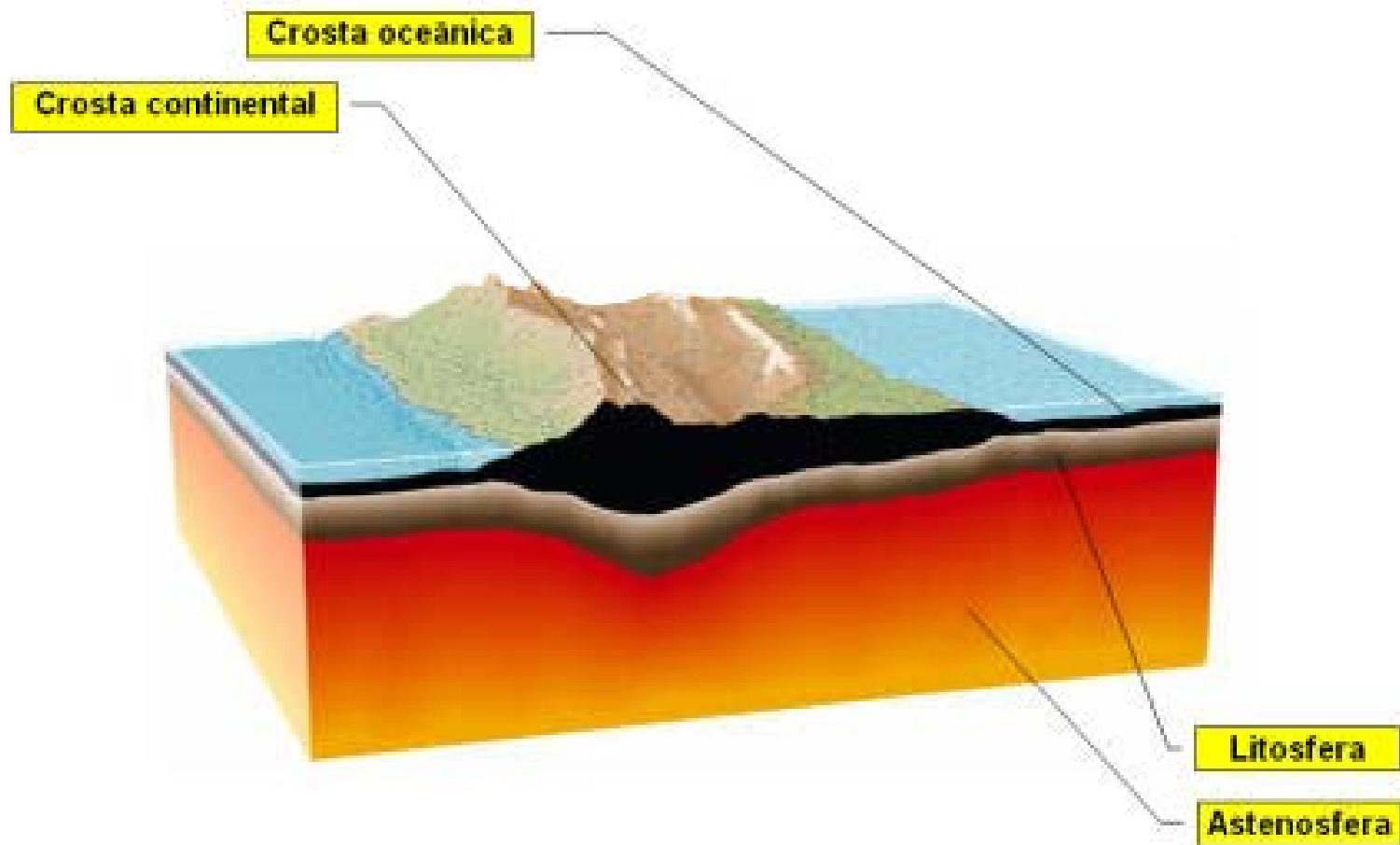


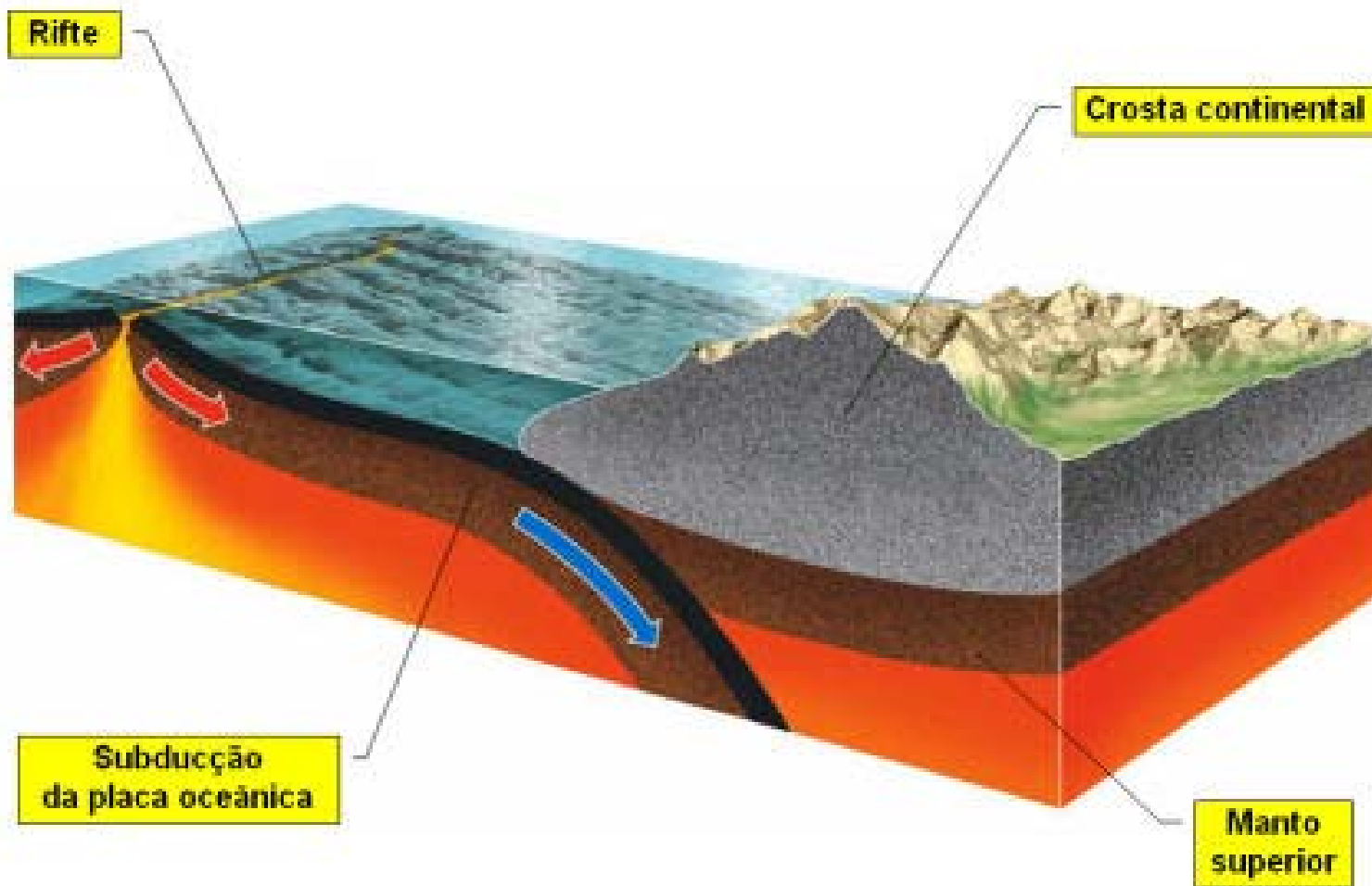


**ROCHAS MAGMÁTICAS  
FORMAÇÃO  
E DIVERSIDADE**

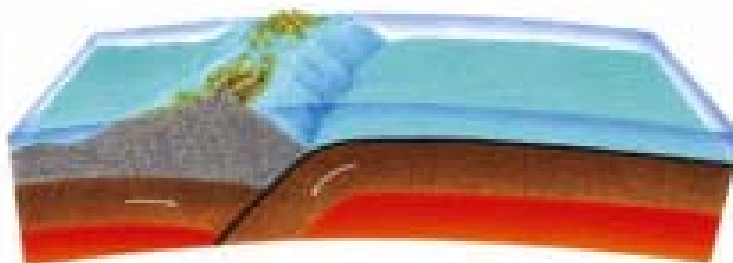
## Diversidade de magmas



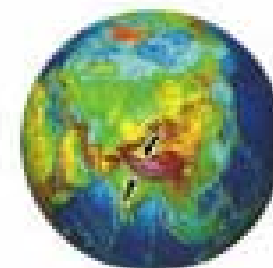
## Diversidade de magmas



## Diversidade de magmas



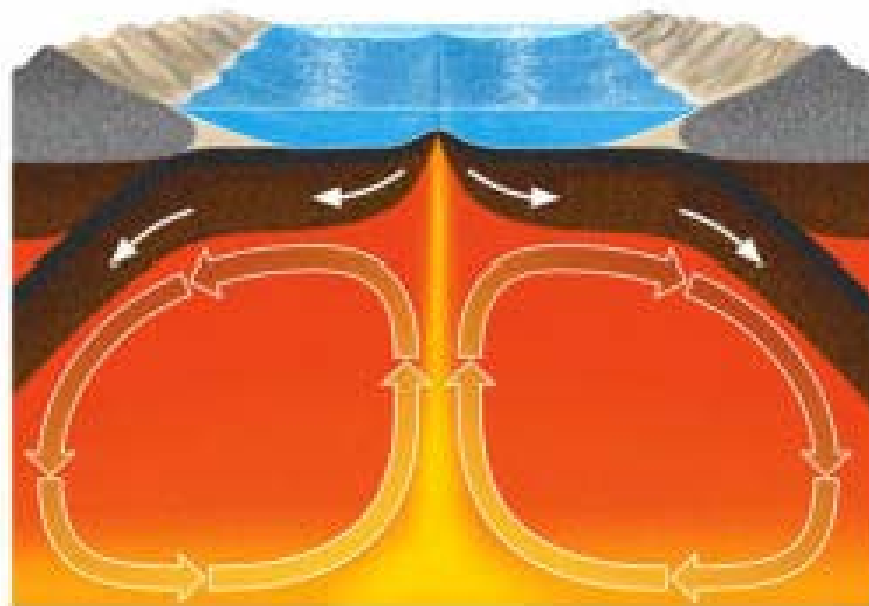
Dinâmicas da litosfera  
Choque de placas



