

SGS-0405 GEOL ENG 1
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
4º PERÍODO LETIVO

ROCHAS IGNEAS

PROF. DR. ROGÉRIO PINTO RIBEIRO
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
EESC/USP (SÃO CARLOS-SP)

SET/2022

CANIONS = APARADOS DA SERRA (RS)



SERRA DO ITAQUERI (SP)



**Formação
Serra
Geral**

Fm. Botucatu

Ipeúna



PEDRA GRANDE – ATIBAIA (SP)



ROCHAS

O que são Rochas?

São massas de grandes dimensões compostas por **agregados minerais**.

Geralmente apresentam-se consolidadas (duras), mas podem ter um aspecto desagregado.

As rocha são os constituintes da crosta terrestre, ainda que alguns tipos também existam no manto.

CLASSIFICAÇÃO GENÉTICA DAS ROCHAS



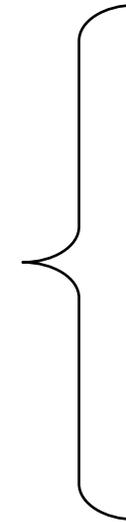
ÍGNEAS



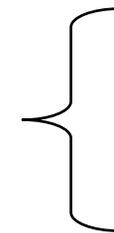
METAMÓRFICAS



SEDIMENTARES

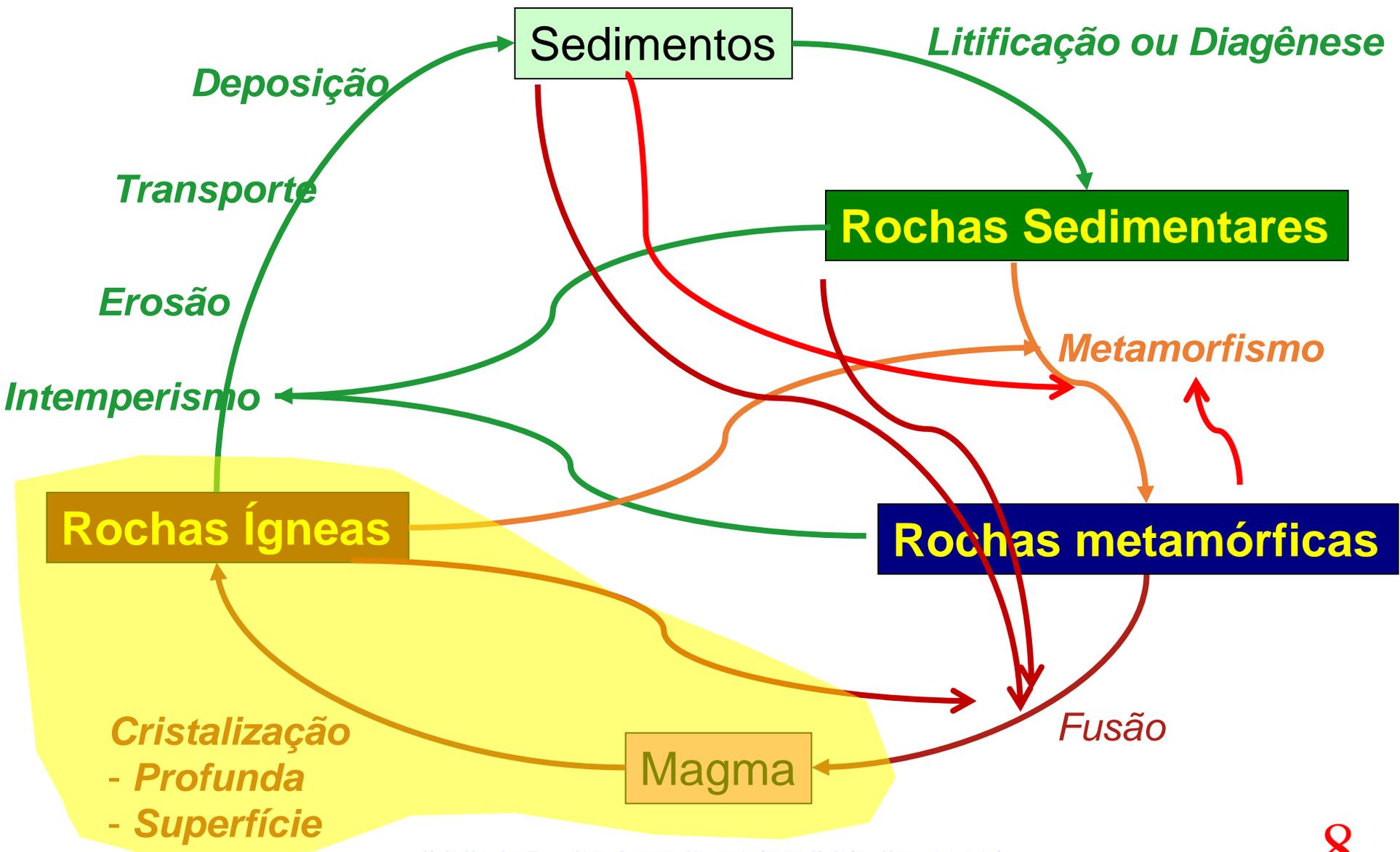


95% CC



5%

CICLO DAS ROCHAS



ROCHAS ÍGNEAS (MAGMÁTICAS)

Leitura complementar:

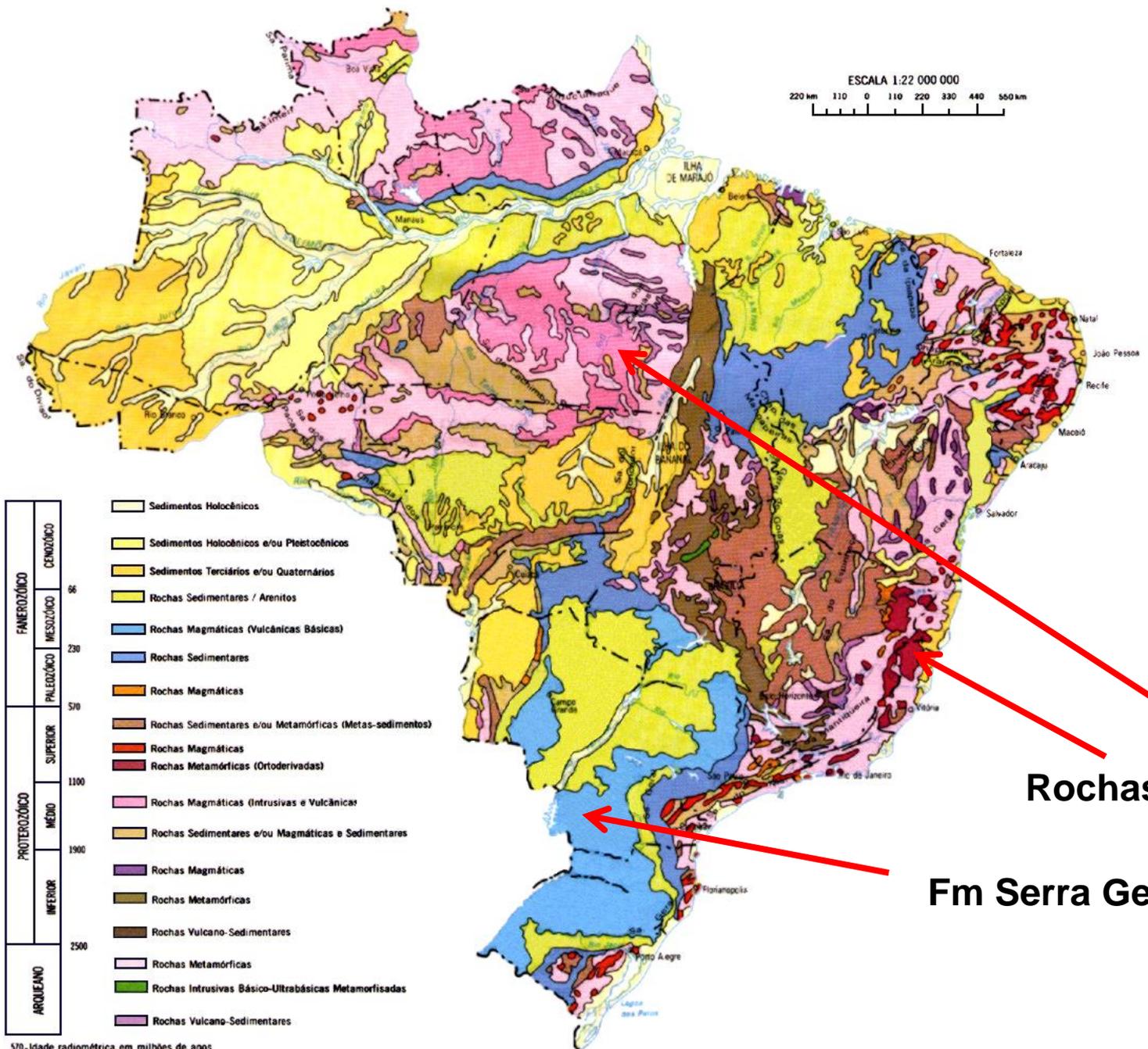
Livro GE, Cap. 2.3

Decifrando a Terra, Cap. 16

Vídeos UNIVESP

ROCHAS ÍGNEAS

- **Rochas ígneas ou magmáticas**
- **Definição - Solidificação por resfriamento do Magma/Lava**
- **Características diferentes {f}**
 - ⇒ **Composição magma**
 - ⇒ **Velocidade de resfriamento**



ESCALA 1:22 000 000
 220 km 110 0 110 220 330 440 550 km

FANEROZÓICO	CENOZÓICO	66	Sedimentos Holocênicos
		MESOZÓICO	Sedimentos Holocênicos e/ou Pleistocênicos
			Sedimentos Terciários e/ou Quaternários
	PALEOZÓICO	230	Rochas Sedimentares / Arenitas
		570	Rochas Magmáticas (Vulcânicas Básicas)
			Rochas Sedimentares
PROTEROZÓICO	SUPERIOR	1100	Rochas Magmáticas
		Rochas Sedimentares e/ou Metamórficas (Metas-sedimentos)	
		Rochas Magmáticas	
	MÉDIO	1900	Rochas Metamórficas (Órtoderivadas)
		Rochas Magmáticas (Intrusivas e Vulcânicas)	
		Rochas Sedimentares e/ou Magmáticas e Sedimentares	
INFERIOR	2500	Rochas Magmáticas	
	Rochas Metamórficas		
	Rochas Vulcano-Sedimentares		
ARQUEANO			Rochas Metamórficas
			Rochas Intrusivas Básico-Ultrabásicas Metamorfizadas
			Rochas Vulcano-Sedimentares

570 - Idade radiométrica em milhões de anos
 Fonte - IBGE, Diagnóstico Brasil - 1990

Rochas Ígneas

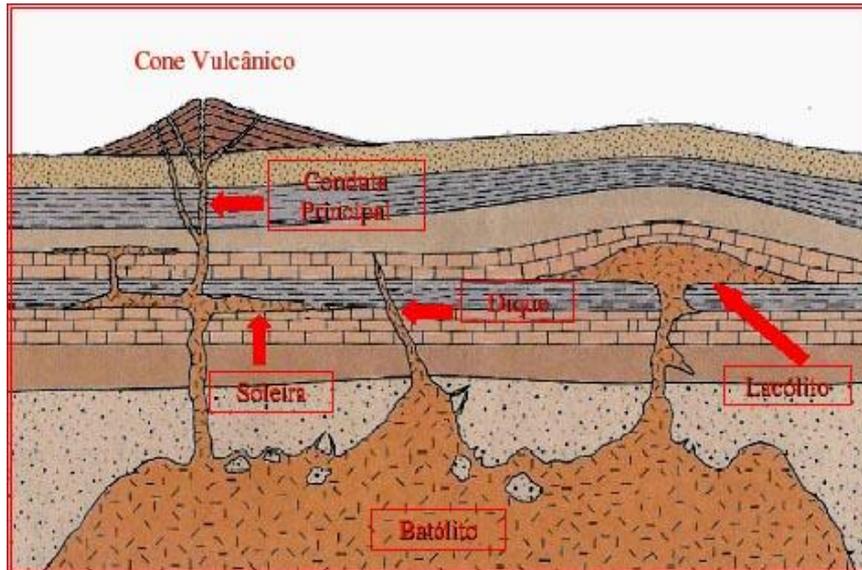
Fm Serra Geral

Magma

???????Lava



O Magma é um material que se encontra no interior da Terra e que resulta da fusão dos materiais que o constituem.



A sua composição varia com a profundidade e vai influenciar o tipo de rocha que origina.



Vulcão Bardarbunga (Bárðarbunga) - Islândia

💣 **MAGMA** → Líquido quente, viscoso com cátions de K, Ca, Mg, Fe, Na...., balanceados com ânions de tetraedros de SiO_4^{-4} .

