

Magmatismo – rochas magmáticas





Magma

○ 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.



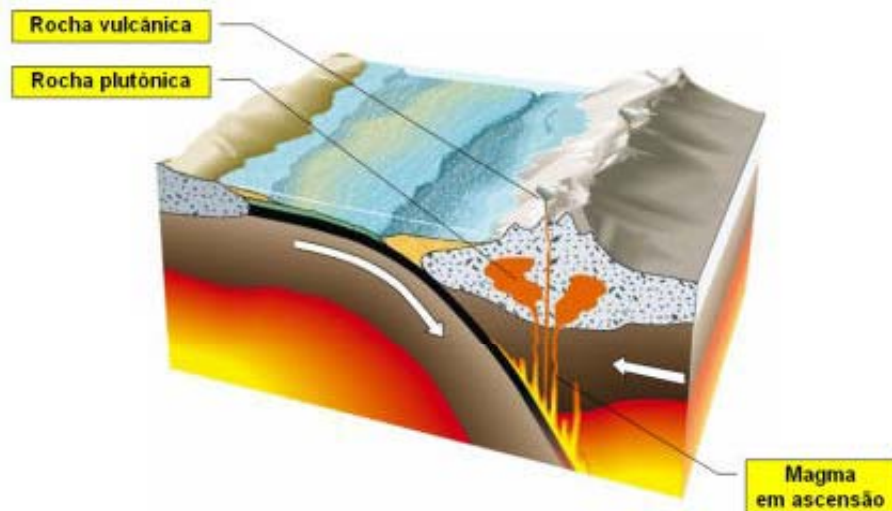
Rochas magmáticas em Portugal

- Portugal continental:
 - Granitos (sobretudo a norte do rio Tejo)
 - Outras rochas magmáticas (em pequenos afloramentos dispersos pelo país)
- Madeira e Açores
 - Basaltos (rocha abundante atendendo à origem vulcânica das ilhas)

Formação de rochas magmáticas

Actividade 19 pág. 107

A formação de rochas magmáticas está relacionada com a mobilidade da litosfera e ocorre, em regra, nos limites convergentes e divergentes das placas. Estes limites correspondem a regiões onde as condições de pressão e de temperatura permitem a fusão das rochas, originando magmas.



Consolidação do magma

- **À superfície**
 - rochas extrusivas, vulcânicas ou vulcanitos.
- **Em profundidade**
 - rochas intrusivas, plutônicas ou plutonitos.



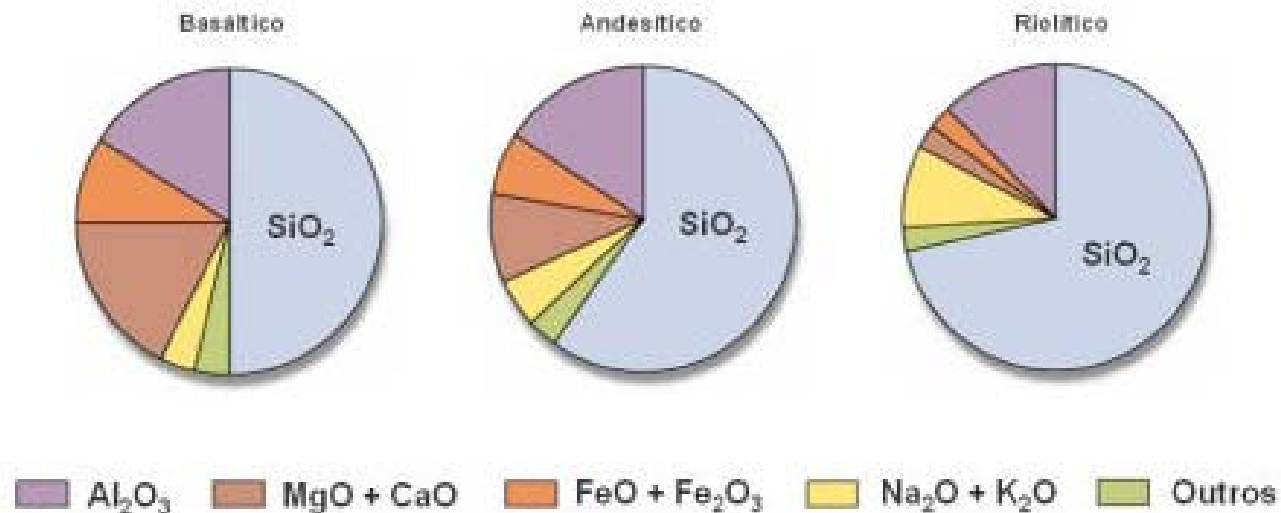
Condições ambientais que favorecem a formação de magmas

