



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 562

**GEOLOGIA E GEOQUÍMICA DOS GRANITOIDES
MESOARQUEANOS DA PORÇÃO NOROESTE DO DOMÍNIO
RIO MARIA DA PROVÍNCIA CARAJÁS:
INDIVIDUALIZAÇÃO E CONTEXTO TECTÔNICO DAS
ROCHAS DA ÁREA DE TUCUMÃ (PA)**

Dissertação apresentada por:

LUANA CAMILE SILVA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Davis Carvalho de Oliveira (UFPA)

**BELÉM
2019**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da
Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

S586g Silva Silva, Luana Camile
Geologia e Geoquímica dos Granitoides Mesoarqueanos da
Porção Noroeste do Domínio Rio Maria da Província Carajás:
individualização e contexto tectônico das rochas da área de Tucumã (PA) /
Luana Camile Silva Silva. — 2019.
xviii,79 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Davis Carvalho de Oliveira
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do
Pará, Belém, 2019.

1. Granitoide. 2. Arqueano. 3. Geoquímica. 4. Província
Carajás. 5. Cráton Amazônico. I. Título.

CDD 551.909811



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

**GEOLOGIA E GEOQUÍMICA DOS GRANITOIDES
MESOARQUEANOS DA PORÇÃO NOROESTE DO DOMÍNIO
RIO MARIA DA PROVÍNCIA CARAJÁS:
INDIVIDUALIZAÇÃO E CONTEXTO TECTÔNICO DAS
ROCHAS DA ÁREA DE TUCUMÃ (PA)**

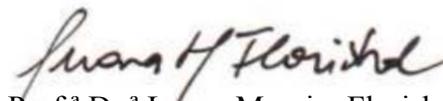
**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
LUANA CAMILE SILVA SILVA**

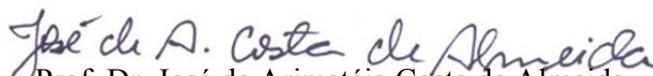
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA, linha de pesquisa Petrologia e Evolução Crustal**

Data de Aprovação: 16 / 09 / 2019

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Davis Carvalho de Oliveira
(Orientador – UFPA)


Prof.^a Dr.^a Luana Moreira Florisbal
(Membro – UFSC)


Prof. Dr. José de Arimatéia Costa de Almeida
(Membro – UNIFESSPA)

*Dedico a meus admiráveis pais,
Iracelir Silva e José Roberto*

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

A realização deste trabalho de pesquisa só se fez possível em razão da colaboração e incentivo de algumas pessoas e instituições. Registro aqui meus sinceros agradecimentos:

Primeiramente à Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Instituto de Geociências e ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) pela oportunidade, infraestrutura e suporte técnico. Agradeço também à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPEP/UFPA) pelo apoio financeiro.

Ao orientador prof. Dr. Davis Carvalho de Oliveira, primeiramente, pela confiança e por segundo, pelo compartilhamento de conhecimento, pela paciência e por toda dedicação no processo de formação de seus alunos.

Aos professores do PPGG, pela disponibilidade e aprendizados. E aos professores revisores deste trabalho, Luana Florisbal (UFSC) e José de Arimatéia (UNIFESSPA), pelas críticas e valiosas considerações.

Aos funcionários da secretaria do programa de pós-graduação, em especial à Cleida Freitas e Joanicy Maciel Lopes pela assistência nas questões administrativas.

Ao Laboratório de laminação da UFPA, nas figuras dos técnicos Joelma Lobo e Bruno Fernandes, pela atenção durante a preparação das lâminas petrográficas.

Aos colegas, membros do Grupo de Pesquisa Petrologia de Granitoides (GPPG) do Instituto de Geociências da UFPA, pelas contribuições: Bhrenno Marangoanha, Fernando Fernandes, Jean Machado e Luciano Ribeiro. Agradeço em especial aos amigos geólogos Diwhemerson Barbosa e Williamy Felix pela amizade e pelo suporte na etapa de campo e desenvolvimento da dissertação.

Ao meu namorado, Geólogo Roberto Araújo, que pela segunda vez demonstrou sua compreensão e parceria. Obrigada pelos sábios conselhos e pelo respeito profissional, seu apoio foi fundamental.

Aos meus familiares: minhas inspiradoras avós Maria Lúcia e Rita Queiroz (*in memoriam*) e meus finados avôs Luiz Gonzaga e Irineu da Silva; a meu irmão Márcio Fabrício, por todo carinho e ao meu pai Márcio Luiz. Sobre tudo gostaria de agradecer a meus pais, Iracelir Silva e Roberto Broni, por me concederem o privilégio de seguir meu sonho na área da pesquisa. Meu pai Roberto Broni, por toda a dedicação para com a minha educação e

formação pessoal. Minha amada e excepcional mãe que segue sendo minha grande motivação e meu pilar. Agradeço aos dois.

Sendo assim, sou profundamente grata a todas as pessoas que cooperaram de alguma maneira com conclusão desta dissertação.

