

## Diferenciação magmática

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 gênese dos minerais ocorre segundo uma ordem definida, da qual resulta uma **diferenciação magmática**, por cristalização fraccionada.



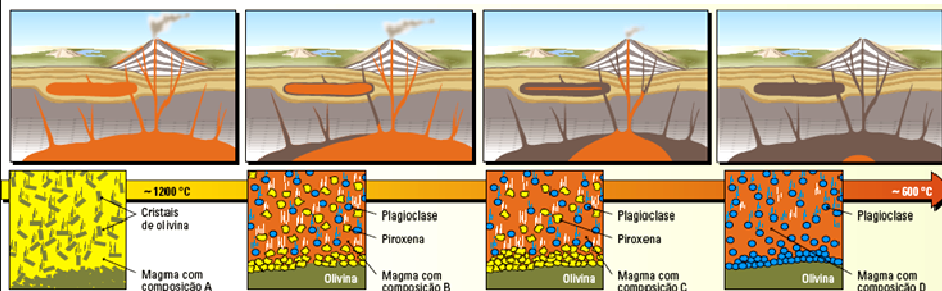
A diferenciação magmática é um **processo que, a partir do mesmo magma, conduz à formação de magmas com composição diferente.**

© Prof. Ricardo 2009

A **consolidação de um magma** pode envolver **três processos: cristalização fraccionada, diferenciação gravítica e assimilação magmática.**

## CRISTALIZAÇÃO FRACCIONADA

Uma vez que cada magma é uma associação de minerais e esses minerais têm uma temperatura de solidificação e cristalização própria, os **minerais começam a cristalizar a temperaturas diferentes**, numa **sequência definida** que depende da pressão e da composição do material fundido



© Prof. Ricardo 2009

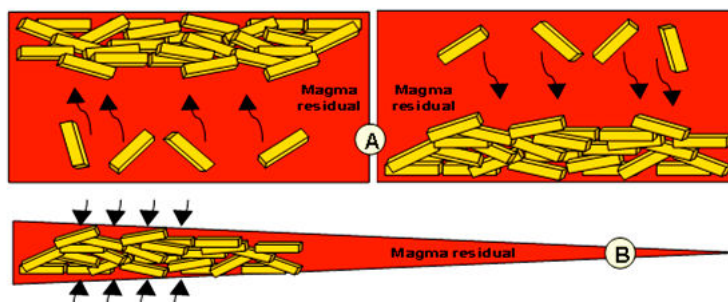
### DIFERENCIAÇÃO GRAVÍTICA

A **fracção cristalina** separa-se do restante **líquido**, por **diferenças de densidade** – **diferenciação gravítica** – deixando um **magma residual**, quimicamente diferente do magma original.



No final, **podem-se encontrar na câmara magmática rochas diversas em diferentes locais: mais superficialmente, as menos densas; mais abaixo, as mais densas.**

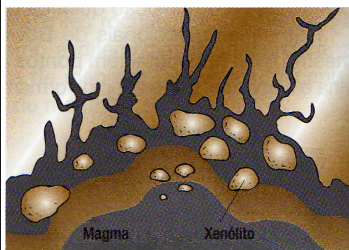
© Prof. Ricardo 2009



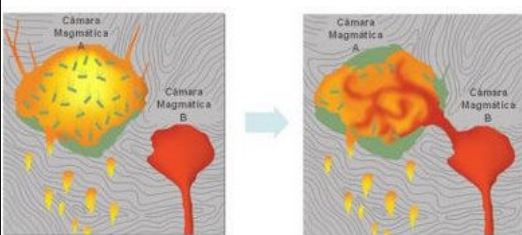
- A** Se os cristais são menos densos ou mais densos do que o líquido remanescente, eles deslocam-se para o cimo ou para o fundo da câmara magmática, respectivamente, e tendem a acumular-se por ordem da sua formação e por ordem das suas densidades - **diferenciação gravítica**.
- B** Se a pressão comprime o local onde se formam os cristais, o magma residual tende a escapar por pequenas fendas, enquanto os cristais ficam no local da sua formação.

**ASSIMILAÇÃO MAGMÁTICA E MISTURA DE MAGMAS**

Outra causa da diferenciação magmática é a **assimilação magmática e a mistura de magmas**.



