

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – USP
Departamento de Mineralogia e Geotectônica

GMG0332 – Petrologia Metamórfica

Renato de Moraes, Gergely Szabó, Frederico Faleiros

Exercício sobre **migmatitos e granulitos** – 2020

Nome:

1) Migmatitos são rochas formadas por fusão parcial, a qual gera resíduo, líquido e fases peritéticas. O resíduo é formado por combinação entre os minerais em excesso das reações de fusão cruzadas pela rocha, em sua trajetória *P-T*, a cristalização do líquido, se segregado, gera o leucossoma, e as fases peritéticas, se concentradas, o melanossoma. Levando em consideração que a muscovita ($\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) comumente apresenta moléculas de celadonita ($\text{KMgAlSi}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) e de Fe-celadonita ($\text{KFeAlSi}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) em sua composição, examine a grade petrogenética no sistema KFMASH elaborada por Spear *et al.* (1999). As reações 2 e 3 são as reações responsáveis pela quebra da muscovita, enquanto que 8 e 9 pela quebra da biotita.

a) Para gerar melanossoma rico em biotita em metapelitos é necessário, via reações 2 e 3, que a muscovita quebre e produza biotita via suas moléculas de celadonita e Fe-celadonita. Adapte essas duas reações inserindo essas moléculas na fórmula geral da muscovita para produção de biotita.

b) A chamada segunda isógrada da sillimanita (reação 1) não deve ocorrer em muitas rochas submetidas ao metamorfismo tipo barroviiano típico. Por que? Qual o sistema químico das reações 2 e 3 que envolvem fusão? Por que elas são usadas em grade do sistema KFMASH? Compare a posição das reações 1, 2 e 3 nos sistemas KFMASH e NaKFMASH. O que você pode concluir sobre o início da fusão nos três sistemas? Qual o efeito de se adicionar Na ao sistema?

c) A quebra da biotita produz cordierita e granada e, depois, ortopiroxênio. Considere o sistema KFMASH, com rochas que apresentam quartzo, ortoclásio e líquido (fundido silicático) em excesso nas reações dos pontos invariantes IP1, IP2, IP3 e IP4. Represente as possíveis paragêneses em diagramas AFM nas regiões de alta temperatura desses pontos. O que limita a ocorrência da associação granada – cordierita – sillimanita em altas temperaturas?

d) **Questão desafio** – Embora a reação 8 seja univariante no sistema KFMASH, na natureza ela é multivariante. Em uma rocha em que a quartzo, feldspato potássico e sillimanita estão em excesso e a biotita será gradativamente consumida, elabore um diagrama ternário **esquemático** com vértices H_2O , FeO e MgO, onde será representado o consumo progressivo da biotita. No diagrama deverão aparecer as fases granada, cordierita, biotita e fundido. Faça isso em três etapas.

2) Considere e compare as reações de fusão abaixo, (a) com excesso ou influxo de H₂O e (b) as reações de fusão por desidratação, e responda:

a) Comparando as reações de fusão, o que controla a composição do líquido em cada caso (ou quais as fases fundem para gerar líquido granítico)?

b) É possível fazer alguma generalização quanto aos tipos de fases peritéticas geradas em cada caso, ou seja, fusão com excesso de H₂O, com adição de H₂O e fusão por desidratação?

c) Considere apenas as reações de fusão na grade petrogenética da figura **a**. É possível extrair o líquido granítico gerado nas reações com excesso de 1 e 6 se houver excesso de H₂O na fonte e transportá-lo para porções mais rasas da crosta continental? Explique.

d) Muitos granulitos são considerados resíduos extremos de rochas submetidas à fusão parcial. É possível gerar rochas da fácies granulito a partir de rochas fundidas com excesso de H₂O, por exemplo reações 6 e 8? Explique.

3) No sistema FMAS existe um ponto invariante que envolve as seguintes fases: quartzo, granada, cordierita, espinélio, sillimanita e safirina [ortopiroxênio ausente]. Considerando quartzo em excesso, pede-se:

a) em um tetraedro com vértices SiO₂, Al₂O₃, FeO e MgO, projete as fases na face AFM, a partir do quartzo (AFM modificado – hahaha, já está feito!);

b) defina as reações univariantes entre essas fases e monte a quimiografia do ponto invariante [Opx]. Para isso considere que Spl está sempre do lado de baixa pressão das reações e safirina do lado de alta temperatura;

c) faça diagramas de compatibilidade (AFM modificado) com as possíveis associações minerais em cada campo em torno do ponto [Opx];