Actividade 20 pág. 108

- Em regiões tectonicamente activas, o aumento de temperatura com a profundidade é muito rápido o que favorece a formação de magmas.
- Se a temperatura se mantiver e a pressão diminuir, os materiais fundem. Nos limites divergentes e nas plumas térmicas, verifica-se também a descompressão dos materiais que ascendem o que se traduz na fusão dos mesmos.
- Quando os materiais são hidratados, a temperatura de fusão da rocha baixa. Assim, os materiais fundem a uma temperatura inferior àquela que fundiria num ambiente anidro (sem água).

Diversidade de magmas

- Há diferentes tipos de rochas magmáticas (diferente textura, diferente composição); no entanto, todas elas provêm de três tipos fundamentais de magmas:
 - Magma basáltico
 - Magma andesítico
 - Magma riolítico



Magma basáltico

- Cerca de 50% de sílica (SiO_2)
- Pequena quantidade de gases dissolvidos
- Origina o basalto e o gabro



Basalto

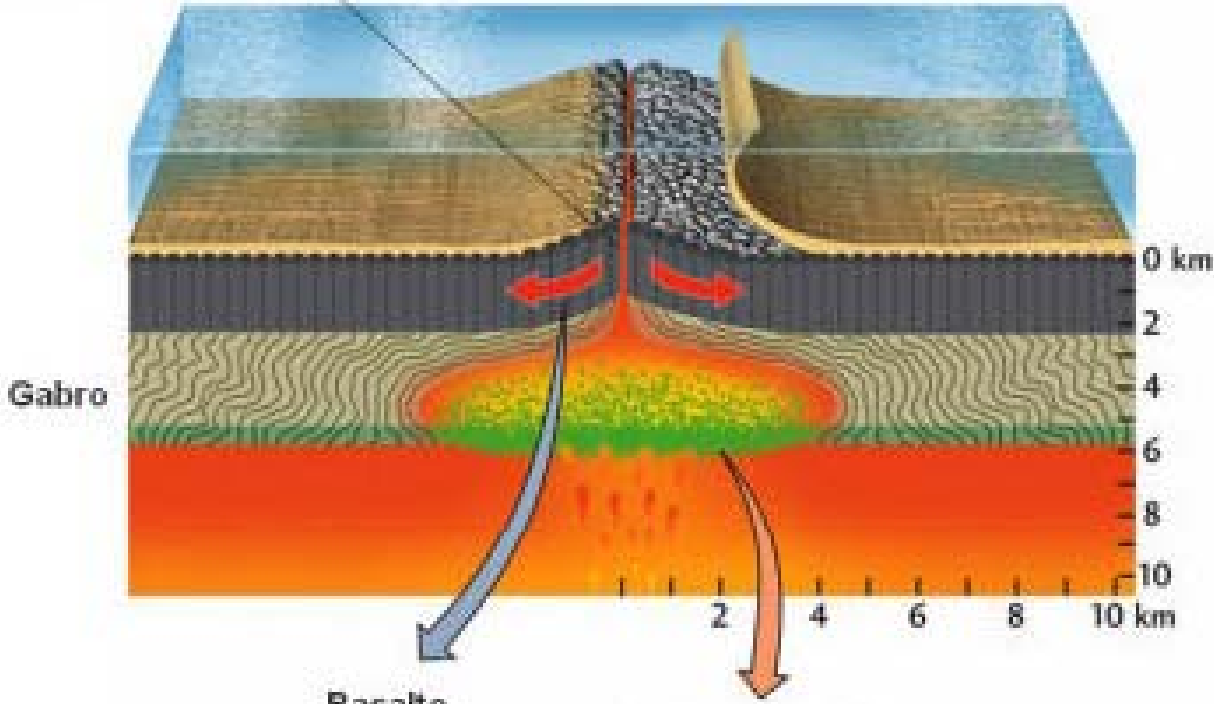


Gabro



-
