

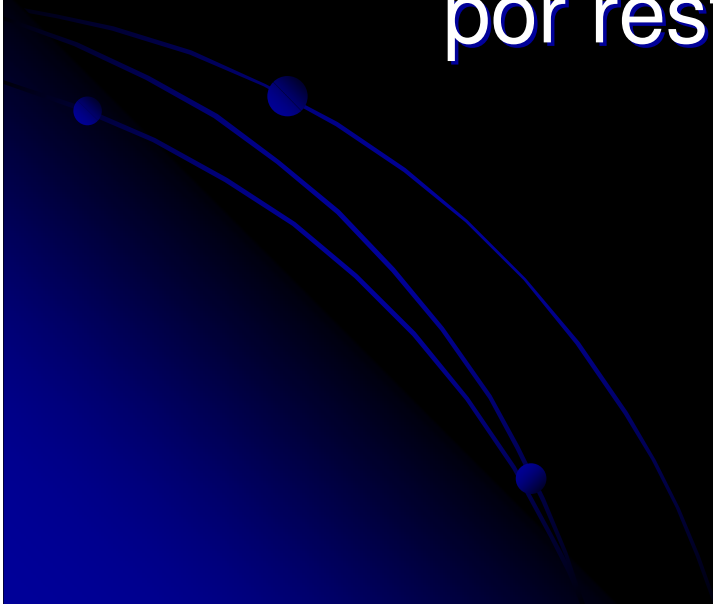
Rochas Ígneas



ROCHAS ÍGNEAS

Definição:

- são rochas formadas pela consolidação/
por resfriamento de magmas.



Magma

- Material fundido em partes profundas no interior da Terra.
- Partes profundas = crosta inferior ou manto superior), não ultrapassam 200-300 km.
- Pode deslocar-se para regiões de menor pressão, portanto mais frias, perde calor e se consolida, cristalizando as fase minerais que constituirão as rochas Ígneas ou Magmáticas.

Magma

- Qualquer material rochoso fundido, de consistência pastosa que apresenta uma mobilidade, portanto, flui.
- Quando o magma extravasa para a superfície → **Lava** → **Derrames vulcânicos**

Características do Magma

- Elevadas temperaturas da ordem de 700-900°C (granítico) a 1.200-1300°C (basáltico);
- natureza silicática
- composição complexa
- relativa mobilidade devido a presença de voláteis (gases); CO₂, H₂, etc. e principalmente H₂O.

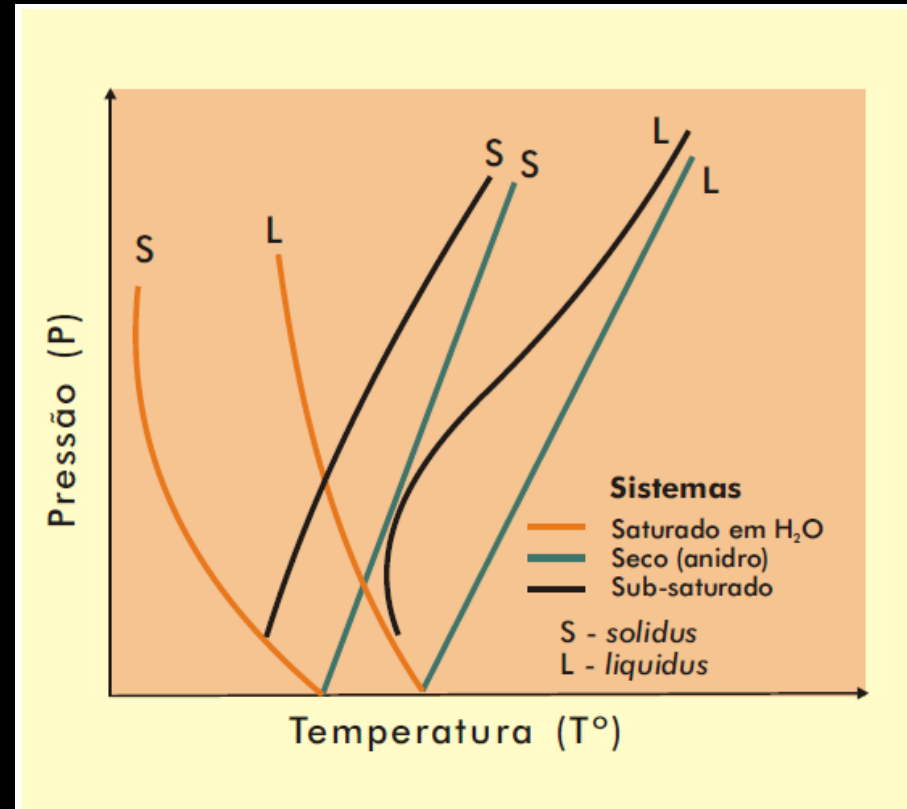
CONSTITUIÇÃO DO MAGMA

- parte líquida: material rochoso fundido
- parte sólida: minerais já cristalizados e eventuais fragmentos de rocha transportados em meio à porção líquida
- parte gasosa: voláteis dissolvidos na parte líquida, predominantemente H_2O e CO_2
- Esses componentes ocorrem em proporções variadas em função da origem e evolução dos magmas.

Petrologia experimental

- O Gráfico mostra a fusão de rochas em dois sistemas.
- As curvas *solidus* – início da fusão, nesse estágio, coexiste o líquido gerado pela fusão com os minerais ainda não fundidos.
- Com o avanço da fusão a proporção líquido/sólido aumenta até a fusão de todos os minerais. Nesse estágio o sistema ultrapassa a curva *liquidus* constituindo a fase líquida.
- A temperatura abaixo da curva *solidus*, a rocha geradora está sólida.
- A temperatura entre as curvas *solidus* e *liquidus* coexistem, em proporções variáveis, líquido e minerais ainda não fundidos.
- Temperatura acima da curva *liquidus*, existe somente a fase líquida, estando todo o sistema fundido.

Gráfico PxT com a curva *solidus* e *líquidus* para sistema saturado em água e anidro.



Não existe um mar de magma por baixo da litosfera!!!!

Os locais de formação dos magmas concentram-se em regiões específicas na astenosfera ou litosfera em função dos mecanismos tectônicos.

A variação composicional dos Magmas

- é dada, principalmente, pelo teor em SiO_2
→ destacam-se os tipos de magmas, pela abundância, na crosta terrestre:
 - Magma granítico (ácido) com $\text{SiO}_2 > 66\%$
 - Magma basáltico (básico) $45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$
 - Magmas andesíticos (intermediários) $52 < \text{SiO}_2 < 66\%$.
 - Magmas ultrabásicos $\text{SiO}_2 < 45\%$
 - Rochas: granito, andesito, basalto e peridotito.

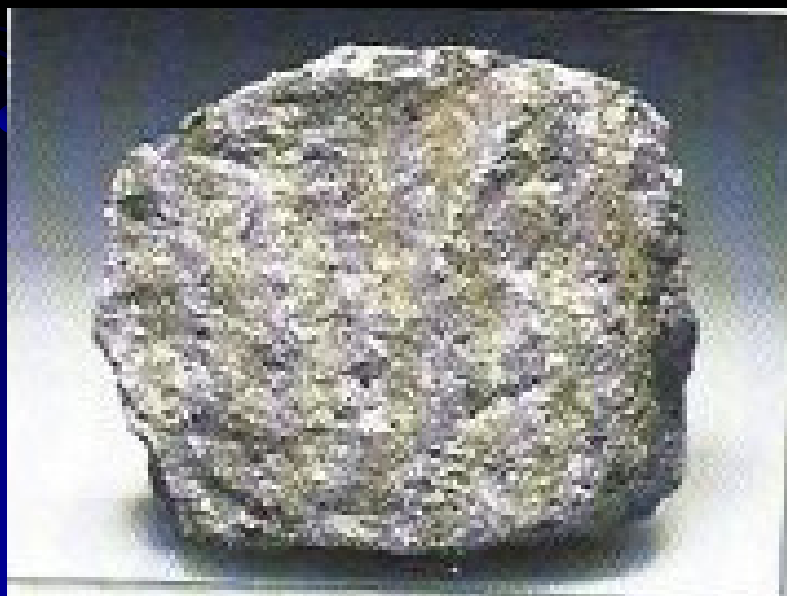
Granito - Rocha ácida



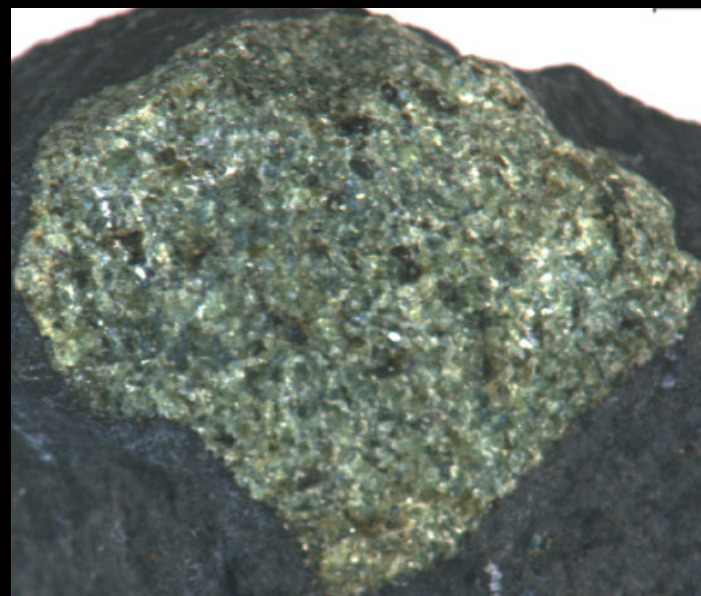
Basalto - Rocha básica



Andesito - Rocha Intermediária



Peridotito - Rocha ultrabásica



Principais tipos de Magmas

- *Magmas Basáltico* → mais “quentes” → ricos em voláteis → pobres em SiO_2 → ricos em Mg, Fe e Ca → viscosidade menor (mais fluidos)
- *Magmas Graníticos* → mais “frios” → pobres em voláteis → ricos em SiO_2 → ricos em Al, Na e K → viscosidade maior (menos fluido)

Mobilidade do Magma

- está relacionada com a viscosidade e é função de diversos parâmetros tais como:
 - Temperatura,
 - Composição química,
 - grau de cristalinidade (material já cristalizado),
 - teor de voláteis dissolvidos.
- A viscosidade é quem comanda a maior ou menor fluidez do magma sob tensões cisalhantes.

Mobilidade do Magma

- O **Magma** consiste de **átomos de silício (Si)** e **Oxigênio (O)** organizados como **tetraédros** que estão ligados por **ligações fortes O-O** ou **fracas O-(Ca, Mg, Fe)**. Se o número de ligações O-O aumenta, aumenta também viscosidade do magma, pois as ligações precisam ser quebradas para que o magma possa fluir.

Viscosidade do Magma

- A viscosidade de um magma aumenta com:
 - o aumento do teor em sílica;
 - redução da temperatura;
 - a diminuição do conteúdo de voláteis.

Viscosidade do Magma Basáltico

Viscosities of Common Liquids & Magmas

Basalt Magma: 10^3 - 10^5 poise

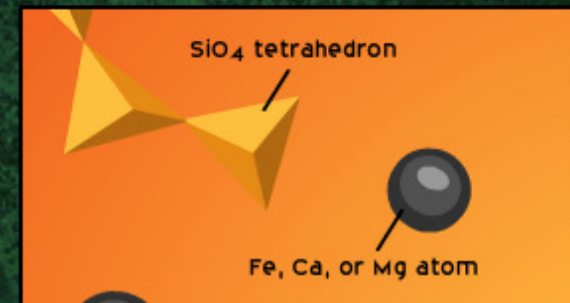


Basaltic lava flow from Hawaii (USGS)



Animation of the internal structure of a basalt lava flow

- O magma basáltico tem alto conteúdo de Fe, Mg e Ca e, relativamente, baixo conteúdo de Si e O. O resultado é um grande número de ligações químicas fracas e **uma das viscosidades mais baixas.**



Viscosidade do Magma

- magmas mais fluidos, como os basálticos (básicos), extravasam com maior facilidade e formam corridas de lavas como as do Havaí.
- Os derrames são pouco espessos e podem estender-se por dezenas de quilômetros



Derrames basálticos da Bacia do Paraná

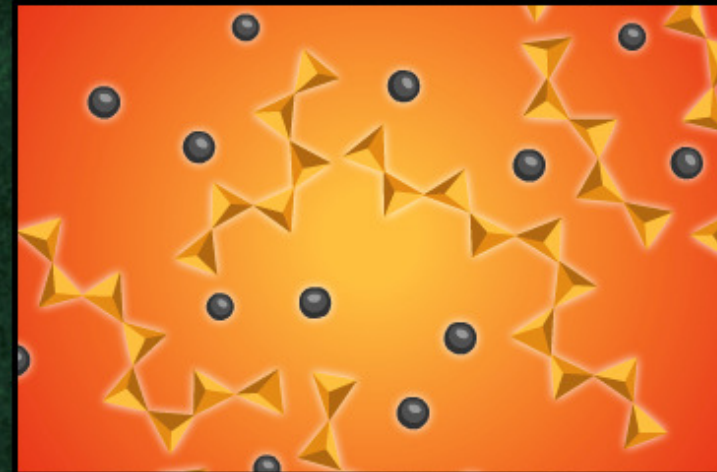
Viscosidade do Magma Andesítico

Viscosities of Common Liquids & Magmas

Andesite Magma: 10^3 - 10^5 poise

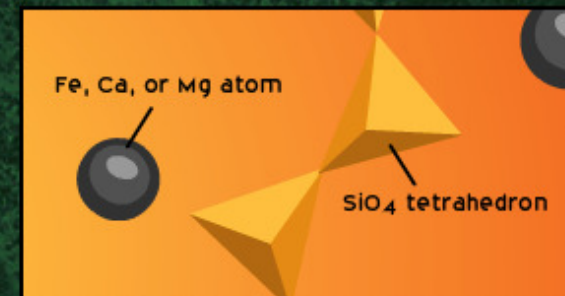


Andesite lava flow from Reventador (Ramon, 2004)



Animation of the internal structure of an andesite lava flow

- O magma andesítico tem conteúdo moderado de Fe, Mg e Ca e, relativamente, alto conteúdo de Si e O. O resultado é um grande número de ligações químicas fortes e **uma alta viscosidade** maior que a do magma basáltico.



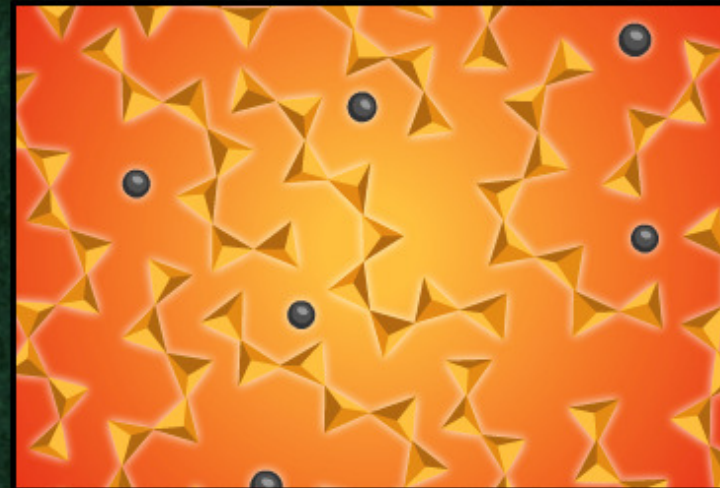
Viscosidade do Magma Riolítico

Viscosities of Common Liquids & Magmas

Rhyolite Magma: 10^9 - 10^{14} poise

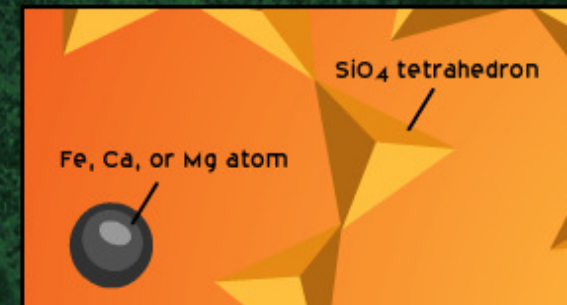


Rhyolite lava flow from Oregon (USGS)



Animation of the internal structure of a rhyolite lava flow

- O magma riolítico tem baixo conteúdo de Fe, Mg e Ca e, relativamente, alto conteúdo de Si e O. O resultado é um grande número de ligações químicas fortes e **mais alta viscosidade** entre todos os tipos de magmas.