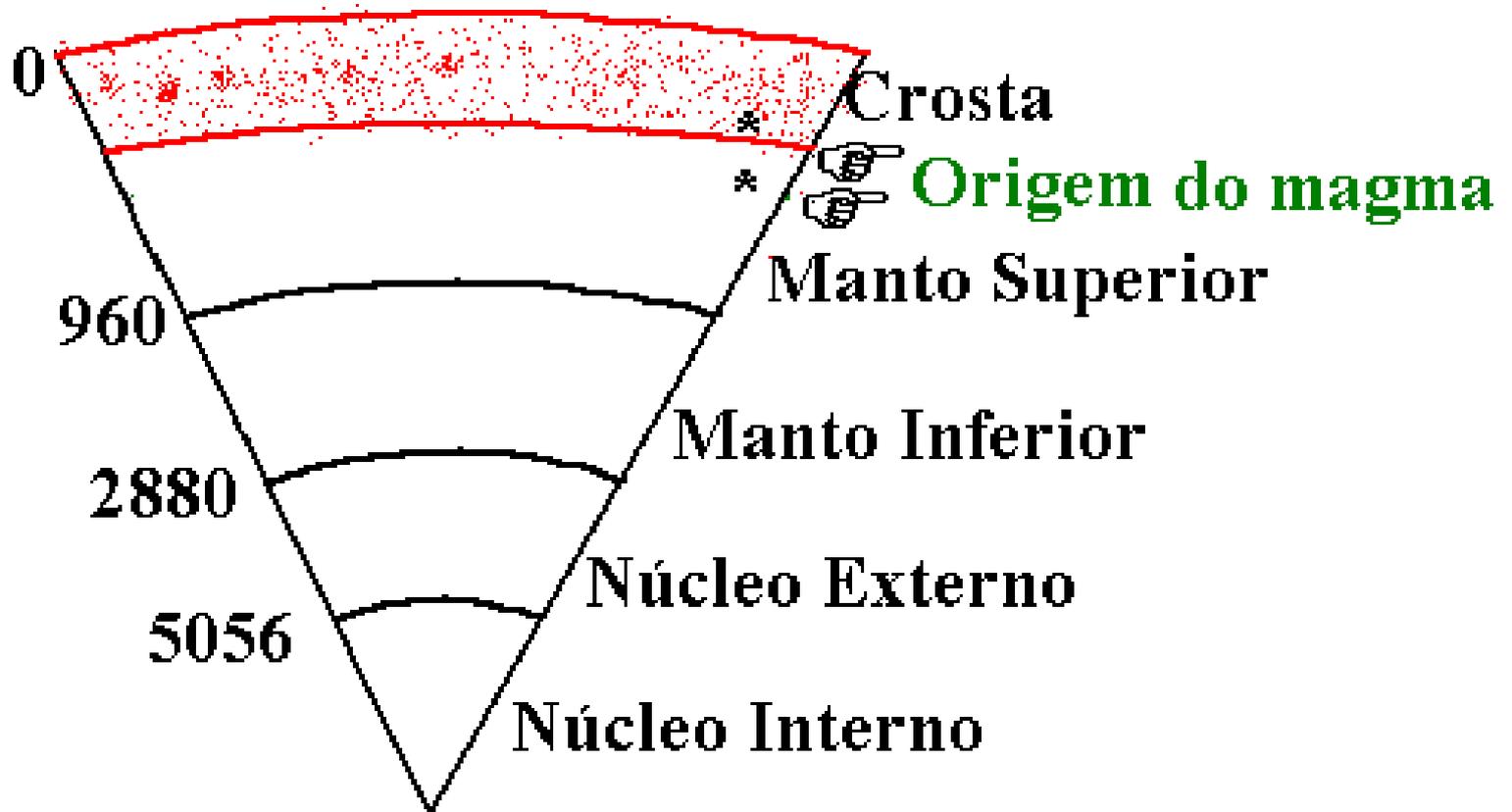
→ Mantém propriedades de líquido : *Fluidez*

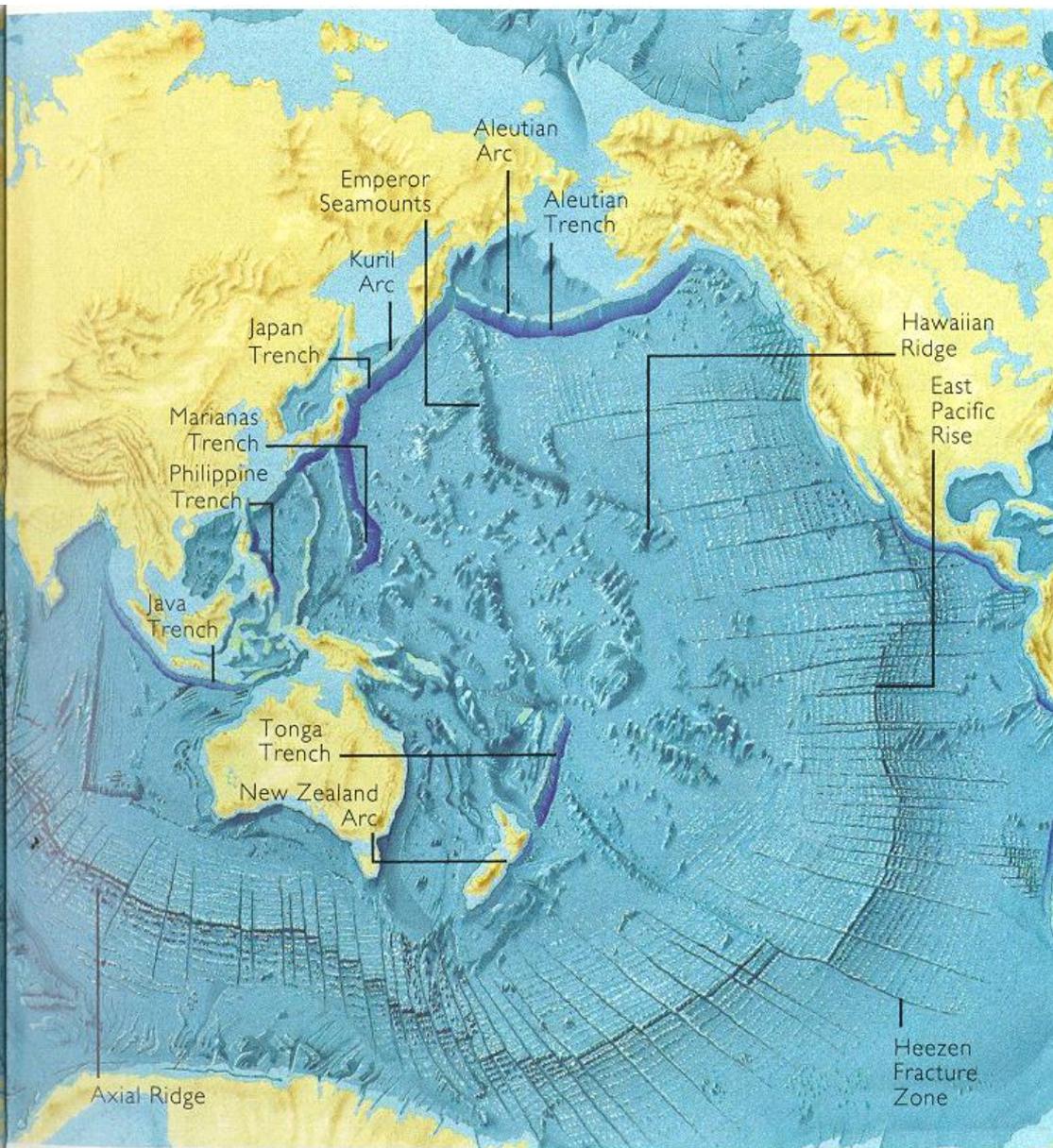
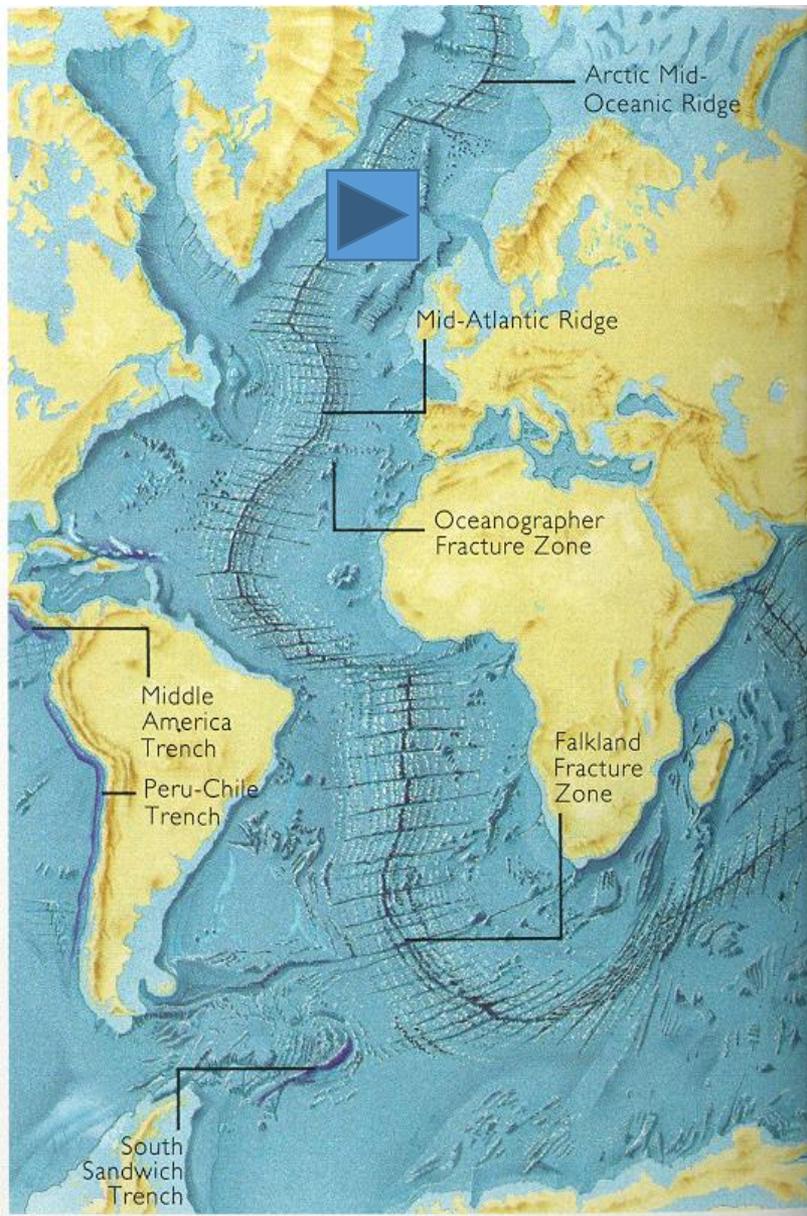
→ Temperatura : 600°C à 1400°C

↳ Fe, Mg ↑ → $T > 1000^{\circ}\text{C}$ (Básicos)

↳ Si, Na, K ↑; Fe+Mg ↓ → $T < 1000^{\circ}\text{C}$
(Graníticos)

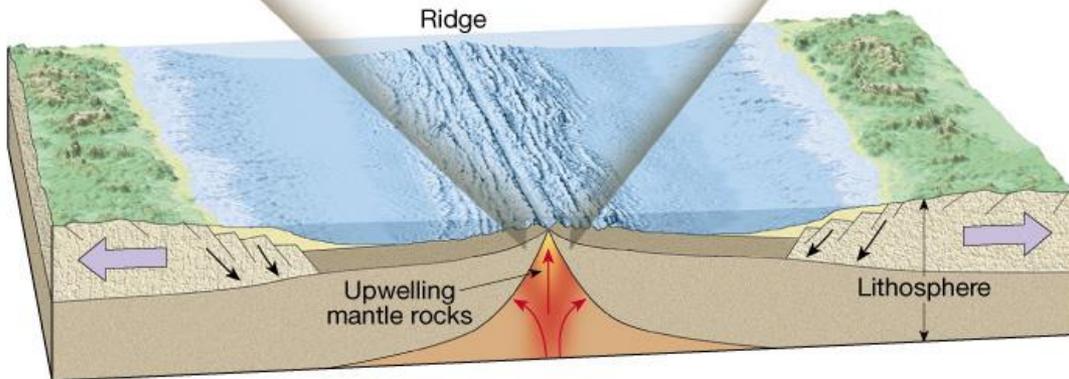
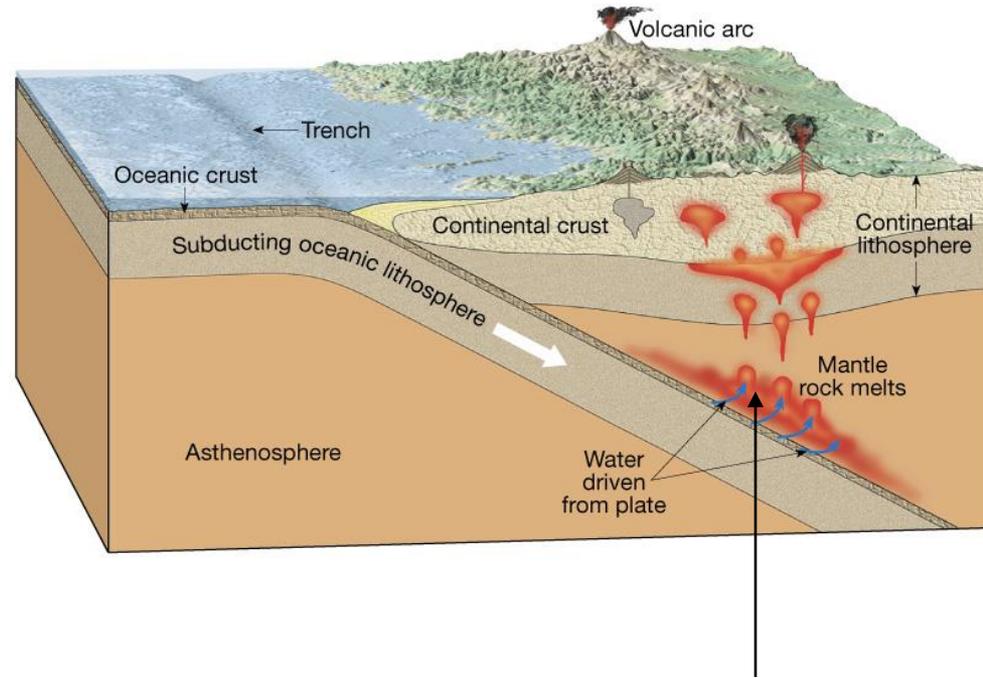
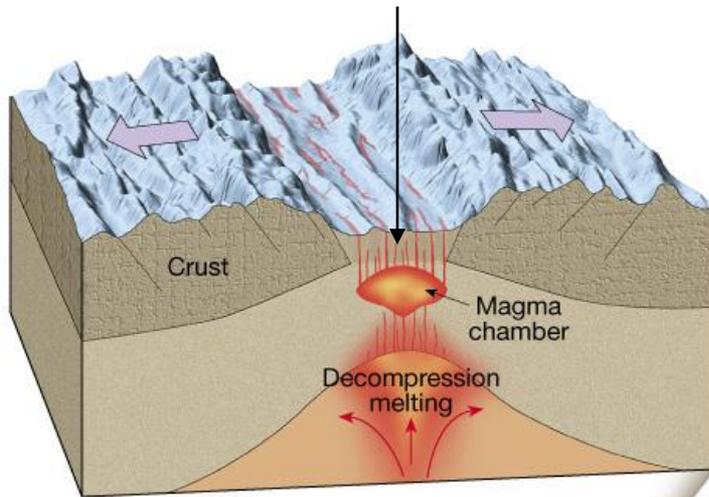
Geração do Magma





Onde são formadas as rochas ígneas??

