos, podendo provocar pequenas fissuras que ajudam a dividir os solos em sedimentos, o que também ocorre com as

enxurradas. Durante o processo de *lixiviação*, ou lavagem da camada superficial do solo, existe o transporte de sedimentos, geralmente para rios ou cursos d'água em geral.

Os rios provocam a sedimentação quando as águas constroem o seu próprio caminho através do desgaste do solo; ou quebrando algumas rochas - pulverizando-as em pequenos sedimentos. As águas do mar, graças à formação das ondas, também atuam nesse processo através do desgaste das formações rochosas litorâneas, que se transformam em sedimentos ao longo do tempo, à medida que as ondas vão se chocando contra elas. Um exemplo disso é a formação das praias, que nada mais são que uma grande formação conjunta de sedimentos, em formato de areia.

Os ventos também atuam na modelagem do relevo, desgastando rochas ao longo do tempo e retirando delas inúmeros e pequenos sedimentos, que são transportados para outras regiões, também podendo provocar a formação de bancos de areia.



Figura 6: Transporte de sedimento pela ação dos ventos.



Figura 7: Sedimento causado por cursos d'água.



PAUSA PARA REFLETIR...

Se a meta principal de um capitão fosse preservar seu barco, ele o conservaria no porto para sempre.

Tomás de Aquino

GEOLOGIA ESTRUTURAL

A Geologia Estrutural tem como foco de estudo a deformação das rochas terrestres. Sob esse ponto de vista, entende-se por deformação o conjunto de modificações de forma, volume e posição que as rochas experimentam durante sua história geológica.

Os mecanismos responsáveis por conduzir essas modificações envolvem o deslocamento, ou fluxo, de partes das rochas: desde a escala da rede cristalina dos minerais que compõem a rocha até as dimensões da litosfera terrestre. A deformação, assim definida, exige a identificação de elementos geométricos previamente selecionados nas rochas antes da deformação, onde se possa verificar as possíveis alterações geométricas alcançadas na progressão desse processo. Esses elementos, capazes de identificar e mesmo quantificar a intensidade da deformação nas rochas, é chamado de marcador passivo.

O marcador passivo pode ser qualquer elemento (objeto) geométrico reconhecido e associado ao estado anterior à deformação, por exemplo: uma camada, um veio, um seixo, uma estratificação cruzada, um cristal na trama da rocha, etc. (Hobbs, et al. 1976).

Estruturas rúpteis

Fraturas

Fraturas, sob o ponto de vista geológico, são descontinuidades físicas permanentes geradas nas rochas ao se ultrapassar os limites de resistência mecânica das mesmas, pela ação de um campo de tensão (stress). É a resposta da rocha ao esforço em domínio de profundidades relativamente baixas, em domínio litosférico rúptil, envolvendo fisicamente a deformação elástica. Podem ser formadas por extensão ou cisalhamento em seus diferentes modos.

Falhas

Falhas são fraturas onde há deslocamento significativo, mensurável na escala da observação, entre os blocos adjacentes. Associadas às falhas, na superfície de seu plano, aparecem ranhuras ocasionadas pelo atrito de fragmentos e pó de rocha gerado durante o fraturamento, as chamadas de estrias de falhas. Essas feições, como elementos lineares, são indicativos do deslocamento relativo entre os blocos. Quando há fluidos percolantes no

plano de falha, e havendo a cristalização destes durante o movimento dos blocos, forma-se uma placa com conjuntos de minerais aciculares cuja orientação acompanha o sentido de deslocamento dos blocos. Tem-se neste caso a presença de slickensides (plano) com respectivos slickenlines (minerais aciculares ou fibrosos que compõem o slickensides). Os slickensides são formados geralmente por minerais de baixa temperatura de cristalização, como calcita, epidoto, clorita e mesmo quartzo.

Estruturas dúcteis

O comportamento dúctil acontece em condições limitadas de temperatura e pressão, reservadas particularmente a profundidades litosféricas maiores que 10 a 15 km, variavelmente nos diferentes ambientes geológicos terrestres. Este ambiente é associado particularmente às chamadas zonas de cisalhamento dúctil, como feições comuns na litosfera.