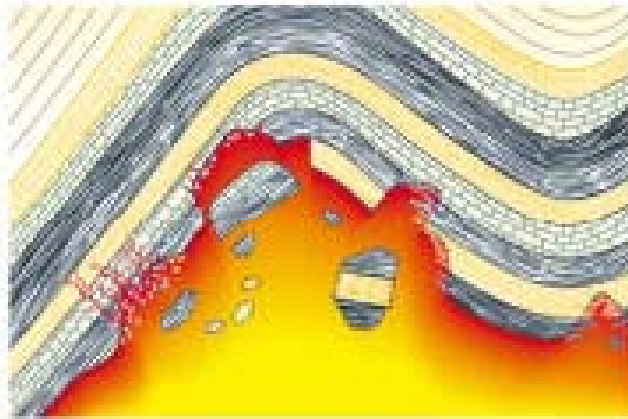
## Diversidade de magmas



Dinâmicas do manto  
Correntes de convecção



## Diversidade de magmas

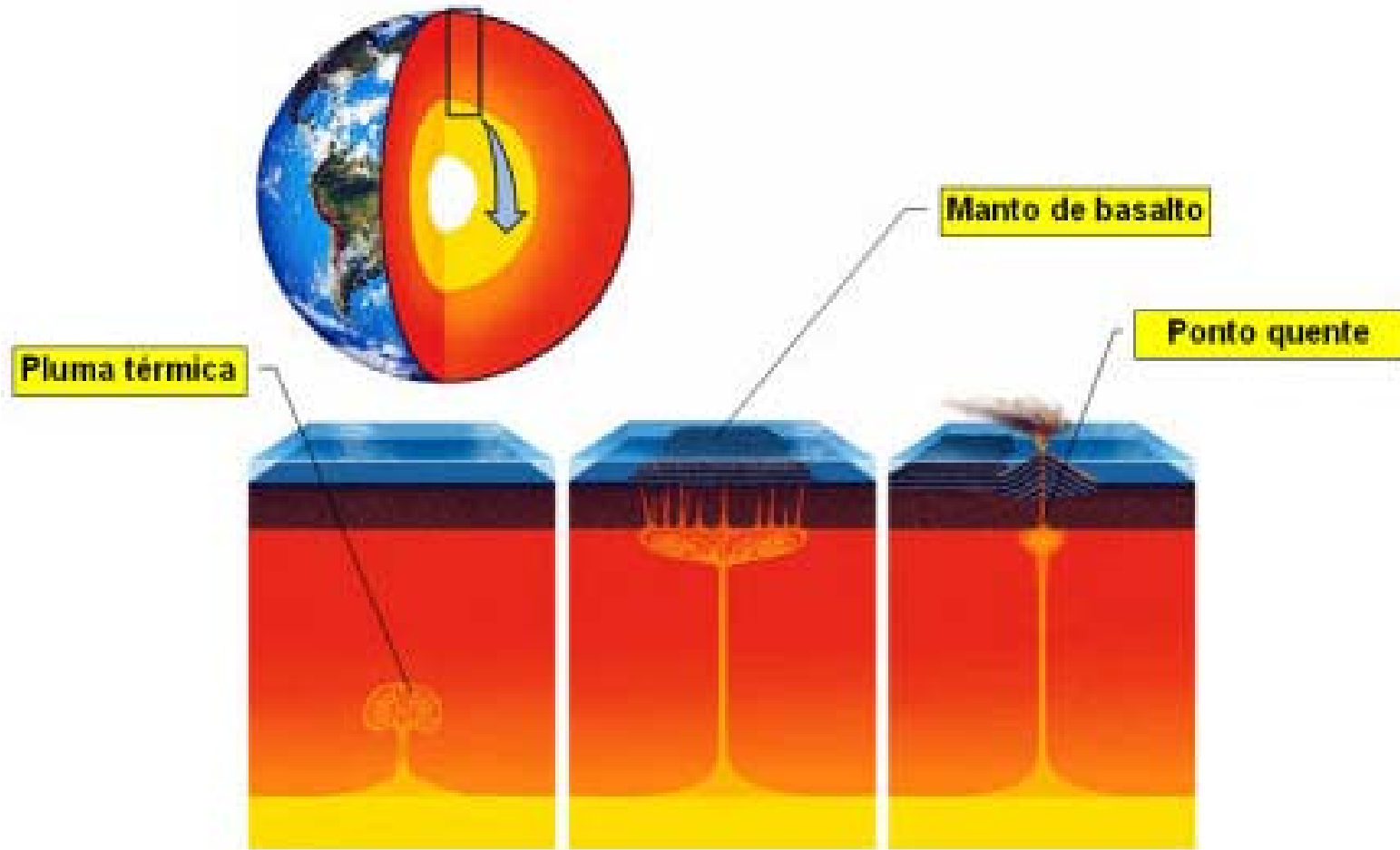


### ► Uma definição de magma

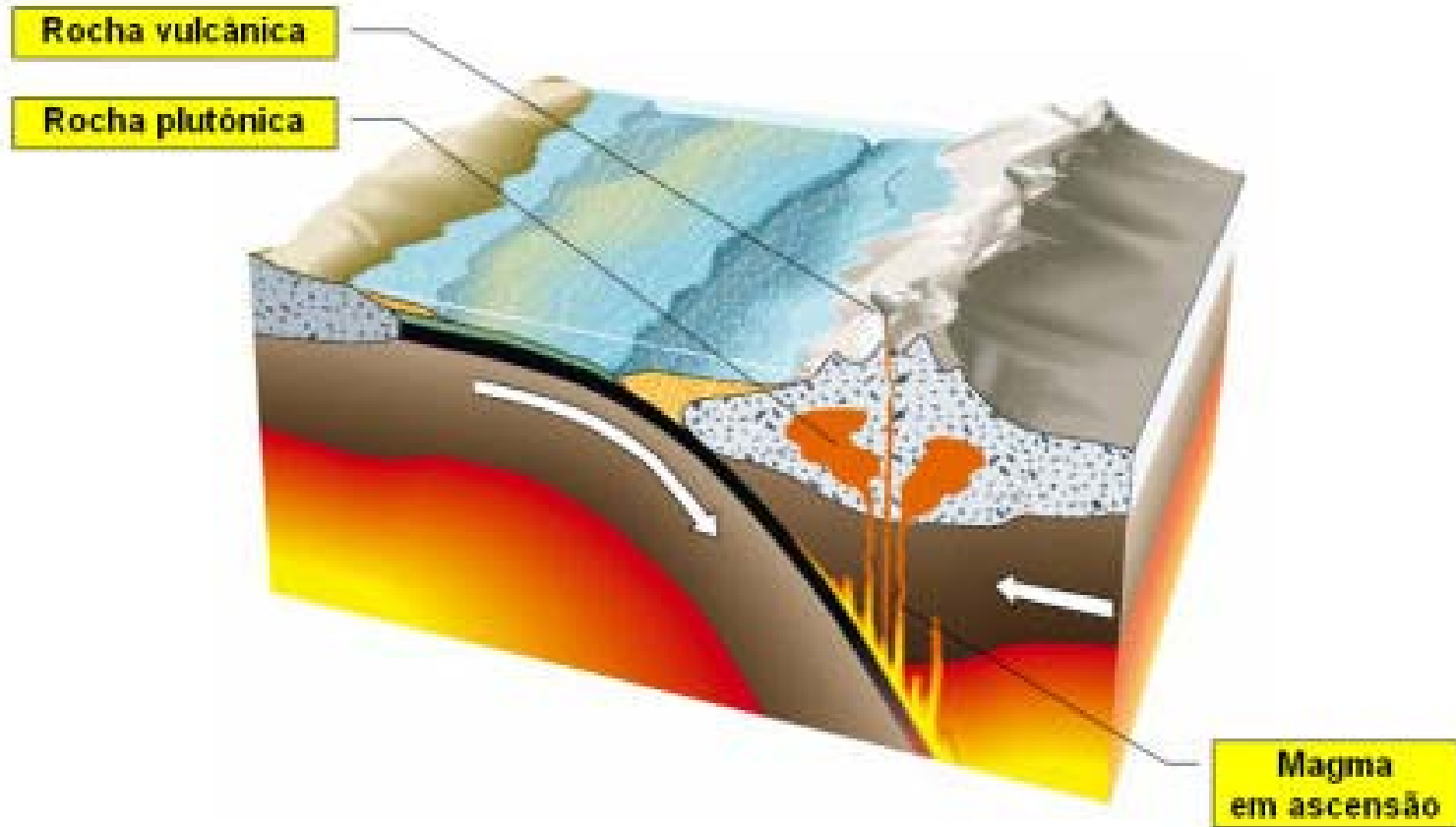
Material de origem profunda, formado por uma **mistura complexa de silicatos** em fusão, entre 800 e 1500 °C, com uma percentagem variável de **gases** dissolvidos, podendo conter ainda cristais em suspensão.

Em regra, nos limites convergentes e divergentes das **placas litosféricas**, em certas condições de pressão e temperatura, ocorre a fusão das rochas da crosta e do manto superior originando **magmas**.

## Diversidade de magmas



## Diversidade de magmas





## Diversidade de magmas



### ► Consolidação de magmas

São geradas **rochas intrusivas** ou **plutonitos**, se o magma consolida em profundidade, ou **rochas extrusivas** ou **vulcanitos**, se o magma consolida à superfície.