- Expelido ao longo dos riftes e dos pontos quentes, com origem nas rochas do manto (peridotitos);
 - Se houver acumulação de magma basáltico em câmaras magmáticas (em **profundidade**), a sua consolidação origina rochas plutónicas, os **gabros**;
 - Se o magma basáltico for expelido em erupções de lava, a sua consolidação (à **superfície**) origina rochas vulcânicas, os **basaltos** (com texturas pouco cristalinas ou mesmo vítreas, dependendo da velocidade de arrefecimento).

Ascensão de magmas



Basalto

Câmara magmática

Magmas basálticos

Magma andesítico


- Cerca de 60% de sílica (SiO_2)
- Bastantes gases dissolvidos
- Origina o andesito e o diorito



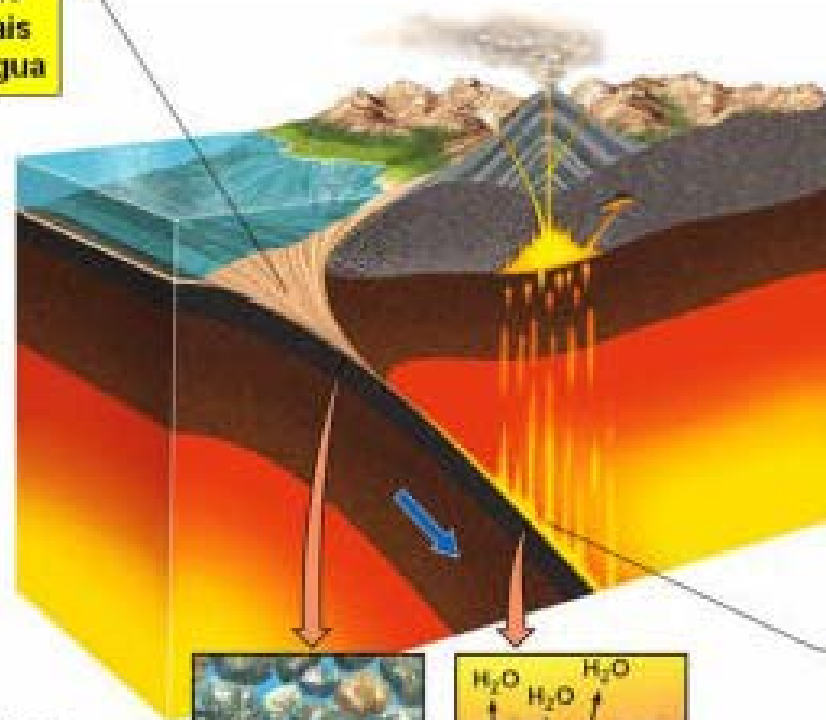
Andesito



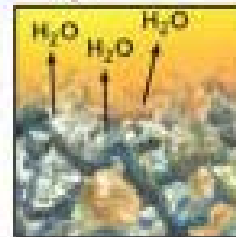
Diorito

- 
-
- A sua designação advém do facto de serem característicos das cadeias montanhosas dos Andes;
 - 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 plutónicas, os **dioritos**;
 - Se a consolidação ocorre à **superfície** ou próximo dela formam-se rochas vulcânicas, os **andesitos**.