Viscosidade do Magma

Mt St Helens



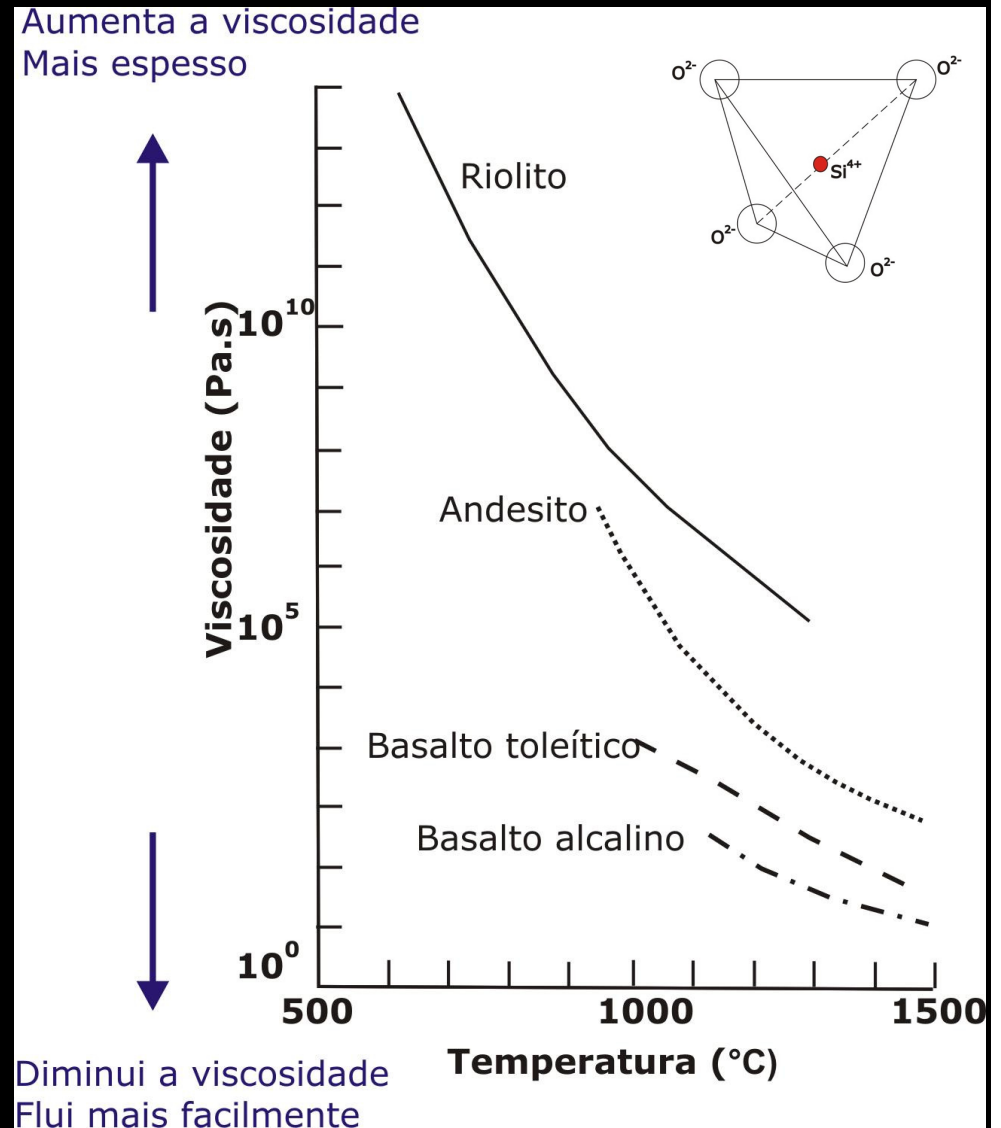
- magmas mais viscosos como os ácidos (riolíticos) têm dificuldade em extravasar, entopem os condutos vulcânicos
→ Vulcanismo explosivo
- os derrames são curtos e espessos



Viscosidade do Magma

- Em temperaturas mais elevadas, os magmas apresentam menor viscosidade, ou seja fluem mais facilmente, pois a essas temperaturas o **grau de polimerização** é reduzido.
- A composição desempenha um papel fundamental no controle da viscosidade.
- Quanto mais os **tetraedros de Si-O** estão ligados, mais "polimerizado" é um magma, assim como maior é sua viscosidade ou resistência ao fluxo.

Variação da viscosidade com a temperatura e a composição

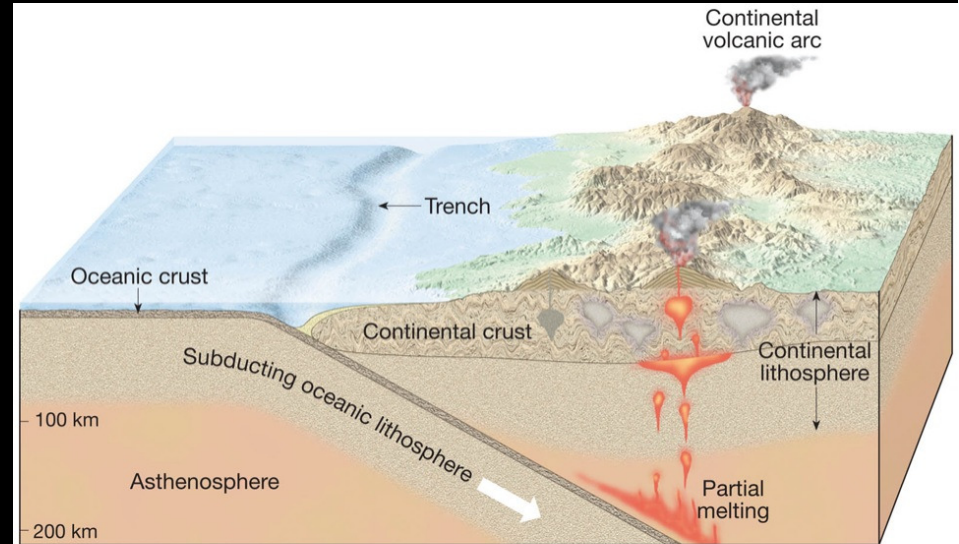
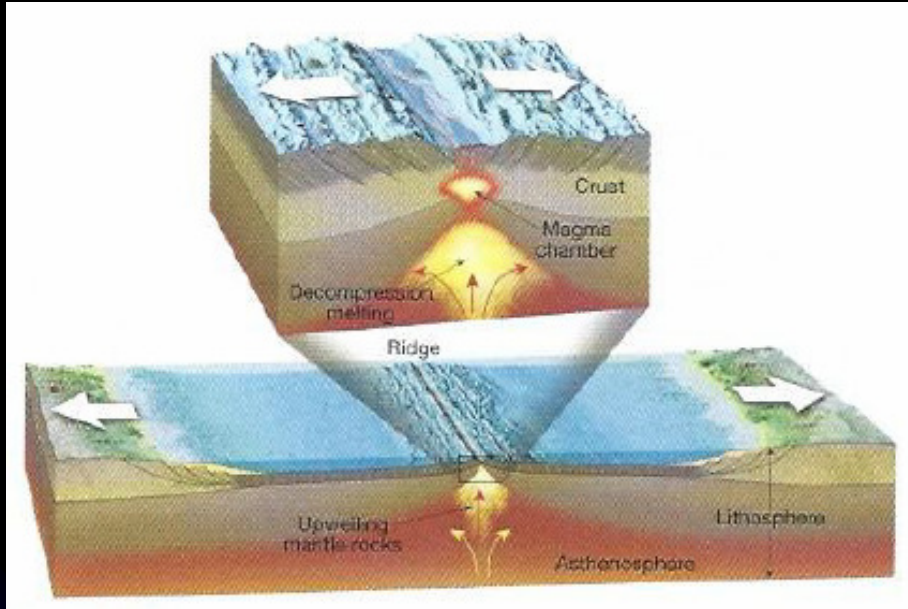


Origem do Magma

- Fusão parcial de rochas do manto na astenosfera, ou do manto superior ou crosta inferior na litosfera.
- Fusão pode ser provocada por:
 - Aumento de temperatura
 - Alívio de pressão confinante
 - Variações no teor de fluídos ou
 - Combinação de todos os fatores, + comum

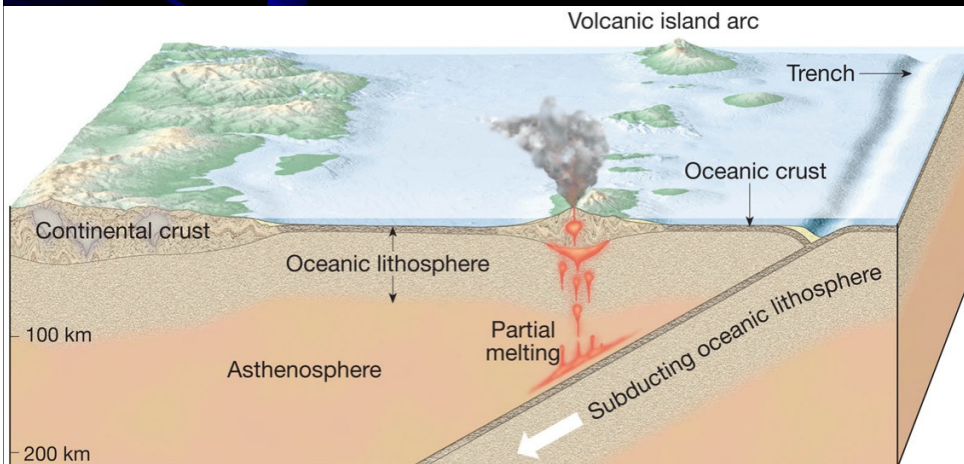
Origem do Magma

Dorsais Oceânicas



A. Oceanic-continental

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



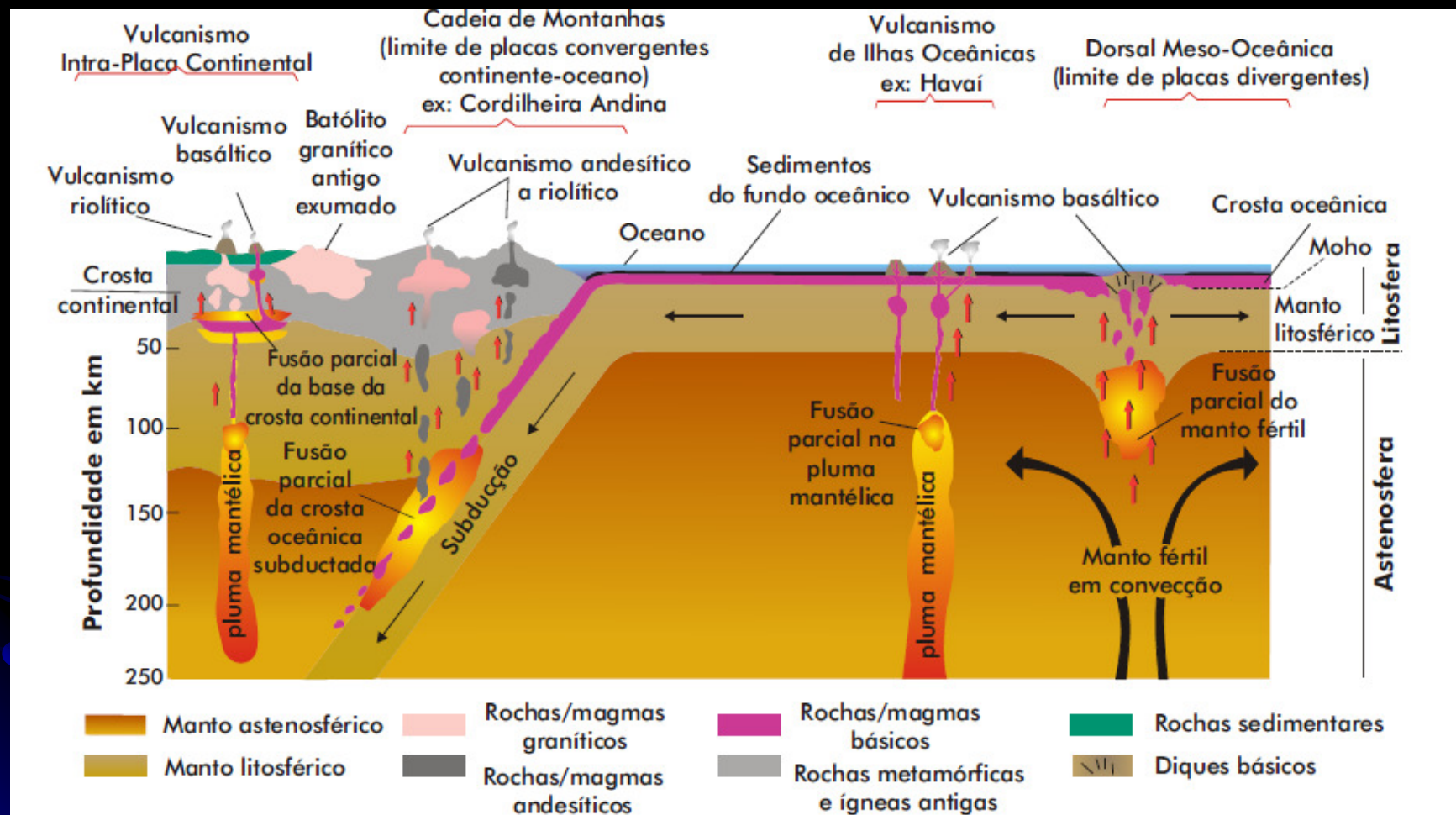
B. Oceanic-oceanic

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Na subducção oceânica-
continental

oceânica e oceânica
(arcos de Ilha)

Origem dos Magmas



Dorsais-oceânicas - manto quente – fusão parcial – magma basáltico – crosta oceânica. Nos arcos de ilha e nas cadeias de montanha – fusão da crosta oceânica – na subducção – magma andesítico. Nas grandes cadeias de montanha – parte inferior da crosta continental pode atingir 40-50 km – aumento de temperatura – fusão – magma granítico. Calor de origem profunda – plumas mantélicas – fusão localizada - hotspots – Havaí.

Viagem dos Magmas

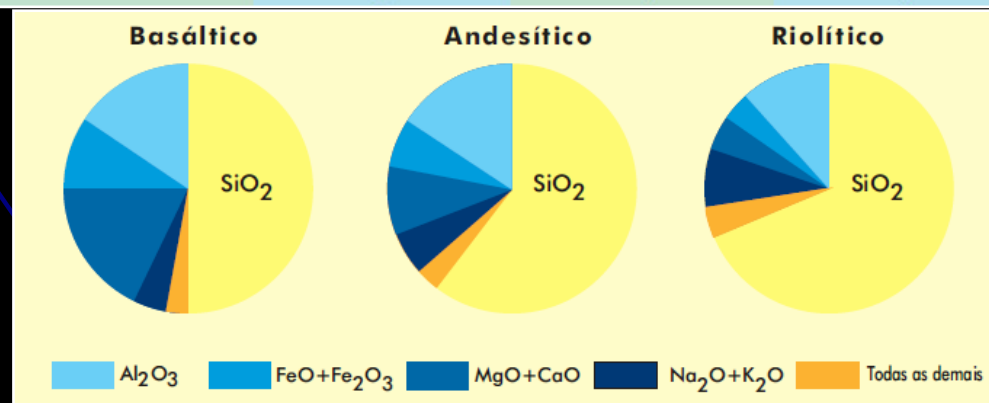
- migração do local de geração (diferença de densidade com as rochas sobrejacentes) através de grandes falhas e fraturas quando disponíveis,
- quando não disponíveis há formação de bolsões → “gotas invertidas” que forçam as rochas encaixantes às vezes quebrando-as e englobando seus fragmentos (variação na composição química).
- Quando os magmas estacionam em determinadas profundidades podem fornecer material para manifestações vulcânicas na superfície. Nestes casos ocupam espaços denominados de **Câmaras Magmáticas**

Composição Química dos Magmas

- É dada, por convenção, na forma de óxidos e depende de:
 - constituição da rocha geradora;
 - das condições em que ocorreu a fusão desta rocha e da taxa de fusão correspondente e
 - da história evolutiva deste magma do seu local de origem até o local definitivo de consolidação.
- Principais componentes dos magmas silicáticos são: O, Si, Al, Ca, Fe, Mg, Na, K, Mn, Ti e P.