As zonas de cisalhamento dúctil correspondem a um conjunto de estruturas formadas em posição meso a infracrustal, as quais se associam direta ou indiretamente, tanto espacialmente quanto temporalmente, à grande maioria das dobras e tramas foliadas (planares) e estiradas (lineares), nos diferentes ambientes geológicos terrestres.

A palavra dúctil é aplicada em Geologia Estrutural em diferentes sentidos, relacionada a pelo menos dois critérios mecânicos mais importantes: a reologia da deformação, tomando em consideração as relações entre tensão (stress), taxa de deformação (strain rate), pressão e temperatura; e aos mecanismos microscópicos (em escala de cristais) operantes capazes de produzir deformação sob condições de fluxo viscoso.

Entende-se por deformação dúctil o conjunto de processos tectônicos desenvolvidos por deformação permanente, no estado sólido, onde não há perda de coesão em qualquer escala, desde a escala do grão do cristal até dimensões quilométricas, sem evidências de deformação rúptil.

GEOLOGIA ECONÔMICA

Depósitos minerais são tipos especiais de rochas que, assim como todas as demais, têm sido continuamente criadas e destruídas pelos processos geológicos que atuam no interior e na superfície do planeta Terra. Esses processos, chamados metais ogenéticos, compreendem mudanças químicas nas quais os elementos ou os compostos que estavam dispersos em grandes volumes de rochas foram coletados e concentrados em espaços relativamente pequenos para formar as zonas mineralizadas.

O tempo de formação de um depósito mineral pode se estender por milhões de anos, muito além, portanto, da escala de tempo utilizada pela humanidade. Os minerais são definidos como substâncias inorgânicas sólidas e homogêneas que ocorrem naturalmente, com composição química definida e arranjo cristalino ordenado. Minerais podem ser metálicos como, por exemplo, o ouro (Au) e a calcopirita (CuFeS₂) ou não metálicos como, por exemplo, barita (BaSO₄), calcita (CaCO₃) e halita (NaCl).

Definições importantes

A Geologia Econômica procura classificar os bens minerais com base na informação detalhada sobre tipos de minérios e depósitos que detenham valor econômico.

Algumas definições que são importantes dentro desse contexto são:

- **Ocorrência mineral:** Qualquer minério ou mineral de importância econômica, em qualquer concentração, encontrados na rocha ou na superfície, como material disperso (blocos rolados).
- **Minério:** Mineral ou associação de minerais (rocha) que podem ser explorados do ponto de vista comercial. É composto pelos **minerais de minério** e por **minerais de ganga**, estes desprovidos de valor comercial. Exemplos de minerais de minério: ouro, wolframita, cassiterita, hematita, calcopirita, galena, argentita. Exemplos de minerais de ganga: quartzo, calcita e turmalina.
- **Reserva mineral:** Determinado volume de rochas com características próprias, passível de aproveitamento econômico.
- **Minério primário:** Minério que não sofreu alteração intempérica. Encontra-se normalmente em profundidade. Exemplo: depósitos de veios auríferos ou depósitos de sulfetos metálicos.
- **Minério secundário:** Minério que sofreu intemperismo e oxidação *in situ*, como, por exemplo, minérios supergênicos (lateríticos) de ouro, níquel, alumínio e ferro, ou então que sofreu intemperismo, desagregação, transporte e deposição, como, por exemplo, depósitos aluviais (placers) de ouro, cassiterita e wolframita.
- **Protominério:** Concentração mineral de origem primária, porém subeconômica. Sua concentração poderá ser aumentada até o nível de minério pela ação de processos naturais, por exemplo, pelo enriquecimento supergênico.
- **Jazida ou depósito mineral:** Distribuição em um volume específico de materiais de ocorrência natural dos quais um mineral ou minerais de valor econômico podem ser

extraídos com lucro razoável. Isso dependerá da geografia, custo da energia, volume e teor do minério, grau de diluição, profundidade e várias outras variáveis.

