



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

---

**TESE DE MESTRADO**

**“GEOLOGIA, PETROGRAFIA, GEOQUÍMICA DO GRANITO BOM  
JARDIM, REGIÃO DE SÃO FÉLIZ DO XINGU, PROVÍNCIA MINERAL  
DE CARAJÁS.”**

**Dissertação apresentada por:**

**SABRINA CRISTINA CORDOVIL PINHO**

---

**BELÉM**

**2009**



**Universidade Federal do Pará**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**GEOLOGIA, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DO  
GRANITO BOM JARDIM, REGIÃO DE SÃO FELIX DO  
XINGU, PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR

**SABRINA CRISTINA CORDOVIL PINHO**

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em  
Ciências na Área de GEOQUÍMICA E PETROLOGIA

Data de Aprovação: **22 / 05 / 2009**

**Banca de Dissertação:**

\_\_\_\_\_  
PROF. DR. CLAUDIO NERY LAMARÃO  
(Orientador-UFPA)

\_\_\_\_\_  
PROF. DR. CAETANO JULIANI  
(Membro-USP)

\_\_\_\_\_  
PROF. DR. REGIS MUNHOZ K. BORGES  
(Membro-UFPA)

Belém

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

P654g Pinho, Sabrina Cristina Cordovil

Geologia, petrografia e geoquímica do granito Bom Jardim, região de São Félix do Xingu, Província Mineral de Carajás / Sabrina Cristina Cordovil Pinho; Orientador: Cláudio Nery Lamarão – 2009

xv, 121 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

1. Granito. 2. Greisen. 3. Cassiterita. 4. Microscopia eletrônica de Varredura. 5. Suíte Velho Guilherme. I. Universidade Federal do Pará. II. Lamarão, Cláudio Nery, *orient.* III. Título.

CDD 20. ed.: 553.52

---

## RESUMO

Na Província Mineral de Carajás, cráton Amazônico, três importantes suítes graníticas foram individualizadas, com base em dados geológicos, petroquímicos, geocronológicos e isotópicos, nas suítes Jamon, Velho Guilherme e Serra dos Carajás. Essas suítes são compostas por stocks e batólitos com idades entre 1,89 a 1,86 Ga. A ausência de deformação, somada ao caráter discordante dos plutons e à presença de intercrescimentos micrográficos sugere níveis elevados de colocação. Todos os corpos graníticos possuem característica de granitos tipo-A e assinatura intraplacas. Os plutons da suíte Jamon mostram caráter oxidado, enquanto os plutons das suítes Velho Guilherme e Serra dos Carajás são moderadamente reduzidos e reduzidos, respectivamente. Nos domínios da suíte Velho Guilherme, região de São Félix do Xingu, os maciços Antonio Vicente, Velho Guilherme, Serra da Queimada, Mocambo, Ubim-sul e Benedita são mineralizados em cassiterita ( $\pm$ wolframita). A mineralização está relacionada às fácies mais evoluídas, afetadas por alterações tardi a pós-magmáticas, e a rochas greisenizadas. As rochas graníticas da suíte Velho Guilherme são predominantemente hololeucocráticas a leucocráticas, monzograníticas a sienograníticas, com termos álcali-feldspato granito subordinados. Mostram baixos conteúdos de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , Sr, Ba e Cl, e moderados de Hf, U e Zr. Rb, Y, F, Li, Th, Nb, Ta, Ga, e as razões Rb/Sr, Rb/Ba, F/Cl são predominantemente elevadas. O Granito Bom Jardim, inserido na suíte Velho Guilherme, é um maciço subarredondado, situado às margens do Rio Xingu, ocupando uma área de aproximadamente 400 km<sup>2</sup> a sul da cidade de São Félix do Xingu e intrusivo em rochas vulcânicas intermediárias a félsicas do Grupo Uatumã. É formado predominantemente por monzogranitos e sienogranitos isotrópicos, rosados, médios a grossos, contendo biotita como principal fase máfica. Diques aplíticos são comuns cortando o corpo em diferentes direções. Tais rochas encontram-se afetadas em diferentes intensidades por alterações tardi a pós-magmáticas. Rochas greisenizadas mineralizadas a cassiterita e wolframita, além de veios centimétricos de quartzo contendo wolframita+pirita+fluorita foram identificados em zonas de cúpula do granito pervasivamente alteradas. Dados de suscetibilidade magnética mostraram valores de  $5,34 \times 10^{-4}$  SIv (valor mínimo) a  $9,18 \times 10^{-4}$  SIv (valor máximo), similares aos obtidos no granito Antônio Vicente. Estudos de microscopia eletrônica de varredura mostraram que a mineralização de cassiterita e wolframita ( $\pm$ columbita) está associada predominantemente às rochas sienograníticas e greisenizadas. Os zircões das diferentes fácies do Granito Bom Jardim são enriquecidos em Hf, Y Th e U e mostram baixas razões Zr/Hf, assemelhando-se aos zircões