A **assimilação ocorre devido às reações do magma e as rochas envolventes**. Se o magma se encontra a uma temperatura superior à do ponto de fusão dos minerais dessas rochas, funde-os e, ao incorporá-los, altera a sua **composição**. O magma pode também conservar restos sólidos de rochas (enclaves), que se reconhecem após a consolidação magmática.

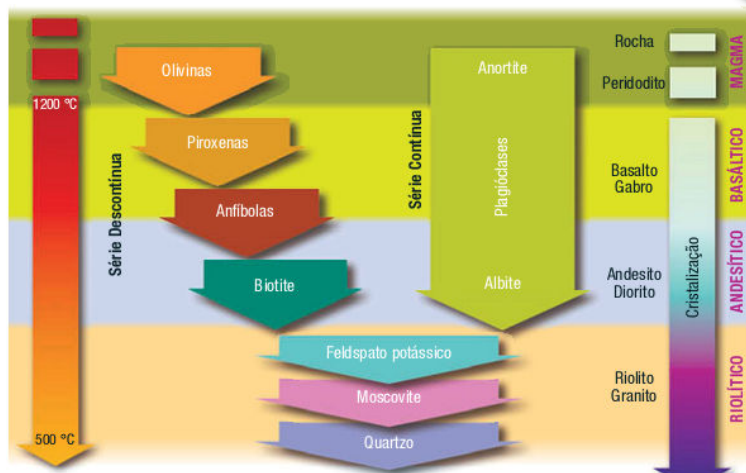


**Mistura de magmas:** quando os magmas basálticos ascendem, encontram magmas graníticos, misturam-se e originam magmas de composição intermédia (tipo andesítico).

© Prof. Ricardo 2009

**Série de Bowen**

No início do século XX, Norman Bowen estabeleceu uma **sequência pela qual os minerais cristalizam num magma em arrefecimento**. Essa sequência ficou conhecida como **Série de Bowen**.

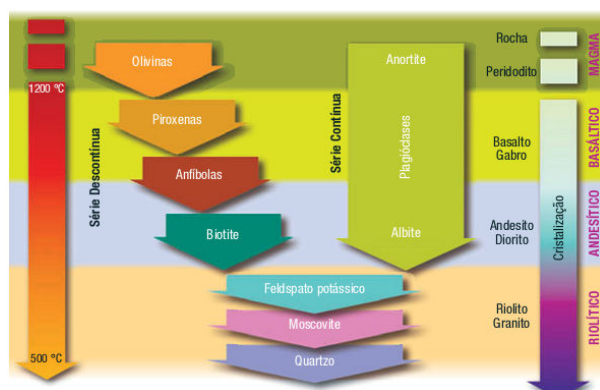


© Prof. Ricardo 2009

Bowen concluiu que **certos minerais são mais estáveis a temperaturas mais altas e cristalizam antes de outros, que são estáveis a temperaturas mais baixas**. A Série de Bowen é constituída por **duas séries**:

Série descontínua ou dos minerais ferromagnesianos

Série contínua ou das plagioclases

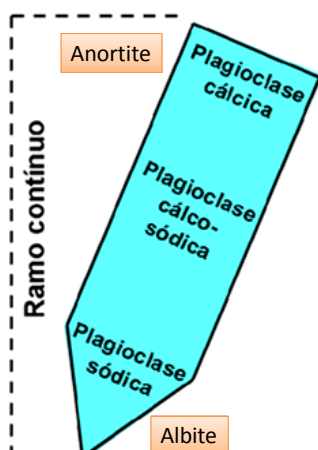


**Primeiro cristalizam os minerais de ponto de fusão mais elevado (olivinas, piroxena, plagioclases cálcicas) e, seguidamente, os de ponto de fusão mais baixo (anfíbulas, biotite, plagioclases sódicas, feldspatos potássicos, moscovite e quartzo).**

© Prof. Ricardo 2009

**SÉRIE CONTÍNUA:** corresponde a **minerais do grupo das plagioclases**, verificando-se uma **alteração nos iões das plagioclases, sem que ocorra alteração da estrutura interna dos minerais** (minerais isomorfos).

*Nota: A série designa-se contínua, porque a alteração gradual de iões nas plagioclases não altera a sua estrutura interna.*



As **plagioclases** são minerais constituídos por **alumínio (Al)**, **sílica (SiO<sub>2</sub>)** e **percentagens variáveis de sódio (Na) e cálcio (Ca)**.

