



# BIOLOGIA GEOLOGIA 11º ANO

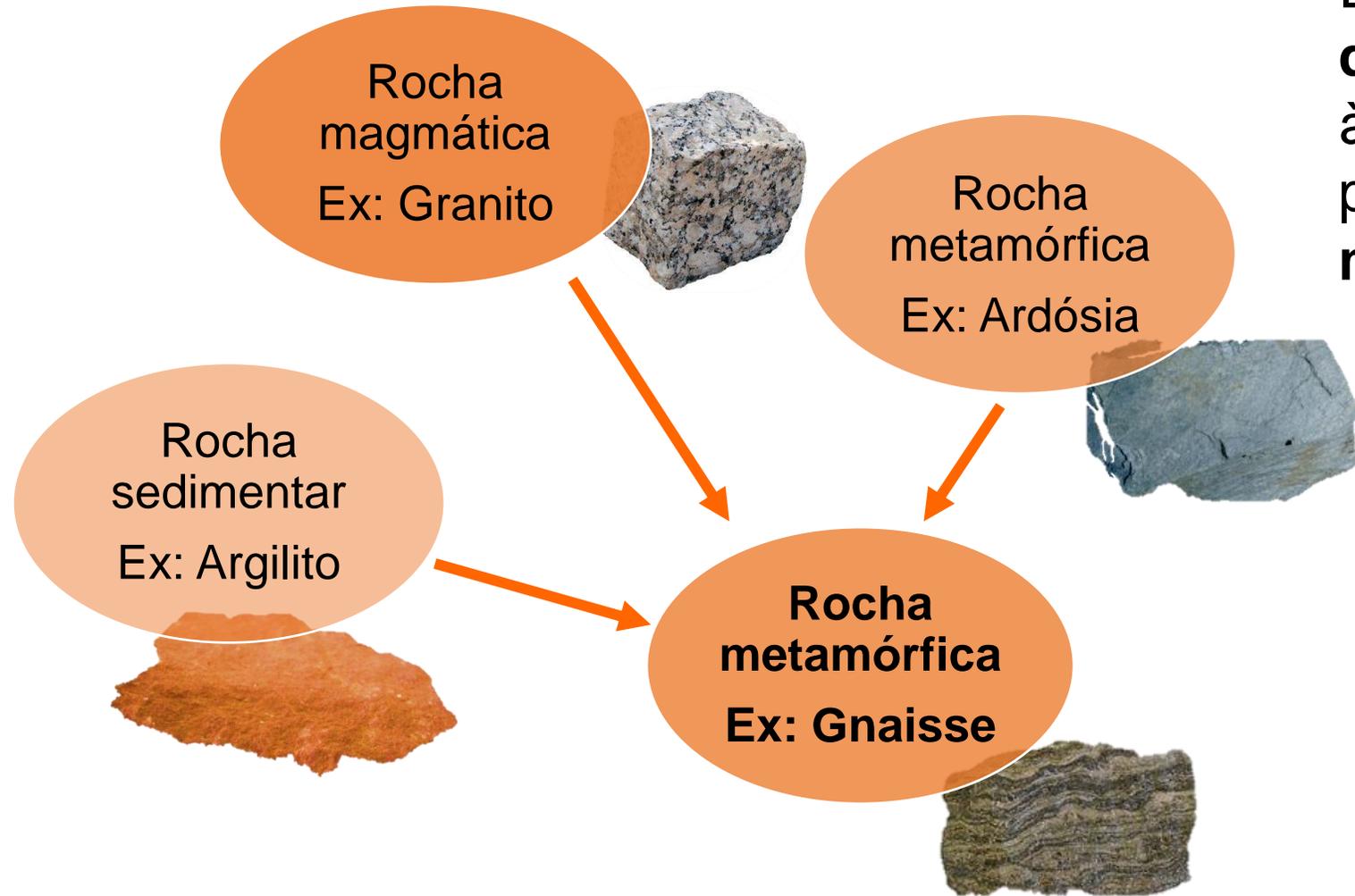
Aula nº 10

## **ROCHAS METAMÓRFICAS**

Profª Carmo Jardim

# ROCHAS METAMÓRFICAS

Em condições **termodinâmicas diferentes** das que presidiram à sua formação, as rochas podem passar por processos de **metamorfismo**.



# ROCHAS METAMÓRFICAS

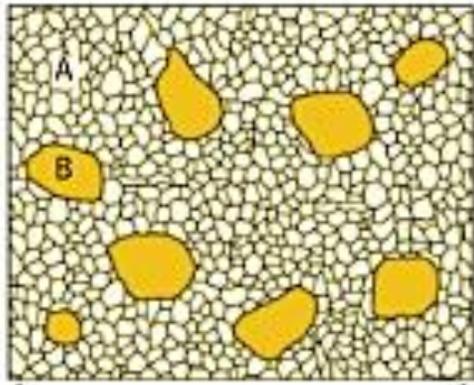
## MINERALOGIA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

Alterações mineralógicas nas rochas metamórficas...

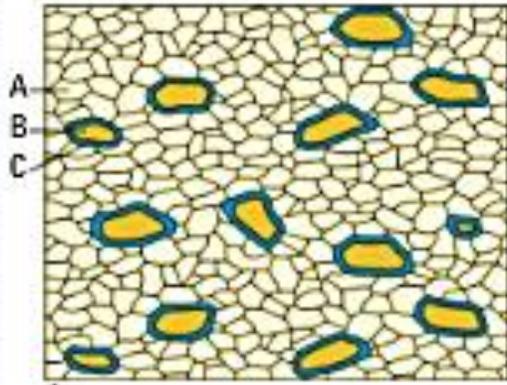


# ROCHAS METAMÓRFICAS

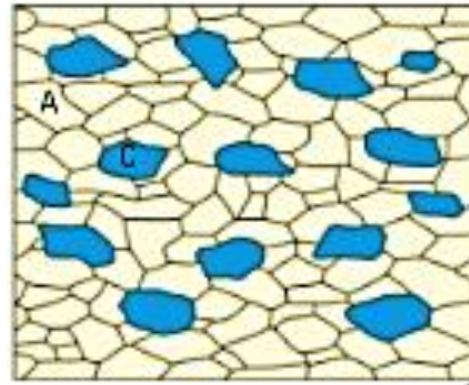
## MINERALOGIA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS



Pressão: P1  
Temperatura: T1  
Minerais A e B estáveis



Pressão: P2  
Temperatura: T2  
Minerais A e C estáveis



# ROCHAS METAMÓRFICAS

## MINERALOGIA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

### Podem permanecer – minerais estáveis

- Não se alteram com as novas condições de pressão e temperatura.
- Ex: **quartzo, calcite.**

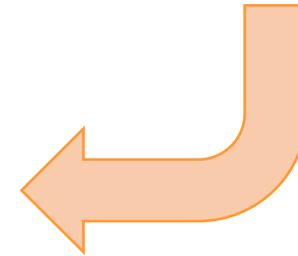
### Podem reaparecer

- Durante a recristalização como resultado das reações entre diferentes minerais da rocha inicial.
- Ex: **feldspatos, biotite.**