Meso



Cadeias

CRISTALIZAÇÃO DO MAGMA

- Temperatura ↓ : Cristalização Minerais
 - ↳ Processo contínuo de reação – {f} P.F.
- Série de reação contínua : Plagioclásios
- Série de reação descontínua :

Série de Reação de Bowen



Série Descontínua



Série Contínua

Ca- Plagioclásio

Olivina



Piroxênio

Anfibólio



Biotita



Ortoclásio



Muscovita

Quartzo

Na/Ca- Plagioclásio



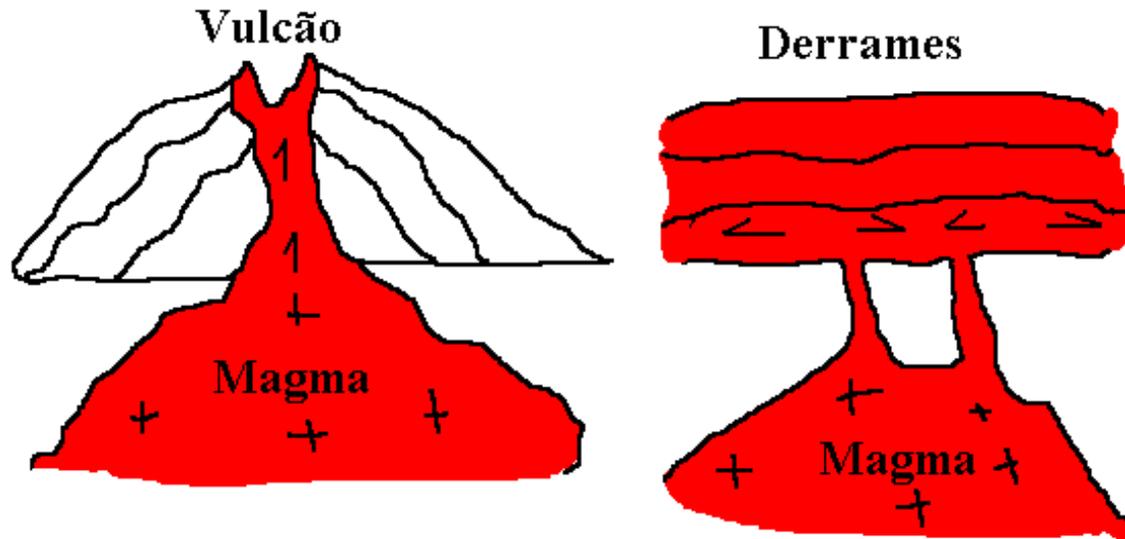
Na- Plagioclásio



MAGMATISMO

MAGMATISMO EXTRUSIVO OU VULCANISMO

→ Erupções vulcânicas



★ Extravasamento Explosivo

→ Magma com água

→ Gases : Cinzas

→ + Piroclastos

★ Extravasamento “calmo”

→ Baixos teores de água e gases

★ Rochas extrusivas → Resfriamento rápido

★ Sul do Brasil

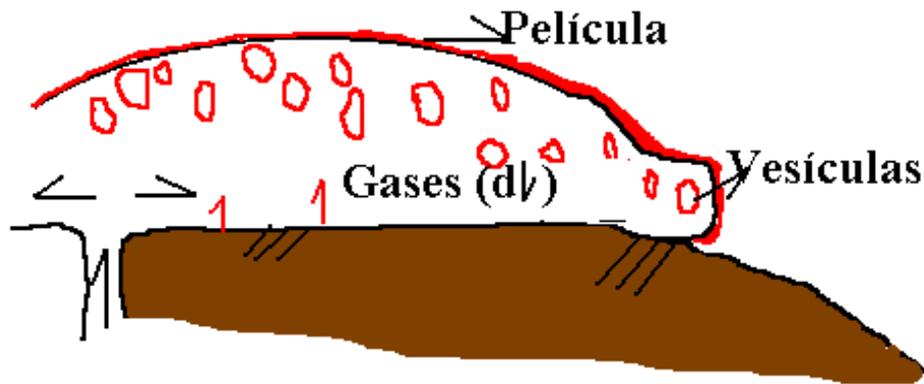
→ Derrames de lavas : 1.000.000 Km²

Minerais c/ pequenas dimensões

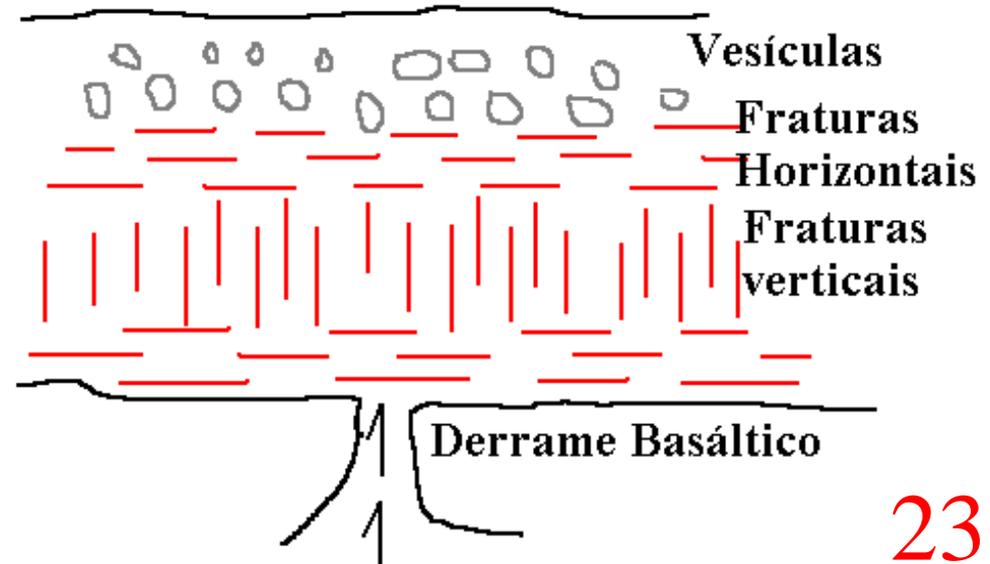
↳ Resfriamento muito rápido

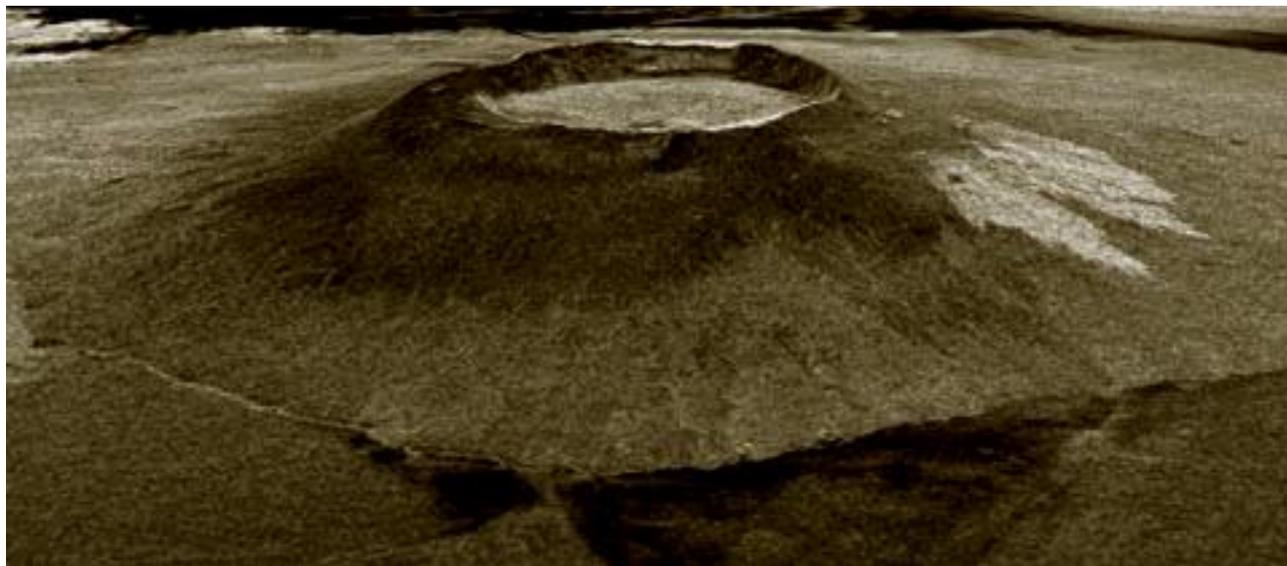
Vidros vulcânicos (Material não cristalino)

Basalto Vesicular



→ Formação de vesículas :
Topo dos derrames













MAGMATISMO INTRUSIVO OU PLUTONISMO

⇒ Movimentação magma : Corpos intrusivos

⇒ Característica {f} Veloc. Resfr. {f} Profundidade

Granitos

Gabros

Diabásios

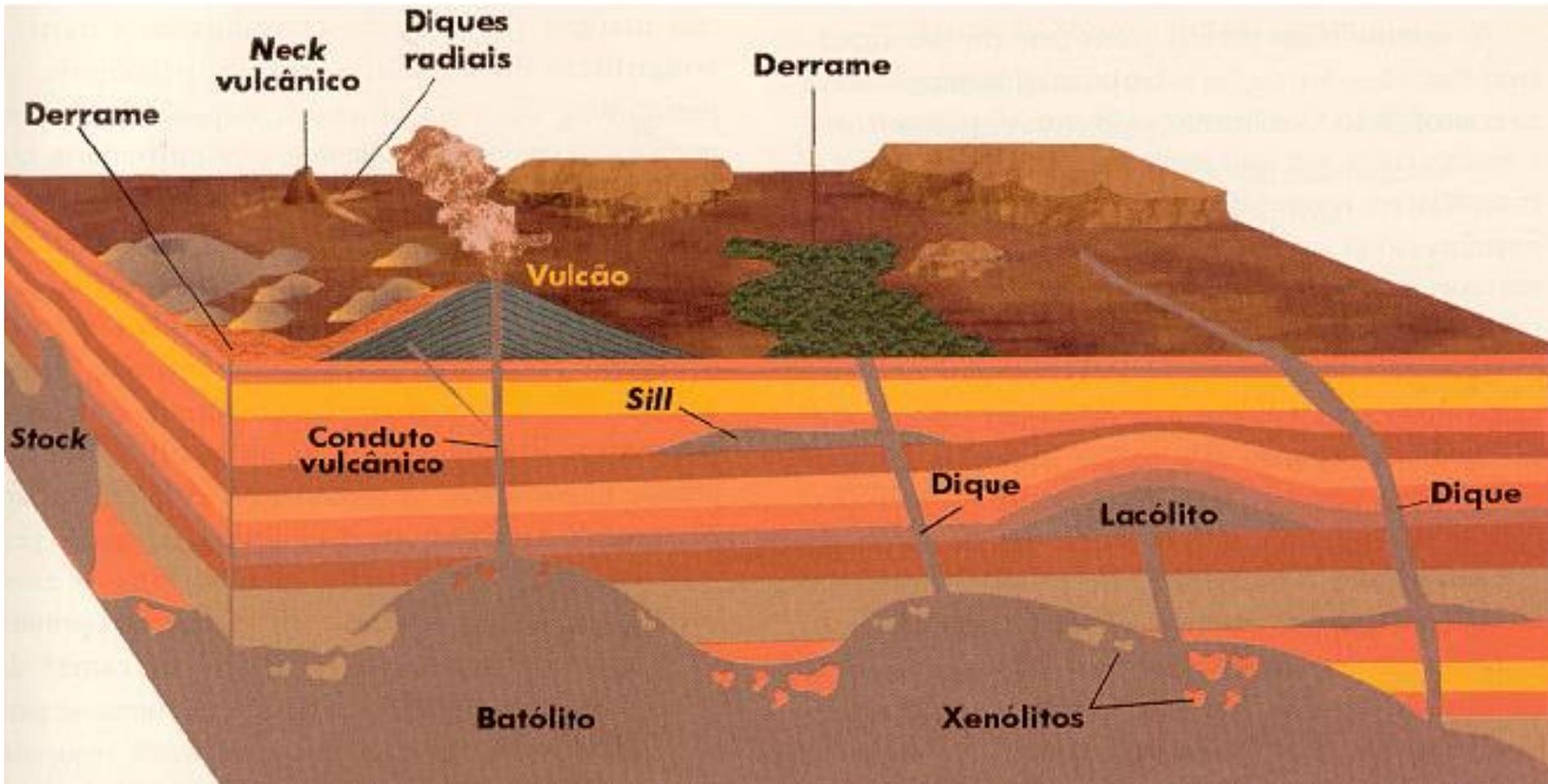
⇒ Corpos Ígneos

→ Concordantes - Sill (camada/lente)

