## Rochas metamórficas

### Conteúdo

- Metamorfismo
- Fatores de influência
- Tipos de metamorfismo
- Características das rochas metamórficas
- Principais rochas
- Zonas de metamorfismo no planeta

Metamorfismo

Pressão e temperatura

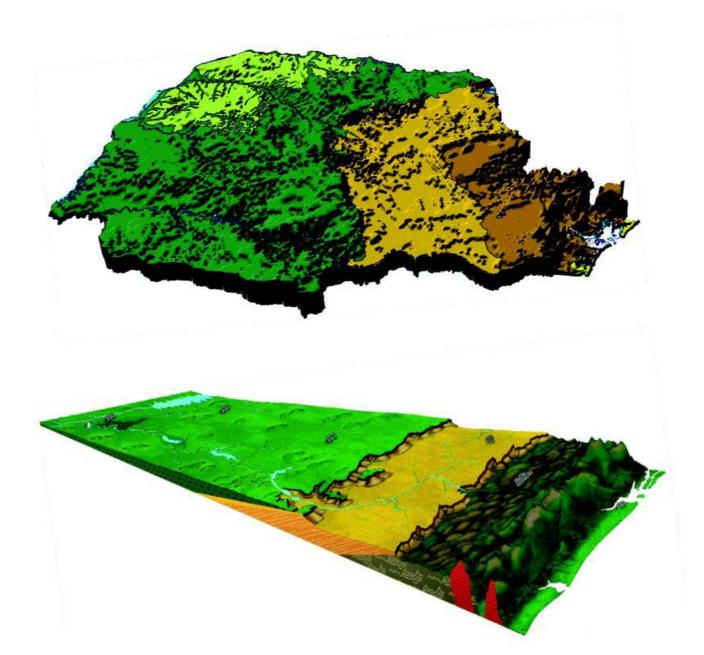
Rocha original (protólito)

• Mudanças que ocorrem – composição e estrutura

Estado sólido – reações sólido-sólido

• Fase fluida (H2O e CO2)

• Intemperismo e diagênese não são processos metamórficos

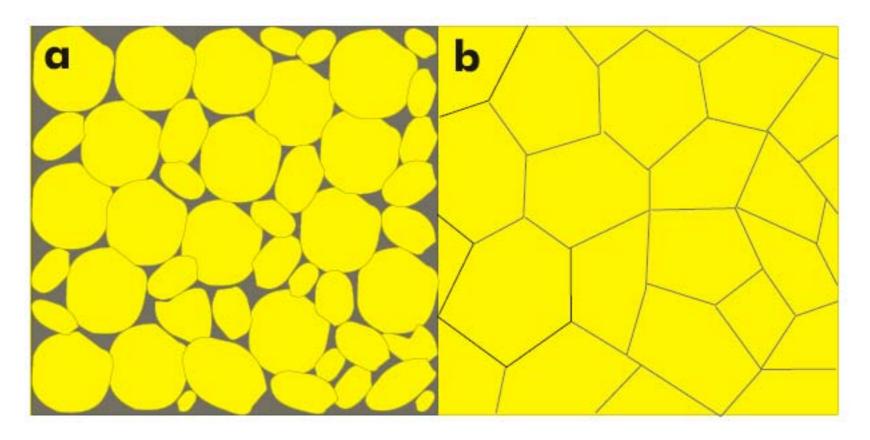


# Transformações

Os minerais das rochas pré-existentes (sedimentares, ígneas e outras metamórficas) modificam-se em minerais típicos de rochas metamórficas.

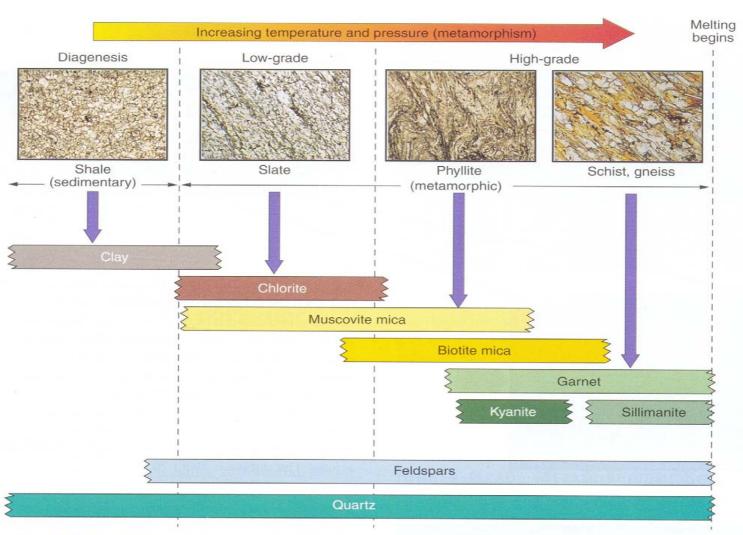
Estrutura e textura : Rochas metamórficas passam a apresentar orientação de minerais

(exceto em metamorfismo de contato e em algumas rochas metamórficas. Ex. mármores e quartzitos)



1 mm

Fig. 18.2 Arenito com textura sedimentar clástica bem selecionada, poroso e com grãos de quartzo arredondados (a) e o seu equivalente metamórfico, um quartzito (b), com textura granoblástica em mosaico (poligonizada), onde os grãos de quartzo preenchem todo o espaço, tocando-se através de contatos retos que fazem junções de 120° entre si.



