




ROCHAS METAMÓRFICAS

Fonte: <http://www.cientic.com/>

GEOLOGIA - 11.º ANO



METAMORFISMO – O que é?

 Processo da dinâmica interna, através do qual qualquer tipo de rocha experimenta um conjunto de transformações mineralógicas e/ou estruturais, mantendo-se, no estado sólido, sob a influência de factores de metamorfismo.



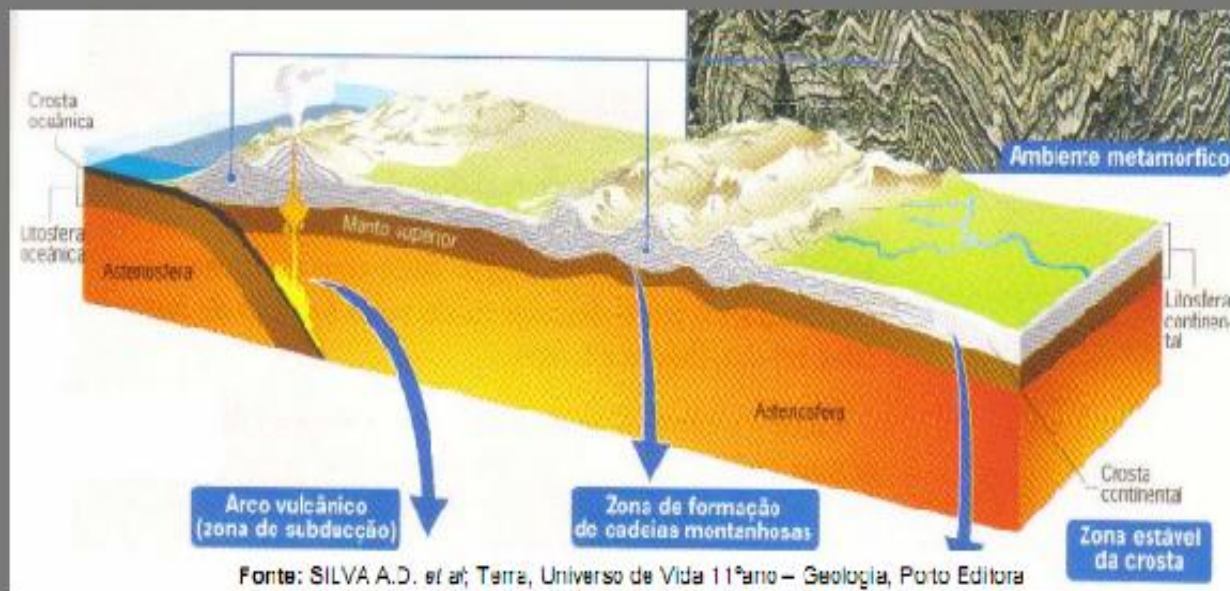
ACTIVIDADE 1: Localização, na Terra, dos fenómenos metamórficos:

O efeito crescente da pressão e da temperatura desencadeia o metamorfismo

1. Indique locais da Terra nos quais pensa que, actualmente, estejam a ocorrer fenómenos metamórficos devido a um aumento predominante:

i. da temperatura;

ii. da pressão.



2. Como explica o afloramento de rochas metamórficas em zonas actualmente estáveis, do ponto de vista tectónico.



METAMORFISMO

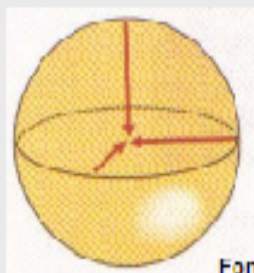
- 🗿 É um processo muito **lento**;
- 🗿 Ocorre em **profundidade** (entre os 10 – 30 km);
- 🗿 Está associado a contextos tectónicos como **zonas de subducção** e de formação de **cadeias de montanhas**;
- 🗿 Insere-se, em regra, num estado de deformação **Dúctil** do material rochoso.

FACTORES DE METAMORFISMO:

TENSÃO

Podem ser

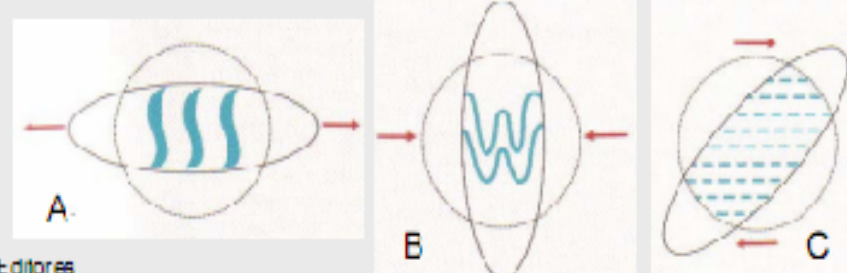
T.Litostática



Fonte: DIAS A.G. et al: Geologia 11 – Geologia. Areal Editores

As forças aplicadas sobre o corpo são iguais em todas as direções

T. Não Litostática



A – Tensões de distensão, em zonas de limite divergente de placas tectónicas

B – Tensões de compressão, em zonas de limite convergente de placas tectónicas.

C – Tensões de cisalhamento, em zonas de limite transformante de placas tectónicas.

FLUIDOS

☞ Durante o processo metamórfico as rochas podem entrar em contacto com fluidos circulantes que reagem com elas alterando a sua composição química e mineralógica.