→ Discordantes - Diques

⇒ Batólitos (Granitos)

FORMAS DE OCORRÊNCIA





Existem diferentes critérios para a classificação das rochas ígneas:

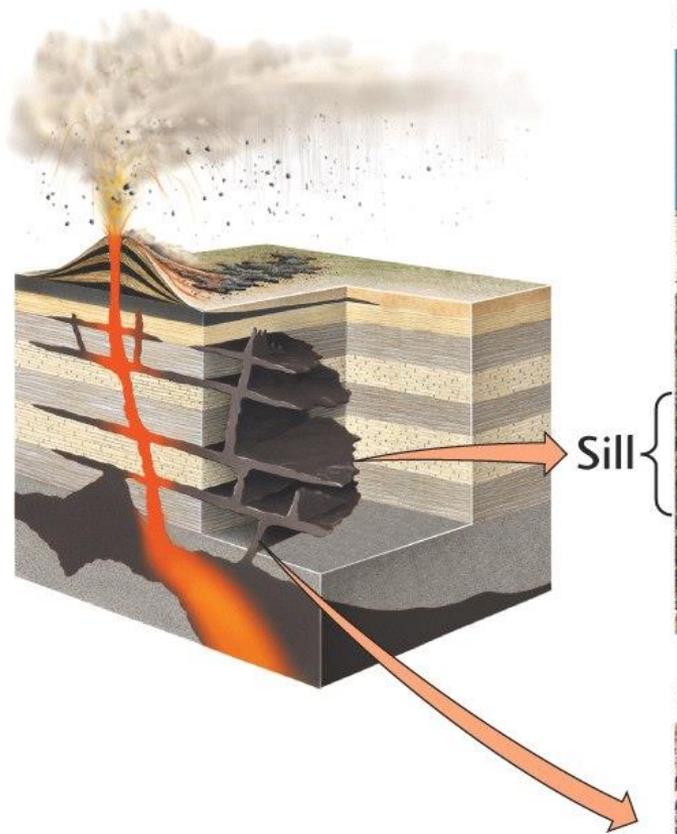
- 1) Classificação {f} **relações de campo**
- 2) Classificação {f} **textura**
- 3) Classificação {f} **mineralogia e na composição modal**
- 4) Classificação {f} **composição química**

1) Classificação {f} relações do campo

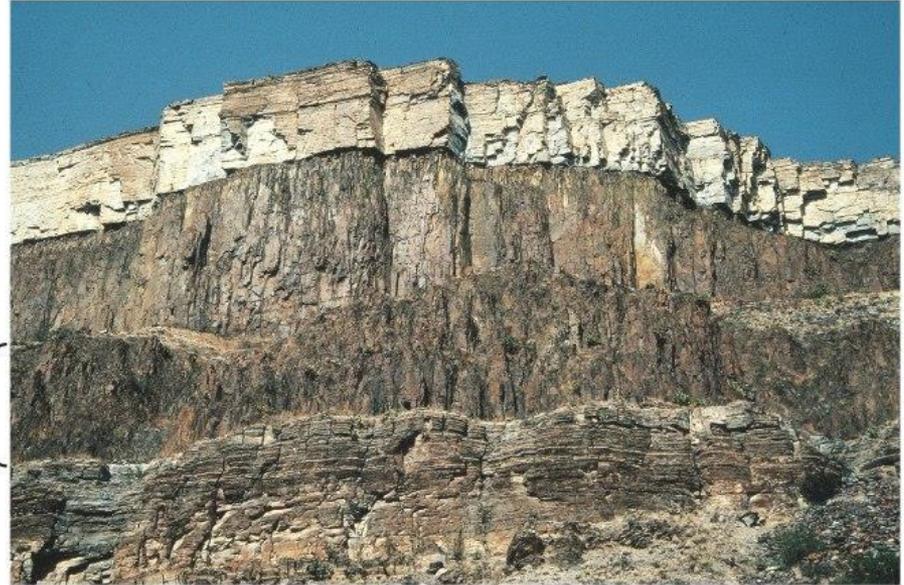
-Rochas intrusivas ou plutônicas: o magma se solidifica na **crosta profunda** (*tipicamente faneríticas*)

-Rochas extrusiva ou vulcânicas: o magma se solidifica na **superfície** (*tipicamente afaníticas*)

-Rochas hipoabissais ou subvulcânicas: o magma se solidifica na **crosta rasa** (*faneríticas a afaníticas*)



(a)

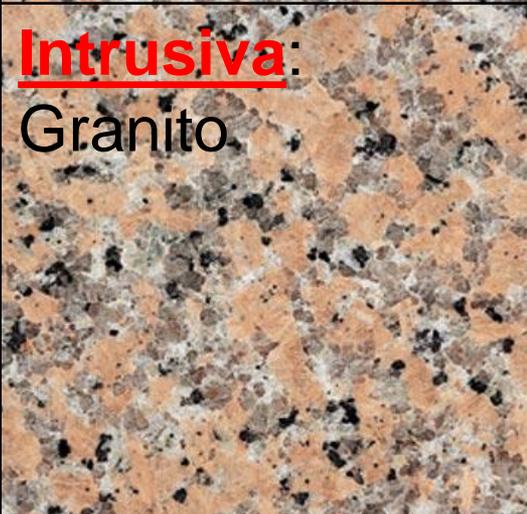
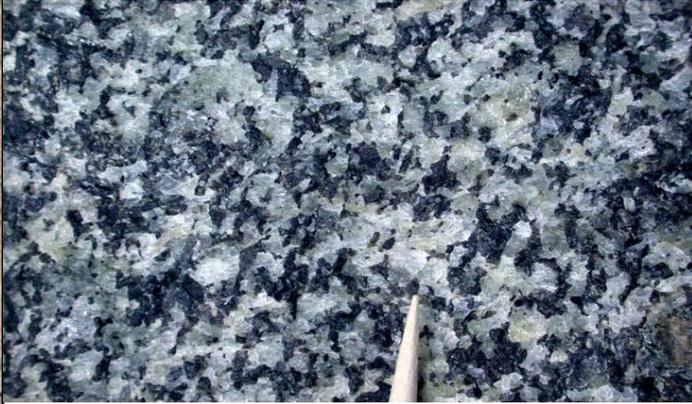


(b)





Exemplos de Rochas Igneas

Claras	Intermediárias	Escuras
<p data-bbox="112 297 401 429"><u>Intrusiva:</u> Granito</p> 	<p data-bbox="730 297 1219 358"><u>Intrusiva:</u> Diorito</p> 	<p data-bbox="1335 297 1823 358"><u>Intrusiva:</u> Gabro</p> 
<p data-bbox="112 811 421 943"><u>Extrusiva:</u> Riolito</p> 	<p data-bbox="643 811 1199 872"><u>Extrusiva:</u> Andesito</p> 	<p data-bbox="1335 811 1644 943"><u>Extrusiva:</u> Basalto</p> 

2) Classificação {f} texturas

A textura das rochas magmáticas é controlada por processos cinéticos dependentes do **tempo** (t) que acontecem no magma, como a **reação da perda do calor**, o **resfriamento**.

Resfriamento rápido: textura afanítica

Resfriamento lento: textura fanerítica

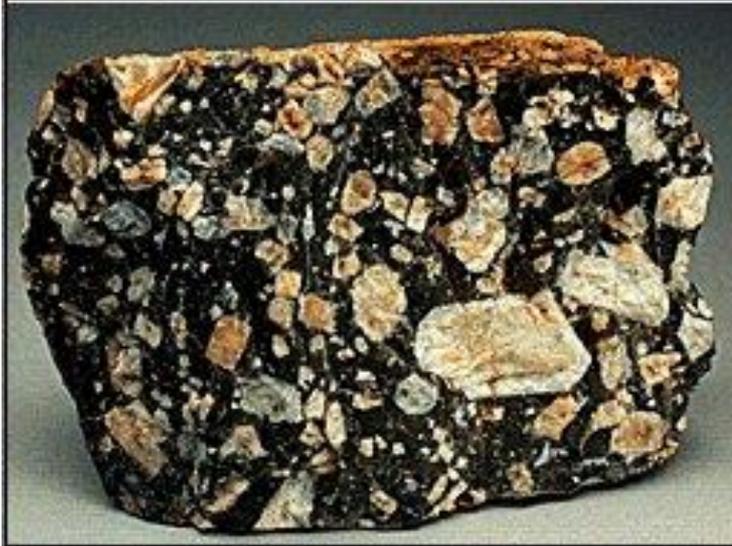
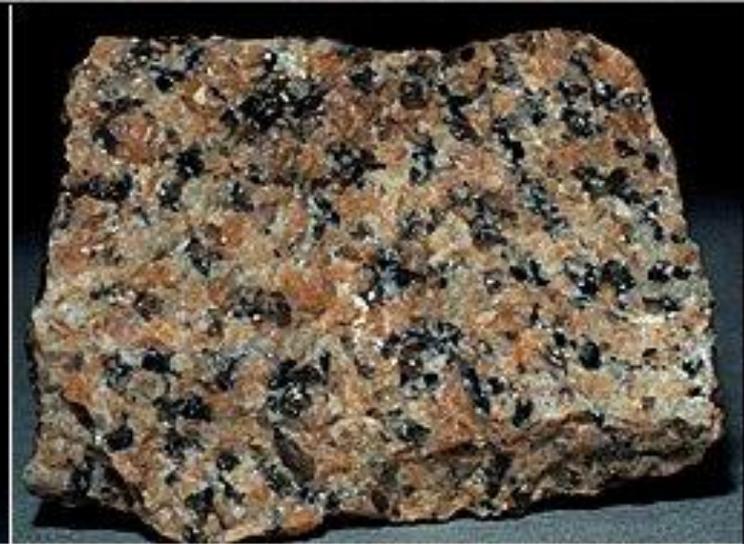
O tipo de textura é função do tipo de resfriamento do magma (profundidade de consolidação na crosta terrestre)

Exemplos de texturas de rochas Ígneas

Rochas afaníticas



Rochas faneríticas



Rochas porfiríticas



Rochas vítreas

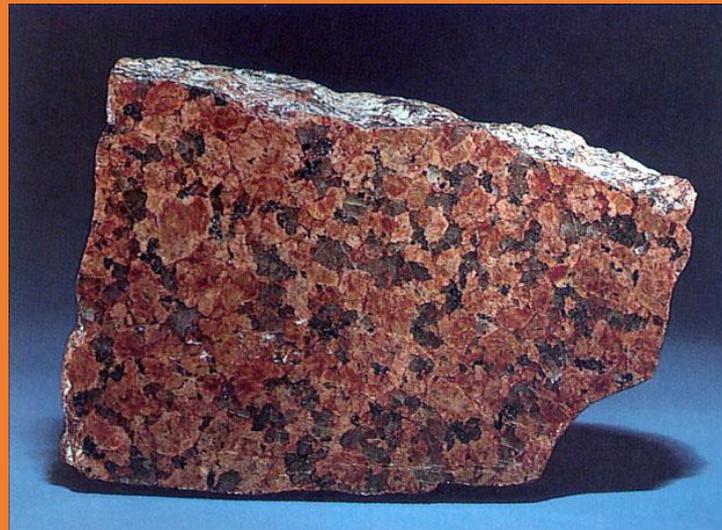
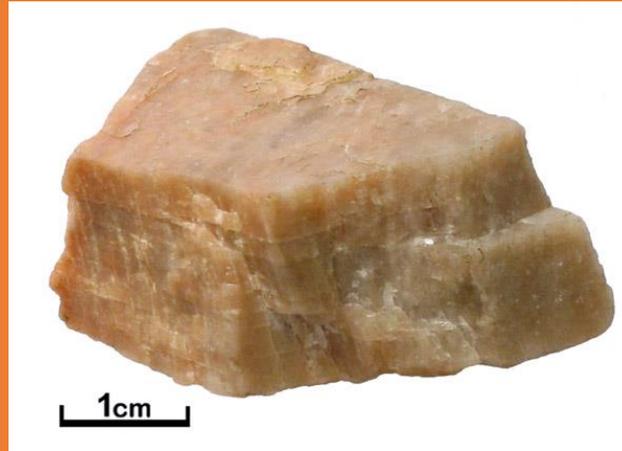
Classificação {f} mineralogia e composição modal

- Rochas **félsicas** (*feldspato e silica*): rochas que contem grandes proporção de feldspatos, quartzo ou feldspatoídes
- Rochas **máficas** (*magnésio e ferro*): rochas que contem grandes proporções de minerais ferromagnesianos como olivina, piroxênios, anfibólios, biotita e óxidos Fe-Ti
- Rochas **ultramáficas**: extremamente ricas em Mg e Fe, contem somente minerais ferromagnesianos e não tem feldspatos

Granito

- Quartzo
- Feldspato
- Micas





Basalto

- Olivinas
- Piroxênios



Basalto



COMPOSIÇÃO QUÍMICA – MINERAIS (COR)