dos demais granitos especializados das Províncias estaníferas do Sul do Pará, Pitinga e Rondônia. Tal fato sugere que análises semi-quantitativas em zircão, obtidas por EDS através de MEV, podem ser utilizadas preliminarmente não apenas como traçadoras de regiões fonte e indicadoras da natureza geoquímica de suas rochas ígneas hospedeiras, mas também numa avaliação preliminar do potencial metalogenético para granitos mineralizados em Sn e W ( $\pm$ Nb+Ta). Geoquimicamente as rochas do Granito Bom Jardim são empobrecidas em TiO<sub>2</sub>, MnO, MgO, CaO e P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. O Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> situa-se em torno de 13%, com valores mais elevados nas RG1 (14%). Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O apresentam valores médios normais e pouco variáveis, exceto nas RG. O Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> raramente ultrapassa 2,0% , sendo, entretanto, mais elevado nas RG1 (média ~7%) e RG2 (média ~3,7%), muito provavelmente em decorrência da presença de siderofilita. Rb e Ba mostram comportamento inverso. O primeiro aumenta no sentido das rochas MzG-LMzG-SG-RG1-RG2, com valores médios de 294, 711, 790, 874 e 1835 ppm, respectivamente. O segundo mostra, neste mesmo sentido, valores médios de 670, 87, 18, 9 e 2 ppm. O Sr mostra comportamento similar ao do Ba, exceto nas RG, o que proporciona um aumento da razão Rb/Sr no sentido das rochas mais fracionadas. Sn e W mostram enriquecimento no sentido das rochas mais evoluídas, com as RG2 apresentando as maiores concentrações. F e Li são elevados em todas as fácies estudadas (1400 a 3000 ppm e 15 a 134 ppm, respectivamente), mas apresentam valores mais elevados nas RG1 (21000 ppm e 698 ppm). Os elementos Terras Raras (ETR) mostram padrões de fracionamento similares, com anomalias negativas de Eu crescentes no sentido das rochas sienograníticas. As RG possuem padrões similares, porém as RG1 são mais enriquecidas em ETR que as RG2. Os diagramas geoquímicos apontam a cristalização fracionada como o processo dominante controlando a evolução do corpo Bom Jardim, tal como observado em outros corpos da suíte Velho Guilherme. Com base nos dados obtidos e nas semelhanças com outros corpos graníticos da suíte Velho Guilherme, o granito Bom Jardim pode ser incluído nesta importante suíte granítica Paleoproterozóica.

