GEOLOGIA 11º ANO

**OCUPAÇÃO ANTRÓPICA E PROLEMAS DE ORDENAMENTO**

O aumento populacional tem implicado um aumento do consumo de recursos e do uso de espaço, determinando a ocupação de áreas cada vez maiores para a produção agrícola, energética e construção de habitações e infraestruturas.

A distribuição populacional tem favorecido a concentração humana em regiões urbanas de elevadas dimensões e localizadas na proximidade da costa e de rios. Estas regiões com densas vias de comunicação caracterizam-se por uma elevada impermeabilização dos solos que afeta o ciclo da água, implicando modificações nas interações entre os diferentes subsistemas terrestres.

Bacias hidrográficas:

A área drenada por um rio designa-se por **bacia** **hidrográfica** e nela podem individualizar-se sub-bacias correspondentes aos diferentes **afluentes**. O conjunto dos rios e seus afluentes designa-se por rede hidrográfica.

Os rios são os principais agentes modeladores do relevo superficial, pois estão associados a processos de erosão, transporte e deposição.

A erosão permite a remoção do material em consequência da alteração química e mecânica exercida pela água sobre os minerais que compõem as rochas. A elevada velocidade das correntes nas regiões montanhosas permite o transporte da maioria dos sedimentos, incluindo os de maior granulometria. Quando a velocidade diminui, em consequência da diminuição do declive, apenas os sedimentos mais finos são transportados. Assim, nas áreas montanhosas, ocorre deposição de sedimentos mais grosseiros, enquanto que, nas regiões a jusante, ocorre a deposição dos sedimentos mais finos.

O canal pode onde ocorre a drenagem da água e do material transportado designa-se por **leito**. Quando a água transborda, o leito aparente do rio em situações de cheia aumenta, definindo um **leito de cheia**.

As graves consequências destas cheias foram agravadas pela atividade humana, responsável pelo deficiente ordenamento do território, uma vez que deveria impedir a construção em zonas de risco geológico.

A construção de barragens tem permitido regularizar os caudais de vários rios, evitando muitas cheias. No entanto, as barragens apresentam elevados impactes ambientais que têm de ser ponderados. Um dos aspetos predem-se com a interrupção no transporte de sedimentos para jusante, que poderá estar associado:

* À acumulação de sedimentos a montante, diminuindo a capacidade de armazenamento da albufeira;
* À diminuição do transporte de sedimentos pelos rios.

Zonas costeiras – impactes na sua dinâmica:

As regiões costeiras tem sofrido elevadas pressões devido ao aumento da densidade populacional nos últimos séculos, associada a modificações da dinâmica costeira. O limite entre os oceanos e a terra pode ser, de uma forma simplificada, classificado em **praias** e **arribas**.

Nas arribas é possível identificar as **plataformas** **de** **abrasão** – superfícies com reduzido declive localizada na zona de rebentação que resulta da abrasão intensa provocada pela rebentação.

As taxas de erosão, transporte e sedimentação variam significativamente numa praia ao longo do tempo, podendo esta variação dever-se aos seguintes fatores:

* Variação da altitude das regiões costeiras, por subida (aumento da erosão) ou subsidência (aumento da deposição);
* Natureza das rochas e sedimentos que compõem a faixa litoral;
* Variações do nível medio do mar, que tem vindo a aumentar;
* Ocorrência de tempestades;
* Intensidade das marés;
* Diminuição do fornecimento de sedimentos para as praias devido à construção de barragens.

A enorme pressão causada pela erosão nas regiões costeiras e a elevada densidade populacional destas áreas tem levado à construção de estruturas que regularizem a dinâmica costeira de modo a diminuir as taxas de recuo:

* Construção de esporões;
* Construção de paredões;
* Construção de quebra-mares.

Estas obras afetaram o transporte de sedimentos.