## Diversidade de magmas

### ► Tipos de magmas

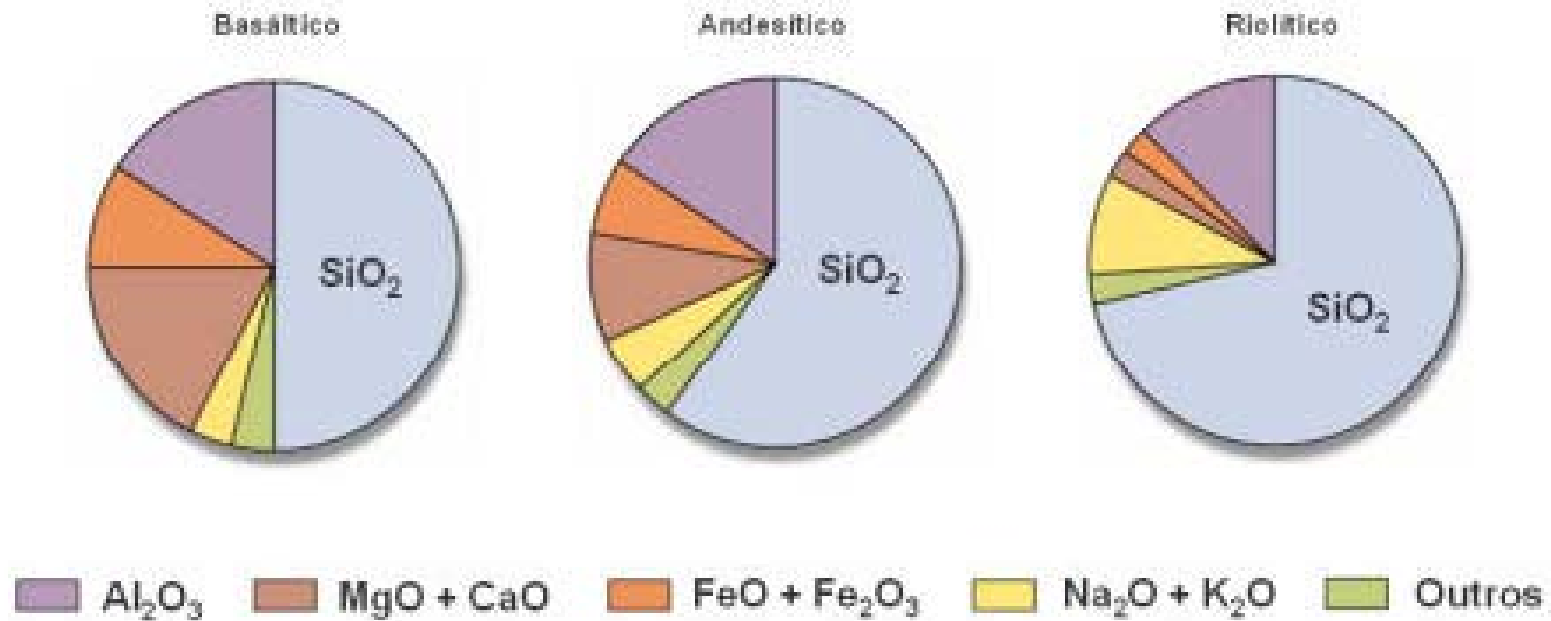
Magma **basáltico** - cerca de 50% de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e pequena quantidade de gases dissolvidos. Origina o **basalto** e o **gabro**.

Magma **andesítico** - cerca de 60% de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e bastantes gases dissolvidos. Origina o **andesito** e o **diorito**.

Magma **riolítico** - cerca de 70% de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e elevada quantidade de gases dissolvidos. Origina o **riólito** e o **granito**.



## Diversidade de magmas



## Diversidade de magmas

### ► Magmas basálticos

Expelidos ao longo dos **riftes** e dos **pontos quentes**, com origem nas rochas do manto (peridotitos).

Se houver acumulação de magma basáltico em **câmaras magmáticas**, a sua consolidação origina rochas plutônicas, os **gabros**.

