



## **PLUTON BRAVO: GRANITO TRANS-ALCALINO PÓS-COLISIONAL, SIN A TARDI-TRANSCORRÊNCIA, PROVINCIA BORBOREMA.**

Geysson de Almeida LAGES<sup>1</sup>, Marcelo de S. MARINHO<sup>1</sup>, Roberta G. BRASILINO<sup>1</sup>

(1) CPRM- Serviço Geológico do Brasil – [geysson.lages@cprm.gov.br](mailto:geysson.lages@cprm.gov.br), [marcelo.marinho@cprm.gov.br](mailto:marcelo.marinho@cprm.gov.br), [roberta.brasilino@cprm.gov.br](mailto:roberta.brasilino@cprm.gov.br)

### **RESUMO**

O *Pluton* Bravo composto por sieno/monzogranitos associados à dioritos ocorre como *stock* elipsoidal sintectônico a zonas de cisalhamento transcorrente conjugadas. Tais litologias mostram feições de mecanismos de hibridização, ortognaissificação e *stopping* magmático. Os monzo/sienogranitos exibem assinaturas potássico-férrico trans-alcálica metaluminosa/peraluminosa (pós-colisional) e os dioritos têm assinaturas similares a basaltos alcalinos. As análises Sm-Nd indicam idades-modelo  $T_{DM} = 2.18$  a  $2.35$  Ga e  $\epsilon_{Nd(570\text{ Ma})} = -18,44$  a  $-17,16$ . A fusão de um manto subcontinental enriquecido associado à fusão parcial de crosta félsica são evocados como fontes para os magmas.

**Palavras-chave:** *Pluton* Bravo; Província Borborema; magmatismo trans-alcálico

### **ABSTRACT**

The Bravo *Pluton* is composed by syeno/monzogranites associated with diorites, it occurs as syn-tectonic elipsoidal stock affected by non-parallel strike-slip shear zones. Mechanisms of magma mingling, mixing and magmatic stopping features are observed. A trans-alkaline potassic ferroan post-collisional signature is showed for the granites and the diorites have signature similar to alkaline basalts. Model-age  $T_{DM} = 2.18$  to  $2.35$  Ga and  $\epsilon_{Nd(570\text{ Ma})} = -18.44$  to  $-17.16$  were obtained. Upper mantle anatexis with partial melting of felsic lower crust is evoked to explain the origin of magma.

**Keywords:** Bravo *Pluton*; Borborema Province; Trans-alkaline magmatism

### **1. ASPECTOS DE CAMPO E PETROGRÁFICOS**

O *Pluton* Bravo situa-se no centro-leste da Paraíba, na localidade de Bravo, município de Cabaceiras. Constitui um *stock* de forma elipsoidal colocado entre duas zonas de cisalhamento conjugadas de orientação NE-SW e E-W sugestivo de intrusão sintectônica. Essas estruturas foram responsáveis pelo desenvolvimento de foliações miloníticas nas bordas do corpo e afetaram uma foliação magmática de borda anterior.

O corpo não apresenta zonação faciológica distinta, contudo mencionam-se zonas de hibridização de magmas, onde predomina a mistura mecânica (*mingling*) sobre química (*mixing*). Na borda sul do *pluton* ocorre feições de ortognaissificação associadas a fragmentos de granitóides, dioritos e gnaisses. Essas estruturas são sugestivas de *stopping* magmático, do tipo brecha plutônicas associadas com uma deformação dúctil-rúptil, tais como cataclastos e milonitos.

Corresponde a biotita monzo/sienogranitos de cor cinza, textura fanerítica inequigranular grossa a porfírica com megacristais de K-feldspato de 1,5 cm. Do centro para borda, por vezes nota-se a foliação magmática paralelizada às zonas miloníticas milimétricas indicando a influência dos cisalhamentos no fluxo magmático.



Mineralogicamente essas rochas apresentam plagioclásio de composição oligoclásica com zonação normal. Exibem macla de deformação e extinção ondulante, comumente estão saussuritizados. O quartzo compõe agregados policristalinos e possui contatos irregulares, extinção ondulante e formação de sub-grãos. O K-feldspato predominante é microclina com textura perfitica. Texturas do tipo *Mortar* e incipientes sombras de pressão atestam deformação nestes. A mineralogia acessória conta com: biotita, anfibólios, titanita, apatita, allanita, zircão e minerais opacos.

Os dioritos ocorrem sob a forma de enxames de enclaves e pequenos corpos, com inúmeras feições de hibridização. É comum observar foliação milonítica desenvolvida por sobre estes enclaves. Foram classificados como biotita-anfibólio quartzo dioritos a quartzo-monzonitos/monzodioritos mesocráticos. Exibem textura fanerítica fina inequigranular, cor cinza escura a preta. A composição modal é similar às rochas hospedeiras diferindo na granulação dos cristais e, sobretudo na quantidade das fases máficas.