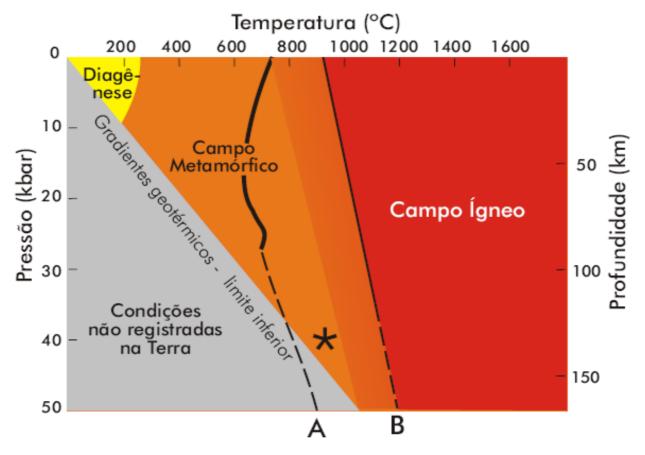
**Figure 8.8 From Shale to Schist** The bars show mineral assemblage changes as shale progressively metamorphoses from low to high grade. Before metamorphism, the shale is a sedimentary rock made of clay particles and quartz grains. The first metamorphic rock to develop is a low-grade slate, then a phyl-

lite, and finally a high-grade schist or gneiss. Each photomicrograph shows about 3 mm of rock. The minerals kyanite and sillimanite have the same composition (Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>) but different crystal structures —they occur only in metamorphic rocks.

#### Fatores condicionantes

- Temperatura
- Pressão litostática e dirigida
- Tipo de protólito
- Fluidos (H2O e CO2)
- Localização e extensão na crosta

## Campo de atuação do metamorfismo

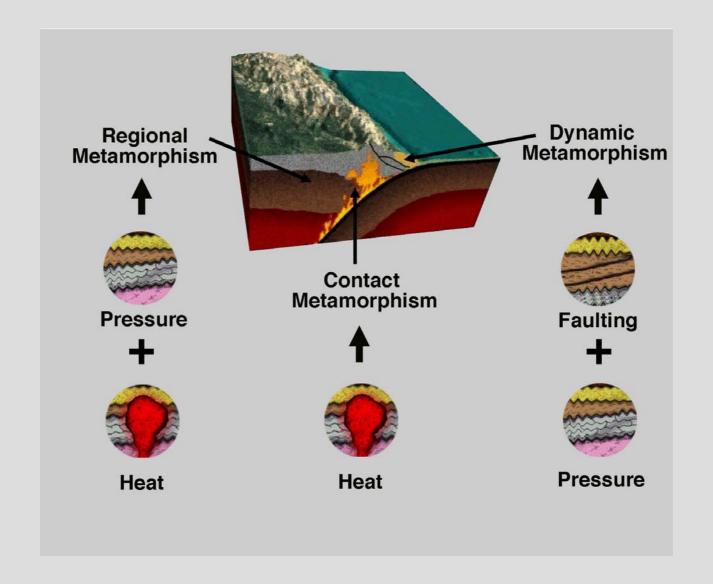


**Fig. 18.1** O campo do metamorfismo em diagrama P x T. O asterisco indica as condições de pressão mais elevada registradas em rochas atualmente expostas à superfície da crosta terrestre. A – curva de fusão para granitos sob condições hidratadas (P<sub>tot</sub>=PH<sub>2</sub>O); B – curva de fusão para granitos sob condições anidras (PH<sub>2</sub>O=0).

Fonte: Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

# Tipos de metamorfismo

- Regional (ou dinamotermal)
- Contato (ou termal)
- Cataclástico (ou dinâmico)
- Hidrotermal
- Soterramento
- Impacto
- Fundo Oceânico



# Metamorfismo regional

- baixas, médias e altas T e baixas, médias e altas P
- ocorre em margens continentais passivas (convergentes) durante a formação de cadeias de montanhas
- produz um volume muito grande de rochas metamórficas
- deformação está comumente associada ao metamorfismo

#### Metamorfismo termal

Ocorre no contato de intrusões ígneas com rochas encaixantes (alta T e baixa P) formando auréolas

Pode acontecer troca de elementos (metassomatismo)

Hornfels - cornubianitos

### Metamorfismo cataclástico

Ocorre em zonas de cisalhamento

Regimes rúptil e dúctil

#### Outros metamorfismos

- Soterramento subsidência de bacias
- Hidrotermal envolve fluidos
- Fundo oceânico metassomatismo
- Impacto meteoritos