Subducção
de materiais
ricos em água



Magmas andesíticos



Ascensão
de magmas
ricos em água

Magma riolítico

- Cerca de 70% de sílica (SiO_2)
- Elevada quantidade de gases dissolvidos
- Origina o riólito e o granito



Riólito

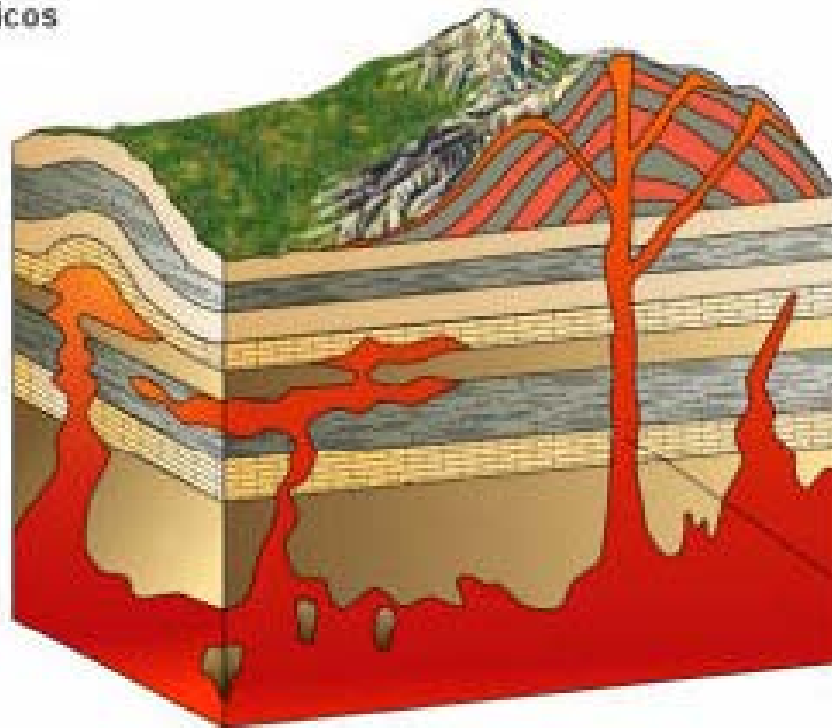


Granito



-
- Formam-se por fusão parcial de rochas da crosta continental, ricas em água e dióxido de carbono;
 - Ocorrem em zonas de choque de placas, com deformação, onde surgem cadeias montanhosas;
 - Em **profundidade**, a consolidação de magmas riolíticos origina rochas plutônicas, os **granitos**;
 - Se a consolidação ocorre à **superfície** ou próximo dela formam-se rochas vulcânicas, os **riólitos**.

