



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

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**GEOLOGIA, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DOS  
GRANITÓIDES ARQUEANOS DA ÁREA DE VILA JUSSARA,  
PROVÍNCIA CARAJÁS**

**Dissertação apresentada por:**

**ALICE CUNHA DA SILVA**

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Dall'Agnol (UFPA)**

---

**BELÉM  
2013**

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

---

Silva, Alice Cunha da

Geologia, petrografia e geoquímica dos granitóides arqueanos da área de vila Jussara, Província Carajás / Alice Cunha da Silva; Orientador: Roberto Dall'Agnol – 2013

Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2013.

1. Geologia estratigráfica – Arqueano. 2. Província Carajás. 3. Subdomínio de Transição. 4. TTG. Granitóide. I. Dall'Agnol, Roberto, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22<sup>a</sup> ed.: 551.712098115

---



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

**GEOLOGIA, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DOS  
GRANITÓIDES ARQUEANOS DA ÁREA DE VILA JUSSARA,  
PROVÍNCIA CARAJÁS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR  
**ALICE CUNHA DA SILVA**

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

Data da Aprovação: 03 / 12 / 2012

**Banca Examinadora:**

**Prof. ROBERTO DALL'AGNOL**  
(Orientador – UFPA)

**Prof. ELTON LUIZ DANTAS**  
(Membro – UnB)

**Prof. JOSÉ DE ARIMATÉIA COSTA DE ALMEIDA**  
(Membro – UFPA)

*À minha filha Ana Laura.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo;

A Universidade Federal do Pará pela infraestrutura;

Ao Roberto Dall'Agnol pela valorosa orientação, contribuição pessoal e profissional e paciência.

Ao Daniel por sua constante presença;

A minha família e tudo que ela representa;

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa de Petrologia de Granitóides (GPPG) pelo companheirismo e inúmeras contribuições. Especialmente a Mayara, Patrick, Ari e Gilmara pelas discussões;

À doutoranda Fabriciana Guimarães pela contribuição, apoio, força e generosidade;

Às minhas amigas Joseanna, Kamilla e Katucha, pela amizade, constante incentivo e força;

Ao Davis pela oportunidade inicial, orientação, apoio e valiosas contribuições;

Aos colegas da Sala 3, Eleilson, Chrystophe, Bhrenno, Pablo, pelo companheirismo, momentos de descontração e ajuda;

À Denise Duarte, secretária do Geociam, por toda assistência prestada;

Aos professores, técnicos e funcionários do Instituto de Geociências;

A todos meus queridos amigos que sempre estiveram ao meu lado. Se eu fosse colocar o nome de todos aqui não caberia. Meu sincero MUITO OBRIGADA.