d) em muitos granulitos é observada a textura retrometamórfica em que espinélio é separado do quartzo por dupla corona, sillimanita em contato com espinélio e granada com quartzo, sem desenvolvimento de cordierita. Isso é explicado, em muitos casos, pelo motivo que X_{Mg} do espinélio é muito similar ao X_{Mg} da granada. Usando o diagrama de compatibilidade feito no item **a** (AFM modificado), explique essa afirmativa. Pensando na composição do espinélio, o que é necessário para o desenvolvimento da cordierita nas texturas? Para responder considere os minerais com as seguintes fórmulas genéricas: quartzo – SiO₂, granada – Fe_{1.88}Mg_{1.12}Al₂Si₃O₁₂, cordierita – Fe_{0.1}Mg_{1.9}Al₄Si₅O₁₈, espinélio – Fe_{0.61}Mg_{0.39}Al₂O₄, sillimanita – Al₂SiO₅ e safirina – Fe_{0.25}Mg_{1.5}Al_{4.5}Si_{0.75}O₁₀.

gráficos do questão 2

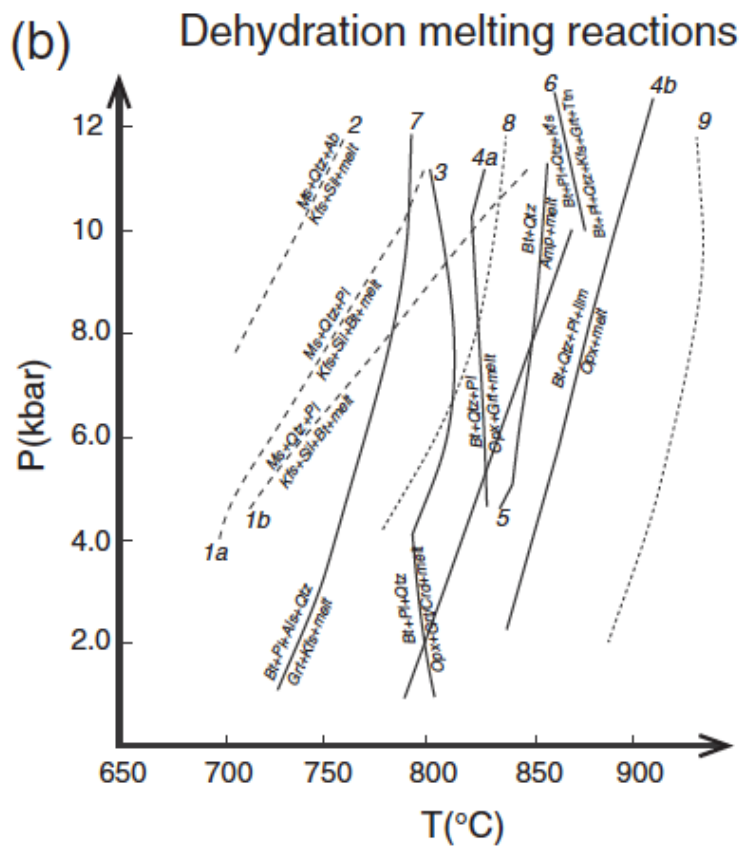
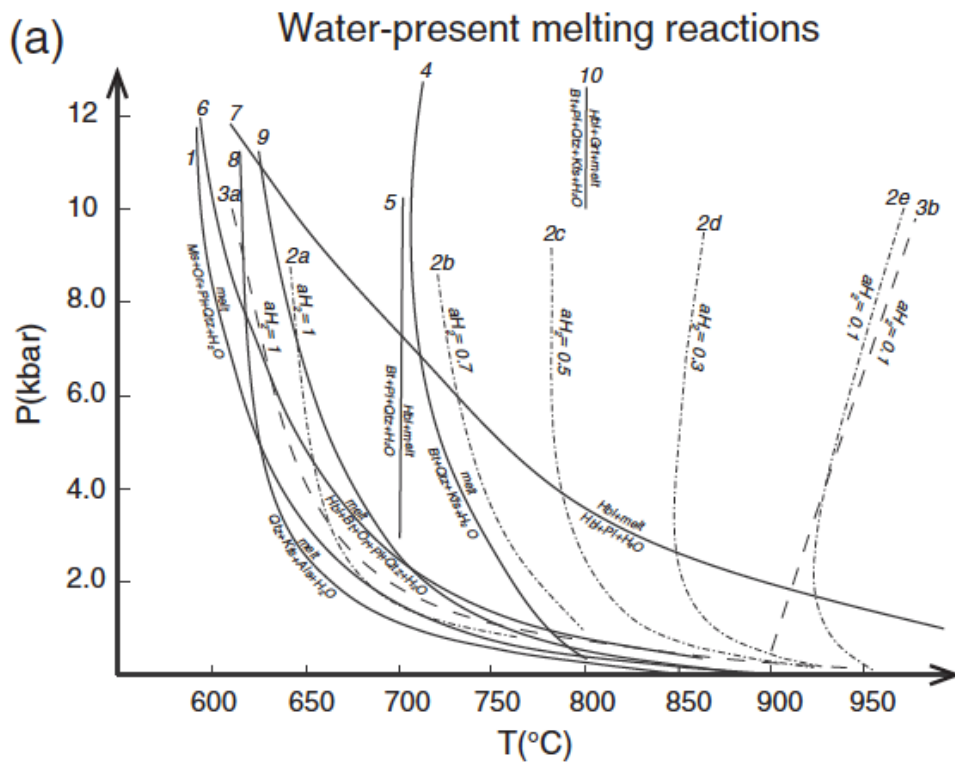
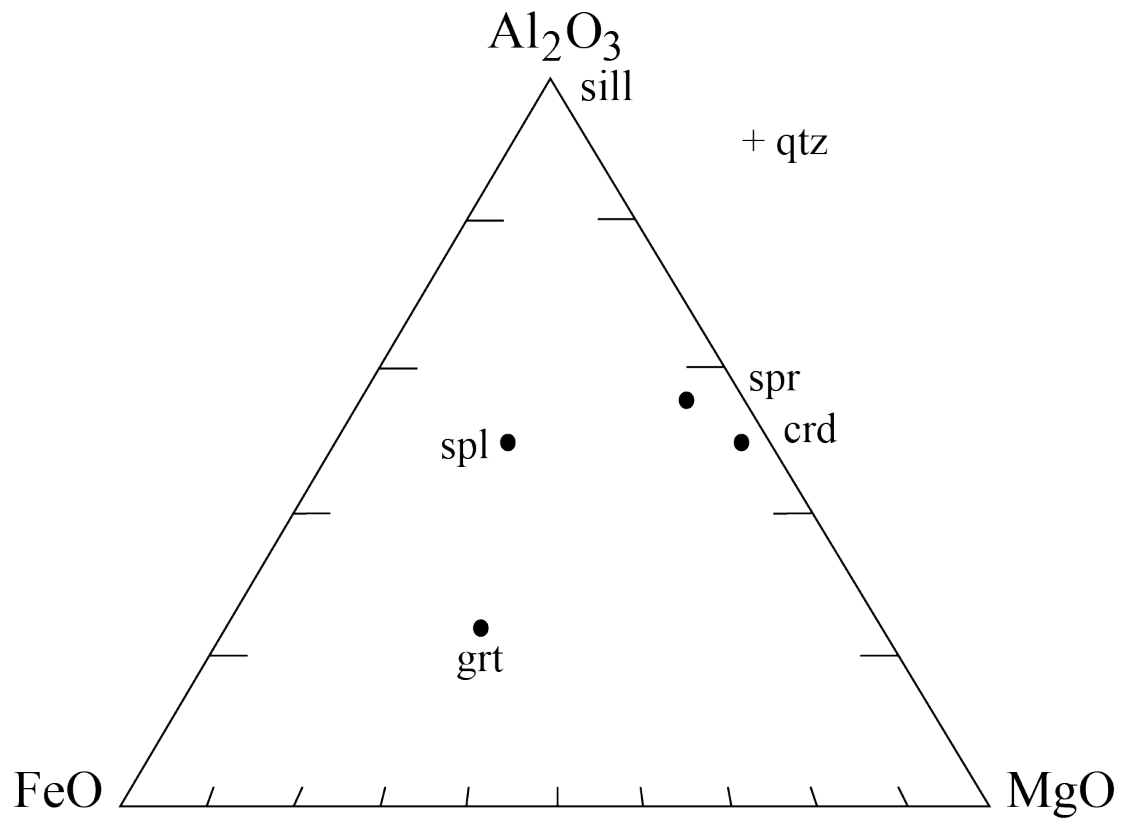


diagrama para questão 3



Esses exercícios (quase todos, do 1 ao 3) necessitam pensar na composição química dos minerais e de suas substituições! Então pense.