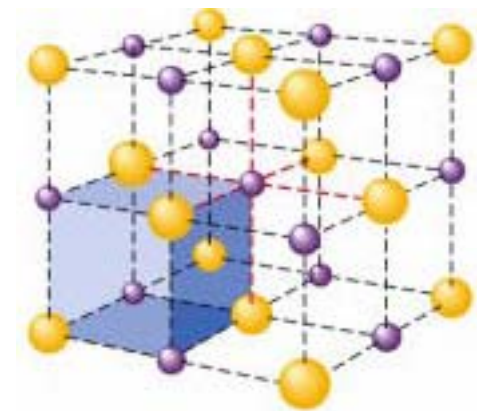
Magmas riolíticos



Ascensão
de magmas
ricos em água
e dióxido de
carbono

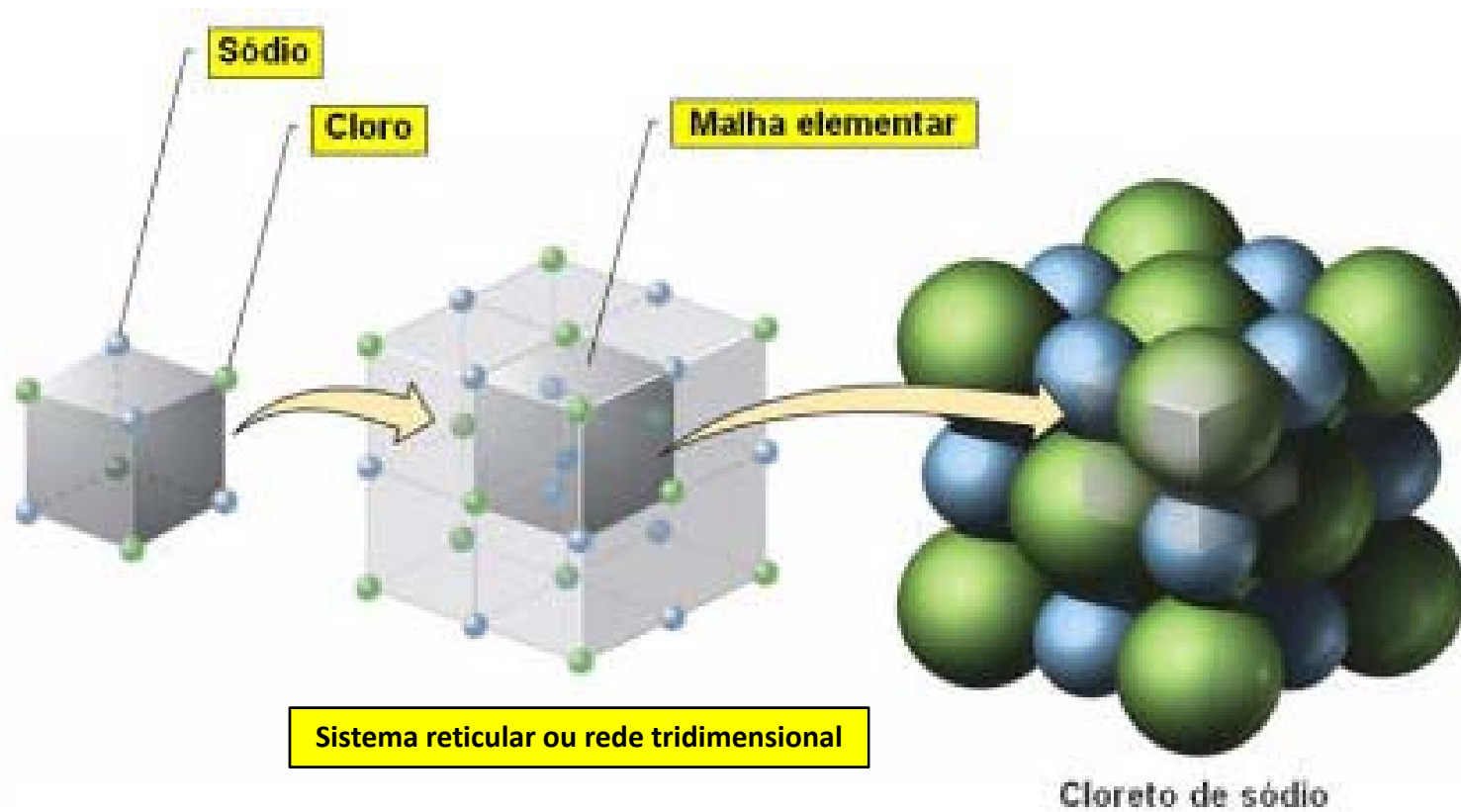
Formação de minerais


- Numa rocha magmática os minerais não se formam todos ao mesmo tempo.
- A cristalização é condicionada por factores externos como a **agitação** do meio, 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).





-
- 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 paralelepipedica (**malha elementar** ou **motivo cristalino**).
 - 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.



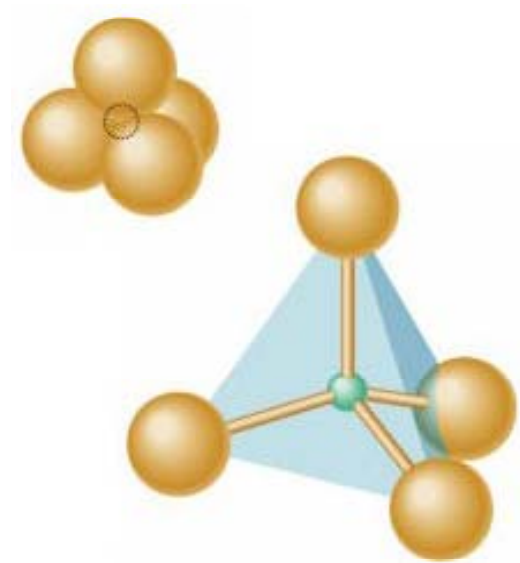
- 
-
- Se as partículas não ocuparem posições de um arranjo regular não se atinge o estado cristalino, sendo a textura desordenada (como nos líquidos) – **textura amorfa ou vítrea.**