Zonas de vertente – perigos naturais

Os movimentos em massa, são fenómenos altamente perigosos, podendo ser de origem natural ou antrópica. A ocupação de áreas de elevado risco geológico aumenta a vulnerabilidade das populações, quer em termos de perdas de vidas quer em termos de avultadas perdas materiais.

Os movimentos em massa correspondem a deslocações de material sólido, lama ou material não consolidada numa superfície inclinada, por ação da gravidade.

Os movimentos em massa podem ser causados por:

* Sismos;
* Precipitação intensa e cheias;
* Erosão costeira das arribas.

Os fatores principais que influenciam os movimentos em massa são: **propriedades litológicas, teor de água, pendor e estabilidade da vertente**.

Propriedades litológicas:

A natureza das rochas que compõem as vertentes é um fator preponderante na análise dos movimentos em massa. As vertentes compostas por material consolidado tendem a ser menos suscetíveis do que as compostas por material não consolidado que não as mais perigosas em termos de deslizamento.

Teor de água:

O teor em água também interfere com o ângulo de repouso: as areias húmidas possuem um ângulo superior à areia seca ou com muita água. Quando em excesso, a água atua como lubrificante, diminuindo o atrito e a resistência e facilitando o movimento em massa.

Estabilidade da vertente e orientação dos estratos

A atividade humana pode agravar as consequências dos movimentos em massa, pelo aumento da vulnerabilidade e pelo aumento dos movimentos em massa.

O crescimento demográfico e a ocupação de áreas cada vez mais extensas da superfície terrestre têm agravado os impactes dos movimentos em massa. Embora seja difícil de prever a ocorrência destes fenómenos, é possível detetar alguns sinais, tais como:

* Aparecimento de fendas de tração no chão;
* Aumento da inclinação de árvores;
* Queda contínua de pequenos blocos nas vertentes.

Para prevenir e minimizar os impactes dos movimentos em massa devemos:

* Evitar construir em zonas de maior risco geológico;
* Construir infraestruturas de forma a não aumentar a pressão sobre as vertentes;
* Instalar sistemas de drenagem de água nas vertentes mais instáveis.

**PROCESSOS E MATERIAIS GEOLÓGICOS – ROCHAS**

**Rochas** **magmáticas** – resultam do arrefecimento e consolidação de um magma.

**Rochas** **metamórficas** – rochas que sofrem afundamentos e ficam sujeitas a um aumento significativo da temperatura e/ou pressão.

**Rochas** **sedimentares** – formam-se a partir da meteorização e erosão de rochas preexistentes.

Quando sujeitos a condições de pressão e temperatura superficiais, distintas das condições em que se formaram, os minerais das rochas tornam-se instáveis e sofrem meteorização. Assim, todas as rochas podem sofrer meteorização e erosão, formando **rochas** **sedimentares**. Estes processos incluem-se na **geodinâmica externa (exógena).** Os processos de **metamorfismo** e **magmatismo** originam-se em profundidade e dependem da energia interna da Terra, incluindo-se na **geodinâmica interna (endógena).**

Propriedades dos minerais

Os minerais são os constituintes das rochas, distinguindo-se pela sua composição e estrutura cristalina. Podem definir-se como compostos:

* **Naturais** – não são considerados minerais;
* **Inorgânicos** – os minerais são formados por compostos inorgânicos;
* No **estado** **sólido** com uma **estrutura** **cristalina** **ordenada** – minerais com átomos em posições ordenadas. Ex.: vidro;
* Com **composição** **química** **definida** – pode variar ligeiramente mas dentro de limites específicos.

Os minerais mais comuns na Terra são os **silicatos**.

