

Ortognaisses siderianos (2450 a 2410 Ma) na parte sul do cráton do São Francisco: geocronologia e significado para o cinturão Mineiro

Natali S. BARBOSA¹, Wilson TEIXEIRA¹, Ciro A. ÁVILA², Ivo A. DUSSIN³, Everton M. BONGIOLO⁴

¹ Instituto de Geociências – USP. natali@usp.br e wteixeir@usp.br

² Museu Nacional – UFRJ. avila@mn.ufrj.br

³ Faculdade de Geologia – UERJ. ivodussin@yahoo.com.br

⁴ Departamento de Geologia – UFRJ. bongiolo@geologia.ufrj.br

RESUMO

Os ortognaisses estudados ocorrem a norte da Falha de Lenheiros, na porção sul do cráton do São Francisco. São rochas hololeucocráticas a leucocráticas, de composição entre granito e tonalito. Em relação ao tratamento geoquímico, trata-se de rochas peraluminosas, subalcalinas de ambiente de arco magmático. As idades U-Pb em zircão indicaram idades de cristalização entre 2449 e 2414 Ma. Em termos tectônicos, as rochas estudadas representariam o primeiro arco acrescionário da história evolutiva do cinturão Mineiro.

Palavras-chave: Ortognaisses, Sideriano, Paleoproterozoico, Cinturão Mineiro.

ABSTRACT

The studied orthogneisses occur north of the fault Lenheiros, in the southern portion of the San Francisco craton. The rocks are leucocratic to mesocratic, with composition between granite and tonalite. Regarding the chemical characteristics the rocks are peraluminous, subalkalic, and are compatible with derivation in magmatic arc settings. The U-Pb ages indicate crystallization took place between 2449 and 2414 Ma, suggesting that these rocks may represent the earliest orogenic stage of the Mineiro belt.

Keywords: Orthogneiss, Siderian, Paleoproterozoic, Mineiro belt.

1. Introdução

Os orógenos acrescionários do Paleoproterozoico na porção sul do cráton do São Francisco envolveram arcos continentais e oceânicos que geraram a crosta do chamado cinturão Mineiro, às margens do antepaís arqueano (proto-Craton do São Francisco). Neste contexto, o Supergrupo Minas representa a bacia marginal, cuja idade máxima de sedimentação inferida a partir de zircões detríticos nas rochas siliciclástica é de 2584 ± 10 Ma (Hartmann et al., 2006). Em adição, as rochas carbonáticas da Formação Gandarela, depositadas sobre os BIFs do Grupo Itabira, tem idade de 2420 ± 19 Ma (Babinski et al., 1995).

As rochas plutônicas do cinturão Mineiro estão bem expostas no sul do estado de Minas Gerais e cuja gênese combinou processos juvenis e de contaminação crustal (Ávila et al., 2010; Seixas et al., 2012). O grande volume de rochas granitoides tem representatividade regional no cinturão, pode ser compartimentado em 5 pulsos magmáticos, representados pelos seguintes intervalos: i) 2,46 a 2,41 Ma (presente trabalho); ii) 2,36 a 2,33 Ga (Teixeira et al., 2013); iii) 2,25 a 2,20 Ga (Ávila et al., 2010); iv) 2,19 a 2,15 Ga (Teixeira et al., 2008); v) 2,14 a 2,10 Ga (Ávila, 2000).

A crosta eosideriana ora identificada no contexto do Cinturão Mineiro oferece uma nova perspectiva para a sua evolução tectônica-magmática, possibilitando ainda estimar sua duração entre 2450 e 2000 Ma. Conforme recente caracterização do Orógeno Acrescionário Minas (Teixeira et al.,

2013) tal evolução iniciou-se em litosfera oceânica distal da margem passiva da transição Neoarqueano/Paleoproterozoico, representada pelo Supergrupo Minas. O objetivo deste trabalho é o de delinear a petrogênese de três rochas associadas à história mais primitiva do cinturão Mineiro, utilizando para tanto de dados geoquímicos preliminares e geocronológicos em rochas granitoides dispersas geograficamente.