- **Depósito hipogênico:** Formado em profundidade por soluções ascendentes.
- **Depósito supergênico:** Formado em superfície por soluções descendentes.
- **Rocha hospedeira:** Corpo rochoso que engloba outras rochas ou depósitos minerais. Por exemplo: uma intrusão granítica contendo xenólitos de anfibolito ou qualquer rocha na qual ocorra um depósito mineral.
- **Rocha encaixante:** Rocha adjacente que envolve ou que inclui um veio, camada ou disseminações de minerais de minério.
- **Corpo de minério:** Massa sólida e razoavelmente contínua de minério que pode incluir tanto minério de baixo teor, ou mesmo zonas estéreis, quanto o minério econômico. Os corpos de minério são necessariamente individualizados por sua geometria e características físicas e químicas em relação a rocha hospedeira.
- **Exploração:** Relaciona-se à fase de prospecção: busca e reconhecimento da ocorrência dos recursos naturais, e estudos para determinar quais depósitos possuem valor econômico.
- **Exploração:** É a retirada, por lavra ou mineração, do recurso para fins de beneficiamento, transformação e utilização.
- **Subprodutos:** Substâncias de interesse econômico que, isoladamente, não poderiam ser recuperadas com lucro, mas que podem ser extraídas devido a exploração efetuada para obtenção de outras substâncias.
- **Teor médio:** Concentração de uma substância em um corpo de minério normalmente traduzida em porcentagem (%), gramas de metal por tonelada do minério (g/t), ou partes por milhão (ppm).
- **Teor de corte:** Teor mais baixo de uma substância que pode ser lavrada com lucro a partir de um determinado depósito mineral.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

Por que o pato tem ciúme do cavalo?

RESPOSTA:

Porque o cavalo tem 4 patas.

GEOLOGIA DO PETRÓLEO

O petróleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos e quantidades variáveis de não hidrocarbonetos. Quando ocorre no estado líquido em reservatórios de subsuperfície ou em superfície, é denominado de óleo ou óleo cru, para diferenciar do óleo refinado. É conhecido como condensado a mistura de hidrocarbonetos que se encontra no estado gasoso em subsuperfície e torna-se líquida na superfície. Já o termo gás natural se refere à fração do petróleo que ocorre em estado gasoso ou solução no óleo dos reservatórios de subsuperfície.

Outra forma de ocorrência dos hidrocarbonetos são os hidratos de gás, que consistem em cristais de gelo com moléculas de gás, como etano, propano e, principalmente, metano. Os hidratos de gás ocorrem em condições bastante específicas de pressão e temperatura, sendo mais comuns em depósitos rasos nas regiões polares ou em águas profundas em vários pontos do planeta.

Composição e origem do petróleo

Composição do petróleo

O petróleo contém centenas de compostos diferentes. Estudos realizados em amostras de óleo do campo de Ponca City (Oklahoma, EUA) foram identificados cerca de 350 hidrocarbonetos, 200 compostos de enxofre, além de diversos não-hidrocarbonetos.

Em termos elementares, o petróleo é composto essencialmente por carbono (80 a 90% em peso), hidrogênio (10 a 15%), enxofre (até 5%), oxigênio (até 4%), nitrogênio (até 2%) e traços de outros elementos (ex: níquel, vanádio, etc). A composição da Geologia do petróleo é geralmente descrita em termos da proporção de hidrocarbonetos saturados, hidrocarbonetos aromáticos e não-hidrocarbonetos.

Origem do petróleo

As primeiras teorias que procuraram explicar a ocorrência do petróleo postulavam uma origem inorgânica, a partir de reações que ocorreriam no manto. Ainda hoje existem autores que advogam uma origem inorgânica para o petróleo, seja a partir da polimerização do metano proveniente do manto e migrado através de falhas, ou a partir de reações equivalentes às empregadas na síntese de Fischer-Tropsch, e que encontrariam condições favoráveis à sua ocorrência nas zonas de subducção.