É possível identificar macroscopicamente alguns minerais com recurso a um conjunto de propriedades físicas, nomeadamente:

Dureza:

A dureza refere-se à resistência do mineral ao risco (riscar e ser riscado). A estrutura do cristal é a principal responsável pela resistência do mineral ao risco. Se um mineral é riscado por outro, considera-se que possui uma dureza inferior, numa relação que está presente na **Escala de Mohs**. Se um mineral risca e é riscado por outro mineral, apresenta a mesma dureza.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 - Talco | 2 - Selenite | 3 - Calcite | 4 - Fluorite | 5 - Aparite |
| 6 - Ortóclase | **7 - Quartzo** | **8 - Topázio** | **9 - Corundum** | **10 - Diamante** |

O talco é o mineral menos duro, enquanto que o diamante corresponde ao mineral mais duro e resistente ao risco.

A dureza de um mineral está associada à força das ligações que o compõem. Assim, **os minerais mais duros possuem uma rede cristalina formada por ligações mais fortes** do que os minerais com dureza inferior.

Clivagem e Fratura:

Alguns minerais têm a tendência para se quebrar ou dividir ao longo de superfícies paralelas, designadas por **planos** **de** **clivagem**. Os feldspatos ou a calcite possuem vários planos de clivagem. A moscovite é um mineral que possui uma clivagem perfeita ao longo de uma direção. A clivagem ocorre ao longo dos planos dos minerais formados por ligações mais fracas.

A fratura é a tendência de um cristal quebrar ao longo de planos irregulares. O quartzo não possui uma clivagem definida, partindo-se em fragmentos irregulares, quando sujeito a uma pressão.

Brilho:

O brilho de um mineral resulta da reflexão da luz nas suas superfícies frescas. O brilho que um mineral apresenta é controlado pela forma como os átomos se encontram organizados, pois influenciam a absorção ou reflexão da luz. Os minerais podem ser agrupados em diferentes categorias:

|  |  |
| --- | --- |
| Brilho | Minerais |
| Vítreo | Quartzo, fluorite |
| Gorduroso | Feldspatos |
| Nacarado | Moscovite e biotite |
| Sedoso ou acetinado | Talco |
| Adamantino | Diamante |

Cor:

É uma propriedade física muito importante que varia de acordo com a composição química do mineral. As variações na cor tendem a dever-se à presença de impurezas que contaminam o mineral.

Os minerais que apresentam uma **cor característica** designam-se por **idiocromáticos**, enquanto que os **alocromáticos** podem apresentar **cores variáveis.**

É frequente recorrer-se à cor do mineral quando reduzido a pó numa placa de cerâmica, formando um traço (dureza < 7), ou reduzido a pó num almofariz (dureza > 7). O traço permite diferenciar minerais com cores e brilhos semelhantes e é constante para cada mineral.

Densidade:

Corresponde à medição direta da relação entre a massa e o volume do mineral. A densidade depende da massa atómica dos minerais e da forma como os átomos se encontram arranjados. Os minerais mais “compactados” possuem uma maior densidade.

Magnetismo:

Apenas se conhecem dois minerais com propriedades magnéticas: a magnetite a pirrotite. Ambos os minerais possuem ferros na sua estrutura cristalina.

Para além das propriedades físicas, os geólogos podem recorrer às propriedades químicas, realizando o teste de efervescência do ácido clorídrico. Este teste indica que provavelmente corresponde à calcite e que se trata de um carbonato de cálcio.

**ROCHAS SEDIMENTARES**

**Meteorização**:

Como a maioria das rochas se forma em profundidade, sob o efeito de elevadas temperaturas e pressões, quando ascendem à superfície ficam sujeitas a diferentes condições de pressão e temperatura e em contacto com a água e o ar. As rochas sofrem assim desintegração e desagregação. A **meteorização** pode ser **mecânica** **ou** **química** e não implica qualquer transporte de material.

Meteorização Mecânica:

Corresponde à fragmentação de um mineral ou rocha em fragmentos de dimensões mais reduzidas, sem modificar a sua composição química.

Meteorização Química:

Na meteorização química a estrutura interna do mineral sofre alteração, com remoção ou adição de alguns elementos químicos e a formação de novos minerais mais estáveis para as condições superficiais. Este processo ocorre pela intervenção de um agente químico (água, O2, CO2).

