

SGS-0405 – Aula 29/09/2022

✓ Introdução

1. Rochas Metamórficas

2. Tipos de metamorfismo

3. Construção Civil – Usos e Implicações

4. Classificação das rochas metamórficas

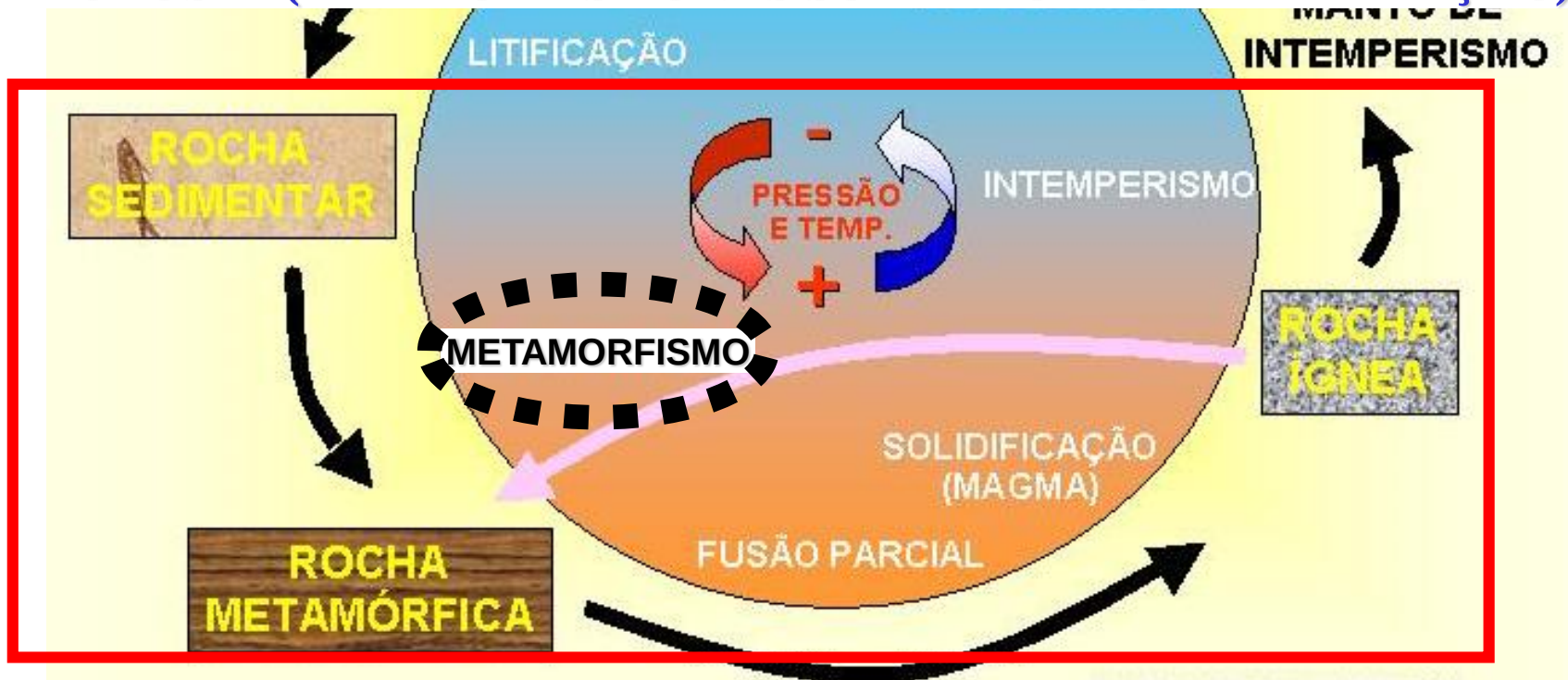
5. Diretrizes Aula Prática

Leitura complementar:

Livro GE (Cap. 2.6) - Decifrando a Terra (Cap. 18)

INTRODUÇÃO

- DERIVADAS DE OUTRAS ROCHAS PRÉ-EXISTENTES;
- PROCESSOS GEOLÓGICOS PRODUZINDO MUDANÇAS NAS CONDIÇÕES DE PRESSÃO E TEMPERATURA;
- MUDANÇAS QUÍMICAS, MINERALÓGICAS E ESTRUTURAIS (ESTADO SÓLIDO);
- PROCESSOS QUE OCORREM NAS PARTES PROFUNDAS DA CROSTA (ABAIXO DAS ZONAS SUPERFICIAIS DE ALTERAÇÃO).



1. ROCHAS METAMÓRFICAS

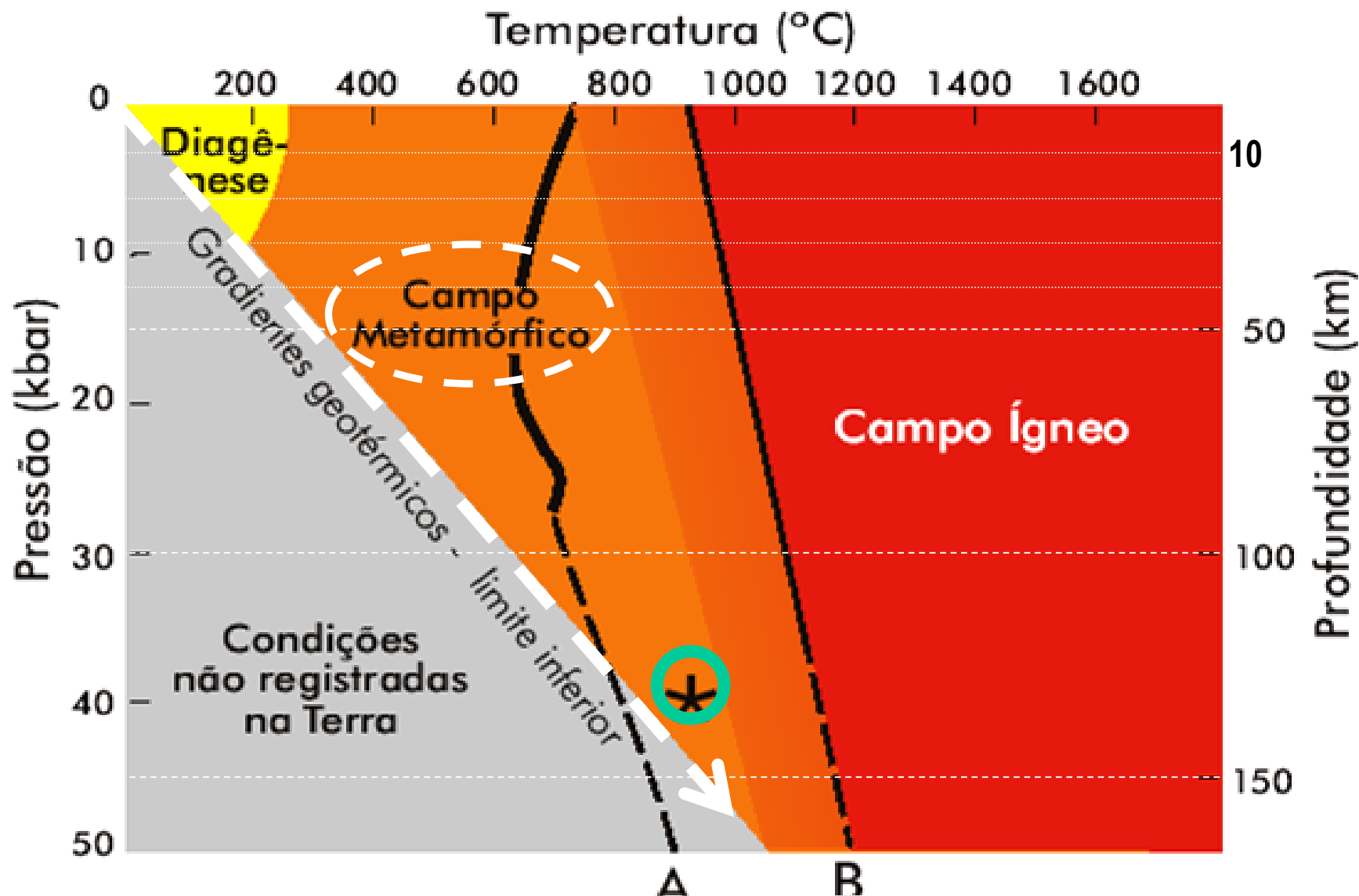


Fig. 18.1 O campo do metamorfismo em diagrama P x T. O asterisco indica as condições de pressão mais elevada registradas em rochas atualmente expostas à superfície da crosta terrestre. A – curva de fusão para granitos sob condições hidratadas ($P_{tot} = PH_2O$); B – curva de fusão para granitos sob condições anidras ($PH_2O = 0$).