TEMPERATURA

☞ A partir dos 200°C ocorre alteração da composição mineralógica e da textura das rochas;

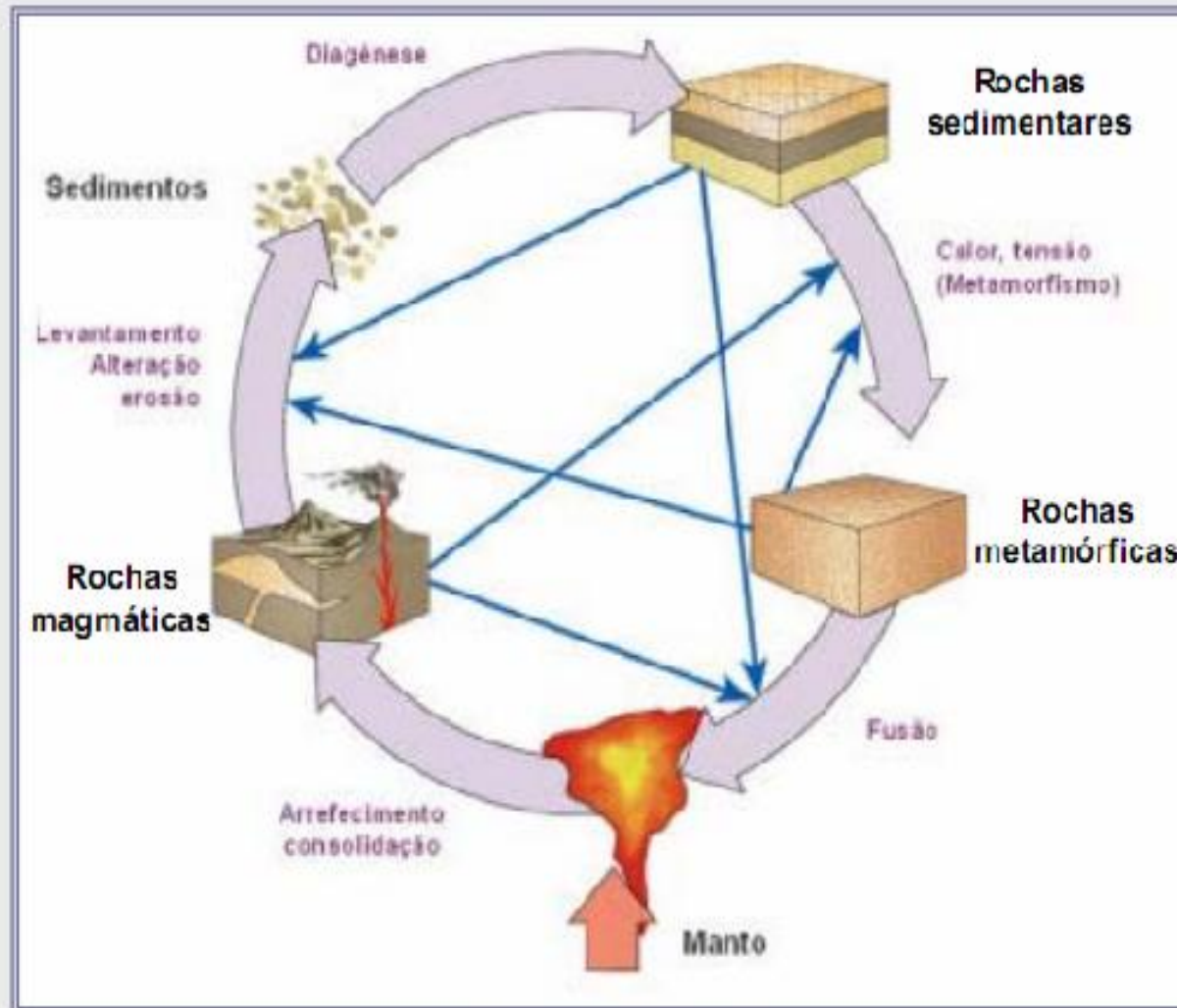
☞ Estabelecem-se novas ligações atómicas, surgindo novas redes cristalinas e, conseqüentemente novos minerais;

☞ A partir dos 800°C o material rochoso entra em fusão (magnetismo).

TEMPO

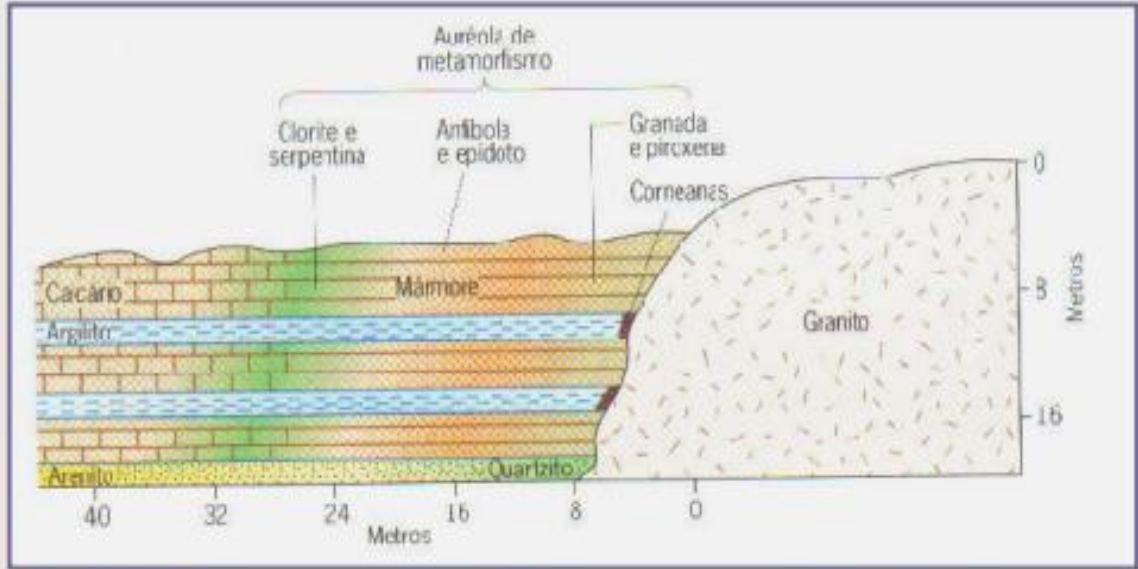
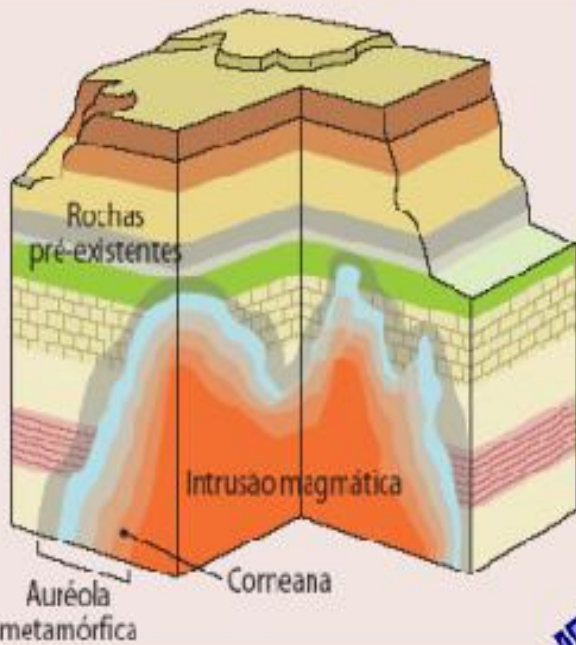
☞ Os fenómenos metamórficos são extremamente lentos, daí ser necessário um longo período de tempo até se formar uma rocha metamórfica.