2. Geocronologia U-Pb (SHRIMP)

As idades U-Pb SHRIMP em zircão (3 amostras) foram obtidas no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo. As amostras datadas representam o substrato da sequência metavulcano-sedimentar Rio das Mortes cujos anfibolitos têm idade de cristalização entre 2231 ± 5 e 2202 ± 11 Ma. A amostra NAT – 5 é um metagranitoide fino que ocorre como xenólito em outro granitoide porfíritico. A mineralogia principal da amostra NAT – 5 é constituída por quartzo agregado, microclina, plagioclásio e biotita. As fases acessórias incluem zircão, titanita e minerais opacos. As datações pelo método U-Pb realizadas nesta rocha totalizaram dezesseis grãos de zircão. A população de zircão é composta por cristais translúcidos variando de castanho claro a escuro. Predomina cristais prismáticos e forma subédrica com dimensões entre 76 e 353 μm . Os cristais apresentam zoneamento oscilatório e finas bordas de sobrecrecimento metamórfico. Os núcleos dos grãos apresentam-se esbranquiçados em relação à borda, revelando diferentes conteúdos de urânio entre as partes. A razão Th/U que se apresenta variável entre 0,23 e 1,5 é indicativa de cristais ígneos. O diagrama da concórdia mostrou grãos discordantes e concordantes. Uma seleção das análises (discordância de 1%) define uma idade de cristalização concordante 2468 ± 8 Ma (MSWD = 0,088).

A amostra NAT – 8 representa um granitoide pouco deformado que também ocorre como substrato da unidade supracrustal Rio das Mortes. Esta rocha é caracterizada por uma incipiente foliação marcada pela biotita. Seus minerais essenciais são: quartzo, biotita¹ e plagioclásio, enquanto zoizita, clorita, e biotita² são minerais metamórficos. A fase acessória é constituída por zircão, epidoto e minerais opacos. Foram datados 21 grãos de zircão. Os zircões são translúcidos, prismáticos, subeudrais e outros anedrais, com tamanho entre 97 e 277 μm . Os cristais mostram incipiente zoneamento oscilatório concêntrico e zonas de recristalização. A análise pelo método U-Pb foi realizada em 21 grãos de zircão, sendo que as razões Th/U variam entre 0,21 e 0,96 o que é comparável para material de natureza ígnea. O intercepto superior da concórdia de 2414 ± 29 Ma (MSWD = 3,1), definido por análises com discordância de aproximadamente 9%, representa a cristalização desta rocha, sendo comparável à idade da amostra NAT -5 dentro do erro analítico.

O Tonalito Cassiterita (NAT-36) é um ortogneisse constituído essencialmente por quartzo, plagioclásio e biotita que marca a foliação da rocha. As fases acessórias incluem zoizita, clorita, titanita e minerais opacos. Os minerais metamórficos incluem granada e epidoto. Deste corpo, 15 análises isotópicas (em 13 cristais) foram executadas. Dez destas análises foram efetuadas no centro

do zircão e cinco na borda. Os zircões estudados têm morfologia variada; apresentam-se prismáticos a prismáticos curtos, com presença de zoneamento oscilatório. Os núcleos herdados encontram-se por vezes homogêneos e esbranquiçados, refletindo o baixo conteúdo de urânio. A forma predominante dos cristais é subedral e anedral, enquanto bordas sub-arredondadas ocorrem frequentemente. As análises U-Pb distribuem-se ao longo de uma discordia, havendo um grão concordante. A idade TDM destas rochas é de 2,47 Ga e $\epsilon\text{Nd}(2,4 \text{ Ga})$ de +2,4 (Ávila et al., 2003). O intercepto superior (discordância entre 11 e -6%) define a idade de $2417 \pm 11 \text{ Ma}$ (MSWD = 0,0032), considerada como da geração desta rocha. O metamorfismo é registrado através de uma idade concordante $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ da borda de um grão com idade de $2066 \pm 15 \text{ Ma}$, em coerência com a presença de assembleia mineral metamórfica.

3. Litogeoquímica

As análises geoquímicas em rocha total foram realizadas no Acme Analytical Laboratories, Vancouver, Canadá. Os dados químicos das rochas estudadas são referentes às amostras NAT-5 e NAT-8. A amostra NAT-36 é representante do Tonalito Cassiterita, já estudado por Ávila et al. (2003), de modo que estes dados serão aqui considerados para as consequentes comparações tectônicas e petrogenéticas.

Quanto a geoquímica dos elementos maiores a composição média das rochas analisadas, mostra que o conteúdo de SiO_2 é semelhante, entre 69,65 e 70,83%, portanto correspondendo a rochas ígneas ácidas. Contudo, o Tonalito Cassiterita apresenta valores de SiO_2 mais variáveis entre 73,4 – 68,5 %. Quanto ao índice de aluminosidade as rochas são peraluminosas. Os elevados teores de Al_2O_3 (16,10 - 13,70%) e Na_2O (4,77 - 3,50%) combinados com baixas concentrações de MgO (1,10-0,62%), FeOTot (2,7-0,86%) e K_2O (2,6-0,97%) nas amostras NAT 8 e no Tonalito Cassiterita refletem a escassez de minerais ferromagnesianos e de feldspato potássico e a abundância de plagioclásio sódico e quartzo. As rochas apresentam dois trends de evolução marcado pelos tonalitos, que indica um magma mais primitivo com altas concentrações de bário. Os teores de Sr das amostras estudadas situa-se entre 480-500 ppm, sugerindo uma composição mais máfica.