### Podem recristalizar

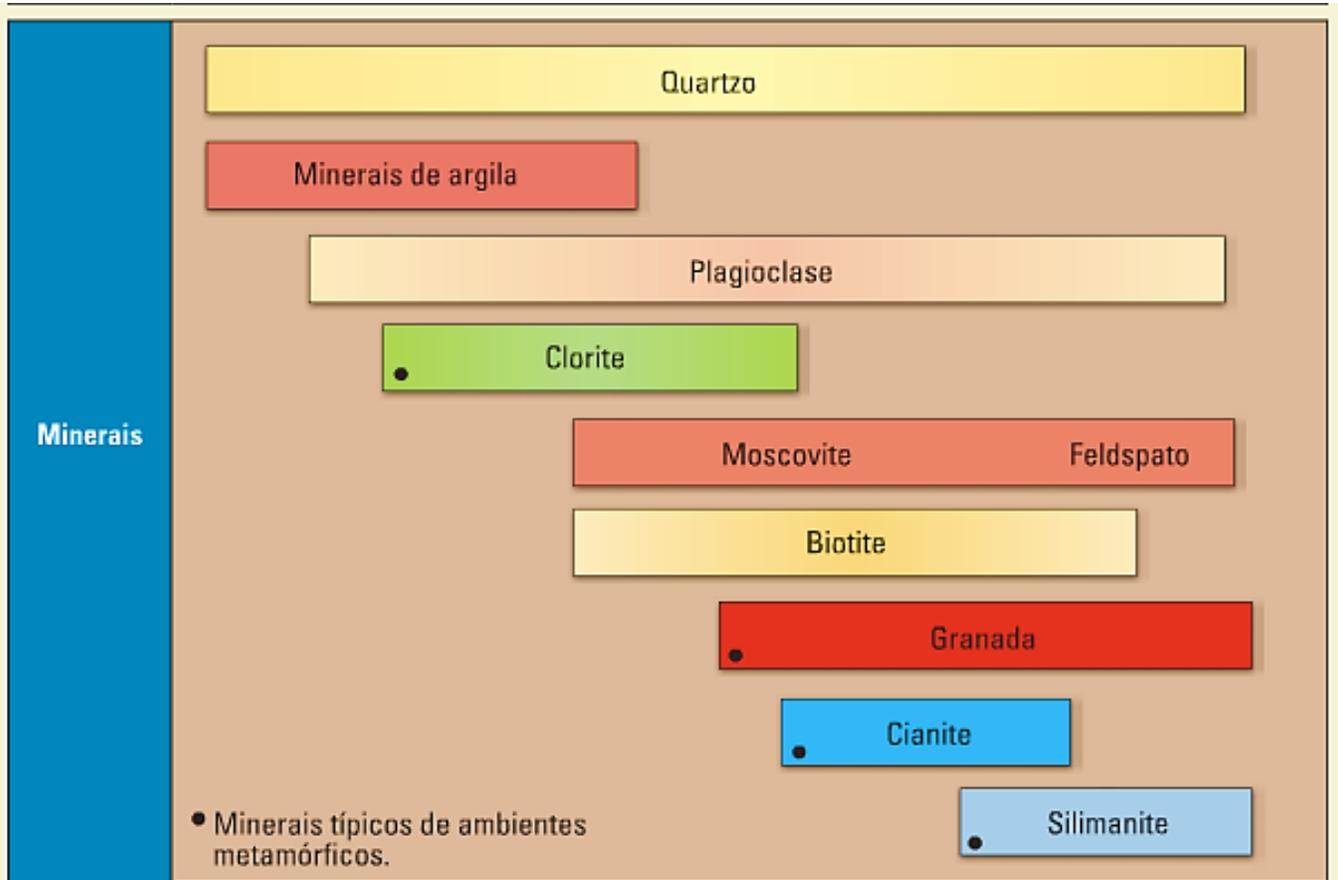
- Formação de minerais característicos das rochas metamórficas.
- Ex: **distena, andaluzite, silimanite, granada**

Minerais iniciais...



# ROCHAS METAMÓRFICAS

## MINERALOGIA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS



### MINERAIS METAMÓRFICOS:

- **Comuns às rochas ígneas** – quartzo, feldspatos, moscovite...
- **Comuns às rochas sedimentares** – calcite, dolomite...
- **Exclusivos das rochas metamórficas** – clorite, granada, cianite, silimanite...

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## MINERALOGIA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

Fatores de metamorfismo



Recristalização



- Alteração da **composição química** dos minerais iniciais formando-se **novos minerais (neoformação)**... ou...
- ...alteração da **estrutura cristalina** de um mineral **sem** variação da **composição química - POLIMORFISMO**

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## MINERALOGIA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

### MINERAIS ÍNDICE

São minerais que se formam num intervalo muito restrito de **pressão e temperatura**.

Permitem:

- Distinguir rochas metamórficas de outro tipo de rochas.
- Caracterizar as condições de P e T presentes quando a rocha se formou – **paleobarómetros e paleotermómetros**.
- Identificar os **diferentes graus** de metamorfismo.



Andalusite



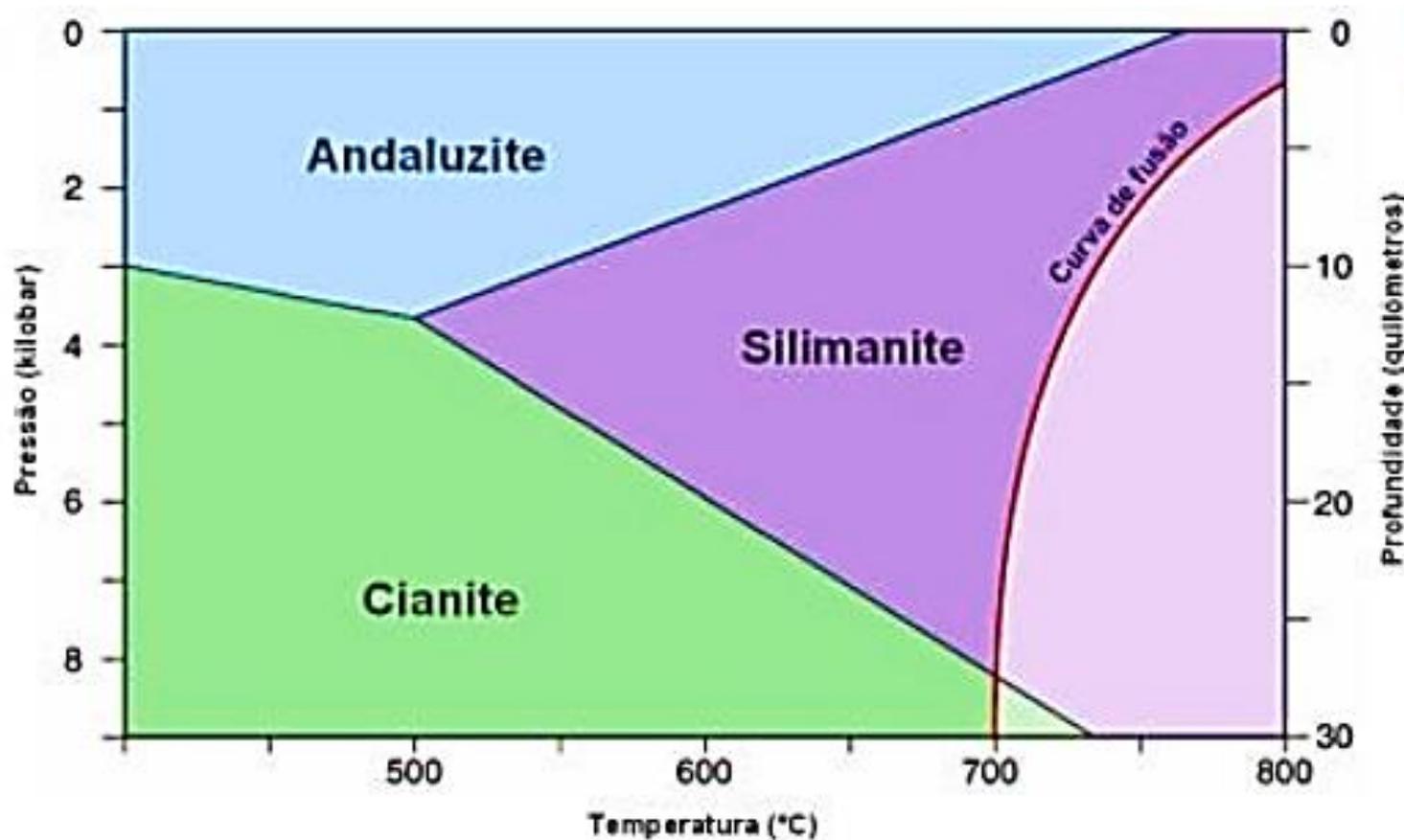
Silimanite



Cyanite

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## MINERALOGIA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS



### Polímeros de $\text{Al}_2\text{SiO}_5$

**Andalusite** – baixa pressão e baixa a média temperatura.

**Cianite** – elevada pressão.

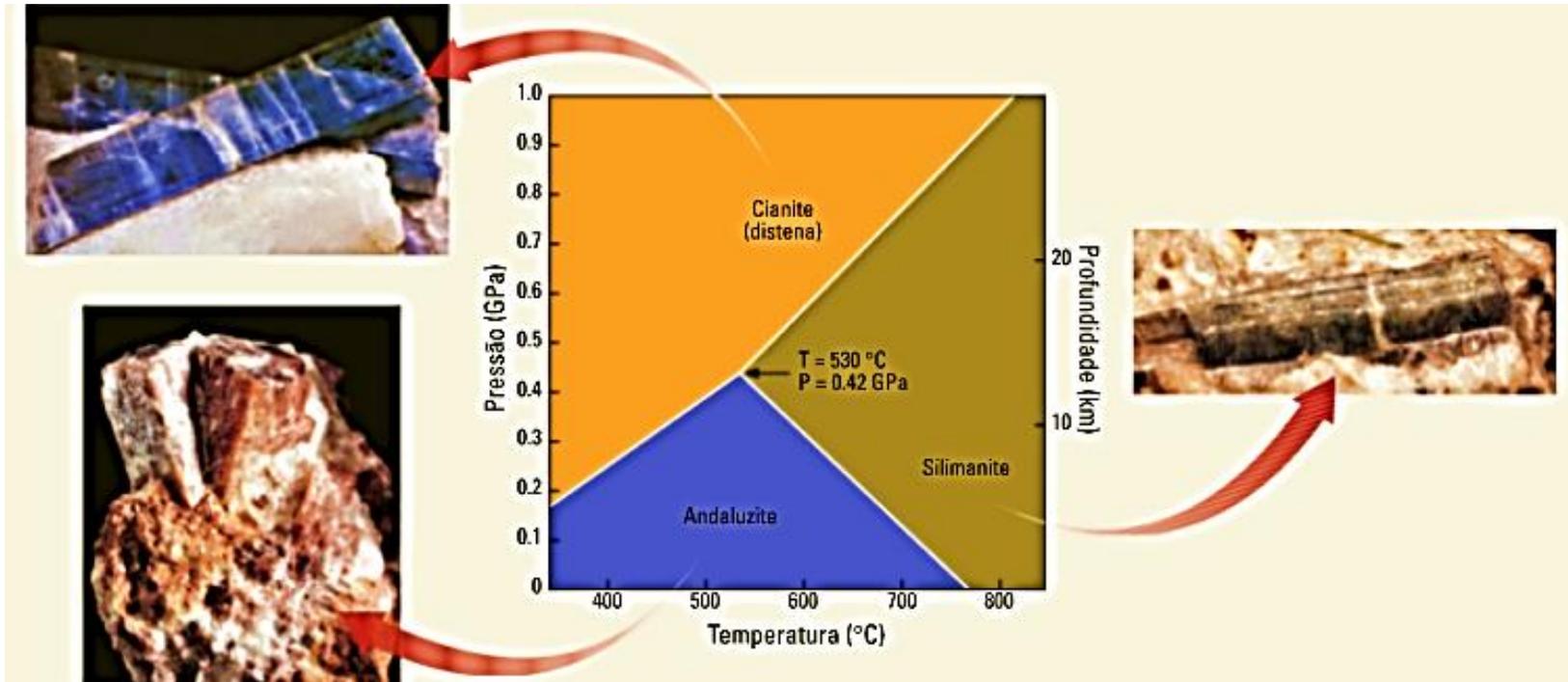
**Silimanite** – elevada temperatura.

**MINERAIS ÍNDICE**

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## MINERALOGIA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

## MINERAIS ÍNDICE



Campos de estabilidade de polimorfos de  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## GRAU DE METAMORFISMO

### Intensidade das transformações

- Quanto mais próximo da fonte de calor
- Quanto mais elevadas as condições de P e T
- Quanto mais tempo os agentes atuarem

Maior o grau de metamorfismo – maiores modificações mineralógicas e texturais da rocha

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## GRAU DE METAMORFISMO

Tendo em conta as condições de pressão e temperatura que estiveram presentes na formação da rocha metamórfica define-se...

O grau de metamorfismo da rocha

Baixo grau

Médio grau

Alto grau

# METAMORFISMO

## GRAU DE METAMORFISMO

Grau de metamorfismo	Minerais-índice
Baixo	Clorite, moscovite e biotite
Intermédio	Granada e estaurolite
Elevado	Silimanite

Rochas de **elevado grau de metamorfismo** apresentam frequentemente cristais de **elevadas dimensões** já que estes minerais, após se formarem, permanecem estáveis nessas condições.



Quartzito com clorite



Granada



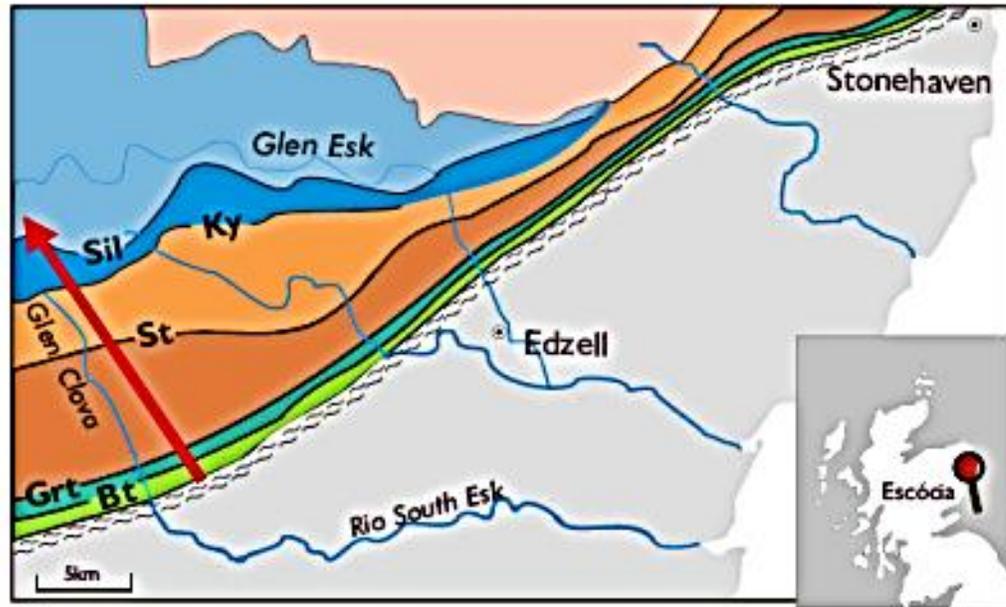
Estaurolite



Silimanite

# METAMORFISMO

## GRAU DE METAMORFISMO



Zonas	Isógradas	
Clorita	(Chl - não indicada)	Sedimentos mais jovens
Biotita	Bt	Zona de falha (Highland Boundary)
Granada	Grt	Granito
Estaurolita	St	
Cianita	Ky	
Sillimanita	Sil	

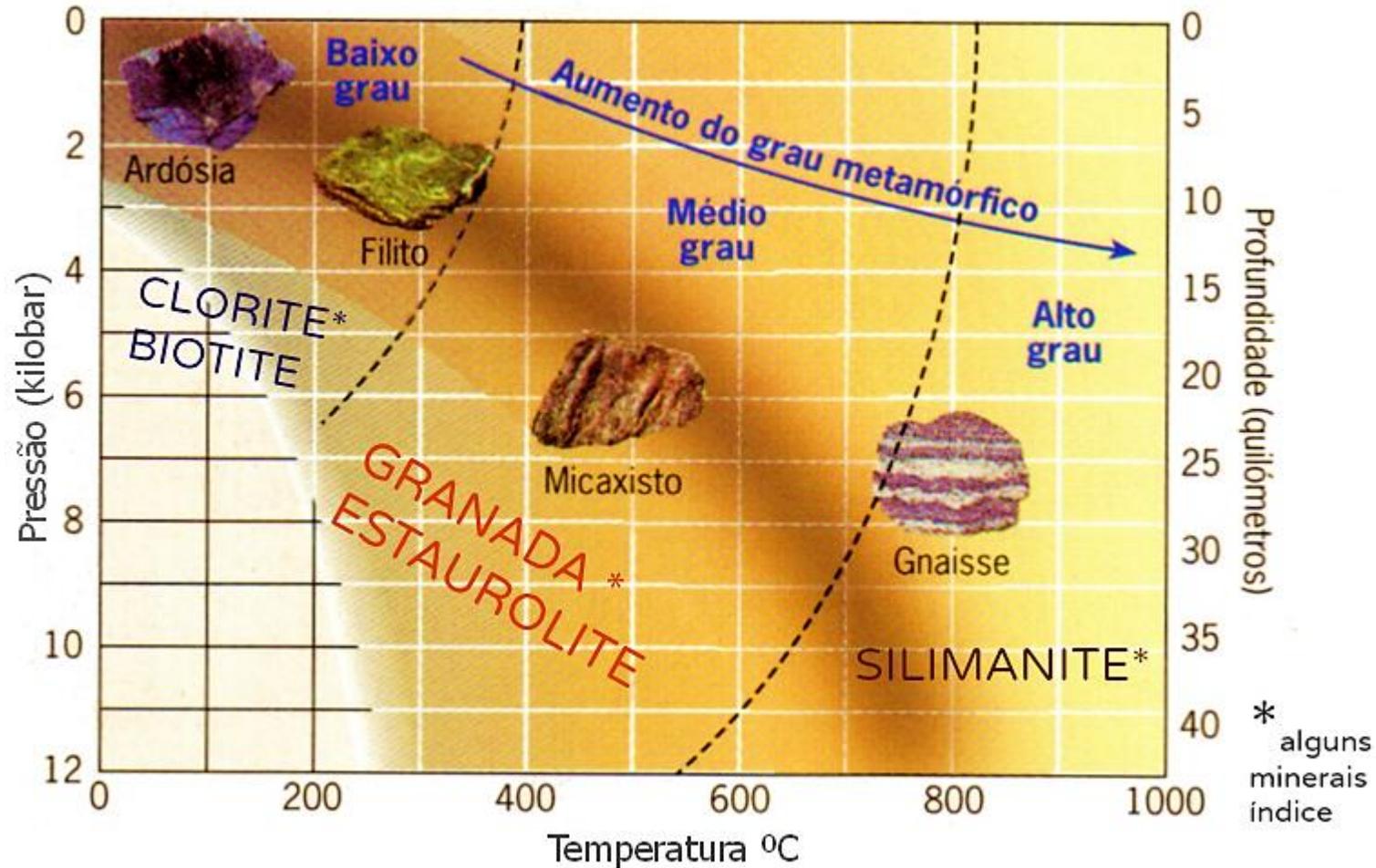
Mapa geológico esquemático de uma região da Escócia com as isógradas e os minerais índice