## RESUMO

Mapeamento geológico, seguido de estudos petrográficos e geoquímicos, realizado nas proximidades de Vila Jussara, localidade situada a sul de Canaã dos Carajás, no Subdomínio de Transição da Província Carajás, permitiu avanço expressivo na caracterização de granitóides arqueanos anteriormente englobados no Complexo Xingu. A unidade mais antiga identificada na área possui idade mesoarqueana, é formada por hornblenda-biotita tonalitos e foi denominada de Tonalito São Carlos. Segue-se na estratigrafia, uma associação TTG mesoarqueana tonalítica-trondhjemitica-granodiorítica (Trondhjemitito Colorado) e Leucogranodioritos, distintos daqueles associados aos TTG, ainda sem denominação e idade definida. Além desses, possuem importante distribuição na área estudada corpos granitóides neoarqueanos (ca. 2,74-2,73 Ga.), anteriormente correlacionados à Suíte Planalto e designados informalmente neste trabalho como Granitóides Vila Jussara. Diques máficos seccionam todas as unidades anteriores. O Tonalito São Carlos e Trondhjemitito Colorado foram o alvo principal desta pesquisa, sendo, portanto, discutidos com maior profundidade. Os Leucogranodioritos e os Granitóides Vila Jussara tiveram uma caracterização petrográfica e geoquímica mais sucinta porque são objeto de estudo de outros pesquisadores. O principal objetivo em relação a essas unidades foi verificar sua afinidade petrográfica e geoquímica, e compará-las com as duas unidades tonalíticas estudadas. Isso era particularmente relevante no caso dos Granitóides Vila Jussara porque apresentam termos granodioríticos a tonalíticos passíveis de confusão com as rochas das duas associações tonalíticas. O Tonalito São Carlos possui características peculiares, como foliação de direção NE-SW a N-S, discordante do *trend* regional, e é composto por anfibólio-biotita tonalitos, com marcante recristalização dos cristais de plagioclásio e quartzo. Forneceu idade de ~2,93 Ga. (Pb-Pb por evaporação em zircão; Guimarães em preparação). Geoquimicamente diverge do Trondhjemitito Colorado por ser comparativamente empobrecido em sílica e enriquecido em TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Possui baixo fracionamento de elementos terras raras (ETR) pesados e anomalias de Eu discretas a ausentes. Suas características não permitem associa-lo com as típicas suítes TTGs arqueanas, tampouco à suíte Sanukitóide Rio Maria. Diverge igualmente do Trondhjemitito Bom Jardim e Suíte Pedra Branca, mas apresenta afinidade geoquímica com as variedades portadoras de anfibólio do Complexo Tonalítico Campina Verde da área de Canaã dos Carajás do Subdomínio de Transição. O Trondhjemitito Colorado possui bandamento composicional e foliação com orientação E-W a NW-SE, localmente N-S, com mergulhos fortes. São rochas bastante homogêneas petrograficamente, formadas por biotita tonalitos/trondhjemitos e,

subordinadamente, granodioritos, compostos essencialmente por quartzo e plagioclásio, tendo biotita e epidoto como principais ferromagnesianos. Mostram intensa recristalização, que afeta principalmente os cristais de plagioclásio e quartzo. Suas características geoquímicas são compatíveis com aquelas dos TTGs arqueanos. Possuem conteúdo relativamente baixo de ferromagnesianos e os ETR mostram sempre marcante fracionamento de ETR pesados (altas razões  $[La/Yb]_n$ ) e, ora anomalias de Eu positivas, ora negativas e muito discretas ou mesmo ausentes. Essa unidade possui idade de 2,87 Ga. (Pb-Pb por evaporação em zircão). Os Leucogranodioritos exibem foliações predominantemente E-W e apresentam biotita, epidoto e muscovita como minerais varietais. Destaca-se o aspecto heterogranular dessa unidade, com fenocristais de plagioclásio e feldspato alcalino em meio a uma fina matriz recristalizada. Essa unidade encontra-se melhor exposta em área imediatamente a leste, onde está sendo estudada em maior detalhe. Dados químicos de suas rochas, indicam um caráter distinto em relação aos granodioritos da associação TTG (Trondhjemitó Colorado). Os Granitóides Vila Jussara são intrusivos no Trondhjemitó Colorado e no Tonalito São Carlos e formam corpos alongados preferencialmente segundo E-W na porção central da área estudada. Os granitos *stricto sensu* dominantes nessa unidade não foram alvo desta pesquisa. Porém, os granodioritos e tonalitos associados foram estudados devido à importância de uma clara separação entre os mesmos e granitóides mesoarqueanos de mesma classificação. Os dados petrográficos e geoquímicos demonstram que os granodioritos e tonalitos associados aos Granitóides Vila Jussara são distintos daqueles presentes no Tonalito São Carlos e Trondhjemitó Colorado. Isso foi corroborado por diversas datações realizadas que confirmaram a idade neoarqueana dos primeiros (2,75 a 2,72 Ga.; Pb-Pb por evaporação em zircão; Guimarães em preparação).

Palavras-chave: Geologia estratigráfica – Arqueano. Província Carajás. Subdomínio de Transição. TTG. Granitóide.