Se o magma basáltico for expelido em **erupções de lava**, a sua consolidação origina rochas vulcânicas, os **basaltos** (com texturas pouco cristalinas ou mesmo vítreas, dependendo da velocidade de arrefecimento).

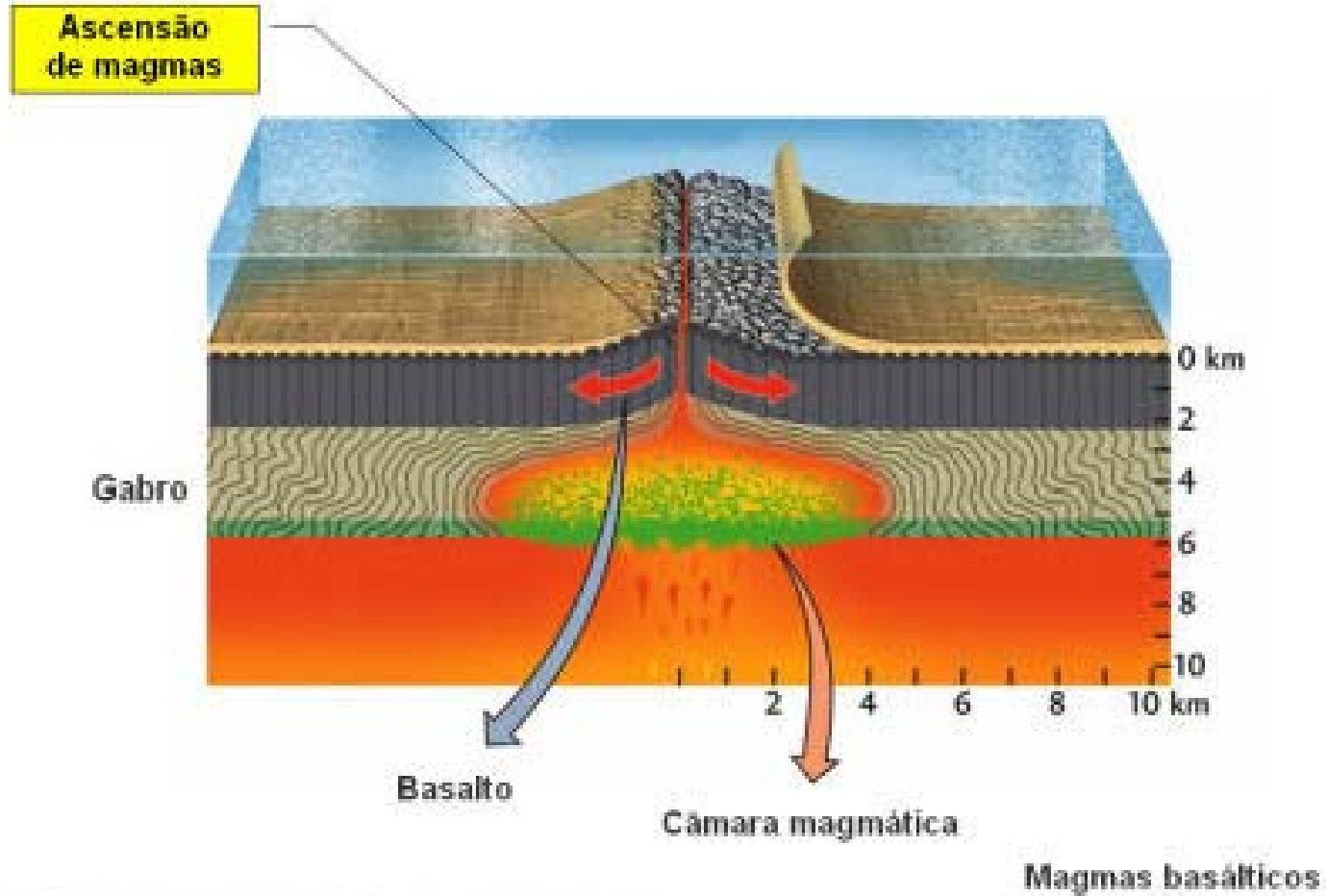


Basalto



Gabro

## Diversidade de magmas



## Diversidade de magmas

### ► Magmas andesíticos

Formam-se nas **zonas de subducção**, altamente vulcânicas.

Composição complexa, dependente da quantidade e qualidade do material do fundo oceânico subductado (incluindo **água** e **sedimentos** diversos)

Em profundidade, a consolidação de magmas andesíticos origina rochas plutônicas, os **dioritos**.

Se a consolidação ocorre à superfície ou próximo dela formam-se rochas vulcânicas, os **andesitos**.



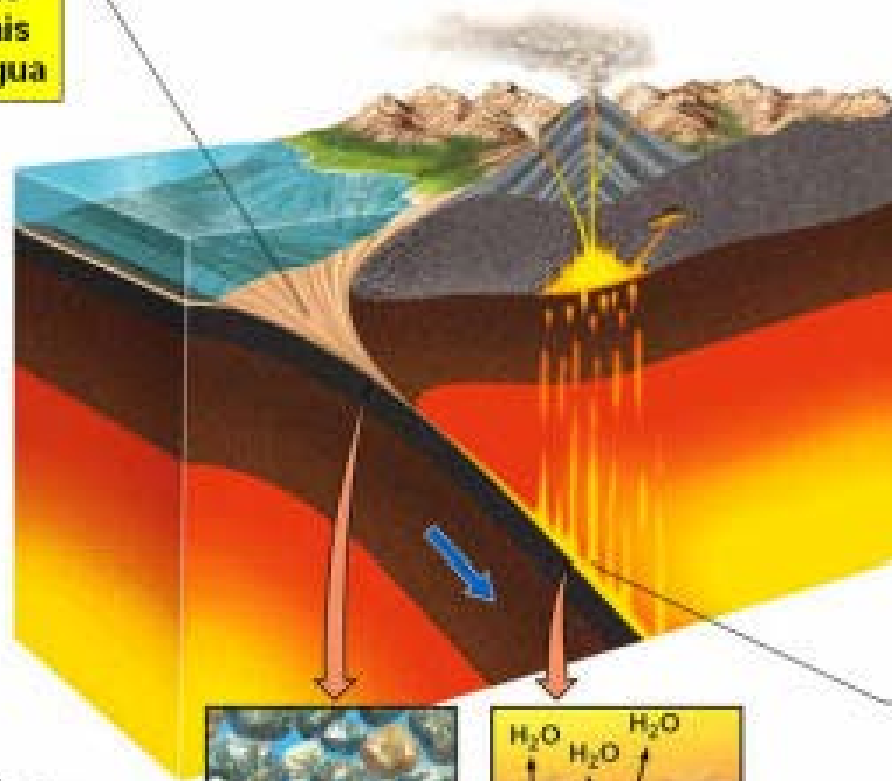
Andesito



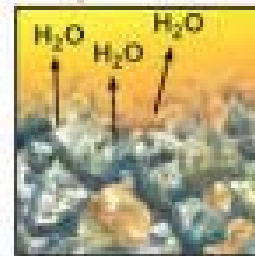
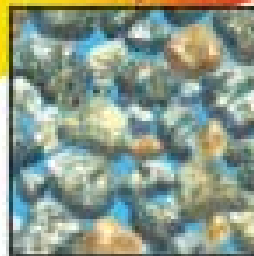
Diorito