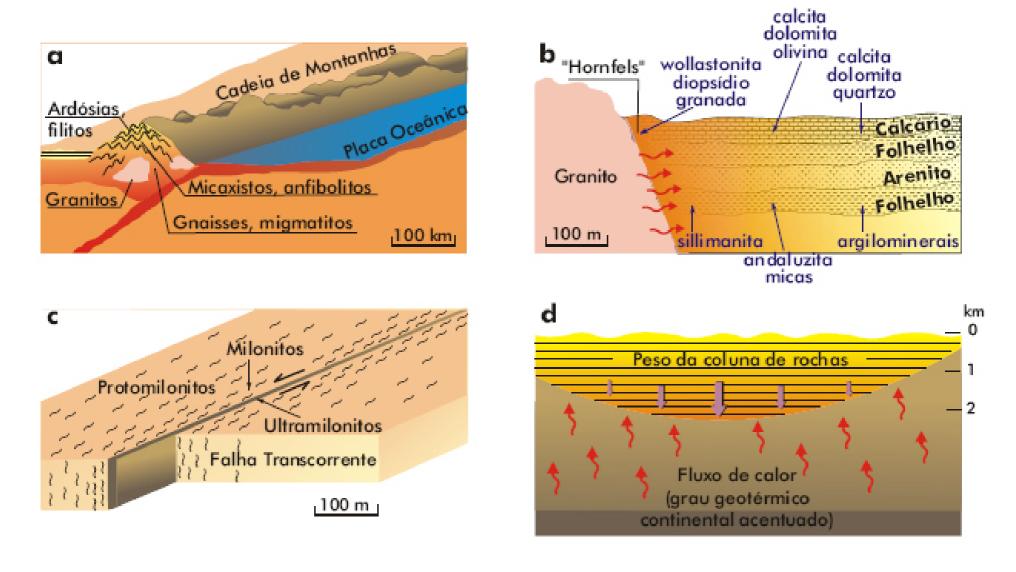
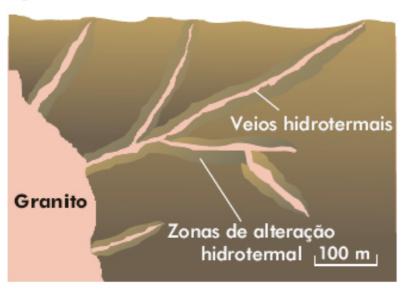
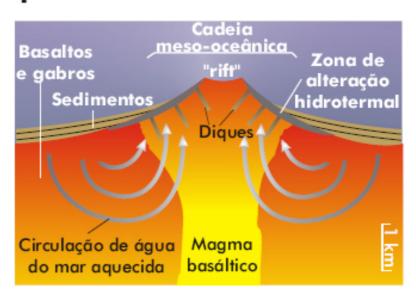
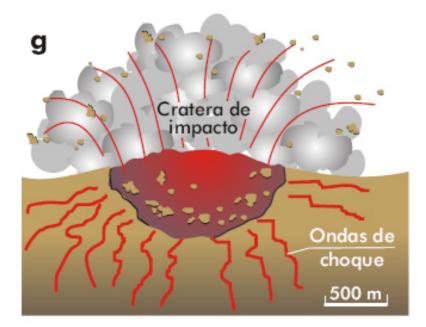


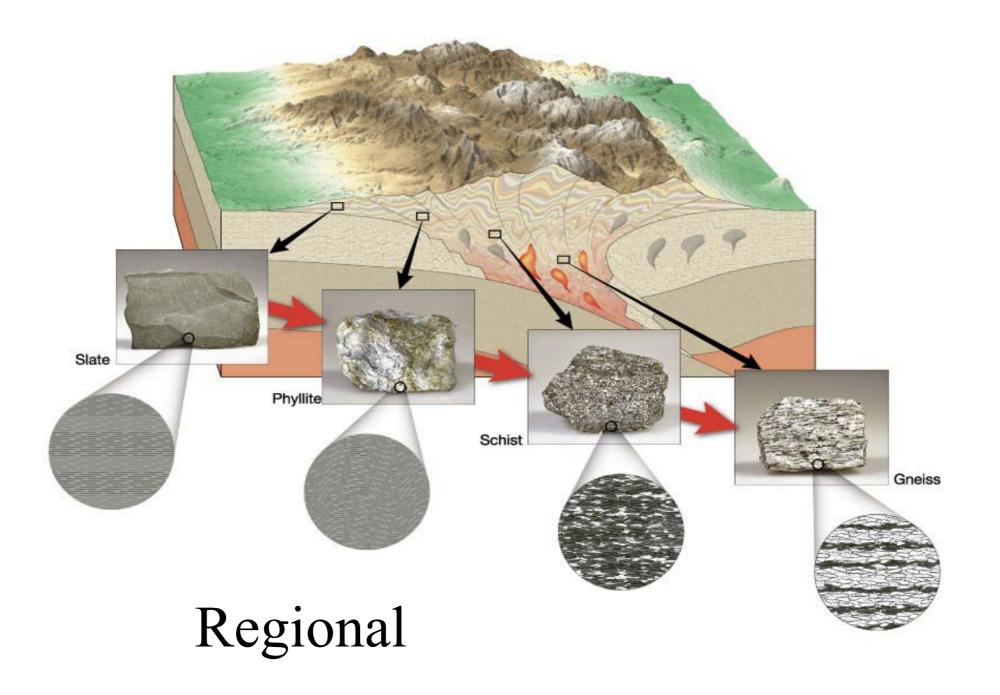
Fig. 18.10 Representação esquemática dos diferentes tipos de metamorfismo: a) Metamorfismo regional ou dinamotermal; b) Metamorfismo de contato ou termal; c) Metamorfismo dinâmico ou cataclástico; d) Metamorfismo de soterramento.

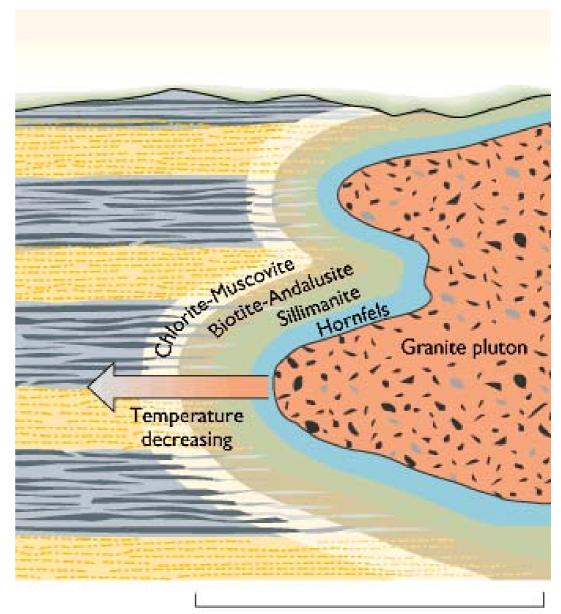






- Fig. 18.10 (continuação)
  e) Metamorfismo hidrotermal;
  f) Metamorfismo de fundo oceânico;
  g) Metamorfismo de impacto.