CICLO DAS ROCHAS:





TIPOS DE METAMORFISMO: Metamorfismo de Contacto ou Local

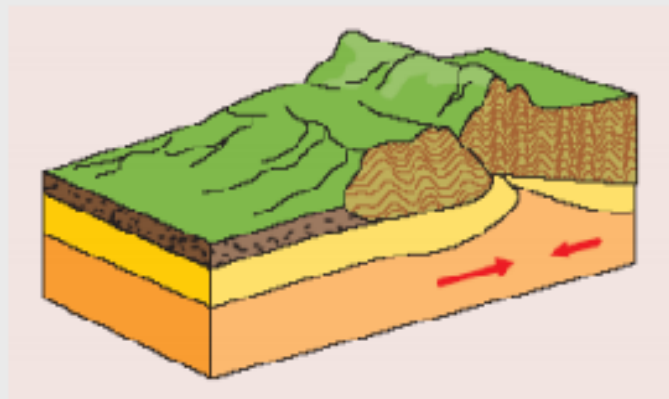


Fonte: SILVA A.D. et al, Terra, Universo de Vida 11º ano - Geologia, Porto Editora



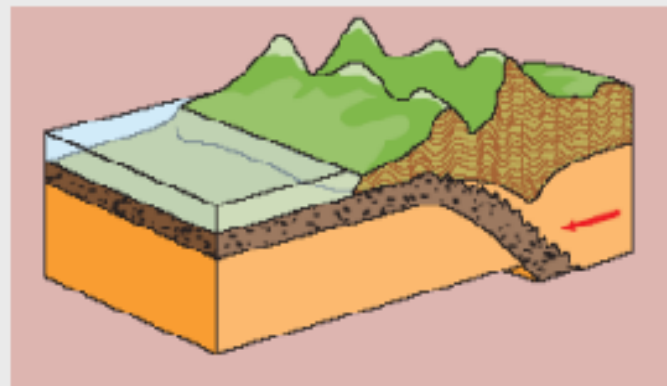
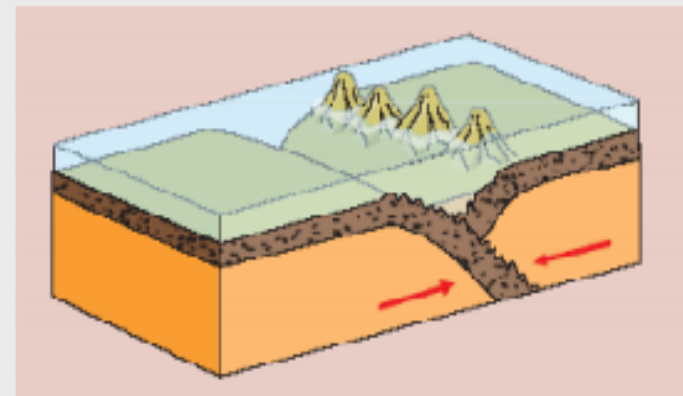
Fonte: DIAS A.G. et al; Geologia 11 - Geologia, Areal Editores