## Diversidade de magmas

Subducção  
de materiais  
ricos em água



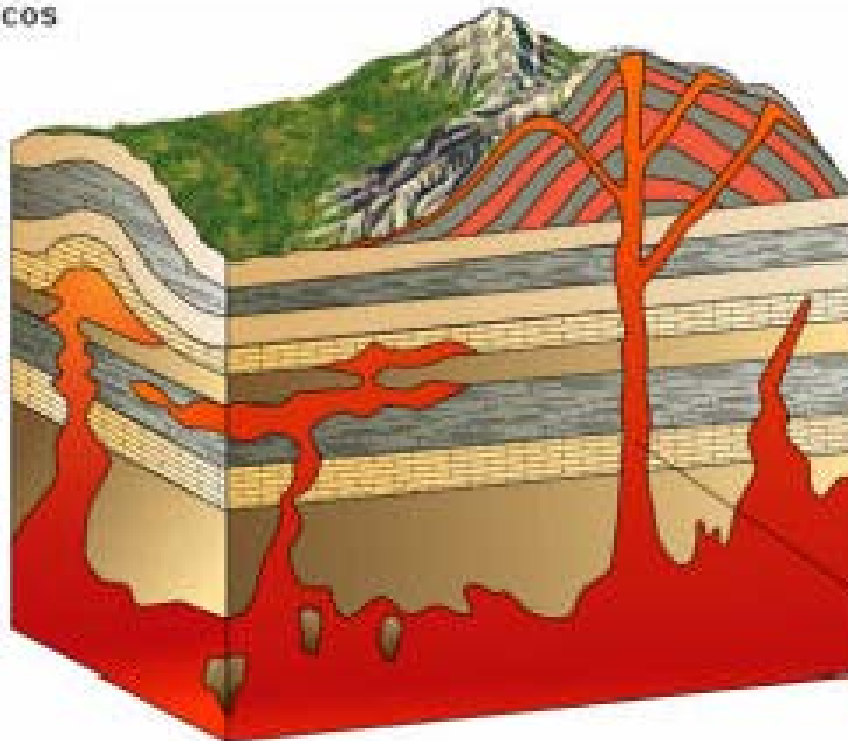
Magmas andesíticos



Ascensão  
de magmas  
ricos em água

## Diversidade de magmas

### Magmas riolíticos



Ascensão  
de magmas  
ricos em água  
e dióxido de  
carbono



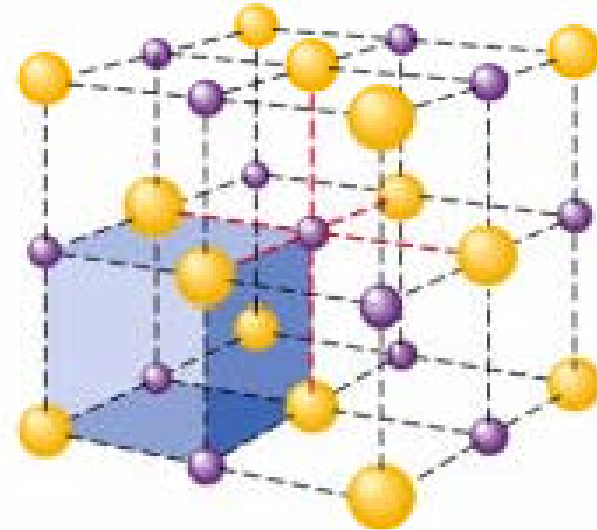
## Formação de minerais

### ► Formação de minerais

Numa rocha magmática os minerais não se formam todos ao mesmo tempo.

A cristalização é condicionada por factores externos como a **agitação** do melo, o **tempo**, o **espaço** disponível e a **temperatura**.

A forma dos cristais também depende de factores internos como a **estrutura cristalina**, que implica uma disposição ordenada de átomos ou iões (rede tridimensional que segue um modelo geométrico regular e característico de cada mineral).

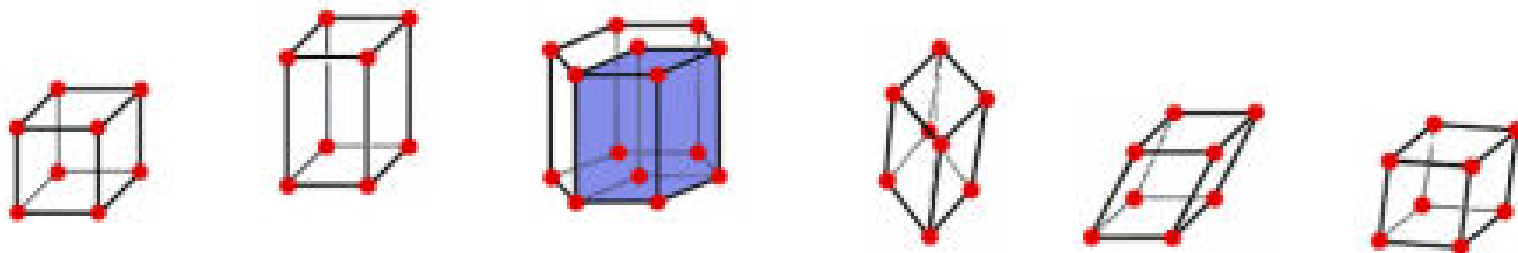


## Formação de minerais

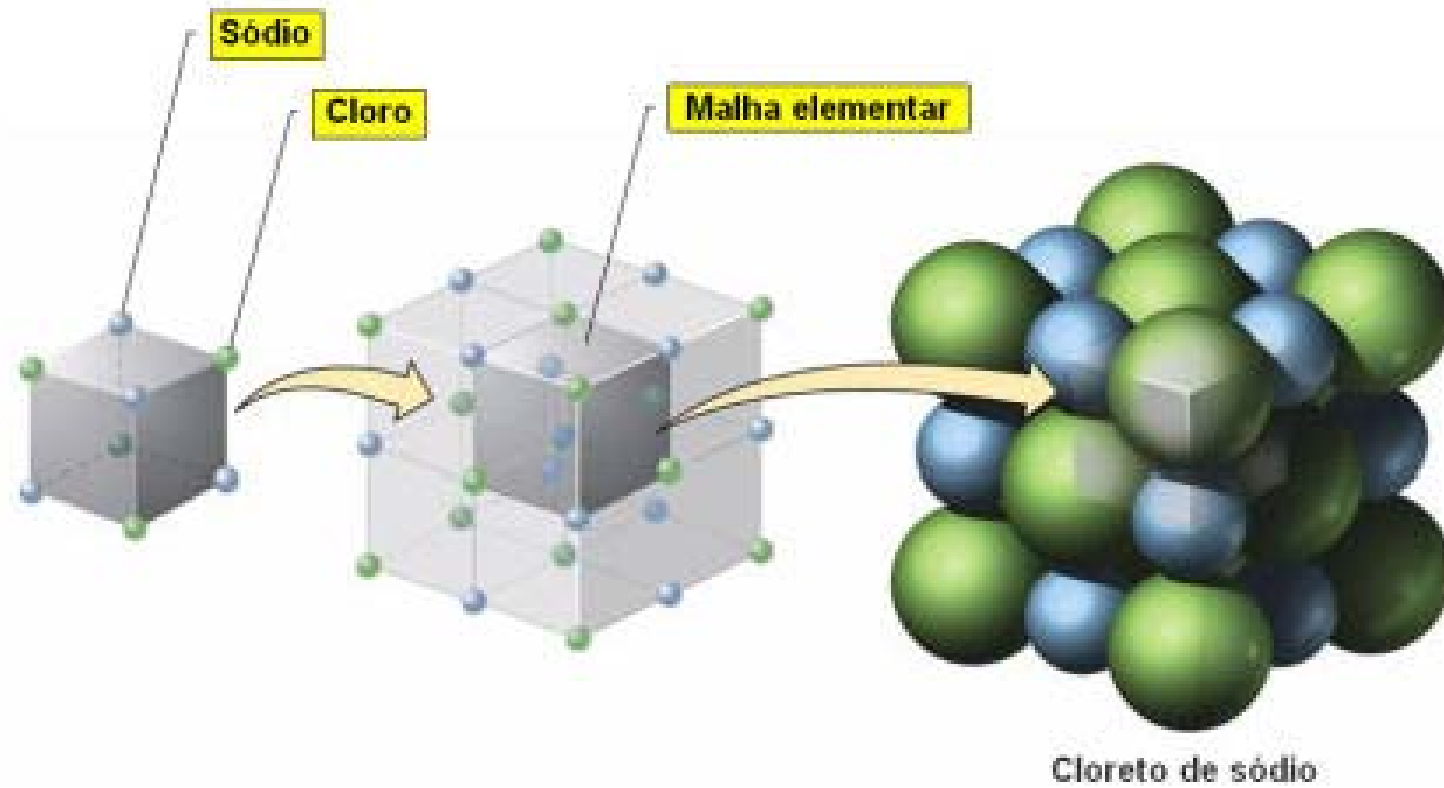
### ► Formação de minerais

Deve-se a **Bravais** (1850) a teoria reticular segundo a qual a rede cristalina é formada por **fiadas** de partículas ordenadas segundo diferentes direcções do espaço, tendo a unidade estrutural dessa rede forma **paralelepípedica** (malha elementar).