Composição média de rochas ígneas: granito, andesito e basalto - (valores em % em peso)

Rocha/Magma Óxido	Granito	Andesito	Basalto
SiO ₂	72,08	54,20	50,83
TiO ₂	0,37	1,31	2,03
Al ₂ O ₃	13,86	17,17	14,07
Fe ₂ O ₃	0,86	3,48	2,88
FeO	1,67	5,49	9,05
MnO	0,06	0,15	0,18
MgO	0,52	4,36	6,34
CaO	1,33	7,92	10,42
Na ₂ O	3,08	3,67	2,23
K ₂ O	5,46	1,11	0,82
P ₂ O ₅	0,18	0,28	0,23
H ₂ O	0,53	0,86	0,91
Total	100,00	100,00	100,00



Cristalização de um Magma

→ Rocha Magmática

- Os silicatos formam tetraedros da forma $[\text{SiO}_4]^{4-}$ que se ligam a outros tetraedros por polimerização. Estes tetraedros ligam-se aos cátions existentes no magma, formando os minerais que constituem as rochas, respeitando as afinidades químicas dos elementos.
- quanto maior o teor em sílica presente no magma maior será a polimerização dos tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$
→ estruturas mais complexas que irão constituir os minerais mais complexos como anfibólios e feldspatos.
- quanto menor o teor em sílica no magma, maior será a quantidade de tetraedros isolados constituindo minerais com estruturas relativamente simples como as olivinas e piroxênios.

Minerais de Rochas Ígneas

- Principalmente silicatos, divididos em:
 - minerais **félsicos** (ou claros, ricos em Si, Al, Na e K, ex: feldspatos e quartzo) e
 - minerais **máficos** (escuros ricos em Mg, Fe e Ca: ex: olivina, piroxênio e anfibólio)
- Minerais mais raros (acessórios):
óxidos (magnetita), fosfato (apatita),
sulfetos (pirita), carbonatos (calcita)

Minerais Félsicos

- Feldspato potássico (microclínio e ortoclásio) - $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
- Plagioclásio - $(\text{CaAl}, \text{NaSi})\text{AlSi}_2\text{O}_8$
- Quartzo - SiO_2
- Muscovita - $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH};\text{F})_2$
- Feldspatóide – sem quartzo

Minerais félsicos ou claros (sem Mg e Fe)

FELDSPATOS



QUARTZO



MUSCOVITA



FELDSPATÓIDE

Representam um grupo de minerais tectossilicatos que se assemelham a feldspatos, mas possuem uma estrutura diferente e um teor de sílica muito menor. Ocorrem em rochas ígneas que não contêm quartzo.

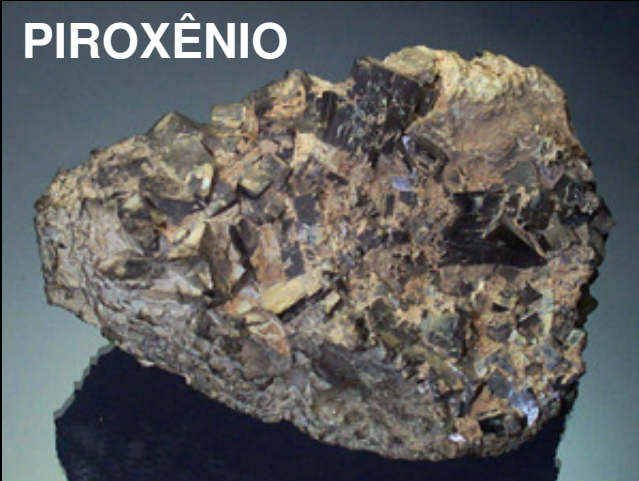


Minerais Máficos

- **Anfibólio** - $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe, Al})_5 (\text{Al, Si})_8 \text{O}_{22}(\text{OH})_2$
- **Pirôxenio** - $(\text{Ca, Na})(\text{Mg, Fe}_2, \text{Fe}_3, \text{Al})(\text{Si, Al})_2 \text{O}_6$
- **Olivina** - Olivina: Forsterita (MgSiO_4) –
Faialita (FeSiO_4)
- **Biotita**

Minerais máficos ou escuros (com Mg e Fe)

PIROXÊNIO



PIROXÊNIO



OLIVINA



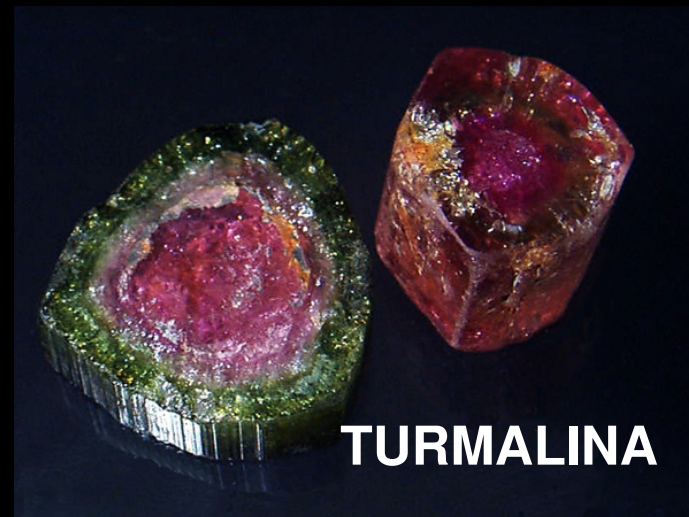
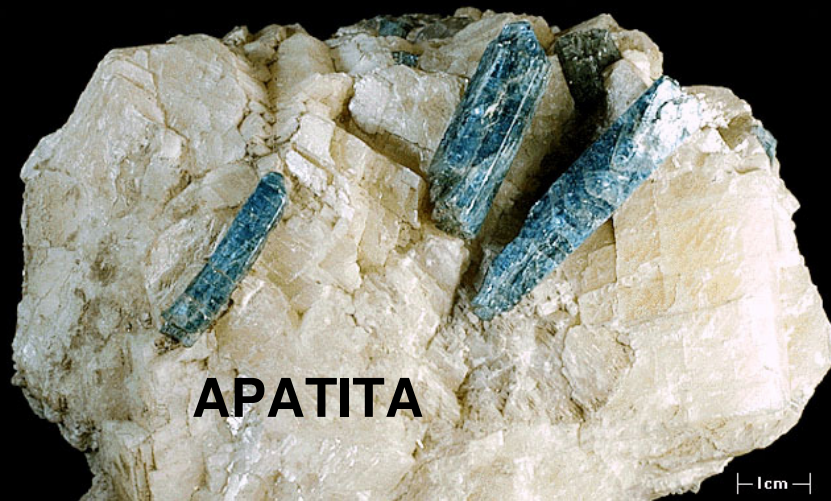
ANFIBÓLIO



BIOTITA



Minerais acessórios



Cristalização de um Magma

- À medida que há a consolidação do magma por sucessivas quedas de temperaturas os tetraedros formarão diversos minerais (de acordo com as suas estruturas).
- Esses minerais obedecem a uma determinada ordem chamada de Série de cristalização de Bowen.

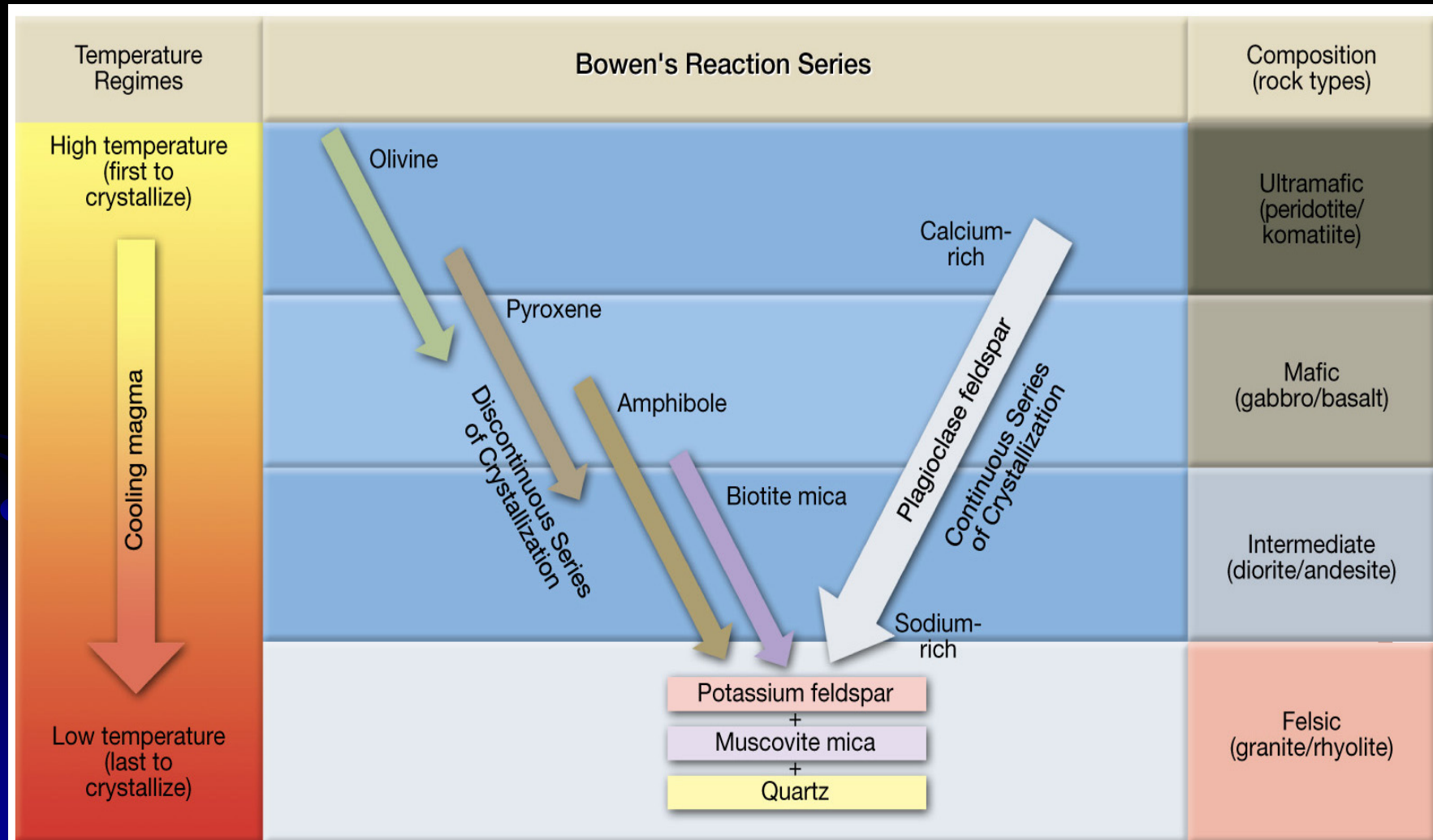
Serie de Cristalização de Bowen

N. L. Bowen realizou estudos sobre a **ordem de cristalização dos minerais silicáticos** comuns a partir do resfriamento de um **magma de composição basáltica**.



Sequência ideal de cristalização. As séries de reação de Bowen representam um modelo genérico e simplificado ilustrativo de um processo natural muito mais complexo.

Serie de Cristalização de Bowen



Composição química através da Mineralógica

- **Índice de Cor (M)** – diz respeito à proporção entre minerais máficos e félsicos. M=número puro correspondente ao percentual de máficos na constituição volumétrica de uma rocha ígnea qualquer:
 - $M < 10$ – hololeucocráticas
 - $10 < M < 30$ – leucocráticas
 - $30 < M < 60$ – mesocráticas
 - $60 < M < 90$ – melanocrática ou máfica
 - $M > 90$ – ultramelonocrática ou ultramáfica

IC - Máficos x Félsicos

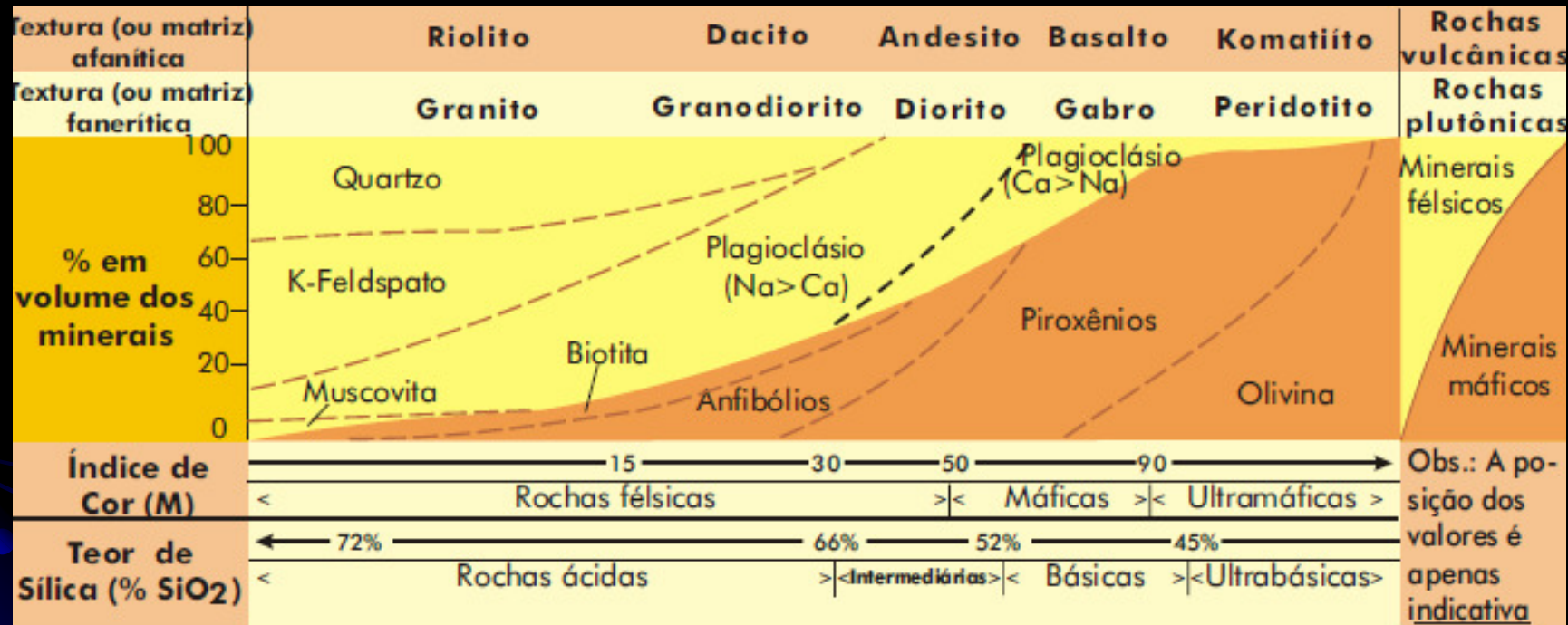
Hololeucocrática - IC < 10%  • **Félsicas** (< 30%)
Leucocrática – IC entre 10 e 30%

Mesocrática – IC entre 30 e 60%  • **Intermediárias** (30-60%)

• **Melanocrática** – IC entre 60 e 90%  • **Máficas** (60-90%)

Ultramelanocrática – IC > 90%  • **Ultramáficas** (> 90%)

Há uma correlação genérica entre o teor de sílica e o índice de cor



- Rochas ácidas a intermediárias são, em geral, leucocráticas (ou félsicas)
- Rochas básicas são melanocráticas (ou máficas)
- Rochas ultrabásicas são ultramelanocráticas ou ultramáficas.