Silicatos

principais constituintes das rochas

- 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.
- Em cada tetraedro, o Si^{4+} , localizado na região central, está rodeado por 4 átomos de oxigénio ocupando os vértices do tetraedro.
- Em certas condições, o ião de sílica pode ser substituído por alumínio.



Diferentes arranjos dos tetraedros nos silicatos

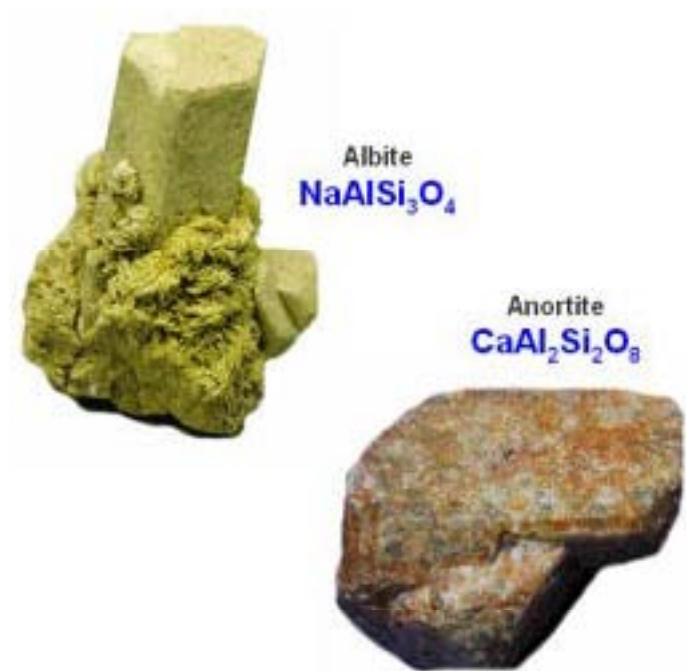
- Os tetraedros têm tendência para se polimerizar formando conjuntos complexos, caracterizando assim diferentes tipos de silicatos.




Ver fig. 93 pág. 120

Isomorfismo

- Ocorrência de substâncias minerais com composição química diferente e textura cristalina semelhante (**substâncias isomorfas**).
- É o caso de um grupo de feldspatos designados por plagioclases , que são silicatos em que os iões Na^+ e Ca^{2+} se podem intersubstituir dado serem muito semelhantes (raios iónicos semelhantes). O mesmo sucede entre os iões Si^{4+} e Al^{3+} .



Ver fig. 94 e quadro pág. 122

- 
-
- **Série isomorfa** ou **solução sólida**: conjunto de minerais que, mantendo constante a sua estrutura interna, variam de composição.
 - **Cristais de mistura, misturas sólidas** ou **misturas isomorfas**: cristais constituídos pelas séries isomorfas.

Polimorfismo

- Ocorrência de substâncias minerais com a mesma composição química e redes cristalinas diferentes.
- São os casos do carbonato de cálcio (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**.



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.



- 
-
- A génese dos minerais ocorre segundo uma ordem definida da qual resulta uma diferenciação magmática, por cristalização fraccionada (isto é, em tempos diferentes).
 - A fracção cristalina separa-se do restante líquido, por diferenças de densidade ou pelo efeito da pressão, deixando um magma residual diferente do magma original. Assim, um mesmo magma pode originar diferentes rochas.





Série ou Sequência Reaccional de Bowen

- Normam Bowen (1887-1956) foi o primeiro petrólogo a estabelecer a sequência de reacções que ocorrem no magma durante a diferenciação.
- Segundo Bowen existem duas séries de reacções:
 - Série dos minerais ferromagnesianos ou série descontínua
 - Série das plagioclases ou série contínua.