## Termal





#### Minerais indices

Clorita, Biotita, Granada, Estaurolita, Tremolita, Actinolita, Cloritóide, Serpentina, Epidoto, Talco, Cianita, Sillimanita, Andaluzita e Piroxênio.

#### Graus de metamorfismo

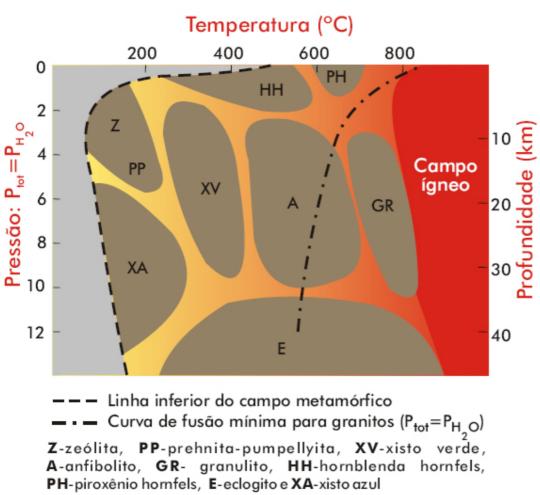


Fig. 18.12 A distribuição das principais fácies metamórficas no espaço P x T.

Baixo grau= (XV)

Médio grau= (A)

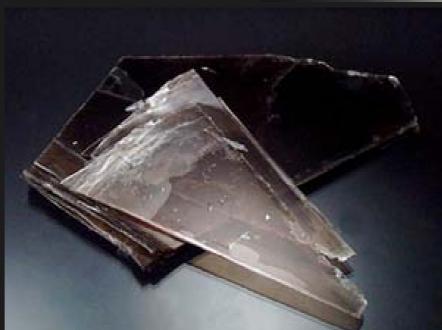
Alto=(GR)

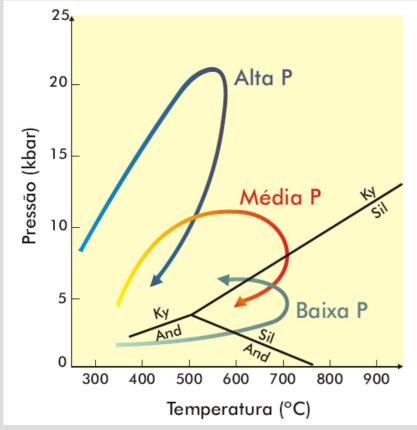


















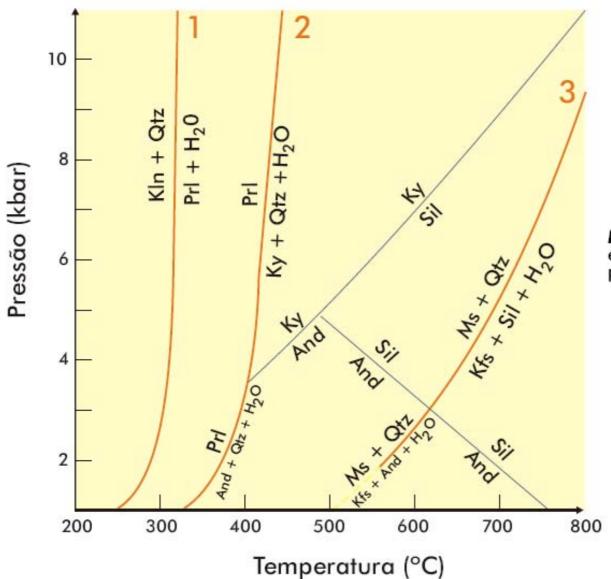


Fig. 18.8 Curvas de equilíbrio no espaço P x T para 3 reações.