Diversos fatos, no entanto, favorecem uma origem orgânica para a maior parte dos hidrocarbonetos encontrados próximos à superfície da Terra, em especial para aqueles com dois ou mais átomos de carbono. Em primeiro lugar, quase todo o petróleo é encontrado em rochas reservatórios, de bacias sedimentares. As ocorrências de petróleo em rochas do embasamento estão quase todas associadas às rochas sedimentares adjacentes.

A presença e a quantidade de hidrocarbonetos em exalações provenientes de vulcões ou de falhas profundas durante terremotos é menos frequente e muito menor do que o esperado caso os mesmos tivessem uma origem mantélica. Outrossim, existem também evidências químicas da origem orgânica, como a presença no petróleo de compostos cuja estrutura molecular é a mesma de substâncias encontradas nos seres vivos - os esteranos encontrados no petróleo são o produto da degradação dos esteroides encontrados nas algas, por exemplo.

Em suma, os dados disponíveis atualmente indicam que o petróleo é gerado a partir da transformação da matéria orgânica acumulada nas rochas sedimentares, quando submetida às condições térmicas adequadas. Cabe ressaltar que o metano pode ter origem inorgânica, proveniente do manto; ou orgânica, degradação da matéria orgânica. Cada qual com características isotópicas distintas. Traços de hidrocarbonetos de origem inorgânica também são encontrados em meteoritos.

Petróleo em bacias sedimentares

Fatores associados

A formação de uma acumulação de petróleo em uma bacia sedimentar requer a associação de uma série de fatores:

- ✓ A existência de rochas ricas em matéria orgânica, denominadas de rochas geradoras;
- ✓ As rochas geradoras devem ser submetidas às condições adequadas (tempo e temperatura) para a geração do petróleo;
- ✓ A existência de rochas com porosidade e permeabilidade necessárias à acumulação e produção do petróleo, denominadas de rochas reservatórios;
- ✓ A presença de condições favoráveis à migração do petróleo da rocha geradora até a rocha reservatório;
- ✓ A existência de uma rocha impermeável que retenha o petróleo, denominada de rocha selante ou capeadora;

- ✓ Um arranjo geométrico das rochas reservatórios e selante que favoreça a acumulação de um volume significativo de petróleo.

GEOLOGIA E ATIVIDADE HUMANA

A atividade mineradora consiste na extração de riquezas minerais dos solos e das formações rochosas que compõem a estrutura terrestre. Trata-se, assim, de uma das mais importantes atividades econômicas tanto no Brasil como em todo o mundo - com destaque para o petróleo e o carvão mineral. No entanto, é preciso ressaltar que essa prática costuma gerar sérios danos ao meio ambiente.

Os impactos ambientais da mineração são diversos e se apresentam em diversas escalas: desde problemas locais específicos até alterações biológicas, geomorfológicas, hídricas e atmosféricas de grandes proporções. Portanto, conhecer esses problemas causados e a minimização de seus efeitos é de grande necessidade para garantir a preservação dos ambientes naturais.

Principais alterações e impactos nas paisagens

Entre as principais alterações nas paisagens e os impactos gerados pela mineração, podemos destacar:

- ✓ Remoção da vegetação em todas as áreas de extração;
- ✓ Poluição dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) pelos produtos químicos utilizados na extração de minérios;
- ✓ Contaminação dos solos por elementos tóxicos;
- ✓ Proliferação de processos erosivos, sobretudo em minas antigas ou desativadas que não foram reparadas pelas empresas mineradoras;
- ✓ Sedimentação e poluição de rios pelo descarte indevido do material produzido não aproveitado: rochas, minerais e equipamentos danificados;
- ✓ Poluição do ar a partir da queima ao ar livre de mercúrio, que é muito utilizado na extração de vários tipos de minérios;
- ✓ Mortandade de peixes em áreas de rios poluídos pelos elementos químicos oriundos de minas;
- ✓ Evasão forçada de animais silvestres previamente existentes na área de extração mineral;

- ✓ Poluição sonora gerada em ambientes e cidades localizados no entorno das instalações, embora a legislação vigente limite a extração mineral em áreas urbanas atualmente
- ✓ Contaminação de águas superficiais doce e salgada pelo vazamento direto dos minerais extraídos ou seus componentes, tais como o petróleo.