## 2. RESULTADOS GEOQUÍMICOS, ISOTÓPICOS E CONCLUSÕES

As análises das amostras coletadas mostram teores de sílica variando de 68,4 a 73,5% para os monzo/sienogranitos e ~55% para os dioritos. Ambos possuem alto conteúdo de álcalis, com razão  $K_2O/Na_2O > 1$  e elevado Fe# ( $FeO_t/FeO_t+MgO$ ), de 0,85 a 0,93. O índice de saturação em alumina (figura 1) caracteriza os sienogranitos como metaluminosos/peraluminosos e os dioritos como metaluminosos. O diagrama AFM (figura 2) evidencia *trend* paralelo ao campo AF para os sienogranitos, comum a granitos tipo-A. Os dioritos são enriquecidos em Fe. As litologias plotam na série ferrosa de Frost *et al.* (2001) (figuras 3) e como trans-alcálicos segundo classificação de Middlemost (1997) (figura 4).

Os sienogranitos possuem teores baixos a médios de Ba (649 a 1204 ppm), Sr (102 a 202 ppm) e médio de Rb (149 a 203 ppm). Os dioritos exibem altos teores de Ba (1900 a 2013 ppm), Zr (1134 a 1268 ppm), Nb (49 a 55 ppm), Y (86 a 91 ppm) e  $TiO_2 \sim 1.68\%$ .

Os ETR, normalizados pelo condrito de Boynton (1984), nos sienogranitos, as razões  $(La_N/Yb_N)_N$  estão entre 14 a 19.4 e  $(Eu/Eu^*)_N$  entre 0.31-0.37, indicam forte anomalia negativa. Os dioritos possuem  $(La_N/Yb_N)_N < 10$  e significativa anomalia negativa de  $(Eu/Eu^*)_N \sim 0.63$ . O espectro multielementar (figura 5) revela fracionamento dado pela razão LILE/HFSE, picos em La, Zr e forte depressão em P, Ti e menor em Sr. Os sienogranitos são mais enriquecidos em elementos incompatíveis como Th, K e Rb que os dioritos.

No diagrama discriminante de ambientes tectônicos de Pearce *et al.* (1984), as amostras plotam no campo de granitos pós-tectônicos/intraplaca (figura 6).



A análise Sm-Nd de amostra sienogranítica do sul do *pluton* exibe idade-modelo  $T_{DM} = 2.35$  Ga e  $\epsilon_{Nd} (570 \text{ Ma}) = -18,44$  e para rocha quartzo-diorítica a noroeste do corpo forneceu idade-modelo  $T_{DM} = 2,18$  Ga e parâmetro  $\epsilon_{Nd} (570 \text{ Ma}) = -17,16$ .

Os litotipos estudados exibem assinaturas potássico-férricos, trans-alcalinos e pós-colisionais. Podem ser classificados como granitos álcali-cálcicos metaluminosos a peraluminosos, segundo a concepção de Frost *et al.* (2001). Os dioritos diferenciam-se por apresentarem assinaturas geoquímicas similares a de basaltos alcalinos, consoante a outras intrusões do gênero descritas na Província Borborema (Guimarães *et al.* 2005, 2011).

A compatibilidade geoquímica com granitos tipo-A e associação com tectônica transcorrente brasileira permite enquadrar o *Pluton* Bravo nos granitos pós-colisionais de ca. 570 Ma, (Grupo 3) de Guimarães *et al.* (2004). A gênese proposta para esses corpos abordada por diversos autores é a mistura entre magmas originados pela anatexia do manto superior, enriquecido durante o paleoproterozóico, combinado a magmas provenientes da fusão parcial de uma crosta inferior félsica.

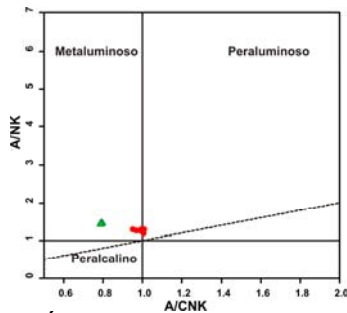
Para Frost & Frost (2011) o decréscimo de pressão é fator controlador de assimilação/fusão da crosta félsica. Nesse caso, o caráter levemente peraluminoso de algumas amostras pode ser função da mistura incompleta dessas fontes com assimilação de diferentes quantidades de crosta félsica conforme ocorra despressurização. No mesmo sentido, Patiño Douce (1997) demonstrou experimentalmente ser possível a geração de granitos com assinatura do tipo-A metaluminosos pela fusão de granitóides cálcio-alcalinos (granodiorítico e tonalítico) a baixa pressão sem necessidade de presença de uma fonte granulítica ou rica em flúor. Para o autor, as características diagnósticas dos granitos tipo-A são adequadamente explicadas pelo baixo conteúdo de  $H_2O$  da fonte e baixa pressão de formação ( $P \leq 4$  Kbar e parcialmente por  $P < 8$  Kbar).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