O arranjo interno pode traduzir-se externamente no aparecimento de uma forma **poliédrica** com faces, arestas e vértices. Mas, em grande parte dos cristais, essa forma poliédrica não é visível devido às condições não ideais de cristalização.



## Formação de minerais



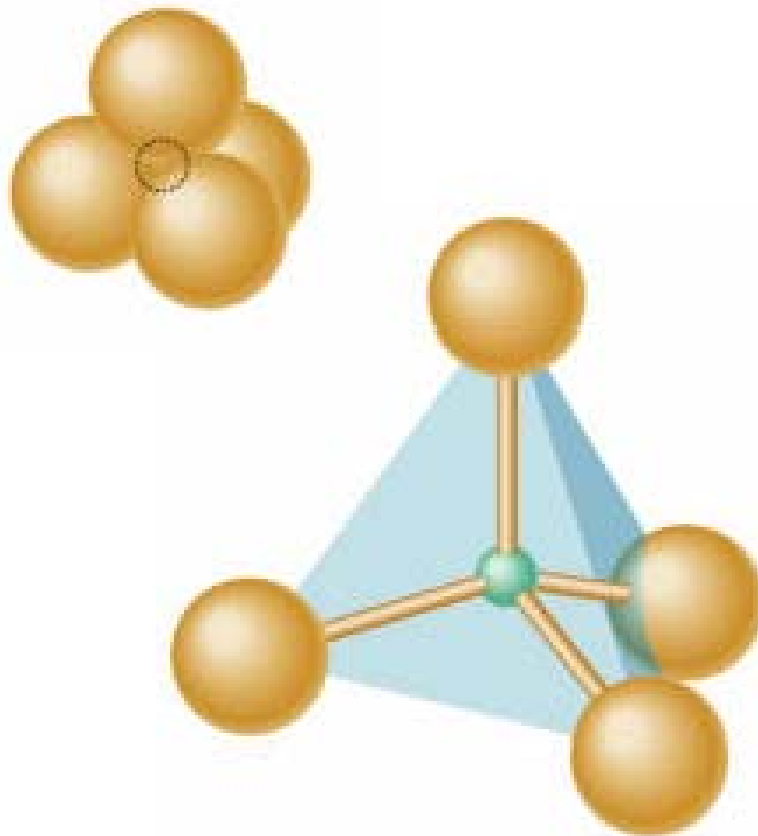
## Formação de minerais

### ► Formação de minerais

Se as partículas não ocuparem posições de um arranjo regular não se atinge o estado cristalino, sendo a textura **desordenada** (como nos líquidos) – textura **amorfa** ou **vítrea**.



## Formação de minerais

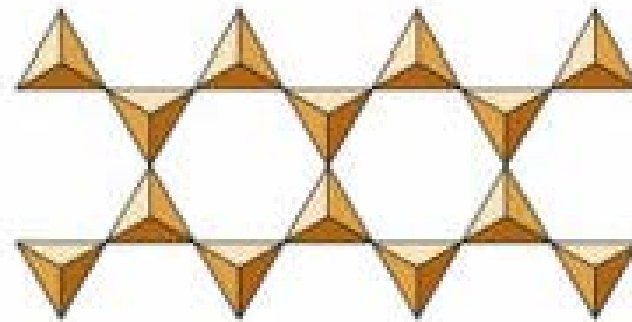
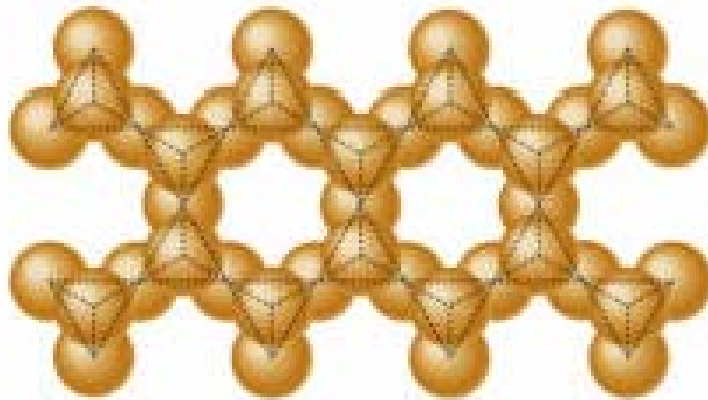
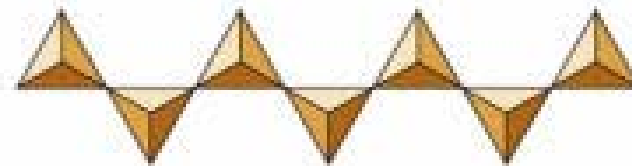
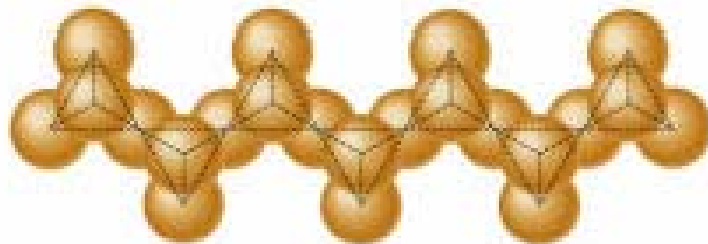


### ► Silicatos – um caso particular

Os **silicatos** constituem cerca de 95% do peso e do volume da crosta terrestre.

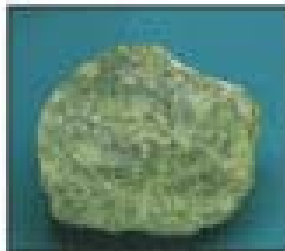
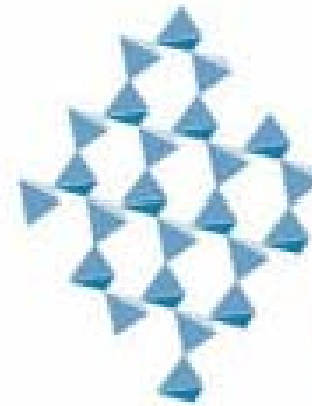
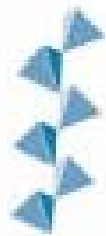
A estrutura básica mais comum dos silicatos é o **tetraedro**  $(\text{SiO}_4)^{4-}$  que, por não ser electricamente neutro, tende a **polimerizar** formando conjuntos complexos.

## Formação de minerais



## Formação de minerais

Diferentes arranjos dos tetraedros, nos silicatos



Olivina



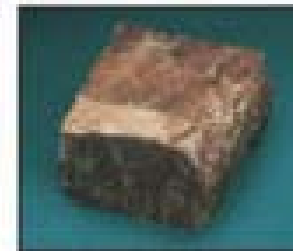
Piroxena



Anfibola



Moscovite



Feldspato

## Formação de minerais



Albite  
 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$



Anortite  
 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

### ► Isomorfismo

Ocorrência de substâncias minerais com **composição química diferente** e **textura cristalina semelhante**.

É o caso de um grupo de feldspatos designados por **plagióclases**, que são silicatos em que os iões  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  se podem intersubstituir dado serem muito semelhantes. O mesmo sucede entre os iões  $\text{Si}^{4+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ .

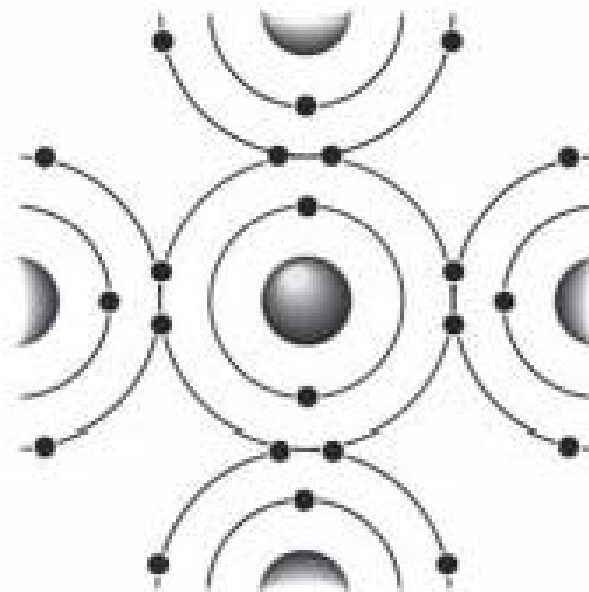


## Formação de minerais



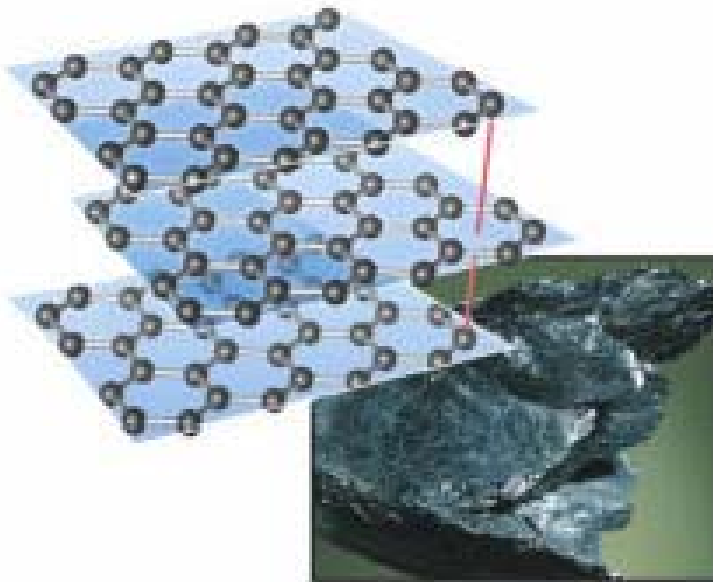
<b>Plagióclase</b>	<b>Composição (%)</b>
<b>Albite</b>	<b>Anortite: 0 a 10 + Albite: 100 a 90</b>
<b>Oligóclase</b>	<b>Anortite: 10 a 30 + Albite: 90 a 70</b>
<b>Andesite</b>	<b>Anortite: 30 a 50 + Albite: 70 a 50</b>
<b>Labradorite</b>	<b>Anortite: 50 a 70 + Albite: 50 a 30</b>
<b>Bitauite</b>	<b>Anortite: 70 a 90 + Albite: 30 a 10</b>
<b>Anortite</b>	<b>Anortite: 90 a 100 + Albite: 10 a 0</b>

## Formação de minerais



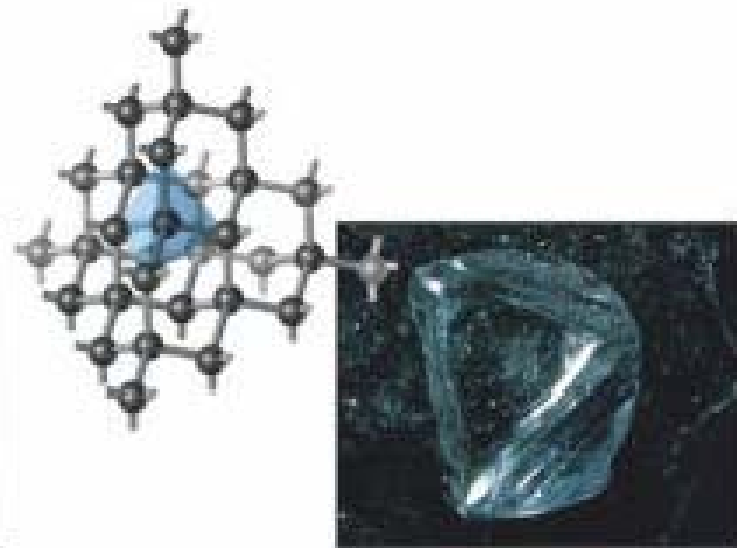
Arranjo dos átomos  
de carbono,  
no diamante

## Formação de minerais



Diamante

**C**



Grafite

**C**

## Formação de minerais

### ► Polimorfismo

Ocorrência de substâncias minerais com a **mesma composição química** e **redes cristalinas diferentes**.

São os casos do **carbonato de cálcio** ( $\text{CaCO}_3$ ) que pode formar dois minerais diferentes, a calcite e a aragonite, e do **carbono** que pode cristalizar na forma de diamante ou de grafite.

Diamante  
C



Grafite  
C



## Diferenciação magmática

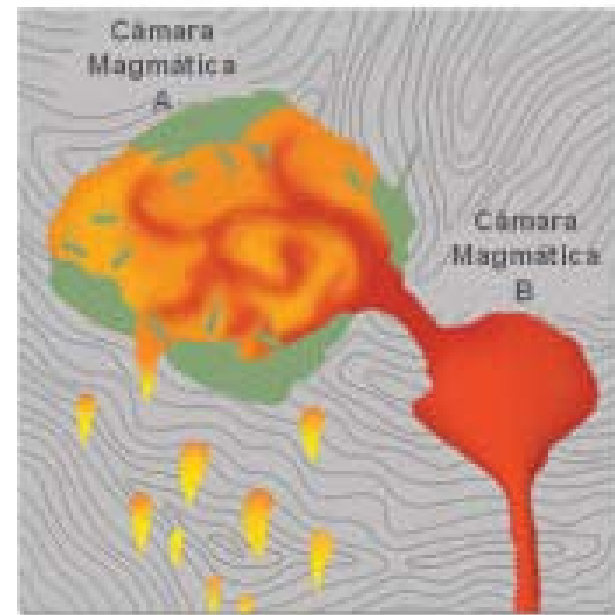
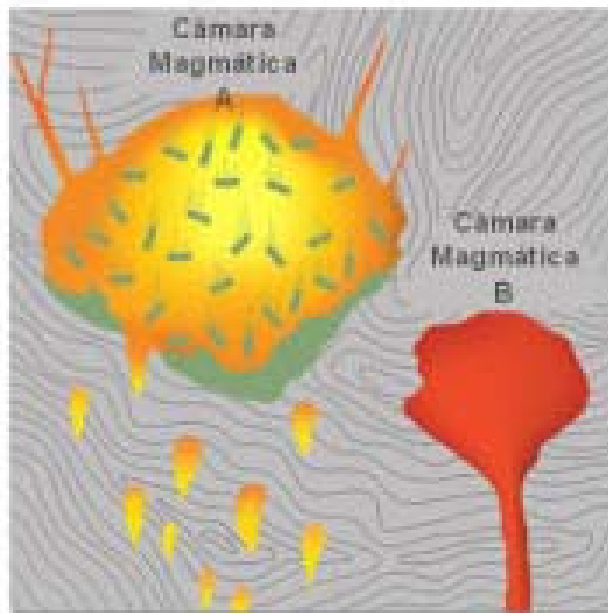


### ► Um magma, diferentes rochas

Um só **tipo de magma** pode originar diferentes **tipos de rochas** porque:

- o magma é uma **mistura** complexa de substâncias minerais;
- a cristalização desses minerais ocorre a temperaturas diferentes dado serem diferentes os seus **pontos de solidificação**;
- com o arrefecimento, do contínuo processo de cristalização resulta um **magma residual** de composição continuamente alterada.

## Diferenciação magmática



## Diferenciação magmática

### ► Diferenciação magmática

A **gênese** dos minerais ocorre segunda uma **ordem** definida da qual resulta uma diferenciação magmática, por **cristalização fracclonada**.