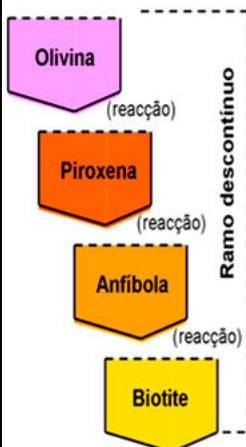
Os **íões de sódio e de cálcio podem substituir-se** na estrutura cristalina, formando diferentes tipos de plagioclases.

A plagioclase 100% cálcica designa-se por anortite (primeira a cristalizar) e a plagioclase 100% sódica designa-se por albite (última a cristalizar).

*Nota: Alguns termos da série descontínua cristalizam ao mesmo tempo que alguns termos da série contínua, em virtude de terem a mesma temperatura de cristalização.*

© Prof. Ricardo 2009

**SÉRIE DESCONTÍNUA:** corresponde a **minerais ferromagnesianos** (ricos em Fe e Mg) e **polimorfos**; à medida que se dá o arrefecimento, o **mineral anteriormente formado reage com o magma residual dando origem a um mineral com uma composição química e uma estrutura diferentes** (daqui designar-se série descontínua), e que é estável nas novas condições de temperatura;



Após a cristalização da olivina, a composição do magma fica relativamente empobrecida em Fe e Mg.

Com o arrefecimento progressivo do magma, atinge-se a temperatura de **cristalização da piroxena** - a olivina formada previamente reage com o líquido residual, caso o magma não tenha ainda solidificado, formando piroxena.

Atendida a temperatura de **cristalização da anfíbola**, a piroxena formada reage com o líquido residual, empobrecendo-o mais em Fe e Mg. Se ainda houver **fracção magmática e a temperatura continuar a descer, formar-se-á biotite**, o último mineral rico em ferro e magnésio a cristalizar.

Terminada a cristalização desta, o magma residual, que eventualmente exista, não possui Fe nem Mg - a partir deste patamar térmico, os minerais que se formarem não conterão estes elementos químicos.

© Prof. Ricardo 2009

Após a cristalização completa dos minerais que constituem os dois ramos, a **fracção magmática resultante pode apresentar elevadas concentrações de sílica** ( $\text{SiO}_2$ ) e de **metais leves**, como potássio (K) e alumínio (Al).

Cristalarão, sucessivamente, até ao esgotamento do magma residual, **feldspato potássico, moscovite e quartzo**.

*Nota: O mineral que cristaliza, normalmente, nos espaços existentes entre os cristais já formados é o quartzo, pois é o último a cristalizar.*

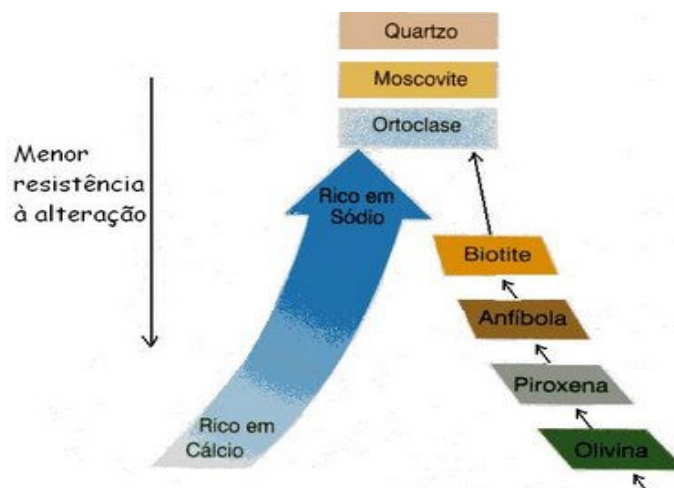


Alguns termos da série descontínua cristalizam ao mesmo tempo que alguns termos da série contínua porque possuem a mesma temperatura de cristalização.

Dois minerais cuja associação numa mesma rocha seja mais altamente improvável são a olivina e o quartzo.

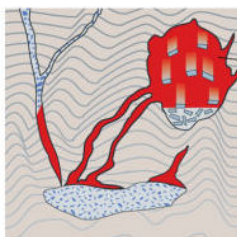
© Prof. Ricardo 2009

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



© Prof. Ricardo 2009

### 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.**



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.

© Prof. Ricardo 2009

### 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.