TIPOS DE METAMORFISMO: Metamorfismo de Regional



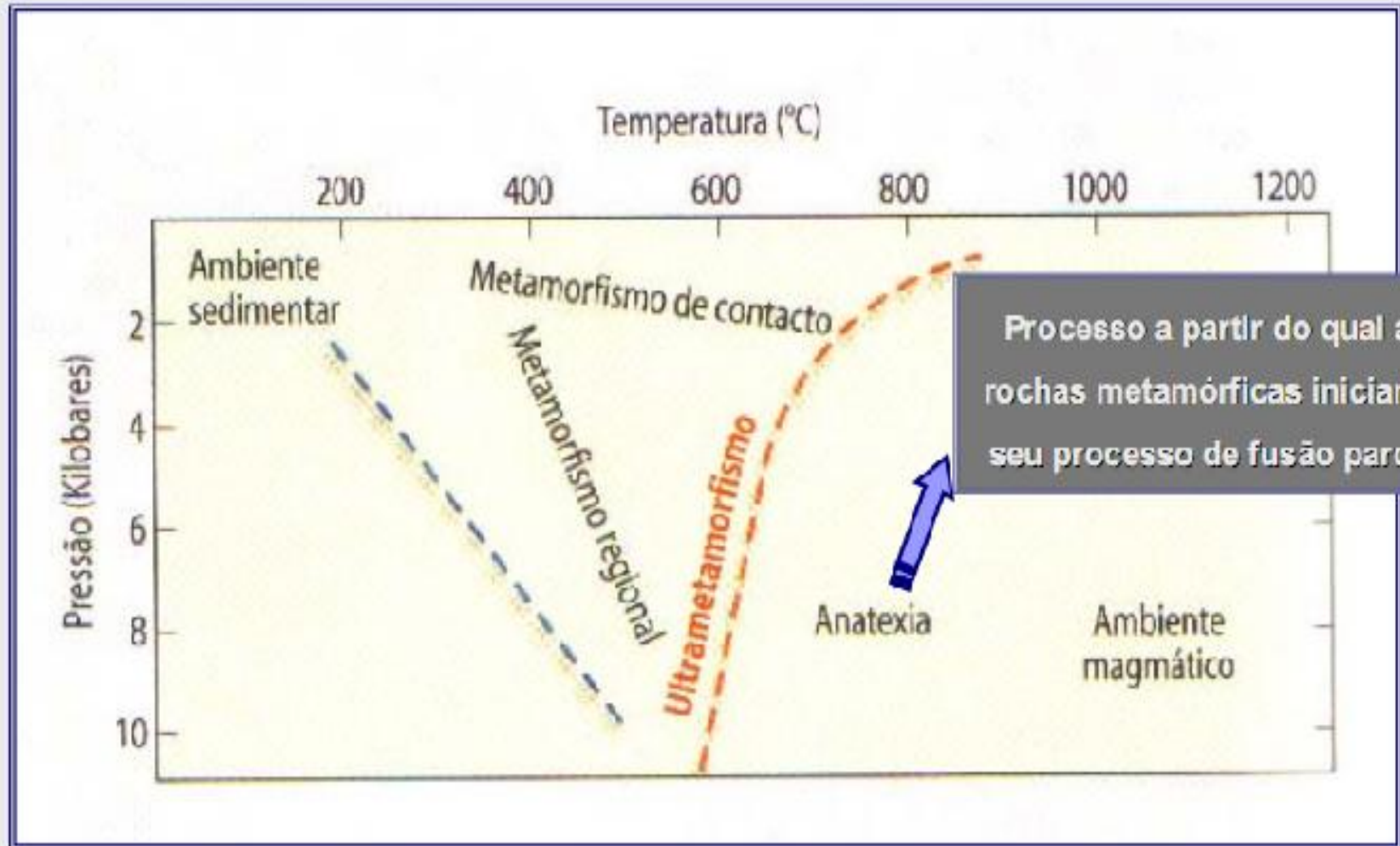
Colisão entre duas placas continentais – o metamorfismo associado à formação de montanhas

Colisão entre duas placas oceânicas – o metamorfismo associado a arcos ilhas vulcânicos



Colisão entre uma placa oceânica e uma continental – o metamorfismo associado a cordilheiras vulcânicas

