

GEOQUÍMICA DE ROCHAS E EVOLUÇÃO MAGMÁTICA DE UM SILL DE DIABÁSIO NA REGIÃO DE LIMEIRA (SP)

Camila Antenor Faria¹ & Valdecir de Assis Janasi²

Departamento de Mineralogia e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

1.camilaaf@gmail.com 2.vajanasi@usp.br

Abstract

The diabase occurrence at the Cavinatto Quarry, Limeira (State of São Paulo) exposes a wide rock variety with structural and textures that are not common in the Serra Geral Formation.

The compositional variation is apparently continuous from cooling top border aphanitic basalt to inner coarse-grained quartz monzodiorite. Rocks with rhyolite composition occur filling thin cm-sized veins that cut the gabbros and quartz monzodiorite, and point to the existence of an important compositional gap within the sill.

The silica contents vary from ~50 wt% in the basalt to ~60 wt% in the quartz monzodiorite. Oxides such as TiO₂, Fe₂O₃, MnO, MgO and CaO decrease continuously with differentiation, reflecting extraction of plagioclase, pyroxene and Fe-Ti oxide. Some trace elements, on the other hand, show a typical incompatible behavior: Zr, Hf, U and Th, while Sr behaves compatibly, reflecting extraction of plagioclase. The MREE contents decrease with fractionation, reflecting the extraction of pyroxene.

Magma evolution by crystal settling was not operative after the magmas reached quartz monzodiorite composition; further fractionation was only possible when a mineral framework was formed, and residual melts were extracted by filter pressing generating the rhyolites, with 70 wt% SiO₂.

Keywords: rhyolite, Paraná Magmatic Province, magma evolution

Introdução

A ocorrência de diabásio da Pedreira Cavinatto, em Limeira, SP, expõe uma grande variedade de rochas e feições estruturais e texturais, incomuns em sills associados à Fm. Serra Geral (Província Magmática do Paraná, ~138-127 Ma; Stewart *et al.*, 1996).

Existe uma ampla variação composicional, aparentemente contínua, entre basalto afanítico (~50% SiO₂), na borda de resfriamento superior, e quartzo monzodiorito muito grosso (~60% SiO₂) na parte central do sill. Esparsos veios centimétricos de riolito (~70% SiO₂) cortam os gabros e os quartzo monzodioritos, configurando um importante salto composicional.

A exposição da Pedreira Cavinatto

O sill se expõe em uma “janela” em meio a rochas sedimentares do Subgrupo Itararé pouco a sul de Limeira (SP), e é explorado em duas pedreiras ativas, para a obtenção de brita. A cava atual da pedreira Cavinatto (Fig. 1), onde se encontram as feições de interesse, tem cerca de 70 m de profundidade; expõe uma seção contínua desde o topo do sill, intrusivo através de contato subhorizontal bastante irregular em arenitos, até, provavelmente, uma região próxima ao seu centro.

No contato superior do sill ocorre uma rocha afanítica, de cor cinza escuro, um basalto, correspondente à margem resfriada do sill, de espessura inferior a 1 m; pouco abaixo do contato, o basalto passa a apresentar amígdalas. Logo abaixo, a granulação da rocha é de um típico diabásio (~1 mm), ainda amigdaloidal, e também rico, em algumas porções, em ocelos claros subcentimétricos que se distinguem das amígdalas por sua composição quartzo-feldspática. Essas estruturas desaparecem logo nos primeiros metros de profundidade do sill, onde o diabásio passa a ocorrer sem ocelos, e em maior profundidade passam a predominar termos de granulação mais grossa, gabros, passam a ocorrer, em contatos difusos com o diabásio. Na porção mais profunda atualmente exposta ocorre um quartzo monzodiorito muito grosso, heterogêneo, com índice de cor mais baixo (~25).

Veios subverticais, pouco espessos (1-10 cm), constituídos de riolito fino com baixo índice de cor (<7), ocorrem de modo esparsos, desde as porções mais profundas até níveis próximos ao topo do sill. Com frequência esses veios mostram-se zonados, com a porção central preenchida por venulações de origem hidrotermal.