### Estruturas

- Maciça
- Xistosa
- Gnáissica

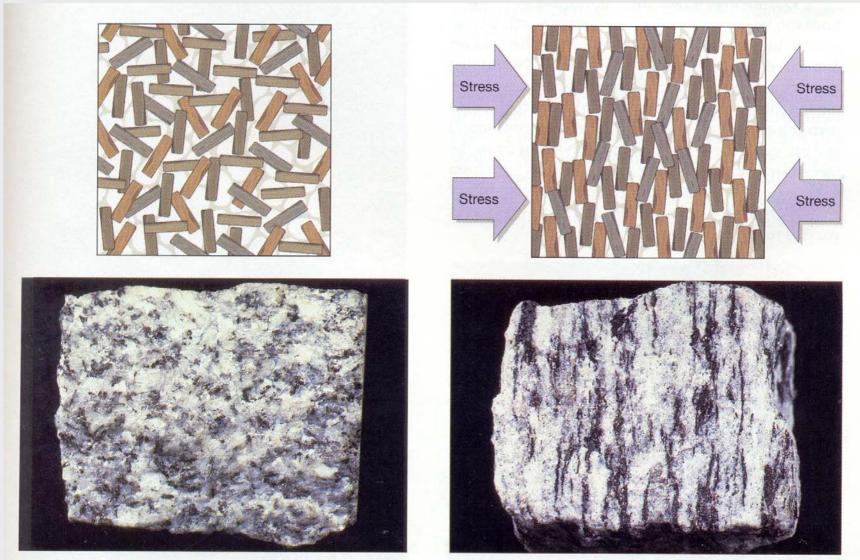
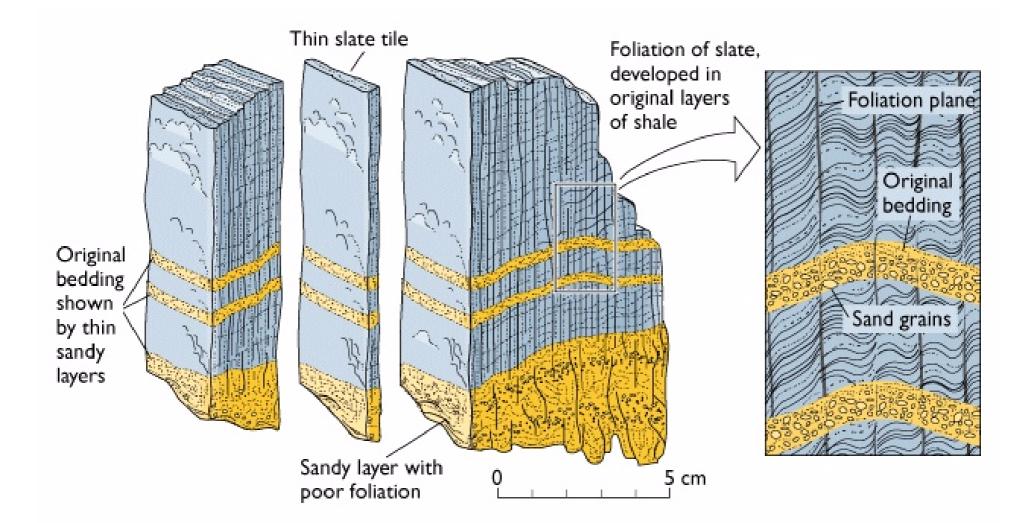
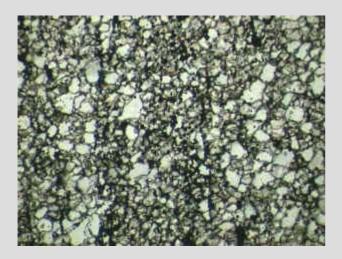


Figure 7.5 Under directed pressure, planar minerals, such as the micas, become reoriented or recrystallized so that their surfaces are aligned at right angles to the stress. The resulting planar orientation of mineral grains gives the rock a foliated texture. If the coarse-grained igneous rock (granite) on the left underwent intense metamorphism, it could end up closely resembling the metamorphic rock on the right (gneiss). (Photos by E. J. Tarbuck)

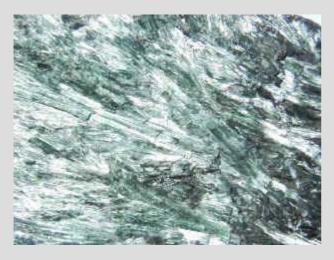


#### Texturas em rochas metamórficas

- Granoblásticas
- Lepidoblásticas
- Nematoblásticas
- Porfiroblásticas



Granoblástica



Nematoblástica



Lepidoblástica



Porfiroblástica

#### Nomenclatura das rochas

- Metamorfismo de conglomerados (meta), arenitos (meta., quartzitos), folhelhos (meta, ardósias, filitos e xistos) siltitos (meta., filitos, xistos) e argilitos (meta., ardósias, filitos e xistos).
- Metamorfismo de calcários Dol. Cal. (meta., mármores Dol., Cal.,)
- Metamorfismo de rochas ígneas plutônicas e vulcânicas (granitos, gabros, basaltos e riolitos). Meta., xistos, gnaisses, migmatitos, granulitos).

# Sequências metamórficas

Argilosa – ardósia → filito → xisto → gnaisse

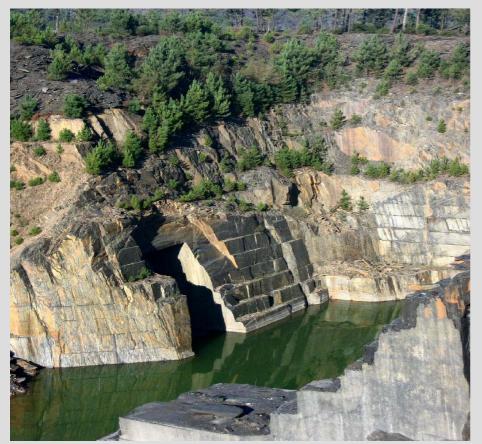
Básica – xistos verdes → anfibolitos

Qtzo-felds. – gnaisses → migmatitos

Carbonática – calcários → mármores

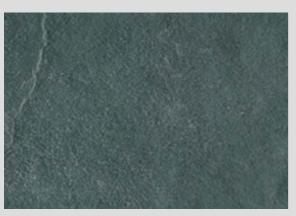
### Ardósia

- Rocha metassedimentar com granulação muito fina, constituída por muscovita, clorita e quartzo
- Protólito folhelhos e argilitos
- Característica clivagem tabular (ardosiana) boa divisibilidade e mais resistentes que folhelhos
- Estrutura xistosa





Ardósia







#### Filito

- Rocha com granulação fina, constituída por biotita, sericita, clorita e quartzo
- Protólito folhelhos e argilitos
- Característica clivagem tabular e sedosidade ao tato micas inteiras
- Estrutura xistosa