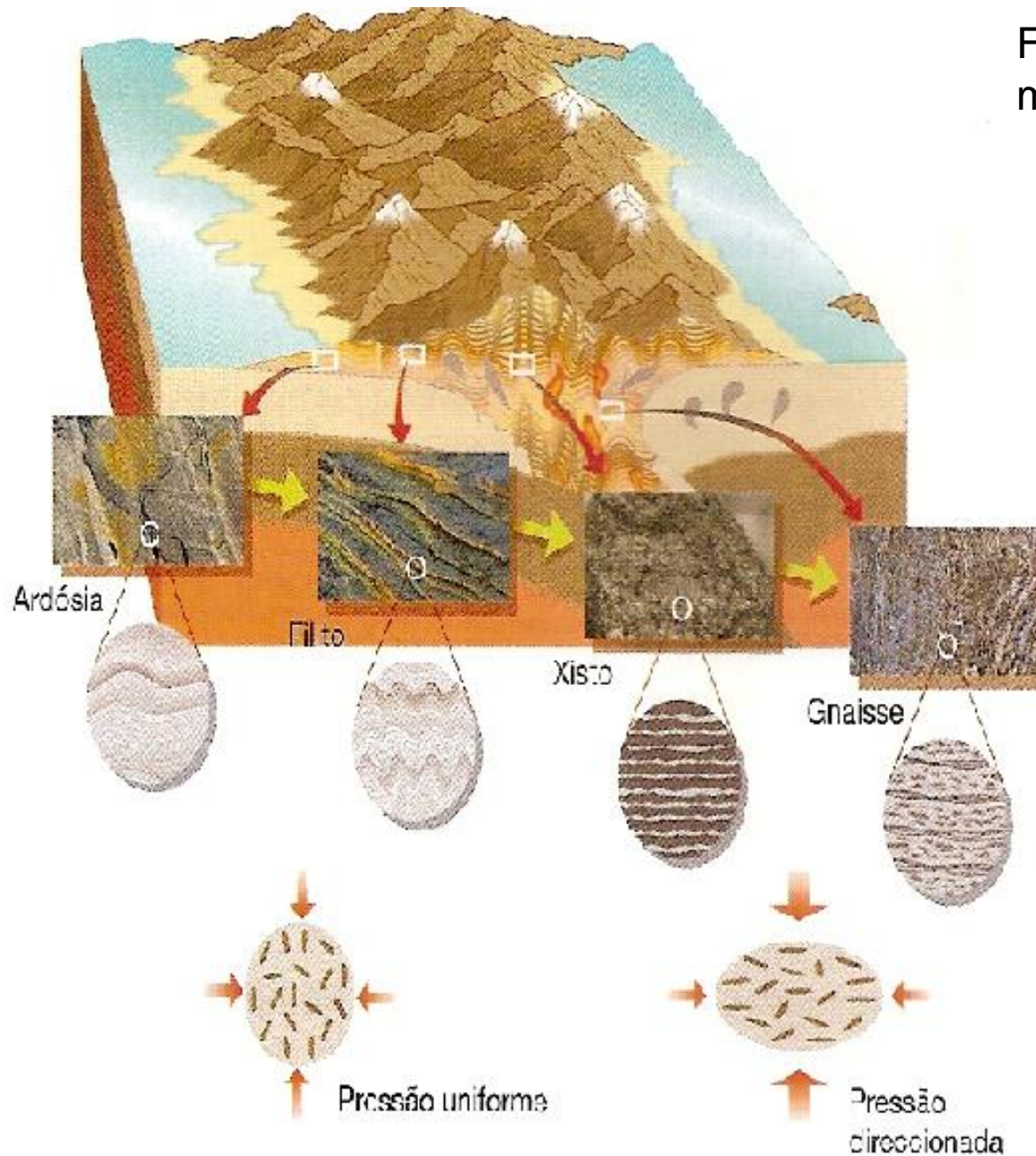
DOMÍNIO TERMODINÂMICO DE ALGUNS TIPOS DE METAMORFISMO



Principais texturas e rochas metamórficas

- Os fenómenos metamórficos provocam modificações na textura das rochas iniciais.
- A textura depende da **dimensão dos cristais**, **forma** e **arranjo dos diferentes** minerais, e **pode ser em parte herdada da rocha-mãe**.
- De uma forma simples pode-se classificar a textura das rochas metamórficas em:
 - **Não foliada**;
 - **Foliada**.
- A **textura não foliada** é comum em todas as rochas do metamorfismo de contacto, em que os cristais não crescem ao longo de direcções definidas e paralelas.

Formação da foliação no metamorfismo regional








Rochas metamórficas com textura não foliada (principais)

Rocha	Caracterização	
Corneana	<p>Apresenta diversidade de cores, geralmente escuras, devido à sua variada composição mineralógica. Os cristais que a constituem não possuem orientação definida, são finos e de idênticas dimensões. Podem ocorrer grandes cristais de estauroлите, andaluzite, granadas ou outros minerais típicos de metamorfismo de contacto. São muito duras e densas. Rocha formada em metamorfismo de contacto, nas auréolas mais internas.</p>	 <p>A photograph of a dark, angular rock sample with a fine-grained, non-foliated texture. A small scale bar labeled '1cm' is visible at the bottom right of the image.</p>
Mármore	<p>Possui uma variedade de cores que lhe é conferida pelas diferentes composições químico-mineralógicas que pode possuir. Formado principalmente por cristais bem individualizados de calcite e dolomite. Pode existir uma xistosidade reduzida, conferida pelos minerais micáceos e anfíbolas. Os cristais possuem todas as dimensões semelhantes e faz efervescência com os ácidos. Origina-se a partir do calcário.</p>	 <p>A photograph of a light-colored, angular rock sample with a crystalline texture. The rock is set against a dark background.</p>
Quartzito	<p>Apresenta cores variadas, mas claras, grande dureza e cristais com dimensões semelhantes. É constituído, essencialmente, por quartzo recristalizado. Resulta da metamorfização de arenitos siliciosos.</p>	 <p>A photograph of a light-colored, angular rock sample with a crystalline texture. A coin is placed next to the rock for scale. The rock is set against a dark background.</p>

Rochas metamórficas com textura foliada

- A **foliação** é a principal característica textural das rochas que se formaram no metamorfismo regional.
- Origina-se pela orientação e alongamento dos cristais em planos aproximadamente paralelos, observados quando a rocha se fragmenta.
- Quando sujeitos a forças, os cristais orienta-se perpendicularmente à direcção de deformação.
- A foliação é facilmente observada em rochas com elevado conteúdo em micas.

Ardósia	<p>Possui cor escura (cinzenta a negra) e não se distinguem à vista desarmada os seus elementos constituintes. Por vezes, apresenta veios de quartzo, cristais de mica, pirite ou outros minerais de metamorfismo, que lhe confere um brilho sedoso. Apresenta uma xistosidade muito nítida. Resulta da metamorfação regional de baixo grau de argilitos e outros sedimentos de grão fino.</p>	
Filádio	<p>Possui uma cor relativamente clara, devido à presença de quartzo, moscovite e clorite que lhe conferem um brilho lustroso. Ocorrem cristais de pirite, andaluzite, granada e estauroлите, numa matriz de minerais muito finos visíveis macroscopicamente. Apresentam xistosidade acentuada, sendo as suas superfícies muito brilhantes. Representam um baixo grau de metamorfismo, mas superior ao das ardósias.</p>	
Micaxisto	<p>As micas, o quartzo e o feldspato são os principais minerais constituintes desta rocha, que apresenta uma acentuada xistosidade. A presença de cristais de granada, estauroлите e andaluzite indica a existência de metamorfismo de grau médio a alto grau.</p>	
Anfibolito	<p>Rocha dura, densa, de cor verde-escura a negra, apresenta xistosidade, sendo constituída essencialmente por anfíbolas, clorite e plagioclases, possuindo ainda quartzo e granadas. Possui granularidade média a grosseira. Rocha que ocorre no metamorfismo regional de grau médio a elevado.</p>	
Gnaiss	<p>Apresentam uma alternância de bandas claras com bandas escuras. Possuem granularidade evidente. São rochas de grau de metamorfismo médio a elevado.</p>	