Erosão:

Os produtos que se geram com a meteorização química e física podem ser removidos do local onde se geraram por ação de agentes de transporte como a água, o vento e o gelo. Os sedimentos podem ser:

* Detríticos – correspondendo à fração sólida que é fisicamente removida

pelos agentes de transporte;

* Químicos – resultam do material que é meteorizado das rochas e minerais

e que permanece dissolvido na água até ser transportado e precipitado num outro local;

* Bioquímicos – são formados a partir da atividade dos organismos

(conchas).

Transporte:

Após a formação dos sedimentos detríticos e químicos, pela ação da meteorização e da erosão, estes podem ser transportados até ao momento em que ocorre a deposição.

Ao longo do transporte ocorre uma **triagem** dos sedimentos de acordo com a sua dimensão, forma, densidade e agente de transporte. Nas regiões montanhosas, e devido à elevada velocidade, é possível transportar a maioria dos fragmentos, incluindo os de elevadas dimensões.

No entanto, ao longo do curso a capacidade de transporte diminui e os fragmentos de maiores dimensões sedimentam. Assim, nas secções finais encontram-se presentes depósitos formados por sedimentos com dimensões semelhantes.

Deposição:

Quando a energia do agente de transporte não é suficiente para transportar as partículas, ocorre a sua deposição (também conhecida por sedimentação).

Afundamento e diagénese:

A acumulação sucessiva e contínua de sedimentos provoca uma compactação das camadas inferiores que ficam sujeitas a uma maior pressão por efeito do peso as camadas superiores. Os sedimentos são sujeitos a afundamento e o seu volume pode ser reduzido até 40%, expulsando elevados volumes de água que se encontrava nos poros.

O aprofundamento está associado à diagénese das rochas sedimentares, que envolve diversas modificações físicas e químicas ligadas, principalmente, ao aumento da pressão e da temperatura. As elevadas temperaturas permitem a ocorrência de reações entre os minerais e a água presente nos interstícios dos sedimentos, formando uma rocha sedimentar consolidada.

Um processo importante na diagénese é a cimentação de novos minerais que permitem preencher os pores dos sedimentos, unindo as diferentes partículas, aumentando a consolidação da rocha. Os cimentos mais comuns na diagénese são a calcite e a sílica.

Após a precipitação, muitos dos minerais recristalizam, originando novos minerais mais estáveis para as pressões de condições e temperaturas superiores.

Classificação das rochas sedimentares

Existem várias classificações para as rochas sedimentares: **detríticas**, **quimiogénicas** e **biogénicas**.

Rochas sedimentares detríticas:

As rochas detríticas são classificadas de acordo com a sua consolidação e dimensão das partículas que as constituem, podendo ser divididas em **rochas** **detríticas** **consolidadas** (coerente) e **rochas** **detríticas** **não** **consolidadas (não coerente)**.

|  |  |
| --- | --- |
| Rocha não Consolidada | Rocha Consolidada |
| Balastros | Conglomerado |
| Areia | Arenito |
| Silte | Siltito |
| Argila | Argilito |

A classificação das rochas detríticas em função da sua granulometria permite distingui-las de acordo com um dos fatores importantes da deposição – a capacidade do agente de transporte.

Rochas Sedimentares Quimiogénicas

As rochas quimiogénicas permitem estudar as condições do ambiente em deposição. As rochas quimiogénicas resultam da litificação de precipitados químicos, em consequência da evaporação da água ou por variação das propriedades da água. Os evaporitos formam-se em resultado de uma intensa evaporação nos lagos ou nos rios.

Rochas Sedimentares Biogénicas

São rochas formandas pela deposição de restos de seres vivos ou pela sua ação indireta. Os calcários podem ser de origem biológica e constituem as rochas biogénicas mais abundantes e importantes, formando importantes reservatórios de dióxido de carbono na crusta terrestre.

Os carvões são rochas sedimentares biogénicas, formandas pela acumulação de material fóssil vegetal e são uma importante fonte energética.