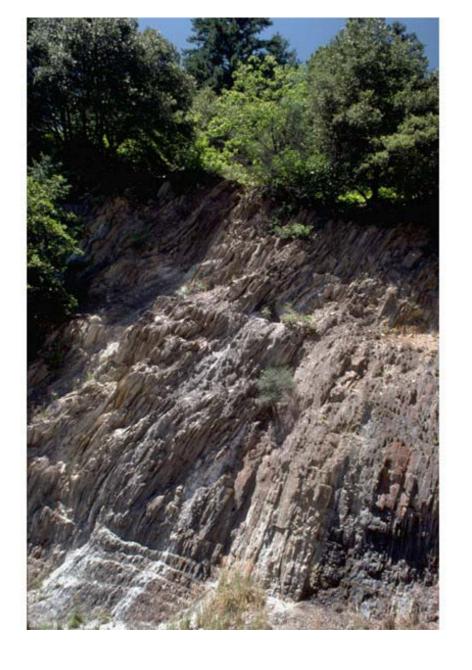
Filito

#### Xisto

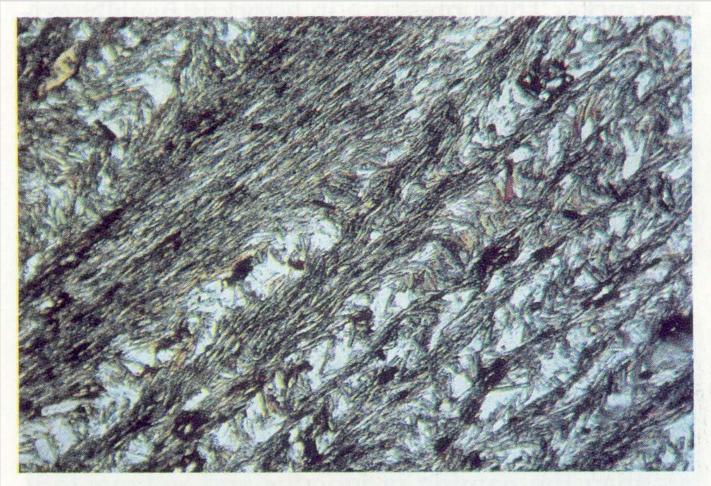
- •Rocha com granulação fina a média (macrocristalino) constituída por micas, clorita, quartzo e acessórios
- Protólito rochas pelíticas

Micas subdivididas

Estrutura xistosa



Xisto



**FIGURE 6.9** Thin section of a schist. The pronounced schistosity is due to a parallel arrangement of the mica grains. The photo is 1 cm wide.

Xisto

#### Gnaisse

- •Rocha com granulação média a grossa constituída por quartzo, feldspato, micas e outros
- Protólitos
  - •Rochas sedimentares paragnaisse
  - •Rochas ígneas ortognaisse
- Bandamento característico
- Estrutura gnáissica





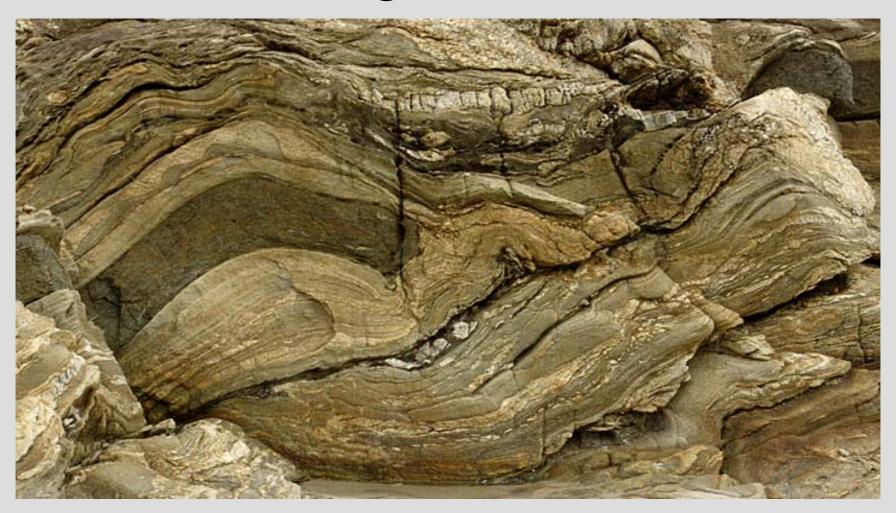
Gnaisse

## Migmatitos

•Rocha com granulação média a grossa constituída por quartzo-feldspato (faixas claras) e minerais escuros (faixas escuras)

•Estrutura gnáissica e bandada - caótica

# Migmatitos





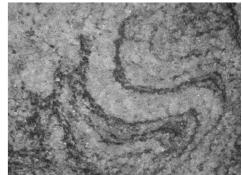


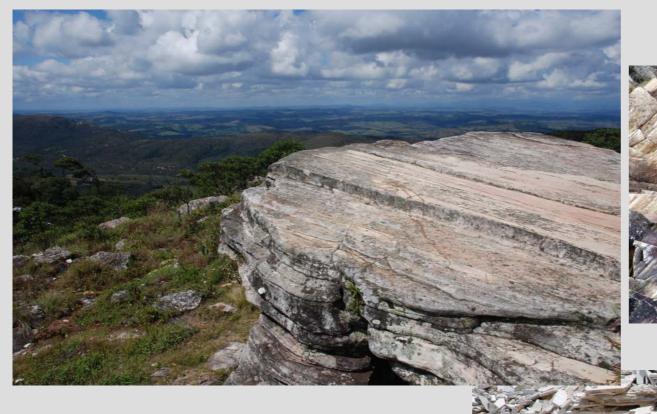
Figure 7.2 Deformed metamorphic rocks exposed in a road cut in the Eastern Highland of Connecticut. (Photo by Phil Dombrowski)