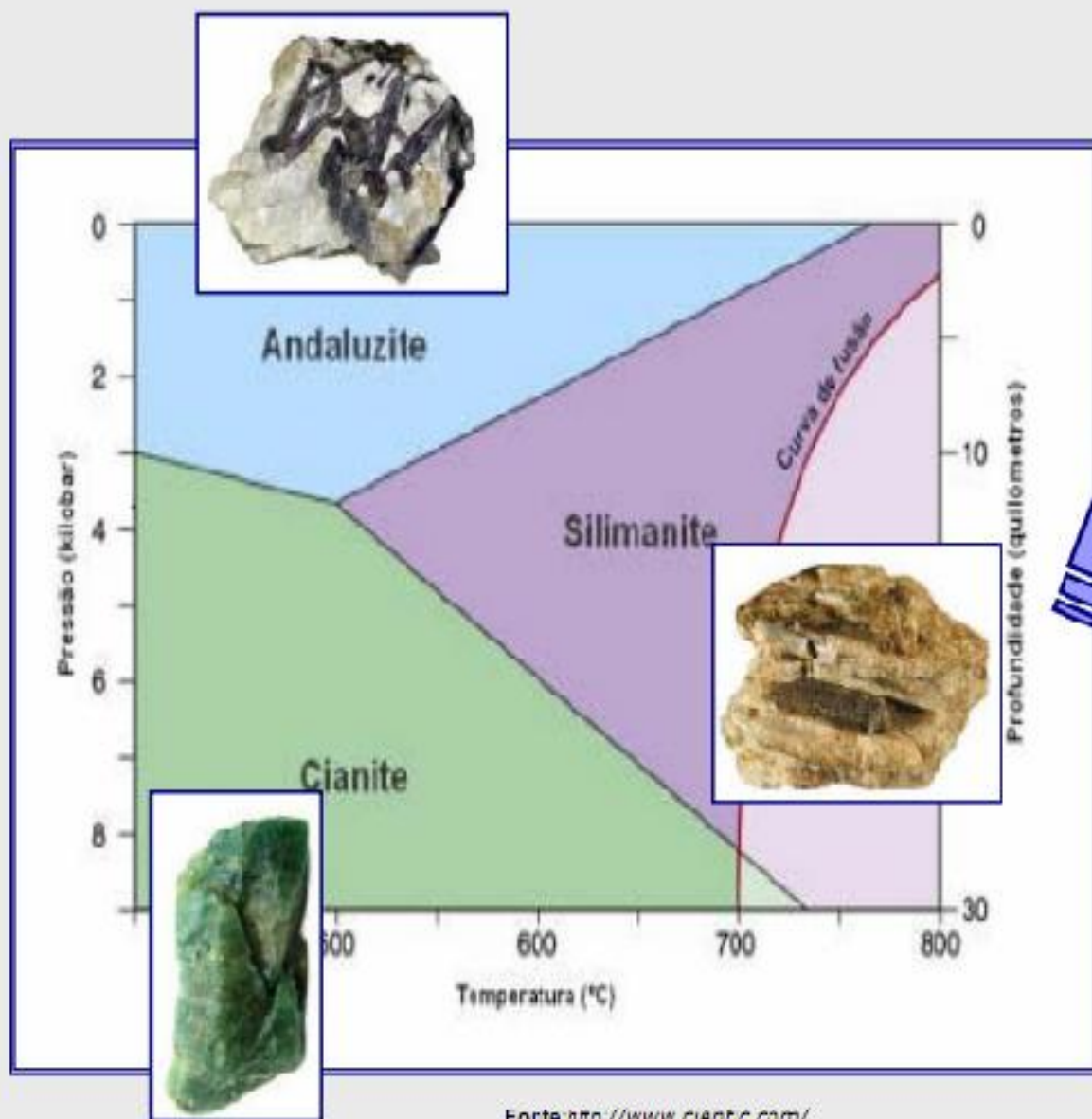
O grau de metamorfismo depende das condições geológicas

- As rochas metamórficas formam-se em condições de temperatura, pressão, fluidos circulantes e tempo muito variáveis.
- Estes factores, associados à composição química e textura da rocha-mãe, são importantes na definição da rocha metamórfica final.
- A composição mineralógica é essencial para indicar as condições metamórficas a que as rochas foram sujeitas.
- No metamorfismo regional e de contacto, a distribuição dos minerais nas rochas metamórficas permite estudar a variação das condições de pressão e temperatura.
- É assim possível definir o grau de metamorfismo em função dos **minerais índice** das rochas, em que:

Mineral índice – Mineral indicador que define uma determinada zona metamórfica, caracterizada por condições de pressão e temperatura específicas.

É essencial na determinação das condições de metamorfismo.

É frequente o estudo de associações de minerais para caracterizar as condições de metamorfismo.



