

## PECULIARIDADES NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS MINERAIS EM GRANULITOS DE ALTA TEMPERATURA

Julia Belandrino Rusig

Renato de Moraes

Universidade de São Paulo

jubelarus@usp.br

### Objetivos

Esta pesquisa teve como principal objetivo investigar a composição química de minerais presentes em granulitos, nos quais observamos desde temperaturas do início da fácie - em torno de 800 °C - até as condições de temperatura ultra-alta - acima de 900 °C, e, possivelmente, estabelecer os parâmetros compostionais que distinguem os pares de granada e piroxênios de temperaturas normais da fácie granulito, daqueles pares de temperatura ultra-alta, em rochas que não apresentam paragênese diagnósticas.

### Métodos e Procedimentos

Em um primeiro momento, foi realizado levantamento e compilação de dados da literatura, com enfoque em dados de química mineral de granada e piroxênios presentes em granulitos da Nappe Socorro-Guaxupé obtidos em artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Os dados disponíveis foram, em seguida, tabelados e as fórmulas estruturais dos piroxênios foram calculadas de acordo com o método indicado por Spear (1993), com  $Fe^{+3}$  calculado por balanço de cargas, visando obter uma padronização dos dados coletados. Estes cálculos foram realizados por meio do software AX de Tim Holland, disponível em seu site. Posteriormente, foi realizada a distribuição do conteúdo de cátions recalculados nos sítios catiônicos existentes na fórmula estrutural geral dos piroxênios de acordo com o estabelecido por Robinson (1980).

Em um segundo momento, uma série de gráficos baseados nos possíveis vetores de troca (Spear, 1993) foram realizados, com o objetivo de identificar tendências compostionais exclusivas dos minerais formados sob condições de temperaturas ultra-alta. Além disso, também foram realizados histogramas dos elementos, de acordo com o seu conteúdo nos diferentes sítios catiônicos, com o intuito de explorar e comparar as composições químicas de orto- e clinopiroxênio, bem como suas divergências e analisar possíveis tendências de preenchimento dos sítios de acordo com as distintas condições de pressão e temperatura das amostras estudadas.

No caso da granada, sua fórmula estrutural foi novamente calculada por meio do software AX de Tim Holland e, devido a sua menor variedade e complexidade de sítios catiônicos, realizou-se o cálculo de seus membros-finais. Em seguida, diagramas ternários foram elaborados, com o intuito de discernir padrões compostionais de cada amostra.

### Resultados

No caso do ortopiroxênio, as substituições (ou vetores de troca) que mais apresentaram tendência nítida - a partir dos diagramas binários - foram: a substituição de Tschermark ( $Al^{VI}Al^{IV}Mg_{-1}Si_{-1}$ ), o vetor de troca  $FeMg_{-1}$  - comum na maioria dos minerais que incorporam Fe e Mg - e o vetor  $CaFe_{-1}$ .

Para o clinopiroxênio, as duas primeiras substituições citadas anteriormente -  $Al^{VI}Al^{IV}Mg_{-1}Si_{-1}$  e  $FeMg_{-1}$  - também apresentaram maior

tendência. Contudo, as trocas  $Al^{IV}$ -  $Al^{VI}$  - no qual as amostras que apresentam as maiores temperaturas calculadas (granada granulito) se encontram na extremidade direita enquanto as de menor temperatura (granulitos felsicos) se encontram à esquerda - e Ca-Na, também se demonstraram significantes.

Em relação à granada, de forma geral, temos que as amostras exibem uma tendência Fe-Mg – com exceção da FSR036y – demonstrando uma proporção de grossularia relativamente semelhante (Fig. 1). O conteúdo de  $Cr_2O_3$  é relativamente baixo, acarretando porcentagens ínfimas de uvarovita.

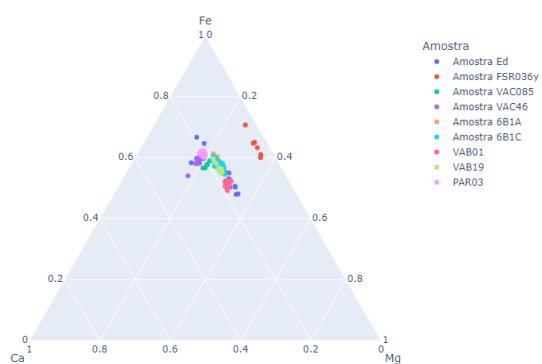


Figura 1: Diagrama ternário da composição da granada

## Conclusões

Para o ortopiroxênio, obtivemos que – principalmente para os granulitos felsicos – as maiores temperaturas estimadas para as condições de metamorfismo entre as amostras coletadas estão associadas a um maior conteúdo de Al total, inclusive, no sítio tetraédrico. Outra observação se dá a respeito do conteúdo de Mg e  $Fe^{+2}$ , uma vez que uma maior temperatura aparenta estar associada a um conteúdo mais alto de Mg e, por consequência, mais baixo de  $Fe^{+2}$ .

Para o clinopiroxênio, novamente, observamos que o conteúdo de Al total tende a aumentar juntamente à temperatura, de acordo com o diagrama binário  $Al^{IV}$  x  $Al^{VI}$ . No que se refere ao diagrama binário Fe x Mg, apesar da substituição  $FeMg_{-1}$  demonstrar uma tendência considerável, sua interpretação quanto a possíveis relações com a temperatura é mais difícil.

Acerca da granada, concluiu-se que quanto maior a temperatura, mais rica em Mg se torna sua composição (Fig. 1), estando de acordo com o observado para o ortopiroxênio.

## Referências Bibliográficas

- Del Lama, E.A., Zanardo, A., Oliveira, M.A.F. & Morales, N. 2000. Exhumation of high-pressure granulites of the Guaxupé Complex, Southeastern Brazil. *Geological Journal* 35, 231 - 249.
- Motta, R. G. 2018. Formação, transformação e evolução da crosta continental inferior: Investigando o Orógeno Brasília Meridional. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. (15/22355-0)
- Negri, F.D., & Oliveira, M.A. (2005). Geoquímica e geotermometria dos granulitos maficos associados às rochas supracrustais da extremidade meridional do domínio socorro, região de São Francisco Xavier, SP. *Brazilian Journal of Geology*, 35, 591-602.
- Rocha, B. C., Moraes, R., Möller, A., Cioffi, C. R., Jercinovic, M.J. 2017. Timing of anatexis and melt crystallization in the Socorro-Guaxupé Nappe, SE Brazil: insights from trace element composition of zircon, monazite and garnet coupled to U-Pb geochronology. *Lithos*, 277: 337-355.
- Robinson, P. 1980. The composition space of terrestrial pyroxenes - internal and external limits. In C. T. Prewitt, ed., *Pyroxenes*, Mineral. Soc. Amer. Rev. Mineral. 7, 419-494.
- Spear, F.S. 1993. Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America Monograph. Chelsea, Michigan. p 799.
- Tavares, F. M. Evolução geotectônica da região de Santa Rita do Sapucaí, MG. , 2008. Dissertação (Mestrado em Geologia)-Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- Vinagre, R. 2014. O Batólito Serra da Água Limpa, Parte do Arco Magmático da Nappe Socorro-Guaxupé, Faixa Brasília Meridional. IX, 271p.; 29,7 cm (Instituto de Geociências-UFRJ. Dr., Curso de Pós-Graduação em Geologia, 2014).