- **COMPOSIÇÃO DO MAGMA (LAVA): COMPOSIÇÃO DA ROCHA FUNDIDA; CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA FUSÃO (P, T E F); EVOLUÇÃO DO MAGMA ENTRE A ORIGEM E LOCAL DE SOLIFICAÇÃO.**

- **CRISTALIZAÇÃO FRACIONADA: FORMAÇÃO DE MINERAIS ESPECÍFICOS (SILICATOS) PARA CONDIÇÕES DE TEMPERATURA (P) ESPECÍFICAS.**

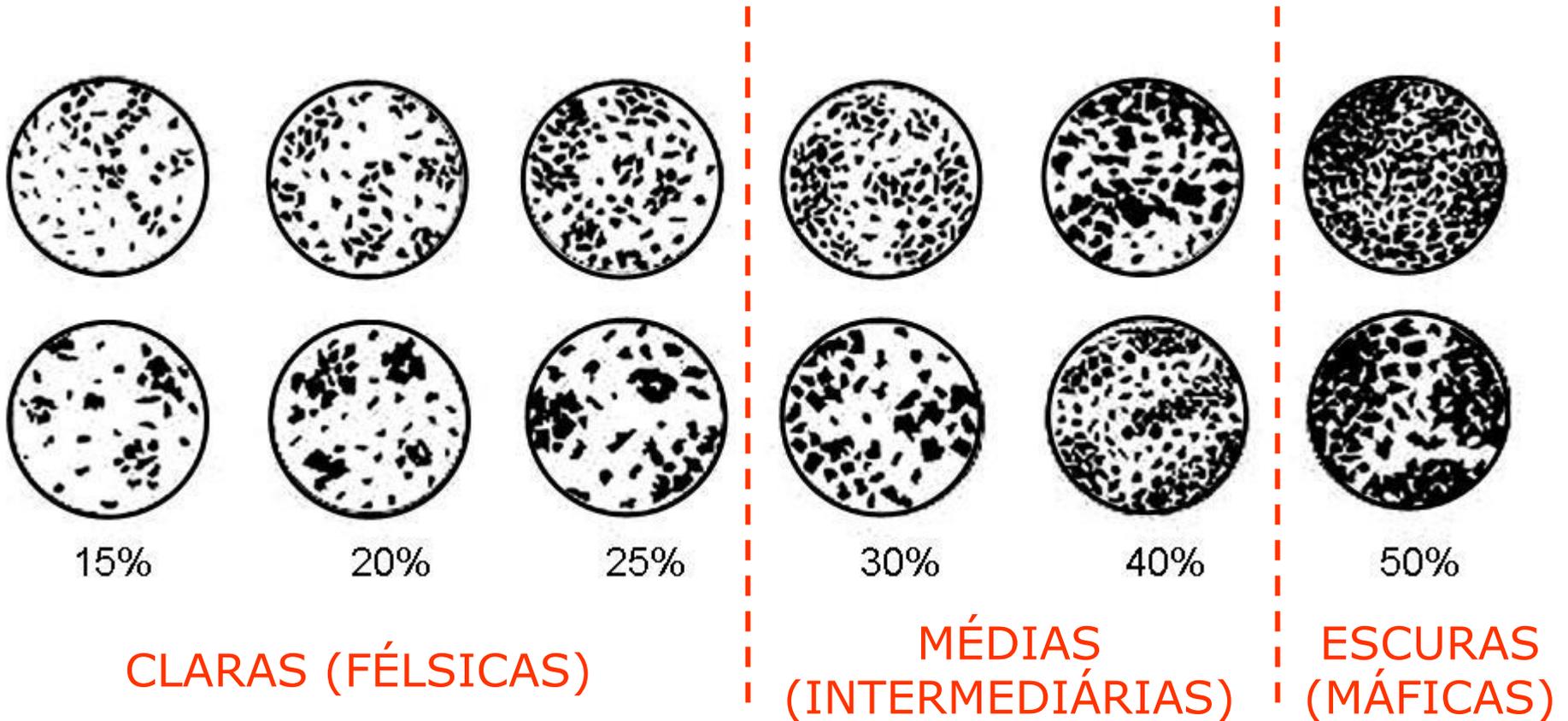
COMPOSIÇÃO QUÍMICA – MINERAIS (COR)

ÍNDICE DE COR: % VOLUMÉTRICA DE MINERAIS ESCUROS (MÁFICOS) NA ROCHA ÍGNEA;



COMPOSIÇÃO QUÍMICA – MINERAIS (COR)

ÍNDICE DE COR: % VOLUMÉTRICA DE MINERAIS ESCUROS (MÁFICOS) NA ROCHA ÍGNEA;



MINERAIS: DANDO NOME ÀS ROCHAS ÍGNEAS

CRITÉRIOS: 1) TEXTURA; 2) COR; 3) TIPO DE FELDSPATO (ORTOCLÁSIO – K OU PLAGIOCLÁSIO – Ca/Na) 4) PRESENÇA OU NÃO DE QUARTZO (TEOR DE SILICA).

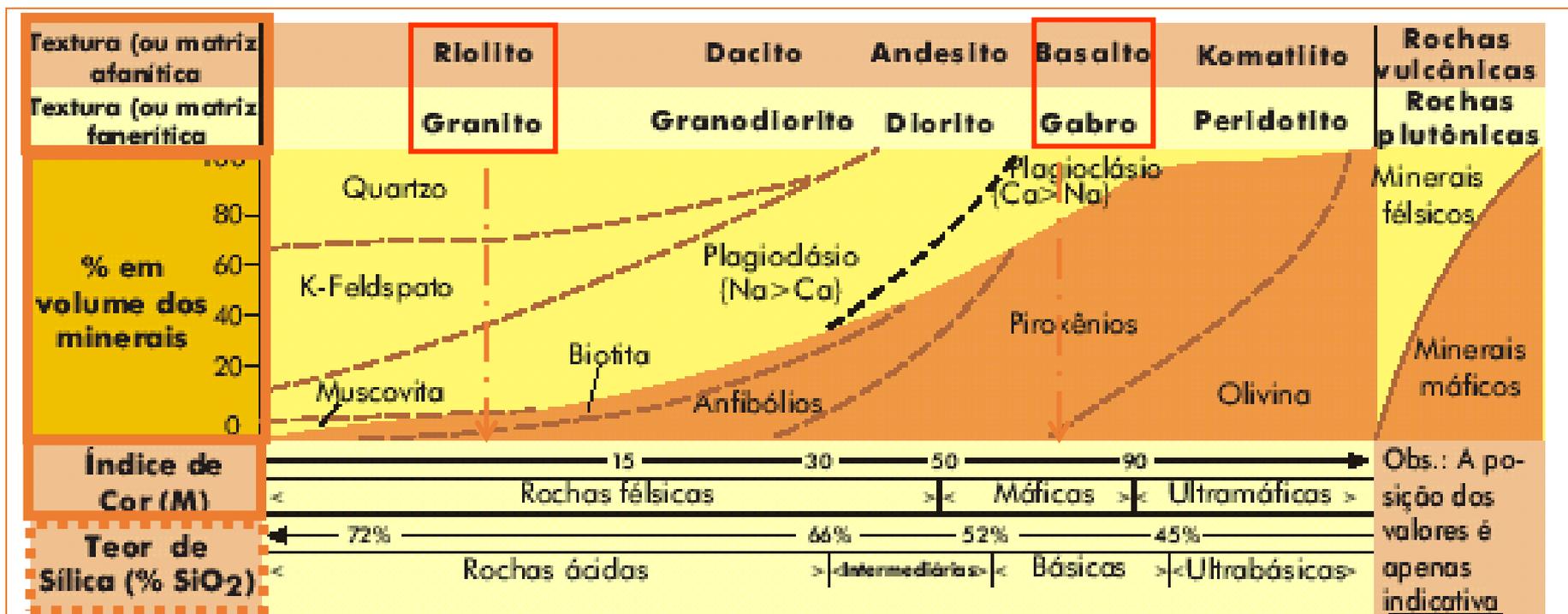
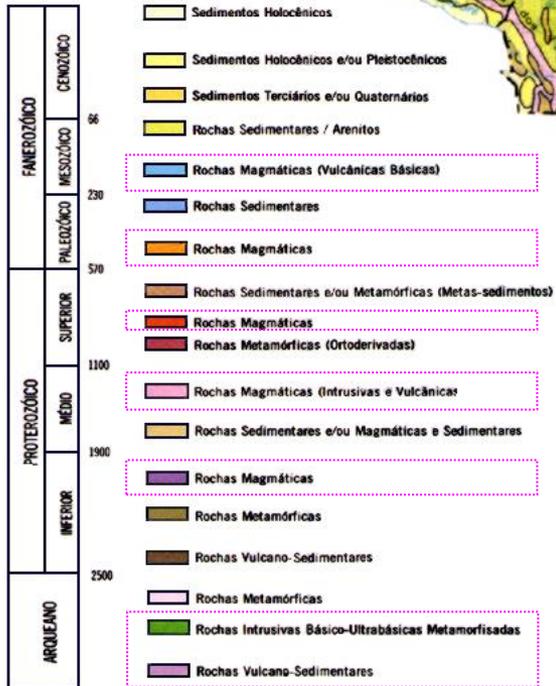
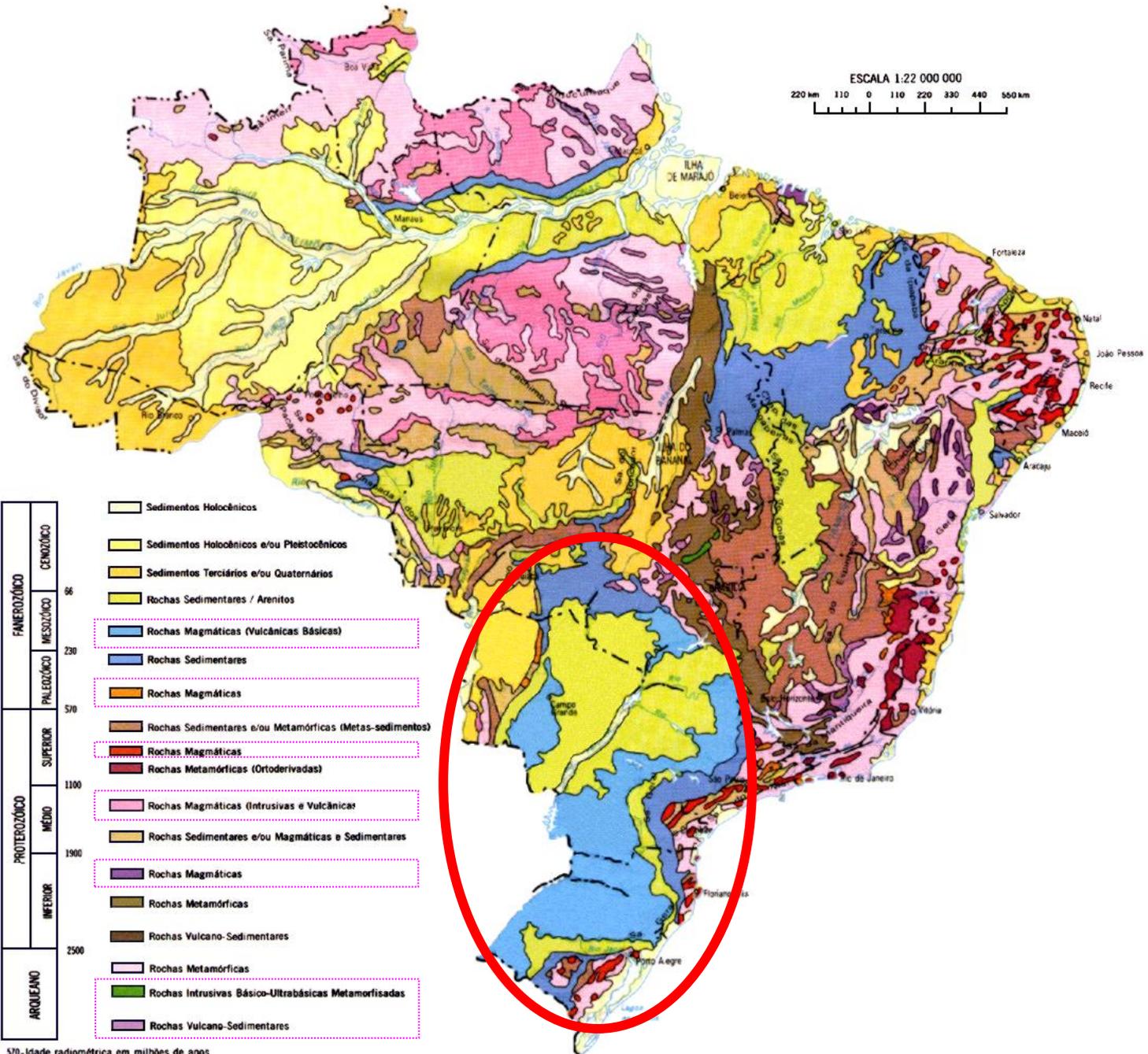


Fig. 16.9 As relações entre Índice de cor, teor de sílica, composição mineralógica e ambiente de cristalização para as rochas ígneas mais comuns (excluindo as alcalinas).