## Isógradas

- Diferentes zonas metamórficas delimitadas por superfícies de **igual** grau de metamorfismo.
- São definidas pelos pontos onde ocorrem pela primeira vez determinados **minerais índice**.

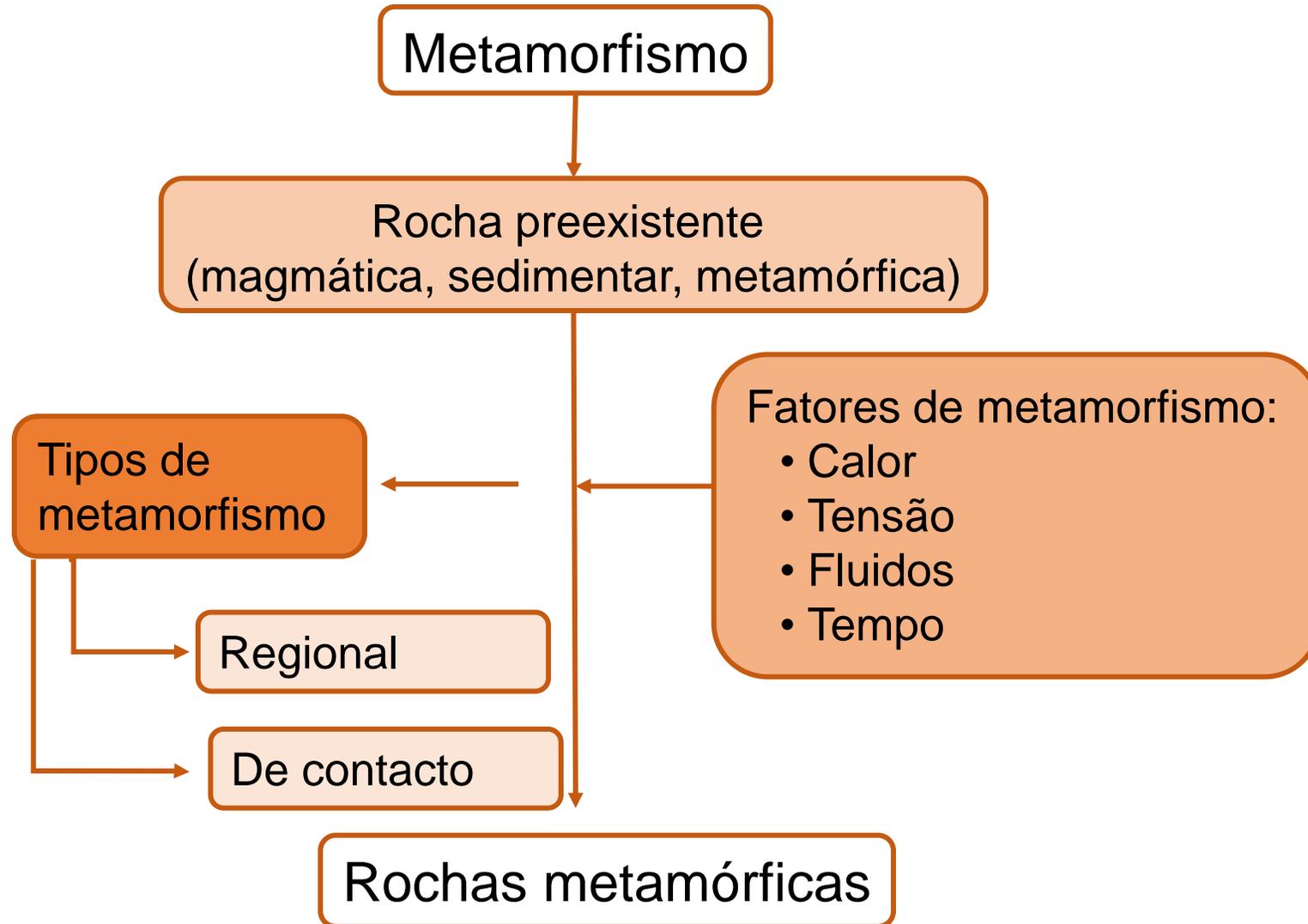
# METAMORFISMO

## GRAU DE METAMORFISMO



A **composição mineralógica** permite determinar o **grau de metamorfismo**.

# ROCHAS METAMÓRFICAS

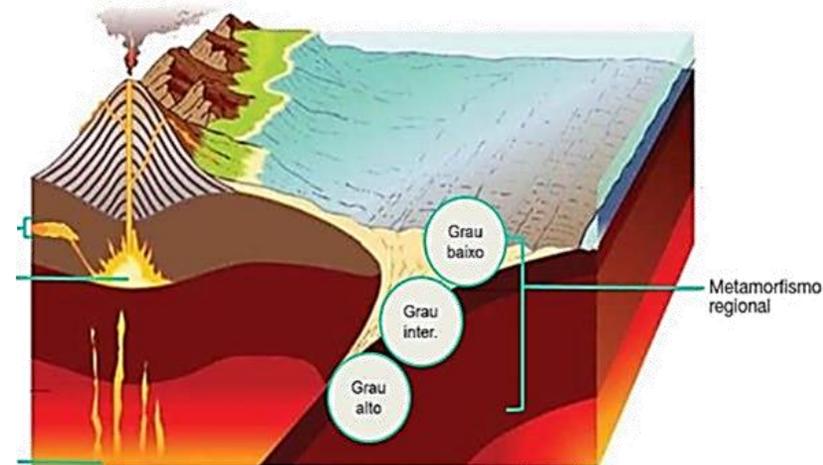
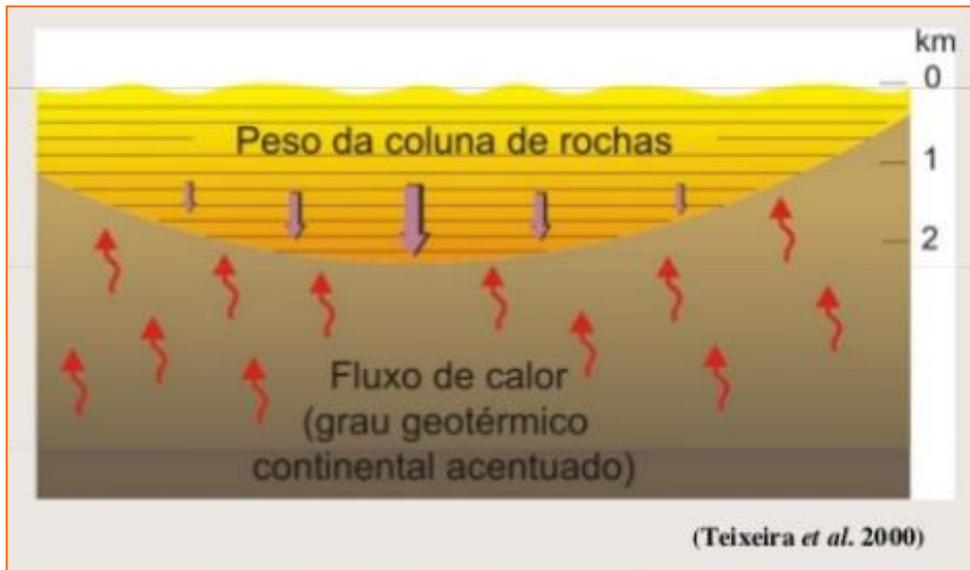


# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TIPOS DE METAMORFISMO

### Metamorfismo regional

Ocorre em **grandes áreas** da Terra.