- Os vários tipos de rochas magmáticas estão relacionados:
 - à evolução do magma e
 - ao ambiente de cristalização do magma
(profundidade de cristalização)

Ambientes Geológicos de Cristalização

- **ROCHAS ÍGNEAS Plutônicas ou INTRUSIVAS**

- resultam da solidificação do magma no interior da Crosta

- **ROCHAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS**

- resultam do resfriamento das lavas (magmas) na superfície da Crosta

- Os ambientes, ou profundidades, de cristalização de uma rocha são estudados através de informações existentes nas próprias rochas.
- Estas informações são obtidas a partir das **estruturas e texturas** apresentadas pelas diversas rochas ígneas, que se desenvolveram em resposta direta ao ambiente no qual um magma foi cristalizado.

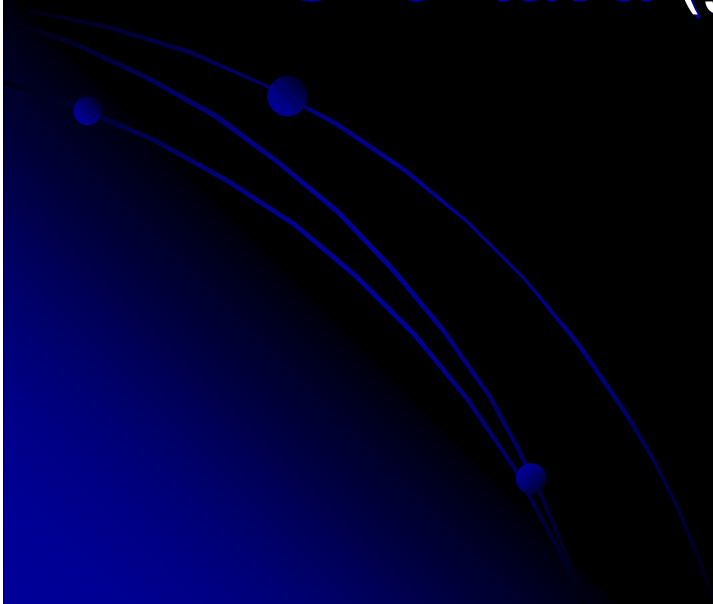
ESTRUTURA

- Feições ostentadas por uma rocha em escala macroscópica (amostra de mão) ou mesoscópica (escala de afloramento);
- estas feições são desenhadas pelo arranjo entre porções distintas da rocha (se a rocha é orientada ou maciça), sem levar em conta a natureza dos constituintes mineralógicos.

Tipos de Estrutura

As estruturas das rochas ígneas podem ser:

- Maciça (sem orientação)
- Orientada (gerada por fluxo de magma)



Estrutura Maciça (sem orientação)



Granito



Gabro

Estrutura Orientada



Lava
pahoehoe

Indica fluxo
magmático

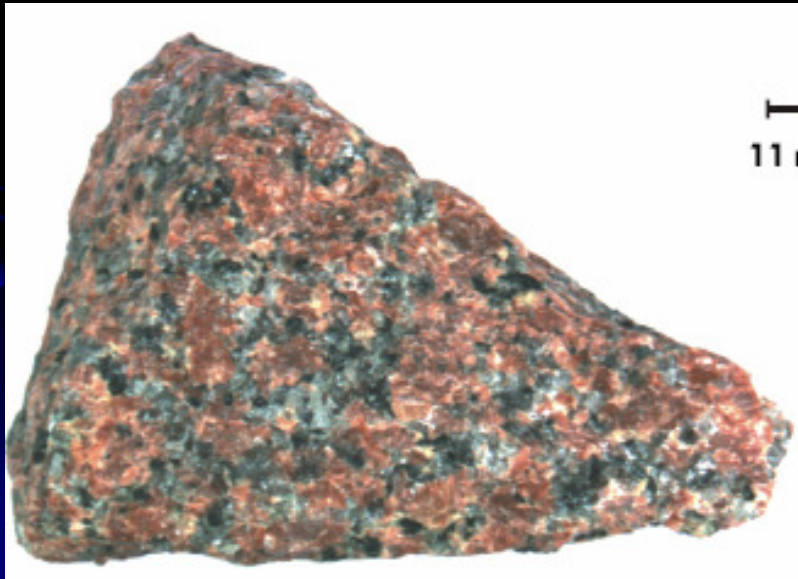
Textura

- Diz respeito às características e relações entre as fases minerais de uma rocha.
- Definida, normalmente, em escala de amostra de mão e/ou microscópica.
- Baseia-se no tamanho relativo e absoluto, forma e arranjo espacial dos minerais de uma rocha.

Tipos de Texturas

- Quanto ao grau de cristalinidade presença de cristais ou vidro → holocristalinas e vítreas

Holocristalina - granito



Vítrea - vidro vulcânico



Tipos de Texturas

- Quanto ao grau de visibilidade → tamanho absoluto dos minerais. Pode ser dividida em:
- → **Afanítica** – grãos muito pequenos, imperceptíveis a olho nu, ou mesmo à lupa manual
- → **Fanerítica** grãos com tamanhos observais a olho nu.

Afanítica



Fanerítica



Tipos de Texturas

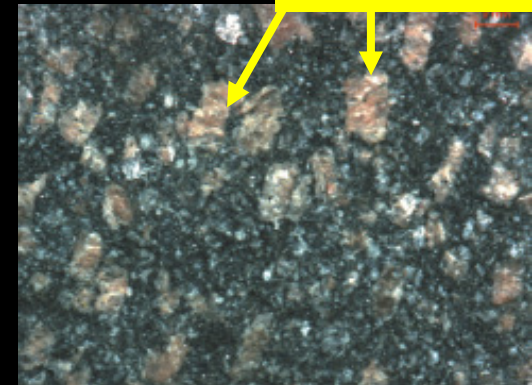
- Quanto ao tamanho relativo dos grãos → visto na textura fanerítica. Pode ser:
- Equigranular - os grãos apresentam o mesmo tamanho
- Inequigranular – os grãos apresentam dimensões variáveis
- Porfirítica grãos com dimensões distintas, sendo alguns muito maiores que o resto. O termo pórfiro, é usado para os casos em que os fenocristais perfazem mais de 50% do volume da rocha



Granulação média,
equigranular



Granulação
grossa



Porfirítica com
matriz afanítica

TAMANHO ABSOLUTO DOS Grãos

- Diz respeito à granulação da rocha, ou seja, o tamanho dos grãos a textura pode ser :
- **Muito grossa** - cristais maiores que 3 cm;
- **Grossa** - cristais entre 1 e 3 cm;
- **Média** - cristais entre 1 e 10 mm;
- **Fina**- cristais entre 0,1 e 1 mm;
- **Vítrea** - sem cristais (material vítreo).

ASPECTOS TEXTURAIS

Maciça (sem orientação) e
inequigranular



GRANITO

Maciça (sem orientação)
e equigranular.



Gabro

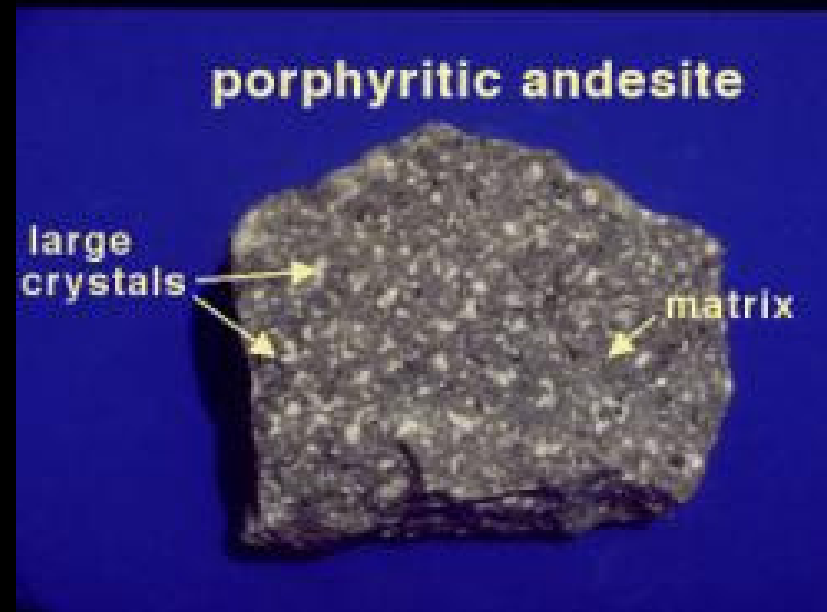
ASPECTOS TEXTURAIS

Maciça (sem orientação) e
Porfirítica



Granito: intrusiva ácida,
porfirítica com matriz fanerítica

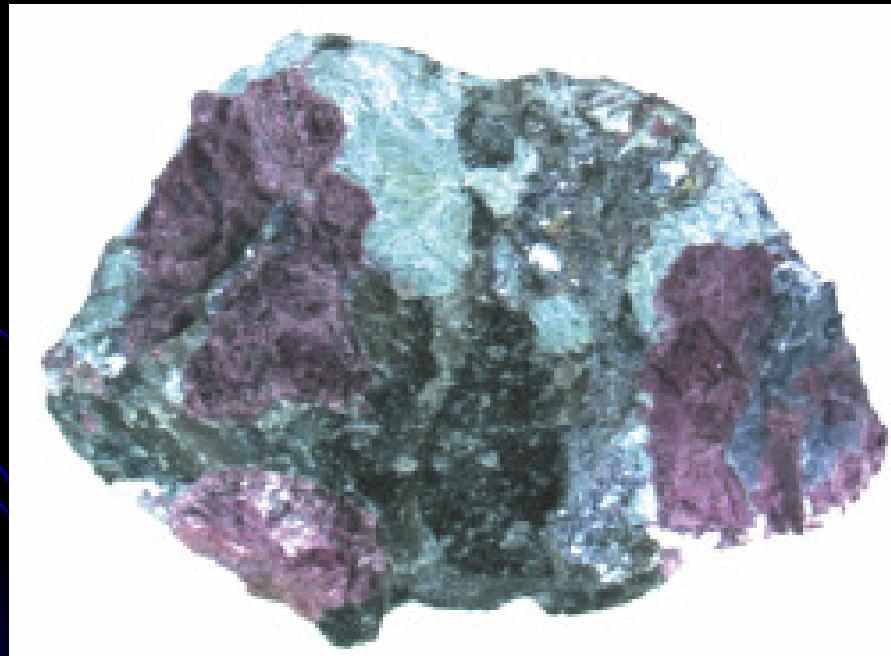
Maciça (sem orientação) e
Porfirítica



Andesito: textura porfirítica com
matriz afanítica

Textura Pegmatítica

- Pegmatitos → o crescimento exagerado dos minerais é também devido a uma grande riqueza em fluidos de e elementos de alta mobilidade. O tamanho dos minerais são da ordem de vários centímetros, decímetros e, em alguns casos, até metros.

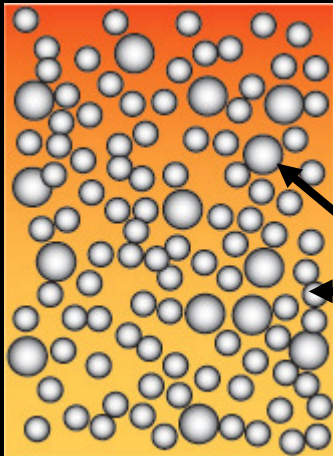


Rocha

Pegmatito

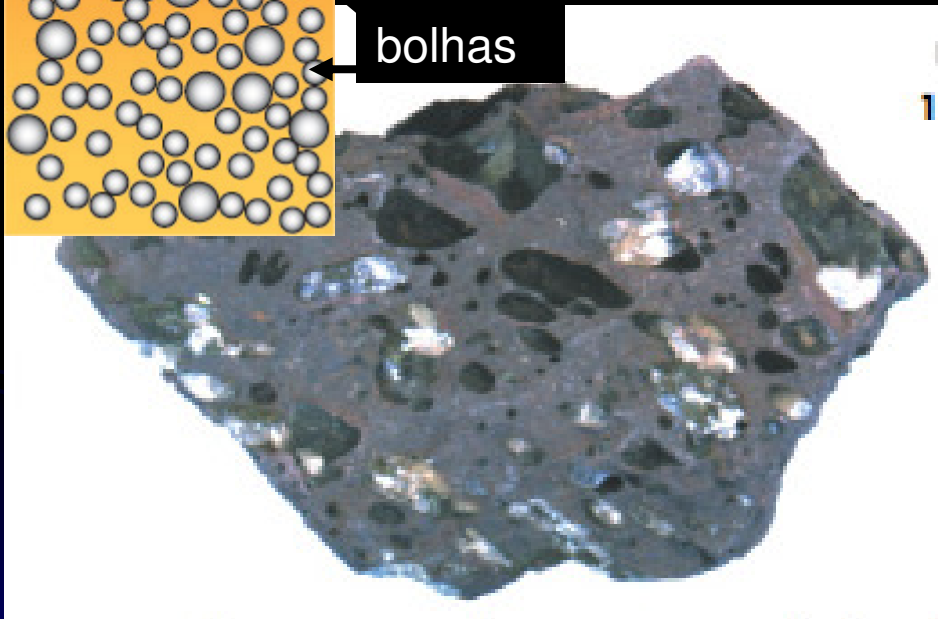
Comum também
Turmalina
granito

Textura Vesicular/Amigdaloidal



Típica de rochas vulcânicas – escape de gases

bolhas



Amígdalas = vesículas preenchidas

Basalto da Bacia do Paraná



Resfriamento rápido

Várias Texturas na mesma rocha



Basalto - estrutura
maciça, afanítica

Granito- estrutura
maciça, fanerítica,
holocristalina,
equigranular, média



Rochas Intrusivas: Modos de Ocorrência e Estruturas

- Se o magma consolidar no interior da crosta formará rochas **Plutônica ou Intrusiva**.
- Dependendo da profundidade de consolidação os corpos gerados são classificados em:
 - **Abissais** - grandes profundidades > 2 km
 - **Hipabissais** - níveis crustais mais rasos
- De modo geral todos os corpos intrusivos são denominados **"plutons"** e podem ser distinguidos de acordo com o seu tamanho, forma e relação com as rochas encaixantes.

ROCHAS E OS AMBIENTES DE CRISTALIZAÇÃO

- Plutônica

Granito

Gabro

hipabissal

Micro-granito

Diabásio

vulcânica

Riolito

Basalto

Magmas com a mesma composição podem gerar diferentes rochas, dependendo do local onde foi cristalizado.

Assim, dependendo do local que o magma se solidifica pode originar rochas distintas com a mesma composição química.

Granito e Riolito

Rocha
Plutônica –
cristalização
em
profundidade
e > 2 km.



Cristalização
em superfície

Rocha ígnea félsica - rica em minerais com alto teor de Si e baixo teor de Fe e Mg (quartzo e feldspatos).

Rocha ígnea máfica - rica em minerais com baixo teor de Si e alto teor de Fe, Mg e Ca (plagioclásio e piroxênio).

Gabro e Basalto

Plutônico



Extrusivo



Rocha ígnea intermediária - composição entre as rochas ígneas félsicas e máficas.

Diorito, Andesito

Plutônico



Extrusivo



Rocha ígnea ultramáfica - teor de Si muito baixo, consistindo essencialmente de minerais máficos (piroxênio e olivina).