1. ROCHAS METAMÓRFICAS

- **MUDANÇAS MINERALÓGICAS:**

- **RECRISTALIZAÇÃO** (METAMORFISMO MENOS INTENSO)

AUMENTO E MUDANÇA NA FORMA DOS MINERAIS (ROCHAS MONOMINERÁLICAS – CÁLCARIO => MÁRMORE ; ARENITO => QUARTZITO)

- **FORMAÇÃO DE NOVOS MINERAIS** (METAMORFISMO MAIS INTENSO)

- **PRESSÕES ATUANTES:**

2 A 40 kbar (200 A 4.000 MPa)

É MUITO ? 2.000 a 40.000 Tf/cm²

- **TEMPERATURAS ATUANTES:**

- **200 a 800°C - ACIMA OCORRE FUSÃO – CICLO DAS ROCHAS (FORMAÇÃO DAS ROCHAS ÍGNEAS)**

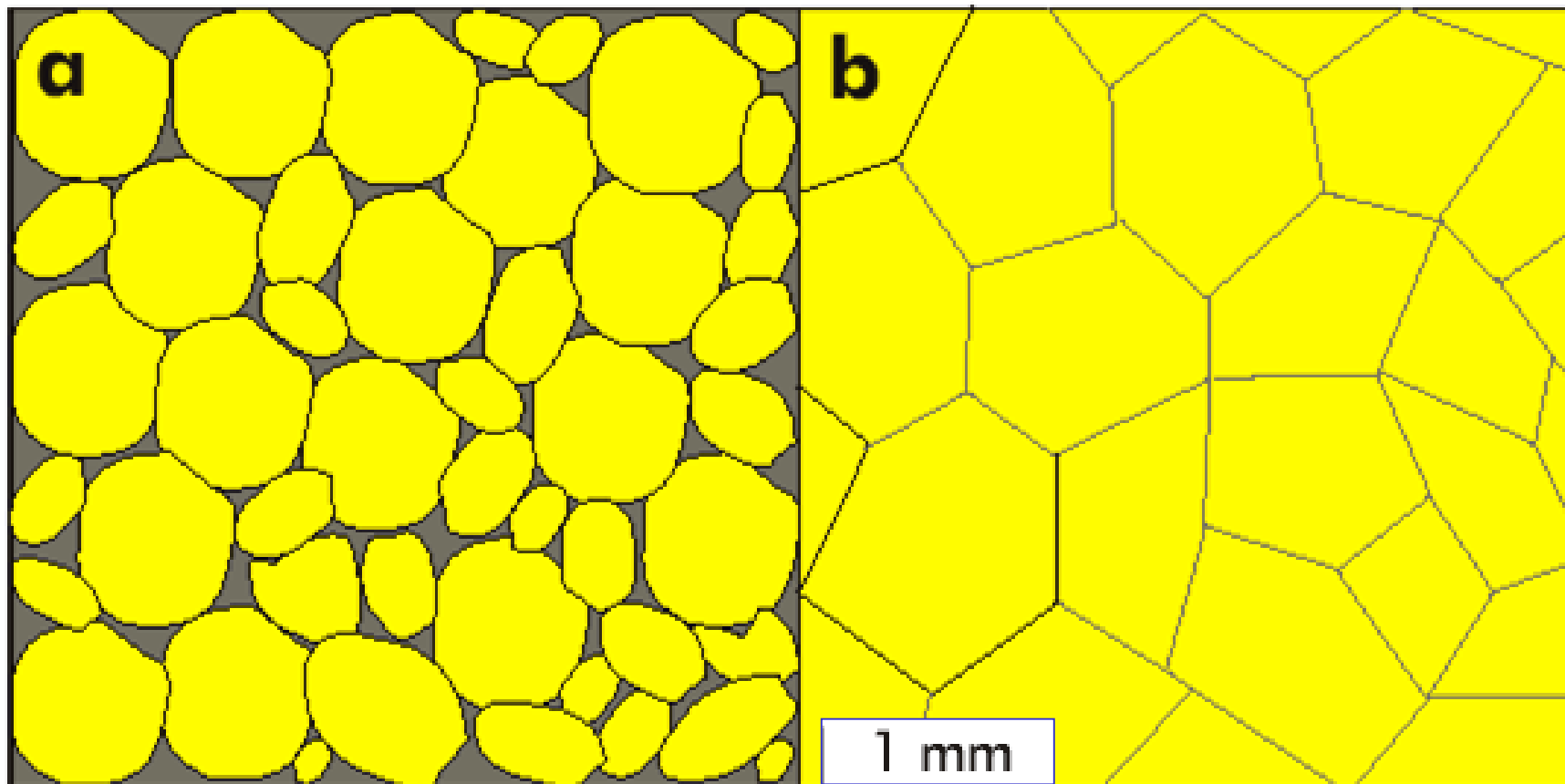


Fig. 18.2 Arenito com textura sedimentar clástica bem selecionada, poroso e com grãos de quartzo arredondados (a) e o seu equivalente metamórfico, um quartzito (b), com textura granoblástica em mosaico (poligonizada), onde os grãos de quartzo preenchem todo o espaço, tocando-se através de contatos retos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

1. ROCHAS METAMÓRFICAS

• **PRESSÕES ATUANTES ENGLOBAM:**

- **LITOSTÁTICA (*PROFUNDIDADE – PESO DAS ROCHAS*)**
- **DIRIGIDA (*TENSÕES DE DEFORMAÇÃO – CROSTA EM MOVIMENTO – ZONAS DE DEFORMAÇÃO*)**
- **EM FLUÍDOS (H_2O_v E CO_2 NOS VAZIOS DAS ROCHAS: *POROS E FRATURAS*)**

• **FLUÍDOS SÃO IMPORTANTES NAS REAÇÕES METAMÓRFICAS. DOIS TIPOS PRINCIPAIS:**

- **DESIDRATAÇÃO (*PERDA DE ÁGUA*)**
- **DECARBONATAÇÃO (*PERDA DO CO_2*)**

• **TEMPERATURA RESULTA:**

- **PROFUNDIDADE (*GRAU GEOTÉRMICO, ESTRUTURA DA TERRA*)**
- **PROXIMIDADE DE CORPOS ÍGNEOS**

1. ROCHAS METAMÓRFICAS

1. AS CARACTERÍSTICAS DAS ROCHAS METAMÓRFICAS DEPENDEM ESSENCIALMENTE DA COMPOSIÇÃO DAS ROCHAS ORIGINAIS (SEDIMENTAR E ÍGNEA), DAS CONDIÇÕES DE **PRESSÃO** E **TEMPERATURA** E DOS **FLUÍDOS** ENVOLVIDOS;

2. ROCHAS ORIGINAIS COM COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DIFERENTES RESULTAM EM DIFERENTES ROCHAS METAMÓRFICAS QUANDO SUBMETIDAS AS MESMAS CONDIÇÕES DE PRESSÃO E TEMPERATURA;

EXEMPLOS:

CÁLCARIOS => MÁRMORES

ARENITOS => QUARTZITOS

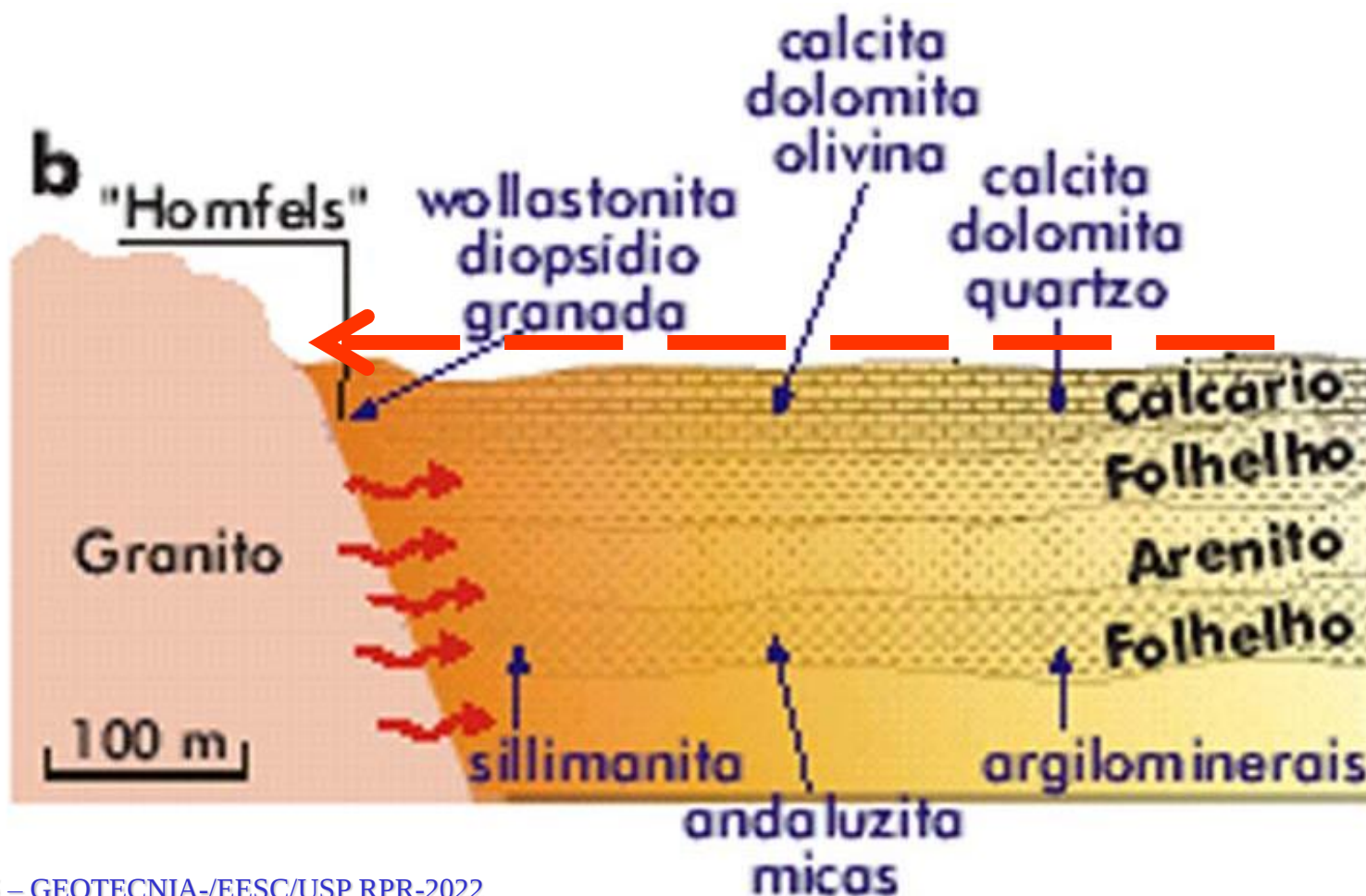
BASALTO => ANFIBOLITO

3. QUANDO AS REAÇÕES COM FLUÍDOS NÃO SÃO ISOQUÍMICAS (MUDANÇAS NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA – FLUÍDOS DE ORIGEM MAGMÁTICA) – **PROCESSO DE METASSOMATISMO.**