Actividade 26 pág. 126

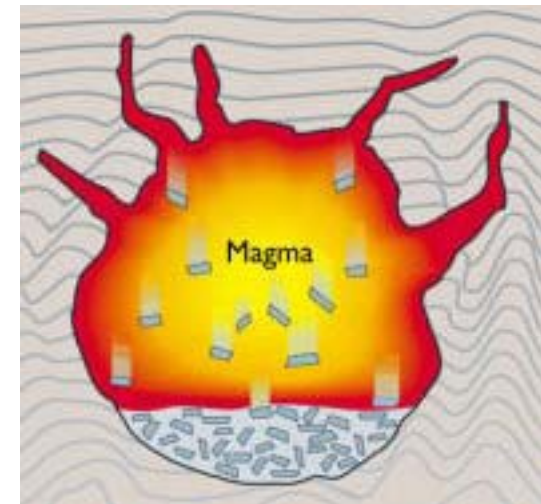


-
- Primeiro cristalizam os minerais de ponto de fusão mais elevado (olivinas, piroxenas e plagioclases cálcicas) e, seguidamente, os de ponto de fusão mais baixo (anfíbolas, biotite, plagioclases sódicas, feldspatos potássicos, moscovite e quartzo).
 - Os minerais formados a altas temperaturas (olivinas, piroxenas,...) são mais instáveis quando sujeitos a meteorização à superfície, ao contrário do quartzo que é mais resistente.



Diferenciação 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.



Soluções hidrotermais



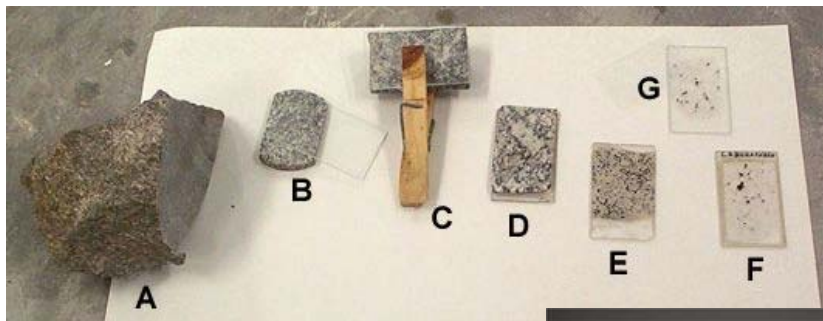
- As últimas fracções do magma (água, voláteis, sílica e outros solutos minerais) – **soluções hidrotermais** – podem preencher fendas das rochas e solidificar formando filões de um só mineral ou de vários minerais associados.



-
- Actualmente pensa-se que o processo de diferenciação é bem mais complexo do que anteriormente se admitia:
 - Os magmas não arrefecem uniformemente. Podem existir transitoriamente diferenças de temperatura dentro da câmara magmática, podendo causar variações locais da composição do magma.
 - Alguns magmas são imiscíveis (não se misturam) e por isso cada um formará os seus próprios cristais.
 - Magmas que não se misturam podem dar origem a cristais diferentes daqueles que dariam caso se misturassem.
 - Os magmas, ao consolidarem, podem assimilar materiais das rochas encaixantes que modificam a sua composição.

Diversidade de rochas magmáticas

- As rochas magmáticas são agregados naturais, coerentes, constituídas por vários minerais, os quais conservam individualmente as suas propriedades.
- A observação detalhada de uma rocha exige, muitas vezes, a utilização do microscópio. A observação microscópica irá caracterizar a textura da rocha bem como detalhar a sua composição mineralógica.



- A. Amostra de mão de onde foi cortada uma esquírola.
- B. Esquírola de rocha (cerca de 0.5 cm de espessura) e lâmina de vidro onde vai ser colada a esquírola.
- C. Colagem da esquírola à lâmina de vidro.
- D. Amostra já colada na lâmina de vidro.
- E. Amostra já depois de ser desgastada.
- F. Lâmina delgada já finalizada, depois de polida e com lamela de vidro já colada.
- G. Lâmina polida já finalizada.

