

Cristalização de uma câmara magmática de doces/botões coloridos

Objetivo do Exercício

O objetivo deste exercício é conduzir uma experiência prática sobre o processo de diferenciação magmática por cristalização fracionada. Este é um dos processos mais importantes processos magmáticos, que dá origem à grande variedade de rochas ígneas que conhecemos. A partir desta atividade espera-se que vocês:

- 1) aprendam os processos pelos quais os magmas se diferenciam
- 2) aprendam a usar os diagramas de classificação de rochas ígneas
- 3) aprendam os nomes dos principais minerais formadores de rochas ígneas
- 4) se familiarizem com a nomenclatura de rochas ígneas da IUGS (classificações químicas e modais)
- 5) possam discutir, mesmo que de forma simples, os processos de evolução de uma câmara magmática.

O Conceito de Diferenciação Mágmatca

As séries de Bowen, nas quais certos minerais tendem a cristalizar antes de outros em função de sua composição química e estrutura cristalina, mostram a importância do fracionamento entre cristais e o líquido magmático para produzir a grande diversidade de rochas magmáticas desde os basaltos, até os riolitos. A **diferenciação magmática** é o processo pelo qual uma série de rochas bastante diferentes são formadas a partir do mesmo magma. Ele decorre de diversos processos que atuam desde a origem do magma e sua segregação e durante o tempo que este permanece na crosta. Este conceito tem origem em uma observação efetuada em 1844 por Charles Darwin, quando visitou o arquipélago de Galápagos. Ao observar as rochas derivadas de antigos fluxos de lava na ilha, ele percebeu que as camadas situadas na base da pilha de fluxos de lava tinham menos cristais de feldspatos do que aquelas que ocupavam o topo da pilha. A partir daí ele deduziu que um mecanismo de diferenciação deveria ocorrer entre os cristais e o líquido magmático. Neste caso, os cristais de feldspato, por serem menos densos do que o líquido, iriam flutuar e se concentrar no topo da câmara magmática. Este processo é chamado hoje em dia de *separação gravitacional*. Outros processos de fracionamento entre cristais e líquido são: segregação por fluxo, filtração por pressão, separação por convecção. Na mesma pasta em que você baixou este exercício, você encontrará uma apresentação com os processos de diferenciação ocorridos na intrusão de Skaergaard, na Groelândia.

Construindo e Francionando a Câmara Mágmatca de M&Ms

1. Construindo a Câmara Mágmatca

Neste exercício, cada cátion (Si, Al, Fe, Mg etc.) será representado por uma peça de cor diferente (pode ser um botão de camisa ou, como no exercício original, um M&M colorido). A partir dos dados originais contrua sua câmara magmática (pode ser um pote cheio de M&Ms) com as quantidades de cátions indicadas no início da tabela Excel chamada 'diferenciacao.xls' que está também na pasta do exercício.

- a. Determine as proporções de cátions em cada mineral na Tabela ‘diferenciacao.xls’ e preencha a Tabela de acordo com o número de cátions indicados para cada mineral. Os minerais estão representados na tabela da seguinte forma:
Mg-Ol = olivina de Mg (forsterita)
Fe-Ol = olivina de Fe (fayalita)
Pyx = piroxênio cálcico (diopsídio)
Ca-Plag = plagioclásio cálcico (anortita)
Na-Plag = plagioclásio sódico (albita)
K-Feldsp = Feldspato potássico (ortoclásio)
Quartzo
Magnetita
- b. Selecione o número de botões/doces correspondente ao número de cátions da composição do magma inicial.

2. Diferenciando a câmara magmática

Durante a diferenciação, vamos formar conjuntos de minerais como indicado nos passos da tabela. Serão 10 passos, indicando que a diferenciação desta câmara magmática de M&Ms seguiu 10 etapas de fracionamento. Em cada etapa teremos um conjunto particular de minerais, resultando em uma rocha ígnea específica. Em cada passo teremos também uma composição diferente para o líquido, já que ele ficou empobrecido naqueles cátions que foram para a fase sólida. Portanto, para cada passo teremos rochas e líquidos com composições ligeiramente diferentes e vocês terão que dar nome a cada um deles com base nos diagramas de classificação (ver parte final da apresentação ‘Aula 4 – Rochas Ígneas 2014’).

- c. Remova os cátions (botões) da câmara magmática e coloque-os em um recipiente diferente (sugestão: utilize copinhos plásticos para cada fase de cristalização, serão 10 etapas). Os minerais que estão neste recipiente formam a rocha ígnea resultante da diferenciação.
- d. A cada passo de cristalização anote o número de cátions que resta para cada elemento na câmara magmática e preencha os campos correspondentes na tabela Excel.
- e. Transforme a composição de notação elementar para notação em óxidos. Utilize para tal a tabela Excel ‘Planilha converte oxidos-elementos.xls’.
- f. Para cada passo de cristalização calcule também a proporção relativa de cada elemento restante no magma como uma percentagem do total de elementos restantes transformado para óxidos. Registre essa informação no campo ‘Composição do Magma’.
- g. Para cada passo de cristalização dê o nome da rocha formada usando as duas classificações de rochas ígneas – a classificação química, baseada no diagrama TAS, e a classificação mineralógica (ou IUGS), baseada na composição mineralógica.
- h. Repita as etapas c-g até o passo de cristalização 10.

- i. Represente a evolução da composição das rochas e do magma ao longo do processo de cristalização fracionada usando diagramas de Harker. Nesses diagramas os óxidos (CaO, FeO, MgO, Na₂O etc.) são representados no eixo Y e o SiO₂ é representado no eixo X.

Questões

1. Compare os tipos minerais removidos no início, no meio e no fim do processo de cristalização fracionada em termos de sua composição química (mais ou menos complexa, e quais os cátions envolvidos) e estrutura cristalina (mais ou menos complexa). Comente a respeito.
2. Qual o efeito da cristalização dos minerais Forsteria, Faialita, Albita e Anortita nos diagramas de Harker (diagramas X-Y da composição do magma e das rochas formadas)?
3. Compare as tendências dos diferentes elementos ao longo do processo de cristalização (use os gráficos elaborados na etapa 'i').
4. Explique porque a percentagem em sílica do magma aumenta durante o processo de cristalização fracionada, muito embora todos os minerais que estão cristalizando são ricos em sílica.
5. Como vocês acham que os minerais cristalizados (a fase sólida) podem ser separados da fase líquida? Comente como estes processos podem ter atuado no caso da câmara magmática de M&Ms.
6. Seria possível identificar de alguma forma se a câmara magmática foi re-alimentada por outros magmas? Como?
7. Além do sólido e do líquido, os magmas apresentam uma fase de voláteis. Qual seria a evolução na concentração relativa de voláteis ao longo do processo de cristalização fracionada?
8. Nesse exercício não há minerais hidratados. Se houvesse cristalização de anfibólio e biotita nas duas fases finais, qual seria o impacto na composição química do magma?