2. TIPOS DE METAMORFISMO

- OS PROCESSOS METAMÓRFICOS PODEM SER CLASSIFICADOS SEGUNDO O AMBIENTE GEOLÓGICO (*P, T, FLUÍDOS E ROCHA*) E A EXTENSÃO GEOGRÁFICA DE OCORRÊNCIA EM:

2.1 METAMORFISMO LOCAL OU DE CONTATO:

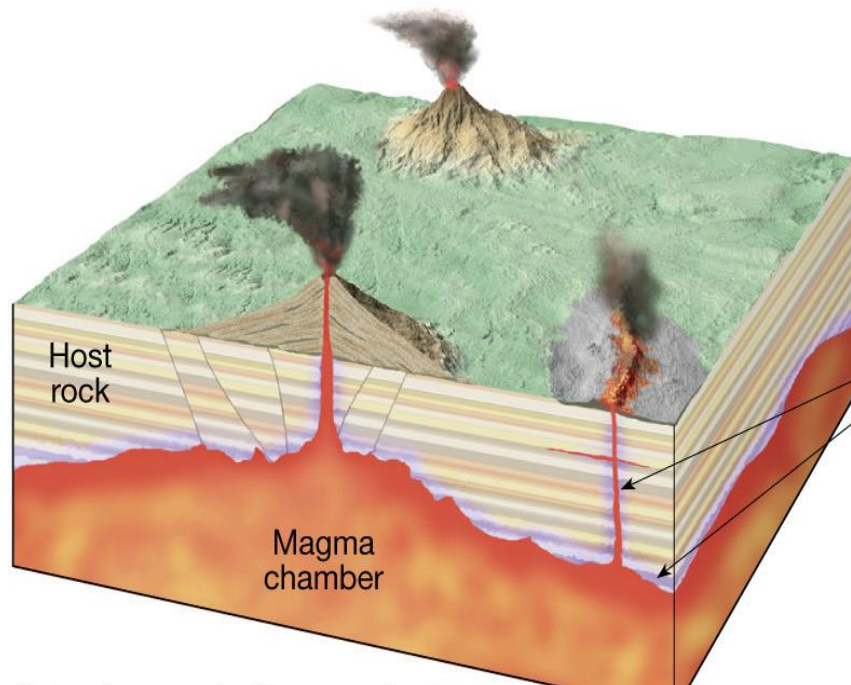


2.1 METAMORFISMO DE CONTATO

MÁRMORE

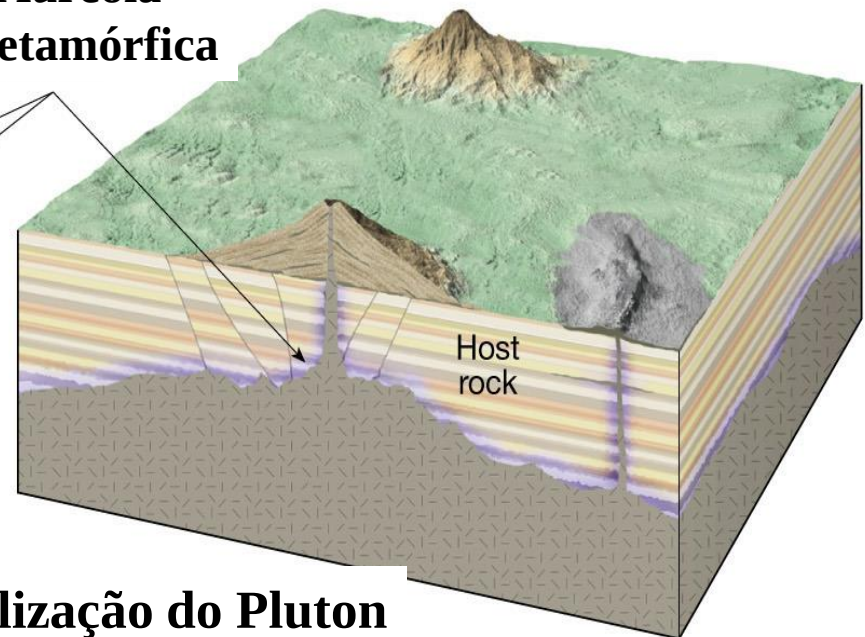


2.1 METAMORFISMO DE CONTATO



Intrusão de corpo magmático

