



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 426

**GEOLOGIA, GEOQUÍMICA, E GEOCRONOLOGIA DO
GRANITO BOA SORTE, MUNICÍPIO DE ÁGUA AZUL DO
NORTE (PA) – PROVÍNCIA CARAJÁS**

Dissertação apresentada por:

DANIEL SILVESTRE RODRIGUES

Orientador: Prof. Davis Carvalho de Oliveira (UFPA)

**BELÉM-PA
2013**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Rodrigues, Daniel Silvestre, 1986-
Geologia, geoquímica e geocronologia do
granito Boa Sorte, Município de Água Azul do
Norte (PA), Província Carajás / Daniel
Silvestre Rodrigues. - 2013.

Orientador: Davis Carvalho de Oliveira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
do Pará, Instituto de Geociências, Programa de
Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém,
2013.

1. Granito - Água Azul do Norte (PA). 2.
Geologia - Água Azul do Norte (PA). 3. Geologia
histórica - Água Azul do Norte (PA). I. Título.

CDD 22. ed. 553.52



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

**GEOLOGIA, GEOQUÍMICA, E GEOCRONOLOGIA DO
GRANITO BOA SORTE, MUNICÍPIO DE ÁGUA AZUL DO
NORTE (PA) – PROVÍNCIA CARAJÁS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR

DANIEL SILVESTRE RODRIGUES

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

Data de Aprovação: 30 / 08 / 2013

Banca Examinadora:

Prof. Davis Carvalho de Oliveira
(Orientador-UFPA)

Prof. Roberto Dall'Agnol
(Membro-UFPA)

Prof. Elton Luiz Dantas
(Membro-UnB)

Para Ana.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado;

À FAPESPA (Processo nº 133/2008-0), ao convênio Vale-FAPESPA (Edital 001/2010 – ICAAF 053/2011) e INCT/Geociam (Processo nº 573733/2008-2) pelo apoio financeiro;

Ao professor Davis pela oportunidade, orientação e paciência durante o desenvolvimento deste trabalho;

Ao Instituto de Geociências (IG-UFPA) pela infraestrutura e suporte técnico;

Ao professor da FAGEO de Marabá José de Arimatéia C. Almeida pela assistência na etapa de campo, além das críticas e sugestões;

Aos técnicos responsáveis pela Oficina de Preparação de Amostras (OPA) e pela Oficina de laminação do IG-UFPA;

Aos pesquisadores Marco A. Galarza Toro e Moacir Macambira pela colaboração na obtenção e interpretação dos dados geocronológicos (evaporação de Pb) no Laboratório de Geologia Isotópica do IG-UFPA (Pará-Iso);

Ao pesquisador Cláudio N. Lamarão e à técnica Ana Paula do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (LABMEV-UFPA), pelo total apoio na obtenção das imagens de catodoluminescência;

Aos técnicos do Laboratório de Geocronologia da UnB pela realização das análises por LA-ICP-MS;

A todos os demais pesquisadores do Grupo de Pesquisa Petrologia de Granitoides, aqui representados pelos amigos Bhrenno, Chrystophe, Eleilson, Fabriciana, Max e PH, que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho;

Em especial aos professores Roberto Dall’Agnol (UFPA) e Elton L. Dantas (UNB) pelas críticas e sugestões indispensáveis ao aperfeiçoamento e finalização desta dissertação;

Agradeço ainda a equipe TC Geologia, principalmente aos geólogos Fabrício, Robertinho, PH (*again*), Elias, Felipe e Marcos, pela compreensão e apoio na etapa final deste trabalho; e

À Alice, que nesta fase de nossas vidas me deu o mais belo dos presentes.

RESUMO

O Granito Boa Sorte ocorre na região sudeste do estado do Pará, no contexto geológico do Domínio Carajás ou, mais precisamente, no Subdomínio de Transição entre o Domínio Rio Maria e a Bacia Carajás. Forma um batólito alongado na direção E-W, constituído por biotita leucomonzogranitos, com granodioritos e sienogranitos subordinados, que apresentam variados graus de deformação. As texturas observadas nas rochas com foliação dúctil mais pronunciada sugerem condições de médio grau (450°C - 600°C e 6±1 kbar) durante a deformação do Granito Boa Sorte. Este faz contato a sul com o Granodiorito Água Limpa, é intrusivo em TTGs e *Greenstone belts*, sendo ainda intrudido por plútons de composição máfica a intermediária do Diopsídio-Norito Pium, granitos da Suíte Planalto e por diques máficos. Geoquimicamente ocorrem quatro grupos distinguidos pelos diferentes padrões de ETR: (1) é o grupo predominante, sendo caracterizado pelas altas razões $(La/Yb)_N$, moderadas anomalias negativas de Eu e padrão côncavo dos ETR pesados; (2) possui baixas razões $(La/Yb)_N$ e acentuadas anomalias negativas de Eu; (3) é empobrecido em ETR leves, com razões $(Gd/Yb)_N$ próximas da unidade e anomalias negativas de Eu moderadas; e (4) caracteriza-se pelo baixo conteúdo total de ETR, com razões $(La/Yb)_N$ altas a moderadas. Tais grupos possuem características compatíveis com as de granitos tipo-I, cálcico-alcálicos e fracamente peraluminosos. São rochas com alto conteúdo de K_2O , baixo de elementos ferromagnesianos, moderado de CaO e Na_2O e moderado a alto de Al_2O_3 . As razões K_2O/Na_2O variam entre 1 e 2. Apesar da grande superposição, em média existe um aumento no conteúdo de SiO_2 entre os grupos de alta razão $(La/Yb)_N$ (1), baixa razão $(La/Yb)_N$ (2) e baixa razão $(Gd/Yb)_N$ (3). Em diagramas de Harker, o primeiro e o segundo grupo tendem a se alinhar em *trends* bem definidos, com o terceiro, em média, mostrando valores mais altos de Na_2O e mais baixos de K_2O , Zr e Hf, e o quarto grupo, que, além destas diferenças, apresenta conteúdos em média mais elevados de CaO , Ba e Sr e menores de Rb e da razão $FeO_t/(FeO_t+MgO)$. A colocação do Granito Boa Sorte se deu ainda no Mesoarqueano, com idade mínima de 2857 ± 2 Ma, e por diferentes processos de fusão de protólitos crustais, cujas idades mais antigas são de ~ 3,00 Ga. Distingue-se do grupo de Leucogranodioritos-granitos do Domínio Rio Maria, mostrando maior afinidade com os Leucogranitos Potássicos tipo Xinguara e Mata Surrão. Na região de Canaã dos Carajás, os grupos de alta e baixa razão $(La/Yb)_N$ apresentam boa correspondência com as rochas do Granito Cruzadão e, em alguns aspectos, com aquelas do Granito Bom Jesus. Já o grupo de baixa razão $(Gd/Yb)_N$ se