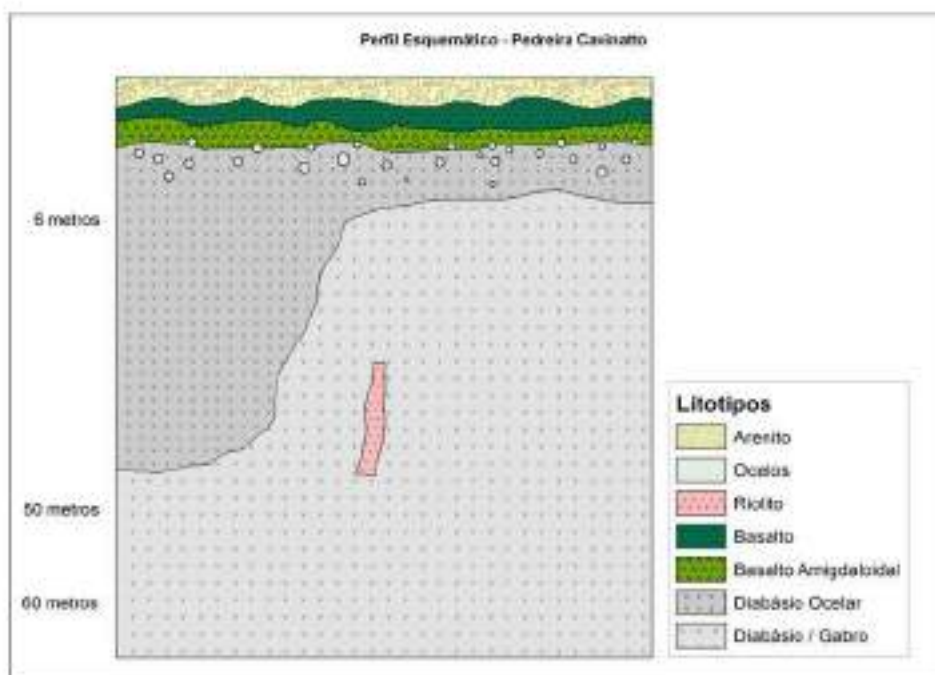


Figura 1 – Perfil esquemático do sill na cava da Pedreira Cavinatto.

Geoquímica de Rocha Total

Os dados geoquímicos mostram que existe uma variação composicional contínua, com aumento com aumento nos teores de sílica entre cerca de 50% nos basaltos do topo do sill e ~60% nos quartzos monzodioritos da porção central.

Entre os óxidos dos **elementos maiores** (Fig. 2), observa-se que o que o aumento no teor de SiO_2 é acompanhado pela diminuição no teor dos elementos constituintes de minerais máficos como CaO , Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO , MgO , o que pode ser atribuído à extração de plagioclásio, piroxênios e óxidos de Fe-Ti.

Existe um grande salto composicional entre o quartzo monzodiorito e o riolito, principalmente em relação ao teor de sílica, que chega a 71% no riolito.