Peridotito



Rochas Ígneas

- **principais famílias:**

- ✓ granitos e granitóides (rochas félsicas)
- ✓ basaltos e afins (rochas máficas)
- ✓ Peridotitos (rochas ultramáficas)

- **rochas raras:**

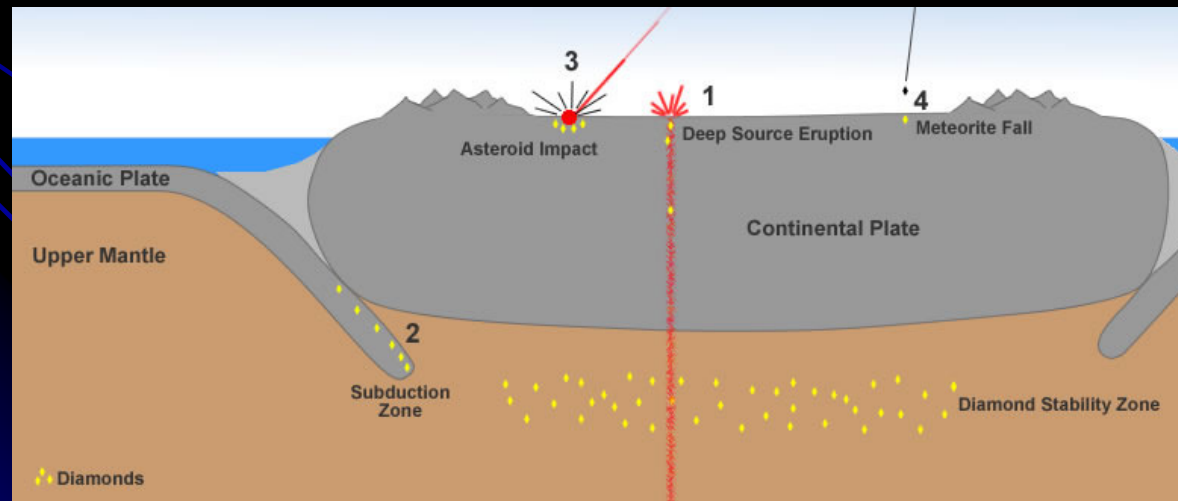
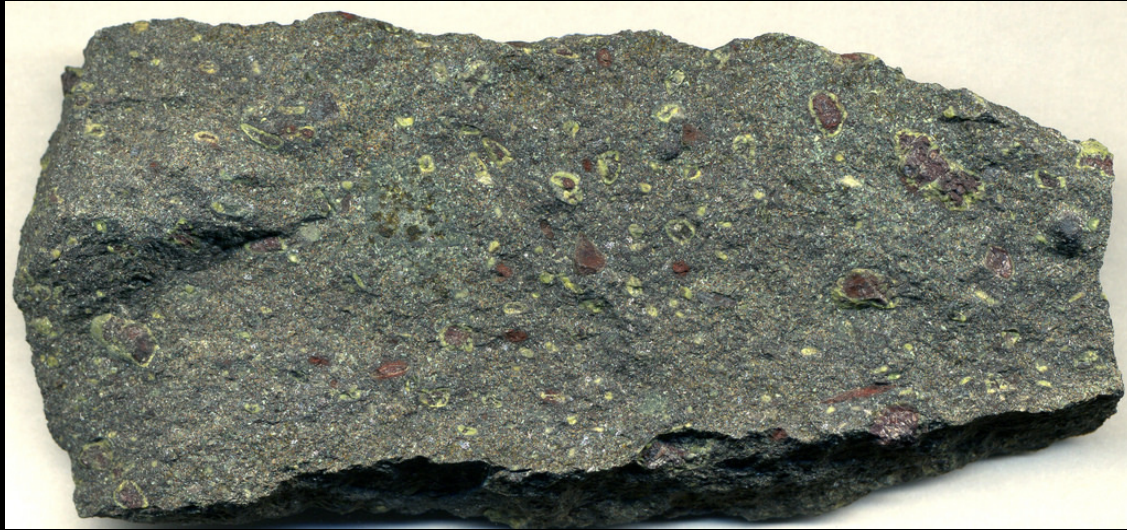
- ✓ alcalinas
- ✓ carbonatitos
- ✓ kimberlitos

CARBONATITO

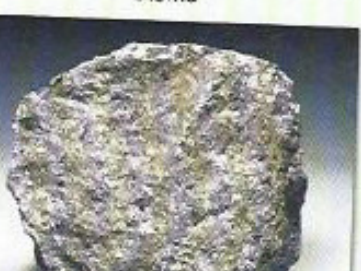
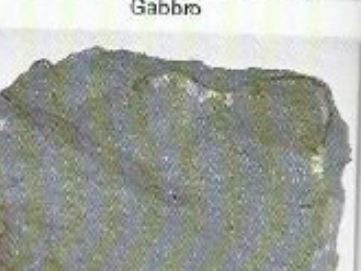
Rocha ígnea ultrabásica, de tons claros, rica em carbonato de Ca (calcita), Mg e/ou Fe, com minerais como feldspatóides, olivina, magnetita, piroxênios, biotita, flogopita, apatita e granada associados.



KIMBERLITOS



As Rochas - Texturas

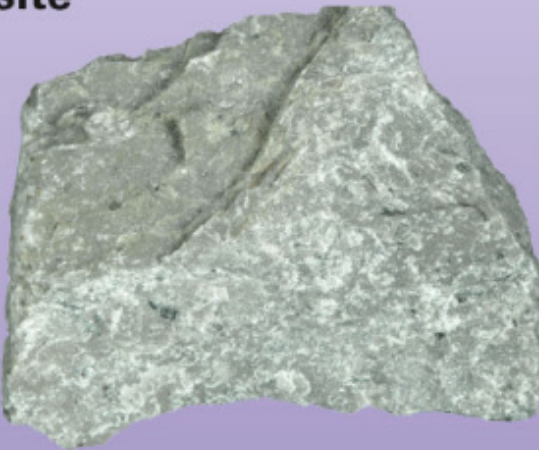
Texture	Composition		
	Felsic (Granitic)	Intermediate (Andesitic)	Mafic (Basaltic)
Phaneritic (course-grained)	 Granite	 Diorite	 Gabbro
Aphanitic (fine-grained)	 Rhyolite	 Andesite	 Basalt
Porphyritic	 Granite porphyry	 Andesite porphyry	 Basalt porphyry

Fine grained

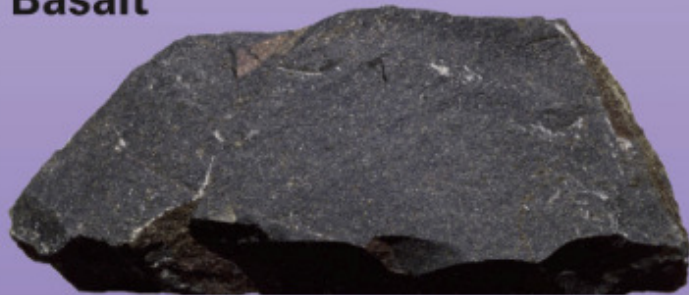
Rhyolite



Andesite



Basalt



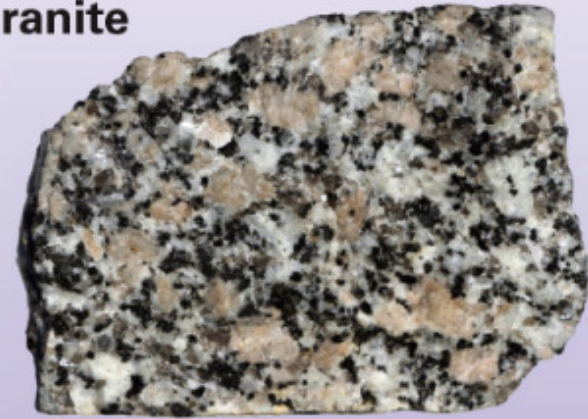
Felsic



Mafic

Coarse grained

Granite



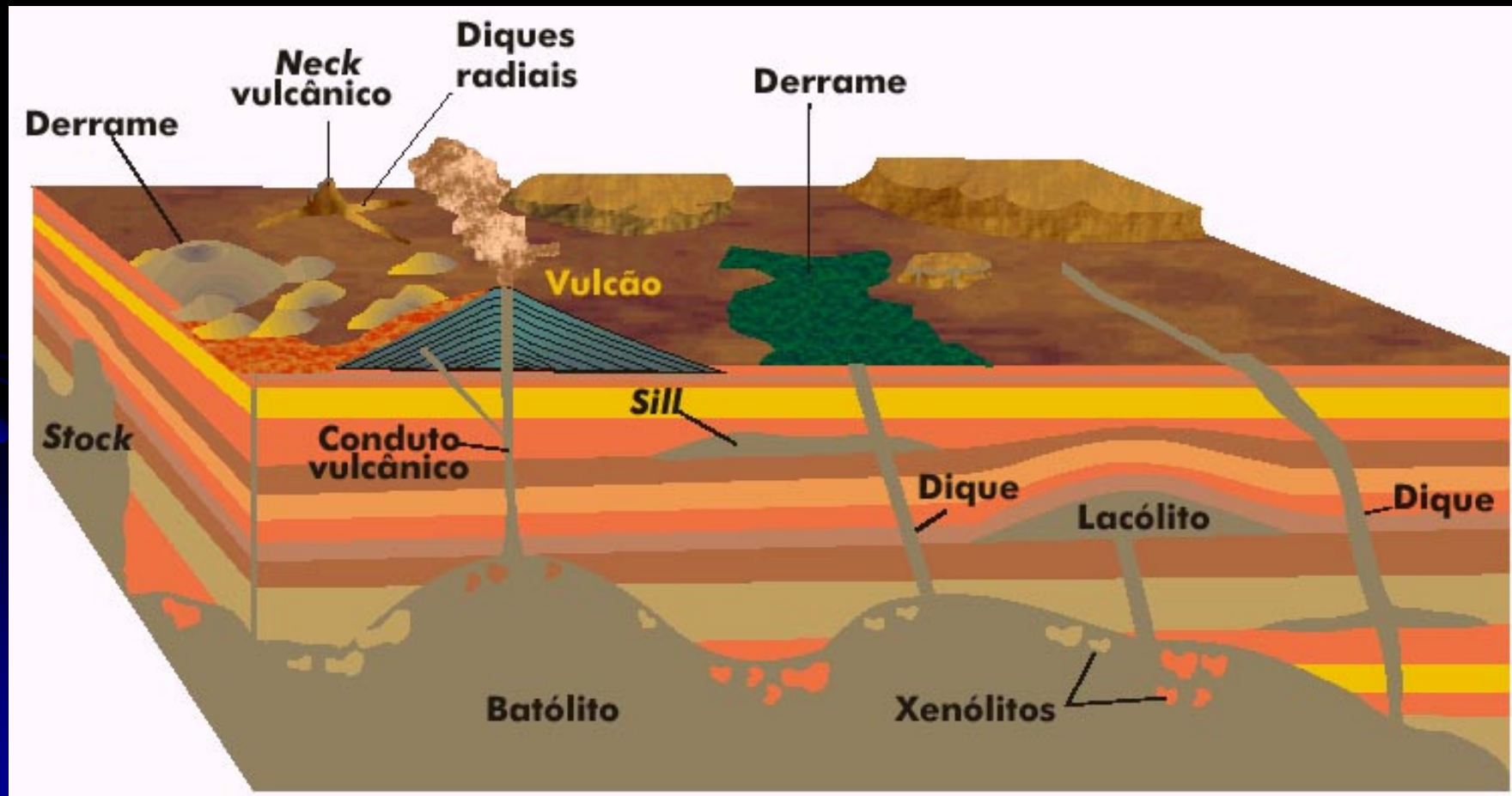
Diorite



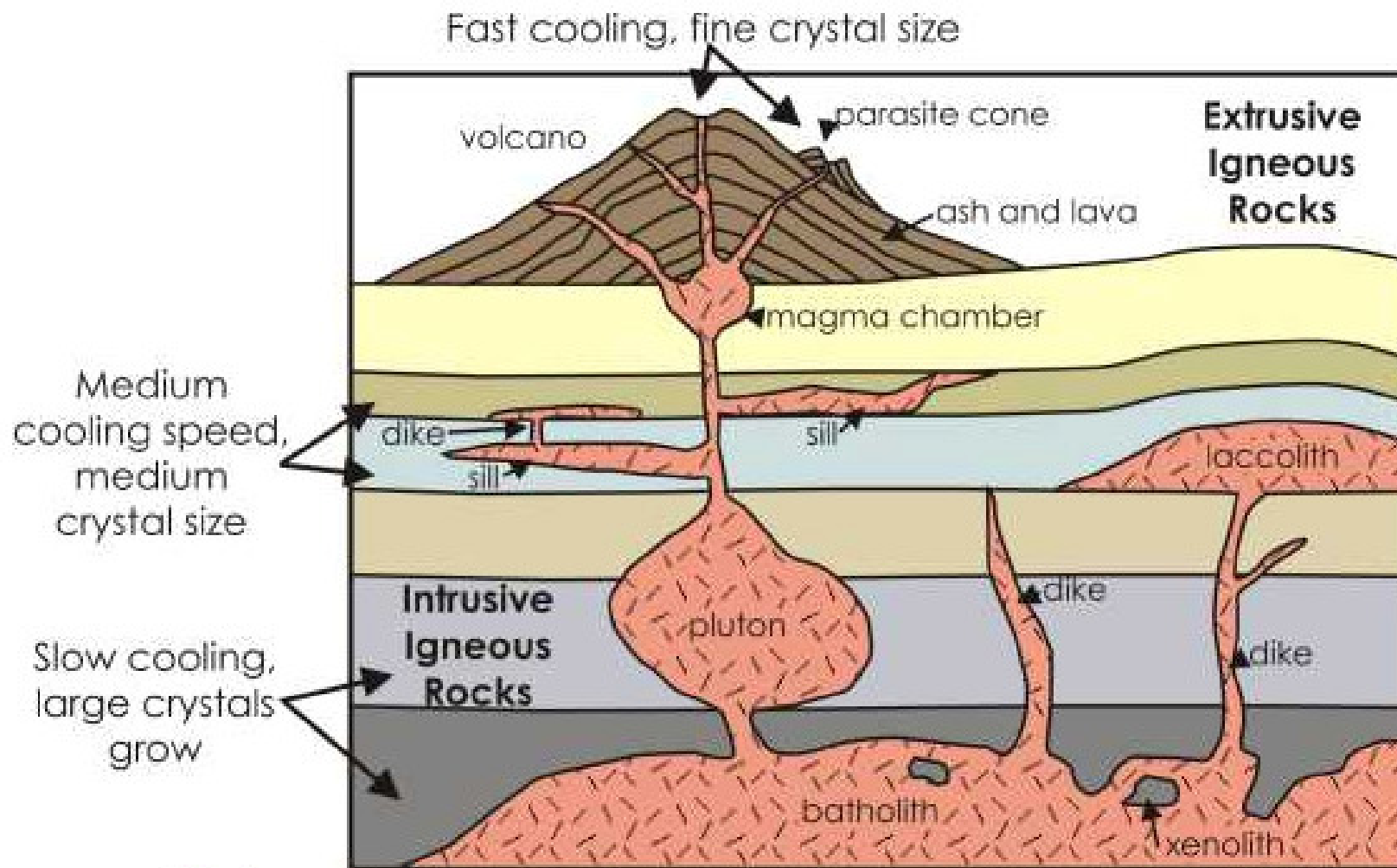
Gabbro



O grau de cristalinidade e de visibilidade podem ser correlacionados ao **ambiente de consolidação do magma**. Rochas com texturas vítreas formam-se na superfície. Textura afanítica indica cristalização rápida – próximo e/ou na superfície, ou ainda em copos intrusivos rasos. Textura fanerítica fina – cristalização rápida. Textura fanerítica média a grossa desenvolvem-se em copos intrusivos profundos de dimensões expressivas.



CORPOS ÍGNEOS



University of Canterbury, (unknown), taken 09/04/06 from <http://outreach.canterbury.ac.nz/resources/geology/glossary/igneous>.

