

PREPARAÇÃO DE MISTURAS EXPERIMENTAIS SINTÉTICAS EM SISTEMAS MAGMÁTICOS LAMPROFÍRICOS

MARLOS PEVERADA JAQUES¹; GEOVANA R. ZOUNAR²; FERNANDA GERVASONI³; MÁRIO L. MOREIRA⁴; FELIPE P. LEITZKE⁵

¹*Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – marlosjaques99@gmail.com*

² *Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – geozounar@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – fernanda.gervasoni@ufpel.edu.br*

⁴*Universidade Federal de Pelotas (UFPel) - mlucio3001@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas (UFPel) - felipeplgeo@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A geração de magma por meio do processo de fusão parcial e sua posterior diferenciação, por processos como cristalização fracionada ou assimilação crustal, é amplamente documentada na literatura técnica-científica sobre petrologia ígnea. Esse conhecimento é construído tanto por meio da modelagem petrogenética, baseada em dados geoquímicos de amostras naturais, quanto através da petrologia experimental. Por outro lado, a separação e diversificação de líquidos pelo processo de imiscibilidade de magmas ainda carece de estudos mais aprofundados (PHILPOTTS, 1971; ROEDDER, 1978).

A ocorrência de afloramentos que evidenciam processos de imiscibilidade de magmas, tanto no Brasil quanto no exterior, está frequentemente associada a rochas ígneas ricas em álcalis, como K₂O e Na₂O (FOLEY, 1984; FERGUSON; CURRIE, 1971; RAJESH, 2003; FERREIRA et al., 2004). Porém, os experimentos para simular essas condições em laboratório são extremamente complexos. Além disso, o entendimento dos processos de formação de rochas potássicas e ultrapotássicas reveste-se de importância não só para a ciência básica, mas também em função da ocorrência de importantes depósitos minerais, como diamantes em kimberlitos e lamproítos (CHAVES et al., 2019), cobre e ouro (MÜLLER; GROOVES, 2018; NADEAU, 2019). Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar, experimentalmente, a geração de rochas ígneas ultrapotássicas(K₂O/Na₂O molar > 3) a partir do processo de imiscibilidade de líquidos. A imiscibilidade é um processo de diferenciação magnmática que pode contribuir para a formação de rochas como lamprófiros. Durante a evolução do magma lamprofírico, a separação entre um líquido silicatado e outro rico em voláteis ou sulfetos concentra diferentes elementos em fases distintas, resultando em magmas residuais altamente diferenciados. Este trabalho irá utilizar minerais naturais para montar as composições de rochas iniciais (Fig. 1 e 2). Estes minerais serão moídos em cadinho de ágata e, posteriormente, levados a alta temperatura (cerca de 1.100°C) em um forno mufla.



Figura 1 e 2: A esquerda minerais selecionados de olivina (forsterita) (moída e em grão), ortopiroxênio enstatita, clinopiroxênio diopsídeo e espinélio, todos em grão.

Na figura a direita, amostra de peridotito de onde foram extraídos os minerais olivina, enstatita, diopsídeo e espinélio.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada na realização do projeto científico foi estruturada nos seguintes passos: 1) Leitura da bibliografia: Foram consultados artigos e publicações referentes à imiscibilidade de líquidos aplicada à geologia e geoquímica de rochas totais, com foco em lamprófiros ultramáficos, alcalinos e cálcio-alcalinos; 2) Aquisição de materiais: Foram adquiridos os equipamentos, reagentes e minerais necessários para a simulação e geração de magmas sintéticos; 3) Preparação dos minerais: A remoção e moagem dos minerais foram realizadas em cadiños de ágata até que fossem reduzidos a pó (Fig. 3). Os minerais utilizados incluem: Forsterita (Mg_2SiO_4), Ortoclásio ($KAlSi_3O_8$), Muscovita ($KAl_2(AISi_3O_{10})(OH)_2$), Flogopita ($KMg_3(AISi_3O_{10})(OH)_2$), Enstatita ($MgSiO_3$); e diopsídeo ($CaMgSiO_3$). 4) Foi montada a composição de três amostras de lamprófiros, e a composição química necessária para a criação das três amostras foi recalculada para 100 wt. % utilizando como base a composição química dos minerais ideais obtida no banco de dados “WebMineral”, que compila informações globais sobre ocorrências minerais. Com isso, foram desenvolvidas quantidades em miligramas diferentes para obter os valores mais próximos possíveis; 5) Cálculo normativo CIPW: Foi utilizada a planilha desenvolvida por Hollocher (2004) para prever quais minerais poderão se formar a partir da composição sintética e estimar a temperatura de *liquidus*, em graus Celsius (°C), para a fusão da mistura.



Figura 3: Seleção e moagem dos minerais (forsterita, muscovita, ortoclásio, enstatita) para a realização das misturas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no estudo de ROCK (1987), foram selecionadas três composições químicas de lamprófiros existentes de seus trabalhos. Para cada um destes lamprófiros, foram realizados cálculos estequiométricos dos minerais citados anteriormente e recalculados para que sua composição química ficasse o mais próximo de suas composições originais.