A **diferenciação magmática** é um processo que, a partir do mesmo magma, conduz à formação de magmas com composição diferente.



# Séries de Bowen





## Diferenciação magmática

### ► Série ou Sequência Reaccional de Bowen

Norman **Bowen** (1887-1956) foi o primeiro petrólogo a estabelecer a sequência de **reações** que ocorrem no magma durante a diferenciação.

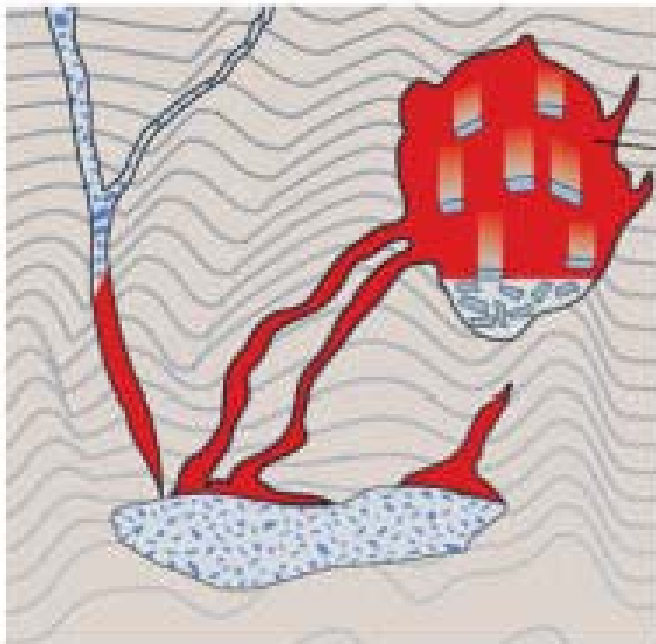
Segundo Bowen existem duas séries de reações:

- série dos minerais **ferromagnesianos** ou série **descontínua**
- série das **plagióclases** ou série **contínua**

Primeiro cristalizam os minerais de ponto de fusão mais **elevado** (olivinas, piroxenas e plagióclases cálcicas) e, seguidamente, os de ponto de fusão mais **baixo** (anfíbolos, biotite, plagióclases sódicas, feldspatos potássicos, moscovite e quartzo).

Os minerais formados a altas temperaturas (olivinas, piroxenas, ...) são mais instáveis quando sujeitos a **meteorização** à superfície, ao contrário do quartzo que é mais resistente.

## Diferenciação magmática



### ► Arrefecimento e diferenciação

As séries reflectem fenómenos que ocorrem **simultaneamente**, com o arrefecimento do magma, se não houver separação dos minerais que se vão formando.

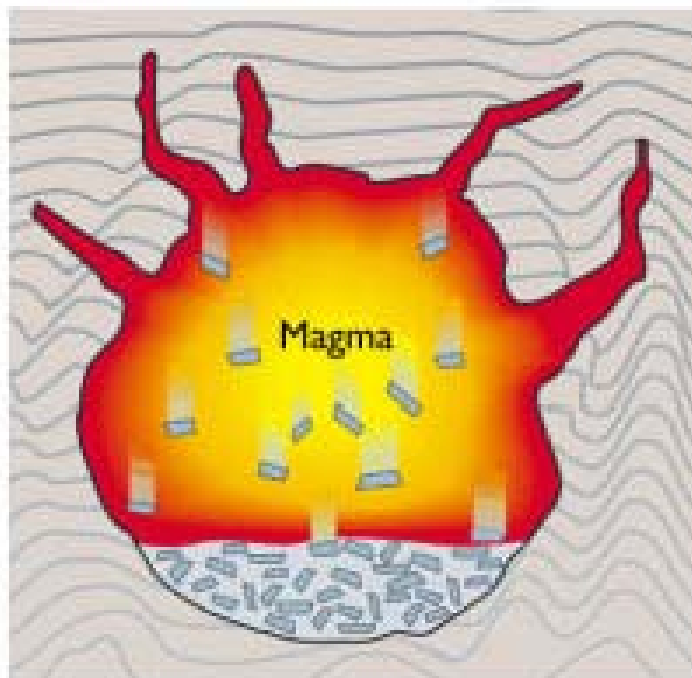
Se os cristais forem **separados** do líquido remanescente, um mesmo magma original pode formar rochas diferentes.

## Diferenciação magmática



Nota: Apenas 10% de uma magma basáltico pode diferenciar-se num magma riolítico pelo que não é esta a principal matéria-prima para a formação dos granitos.

## Diferenciação magmática



### ► Diferenciação gravítica

A **compressão** da câmara magmática e a **diferenciação gravítica** (acumulação de cristais por ordem da sua **formação** e por ordem das suas **densidades**) são processos pelos quais os cristais originados podem ser separados do líquido residual.

## Diferenciação magmática

### ► Soluções hidrotermais

As **últimas** frações do magma (água, voláteis, sílica e outros solutos minerais) – **soluções hidrotermais** – podem preencher fendas das rochas e solidificar, formando **filões** de um só mineral ou de vários minerais associados.



### ► Tipos de cristais

Um **cristal** é um sólido homogêneo de matéria mineral que, sob condições favoráveis de formação, pode apresentar superfícies **planas** e **lisas**, assumindo formas geométricas regulares.

Cristal **euédrico** – mineral totalmente limitado por faces bem desenvolvidas

Cristal **subédrico** – o mineral apresenta faces parcialmente bem desenvolvidas

Cristal **anédrico** – o mineral não apresenta qualquer tipo de faces.



## Diversidade de rochas

### ► Classificação

Os **critérios** utilizados na classificação das rochas magmáticas são a **composição mineralógica** e a **textura** da rocha.



## Diversidade de rochas

### ► Composição mineralógica

O composto mais abundante é o dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) ou sílica.



Rochas	% de Silica
Ácidas	$\text{SiO}_2 > 70$
Intermédias	$50 < \text{SiO}_2 < 70$
Básicas	$45 < \text{SiO}_2 < 50$
Ultrabásicas	$\text{SiO}_2 < 45$



## Diversidade de rochas

### ► Associações de minerais

Minerais **essenciais** – minerais que conferem **carácter** à rocha e determinam a sua **designação** (quartzo, feldspato, moscovite, biotite, piroxena, anfíbola e olivina).

Minerais **acessórios** – minerais que não afectam o aspecto fundamental da rocha, ocorrem em diminutas quantidades e, geralmente, só são visíveis ao microscópio (magnetite, zircão, apatite, rútilo, turmalina, ...).



## Diversidade de rochas



### ► Cor dos minerais

Minerais **félsicos** (feldspato + sílica) – apresentam cores **claras**, como quartzo, feldspatos e moscovite.

Minerais **máficos** (magnésio + ferro) – apresentam cores **escuras**, como a blotite, piroxenas, anfíbolas e olivina.



## Diversidade de rochas

### ► Cor das rochas

Rochas **leucocratas** – ácidas, com tons claros, ricas em minerais **félsicos**.

Rochas **mesocratas** – com coloração intermédia, resultado de idênticas proporções de minerais **félsicos** e **máficos**.

Rochas **melanocratas** – básicas, com tons escuros, ricas em minerais **máficos**.



## Diversidade de rochas



### ► Textura

Aspecto geral da rocha resultante das **dimensões, forma e arranjo** dos minerais constituintes.

Textura **granular** – os minerais distinguem-se uns dos outros, em cristais relativamente desenvolvidos. Característica de rochas **plutónicas**, com arrefecimento lento do magma.



Textura **agranular** – os minerais não se distinguem, os cristais são microscópicos. Característica de rochas **vulcânicas**, com rápido arrefecimento do magma.

Rochas com a **mesma** composição mineralógica e química podem ter texturas **diferentes**, reflectindo as condições de solidificação dos magmas.

## Diversidade de rochas

### ► Famílias de rochas

Tendo em conta a composição mineralógica, podem formar-se agrupamentos de rochas chamados **famílias**.