**OS ESTRATOS E A HISTÓRIA GEOLÓGICA**

Os geólogos recorrem aos estratos sedimentares para obter dados que permitam compreender os fenómenos que ocorreram no passado da Terra.

Para datar a formação dos estratos, os cientistas recorrem a vários princípios, que permitem de uma forma simples correlacionar os estratos, nomeadamente:

* **Princípio da Horizontalidade Original** – os depósitos, pela ação da gravidade, formam camadas com posição horizontal. Os estratos que se encontram atualmente na diagonal ou vertical sofreram modificações após a sua deposição;

* **Princípio da Sobreposição** – a deposição das camadas ocorre sempre

por ordem cronológica, da base para o topo. Uma camada é mais recente do que a que serve de base, e mais antiga do que as camadas depositadas por cima.

* **Princípio da Continuidade Lateral** – os estratos podem estender-se

lateralmente por longas distancias. Assim, um estrato delimitado por um muro ou teto, e com determinadas propriedades litológicas, possui a mesma idade em toda a sua extensão lateral.

* **Princípio da Inclusão** – aplica-se essencialmente a rochas compostas por

fragmentos de outras rochas, como por exemplo, conglomerados. Assim, a rocha que se forma, é mais recente do que as rochas que originaram os fragmentos que foram incluídos nos estratos.

* **Princípio da Interseção** – aplica-se a estratos que são afetados por

estruturas (intrusões, falhas, dobras), em que estes elementos são mais recentes do que as camadas que afetam.

O princípio da **Identidade Paleontológica** baseia-se no uso dos fósseis, em que estratos com o mesmo conteúdo paleontológico possuem a mesma idade.

No entanto, nem todos os fósseis podem ser usados para correlacionar os estratos. Apenas os **fósseis de idade** por apresentarem as seguintes características:

* São provenientes de organismos abundantes, que apresentavam ampla

distribuição geográfica;

* Distribuição restrita no tempo;
* Fossilizam facilmente, por possuírem estruturas resistentes que se

preservam.

Para além dos fosseis de idade, existem também os fósseis de fácies. Uma fáceis permite definir o ambiente de deposição e formação dessa rocha.

**ROCHAS MAGMÁTICAS**

As rochas magmáticas são o resultado da solidificação de um magma. O magmatismo encontra-se associado à tectónica de placas.

O magma corresponde a uma mistura de compostos sólidos, líquidos e gasosos. Com o arrefecimento, os elementos químicos associam-se em cristais.

O abaixamento da temperatura do magma inicia o processo de cristalização. A cristalização inicia-se pela formação de cristais de dimensões muito reduzidas. Estes cristais crescem e originam cristais de maiores dimensões.

* **Euédricos** – cristais com faces bem desenvolvidas. Apenas se

desenvolvem quando os minerais se formam em ambientes com espaço livre, que permitam o seu crescimento;

* **Anédricos** – minerais muito próximos uns dos outros, restringindo o seu

crescimento e formando cristais com faces imperfeitas.

**A maioria da crusta terrestre é composta por** um grupo reduzido de minerais pertencentes aos **silicatos**.

Existem diversos fenómenos que permitem aumentar a variedade e diversidade de minerais: **isomorfismo** e o **polimorfismo**.

* **Isomorfismo** – minerais que apresentam a mesma estrutura e uma

composição química ligeiramente diferente;

* **Polimorfismo** – minerais que apresentam a mesma composição mas

estrutura química diferente. O diamante a grafite são dois polimorfos, compostos por CO2.

As rochas magmáticas podem ser classificadas de diversas formas, com base na composição química, na textura e na cor global da rocha.