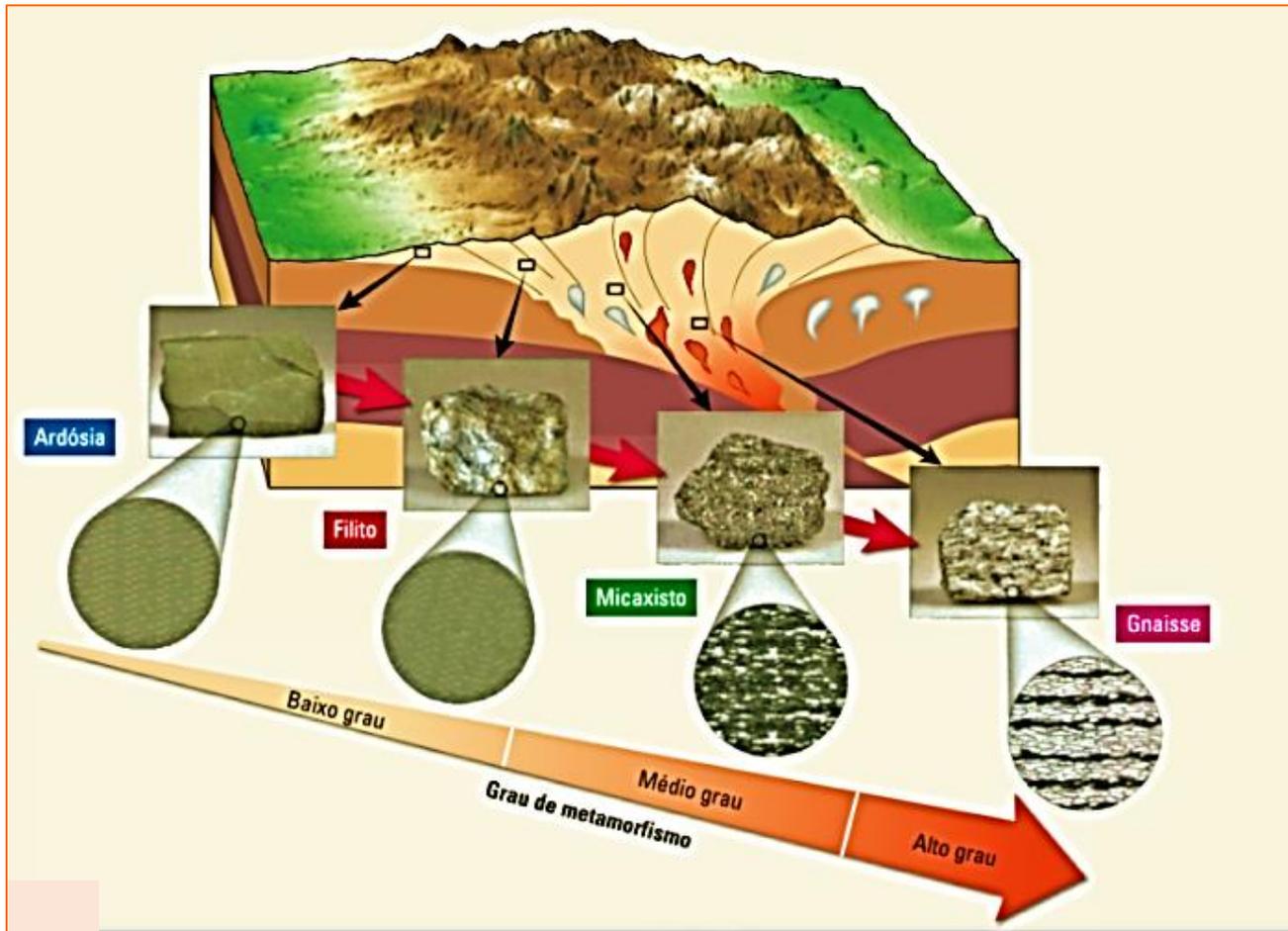


**Nas regiões de limites convergentes de placas**  
Resulta de ações conjuntas de **calor e pressão**  
elevadas (400-600°C a 6kb)

Na **base das grandes bacias de sedimentação**, em profundidades de 6 a 10 Km, com temperaturas entre 100 e 200°C e pressões menores que 3 Kbar – resultantes do peso das camadas suprajacentes.

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TIPOS DE METAMORFISMO



## Metamorfismo regional

Grau de metamorfismo	Rocha
Baixo	Ardósia Filito
Intermédio	Micaxisto
Elevado	Gnaisse

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TIPOS DE METAMORFISMO

As **ardósias**, **filitos**, **micaxistos** e **gnaisse** são rochas que derivam de rochas semelhantes, a maior parte das vezes argilitos, que resultam de metamorfismo de grau crescente.