USOS X DISTRIBUIÇÃO (Propriedades Geotécnicas)



570 - Idade radiométrica em milhões de anos
 Fonte - IBGE, Diagnóstico Brasil - 1990

Franca



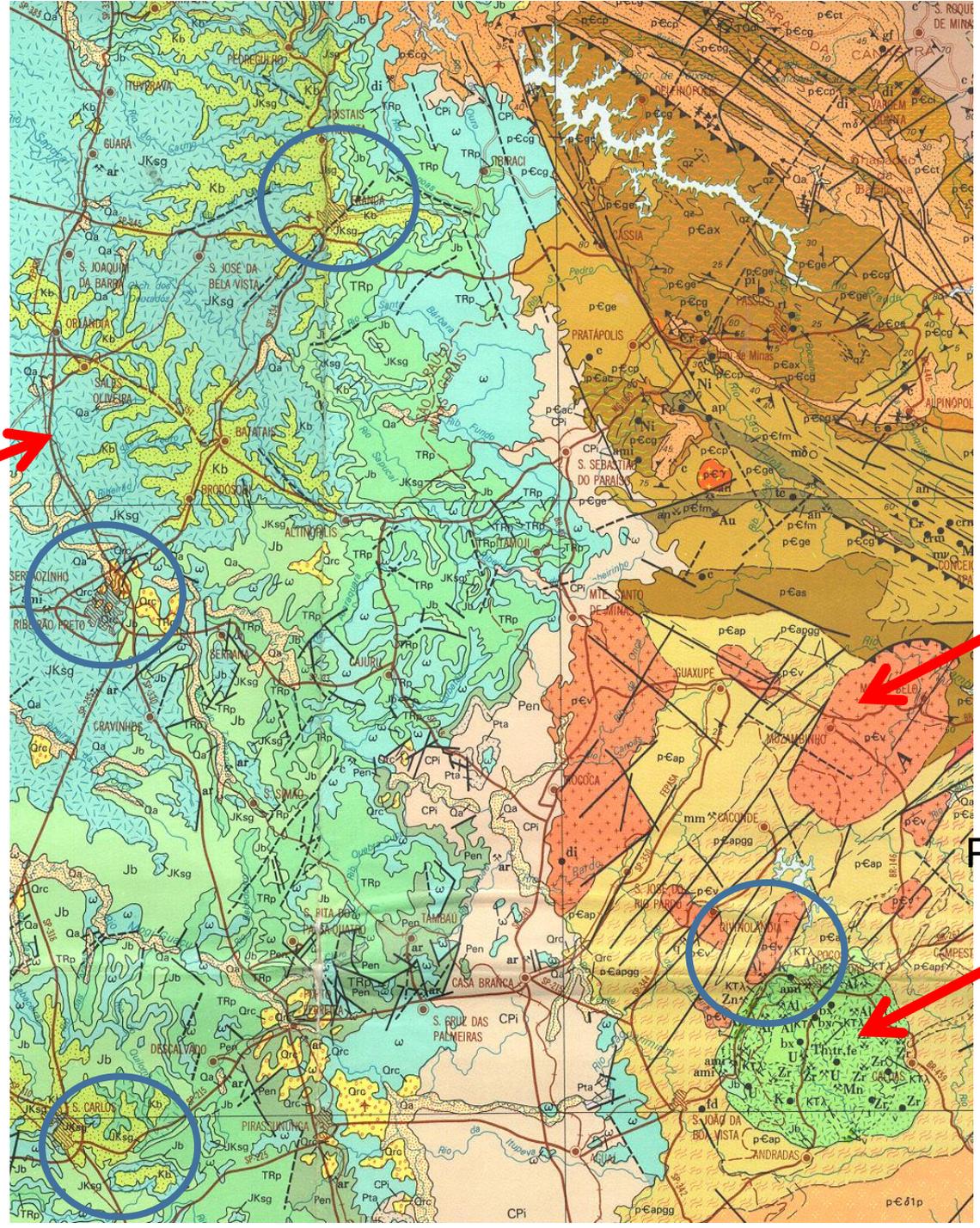
Ribeirão Preto



Poços de Caldas



São Carlos



MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO



Pedreira de Granito

Pedreira de Basalto



Detonação



ESTRADAS

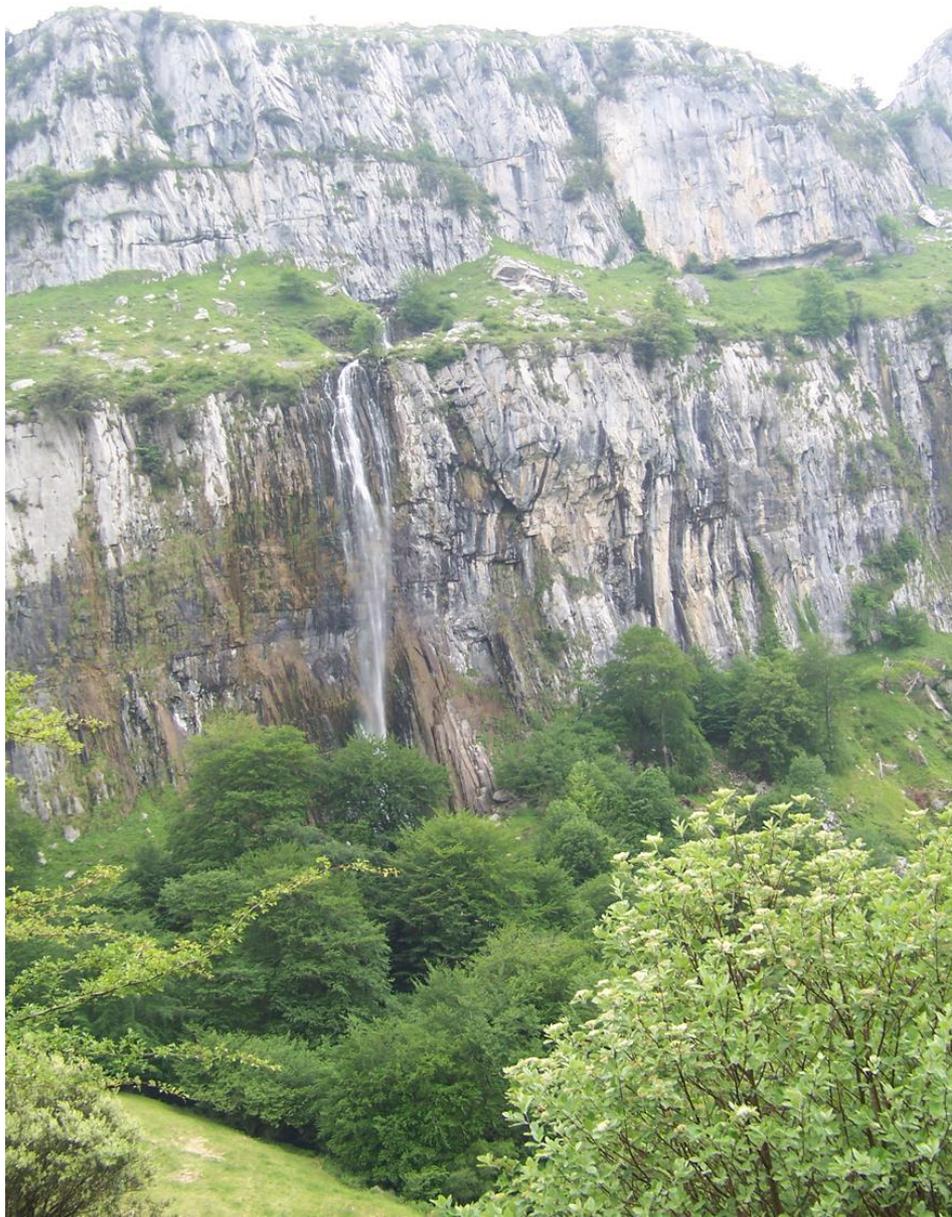
- Natureza do perfil de regolito
- Matacões
- Fluxo de terra
- Escorregamentos
- Escorregamentos planares
- Quedas de rochas





Águas Subterrâneas

- Zonas de Falhas
- Zonas alteradas
- Zonas de cisalhamento

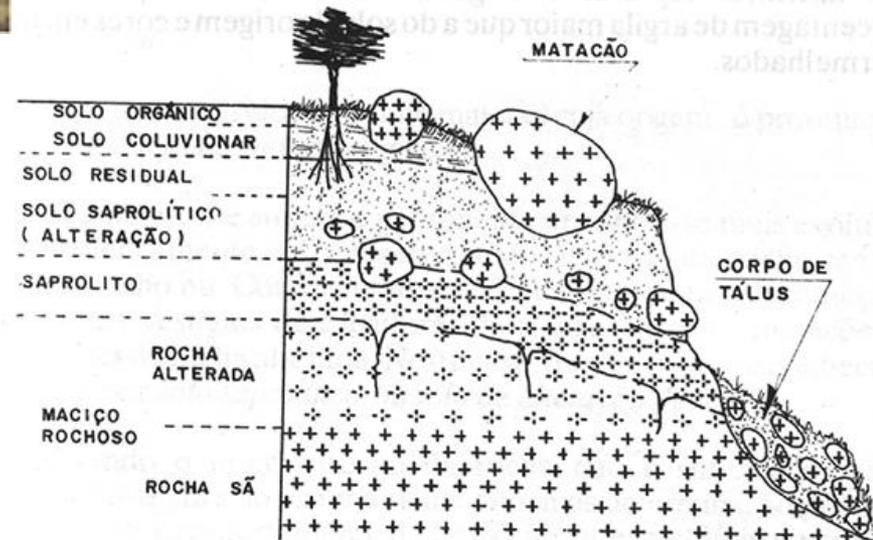


Suazilândia



Investigação Geológico-Geotécnica

- Natureza do perfil de intemperismo
- Matacões
- Fluxo de terra
- Escorregamentos
- Escorregamentos planares
- Quedas de rochas





MATACÕES



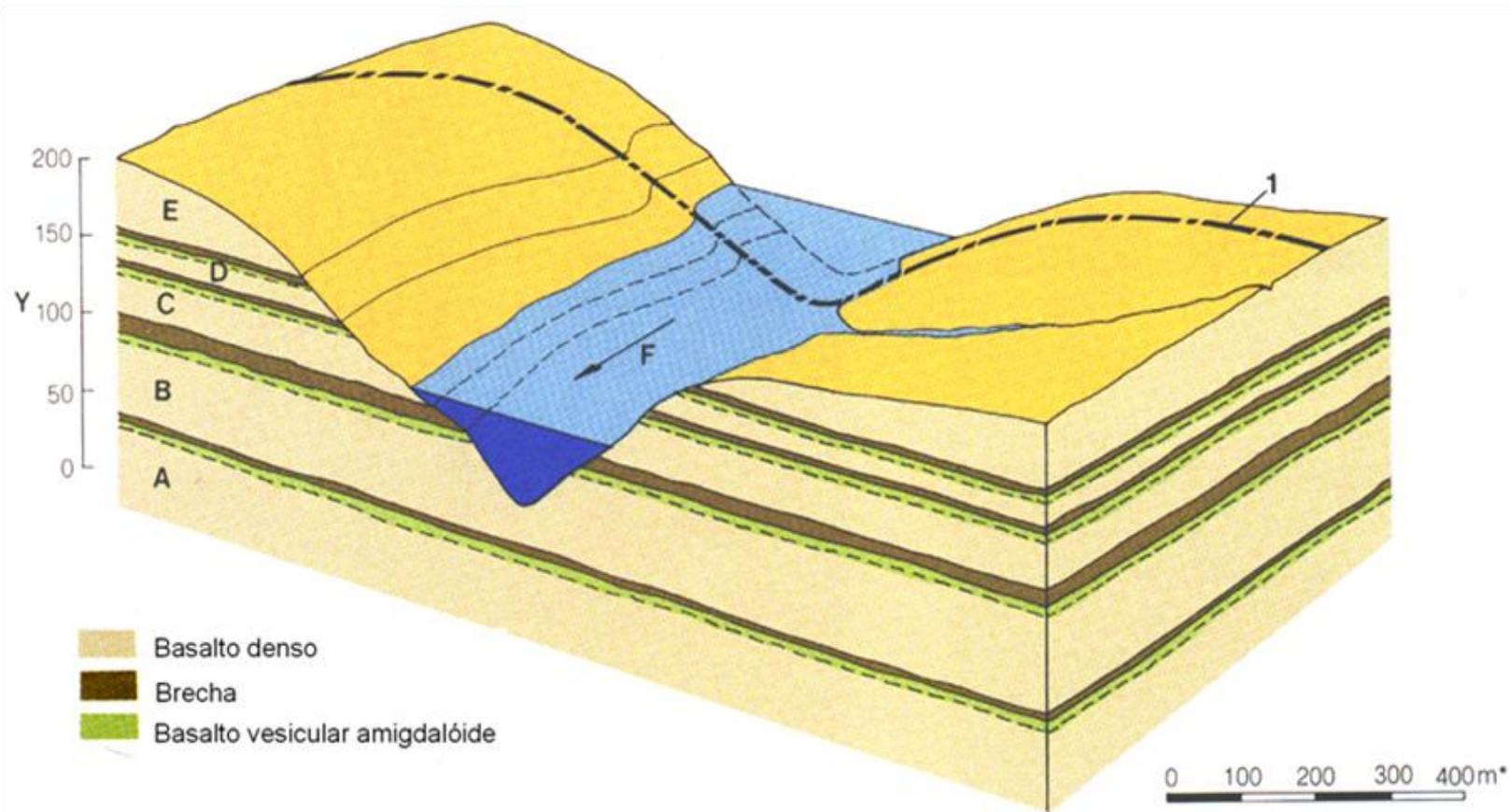
Barragens

- Barragens de terra podem ser colocadas mesmo sobre rocha alterada
- Barragens de concreto podem ser apoiadas sobre rochas sãs
- Permeabilidade controlada pelas fraturas e zonas alteradas
- Rochas ricas em micas são problemáticas para qualquer tipo de barragem