Relativamente ao ambiente de consolidação, as rochas magmáticas podem ser classificadas em:

* **Plutónicas** – a solidificação do magma ocorre no **interior** **da** **crusta**

terrestre, de uma forma **lenta** e **gradual**, permitindo a formação de **cristais** **bem** **desenvolvidos**: **granito**;

* **Vulcânicas** – o magma atinge a **superfície** e arrefece de uma **forma**

**rápida** e súbita. A rocha possui **cristais** **de** **reduzidas** **dimensões**, como **basalto**.

É possível classificar a textura das rochas, como:

* **Granular** – é possível observar os cristais (rochas plutónicas);
* **Agranular** – não é possível identificar os cristais (rochas vulcânicas).

A composição química dos magmas é controlada pelos principais elementos presentes na crusta terrestre: silício, O2, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, sódio, potássio e hidrogénio.

Composicionalmente, os magmas podem ser classificados em três grupos principais:

* **Basálticos** – com **magma** **básicos** **(< teor de sílica**). Incluem os

**basaltos**, **rocha vulcânica** e os **gabros, rocha plutónica**. São os mais abundantes e os que se encontram a **temperaturas mais elevada**s. O baixo teor em sílica origina **magmas com reduzida viscosidade e fluem facilmente**, originando **erupções efusivas**.

* **Andesíticos** – apresentam uma **composição** **intermédia** (± sílica).

Originam os **andesitos**, **rocha** **vulcânica**, e os **dioritos**, **rocha** **plutónica**.

* **Riolíticos** – **magmas** **ácidos** **(> teor de sílica**). São **magmas** **muito**

**viscosos** e que **originam** **erupções** **violentas**. Formam **riolitos**, **rocha** **vulcânica**, e **granitos**, **rocha** **plutónica**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Composição do  magma | Plutónica/Granular  (lento) | Vulcânica/Agranular  (rápido) |
| Basáltico | Gabro | Basalto |
| Andesítico | Diorito | Andesito |
| Riolítico | Granito | Riolito |

No que toca à **cor**, é possível constatar que as diferentes rochas apresentam colorações muito distintas:

* **Leucocratas** – rochas de cor **clara**, **granito**;
* **Mesocratas** – rochas de cor **intermédia**, **andesito**;
* **Melanocratas** – rochas de cor **escura**, **basalto**.

A cor é, acima de tudo, reflexo da textura e da composição química e mineralógica das rochas:

* As rochas formadas a partir de magmas básicos (**gabros** e **basaltos**),

possuem elevadas quantidades de minerais escuros, do grupo das **piroxenas** e das **olivinas** e também possuem elevadas quantidades de **plagióclases** **cálcicas**. **Os minerais ferromagnesianos conferem a cor escura a estas rochas**;

* As rochas intermédias incluem os **andesitos** e os **dioritos**, ricos em

**Plagióclases**;

* As rochas ácidas, que incluem os **granitos** e os **riolitos**, caracterizam-se

por elevadas quantidades de **quartzo** e **feldspatos** (rochas leucocratas).

**ORIGEM DOS DIFERENTES MAGMAS**

A **pressão** é um fator importante na formação de magmas. O aumento da pressão com a profundidade provoca um aumento da temperatura de fusão.

A **água** e **outros** **voláteis**, que se encontram presentes na maioria dos magmas, possuem um papel fundamental nas sua formação.

* **Diferenciação magmática** – um magma inicial uniforme pode originar

rochas finais com composições químicas distintas. A diferenciação magmática ocorre porque os minerais não possuem a mesma temperatura de formação. Assim, com a formação dos primeiros minerais, a composição do magma sofre modificações, pois alguns dos elementos químicos são consumidos na cristalização.

A sequencia de formação dos minerais nas rochas magmáticas encontra-se esquematizada na **Série de Bowen**. Esta série representa e evolução mineralógica possível para um magma. É composta pela:

* **Série** **descontínua** – dos **minerais** **ferromagnesianos**, que

possuem uma composição e estrutura química muito diferentes:

* **Série** **continua** – das **plagióclases**, onde ocorrem variações

químicas mas a estrutura é mantida (isomorfos):

Para além da diferenciação magmática, também pode ocorrer a **cristalização** **fracionada** – separação, por arrefecimento, de um magma em diferentes componentes, com sucessiva formação e remoção dos minerais a temperaturas menores.