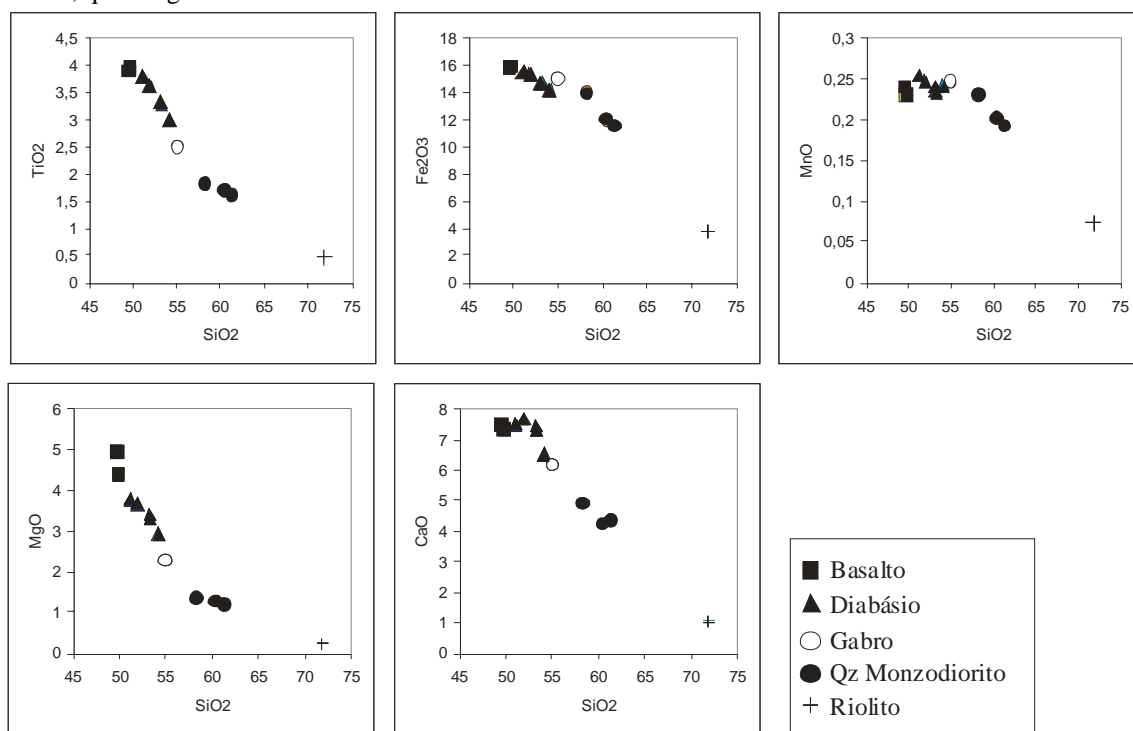


Figura 2 – Diagramas de variação para os óxidos dos elementos maiores (em %) das rochas do sill de Limeira utilizando da sílica como índice de diferenciação.

Entre os **elementos traços**, cujas análises foram obtidas por FRX e ICP-MS nos laboratórios do Instituto de Geociências da USP, é possível distinguir elementos com comportamento incompatível ao longo de toda a variação composicional, com destaque para o Ba, cujo teor aumenta com o fracionamento de 500 a 1150 ppm, e também Ce, La, Zr, Hf, Pb, Ta, Rb, U e Th. Comportamento compatível é mostrado por Sr, Co e Cr que sofrem diminuição de teor de 514 a 227, 35 a <3 e de 23 a <2 ppm, respectivamente, do basalto ao riolito. Outros elementos (Nb, Ce, La, Rb) apresentam um comportamento mais complexo, pois seus teores aumentam até o quartzo monzodiorito, e diminuem sensivelmente no riolito.

Os padrões de **elementos terras raras** (Fig.3) mostram enriquecimento em ETR leves ($La_N/Yb_N \sim 12$), e revelam comportamento incompatível ao longo de toda a evolução composicional. Uma anomalia negativa de Eu se desenvolve nos riolitos, refletindo um fracionamento importante de plagioclásio na evolução a partir do quartzo monzodiorito. Empobrecimento em ETR médias, já esboçado no quartzo monzodiorito, torna-se bem evidente nos riolitos, e parece refletir principalmente o fracionamento de piroxênio.