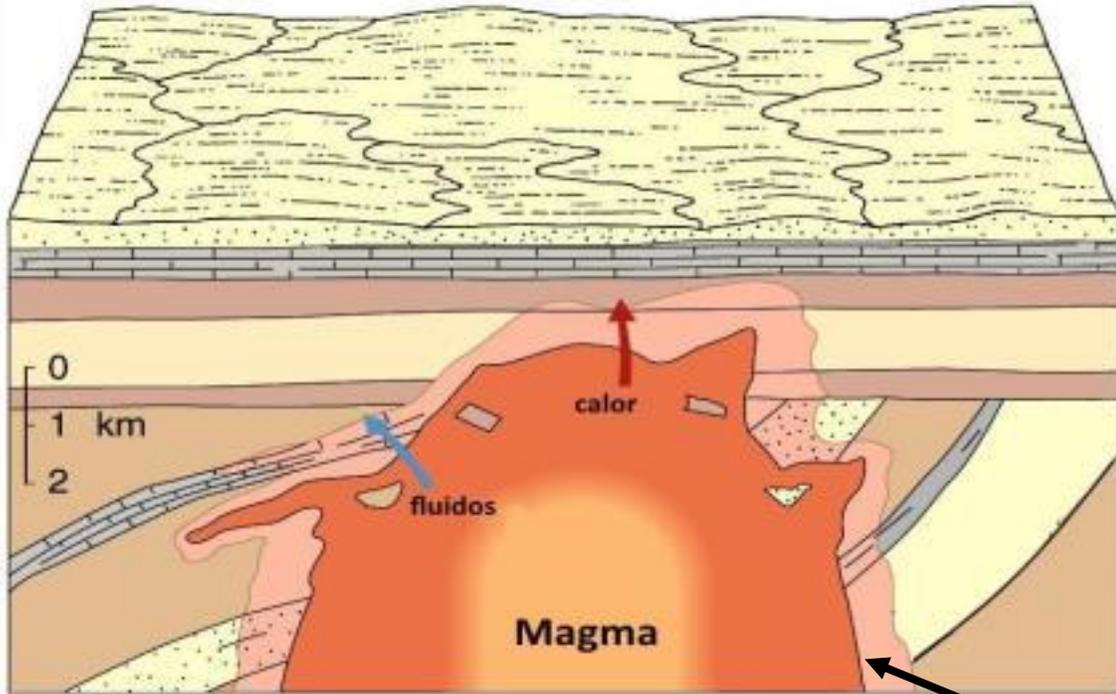


Metamorfismo regional

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TIPOS DE METAMORFISMO

### Metamorfismo de contacto



### Auréola de metamorfismo

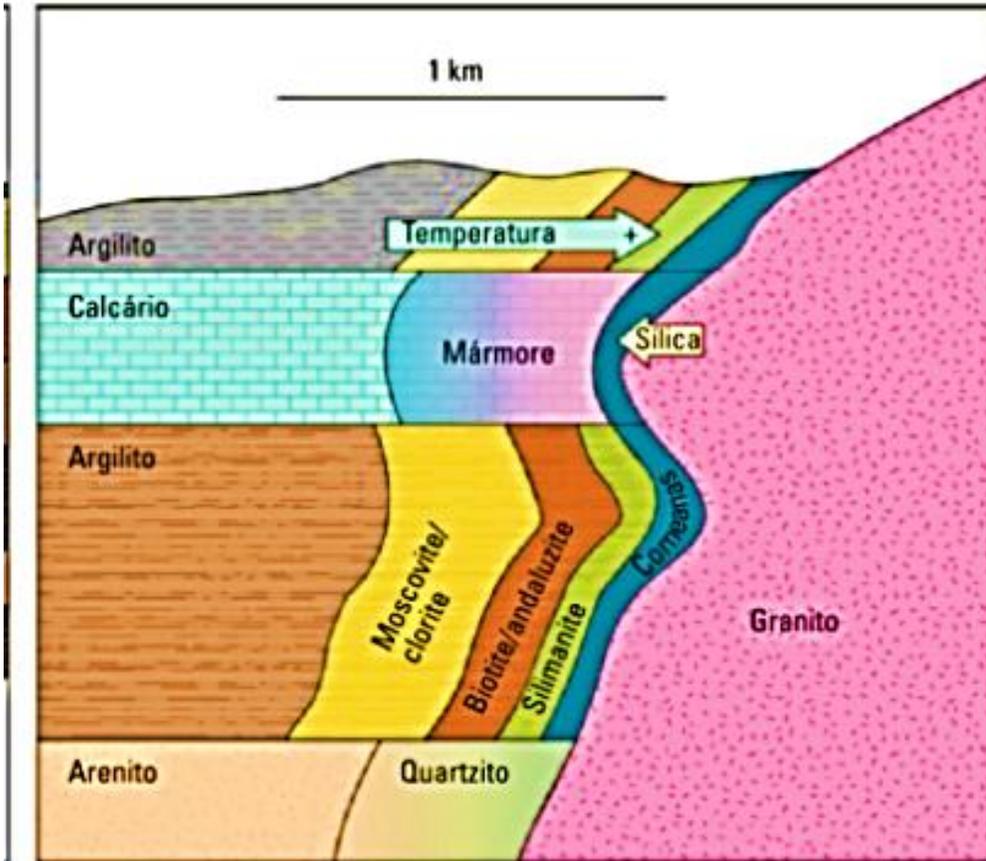
Zona junto à intrusão com elevada alteração mineralógica e estrutural.

- Ocorre nas proximidades do magma, onde o **calor** e os **fluidos** são os fatores de metamorfismo dominantes.
- O calor e os fluidos libertados pelo magma propagam-se pelas rochas encaixantes e **alteram os seus minerais - recristalização**.
- Afeta volumes de rocha relativamente reduzidos.

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TIPOS DE METAMORFISMO

### Metamorfismo de contacto



- A variedade de rochas resultantes do **metamorfismo de contacto** depende do tipo de rocha-mãe onde o corpo magmático se instala.
- O grau de metamorfismo **diminui** com a distância à intrusão.
- As rochas que se formam nas zonas mais próximas do corpo intrusivo são designadas genericamente por **corneanas**.

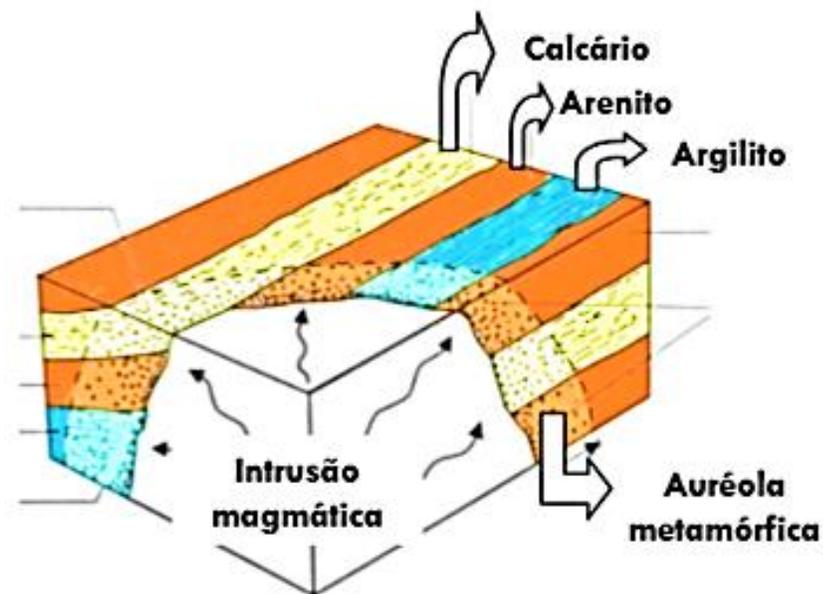
# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TIPOS DE METAMORFISMO

### Metamorfismo de contacto

A variedade de rochas resultantes depende:

- Do tipo de **rocha encaixante**
- Da **quantidade de fluidos** circulantes
- Da **temperatura** da intrusão.



Rochas sedimentares	Rochas metamórficas formadas
Argilito	Corneana
Arenito	Quartzito
Calcário	Mármore

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TIPOS DE METAMORFISMO

### Metamorfismo de contacto



Os **mármore**s formam-se a partir de **calcários**.



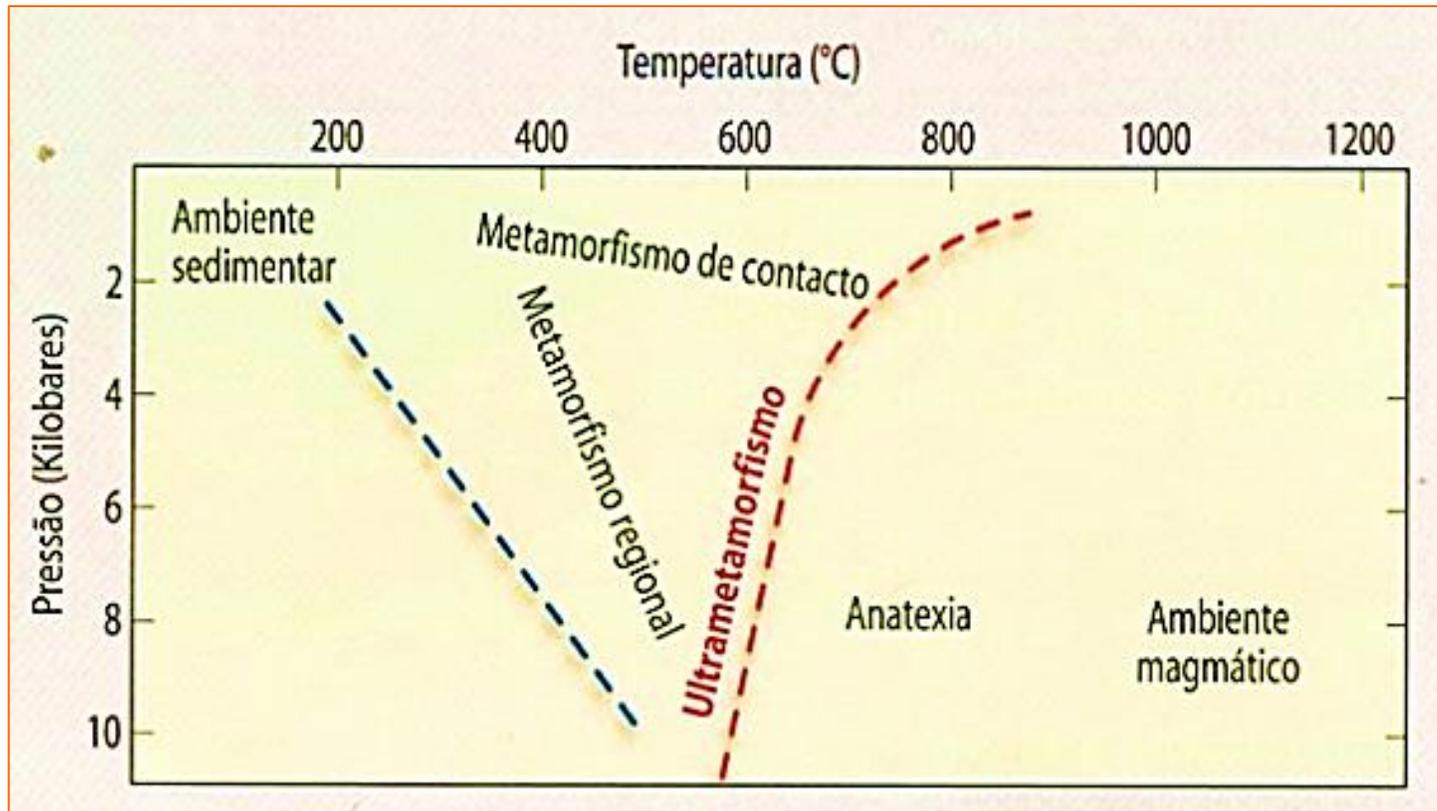
Os **quartzitos** são formados a partir de **arenitos** ricos em quartzo.