**Palavras-chave:** Suíte Velho Guilherme, Granito, Greisen, Cassiterita, Microscopia eletrônica de Varredura.

## ABSTRACT

In the Carajás mineral province, located in the Amazonia Central geochronologic province, three important granite suites (Fig 1) were individualized on geologic, petrochemical, geochronological and isotope data in Jamon, Velho Guilherme and Serra dos Carajás (CPRM/DNPM 1999, Teixeira et al. 2002a, Dall'Agnol et al. 2005). These three suites are composed of ~1.89 to 1.86 Ga (Tab. 1) nondeformed stocks and batholiths. The absence of deformation along the massifs, the discordant character of the plutons and the presence of micrographic intergrowths suggest a high level of emplacement. All granites display characteristics of A-type granites and within-plate signature. The plutons of the Jamon suite show oxidized character, while the plutons of the Serra dos Carajás and Velho Guilherme suites are moderately reduced and reduced, respectively. In the domain of the Velho Guilherme suite, São Felix do Xingu region, the massifs Antonio Vicente, Serra da Queimada, Velho Guilherme, Mocambo, Ubim-sul and Benedita are tin ( $\pm$ W)-mineralized granites. The mineralization is related to evolved granitic facies affected by late to postmagmatic alteration or hosted in small bodies of greisens. The granitic rocks of the Velho Guilherme suite are dominantly hololeucocratic to leucocratic, monzogranite to syenogranite with subordinate alkali-feldspar granite. Show low contents of  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , CaO, MgO,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , Sr, Ba and Cl and moderate of Hf, U and Zr. Rb, Y, F, Li, Th, Nb, Ta, Ga, and Rb/Sr, Rb/Ba, F/Cl ratios are systematically high. The Bom Jardim granite, inserted into Velho Guilherme suite, is a rounded Sn-W mineralized massif that cover  $\sim 400 \text{ km}^2$ , outcrops south of São Felix do Xingu city, and is intrusive in intermediate to felsic volcanic rocks of the Uatumã Group. It is dominantly constituted by isotropic, pink and medium-to coarse grained monzogranite and syenogranite. Chloritized biotite is the main primary mafic phase. Aplite dikes are common cross cutting the granite in different directions. These rocks are affected in different intensities by late- to postmagmatic alteration. Greisenized rocks containing small primary concentrations of cassiterite+wolframite, besides quartz veins with millimetre to centimetre-sized crystals of wolframite+pyrite+fluorite, were identified in pervasively altered cupolas. Magnetic Susceptibility (MS) data showed values of  $5,34 \times 10^{-4}$  SIv (minimum valor) to  $9,18 \times 10^{-4}$  SIv (maximum valor), similar to those found in the syenogranitic rocks of the Antonio Vicente pluton. Scanning Electron Microscopy (SEM) studies indicate that the Sn and W mineralization are dominantly associated with syenogranite and greisenized rocks. The zircons of the different facies of the Bom Jardim granite are

characteristically enriched in Hf, Y, Th and U, and display low Zr/Hf ratios, such as zircon crystals of other specialized tin-granites of the Amazonian Craton. The obtained results demonstrate that a preliminary evaluation of the potential for Sn and W ( $\pm$ Nb+Ta) in evolved granites may be based on zircon compositional studies and in EDS semi-quantitative analyses obtained with a SEM. Geochemically, the rocks of the Bom Jardim granite have low contents of TiO<sub>2</sub>, MnO, MgO, CaO e P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. The Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is near of 13%, with RG1 displaying higher values (14%). Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O show medium contents, except in the RG. The Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rarely is superior to 2.0%, but it is higher in the greisenized rocks 1 (GR1), with ~7% (medium value) and greisenized rocks 2 (GR2), with ~3.7% (medium value), probably resulting from the presence of syderophyllite. Rb and Ba show inverse behavior. Rb increase in the sense of MzG-LMzG-SG-RG1-RG2, with average of 294, 711,790, 874 and 1835 ppm, respectively. Ba display, in this same sense, medium contents of 670, 87, 18, 9 and 2 ppm, respectively. Sr shows similar behavior of the Ba, except in the GR, originating an increase in the Rb/Sr ratios in the sense of the more fractionated rocks. Sn and W show enrichment from less evolved to the more evolved rocks, with the GR2 displaying higher concentrations. F and Li are high in all studies facies (1400 to 3000 ppm and 15 to 134 ppm, respectively), but the higher values are found in the GR1 (21000 ppm and 698 ppm). The Rare Earth Elements (REE) show similar fractionated patterns, with negative Eu anomalies increasing from monzogranite to syenogranite rocks. The GR have similar patterns, but the GR1 are more enriched in REE than the GR2. The geochemical diagrams indicate that the fractionated crystallization was the dominant process during the magmatic evolution of the Bom Jardim granite, such as observed in others granitic bodies of the Velho Guilherme suite. Based in the obtained data and in the petrographic, geochemical and geochronological similarity with others granites of the Velho Guilherme suite, the Bom Jardim granite can be included in the context of this important Paleoproterozoic granitic suite.

**Key-words:** Velho Guilherme Suite, Granite, Greisens, Cassiterite, Scanning Electron Microscopy.