Microscópio petrográfico

Classificação

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



Composição mineralógica

- O composto mais abundante é o dióxido de silício ou **sílica** (SiO_2) sendo ele que condiciona, fundamentalmente, o tipo de rocha magmática.



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



Cor dos minerais

- **Minerais félsicos** (feldspatos + sílica) – apresentam cores claras, como quartzo, feldspatos e moscovite.
- **Minerais máficos** (magnésio + ferro) – apresentam cores escuras, como a biotite, piroxenas, anfíbolas e olivina.



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.



Textura

- Aspecto geral da rocha resultante das dimensões, forma e arranjo dos minerais constituintes.
 - **Textura fanerítica (granular):** os minerais distinguem-se uns dos outros, em cristais relativamente desenvolvidos. É característica de rochas plutónicas, com arrefecimento lento do magma.
 - **Textura afanítica (agranular):** os minerais não se distinguem, os cristais são microscópicos. É característica de rochas vulcânicas, com rápido arrefecimento do magma.

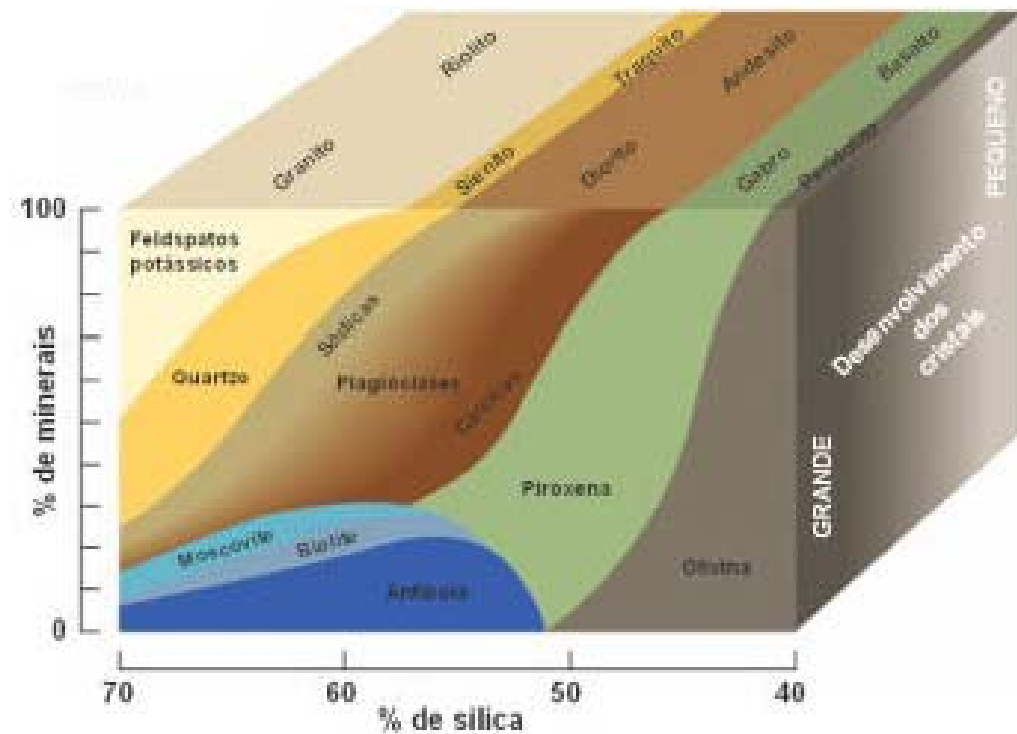


Nota:

- Rochas com a mesma composição mineralógica e química podem ter texturas diferentes, reflectindo as condições de solidificação dos magmas.
- Há casos em que existem alguns cristais visíveis à vista desarmada no seio de uma massa microcristalina ou até mesmo vítrea. Isto reflecte dois tempos de cristalização distintos.

Famílias de rochas

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



Actividade 28 pág. 132

Ver famílias páginas 133/4