assemelha ao Granito Serra Dourada, enquanto que o grupo com baixo conteúdo de ETR possui maior afinidade com o Granito Canaã dos Carajás. Tais correspondências sugerem que toda a região localizada entre a cidade de Canaã dos Carajás e a porção nordeste do município de Água Azul do norte, tenha sido afetada por processos similares durante a evolução mesoarqueana do Domínio Carajás, sendo posteriormente modificada pela tectônica neoarqueana responsável pelo fechamento da Bacia Carajás.

Palavras-chave: Província Carajás, Mesoarqueano, Leucogranito, ETR, Geocronologia.

ABSTRACT

The Boa Sorte granite occurs in the southeastern region of the Pará state, northern Brazil, in the geological context of the Carajás Domain or, more precisely, in the Transition subdomain between the Rio Maria domain and the Carajás basin. It corresponds to an E-W elongated batholith, formed of biotite leucomonzogranites with subordinate granodiorites and syenogranites, with varying degrees of deformation. The textures observed in rocks with more pronounced ductile foliation suggest middle degree conditions (450°C - 600°C and 6±1 kbar) during the Boa Sorte granite deformation. To the south it makes contact with Água Limpa granodiorite, it is intrusive into TTGs and Greenstone belts, and is intruded by plutons of mafic to intermediate composition of the Diopside Norite Pium, granites of the Planalto suite and mafic dykes. Four granite groups were distinguished on the basis of their different REE patterns: (1) this is the predominant group and it is characterized by high $(La/Yb)_N$ ratios, moderate negative Eu anomalies and concave pattern of heavy REE; (2) this group show low $(La/Yb)_N$ ratios and strong negative Eu anomalies; (3) the third group is depleted in light REE elements, with $(Gd/Yb)_N$ ratios close to unity, and shows moderate negative Eu anomalies; and (4) the fourth group is characterized by low REE contents, with high to moderate $(La/Yb)_N$ ratios. The geochemical characteristics of these groups are compatible with those of weakly peraluminous calc-alkaline I-type Archean granites. These rocks have high K_2O , low contents of ferromagnesian elements, moderate CaO and Na_2O and moderate to high Al_2O_3 . K_2O/Na_2O ratios vary between 1 and 2. Despite the large compositional overlap between these groups, on average there is an increase in the SiO_2 content from the high $(La/Yb)_N$ group (1) towards the low $(La/Yb)_N$ (2) and low $(Gd/Yb)_N$ ratios (3) groups. In Harker diagrams, the first and second groups tend to line up in well-defined trends, with the third showing on average higher Na_2O and lower K_2O , Zr and Hf. In addition to these differences, the fourth group has on average higher contents of CaO , Ba, and Sr and lower $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ and Rb. The Boa Sorte granite was formed more probably in the Mesoarchean, at 2857 ± 2 Ma, and resulted from partial melting processes of crustal protoliths, whose oldest ages are around 3.00 Ga. Despite some geochemical affinity with the Potassic leucogranites represented by the Xinguara and Mata Surrão plutons, this granite differs from the Leucogranodiorite-granite group of the Rio Maria Domain. On the other hand, the groups with high and low $(La/Yb)_N$ ratio show good correspondence with the Cruzadão and in some respects Bom Jesus granites of the Canaã dos Carajás area. In its turn, the low $(Gd/Yb)_N$ ratio

group resembles the Serra Dourada granite, while the group with low REE contents has more affinity with the Canaã dos Carajás granite. Such evidences suggest that the region comprising the Canaã dos Carajás area and the northeastern portion of the Água Azul do Norte municipality have been affected by similar processes during the Mesoarchean evolution of the Carajás Domain. That area was subsequently affected by the Neoproterozoic tectonic related to the closing of the Carajás Basin.

Keywords: Carajás province, Mesoarchean, leucogranite, REE, Geochronology.