

## PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DA PORÇÃO OESTE DO PLUTON AROEIRAS

José Victor Antunes de Amorim<sup>1</sup>; Ignez de Pinho Guimarães<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Geologia- CTG – UFPE; E-mail: josevictor.amorim@ufpe.br,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de Geologia – CTG – UFPE. E-mail: ignez@ufpe.br.

**Sumário:** A Província Borborema no Nordeste do Brasil compreende a parte central de uma larga faixa orogenética formada como consequência de convergência e colisão dos crátons São Luís-Oeste Africano e São Francisco-Congo-Kasai, iniciadas no Arqueano e com superposições de vários eventos evolutivos, culminando no Neoproterozóico Superior com uma grande colagem orogênica (Ciclo Brasileiro/Pan-Africano; 0.75-0.55 Ga) responsável pelo estabelecimento atual da estruturação da província. A área estudada está inserida no Domínio da Zona Transversal, no Município de Aroeiras – PB.

O plúton Aroeiras, situado no Domínio Central da Província Borborema é caracterizado por magmatismo granítico em forma de pequenos corpos, *sheets* e diques de monzogranitos e siegnogranitos, com enclaves de granodioritos e quartzo dioritos. Seu alojamento está associado tectônica extensional associada à movimentação sincrônica de zonas de cisalhamento E-W destrais e NE-SW sinistrais. São rochas metaluminosas a levemente peraluminosas, ferrosas e calcialcalinas de alto potássio. Nos diagramas discriminantes tectônicos os granitos são associados a ambientes pós-orogênicos, enquanto os dioritos possuem assinaturas similares a basaltos alcalinos de ilha oceânica e intraplaca. Dados de química mineral sugerem que parâmetros para a cristalização das rochas graníticas: as temperaturas obtidas variam de 519° C a 748° C e as pressões 5,1kbar e 6,3kbar, à fugacidades intermediárias de oxigênio. Foram calculadas idades no modelo de dois estágios  $T_{DM} = 2,154\text{Ga}$  e  $T_{DM} = 2,182\text{Ga}$  para os dioritos, e  $T_{DM} = 2,345\text{Ga}$  para os granitos. Os valores de  $\epsilon\text{Nd}_i$  são bastante negativos dioritos entre  $\epsilon\text{Nd}_i = -11,53$  e  $\epsilon\text{Nd}_i = -11,58$  e granitos para os granitos  $\epsilon\text{Nd}_i = -13,97$ . Dados U-Pb, foram mostraram idades de cristalização para o plúton Aroeiras em duas amostras, um dique de granito tardio leucocrático obteve intercepto em  $572,7 \pm 7,2$  Ma, a outra amostra, um ortognaisse associado a zona de cisalhamento com cinemática sinistral com dois interceptos, um em  $585 \pm 5,6$  Ma, outro em  $603 \pm 5,0$  Ma, este último com maior probabilidade de concordância.

**Palavras-chave:** Borborema; geoquímica; granito; mineral; química

### INTRODUÇÃO

A Província Borborema foi dividida em três grandes domínios tectônicos limitados pelos sistemas de cisalhamentos Patos e Pernambuco de direção E-W (Van Schmus et al., 1995; 2008); Setentrional, Central ou Zona Transversal e Meridional. A área estudada está inserida no Domínio da Zona Transversal, no Município de Aroeiras – PB.

Esta área compreende a porção leste da Zona de Cisalhamento Coxixola com direção E-W e cinemática destrai. Nesta área, a zona de Cisalhamento Coxixola no mapas disponíveis não se apresenta de forma contínua. Próximo aos bordos leste e oeste do Pluton Aroeiras, observa-se zonas de cisalhamento com cinemática sinistral (Galante e Batista) que se conectam com a Zona de Cisalhamento Coxixola. Este padrão em dominó, definido previamente definido por Jardim de Sá (1994), possibilita abertura de espaço para entrada do magmatismo granítico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os trabalhos de gabinete foram realizados a partir das amostras coletadas em campo. Delas foram analisadas as melhores para geoquímica e laminação, para que a partir disso fossem pulverizadas e confeccionadas lâminas e realizadas as descrições petrográficas com contagem de pontos. A confecção das seções delgadas foi realizada no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia da UFPE.

As descrições microscópicas foram realizadas no Laboratório de Mineralogia Óptica da UFPE. As descrições petrográficas foram realizadas em microscópios petrográficos polarizados do tipo Olympus BX-40 e Leitz Laborlux 11S POL. A descrição consistiu na análise mineralógica, textural, processos de alteração e recristalização. Após a contagem de pontos, foi obtida a composição modal das amostras, então projetadas no diagrama QAPF e classificadas.

As análises geoquímicas dos granitóides foram realizadas por fusão de LiBO<sub>2</sub> por ICP-AES para elementos maiores, e ICP-MS para elementos traço, incluindo os Elementos Terras Raras (ETRs), no Laboratório Acme, Canadá. Os diagramas e cálculos geoquímicos foram confeccionados utilizando o Geochemical Data Toolkit 3.00.