**Auréola
Metamórfica**

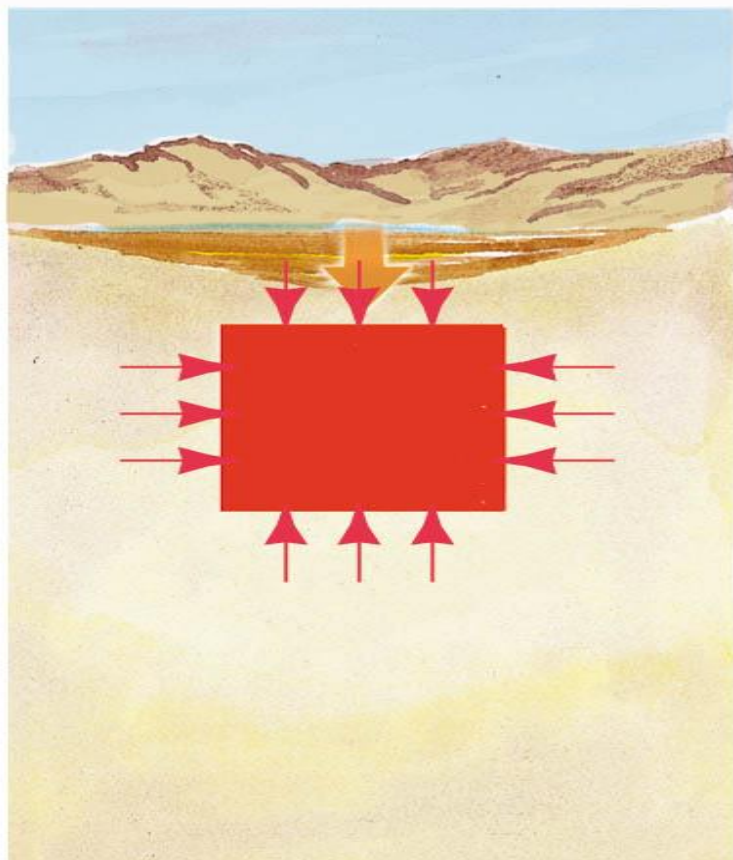


Cristalização do Pluton

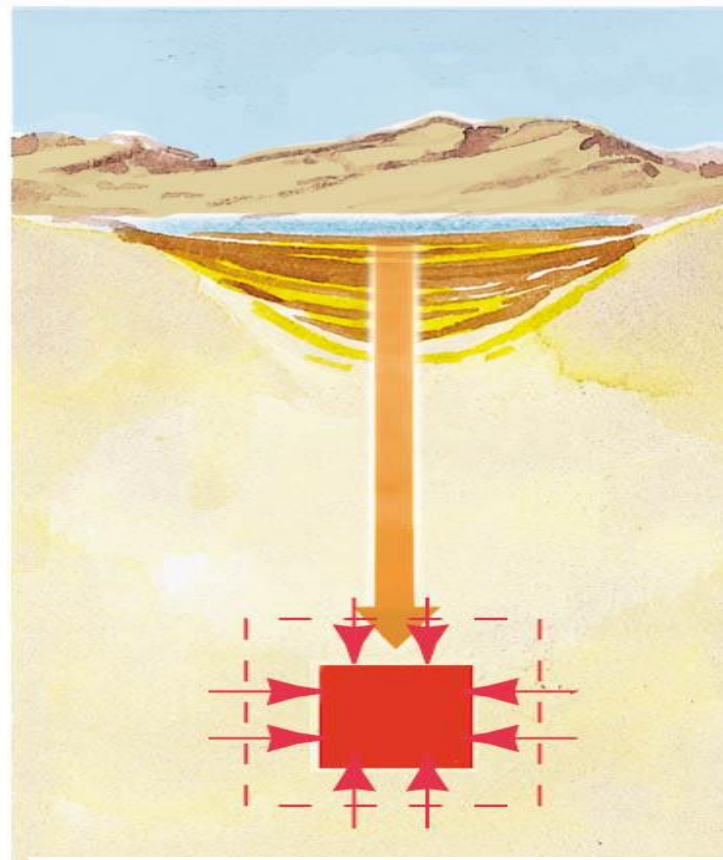
2.2 METAMORFISMO REGIONAL



Carga ou confinamento

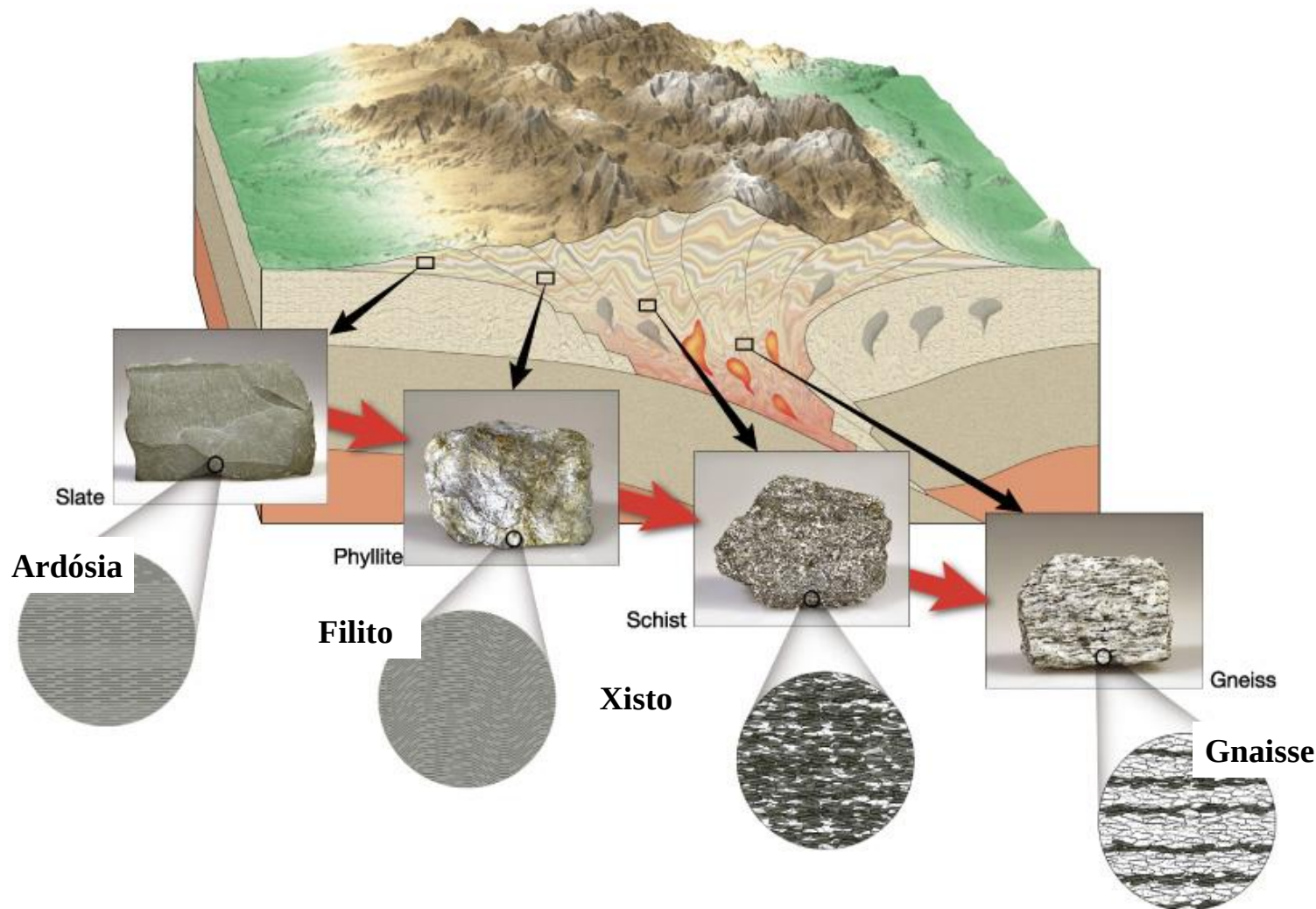


Pré compressão



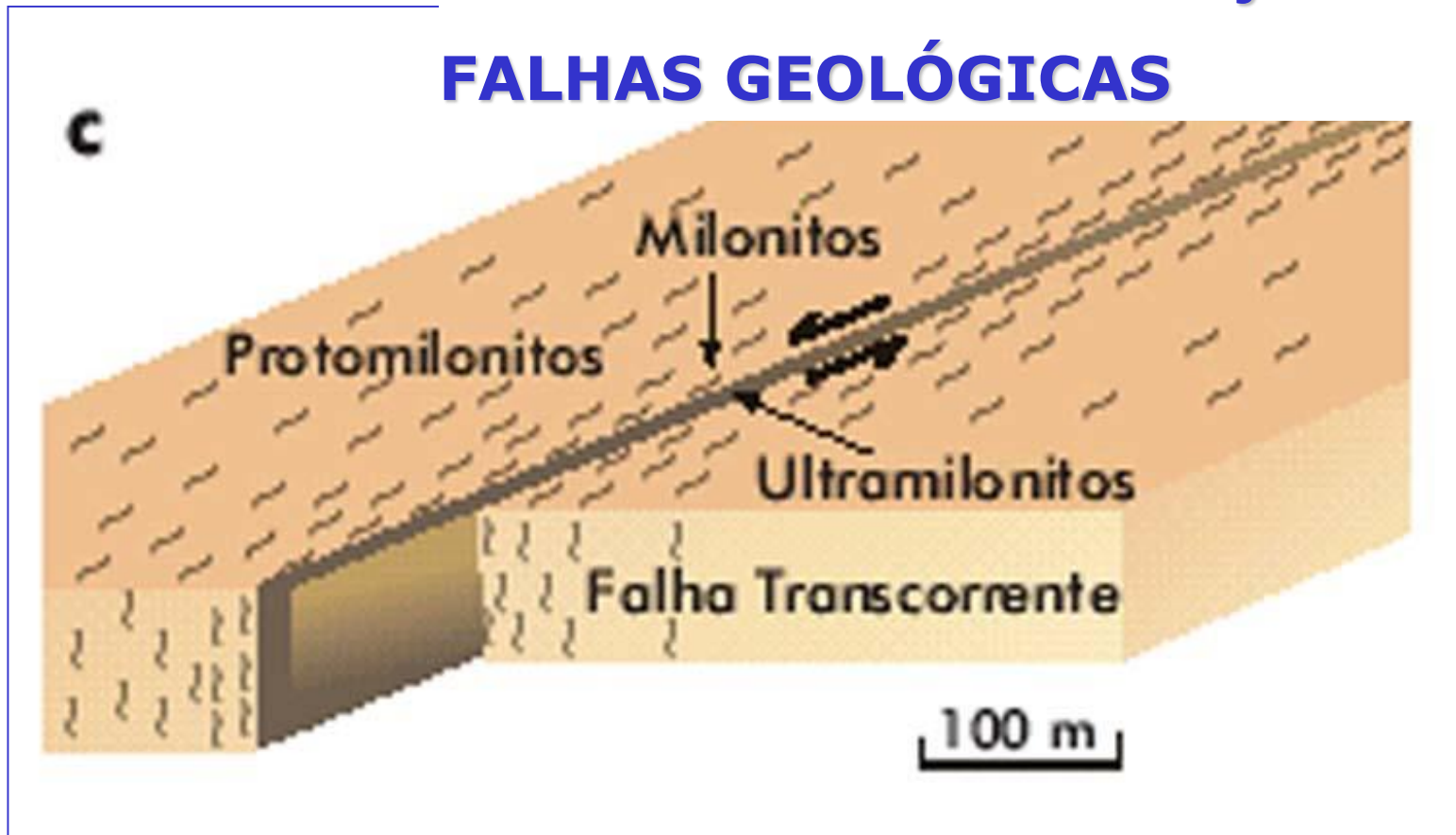
Pós compressão

ÁREA DE CROSTA INSTÁVEL (FORTES COMPRESSÕES) Intensidade do Metamorfismo: < **ARDÓSIA** → > **GNAISSE**