O padrão de distribuição de ETR normalizado para condrito mostra enriquecimento em ETRL em relação aos ETRP, confirmando fracionamento para todo o conjunto de rochas. Anomalias negativas de Ho e Ce indicam que estas rochas sofreram alteração secundária, conforme suspeitado pela petrografia. O Spidergram normalizado para o manto primitivo (Taylor e McLennan, 1985) utilizado para as amostras apresenta anomalias negativas de Ta, Cs e Ti. As assinaturas geoquímicas são condizentes com rochas cálcio-alcálinas, próprias de arcos magmáticos.

4. Conclusão

Os dados geoquímicos, isotópicos e geocronológicos apontam que estas rochas foram geradas em um arco magmático juvenil do início do Sideriano. No contexto tectônico, as idades destes

granitoides e de outros corpos crono-correlatos (e.g., Seixas et al., 2012) implicam na ampliação do intervalo temporal para o desenvolvimento do magmatismo do cinturão Mineiro. Estes dados são de grande relevância, pois revelam a presença de material originado no contexto evolutivo inicial do Cinturão Mineiro, em ambiente intra-oceânico, porém contemporâneo à geração da margem passiva Minas, uma vez que as idades aqui obtidas são comparáveis à idade da Formação Gandarela (2420 ± 19 Ma).

5. Referências bibliográficas

- Ávila, C.A., 2000. Geologia, petrografia e geocronologia de corpos plutônicos Paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton São Francisco, região de São João del Rei, Minas Gerais. Unpublished PhD Thesis, Rio de Janeiro Federal University, 401 pp.
- Ávila, C.A., Valença, J.G., Moura, C.A.V., Klein, V.C., Pereira, R.M., 2003. Geoquímica e idade do Tonalito/trondhjemito Cassiterita, borda meridional do Cráton São Francisco, Minas Gerais. *Arquivos do Museu Nacional* 61, 267-284.
- Ávila, C.A., Teixeira, W., Cordani, U.G., Moura, C.A.V., Pereira, R.M., 2010. Rhyacian (2.23-2.20 Ga) juvenile accretion in the southern São Francisco craton, Brazil: geochemical and isotopic evidence from the Serrinha magmatic suite, Mineiro belt. *Journal of South American Earth Science* 29, 464-482.
- Babinski, M.; Chemale Jr., F.; Van Schmus, W.R. 1995. The Pb/Pb age of Minas Supergroup carbonate rocks, Quadrilátero Ferrífero, Brazil, and its implications to the correlation with BIFs from South Africa and Australia. *Precambrian Research* 72:235–245.
- Hartmann, L.A.; Endo, I.; Suita, M.T.F.; Santos, J.O.S.; Frantz, J.C.; Carneiro, M.; McNaughton, N.J.; Barley, M.E. 2006. Provenance and age delimitation of Quadrilátero Ferrífero sandstones based on zircon U–Pb isotopes. *Journal of South American Earth Sciences* 20:273-285.
- Seixas, L.A.R., David, J., Stevenson, R., 2012. Geochemistry, Nd isotopes and U–Pb geochronology of a 2350 Ma TTG suite, Minas Gerais, Brazil: Implications for the crustal evolution of the southern São Francisco craton. *Precambrian Research* (196–197): 61-80.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Oxford, 234p.
- Teixeira, W., Ávila, C.A., Nunes, L.C., 2008. Nd–Sr isotopic geochemistry and U–Pb geochronology of Fé granitic gneiss and Lajedo granodiorite: implications for Paleoproterozoic evolution of the Mineiro belt, southern São Francisco Craton. *Geologia USP Série Científica* 8, 53–73.
- Teixeira, W.; Ávila, C.A.; Dussin, I.A.; Corrêa Neto, A.V.; Bongiolo, E.M.; D’Agrella-Filho, M.A.; Santos, J.O. 2013. Siderian (2.36-2.33 Ga) juvenile accretion in the Southern São Francisco Craton: connections with the Paleoproterozoic Minas accretionary orogeny and global paleogeographic implications. *Precambrian Research*, submetido, 2013.