Os dados Sm-Nd e U-Pb em zircão foram analisados no laboratório de geocronologia da UnB. O plotados utilizando o IsoPlot e o GCDkit 3.00.

Plagioclásio e anfibólio das fácies graníticas do Pluton Aroeiras foram analisados pela microsonda eletrônica JEOL JXA-8230 com cinco espectrômetros de dispersão de comprimento de onda (WDS), voltagem de aceleração de 15 kV, corrente de 10 nA. As seções delgadas polidas foram metalizadas com carbono em câmara de vácuo. Análises realizadas no Instituto de Geociências da Universidade de Brasília.

## RESULTADOS

Petrograficamente, os granitóides estudados são divididos em dois grupos distintos: 1) *Sheets* de sienogranito e monzogranito porfirítico cortados por diques de granitos leucocráticos; 2) quartzo-dioritos observados principalmente como enclaves nos diques e *sheets* de granitos.

Os granitóides estudados são metaluminosos a levemente peraluminosos (Shand, 1943), os granitos são calcialcalinos e os dioritos são toleíticos segundo Irvine & Baragar (1971), ferrosos (Frost et al., 2001) apresentando altas razões  $FeO/(FeO+MgO) > 0,81$ . Segundo Peccerillo & Taylor (1976) e os granitóides estudados são calcialcalinos de alto-K.

Os diagramas do tipo Harker mostram correlações negativas de Ti, Mg, Ca e Fe, e positiva de K, além disso, evidenciam dois processos principais: 1) as rochas de composição dioríticas e graníticas não são cogenéticas; 2) as rochas híbridas ficam plotadas no intermédio entre dioríticas e graníticas, sugerindo processos de mistura de magmas ao longo da evolução do plúton.

Os padrões dos elementos Terras Raras normalizados em relação aos valores do condrito de Nakamura (1974) distinguem dois grupos: 1) dioritos com padrões menos fracionados com razões  $(Ce/Yb)_N$  entre 6,9 e 8,6, e anomalias de Eu pouco pronunciadas com razões  $Eu/Eu^*$  variando de 0,81 a 0,84; 2) granitos mostrando padrões bastante fracionados com razões  $(Ce/Yb)_N$  entre 8,15 e 21,15, e anomalias de Eu mais pronunciadas que as observadas nos granitóides do grupo 1, com razões  $Eu/Eu^*$  variando entre 0,45 a 0,68.

Os padrões spidergram dos dioritos foram normalizados em relação aos valores do MORB (Pearce, 1983), e é caracterizado por enriquecimento em elementos mais incompatíveis, tanto nos elementos litófilos de íon grande (LILE), como nos elementos de ligação de alto potencial iônico (HFSE).

Os padrões spidergram dos granitos foram normalizados em relação aos valores do condrito sugeridos por Thompson (1982), e são caracterizados por depressões em Nb e Ta, e Sr, P e Ti.

As rochas dioríticas foram classificadas em diagramas discriminantes tectônicos de rochas basálticas, os diagramas escolhidos, envolvem elementos que sejam menos móveis a médio e alto grau de deformação. No diagrama ternário de Meschede (1986), plotaram no campo AI, que corresponde a basaltos alcalinos intraplaca. No diagrama do Mullen (1986) residem no campo dos basaltos alcalinos de ilha oceânica.

Nos diagramas discriminantes de ambientes tectônicos de Pearce *et al.* (1984) e Pearce (1996), os granitóides são classificados como intraplacas e pós-colisionais respectivamente.

Foram obtidas as razões isotópicas Sm-Nd (Fig.2) de 3 amostras do plúton (ARO-1A, ARO-6 e ARO-8A), uma de composição granítica e duas de composição diorítica. E foram calculadas idades no modelo de dois estágios TDM = 2,154Ga e TDM = 2,182Ga para os dioritos, e TDM = 2,345Ga para os granitos. Os valores de  $\epsilon_{Nd}$  são bastante negativos: 1) Para as rochas de composição diorítica  $\epsilon_{Nd} = -11,53$  e  $\epsilon_{Nd} = -11,58$ ; 2) para os granitos  $\epsilon_{Nd} = -13,97$ .

A partir dos dados U-Pb, foram obtidas idades de cristalização para o plúton Aroeiras: 1) Amostra ARO-1B, dique de granito tardio leucocrático na cidade de Aroeiras-PB pelo método TIMS obteve intercepto em  $572,7 \pm 7,2$  Ma; 2) Amostra ARO-103, ortognaisse com porfiroclastos de microclina e cinemática sinistral a oeste de Aroeiras, com dois interceptos, um em  $585 \pm 5,6$  Ma, outro em  $603 \pm 5,0$  Ma, este último com maior probabilidade de concordância.