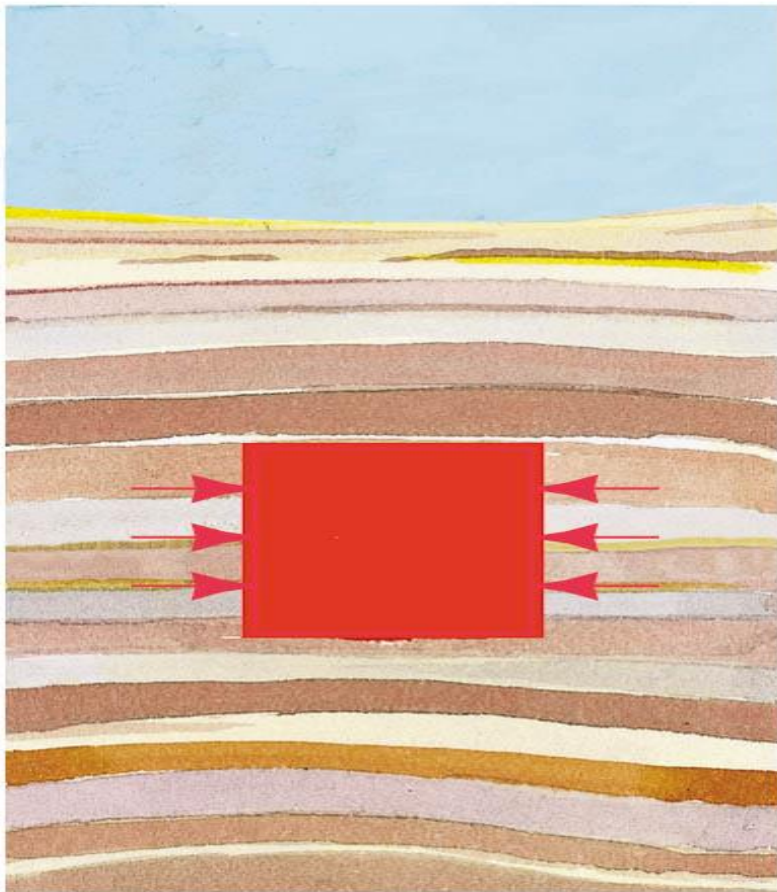


CATACLASITOS, BRECHAS TECTÔNICAS, MILONITOS

ÁREAS DE MOVIMENTAÇÃO FALHAS GEOLÓGICAS



PRESSÃO DIRIGIDA

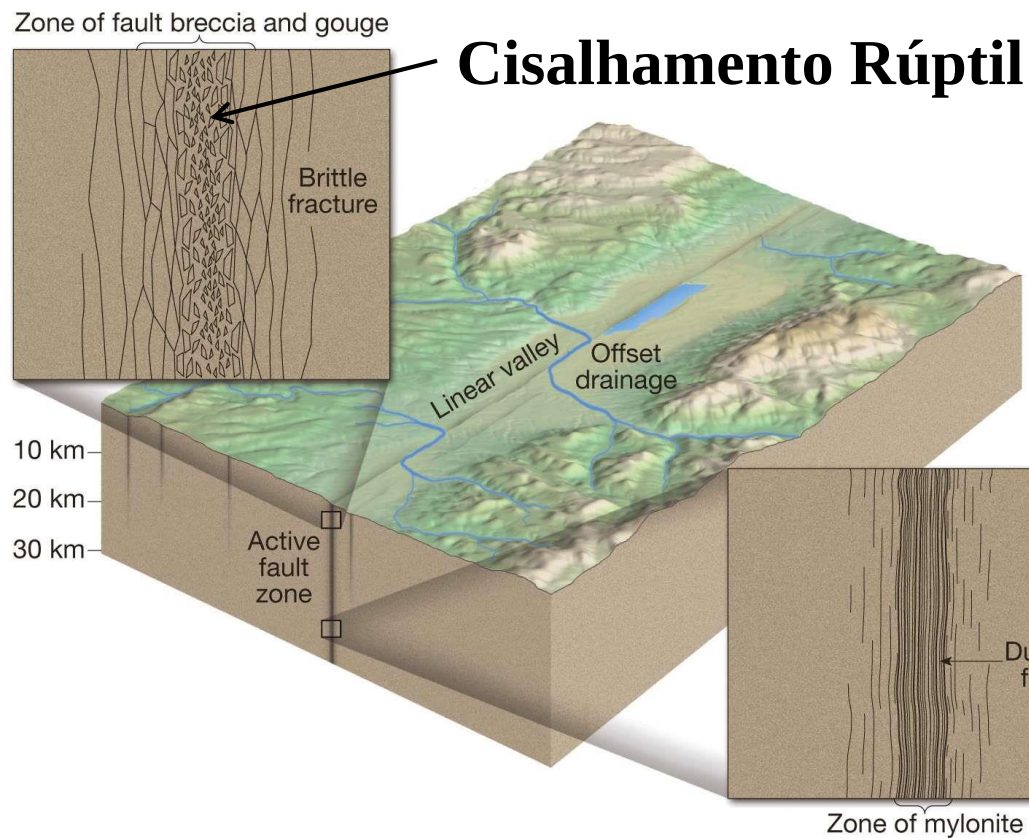


Pré compressão

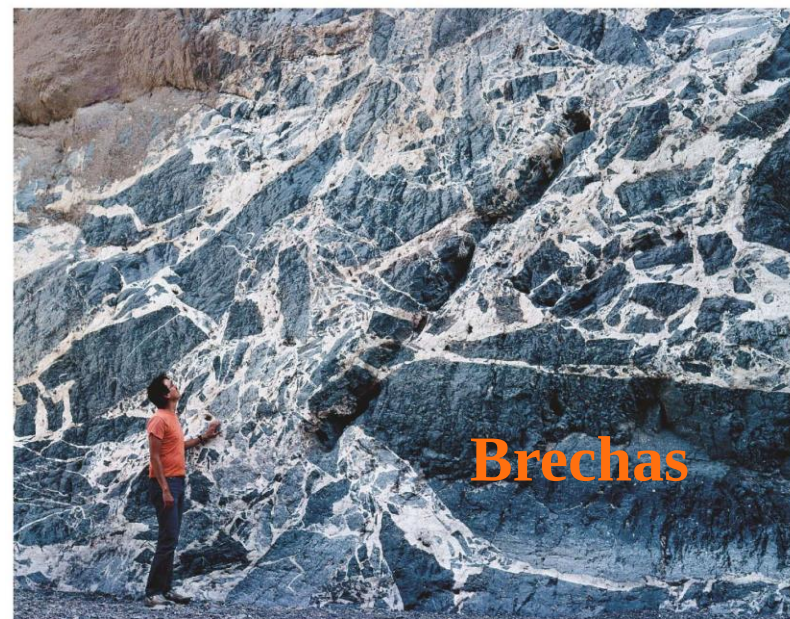


Pós compressão

2.3 METAMORFISMO DINÂMICO

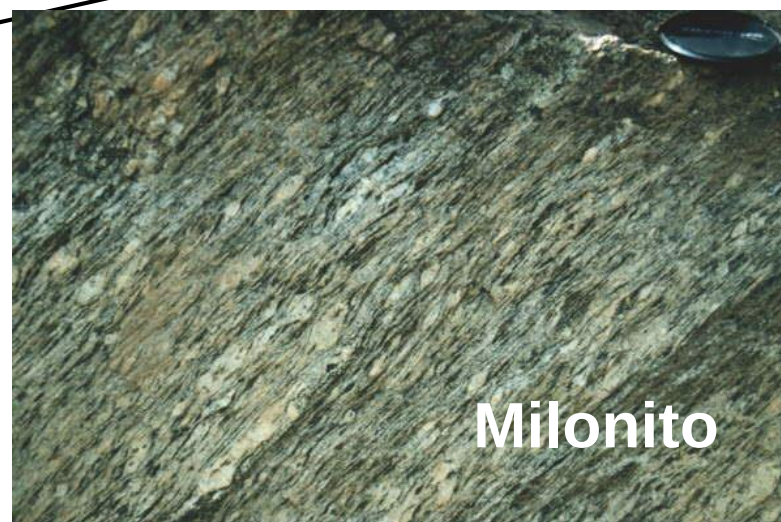


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

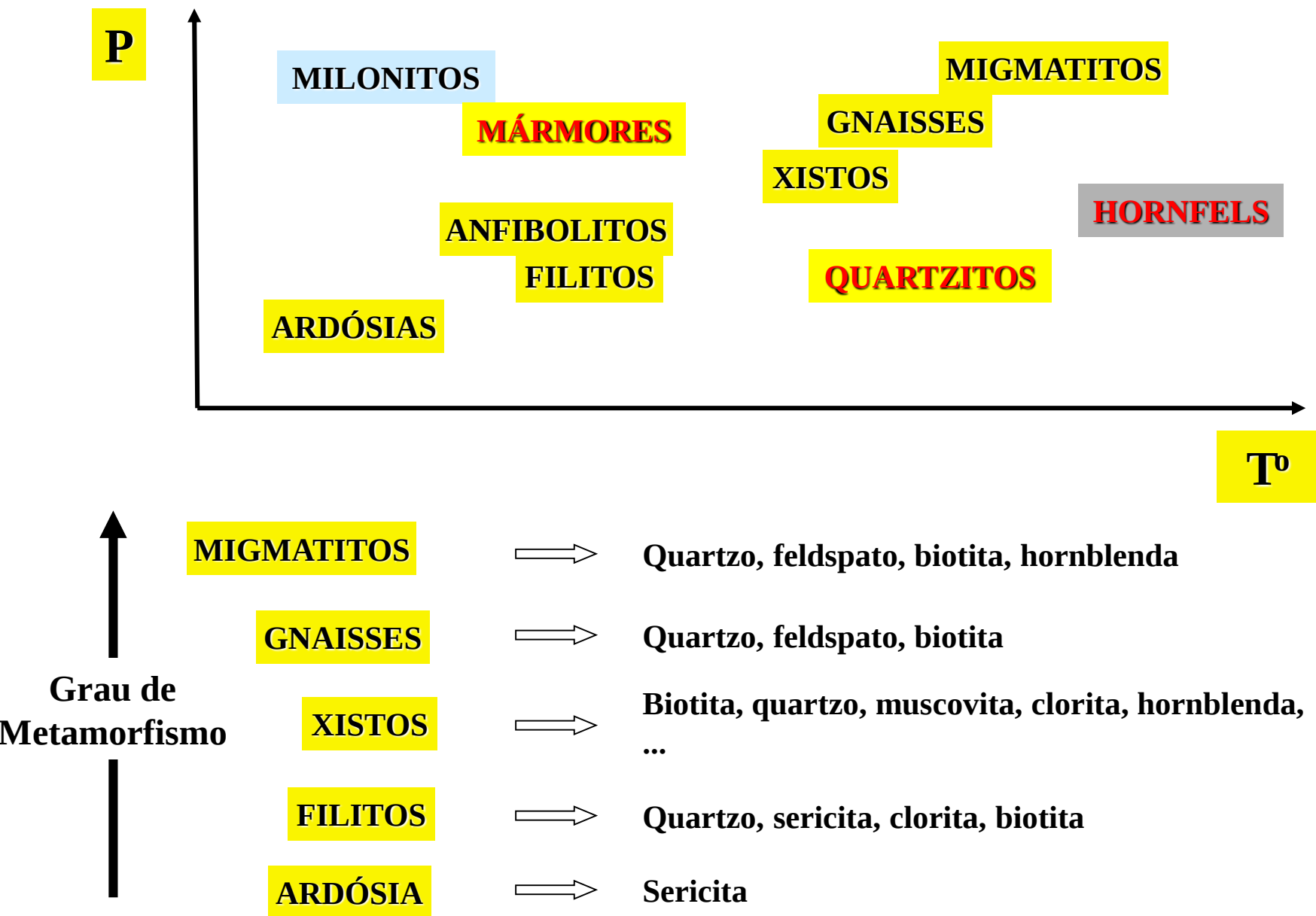


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Cisalhamento Dúctil

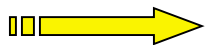


3 - ROCHAS METAMÓRFICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL



- ESTRUTURA
- MINERALOGIA
- FORMA

USO COMO AGREGADOS



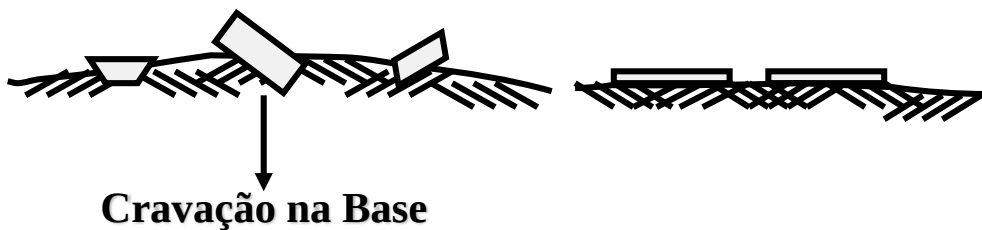
BRITAS

PROBLEMA

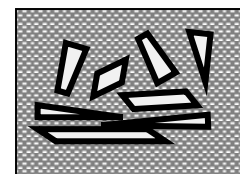
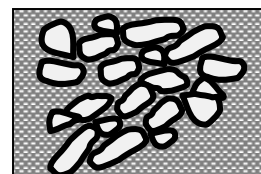