**DEFORMAÇÃO DAS ROCHAS – REGIME DÚCTIL E FRÁGIL**

Do estudo da deformação das rochas, os geólogos constaram que existem dois tipos principais de estruturas, nomeadamente as **dobras** e as **falhas**.

A deformação depende do tipo de força aplicada aos materiais e da natureza destes, e inclui os seguintes regimes:

* **Elástico** – quando o objeto retorna à sua forma inicial;
* **Plástico** – a força provoca a deformação permanente de material que

assim não retorna à sua posição inicial;

* **Frágil** – esta ultrapassa o limite de plasticidade do material que quebra.

As principais deformações das rochas ocorrem ao longo dos limites das placas litosféricas, sob a ação de forças que podem ser classificadas em:

* **Compressivas** – provocam a compressão do material, com redução do

seu volume;

* **Distensivas** – tendem a provocar o estiramento do material rochoso,

aumentando a distância entre as extremidades de um bloco, deslocando-se em sentidos opostos;

* **Cisalhamento** – sujeitam os corpos rochosos a forças em sentidos

opostos, modificando a sua forma inicial. As placas deslocam-se horizontalmente na mesma direção mas em sentido contrário.

A combinação de **temperaturas baixas,** associadas a **reduzidas** **pressões** e deformação concentrada num curto período de tempo, origina um **regime** **frágil**. Nestas condições, a plasticidade dos materiais é reduzida e estes tendem a fragmentar-se.

A **elevada** **pressão** e **temperatura** que se verifica **na** **crusta** **profunda** **e** **manto** **superior**, associadas a **processos** **lentos** de **deformação**, aumenta a plasticidade dos materiais e caracteriza o **regime** **dúctil**, com o desenvolvimento de dobramentos.

Conforme a atitude espacial, as dobras são classificadas em:

* **Antiforma** – as dobras apresentam uma curvatura convexa, em que a

abertura está orientada para baixo;

* **Sinforma** – a dobra apresenta uma abertura orientada para cima, com

uma curvatura côncava;

* **Dobra** **neutra** – a abertura da dobra encontra-se orientada lateralmente.

Em termos de sequencia estratigráfica, as dobras podem ser classificadas em:

* **Anticlinal** – os níveis mais antigos ocupam o núcleo da dobra;
* **Sinclinal** – os níveis mais recentes ocupam o núcleo da dobra.

**ROCHAS METAMÓRFICAS**

Agentes de metamorfismo

Qualquer rocha quando sujeita a condições de pressão e temperatura diferentes das que se formou pode sofrer metamorfismo. Este processo permite a formação das rochas metamrincipais texturas em rochas metamorficas:e a textura e mineralogia da rocha parental.sos lentos de deformaçXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXórficas.

O metamorfismo ocorre em função de três fatores: **pressão, calor e fluidos químicos circulantes.**

A pressão é um fator de metamorfismo extremamente importante podendo ser:

* **Pressão litostática** – o material fica sujeito a forças muito intensas em

todas as direções e provocam a sua deformação;

* **Pressão não-litostática** – ocorre quando as pressão são dirigidas em

resultado da atividade tectónica (um só direção).

A temperatura é um fator determinante no metamorfismo:

O metamorfismo ocorre a cima dos 100ºC, existindo diversas fontes de calor, nomeadamente:

* Gradiente geotérmico – resulta do aumento da temperatura com a

profundidade;

* Magmatismo – o calor também pode ser originado de corpos magmáticos

que ascendem ao longo da crusta.

Minerais Índice

As elevadas pressões e temperaturas provocam uma compactação e **recristalização** mineralógica. Este processo tende a afetar a textura da rocha inicial.

A **distena**, a **silimanite** e a **andaluzite** polimorfos comuns nas rochas metamórficas. São importantes indicadores das condições de pressão e temperatura do metamorfismo, pois estão ausentes nas rochas sedimentares e magmáticas.