## ABSTRACT

Geological mapping, followed by petrographic and geochemical studies, conducted near Vila Jussara, locality situated south of Canaã dos Carajás, in the Transition Subdomain of the Carajás Province, allowed significant advance in the characterization of Archean granitoids previously embraced in the Xingu Complex. The oldest unit identified in the area is a hornblende-biotite tonalite of Mesoarchean age (~2.93 Ga) named São Carlos Tonalite. It is followed stratigraphically by a Mesoarchean (~2.87 Ga) tonalitic-trondhjemitic-granodioritic association (TTG, Colorado Trondhjemite) and by a Leucogranodiorite of undefined age but distinct from those associated with the Colorado Trondhjemite. Additionally, in the study area, Neoproterozoic granitoid bodies (ca. 2.74 to 2.73 Ga, tonalites to granites), previously correlated to Planalto Suite and informally designated here as Vila Jussara Granitoids, were also mapped. Mafic dikes are intrusive in the Archean granitoids. The São Carlos Tonalite and Colorado Trondhjemite constitute the main goal of this research and, therefore, are discussed in more detail. The Leucogranodiorites and the Vila Jussara Granitoids are characterized in a more succinct way because they are being studied by other researchers. In this case, the aim was to make a preliminary characterization of these granitoids and compare them with the two studied tonalitic units. This was particularly relevant in the case of the Vila Jussara Granitoids because they have tonalitic to granodioritic varieties that could be confused with the rocks of the two tonalitic units. The São Carlos Tonalite has a dominant N-S foliation discordant with the E-W regional trend, is composed of amphibole-biotite tonalite, and shows a remarkable recrystallization of plagioclase and quartz. It yielded an age of ~2.93 Ga (Pb-Pb zircon evaporation; Guimarães in preparation) and is depleted in silica and enriched in TiO<sub>2</sub>, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and CaO compared to the Colorado Trondhjemite. The São Carlos Tonalite displays relatively low (La/Yb)<sub>n</sub> and discrete negative Eu anomalies. Its geochemical characteristics are distinct of those of typical Archean TTG suites, and also of the Rio Maria Sanukitoid Suite. On the other hand, the São Carlos Tonalite show strong geochemical contrast with the Bom Jardim Trondhjemite and Pedra Branca suite and significant analogies with the amphibole-bearing varieties of the Campina Verde tonalitic complex of the Canaã dos Carajás area in the northern part of the Subtransition Subdomain of the Carajás domain. The Colorado Trondhjemite shows compositional banding and E-W to NW-SE or, locally N-S, foliation with strong dips. It is composed of epidote-biotite tonalite/trondhjemite with subordinate granodiorite. Its rocks show intense recrystallization which affected mainly the plagioclase and quartz crystals. Their geochemical characteristics are consistent with those of



typical Archean TTG suites. The heavy REE are strongly fractionated [high (La/Yb)<sub>n</sub>] and some samples show positive Eu anomalies and others absence of Eu anomaly or discrete negative Eu anomalies. An age of ~2.87 Ga (Pb-Pb zircon evaporation) was obtained for this granitoid. The Leucogranodiorite exhibit a dominant E-W foliation and, besides quartz and feldspars, have biotite, epidote and muscovite as main minerals. Most rocks are porphyritic with coarse- or medium-grained phenocrysts or phenoclasts of plagioclase and alkali feldspar in a fine-grained recrystallized matrix. This unit is better exposed immediately to the east of the mapped area, where it is being studied in greater detail. Geochemical data of these rocks indicate its distinct character compared to the granodiorites of the TTG association (Colorado Trondhjemite). The Vila Jussara Granitoids are intrusive in São Carlos Tonalite and Colorado Trondhjemite and form E-W elongated bodies in the central part of the study area. Granites (*stricto sensu*) are dominant in this unit which includes also granodiorites and tonalites. The granites were not included as a goal of our study but the latter rocks were studied because of the relevance of a clear separation between them and the studied Mesoarchean granitoids with the same petrographic classification. Petrographic and geochemical data show that the granodiorite and tonalite associated with Vila Jussara Granitoids are distinct from those found in the São Carlos Tonalite and Colorado Trondhjemite. This conclusion was corroborated by several Neoproterozoic ages obtained in representative granodiorites and tonalites of the Vila Jussara granitoids (2.75 to 2.72 Ga, Pb-Pb zircon evaporation; Guimarães in preparation).

*Keywords:* Stratigraphic geology – Archean. Carajás Province. Transitional Subdomain. TTG. Granitoid.