FORMAS LAMELARES

ESTRADA



CONCRETO



Embricamento

3 - ROCHAS METAMÓRFICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL



QUARTZITO



SOLO ARENOSO

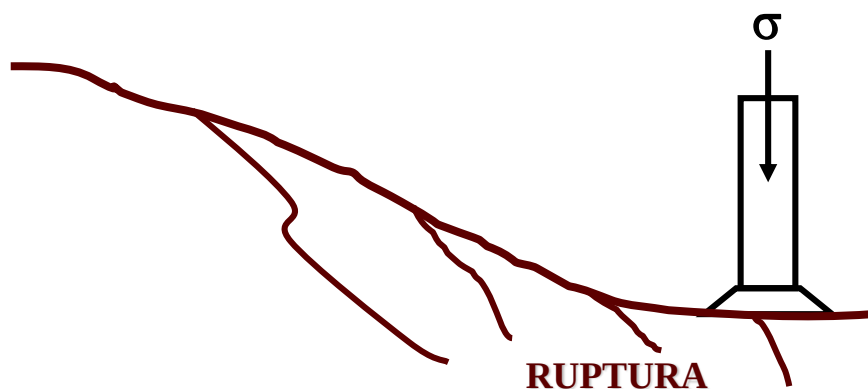
REVESTIMENTO/ALVENARIA

MÁRMORE
QUARTZITO

/// GNAISSE
/// MIGMATITO

FUNDAÇÃO

ESTRUTURA



RUPTURA

MATACÕES

Gnaisses, Migmatitos



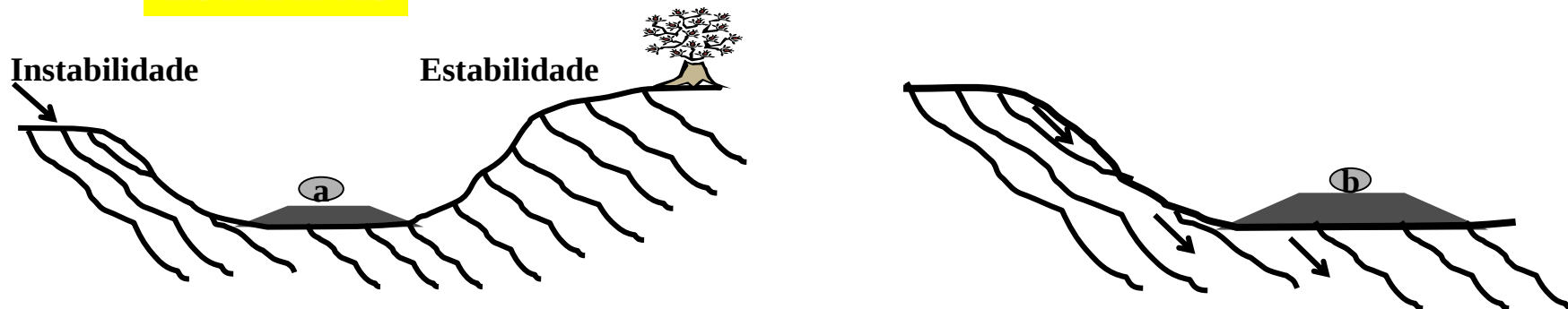
DESLOCAMENTO LATERAL

CAVERNAS

Mármore

ESTRUTURAS

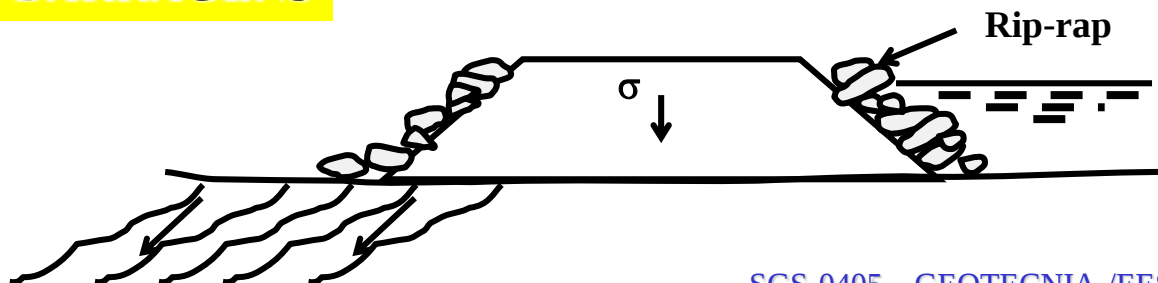
ESTRADAS



TÚNEIS



BARRAGENS



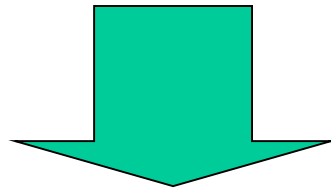
CRITÉRIOS:

ESTRUTURA;

TEXTURA;

MINERALOGIA.

**PODEM APRESENTAR ALGUMAS
CARACTERÍSTICAS DA ROCHA ORIGINAL
(SEDIMENTAR OU ÍGNEA).**



**LIMITAÇÕES NA CLASSIFICAÇÃO
MACROSCÓPICA**

4. CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

PRINCIPAIS ESTRUTURAS (Primárias)

1. **MACIÇA/GRANULADA:** ASPECTO COMPACTO, HOMOGÊNEO, MINERAIS GRANULARES;
2. **XISTOSA:** ASPECTO FOLIADO, MINERAIS LONGADOS OU PLACÓIDES DISPOSTOS PARALELAMENTE;
3. **GNAÍSSICA:** ALTERNÂNCIA DE FAIXAS DE MINERAIS ORIENTADOS COM MINERAIS NÃO ORIENTADOS – **BANDAMENTO**;
4. **CATACLÁSTICA:** FRAGMENTOS ANGULOSOS IMERSOS NUMA MATRIZ FINA, ESTIRAMENTO;
5. QDO O PROCESSO DE MOAGEM É MUITO INTENSO => **TEXTURA MILONÍTICA** (FINA).

MIGMATÍTICA: ESTRUTURA GNAÍSSICA COM PORÇÕES GRANÍTICAS (**ROCHA MISTA**) – ALTAS PROFUNDIDADES.

PRINCIPAIS TEXTURAS

GRANOBLÁSTICA: ROCHAS NÃO FOLIADAS, MACIÇAS, MINERAIS EQÜIDIMENSIONAIS COM BORDAS BEM DEFINIDAS (QUARTZITOS, MÁRMORES);

LEPIDOBLÁSTICA: ROCHAS FOLIADAS DEVIDO A ORIENTAÇÃO DE MINERAIS MICÁCEOS (PLACÓIDES). EX. XISTOS, FILITOS;

PORFIROBLÁSTICA: CRISTAIS MAIORES (PÓRFIROS) INSERIDOS EM UMA MATRIZ MAIS FINA COM TEXTURA GRANOBLÁSTICA, LEPIDOBLÁSTICA, ETC.

ESTAS TEXTURAS NÃO SE APLICAM ÀS ROCHAS METAMÓRFICAS CATACLÁSTICAS, MILONÍTICAS

PRINCIPAIS TEXTURAS

NEMATOBLÁSTICA: **LEPIDOBLÁSTICA**

ROCHAS FOLIADAS DEVIDO A ORIENTAÇÃO DE MINERAIS PRISMÁTICOS (EX. ANFIBOLITOS);

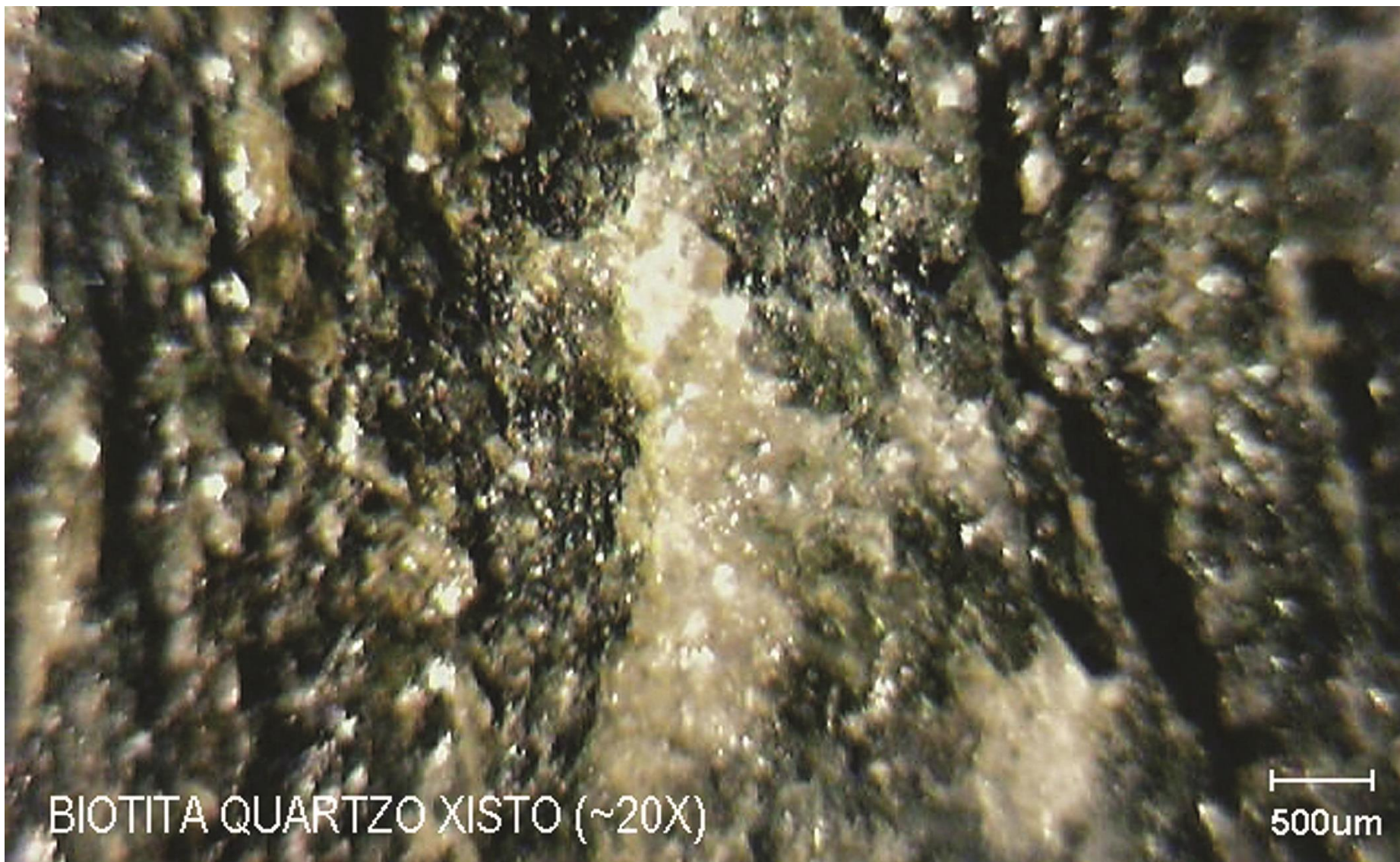
GRANOLEPIDOBLÁSTICA; GRANONEMATOBLÁSTICA:
ROCHAS BANDADAS DEVIDO A ALTERNÂNCIA DE TEXTURAS GRANOBLÁSTICA (MACIÇA GRANULAR) E LEPIDOBLÁSTICA OU NEMATOBLÁSTICA (FOLIADA).EX. GNAISSES