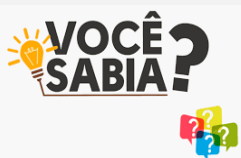


Figura 8: Lago contaminado por componentes químicos resultantes de mineração.

OBSERVAÇÕES

É importante mencionar que a atividade mineradora é, de toda forma, de vital importância para as sociedades. Mas isso não significa, no entanto, que ela deva ser realizada de maneira não planejada e sem a devida fiscalização de suas instalações. É preciso, pois, promover medidas para o correto direcionamento do material descartado e a contenção da poluição gerada pelos elementos químicos.

Além disso, torna-se necessário pensar na utilização sustentável dos recursos minerais a fim de garantir a sua existência para as gerações futuras.



VOCÊ SABIA?

Boas práticas na mineração

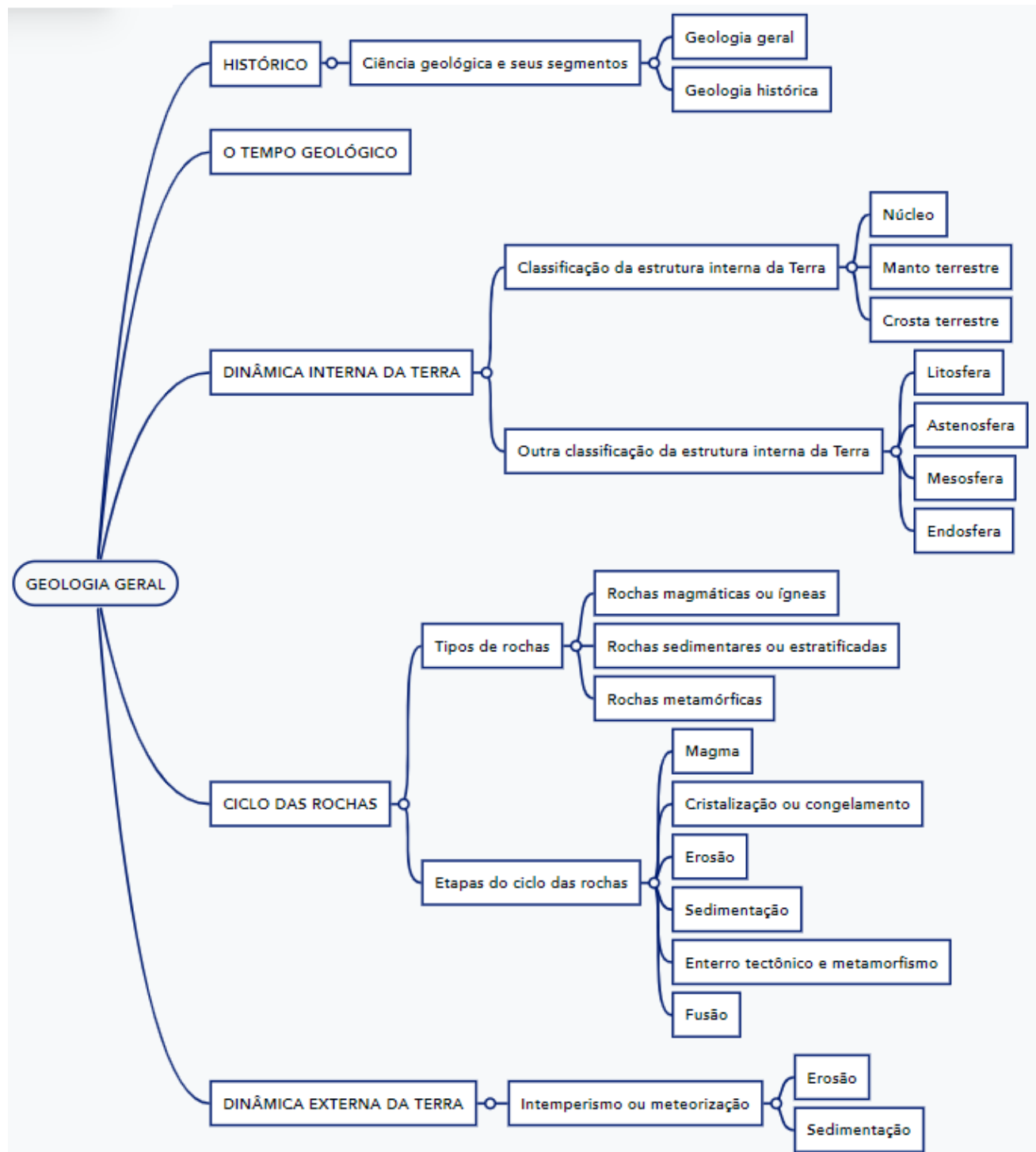
Quem presta serviços à área da mineração sabe que é preciso muito preparo para atender às exigências das contratantes, geralmente grandes empresas, e dar conta de entregar o trabalho. Entre tantos requisitos a se cumprir, um destaque: a segurança. Essa palavrinha de quatro sílabas, acompanhada de infindáveis normas, talvez seja a mais usada pelos líderes nas reuniões diárias, encontros, seminários e palestras com seus colaboradores. A vida está sempre em primeiro lugar.