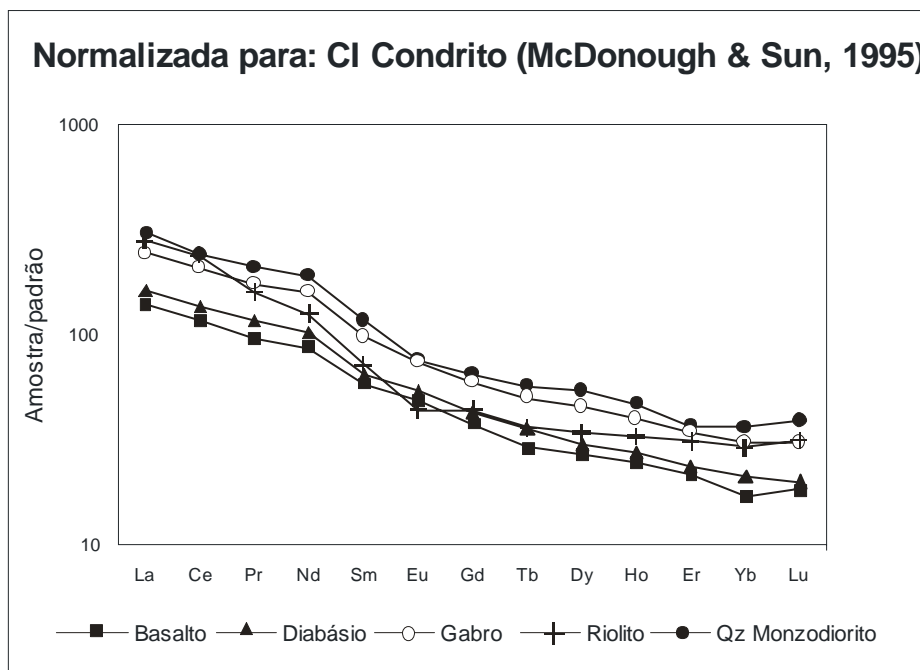


Figura 3 – Diagrama dos Elementos Terras Raras, obtidos por análise de ICP-MS, normalizados para C1 Condrito.

Considerações Finais

As rochas do sill de Limeira possuem variação composicional ampla e aparentemente contínua, no intervalo composicional entre o basalto bastante fino e escuro da borda de resfriamento até o quartzo monzodiorito na parte mais central atualmente exposta. Veios de riolito ocorrem em veios, principalmente na porção central do sill, invadindo os gabros e quartzo monzodioritos, e representam um salto composicional em relação às demais rochas.

Esse comportamento fica evidente ao analisar os diagramas gerados, principalmente o salto em relação ao teor de sílica, que varia entre o basalto e o quartzo monzodiorito de ~50% a ~60% , e salta para ~71% no riolito.

Análises químicas de minerais por microsonda eletrônica são também indicativas dessa mesma tendência evolutiva (Faria & Janasi, 2006): os piroxênios mostram aumento praticamente contínuo no teor de ferro, enquanto o plagioclásio variando desde labradorita, no basalto e diabásio, até oligoclásio no quartzo monzodiorito, alcançando composições albiticas no riolito. Algumas feições texturais sugerem desequilíbrio químico entre cristais precoces e a mesóstasis das rochas gabróides e quartzo monzodioríticas, tais como cristais de pigeonita corroídos e sobrecrecidos por augita mais rica em Fe, e cristais de plagioclásio (An50-30) com sobrecrecimento de albita e feldspato potássico.

A evolução magmática do sill entre o basalto de borda e o quartzo monzodiorito central parece típica do processo de cristalização fracionada, mas esse mecanismo não parece ter atuado a partir do quartzo monzodiorito. O salto composicional observado poderia resultar da ineficiência da separação de cristais do “mush” quartzo monzodiorítico, de modo que fracionamento adicional só seria possível quando a cristalização avança a ponto de os cristais formarem uma trama. A partir daí, pelo mecanismo de *filter pressing* esse líquido residual (mais silicático e viscoso), poderia ser expulso, gerando os riolitos (cf. Eichelberger *et al.* 2006).

Uma possibilidade alternativa para a geração dos riolitos seria o processo de imiscibilidade líquida, identificado em corpos intrusivos toleíticos (Philpotts, 1982), que poderia responder pela ocorrência de um nível de ocelos quartzo-feldspáticos no topo do sill..

Referências Bibliográficas

- Eichelberger, J.C.; Izbekov, P.E.; Browne, B.L. 2006. Bulk chemical trends at arc volcanoes are not liquid lines of descent. *Lithos*, **87**: 135-154.
- Faria, C.A. 2005. *Evolução petrológica de um sill de diabásio na região de Limeira (SP): petrografia e geoquímica*. Monografia de Trabalho de Formatura, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 47pp.
- Faria, C.A. & Janasi, V.A. 2006. Evolução magmática de um sill de diabásio na região de Limeira (SP): petrografia e geoquímica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju. Anais... Aracaju: *Sociedade Brasileira de Geologia*, 2006, p.72.
- McDonough, W.F. & Sun, S.S. 1995. The composition of the Earth. *Chemical Geology*, **120**: 223-253.
- Philpotts A.R. 1982. Compositions of Immiscible Liquids in Volcanic Rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **80**:201-218.
- Stewart K.; Turner S.; Kelley S.; Hawkesworth C.; Kirstein L.; Mantovani M., 1996. 3-D, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology in the Paraná continental flood basalt province. *Earth and Planetary Science Letters*, **143**: 95-109.
- Sun S.S. & McDonough W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D. & Norry M.J.(eds.), *Magmatism in Ocean Basins*. Geol. Soc. London. Spec. Pub., **42**:313-345.