4. TEXTURA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS



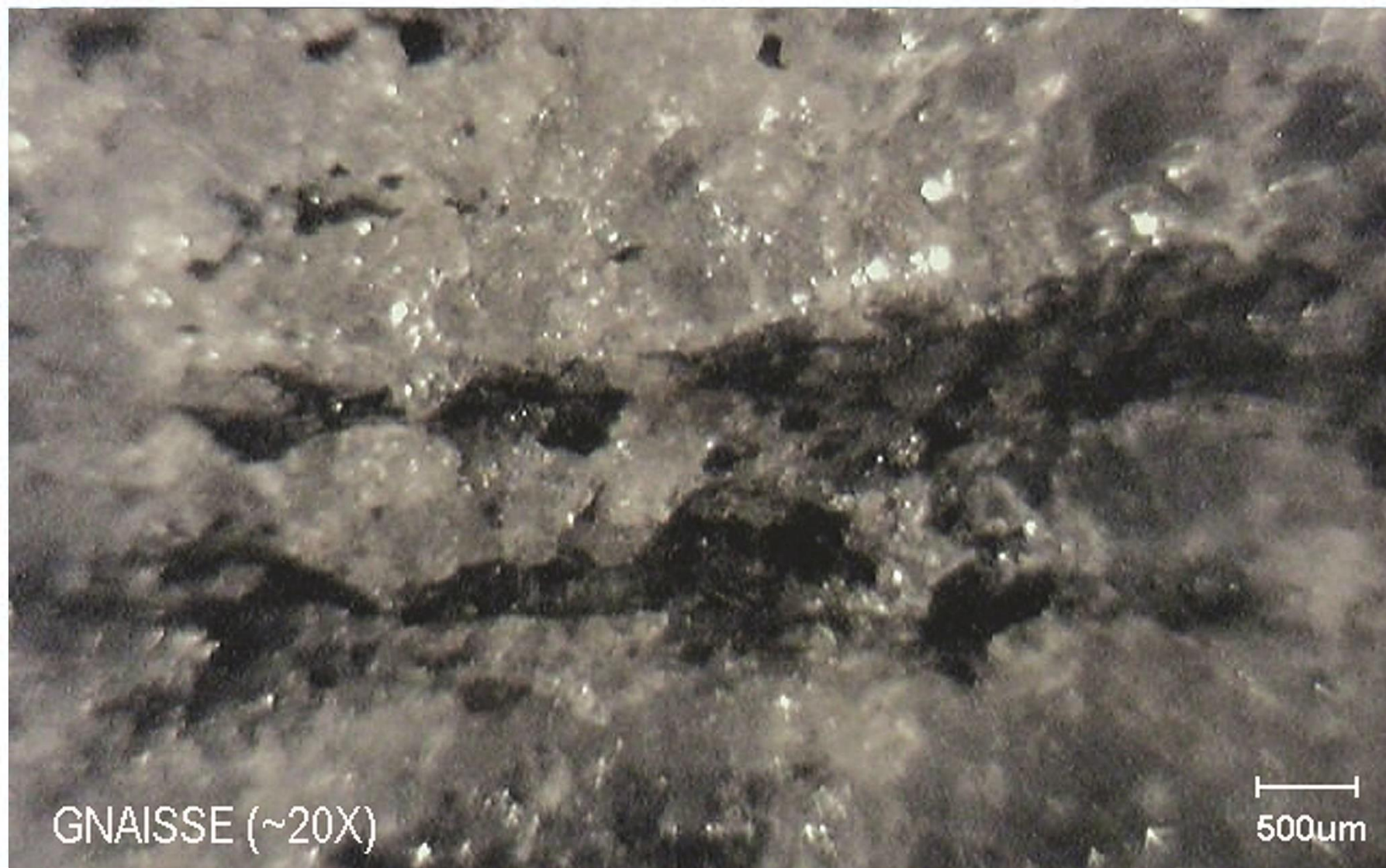
TEXTURA GRANOBLÁSTICA (ESTRUTURA MACIÇA/GRANULAR) :
QUARTZITO

4. TEXTURA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS



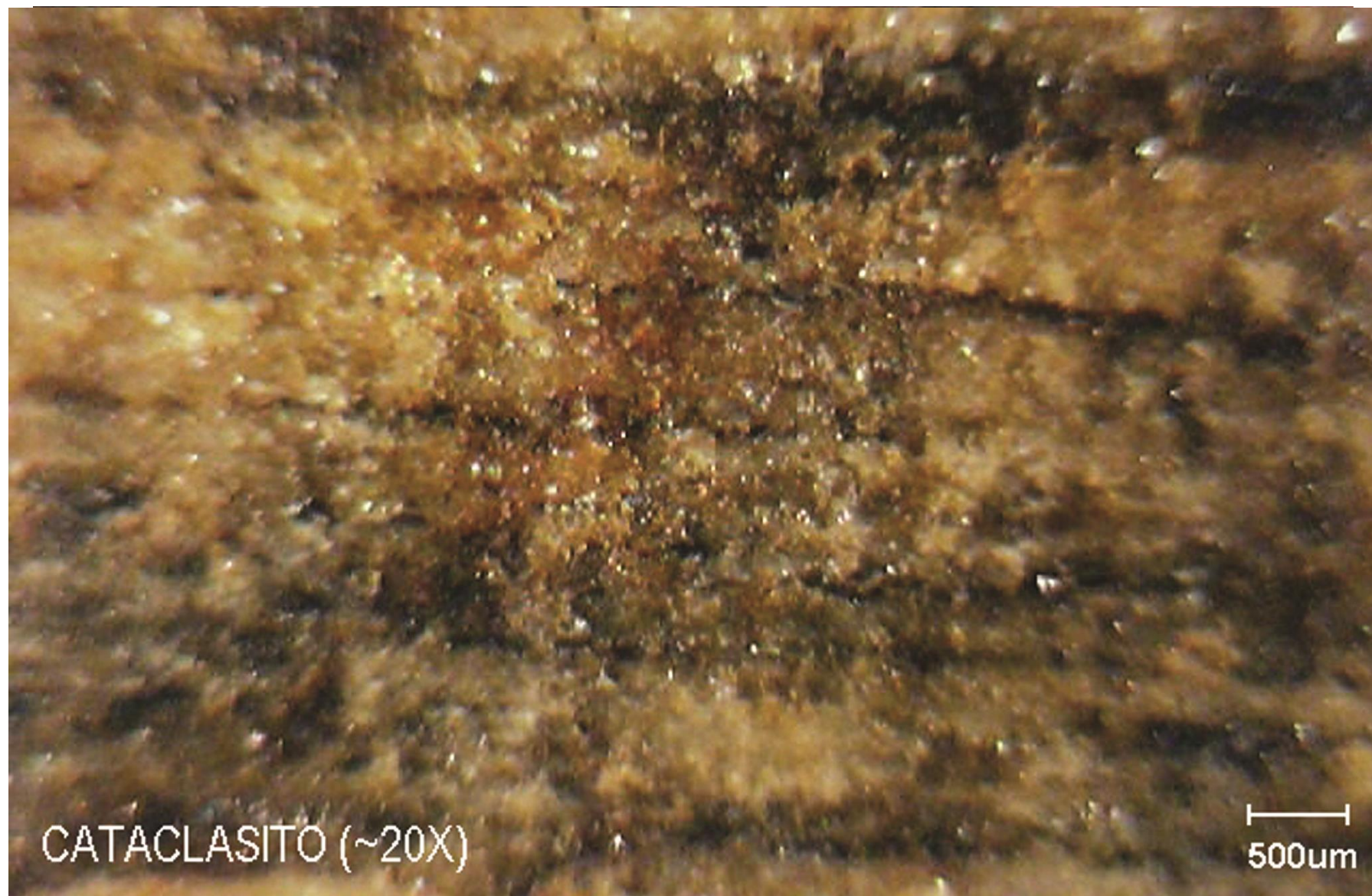
TEXTURA LEPIDOBLÁSTICA (ESTRUTURA XISTOSA):
MUSCOVITA XISTO

4. TEXTURA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS



TEXTURA GRANOLEPIDOBLÁSTICA (ESTRUTURA GNAÍSSICA) :
BIOTITA GNAISSE

4. TEXTURA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS



ESTRUTURA/TEXTURA CATACLÁSTICA/MILONÍTICA
GRANITO CATACLASADO

ROCHAS METAMÓRFICAS:

AULA PRÁTICA

CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

ATIVIDADE PRÁTICA: IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DE ROCHAS METAMÓRFICAS ROTEIRO DAS CARACTERÍSTICAS A SEREM OBSERVADAS NAS AMOSTRAS:

1. **Identificar a Estrutura**: maciça/granular, xistosa (micas muito “finas” = clivagem ardosiana), gnaíssica e cataclástica.
2. **Identificar a Textura**: granoblástica, lepidoblástica, nematoblástica, granolepidoblástica (granonematoblástica) e porfiroblástica
3. **Identificar os Minerais** - Forma (prismática, estirada, esférica, placóide)
- Nome dos minerais identificados.
4. **Identificar o Tipo de Metamorfismo**: Dinamotermal (Regional); Local (Contato) e Dinâmico
 - Dinamotermal ou Regional: estruturas xistosa e bandada; eventualmente maciça/granular.
 - Termal ou de Contato: estrutura maciça/granular;
 - Dinâmico: estruturas cataclástica e milonítica.
5. **Identificar o Nome da Rocha (Ver Quadro)**.