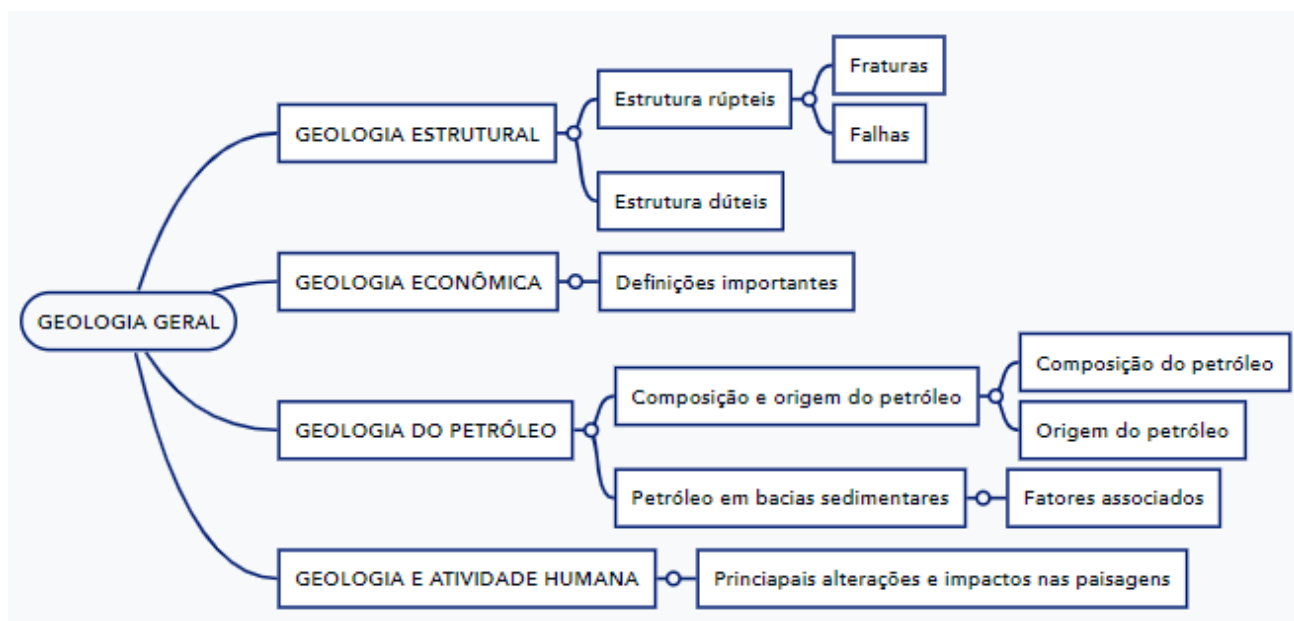
Então, segue abaixo algumas boas práticas relacionadas à mineração:

- ✓ Todas as atividades são detalhadas em um relatório fotográfico denominado Análise de Risco de Tarefas (ART). Constam no documento o passo a passo de cada atividade, seus riscos e medidas de controle, com fotos e textos de fácil interpretação.
- ✓ Diálogo Diário de Segurança (DDS). Todos os dias, antes de pegar serviço, todos os funcionários se reúnem no pátio para alguns minutos de instruções e reflexões básicas sobre o dia a dia de cada função. Os temas podem até se repetir, não tem problema. O importante é ficar claro para cada um dos colaboradores que mais importante do que produzir é preservar a vida.
- ✓ Para garantir que o trabalho seja executado sempre da melhor maneira possível, os diretores participam ativamente de todo o processo, desde a contratação da obra à entrega final. Seja qual for o serviço: asfaltamento, barragem ou drenagem, as normas de segurança sempre são observadas.

Sessões Especiais

MAPA DE ESTUDO





SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO À GEOLOGIA

- **Definição:** Ciência que estuda a Terra, sua composição, processos e evolução.
- **Objetivos:**
 - ✓ Analisar características da superfície e interior terrestre.
 - ✓ Compreender processos que moldam o planeta.
 - ✓ Usar materiais geológicos de forma sustentável.
 - ✓ Solucionar problemas ambientais.

2. HISTÓRICO DA GEOLOGIA

- **Primeiras ideias:** Baseadas em mitos, como o dilúvio bíblico.
- **Avanços científicos:**
 - ✓ *James Hutton* (uniformitarismo): Formação das rochas por processos contínuos e longos.
 - ✓ *Charles Lyell*: Sistematização em "Princípios de Geologia".
 - ✓ *William Smith*: Uso de fósseis como marcadores estratigráficos.
- **Definição:** Ciência que estuda a Terra, sua composição, processos e evolução.
- **Objetivos:**
 - ✓ Analisar características da superfície e interior terrestre.
 - ✓ Compreender processos que moldam o planeta.
 - ✓ Usar materiais geológicos de forma sustentável.

- ✓ Solucionar problemas ambientais.

3. RAMOS DA GEOLOGIA

- **Geologia Geral (Dinâmica):** Estudo da crosta terrestre e fenômenos internos/externos.
 - ✓ *Dinâmica interna:* Movimentos tectônicos, formação de relevo.
 - ✓ *Dinâmica externa:* Erosão, sedimentação.
- **Geologia Histórica:** Estudo da evolução cronológica da Terra.
- **Geologia Aplicada:**
 - ✓ *Física:* Estruturas e minerais.
 - ✓ *Histórica:* Paleontologia, estratigrafia.
 - ✓ *Econômica:* Mineração, petróleo.
 - ✓ *Engenharia:* Barragens, túneis.

4. ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

- **Camadas:** Crosta, manto e núcleo, separadas por discontinuidades.
 - ✓ *Crosta:* Superfície rígida, subdividida em continental e oceânica.
 - ✓ *Manto:* Maior camada, dinâmico devido ao movimento do magma.
 - ✓ *Núcleo:* Dividido em interno (sólido) e externo (líquido).
- **Outra classificação:** Litosfera, astenosfera, mesosfera e endosfera.

5. CICLO DAS ROCHAS

- **Tipos de rochas:**
 - ✓ *Magmáticas:* Formadas pelo resfriamento do magma.
 - ✓ *Sedimentares:* Acúmulo e compactação de sedimentos.
 - ✓ *Metamórficas:* Transformação de rochas pré-existentes por pressão e temperatura.
- **Etapas do ciclo:** Magma → Cristalização → Erosão → Sedimentação → Metamorfismo → Fusão.