Corpos Intrusivos Menores

- Representados por formas tabulares:

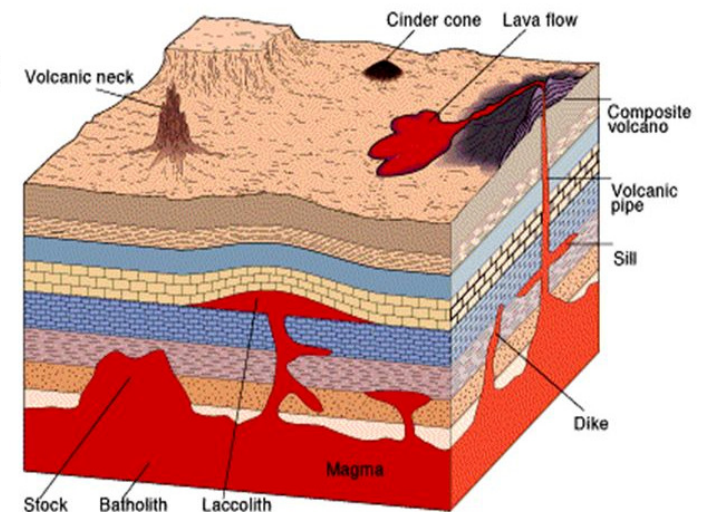
- Diques
- Sills

- Forma de Cogumelo

- Lacólitos
- Lopólitos

- Necks Vulcânicos

- Laccolith
- Volcanic neck
- Volcano
- Sill
- Dike
- Batholith

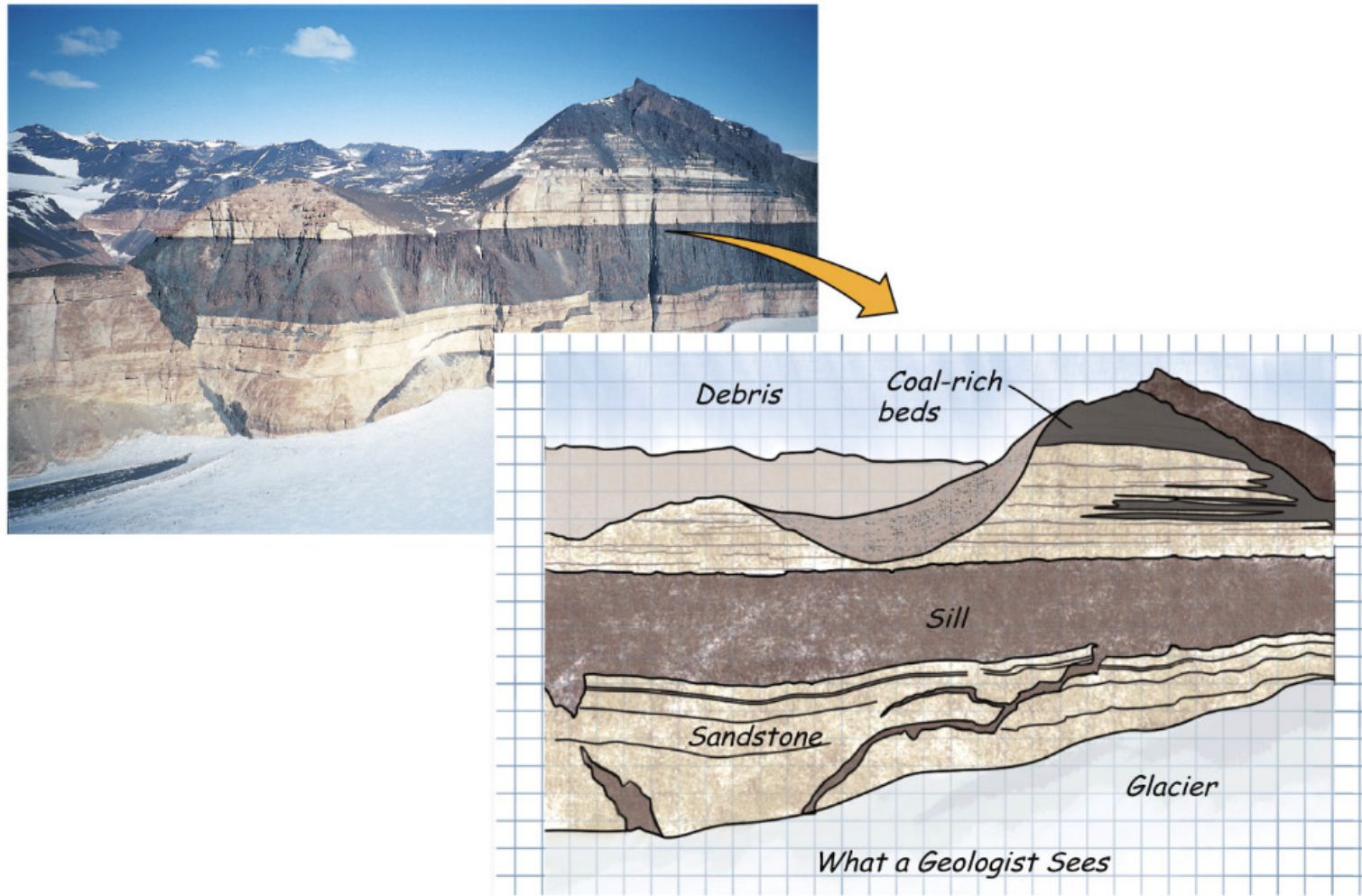


Diques



- São formados quando o magma invade as rochas encaixantes através de fraturas ou falhas. O diques cortam as estruturas originais das encaixantes e por isso são denominados de **corpos discordantes**. Podem ter grandes e pequenas dimensões. Podem ocorrer isoladamente ou como enxame (vários diques).

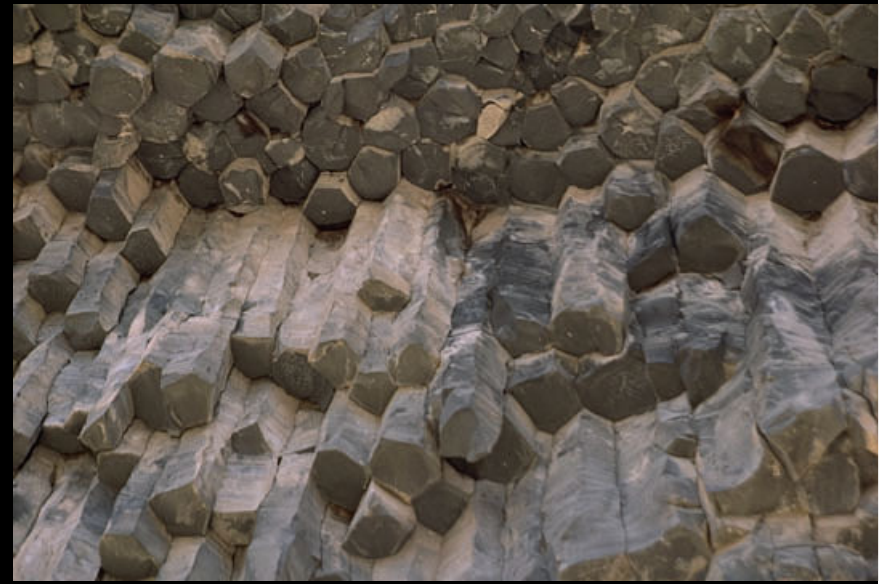
Sills



- Se alojam paralela ou sub-paralelamente aos estratos das encaixantes, por isso são chamados de **corpos concordantes**.

Disjunção Colunar

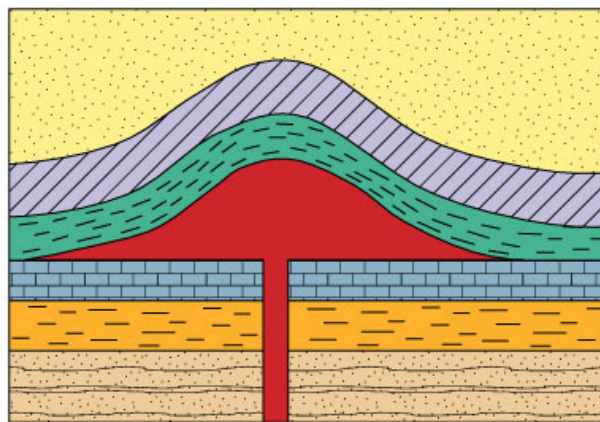
- O resfriamento dos corpos tabulares e mesmo dos derrames, pode causar um padrão de **fraturamento distinto**.
- Este padrão gera prisma colunares com faces bem formadas. **Isso ocorre devido à perda rápida de calor em níveis crustais rasos**, fazendo com que haja uma contração e formação de colunas poligonais



Lacólito e Lopólito

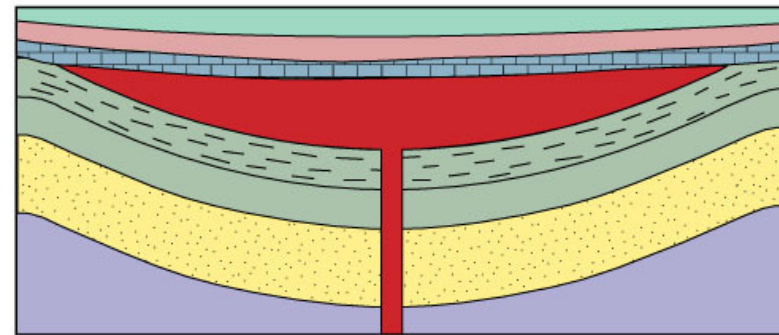
- Podem ser considerados como uma variação dos sills, já que invadem concordantemente as camadas. Os lacólito arqueiam as camadas de rochas sobrejacentes para obter espaço para o seu alojamento. Os lopólitos intrudem bacias sedimentares e arqueiam as camadas para baixo. São formados por **magmas mais viscosos**.

Lacólito



a

Lopólito



b

Neck-vulcânico

- Corpos intrusivos discordantes formados pela consolidação do magma dentro da chaminé (conduto por onde o magma atinge a superfície). Após a erosão do cone vulcânico, sobressai na topografia a antiga chaminé, neck-vulcânico, que serviu de alimentador do vulcão.



Corpos Intrusivos Maiores

- São corpos discordantes que cortam as estruturas das encaixantes.
- Batólitos – plutônicos de maior dimensão e forma irregular. Aparecem devido à erosão.
- *Stocks* – dimensão menor, podem ser considerados como a parte de batólitos parcialmente erodidos.

Classificação dos corpos intrusivos

- *Batólito*: > 100 km² - intrusivas plutônicas/profundas
- *Stock*: < 100 km² - intrusivas plutônicas/profundas
- *Dique*: discordante - intrusivas sub-vulcânicas/rasas
- *Sill*: concordante - intrusivas sub-vulcânicas/rasas
- *Derrame*: vulcânicas
- *Chaminé* ou *Neck*: vulcânicas

Classificação das Rochas Ígneas

Diagrama QAPF (Streckeisen, IUGS)

Classificação de rochas ígneas faneríticas com mais 10% (quartzo+feldspato+feldspatóide)

Composição Mineralógica modal

Q = quartzo

A = feldspato alcalino

P = plagioclásio

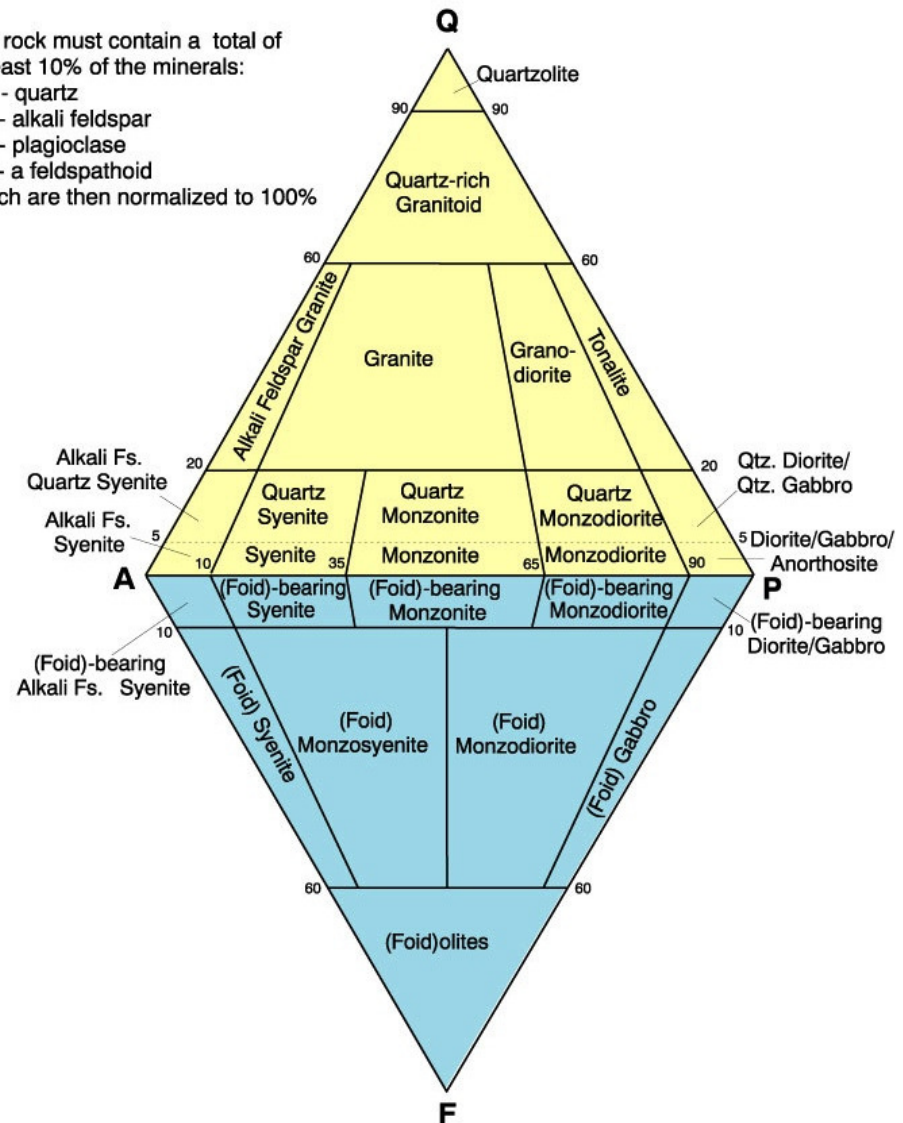
F = feldspatóide

plagioclásio $An > 5 = P$

plagioclásio $An < 5 = A$

(a)

The rock must contain a total of at least 10% of the minerals:
Q - quartz
A - alkali feldspar
P - plagioclase
F - a feldspathoid
Which are then normalized to 100%



Classificação das Rochas Ígneas

Diagrama QAPF (Streckeisen, IUGS)

Classificação de rochas ígneas vulcânicas (afaníticas)