As **corneanas** são rochas muito duras com origem diversa - **argilito**.

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TIPOS DE METAMORFISMO



Domínio termodinâmico de alguns tipos de metamorfismo

**Ultrametamorfismo** – fronteira metamorfismo/magmatismo

**Anatexia** – início do processo de fusão parcial quando ultrapassados certos limites de P e T

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TEXTURA

A textura das rochas metamórficas é determinada pelo **tamanho, forma e arranjo dos minerais** que constituem a rocha.

O tamanho dos grãos aumenta à medida que o grau de metamorfismo aumenta.

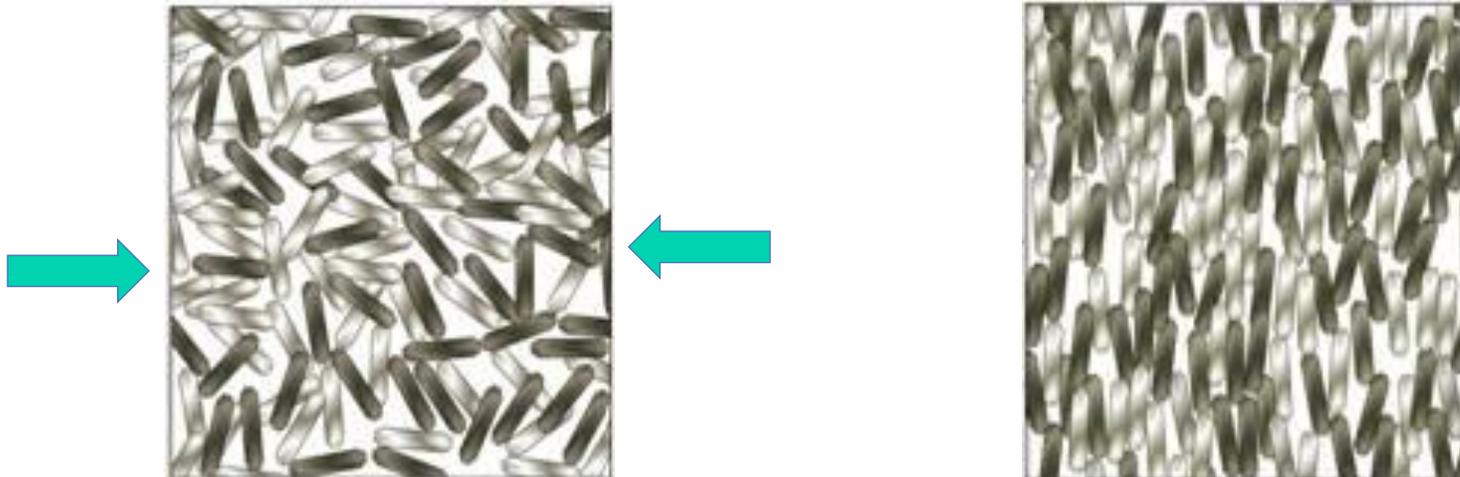


# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TEXTURA

A **foliação** é um critério de classificação de uma rocha metamórfica que corresponde:

- presença de certos minerais com hábito lamelar (micas) que sob ação de **tensões não litostáticas (dirigidas)**, tendem a ficar orientados numa posição perpendicular à tensão aplicada.
- **Metamorfismo regional.**



Fonte: <http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/1bach/Tierra12.html>

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TEXTURA

**FOLIAÇÃO** – alinhamento preferencial de certos minerais.

### TIPO DE FOLIAÇÃO

- Clivagem
- Xistosidade
- Bandado Gnáissico

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TEXTURA FOLIADA

### CLIVAGEM

- **Baixo grau** de metamorfismo.
- Orientação **paralela** de certos minerais face a forças compressivas – moscovite e minerais de argila.
- Apresenta **fissilidade** – facilidade de a rocha se dividir em lâminas paralelas, lisas ao tacto.
- Granularidade  **fina**.
- Rochas – **Ardósia** e **Filito**



**Ardósia**



**Filito**

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TEXTURA FOLIADA

### XISTOSIDADE

- **Médio grau** de metamorfismo.
- Fenómenos de recristalização e maior desenvolvimento dos cristais de micas, quartzo e feldspatos.
- Orientação paralela de minerais tabulares em rochas de grão grosseiro.
- Granularidade **média-alta**.
- Apresenta menor **fissilidade**.
- Rocha – **Micaxisto**



**Micaxisto**

# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TEXTURA FOLIADA

### BANDADO GNÁISSICO

- **Alto grau** de metamorfismo.
- Os minerais de cor clara são segregados dos minerais escuros, **formando bandas** alternadas destes minerais.
- Reduzida **fissilidade**.
- Granularidade **média-alta**.
- Rocha – **Gnaisse**

**Gnaisse**



# ROCHAS METAMÓRFICAS

## TEXTURA NÃO FOLIADA OU GRANOBLÁSTICA

- Rochas formadas por minerais com **dimensões semelhantes a grânulos**, em vez de formas alongadas e tabulares.
- Fenómenos de intensa recristalização resultante da **ação do calor e dos fluidos**.
- Metamorfismo **de contacto**.
- Rochas – **quartzito, mármore e corneana**.