Após a seleção dos dados e o recálculo em peso total (wt.%) de cada lamprófiro, foi utilizada a norma CIPW, por meio de uma planilha de HOLLOCHER (2004), para estimar os minerais que supostamente irão se cristalizar dessas misturas, e uma planilha Excel “Melts” para a provável temperatura de fusão das amostras. Por exemplo, para uma composição de lamprófiro calci-alcalino (Rock, 1987), os cálculos indicaram inicialmente que precisaríamos de uma quantidade específica dos minerais a seguir: forsterita (112,3 mg), ortoclásio (699,2 mg) e flogopita (188,5 mg), com temperatura de fusão de aproximadamente 1259,6°C a 1 bar. Os minerais gerados seriam plagioclásio (43%), ortoclásio (30,73%), nefelina (4,67%), coríndon (0,02%), olivina (20,65%) e fluorita (0,99%).

O mesmo procedimento foi seguido para gerar o lamprófiro alcalino citado por ROCK (1987). Os cálculos estequiométricos resultaram nas seguintes porporções: forsterita (150 mg), feldspato alcalino (500 mg), flogopita (200 mg) e muscovita (150 mg), com temperatura de fusão estimada em 1192,4 °C. Os minerais gerados incluem plagioclásio (27,71%), ortoclásio (36,76%), nefelina (4,98%), coríndon (3,85%), olivina (24,99%) e fluorita (1,49%).

Para a composição do lamprófiro ultramáfico, serão necessários a utilização de forsterita (100 mg), feldspato alcalino (400 mg), flogopita (150 mg) e enstatita (350 mg), com temperatura de fusão não encontrada pelo alto teor de H₂O e CO₂. As fases sólidas geradas incluem plagioclásio (29,53%), ortoclásio (20,39%), olivina (24,93%), fluorita (0,97%) e, pela primeira vez, possivelmente hiperstênio (24,38%).

Para a preparação destas amostras de lamprófiro, os minerais naturais selecionados foram moídos em um cadinho de ágata até se reduzirem a um pó fino (Fig. 3). O próximo passo é juntar estequiométricamente o pó dos minerais para compor as amostras de lamprófiros citadas acima. As misturas finais serão então encapsuladas para realização dos experimentos, com o objetivo de testar a imiscibilidade dos líquidos e a solubilidade de álcalis em potenciais líquidos imiscíveis. E assim poderemos observar a geração de lamprófiros através deste processo magmático.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho está em andamento e espera-se que este projeto alcance resultados inéditos, contribuindo para o entendimento da geração de magmas ultrapotássicos e da formação de depósitos minerais pelo processo de imiscibilidade de magmas associados. Os próximos passos serão a fusão das amostras a temperaturas entre 1200°C e 1300 °C por 24 horas empregando diferentes tipos de materiais para encapsulamento (Fe, Pt, Al₂O₃). Os experimentos serão retirados do forno e resfriados em água de temperatura ambiente (próximo aos 20°C). Após, serão realizadas seções polidas das amostras experimentais, as

quais serão analisadas em microscópio petrográfico e eletrônico de varredura (MEV) para análises mais detalhadas dos resultados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HOLLOCHER, Kurt. CIPWNORMEXCEL [planilha eletrônica]. 2024. Microsoft Excel.

BARTHELMY, David. *Mineralogy Database*. Disponível em: <https://webmineral.com/>. Acesso em: 24 set. 2024.

CHAVES, A. O.; OLIVEIRA, D. C.; SANTOS, P. R. Kimberlitos e lamproítos: diamantes e petrologia das rochas ultrapotássicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 49, n. 2, p. 123-134, 2019.

FERREIRA, V. P.; DANTAS, E. L.; RODRIGUES, S. W. M.; SILVA, L. C. Processos de imiscibilidade magmática e suas implicações geológicas. **Geologia e Geodinâmica**, v. 56, n. 4, p. 451-462, 2004.

FOLEY, S. F. Potassic rocks and carbonatites. **Journal of Petrology**, v. 25, p. 188-214, 1984.

FERGUSON, A. K.; CURRIE, K. L. Magmatic differentiation in alkaline rocks. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 31, p. 215-243, 1971.

MÜLLER, D.; GROOVES, D. I. Potassic igneous rocks and associated copper-gold mineralization. **Ore Geology Reviews**, v. 94, p. 200-220, 2018.

NADEAU, S. The role of alkaline magmas in the formation of gold deposits. **Mineralium Deposita**, v. 54, p. 315-330, 2019.

PHILPOTTS, A. R. Magma immiscibility in basaltic systems. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 31, p. 115-132, 1971.

RAJESH, H. M. Alkaline igneous rocks and their geodynamic significance. **Lithos**, v. 70, p. 101-124, 2003.

ROEDDER, E. Liquid immiscibility in magmatic systems. **Mineralogical Society of America Special Papers**, v. 25, p. 127-155, 1978.

Gualda G.A.R., Ghiorso M.S., Lemons R.V., Carley T.L. (2012) Rhyolite-MELTS: A modified calibration of MELTS optimized for silica-rich, fluid-bearing magmatic systems. **Journal of Petrology**, **53**, 875-890.