2 CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

ROCHA	ESTRUTURA	TEXTURA	COR	MINERAIS ESSENCIAIS
Ardósia	Clivagem ardosiana	Lepidoblástica muito fina	Tons de cinza / verde ou marrom	Sericita, quartzo
Filito	Xistosidade	Lepidoblástica fina	Tons de cinza ou marrom	Sericita, quartzo
Xisto	Xistosidade	Lepidoblástica fina a média	Tons de cinza / verde ou marrom	Micas, quartzo
Gnaiss	Gnáissica	Granolepidoblástica	Tons de cinza, por vezes rosados	Feldspatos, quartzo, biotita e/ou hornblenda
Migmatito	Migmatítica	Granoblástica GRANOLEPIDOBLÁSTICA	Tons de cinza por vezes rosados	Feldspatos, quartzo, biotita e/ou hornblenda
Milonito	ESTRUTURA MILONÍTICA		Tons de cinza ou avermelhados	Sericita, feldspatos, quartzo
Cataclasito	ESTRUTURA CATACLÁSTICA		Variada	Variada
Hornfels	Maciça	Granoblástica fina / porfiroblástica	Variada	Variada
Quartzito	Maciça ou foliada	Granoblástica / granolepidoblástica	Branca, com tons verdes ou rosa	Quartzo, sericita
Mármore	Maciça	Granoblástica fina a média	Cinza a branca, com tons verdes ou rosas	Calcita e/ou dolomita
Anfibolito	Maciça ou foliada	Granoblástica NEMATOBLÁSTICA	Verde-escura a preta	Hornblenda, plagioclásio

METAMORFISMO DINÂMICO

2 CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

PRINCIPAIS MINERAIS

QUARTZO

FELDSPATO K

PLAGIOCLÁSIO (Na/Ca)

} Prismáticos
("Claros")

MICAS: BIOTITA, MUSCOVITA, SERICITA,
CLORITA (VERDE) → Placóides

ANFIBÓLIOS

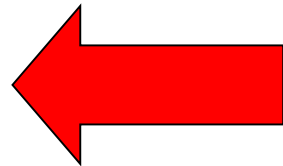
PIROXÊNIOS

} Prismáticos
("Escuros")

GRANADAS

→ Esféricas

TALCO



DUREZA 1 – ESCALA DE MOHS

ROCHAS METAMÓRFICAS CLASSIFICAÇÃO:

MINERAIS MÁFICOS – “Escuros” (Fe, Mg, SiO₂)

PIROXÊNIO - HIPERSTÊNIO



Cristal de hiperstênio

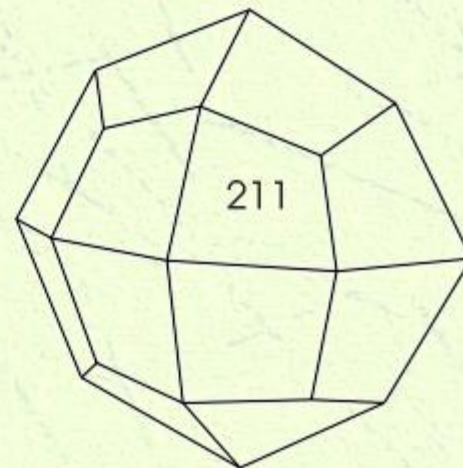
- ◆ Fórmula Química - $(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$
- ◆ Composição - 17,35 % MgO, 30,93 % FeO, 51,73 % SiO₂
- ◆ Cristalografia - Ortorrômbico
 - ◆ Classe - Bipiramidal
- ◆ Propriedades Ópticas - Biaxial negativo
- ◆ Hábito - Prismática, maciça, fibrosa ou lamelar
- ◆ Clivagem - Boa em {110}
- ◆ Dureza - 5,5
- ◆ Densidade relativa - 3,2 - 3,9
- ◆ Brilho - Vítreo a nacarado
- ◆ Cor - Acinzentado, amarelado ou branco-esverdeado ao verde da oliva, e pardo.

ROCHAS METAMÓRFICAS CLASSIFICAÇÃO:

ROCHAS ESCURAS – MINERAIS MÁFICOS (Fe, Mg, SiO₂)



Cristal de piropo



Modelo cristalográfico

- ♦ **Fórmula Química** - $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{Si}_3\text{O}_{12})$
- ♦ **Composição** - 29,99 % MgO, 25,29 % Al_2O_3 , 44,71 % SiO_2
- ♦ **Cristalografia** - Isométrico
 - ♦ **Classe** - Hexaoctaédrica
- ♦ **Propriedades Ópticas** - Isotrópico
- ♦ **Hábito** - Dodecaédrico, trazezoidal
- ♦ **Partição** - Presente em {110}
- ♦ **Dureza** - 6 - 7,5
- ♦ **Densidade relativa** - 3,5 - 3,75
- ♦ **Fratura** - Subconchoidal
- ♦ **Brilho** - Vítreo, lustroso a resinoso
- ♦ **Cor** - Marrom-avermelhado a preto

GRUPO DAS GRANADAS (PIROPO)

ALUNO: _____ CAIXA No: _____ DATA: _____

ROTEIRO PARA IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DE ROCHAS METAMÓRFICAS

OBSERVAÇÕES		AMOSTRA <u>01</u>	AMOSTRA ____	AMOSTRA ____	AMOSTRA ____	AMOSTRA ____
ESTRUTURA		<i>milonítica</i>				
TEXTURA		_____				
MINERAIS	FORMA	<i>Placóide, Estirada</i>				
	NOMES	<i>Quartzo, feldspato e micas</i>				
CLASSIFICAÇÃO (Metamorfismo)		<i>dinâmico</i>				
ROCHA MAIS PROVÁVEL						

2 CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS METAMÓRFICAS

ROCHA	ESTRUTURA	TEXTURA	COR	MINERAIS ESSENCIAIS
Ardósia	Clivagem ardosiana	Lepidoblástica muito fina	Tons de cinza / verde ou marrom	Sericita, quartzo
Filito	Xistosidade	Lepidoblástica fina	Tons de cinza ou marrom	Sericita, quartzo
Xisto	Xistosidade	Lepidoblástica fina a média	Tons de cinza / verde ou marrom	Micas, quartzo
Gnaiss	Gnáissica	Granolepidoblástica	Tons de cinza, por vezes rosados	Feldspatos, quartzo, biotita e/ou hornblenda
Migmatito	Migmatítica	Granoblástica GRANOLEPIDOBLÁSTICA	Tons de cinza por vezes rosados	Feldspatos, quartzo, biotita e/ou hornblenda
Milonito	ESTRUTURA MILONÍTICA		Tons de cinza ou avermelhados	Sericita, feldspatos, quartzo
Cataclasito	ESTRUTURA CATACLÁSTICA		Variada	Variada
Hornfels	Maciça	Granoblástica fina / porfiroblástica	Variada	Variada
Quartzito	Maciça ou foliada	Granoblástica / granolepidoblástica	Branca, com tons verdes ou rosa	Quartzo, sericita
Mármore	Maciça	Granoblástica fina a média	Cinza a branca, com tons verdes ou rosas	Calcita e/ou dolomita
Anfibolito	Maciça ou foliada	Granoblástica NEMATOBLÁSTICA	Verde-escura a preta	Hornblenda, plagioclásio

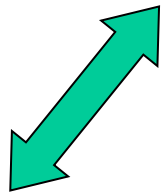
METAMORFISMO DINÂMICO

ALUNO: _____ CAIXA No: _____ DATA: _____

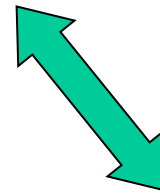
ROTEIRO PARA IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DE ROCHAS METAMÓRFICAS

OBSERVAÇÕES		AMOSTRA <u>01</u>	AMOSTRA ____	AMOSTRA ____	AMOSTRA ____	AMOSTRA ____
ESTRUTURA		<i>Milonítica</i>				
TEXTURA		_____				
MINERAIS	FORMA	<i>Placóide, Estirada</i>				
	NOMES	<i>Quartzo, feldspato e micas</i>				
CLASSIFICAÇÃO (Metamorfismo)		<i>dinâmico</i>				
ROCHA MAIS PROVÁVEL		<i>Milonito</i>				

- **TIPOS PRINCIPAIS DE ROCHAS E A ENGENHARIA CIVIL/AMBIENTAL?**
- **TIPO DE ROCHA E COMPORTAMENTO:**
- **RESISTÊNCIA MECÂNICA, CARACTERÍSTICAS HIDRAÚLICAS, ESTABILIDADE QUÍMICA, ETC.**



**PROJETO DE
OBRA CIVIL**



**ESTUDOS
AMBIENTAIS**