ITAIPÚ - PR



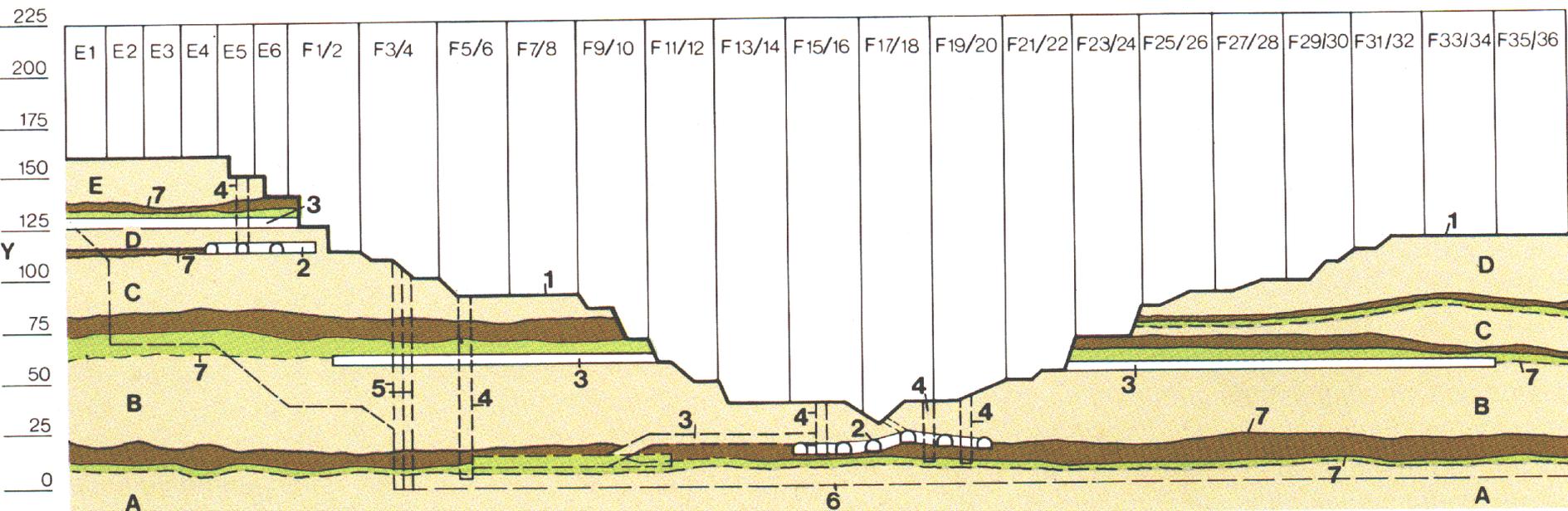


Y - Elevação (m)

1 - Eixo da barragem

A,B ... E - Derrames de basalto

F - Direção do fluxo



- Basalto Denso
- Brecha
- Basalto Vesicular Amigdalóide

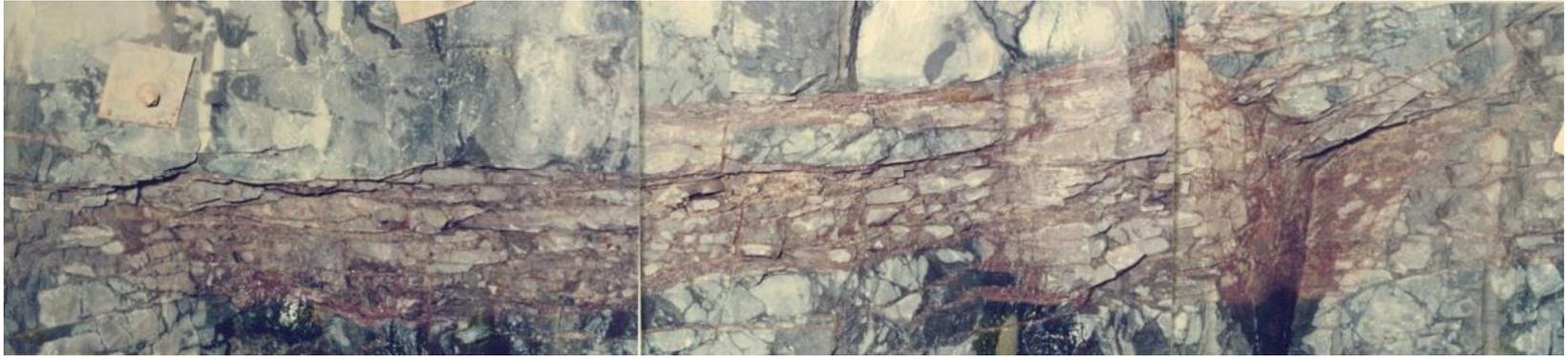
- Y Cota (m)
- 1 Perfil de Escavação
- 2 Chavetas
- 3 Túneis de Exploração

- A, B, E Derrames de Basalto
- E1... E6 Barragem Lateral Direita
- F1/2... F35/36 Blocos da Barragem Principal

- 4 Poços de Exploração
- 5 Cortina de Injeção Transversal
- 6 Limite da Cortina de Injeção
- 7 Descontinuidades

7 Descontinuidades

(Itaipu Binacional, 1994).



IDENTIFICAÇÃO DE ROCHAS IGNEAS

Rochas Magmaticas

formadas a partir do

Magma

em profundidade

a superficie

Plutonicas

ex:

Granito

Vulcanicas

ex:

Basalto

Classificação

varia com

varia com

varia com

Composição química

Silica (SiO₂)
Oxidos de Alumínio
Oxidos de Ferro
Oxidos de Magnésio
Outros

Textura

Fanerítica

Afanítica

Composição Mineralógica

essencialmente

Quartzo
Feldspatos k
Plagioclases
Piroxenas
Olivina
Micas

CLASSIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ROCHAS ÍGNEAS

FAMÍLIAS SEGUNDO COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

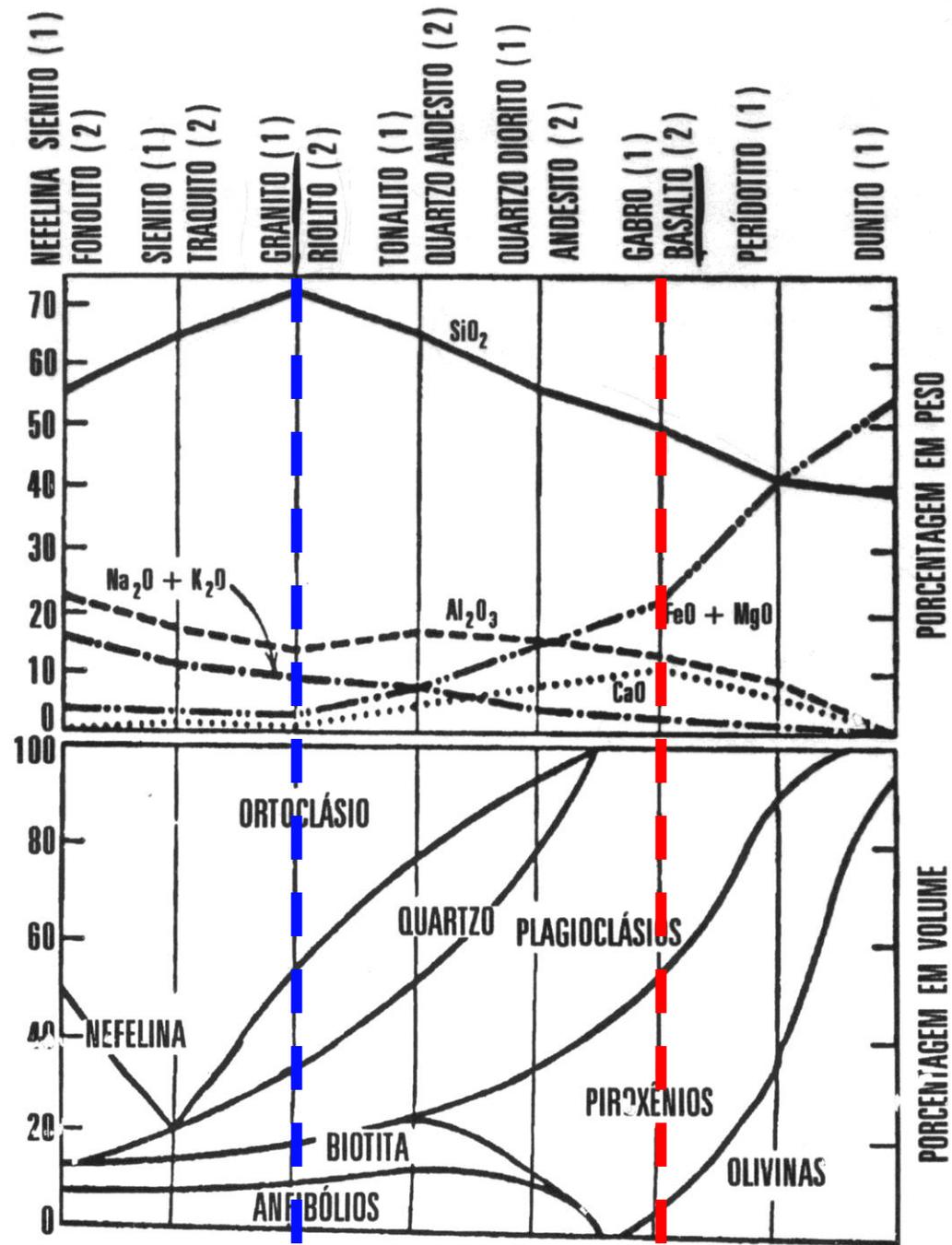
COR	CLARA			MÉDIA		ESCURA	
Feldspato	Ortoclásio			Plagioclásio Na		Plagioclásio Ca	Sem Feldspato
Outros Minerais	BIOTITA - HORNBLENDA - PIROXÊNIOS			Biot./ Horn./ Pirox	Horn./ Biot./ Pirox.	Pirox./ Horn. Olivina	Oliv./ Pirox./ Horn./ Biot.
Quartzo	Com	Sem	Sem	Com	Sem	Sem	Sem
Fanerítica (Intrusivas)	Granitos	Sienitos	Sienitos Nefelícos	Quartzo Dioritos	Dioritos	Gabros Diabásios	Peridotitos Hornblenditos Piroxenitos
Afanítica (Extrusivas)	Riólitos	Traquitos	Fonólitos	Dacitos	Andesitos	Basaltos	
Vítrea (Extrusivas)	OBSIDIANAS					Vidros Basálticos	

Aluno: _____ No. _____ Data: ___ / ___ / ___ Caixa no. _____

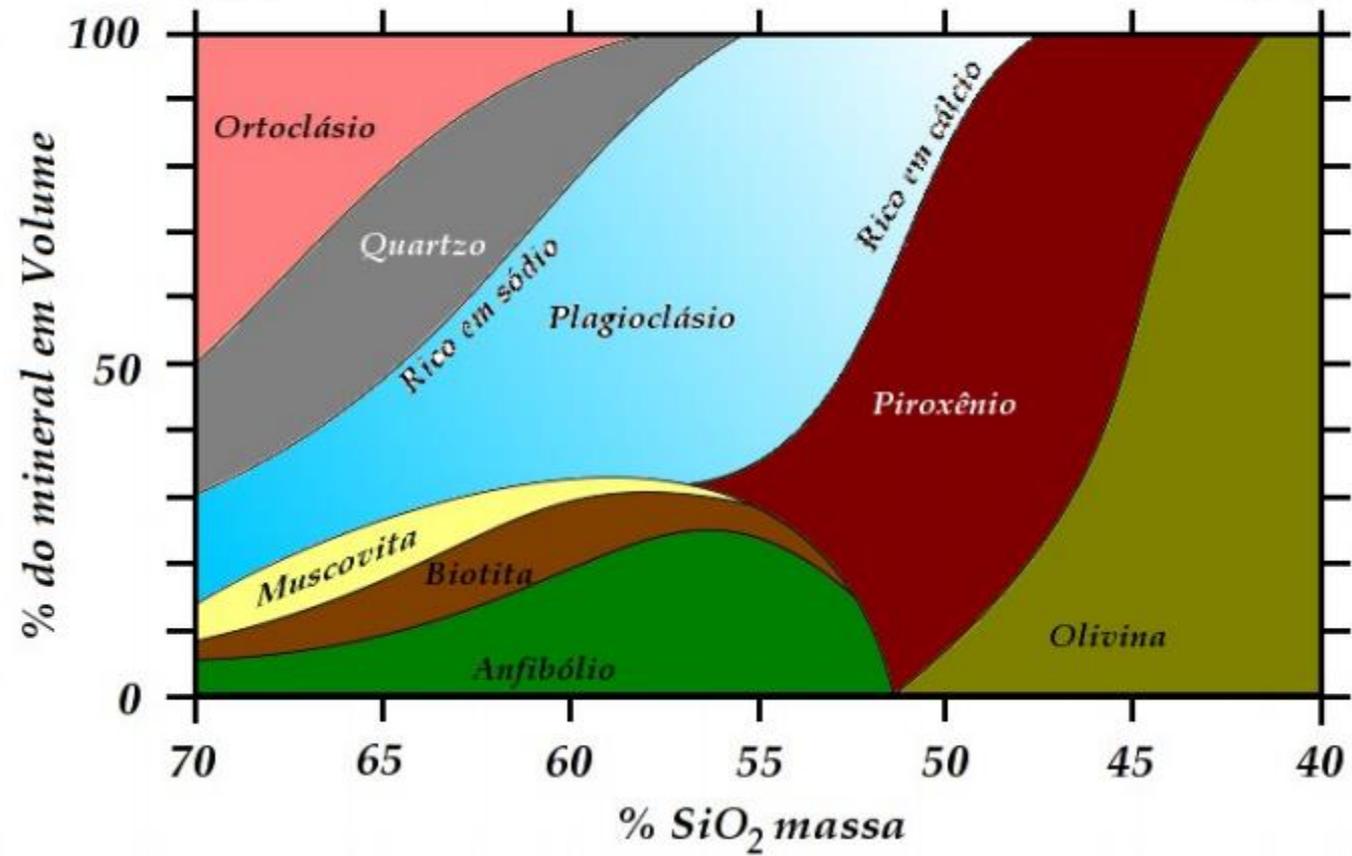
A – Observações a serem feitas nas amostras de rochas **ígneas**:

OBSERVAÇÕES		AMOSTRA No. _____					
COR							
ESTRUTURAS							
TEXTURA	Quanto à cristalinidade						
	Quanto ao tamanho dos grãos						
Descrição dos Minerais Possíveis de identificação							
CLASSIFI- CAÇÃO	Quanto à gênese						
	Quanto à presença de quartzo						
	Quanto ao feldspato						
Rocha mais provável							

Principais Rochas Ígneas
em função da
composição
mineralógica



VULCÂNICA	Riolito	Dacito	Andesito	Basalto	Komatito
PLUTÔNICA	Granito	Granodiorito	Diorito	Gabro	Peridotito



CLASSIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ROCHAS ÍGNEAS

FAMÍLIAS SEGUNDO COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

COR	CLARA			MÉDIA		ESCURA	
Feldspato	Ortoclásio			Plagioclásio Na		Plagioclásio Ca	Sem Feldspato
Outros Minerais	BIOTITA - HORNBLENDA - PIROXÊNIOS			Biot./ Horn./ Pirox	Horn./ Biot./ Pirox.	Pirox./ Horn. Olivina	Oliv./ Pirox./ Horn./ Biot.
Quartzo	Com	Sem	Sem	Com	Sem	Sem	Sem
Fanerítica (Intrusivas)	Granitos	Sienitos	Sienitos Nefelicos	Quartzo Dioritos	Dioritos	Gabros Diabásios	Peridotitos Hornblenditos Piroxenitos
Afanítica (Extrusivas)	Riólitos	Traquitos	Fonólitos	Dacitos	Andesitos	Basaltos	
Vítrea (Extrusivas)	OBSIDIANAS					Vidros Basálticos	

1. COR:

Melanocrática (escura)

Mesocrática (média)

Leucocrática (clara)

4.1 - Cor

→ Clara (<40% Min. Esc)

→ Média (40-60% Min. Esc)

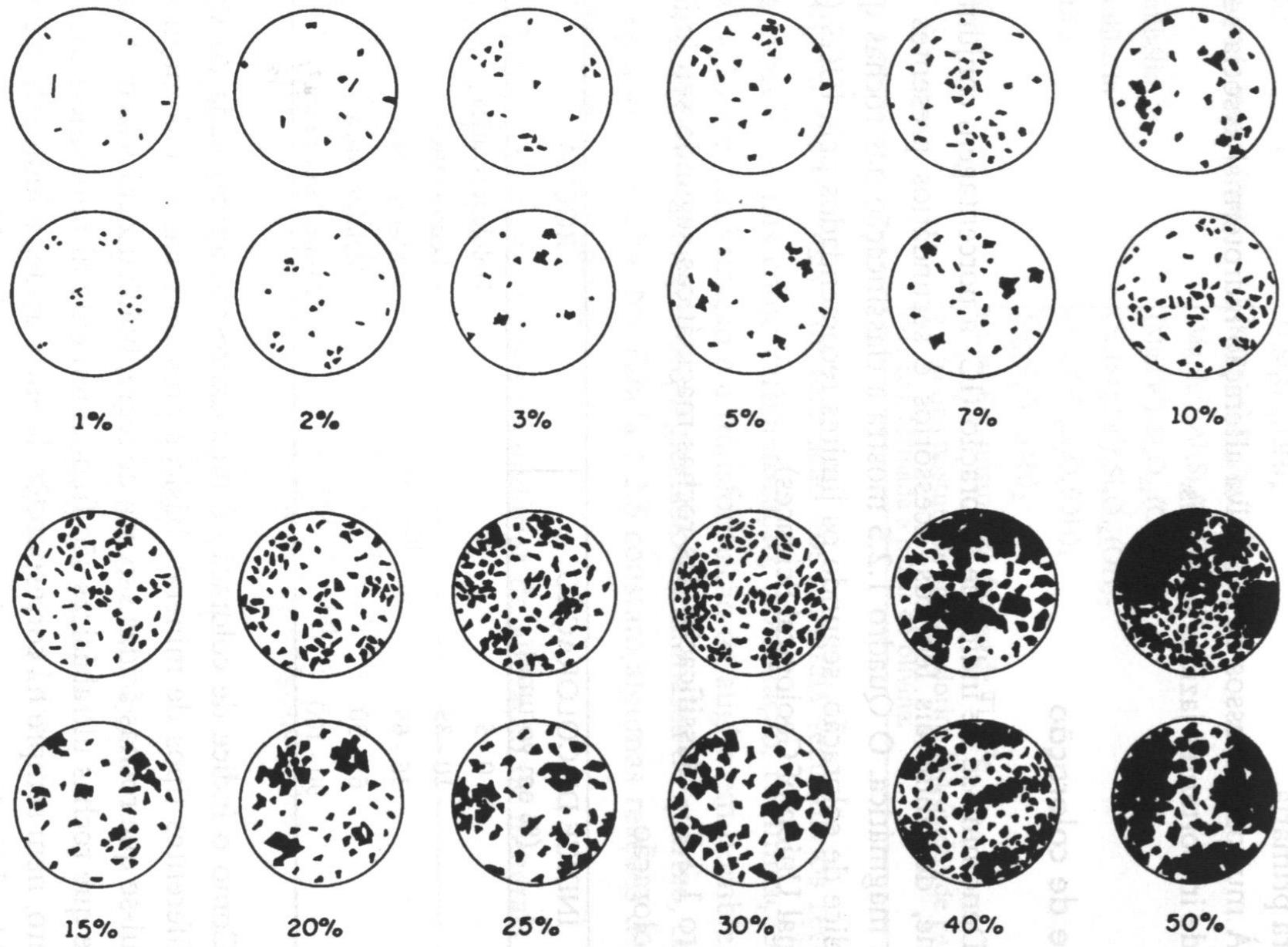
→ Escura (>60% Min. Esc)

leucocrática

mesocrática

melanocrática

PORCENTAGEM DE MINERAIS ESCUROS NAS ROCHAS ÍGNEAS



Rochas Ígneas

Máficas

Intermediarias

Felsicas

Fanerítica

Gabro



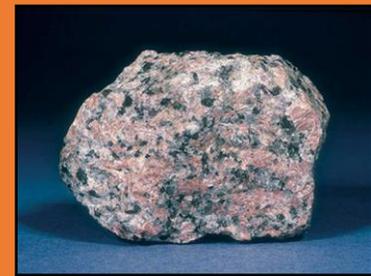
Diorito



Granodiorito

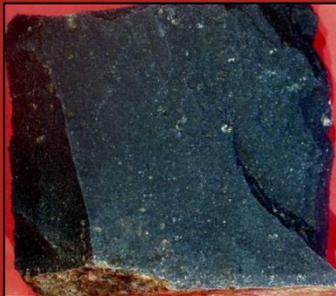


Granito



Afanítica

Basalto



Andesito



Dacito



Riolito



CLASSIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ROCHAS ÍGNEAS

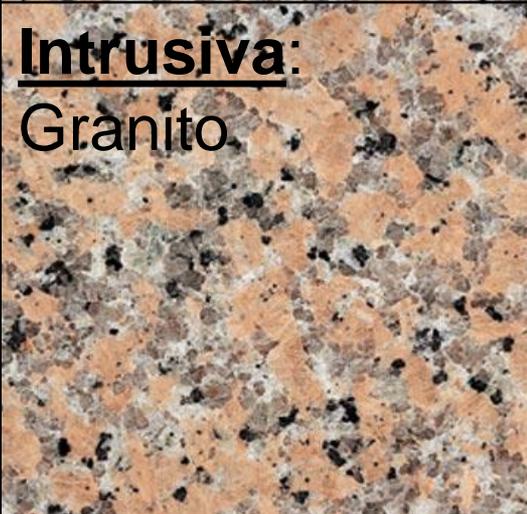
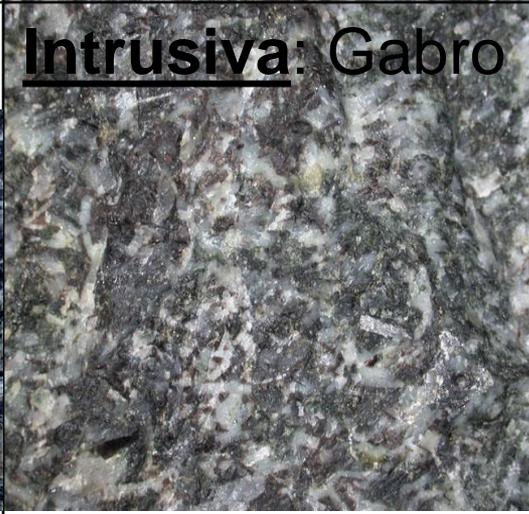
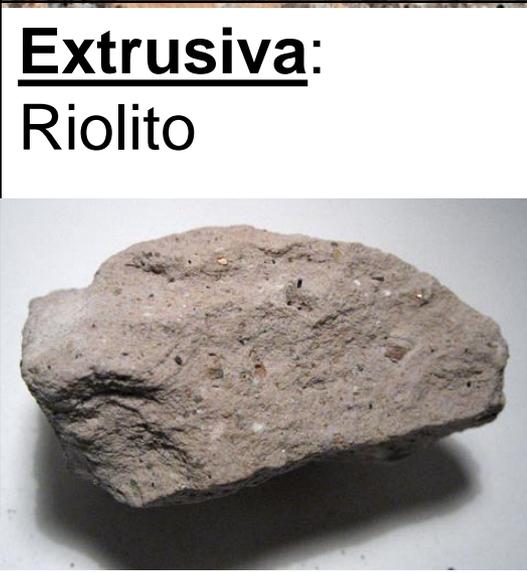
FAMÍLIAS SEGUNDO COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

COR	CLARA			MÉDIA		ESCURA	
Feldspato	Ortoclásio			Plagioclásio Na		Plagioclásio Ca	Sem Feldspato
Outros Minerais	BIOTITA - HORNBLENDA - PIROXÊNIOS			Biot./ Horn./ Pirox	Horn./ Biot./ Pirox.	Pirox./ Horn. Olivina	Oliv./ Pirox./ Horn./ Biot.
Quartzo	Com	Sem	Sem	Com	Sem	Sem	Sem
Fanerítica (Intrusivas)	Granitos	Sienitos	Sienitos Nefelicos	Quartzo Dioritos	Dioritos	Gabros Diabásios	Peridotitos Hornblenditos Piroxenitos
Afanítica (Extrusivas)	Riólitos	Traquitos	Fonólitos	Dacitos	Andesitos	Basaltos	
Vítrea (Extrusivas)	OBSIDIANAS					Vidros Basálticos	

2. TEXTURA:

- Quanto à cristalinidade: vítrea ou cristalina
- Quanto ao tamanho do minerais
 - Afanítica
 - Fanerítica - equigranular, inequigranular, porfirítica

Rochas Ígneas

Felsicas	Intermediárias	Máficas
<p data-bbox="112 344 401 472"><u>Intrusiva:</u> Granito</p> 	<p data-bbox="726 344 1219 401"><u>Intrusiva:</u> Diorito</p> 	<p data-bbox="1335 344 1827 401"><u>Intrusiva:</u> Gabro</p> 
<p data-bbox="112 858 426 986"><u>Extrusiva:</u> Riolito</p> 	<p data-bbox="645 858 1199 915"><u>Extrusiva:</u> Andesito</p> 	<p data-bbox="1335 858 1649 986"><u>Extrusiva:</u> Basalto</p> 

Rochas afaníticas



CLASSIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ROCHAS ÍGNEAS

FAMÍLIAS SEGUNDO COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

COR	CLARA			MÉDIA		ESCURA	
Feldspato	Ortoclásio			Plagioclásio Na		Plagioclásio Ca	Sem Feldspato
Outros Minerais	BIOTITA - HORNBLENDA - PIROXÊNIOS			Biot./ Horn./ Pirox	Horn./ Biot./ Pirox.	Pirox./ Horn. Olivina	Oliv./ Pirox./ Horn./ Biot.
Quartzo	Com	Sem	Sem	Com	Sem	Sem	Sem
Fanerítica (Intrusivas)	Granitos	Sienitos	Sienitos Nefelicos	Quartzo Dioritos	Dioritos	Gabros Diabásios	Peridotitos Hornblenditos Piroxenitos
Afanítica (Extrusivas)	Riólitos	Traquitos	Fonólitos	Dacitos	Andesitos	Basaltos	
Vítrea (Extrusivas)	OBSIDIANAS					Vidros Basálticos	

3. ESTRUTURA:

Vesículas
Amígdalas
Maciça



- Vesículas – Buracos
- amídala – Preenchido



- Amígdalas –

- Amidaloidal –

4. MINERAIS:

- Essenciais e Acessórios
- identificar pela cor e características principais: brilho, dureza, clivagem/fratura, etc.
- Obs: nas rochas afaníticas não é possível identificar os minerais.

5. CLASSIFICAÇÃO

- Quanto à Gênese: Intrusiva ou extrusiva
- Quanto a presença de quartzo: com ou sem quartzo
- Quanto ao tipo de feldspato principal:
 - Feldspato potássico
 - Plagioclásio