O anfibólitos do Pluton Aroeiras são cálcicos segundo a classificação de Leake *et al.* (1997). Os anfibólitos das fácies graníticas mostram composição ferro-edenita, enquanto as fácies híbrida e diorítica mostram composição hastingsita, ferro-hastingsita e ferrotschermakita. Os valores de Fe# [Fe/(Fe+Mg)] nos anfibólitos analisados variam de 0,7 a 0,75 nas fácies graníticas; e os valores de Al<sub>total</sub> e Al<sub>IV</sub> variam entre 1,7 - 1,94 e 1,37 - 1,52. Os plagioclásios dos granitóides do Pluton Aroeiras têm composição de oligoclásio (An<sub>16</sub>-An<sub>28</sub>). A reação edenita-tremolita (edenita + 4 quartzo = tremolita + albita) é um geotermômetro baseado no conteúdo de Al em hornblenda coexistente com plagioclásio nas paragêneses saturadas ou não em sílica (Blundy & Holland, 1990). Os resultados mostrados na tabela abaixo foram obtidos utilizando as pressões obtidas pelo geobarômetro de Schmidt (1992). As temperaturas obtidas variam de 519° C a 748° C e as pressões 5,1kbar e 6,3kbar.

## DISCUSSÃO

As intrusões mais antigas são *sheets* de granitos associados com enclaves dioríticos orientados e xenólitos das encaixantes, mostrando direção E-W e deformação no estado sólido, associadas à Zona de Cisalhamento Coxixola com cinemática dextral. Esta zona de cisalhamento limita os ortognaisses e metavulcânicas Paleoproterozóicos (Complexos Vertentes e Floresta) ao norte, e a sequência metassedimentar Neoproterozóica ao sul e a leste onde afloram grandes diques encaixados na foliação, transposta e verticalizada pelo cisalhamento, do Complexo Surubim, no Domínio da Zona Transversal. As intrusões mais tardias são diques de granito leucocrático (Fig. 1b), que podem estar relacionados à uma tectônica extensional tardia. Os granitos mostram inúmeros enclaves máficos orientados e, por vezes, parcialmente digeridos, com bordos crenulados e textura rapakivi. Enclaves de granitos também são observados nos enclaves máficos, sugerindo processos de coexistência e mistura parcial de magmas.

## CONCLUSÕES

Os granitóides estudados mostram assinaturas geoquímicas de magmatismo associado à ambiente extensional. O alojamento do plúton parece estar associado à movimentação sincrônica das Zonas de Cisalhamento E-W e NE-SW. Cristalizando a fugacidades intermediárias de oxigênio, pressões entre 5,1 – 6,3kbar e temperaturas de 719,62 – 733,09 °C. As idades U-Pb obtidas, apesar de ainda necessitarem de um maior refinamento, sugerem mais de 30 Ma de ano de magmatismo granítico na área estudada. Os valores de  $\epsilon\text{Nd}(585\text{Ma})$  e as idades  $T_{\text{DM}}$  sugerem que os granitos estudados foram gerados a partir da fusão de crosta inferior e os dioritos, possivelmente gerados por fusão de litosfera subcontinental modificada por metassomatismo associada a orogênese Riacciana. Os magmas dioríticos podem ter sido a fonte de calor necessária para promover a fusão da crosta inferior e geração dos magmas graníticos.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa para realizar o projeto.

### REFERÊNCIAS [centralizado, negrito]

- Frost, B.R., Barnes, C.G., Collins, W.J., Arculus, R.J., Ellis, D.J., Frost, C.D.*, 2001. A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of Petrology* 42, 2033-2048.
- Irvine, T.N., and Baragar, W.R.A.*, 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 8, p. 523-548.
- Jardim de Sá, E.F.*, 1994. A faixa seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira / Pan-Africana. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 804pp.
- Meschede, M.*, 1986. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb–Zr–Y diagram. *Chemical Geology* 56, 207–218.
- Mullen, E. D.*, (1983). MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters* 62, 53–62.
- Nakamura, N.*, 1974. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na, and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 38, 757-775.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.G.*, 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology* 39, 689-710.
- Pearce, J.A.*, 1996. Sources and setting of granitic rocks. *Episodes* 19(4), 120-125.
- Peccerillo, A., Taylor, S.R.*, 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contributions to mineralogy and petrology* 58, 63-81.
- Shand, S.J.*, 1943. *The Eruptive Rocks*, 2nd edn. New York: John Wiley, 444pp.
- Thompson, R.N.*, 1982. Magmatism of the British Tertiary Province. *Scottish Journal of Geology*, 18, 49-107.
- Schmidt, M.W.*, 1992. Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: An experimental calibration of the Al-in-hornblende-barometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 110, 304-310.
- Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Hackspacher, P., Babinski, M.*, 1995, U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of eastern Borborema Province, northeastern Brazil: initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8, p. 267- 288.
- Van Schmus, W.R., Oliveira, E.P., Silva Filho, A.F., Toteu, S.F., Penaye, J., Guimarães, I.P.*, 2008. Proterozoic links between the Borborema Province, NE Brazil, and the Central African Fold Belt. *Geological Society of London, Special Publication*, 294, 69-99.