6. DINÂMICA EXTERNA DA TERRA

- **Intemperismo:** Decomposição das rochas (químico, físico e biológico).
- **Erosão:** Desgaste e transporte de materiais pelo vento, água, gravidade.
- **Sedimentação:** Deposição de materiais erodidos, formando rochas sedimentares.

7. GEOLOGIA ESTRUTURAL

- **Estudo das deformações das rochas:**

- ✓ *Estruturas rúpteis:* Fraturas e falhas.
- ✓ *Estruturas dúcteis:* Deformações plásticas, comuns em altas pressões e temperaturas.

8. GEOLOGIA ECONÔMICA

- **Depósitos minerais:** Formação, exploração e impacto econômico.

- ✓ *Classificação:* Ocorrências, jazidas, minérios primários/secundários.
- ✓ *Exploração:* Extração de minerais para uso comercial.

9. GEOLOGIA DO PETRÓLEO

- **Composição e origem:** Predominância de hidrocarbonetos, formados a partir da matéria orgânica.

- **Fatores necessários para acumulação:**

- ✓ Rochas geradoras, reservatórios, selantes e migração de petróleo.

10. GEOLOGIA E ATIVIDADE HUMANA

- **Impactos da mineração:**

- ✓ Remoção de vegetação, poluição hídrica, erosão e contaminação do solo.
- ✓ Importância da regulamentação e sustentabilidade na extração mineral.

MOMENTO QUIZ

1. Sobre o núcleo da Terra, é possível afirmar que:

- Está dividido em interno (sólido) e externo (líquido) e apresenta temperaturas superiores a 3000° C.
- É composto pela estrutura “sima”: silício e magnésio.
- Está dividido em interno (líquido) e externo (sólido) e apresenta temperaturas inferiores a 3000° C.
- É o responsável direto pelo tectonismo terrestre.
- É composto apenas por silício e magnésio.

2. É o conjunto de processos que provocam a alteração e a decomposição das rochas, resultado da ação dos agentes externos:

- Intemperismo.
- Erosão.

c) Vulcanismo.

d) Magma.

e) Larva.

3. Apresenta as mais altas temperaturas, sendo o responsável direto pelo aquecimento interno do planeta. Seu calor varia entre 3000° C até os 5000° C, segundo algumas estimativas, valores semelhantes ao que é encontrado na superfície do sol. Sobre quem estamos falando?

a) Crosta.

b) Mesosfera.

c) Litosfera.

d) Manto.

e) Núcleo.

4. É o processo de desgaste das rochas e dos solos, ocasionado a partir dos agentes externos ou exógenos de transformação do relevo. Esse processo é responsável pela transformação das rochas ígneas e metamórficas em rochas sedimentares. Sobre qual processo estamos falando?

a) Sedimentação.

b) Erosão.

c) Ciclo das rochas.

d) Vulcão.

e) Terremoto.

5. De acordo com a escala geológica, foi o período onde surgiram os primeiros seres vivos com conchas e esqueleto externo:

a) Carbâmico.

b) Câmbrico.

c) Pérmico.

d) Triássico.

e) Jurássico.

Gabarito

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	A
2	A
3	E
4	A
5	B

Referências

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. Geologia Geral. São Paulo: Companhia Editora Nacional; 10ª ed., 1987. 397 p.

LOCZY, L. & LADEIRA, E.A. Geologia estrutural e introdução à geotectônica. Rio de Janeiro/São Paulo: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) & Editora Edgard Blücher Ltda, 1981. 528p.

POPP, J. H. Geologia geral. São Paulo: LTC, 2002. 376 p.

Hobbs, B.E; Means, W.D. & Williams, P.F. John, W. & Sons, 1976,

DANTE, Luiz Roberto. Matemática: contexto e aplicações. Ensino Subsequente. São Paulo: Ática, 2003.

GELSON, Tezzi et al. APOIO – Matemática: Ciência e aplicações: Ensino Subsequente. São Paulo. Atud, 2004.

CORNEJO, Carlos; BARTORELLI, Andréa. Minerais e pedras preciosas do Brasil. Solaris Edições Culturais. São Paulo, 2010.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.