É possível definir o grau de metamorfismo em função dos minerais índice das rochas em que:

* **Grau** **baixo** – temperaturas e pressões baixas, formam-se ardósias e

filitos;

* **Grau médio** – intermédio, formam-se xistos;
* **Grau elevado** – altas temperaturas e pressões, formam-se os ganisses.

Tipos de metamorfismo:

Os fatores de metamorfismo são responsáveis pela ocorrência de dois tipos principais de metamorfismo:

* **Contacto** – ocorre na **proximidade** **de** **intrusões** **magmáticas**, em

função do ligeiro aumento da pressão e **principalmente da temperatura**. Este metamorfismo ocorre principalmente nos **limites** **convergentes** de placas;

* **Regional** – pode ocorrer com o afundamento dos sedimentos nas bacias

oceânicas, em que o **aumento** das condições de **pressão** e **temperatura** ultrapassa as condições de diagénese. Ocorre principalmente em zonas de subducção **e limites convergentes de placa continental-continental.** O metamorfismo regional modifica profundamente a textura e mineralogia da rocha parental.

Principais texturas em rochas metamórficas:

Os fenómenos metamórficos provocam modificações na textura das rochas iniciais. A textura das rochas metamórficas pode ser classificada em:

* **Textura não foliada** – é comum em rochas resultantes **do**

**metamorfismo de contacto**, em que o**s cristais não crescem ao longo de direções definidas e paralelas**. Rochas: **corneana**, **quartzitos** e **mármores**.

* **Textura foliada** – é a principal característica textual das rochas que se

formam no **metamorfismo regional**. Esta origina-se pela **orientação e alongamento dos cristais em planos aproximadamente paralelos.** Quando sujeitos a forças, os cristais orientam-se perpendicularmente à direção da deformação. Rochas: **xisto**, **gnaisse**, **ardósia**.

**PRINCIPAIS RECURSOS GEOLÓGICOS**

Muitos dos recursos são limitados, pelo que o consumo excessivo nas ultimas décadas tem causado graves problemas ao nível das reservas disponíveis.

Alguns dos recursos são classificados como **renováveis** (energia geotérmica) ou **não** **renováveis** (combustíveis fosseis, energia nuclear e recursos minerais).

* **Não-renováveis** – a sua regeneração pelos processos naturais é muito

mais lenta do que o seu consumo, incluindo os combustíveis fosseis e a energia nuclear.

* **Renováveis** – as fontes de energia renovam-se a um ritmo superior ou

igual à taxa de consumo, e inclui a energia geotérmica, hidroelectrica, solar e eólica.

Recursos e reservas

As reservas são todos os depósitos minerais e rochosos que são economicamente viáveis para serem explorados.

Os recursos incluem as reservas exploráveis e todos os depósitos que podem vir a ser explorados no futuro.

Todas as regiões da Terra possuem potencial para produzir **energia geotérmica**, mas as zonas com elevado gradiente são mais rentáveis, pois permitem obter maiores quantidades de energia a menores profundidades.

É frequente classificar-se as fontes de energia geotérmica em:

* **Alta** **entalpia** – alta temperatura. É frequente estar associado a regiões

com atividade vulcânica, sísmica ou magmática, sendo possível o seu aproveitamento para produção de energia elétrica.

* **Baixa** **entalpia** – baixa temperatura. Na maioria das situações estão

associadas à deslocação de água ao longo de fraturas profundas ou água presente em rochas porosas a grande profundidade. É explorada para uso termal e aquecimento.

Exploração dos recursos e desenvolvimento sustentável

O conceito de desenvolvimento sustentável está intimamente associado à **exploração** **sustentada** dos recursos.

Exploração equilibrada de recursos geológicos de acordo com as melhores práticas ambientais, procurando reduzir a quantidade de recursos explorados e de resíduos produzidos.