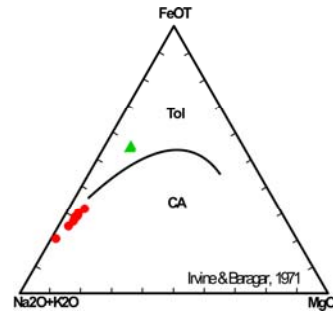
- Frost, C.D. & Frost, B.R. 2011. On Ferroan (A-type) Granitoids: their Compositional Variability and Modes of Origin. *J. Petro.* 52: 39-53.
- Guimarães *et al.* 2009. Trans-alkaline magmatism in the Serrinha-Pedro Velho Complex, Ne Brazil and its correlations with the magmatism in eastern Nigeria. *Gondwana Research.* 15: 98-110.
- Guimarães *et al.* 2005. O magmatismo trans-alcalino na Borborema e seu significado geotectônico. *Resumos do XXI S.G. do Nordeste.* 71-73.
- Guimarães *et al.* 2004. Brasileiro granitic magmatism in the Pajeú-Paraíba belt, Ne Brazil: an isotopic and geochronological approach. *Precambrian Research.* 135: 23-53.
- Frost, B.R *et al.* 2001. A Geochemical Classification for Granitic Rocks. *J. Petro.* 42: 2033-2048.
- Middlemost, E.A.K. 1997. *Magmas, Rocks and Planetary Development.* Longman, Harlow.
- Patiño Douce, A. 1997. Generation of metaluminous A-type granites by low-pressure melting of calc-alkaline granitoids. *Geology.* 25: 743-746.
- Maniar & Piccoli. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **101**(5): 635-643.
- Pearce, J. A. Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*, v.19, n.4. pp.120-125. 1996.
- Boynton, W. V. 1984. Geochemistry of rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. Rare earth element geochemistry, Elsevier, p. 63-114.



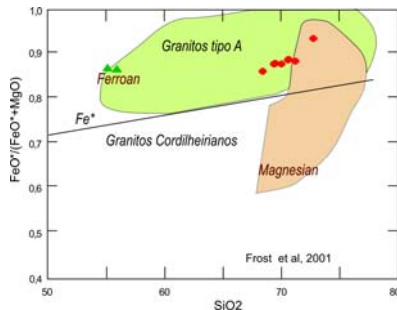
Thompson, R.N. 1982. Magmatism of the British Tertiary volcanic Province. *Scott. J. Geol.* 18: 49- 107.  
Irvine, T. N & Baragar, W. R. A. 1971. *Canadian J. of Earth Sciences.* 8: 523-548.



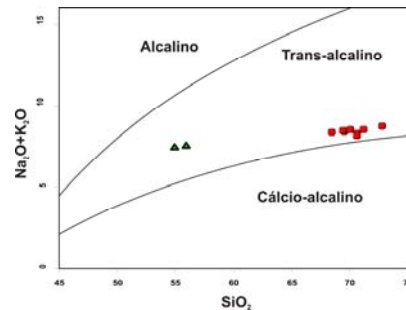
**Figura 1** – Índices de Shand, expressos em diagrama de Maniar & Piccoli (1989), caracteriza o grau de saturação em alumina de amostras para o *Pluton Bravo* (monzo/sienogranitos – vermelho; dioritos – verde).



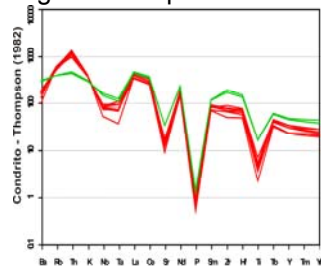
**Figura 2** – Diagrama AFM evidenciando *trend* paralelo ao lado AF com enriquecimento em Fe dos dioritos. Mesma simbologia da figura anterior.



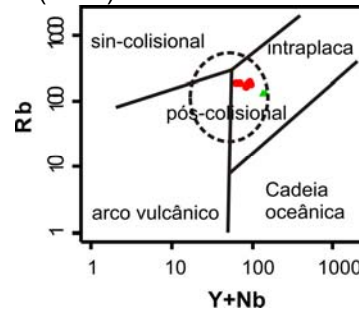
**Figura 3** – Diagrama de distinção entre granitos ferrosos e magnesianos para o *Pluton Bravo*



**Figura 4** – Diagrama TAS com campos de Middlemost (1997) com amostras do *Pluton Bravo*



**Figura 5** – Diagrama multielementar para amostras do *Pluton Bravo* (vermelho) e enclaves (verde).



**Figura 6** – Diagrama discriminante de ambiente tectônico de Pearce *et al.* (1996) para as amostras do *Pluton Bravo*.