MINERAIS POLIMORFOS

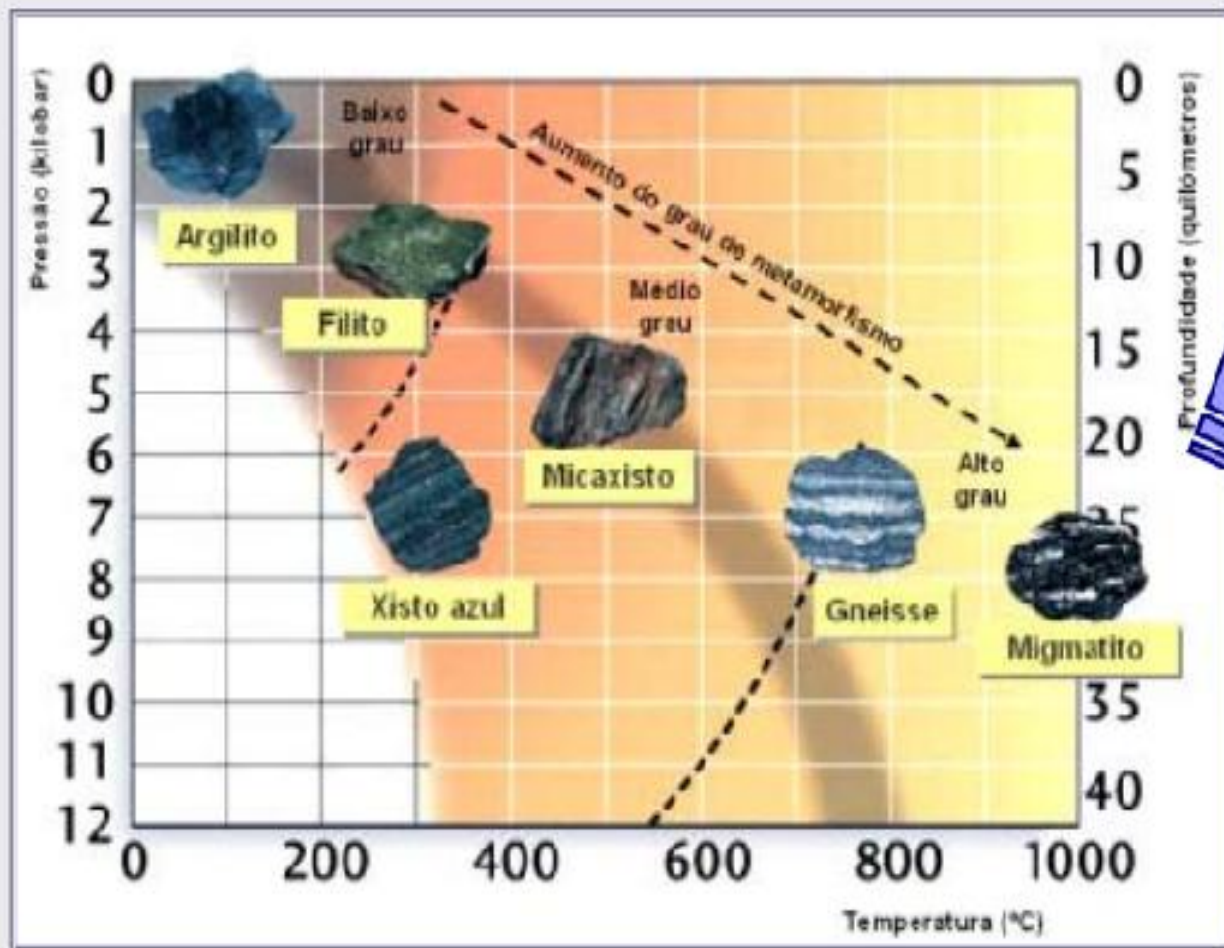
(a sua composição química é idêntica (Al₂SiO₅), mas apresentam estruturas cristalinas diferentes);

MINERAIS ÍNDICE (A sua presença na rocha define as condições de pressão e temperatura a que foi formada).

- **Grau baixo** (temperaturas e pressões baixas) – varia entre os **100-200°C**, formando as **ardósias** e os **filitos**, compostos essencialmente por **moscovite** e **biotite**.
- **Grau médio** (intermédio) – formam-se os **xistos**, que possuem **granadas** e **estaurolites**, por vezes na forma de cristais de elevadas dimensões e temperaturas (entre os **200-500°C**).
- **Grau elevado** – as temperaturas podem atingir os **800°C**, no limite da fusão. Formam-se os **gnaisses**, ricos em **silimanite**.
- O estudo das rochas metamórficas actuais, nomeadamente as associações mineralógicas e as características texturais, permite obter dados fundamentais para a reconstituição das condições a que foram sujeitas e a sua localização, de forma a compreender o dinamismo e a evolução da Terra.



Qual a influência dos factores de metamorfismo na génese de minerais metamórficos?



RECRISTALIZAÇÃO

(formação de novos minerais, devido à reorganização espacial das partículas constituintes dos minerais das rochas, quando submetidas a novos parâmetros de pressão e temperatura)

Relação entre metamorfismo e placas tectónicas

- Os principais tipos de metamorfismo relacionam-se com a tectónica de placas:
- Na plataforma continental ocorre a acumulação de sedimentos que sofrem afundamento e diagénese.
- Acima dos 100°C inicia-se o metamorfismo, de baixo grau e reduzida foliação, em que a pressão é essencialmente litostática.
- No limite convergente de placas sofrem afundamento e encontram-se sujeitos a forças compressivas.
- É o fenómeno metamórfico mais comum e encontra-se associado às principais cadeias montanhosas.
- Actualmente ocorre nos Himalaias e nos Andes.
- - Na **região de subducção**, a movimentação da placa oceânica sujeita as rochas a elevadas temperaturas e pressões não litostáticas.
- - No **limite convergente entre duas placas continentais**, ocorre um espessamento da crosta continental, em que as rochas ficam sujeitas a elevadas pressões e temperaturas, responsáveis pela ocorrência do metamorfismo regional.
- - Ainda nos **limites convergentes**, e devido à **presença de rochas magmáticas plutónicas**, ocorre metamorfismo de contacto na proximidade dos corpos magmáticos em arrefecimento.
- As pressões mantêm-se altas nestas condições, mas a temperatura é um dos principais factores do metamorfismo de contacto.

Rochas metamórficas em Portugal

- As rochas metamórficas são abundantes em Portugal, com vestígios de deformações muito antigas dos terrenos actuais.
- A formação deste tipo de rochas, está associada aos restantes tipos de rochas.
- As rochas em Portugal reflectem a ocorrência de fenómenos geológicos que envolveram o fecho e a abertura sucessiva de bacias sedimentares oceânicas, em função do regime de forças tectónicas.
- **Pré-Câmbrico** – presença de uma bacia oceânica em que se acumularam elevadas quantidades de sedimentos.
- O fecho posterior deste oceano causou o dobramento dos sedimentos e a ocorrência de metamorfismo regional e de contacto, devido ao magmatismo que se gerou no limite convergente das placas litosféricas primitivas.
- As unidades mais antigas, com mais de 1000 M.a., são formadas por gnaisses, quartzitos e migmatitos na região do Alentejo e Vale do Tejo.