### Rochas monominerálicas

Quartzitos

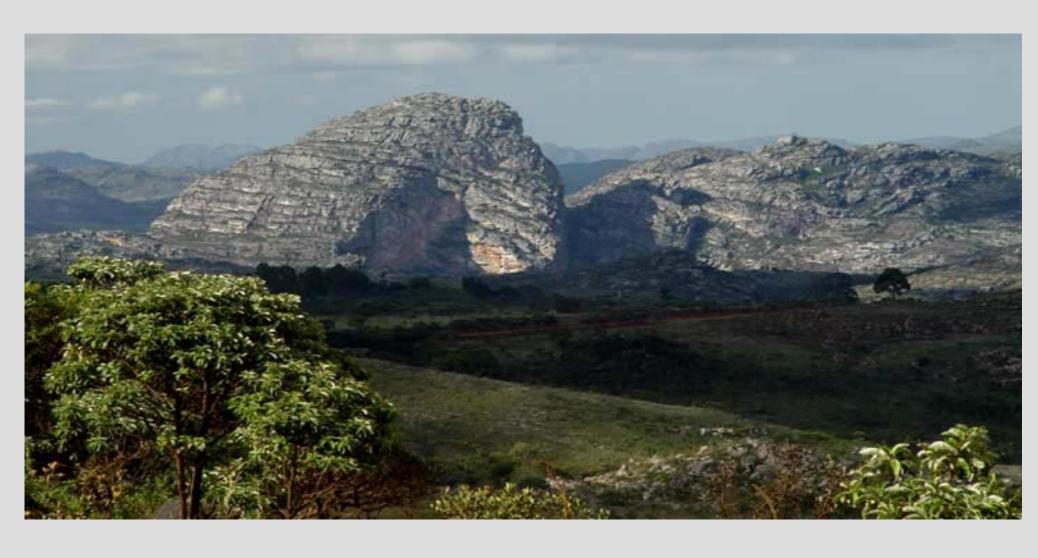
Mármores

• Textura sacaroidal quando não tem orientação





Quartzito



Metamorfismo regional - quartzito



Mármore









#### Outras Rochas

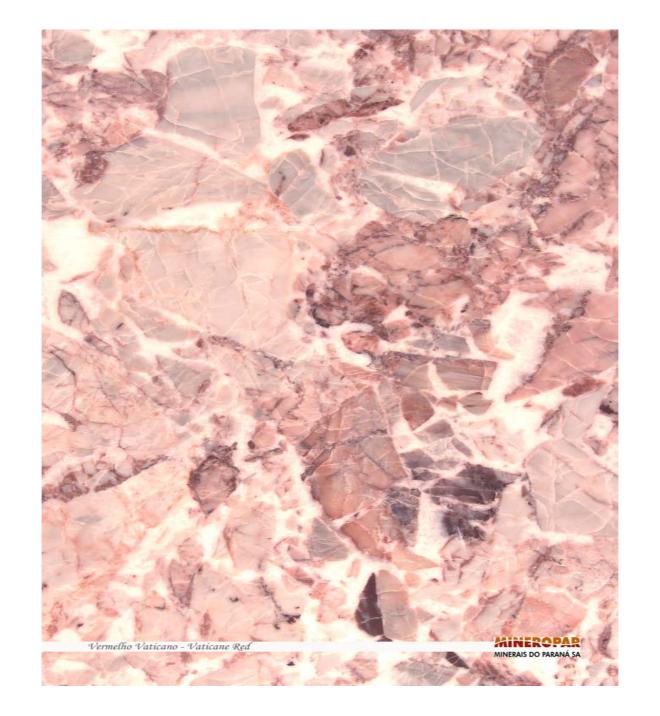
- Itabirito
- Anfibolito
- Esteatito
- Serpentinitos
- etc...



### Rochas cataclásticas

Tabela 18.1 Classificação simplificada de rochas cataclásticas.

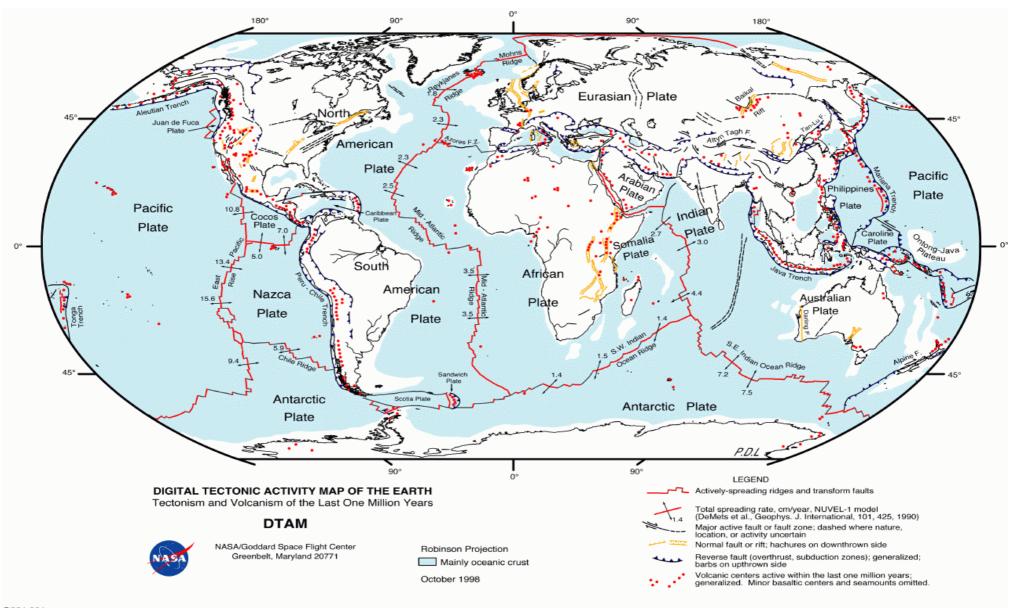
Estrutura	Nome	Componentes Matriz %	Fragmentos/ porfiroclastos	Condições (deformação e temperatura)	Profundidade aproximada
Não orientada	Brechas de falha	> 30%	> 5 mm	Rúptil < 250°	1-4 km
	Cataclasitos	50–90 %	< 0,2 mm		4-10 km
Orientada	Milonitos		> 0,2 mm	Dúctil >250°	> 10 km