Quartzito

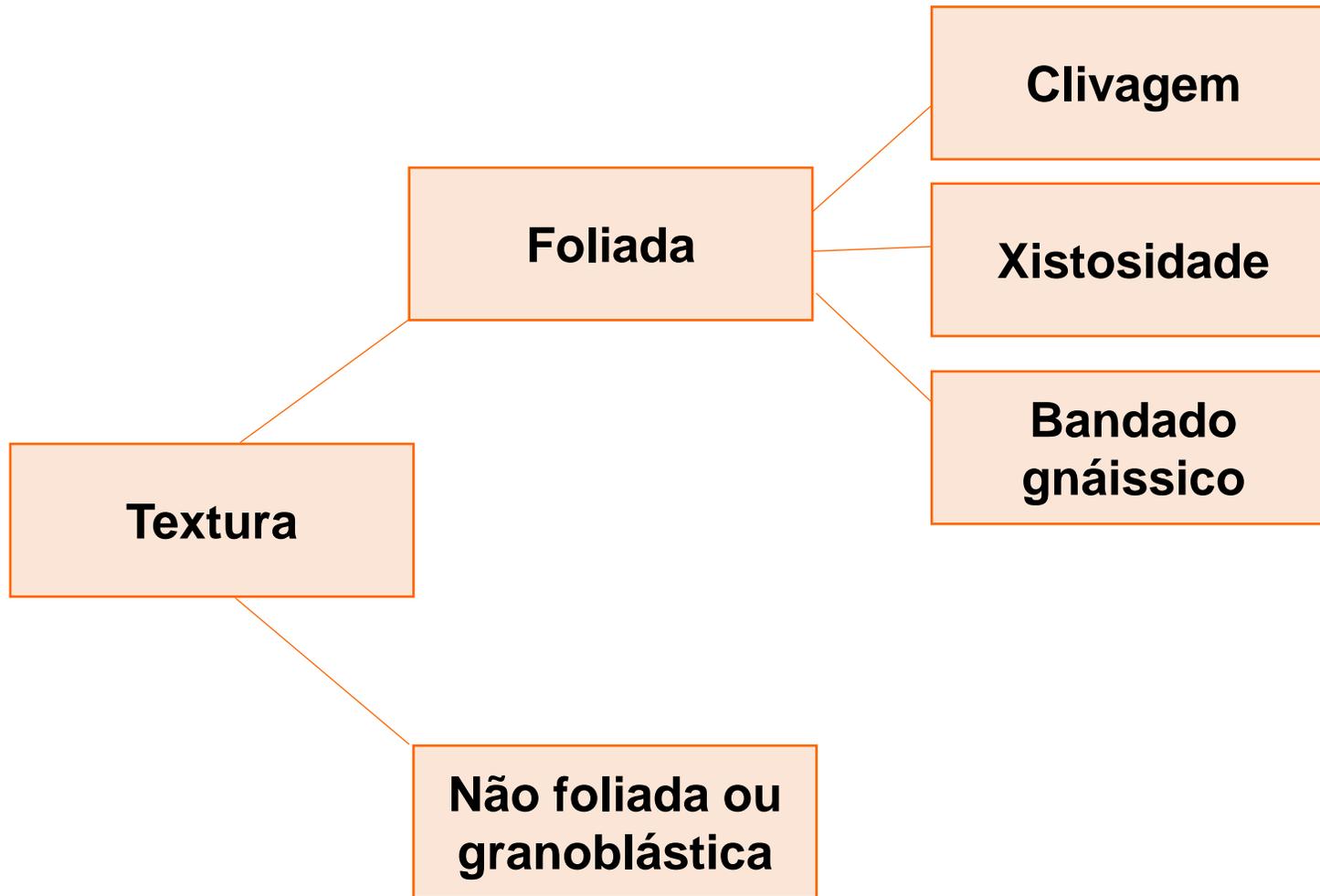


Mármore



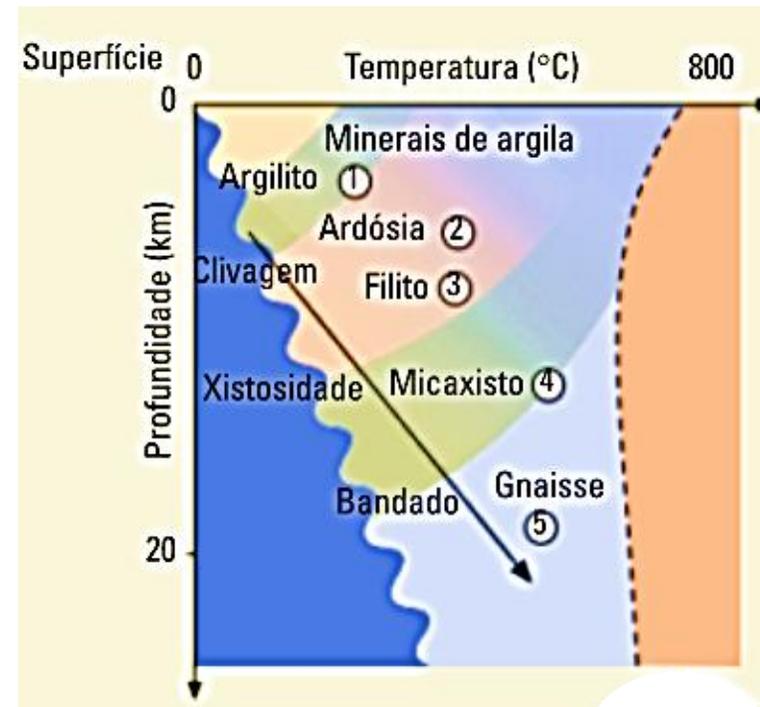
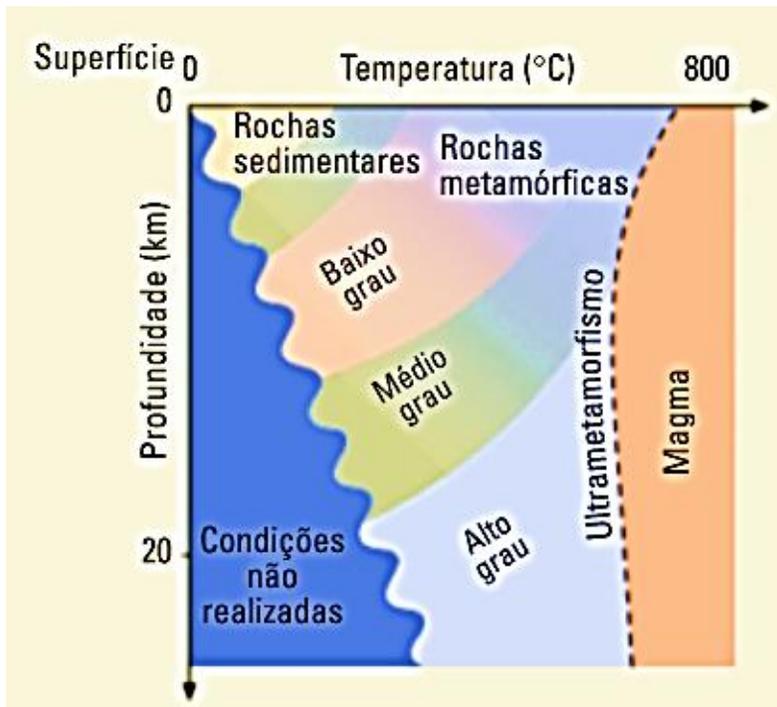
Corneana

# ROCHAS METAMÓRFICAS



# ROCHAS METAMÓRFICAS

As rochas metamórficas existem em extensas áreas continentais, no núcleo de cadeias montanhosas, em zonas mais estáveis cobertas por sedimentos, fortemente deformadas e até apresentando intrusões magmáticas.



# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Os \_\_\_\_\_ são rochas resultantes do metamorfismo de arenitos e apresentam textura \_\_\_\_\_.

- (A) xistos ... foliada
- (B) xistos ... não foliada
- (C) quartzitos ... foliada
- (D) quartzitos ... não foliada

# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Por definição, os minerais índice são aqueles que...

- (A) apresentam a mesma composição química e estrutura idêntica.
- (B) apresentam diferente composição química e estrutura diferente.
- (C) permitem inferir as condições de formação de uma rocha magmática.
- (D)** permitem inferir as condições de formação de uma rocha metamórfica.

# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

As rochas micaxisto e quartzito apresentam...

- (A) ambas textura foliada.
- (B) ambas textura não foliada.
- (C) textura não foliada e textura foliada, respectivamente.
- (D) textura foliada e textura não foliada, respectivamente.

# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

A andaluzite, a silimanite e a distena são minerais polimorfos, pois apresentam...

- A.diferente composição química e a mesma estrutura cristalina.
- B.diferente composição química e diferente estrutura cristalina.
- C.a mesma composição química e diferente estrutura cristalina.
- D.a mesma composição química e a mesma estrutura cristalina.

# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

A textura \_\_\_\_ do xisto metamórfico traduz a influência de uma tensão \_\_\_\_\_, responsável pela disposição dos minerais segundo planos paralelos.

- (A) não foliada ... não litostática
- (B) foliada ... litostática
- (C) foliada ... não litostática
- (D) não foliada ... litostática

# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

A fácies das corneanas é característica do metamorfismo \_\_\_\_\_, associado a um aumento \_\_\_\_\_ significativo da temperatura do que da pressão.

- (A) de contacto ... menos
- (B) de contacto ... mais
- (C) regional ... menos
- (D) regional ... mais

# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Determinadas rochas, quando submetidas a metamorfismo \_\_\_\_\_, podem originar magmas dos quais resultam granitos associados a \_\_\_\_\_.

- (A) regional ... filitos
- (B) regional ... gnaisses
- (C) de contacto ... gnaisses
- (D) de contacto ... filitos

# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

O gnaissé é uma rocha que apresenta...

**(A)** um grau de metamorfismo elevado e uma textura foliada.

**(B)** um grau de metamorfismo baixo e uma textura foliada.

**(C)** um grau de metamorfismo elevado e uma textura não foliada.

**(D)** um grau de metamorfismo baixo e uma textura não foliada.

# METAMORFISMO

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Explique de que modo, a partir do estudo de uma rocha metamórfica, se pode inferir a profundidade e a temperatura a que a mesma se formou.

- referência à necessidade de identificação da composição mineralógica da rocha metamórfica;
- referência ao facto de as condições de formação dos minerais ou das rochas metamórficas serem específicas dentro de determinados valores de pressão e de temperatura;
- relação entre a associação de minerais presentes nas rochas metamórficas e as condições de formação das mesmas.