- **Câmbrico** – a abertura de um novo oceano permitiu a acumulação de espessos sedimentos, de diferente natureza (detrítica, química e biogénica).
- **Câmbrico e Devónico** – instalação de uma **zona de subducção** nos terrenos actualmente correspondentes ao **Alentejo**, com a **ocorrência de metamorfismo e formação de uma cadeia mostanhosa que foi posteriormente erodida**.
- As rochas que se formaram foram essencialmente **xistos e mármore**s (metamorfismo de rochas carbonatadas).
- Na zona **Centro-Ibérica** os sedimentos finos que se acumularam no oceano primitivo sofreram metamorfismo regional e originaram **quartzitos** muito deformados.
- No **norte do território** acumularam-se depósitos ricos em ferro.
- **Silúrico** – ocorreu magmatismo básico a ultrabásico na região do Alto Alentejo.
- No final do **Devónico e Carbónico** ocorreu vulcanismo submarino no Alentejo com a formação de jazidas de metais.
- A colisão dos continentes no Carbónico que levou à formação do supercontinente Pangea, originou novos dobramentos e rochas metamórficas, com a formação da maioria das rochas plutónicas do norte e centro.

- Em algumas regiões continentais formaram-se pequenas bacias lagunares em que se formaram depósitos de carvão.
- No **Mesozóico** inicia-se a **abertura do Atlântico**, com a deposição de rochas sedimentares (arenitos vermelhos e evaporitos) em mares pouco profundos durante o **Triásico**.
- No **Jurássico** estas fossas foram definitivamente ocupadas por areias, com a deposição de calcários.
- O ciclo de subida e descida do nível do mar permitiu a deposição de diferentes rochas sedimentares, num contexto muito complexo.
- No **final do Cretácico**, ocorrem novos episódios magmáticos na região de Sintra e Lisboa.

Principais exemplos de rochas metamórficas em Portugal

Distribuição genérica

As rochas metamórficas são abundantes em Portugal continental. Foram formadas em diferentes momentos da história da Terra. Existem diversos tipos de rochas formadas durante o metamorfismo regional e de contacto, na proximidade das rochas magmáticas plutónicas.

Santa Comba Dão

A presença de corneanas na proximidade de corpos plutónicos pode ser explorada pelo seu interesse económico, uma vez que pode ter usos diversos.

Alentejo

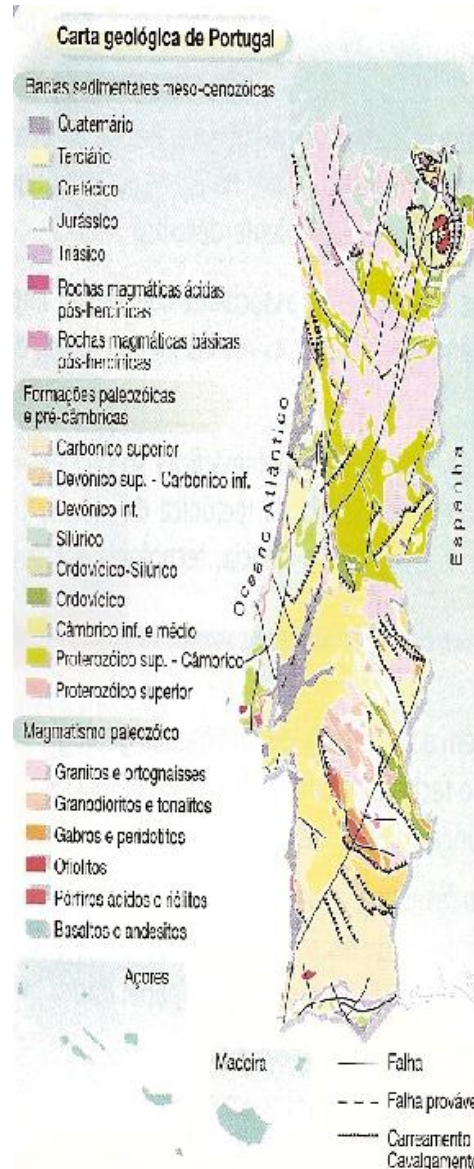
Na região do Évora, Moura e Barrancos é possível observar uma elevada variedade de rochas metamórficas, como, por exemplo, gnaisses, filitos e micaxistos. Encontram-se também mármore, que são explorados para a extração de pedra ornamental e construção.

Porto - Espinho - Albergaria-a-Velha

Filitos e gnaisses que localmente estão associados a migmatitos (indicam o início de fusão).

Região de Coimbra

Rochas metamórficas da "Série Negra" com filitos, quartzitos e gnaisses escuros que se formaram há aproximadamente 1000 M. a. e que se encontram no núcleo antigo da Península Ibérica.



Região do Douro e Beiras

Os xistos são abundantes e em alguns níveis é possível identificar invertebrados marinhos fossilizados, no entanto, mal conservados. Formaram-se entre o Câmbrio e o Ordovício e constituem importantes unidades litológicas

Bragança (Morais e Vinhais)

Diversos depósitos de amianto e talco

Moncorvo e Serra do Marão

Depósitos sedimentares muito ricos em ferro que sofreram metamorfismo, compostos por hematite e magnetite, constituindo importantes reservas de ferro

Estremoz - Vila Viçosa

Presença de mármore explorados e com elevado potencial económico. Apresentam várias colorações

Rochas Metamórficas