Composição
Mineralógica modal

Q = quartzo

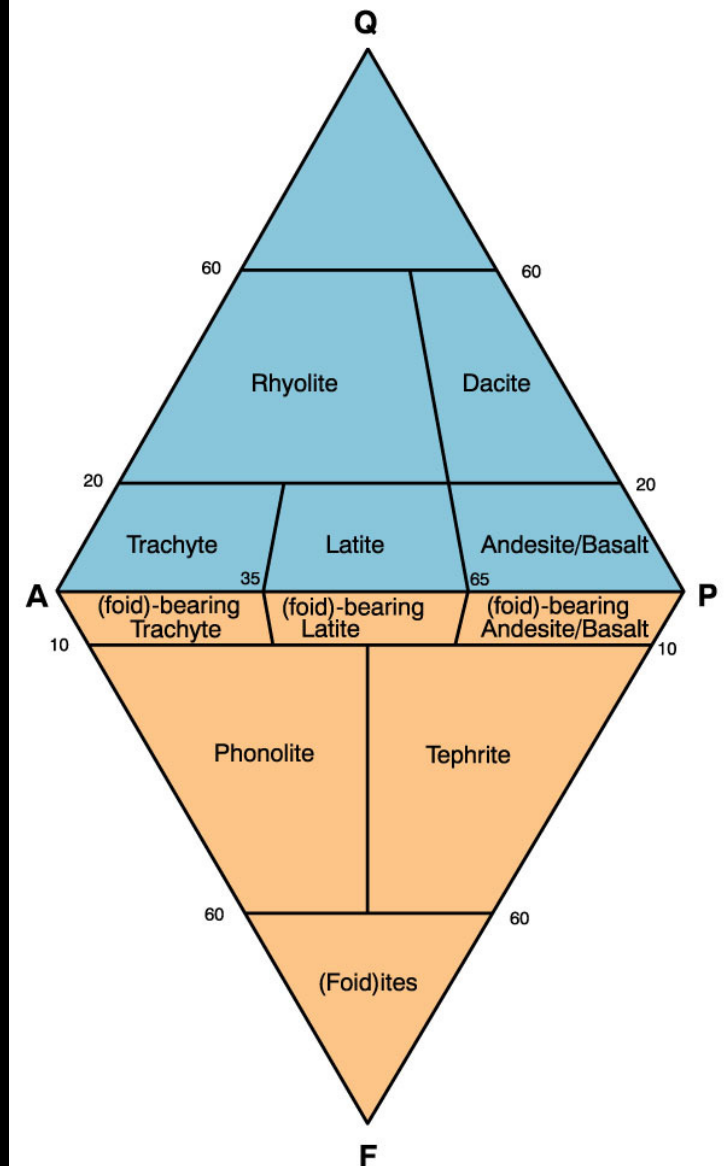
A = feldspato alcalino

P = plagioclásio

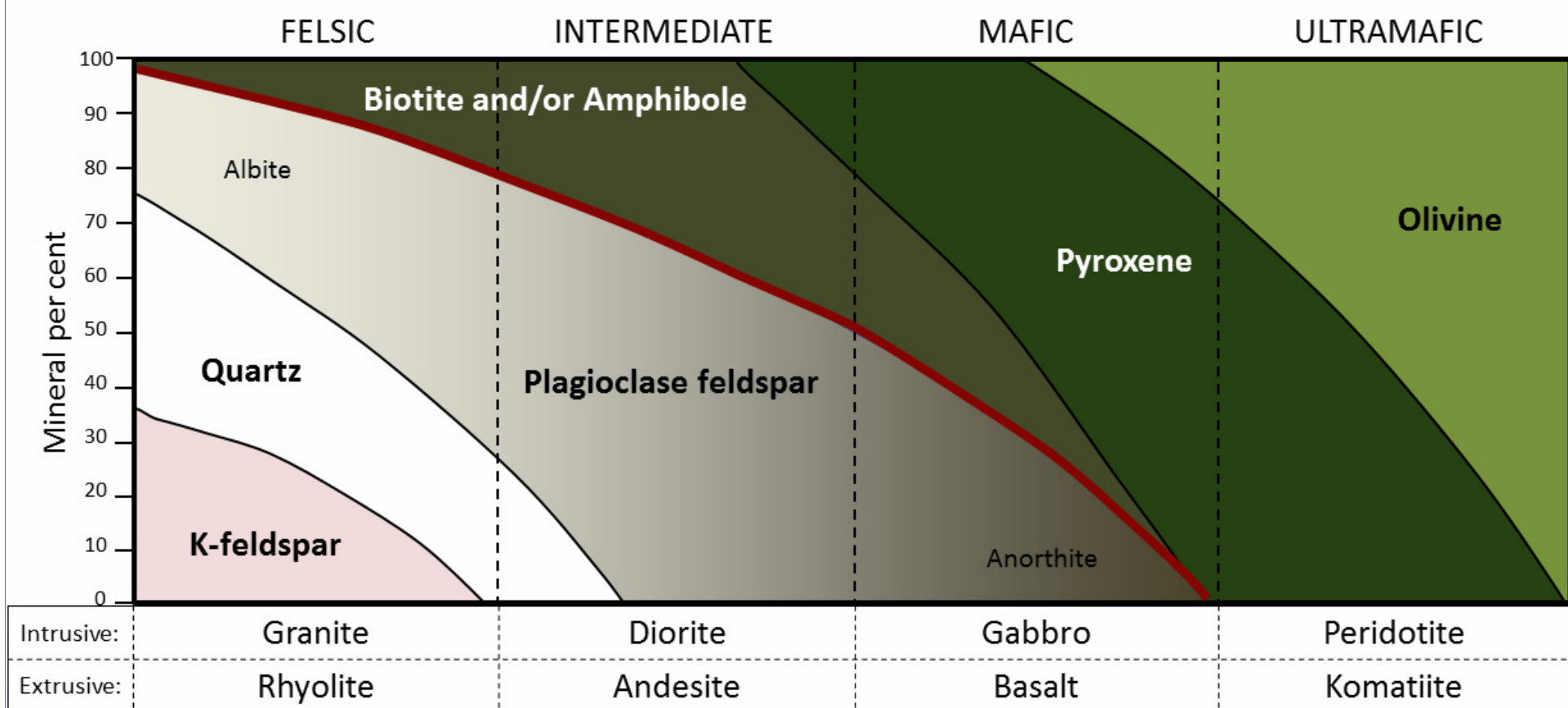
F = feldspatóide

plagioclásio $An > 5 = P$

plagioclásio $An < 5 = A$



Classificação



DIVERSIDADE DE ROCHAS ÍGNEAS

- Diferenciação magmática:
 - processo pelo qual rochas de várias composições podem ser formadas a partir de um magma parental uniforme (primitivo).
- 

Diferenciação Magmática

- Pode ser por:
 - 1 - por cristalização fracionada;
 - 2 - fusão parcial em graus variados e em condições variadas;
 - 3 - misturas de magmas;
 - 4- contaminação (assimilação) crustal.

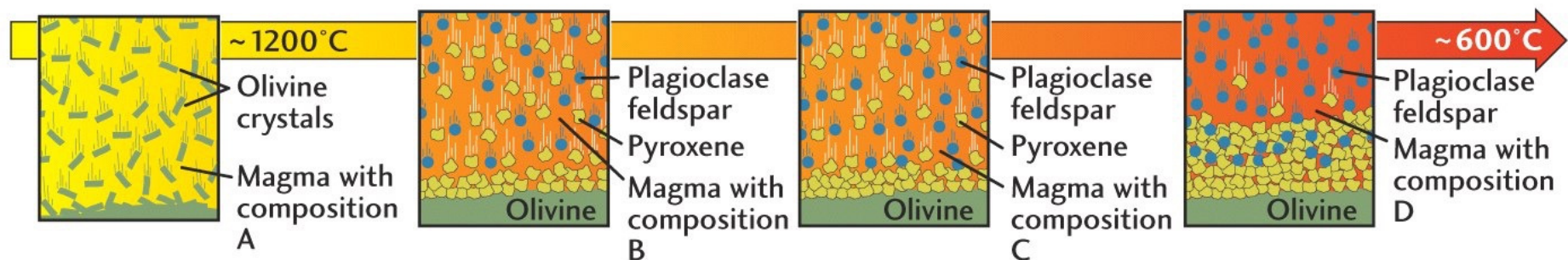
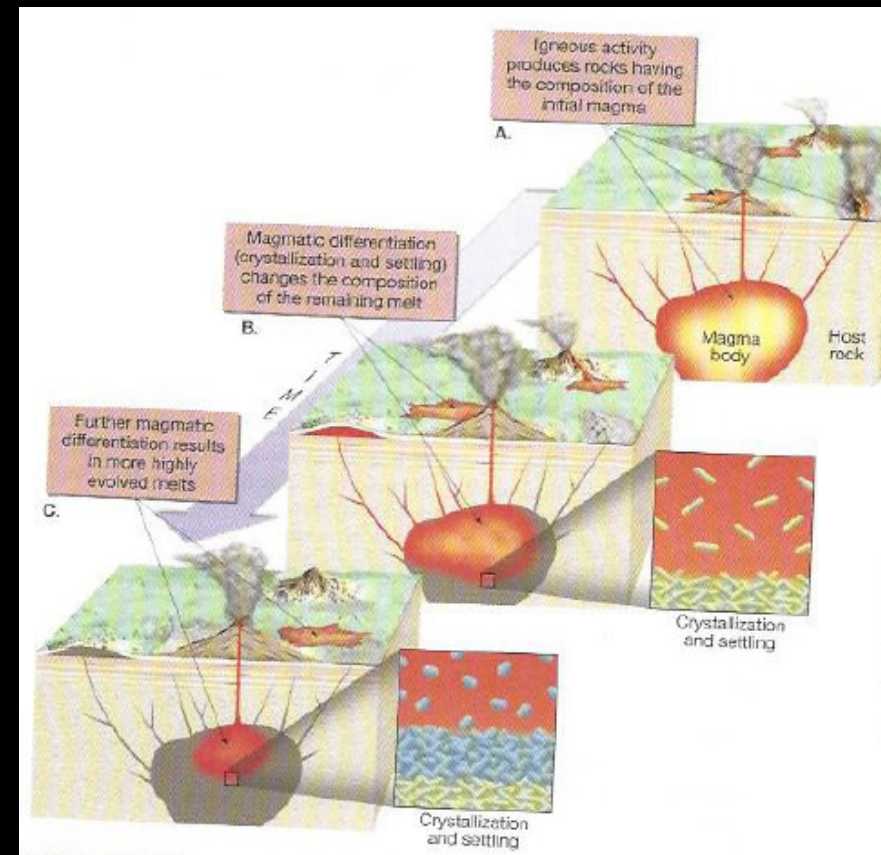
Diferenciação Magmática

Cristalização Fracionada

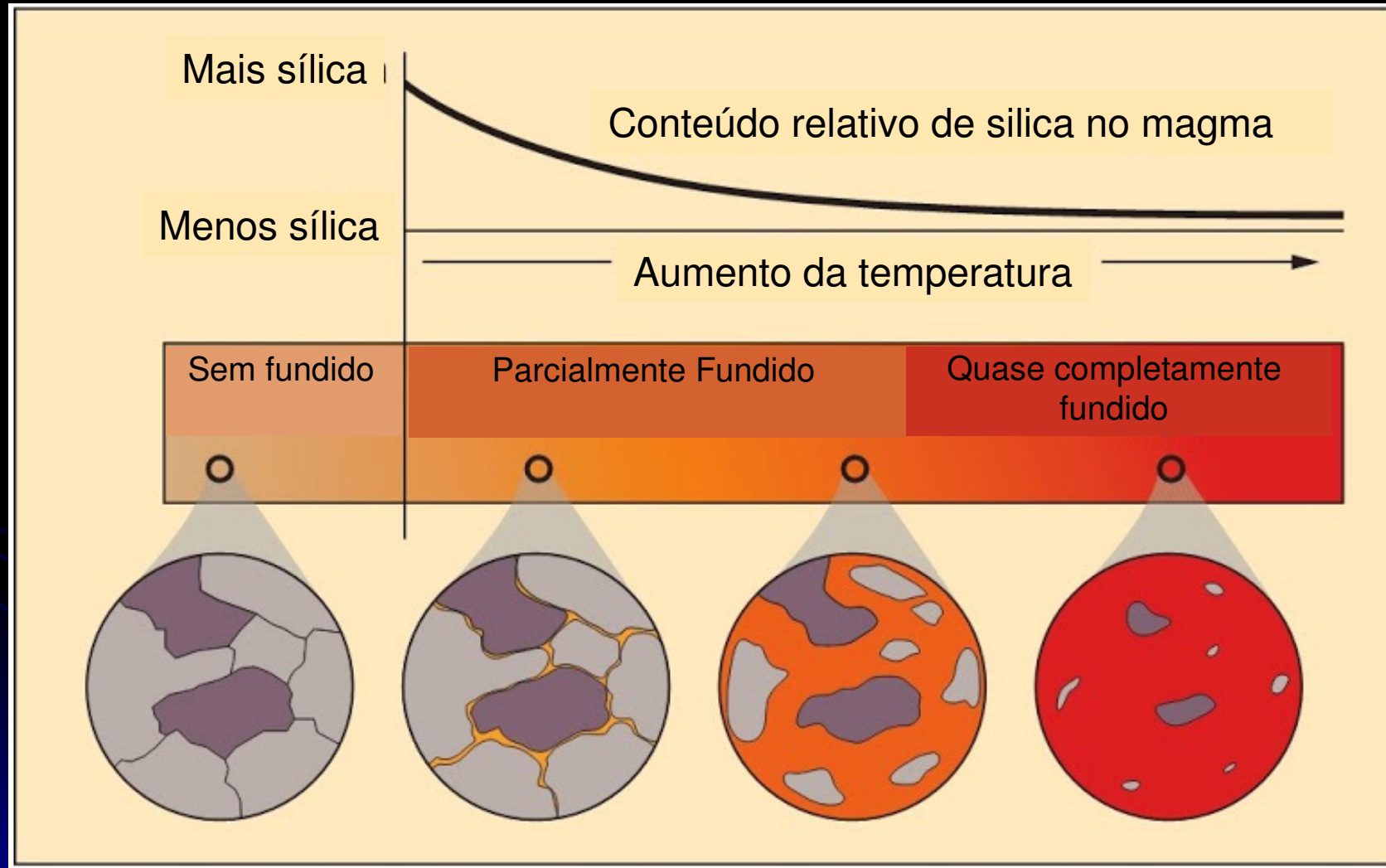
- Conforme o magma resfria, os cristais (minerais) assentam por gravidade.

Como resultado, a composição do magma muda.

Fe, Mg e Ca são removidos pelos minerais que afundam no magma;
Si, Al, Na e K permanecem no fundido e aumentam.

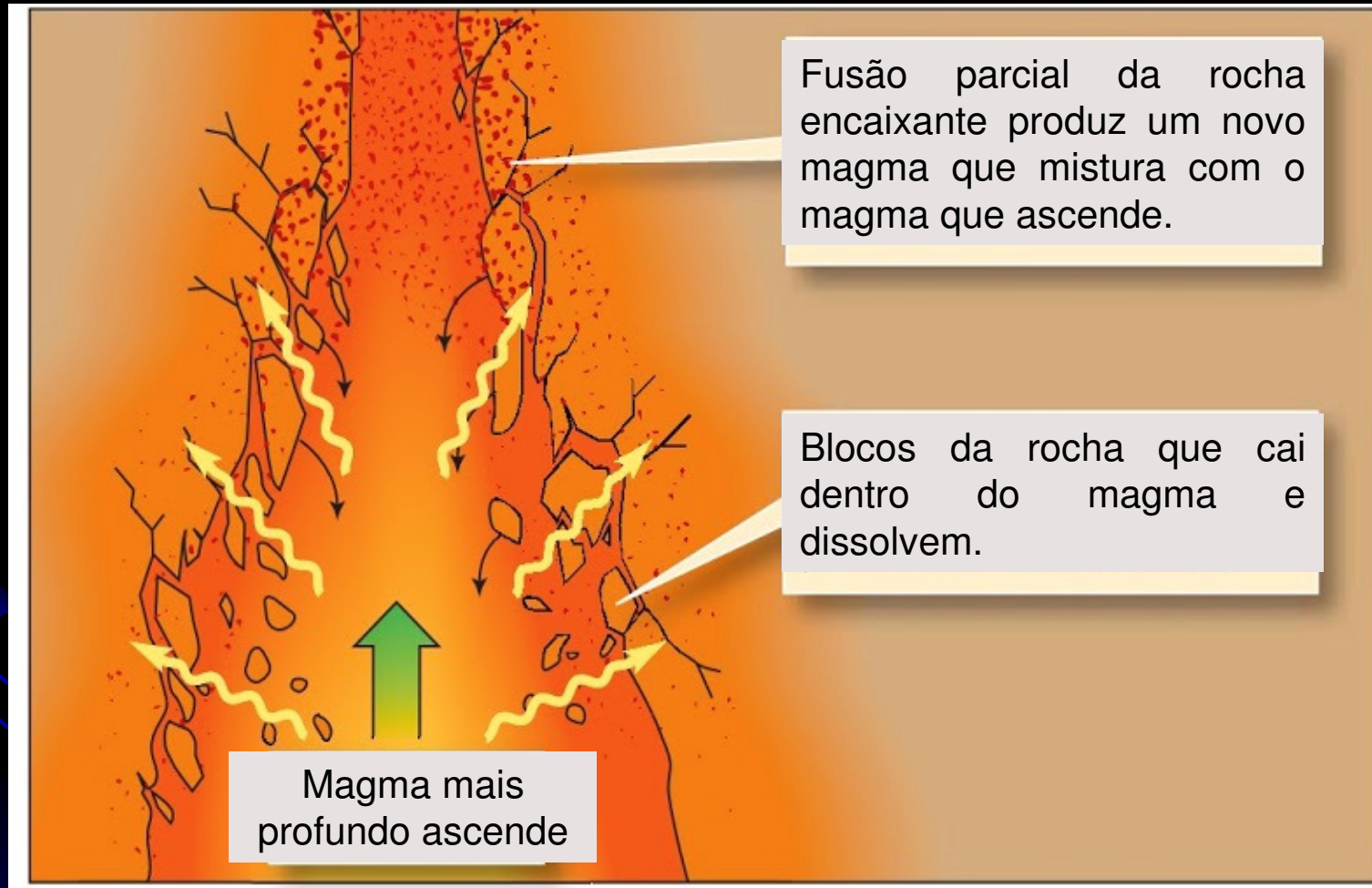


Fusão Parcial



- O primeiro fundido será mais rico em sílica do que a rocha original.
- Conforme a fusão continua, o magma vai se tornando mais máfico.