## Tectônica global

- Zonas de subducção
- Zonas de colisão
- Fundo oceânico

#### Mapa tectônico atual da terra (fonte: Nasa)



#### Zonas de subducção

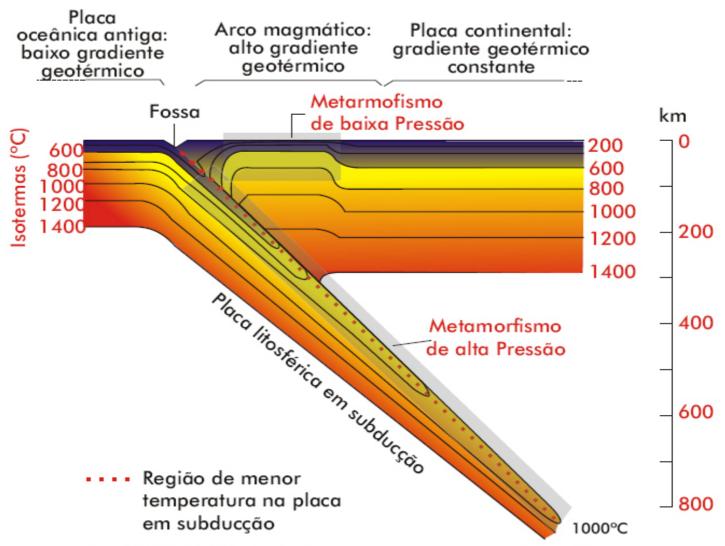
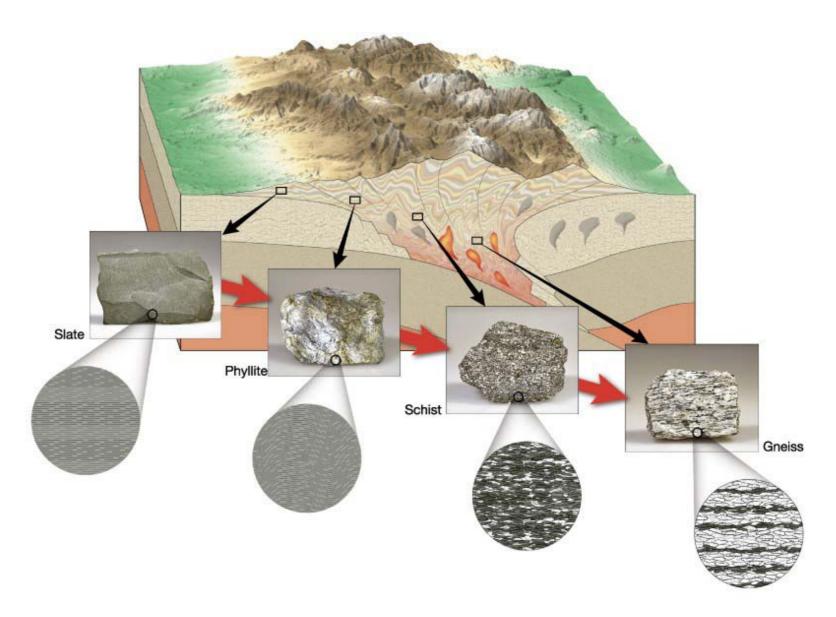
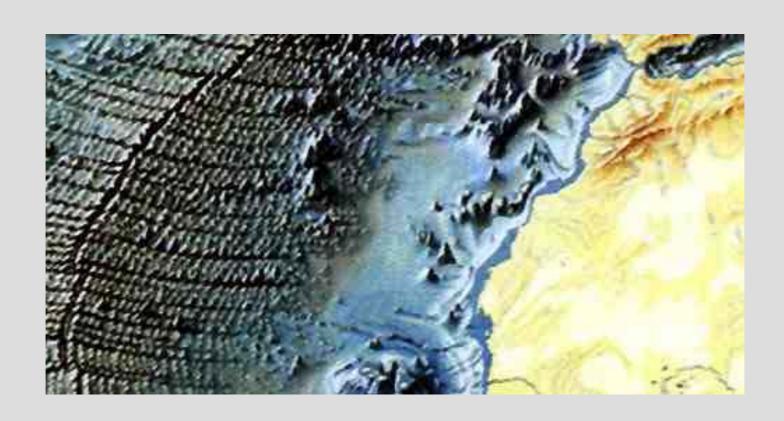


Fig. 18.20 Padrão das isotermas em uma zona de subducção.

#### Zonas de colisão



## Fundo oceânico



### Para saber mais

- Decifrando a Terra W. Teixeira, M.C.M. Toledo, T.R. Fairchild e F. Taioli Oficina de Textos São Paulo
- Geologia Geral V.Leinz e S.E. Amaral Ed. Nacional São Paulo
- Introdução à petrologia metamórfica B.W. Yardley. Ed. UnB Brasília
- Petrogênese das Rochas Metamórficas H.G. Winkler. Ed Edgar Blucher – Porto Alegre