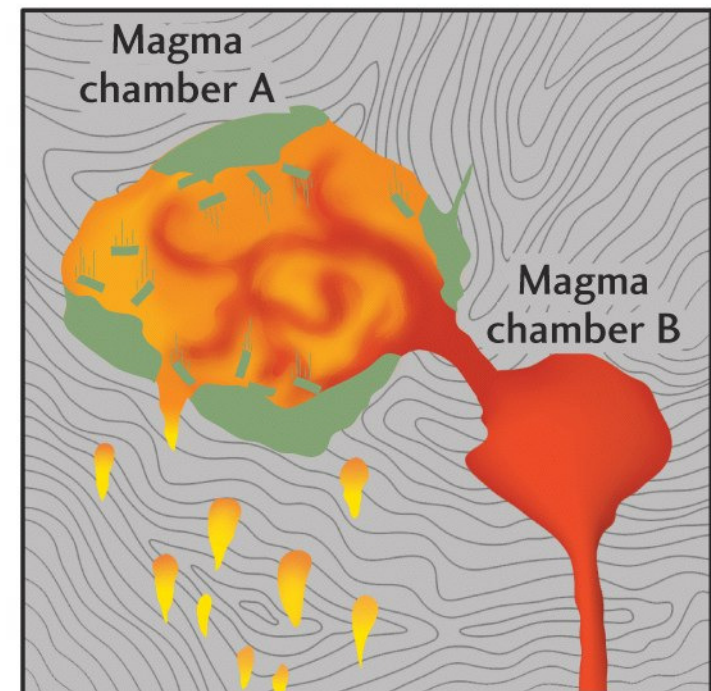
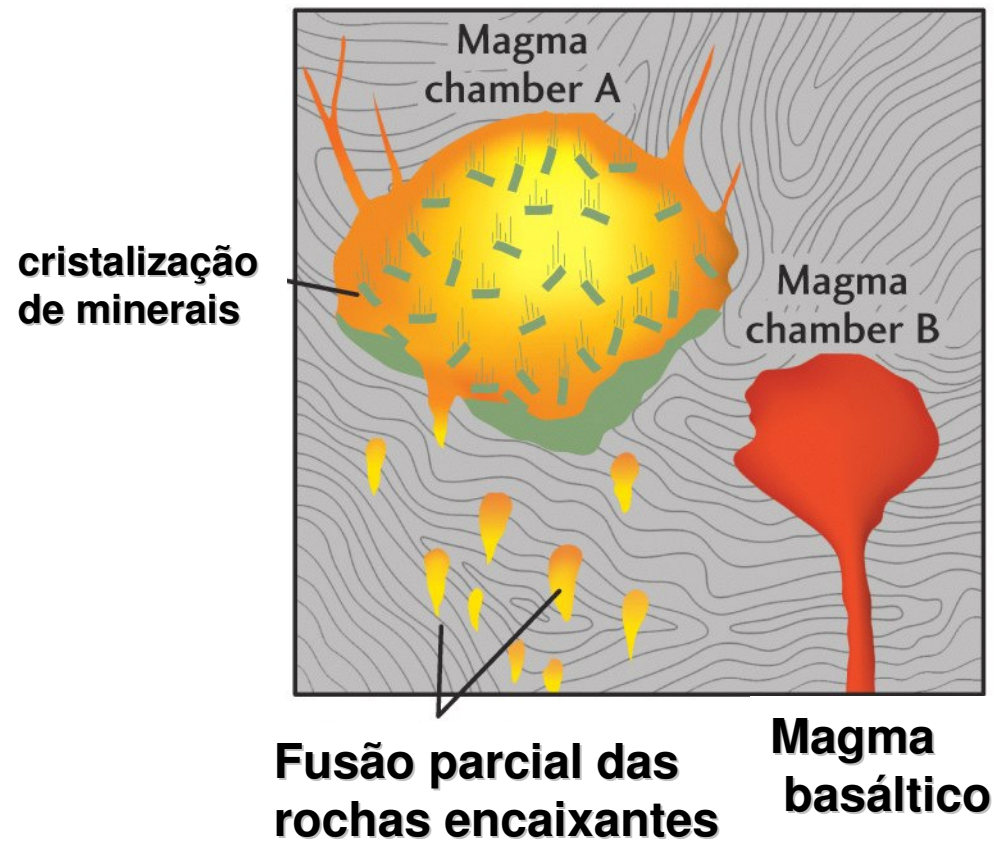
MISTURA E ASSIMILAÇÃO



A grande profundidades o material fundido aquece a rocha encaixante, que pode fundir e se misturar com esse magma.

MISTURA DE MAGMAS

A mistura de dois magmas produz um terceiro magma híbrido.



Diferenciação Magmática

Todos os Processos de Diferenciação

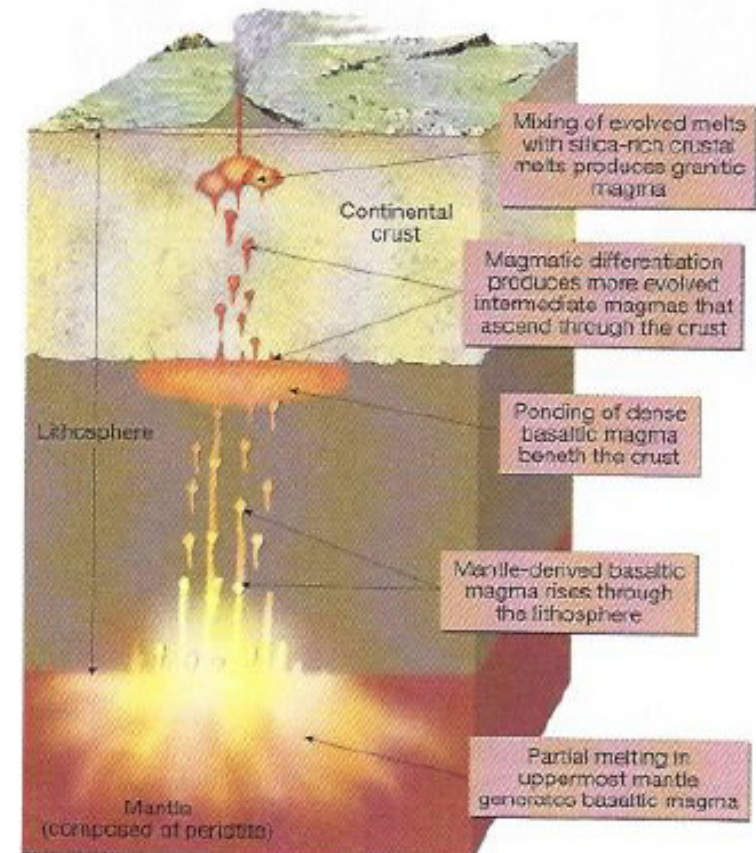
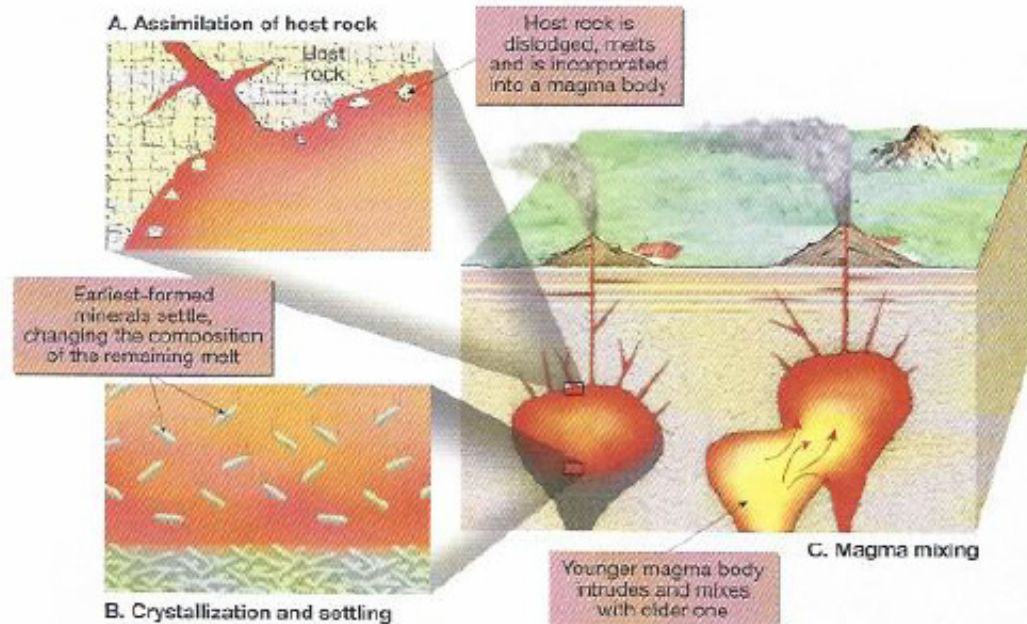
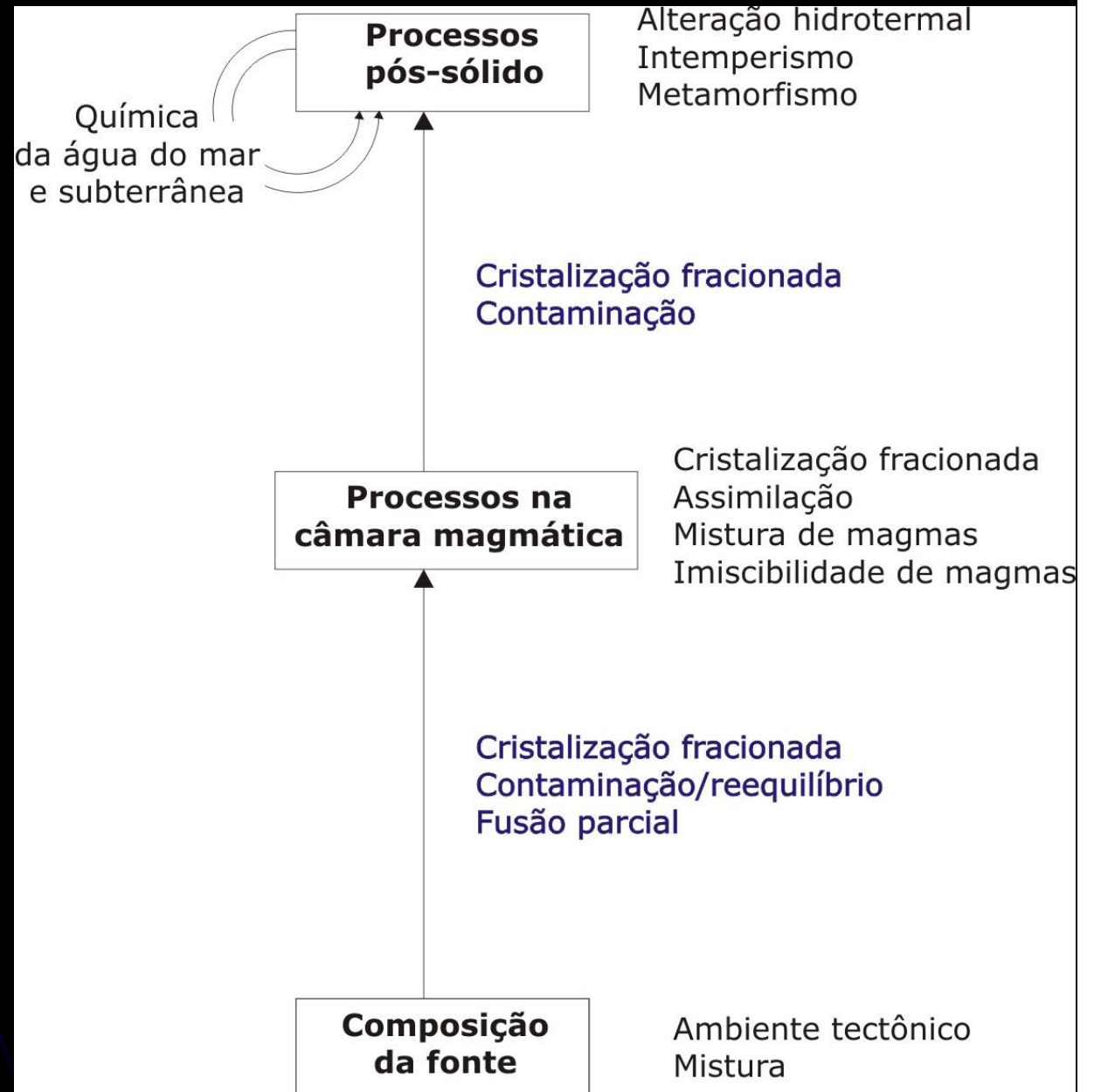


FIGURE 4.25 Schematic drawing showing the movement of magma from its source in the upper mantle through the continental crust. During its ascent, mantle-derived basaltic magma evolves through the process of magma differentiation and by melting and incorporating continental crust. Magmas that feed volcanoes in a continental setting tend to be silica-rich (viscous) and have a high gas content.

Fatores que afetam a composição das rochas ígneas



DISTRIBUIÇÃO DAS ROCHAS NA TERRA

- Crosta Oceânica → basaltos, gabros
 - Crosta Continental → predomina granitos
 - Manto → rochas ultrabásicas
- 
- A decorative graphic in the bottom-left corner of the slide. It features a dark blue background with several concentric, curved lines in a lighter blue shade, representing the layers of the Earth. Three small dots are placed along these lines: a yellow dot on the outermost line, a blue dot on the middle line, and a blue dot on the innermost line.

Rochas ígneas: jazidas minerais

- Hospedeiras de jazidas importantes de minerais metálicos
 - Estanho: como óxido (cassiterita)
 - Cromo: como óxido (cromita)
 - Ouro, prata e platina: como elementos ou sulfetos
 - Cobre: como sulfetos de Cu, Cu e Fe, etc.
 - Níquel: como sulfeto

Rochas ígneas na construção civil

- Quando frescas, rochas de *alta resistência* (exceto as com estruturas vesiculares)
- Devem ser removidas com explosivos
- Excelentes para **fundações** (estradas, represas, grandes obras)
- **Revestimento**: como placas polidas
- **Brita**: agregado graúdo para concreto

Rochas ígneas: riscos ambientais

- Principalmente, presença de vulcões ativos (derrames e explosões, com rochas piroclásticas)
- Catástrofes