“Basically, I have been compelled by curiosity.”
Mary Leakey

RESUMO

A Província Carajás (PC) representa o maior núcleo Arqueano preservado do Cráton Amazônico. A área de Tucumã está inserida na porção noroeste do Domínio Rio Maria (DRM), próximo ao limite tectônico com o Domínio Carajás, e é marcada pela ocorrência de diferentes tipos de granitoides de idade mesoarqueana. Este estudo trata da discriminação e individualização dos granitoides desta área, a qual segundo estudos anteriores (de escala regional) é dominada pela Suíte Rio Maria, por rochas do Complexo Xingu e metamáficas pertencentes às sequências *greenstone belts*. A partir de dados obtidos no mapeamento geológico em escala de detalhe (1:50.000), verificou-se que o quadro geológico da área de Tucumã é mais diversificado e complexo. Com isso, a unidade mais expressiva na área de Tucumã passa a ser representada pelas rochas leucomonzograníticas de alto-K que formam um batólito associado a pequenas intrusões granitoides de naturezas diversas. Tais intrusões ocorrem na forma de sigmoides, controladas por zonas de cisalhamentos anastomosadas de direção NE-SW e E-W. A discriminação geoquímica destes corpos levou ao reconhecimento de cinco grupos: i) Leucomonzogranito alto-K; ii) Granitos alto-HFSE, subdivididos em médio-Ba e alto-Ba; iii) Granodiorito Pórfiro médio-K; iv) Granodiorito alto-Mg; e v) Tonalito. Tais granitoides apresentam afinidade com a série cálcio-alcálica, excetuando-se a unidade tonalítica que seguem o *trend* trondhjemítico de afinidades TTG. Esta é composta por rochas magnesianas de baixa razão K_2O/Na_2O , que também se diferenciam das demais intrusões por conta de seu padrão estrutural N-S mais antigo, coincidente com aquele encontrado nas rochas metamáficas (sequência *greenstone belt*). O padrão ETR destas rochas é moderadamente fracionado (média razão La/Yb e Sr/Y) com ausência de anomalia negativa de Eu (típico de granitoides TTG). Tais características são afins daquelas atribuídas às rochas do Trondhjemito Mogno de média razão La/Yb . Dentre as unidades cálcio-alcálicas, o Granodiorito Pórfiro médio-K difere dos demais pelo caráter magnésiano e maior enriquecimento em Na_2O (moderada razão K_2O/Na_2O), o que demonstra certa afinidade com as suítes TTG. No entanto, o Granodiorito Pórfiro médio-K possui maiores teores de Ba, K e Th em relação as rochas de composição TTG, indicando fortes semelhanças com as chamadas suítes TTGs Transicionais ou Enriquecidas do Cráton Yilgarn. Sua origem estaria relacionada à fusão de uma crosta heterogênea com intercalação de basaltos enriquecidos e rochas félsicas, enquanto que a unidade tonalítica seria produto da fusão parcial de uma fonte máfica hidratada (metabasaltos). Os Granodioritos de alto-Mg ocorrem de maneira restrita, distinguem-se por serem mais enriquecidos em Sr e elementos mantélicos (Mg, Cr e Ni), e

empobrecidos em ETRP em relação aos demais granitoides. Estas características assinalam fortes afinidades com as suítes sanukitoides (Granodiorito Rio Maria), ligados à fusão parcial do manto metassomatizado em altas profundidades. Os granitos alto-HFSE (médio- e alto-Ba) compartilham características geoquímicas com as Suítes Sanukitoide e Leucomonzogranito alto-K, semelhantes aos Granitos Híbridos do Cráton Dharwar (tipo-*Closepet*). Estas suítes podem representar a atuação de processos de interação em diferentes graus (*mingling* ou *mixing*) na crosta média, entre líquidos crustais (tonalitos/metassedimentos) e magmas diferenciados do manto enriquecido. Já o Leucomonzogranito alto-K representa o grupo de rochas mais evoluído da região, onde o enriquecimento em LILEs (Ba, K e Rb) e anomalia negativa de Eu indicam processos de retrabalhamento de uma crosta félsica (provavelmente tonalítica) antiga em níveis crustais intermediários (transição crosta rúptil-dúctil). Esta unidade apresenta fortes afinidades com o Granito Xinguara do DRM. A variedade tonalítica também se distingue das demais por apresentar maior grau de deformação, contrastando com o padrão estrutural dos granitoides cálcio-alcálicos que registram uma deformação incipiente a moderada, com desenvolvimento de uma foliação tectônica WNW-ESSE, tornando-se mais intensa nas porções afetadas pelas zonas de cisalhamento. As texturas observadas (manto-núcleo e *microcracks*) indicam a atuação de processos deformacionais durante a cristalização do magma sob altas temperaturas (>500°C), típico de granitoides sintectônicos. Granitoides pouco deformados apresentam evidências de recristalização dinâmica em temperaturas abaixo de 400°C. De acordo com o modelo adotado para a porção sul do DRM, os granitoides da área de Tucumã representam duas fases de magmatismo. A primeira fase (2,98 -2,92 Ga) está relacionada à formação de uma crosta TTG a partir de fusão de um platô oceânico ou crosta máfica espessada, com fusão em diferentes níveis crustais e metassomatização do manto por magmas TTG. A segunda fase de magmatismo (~2.87 Ga) se inicia a partir de eventos termais (*slab breakoff*, delaminação ou plumas) que fundem o manto metassomatizado com produção de magmas sanukitoide e granitos híbridos, que ao se alojarem na base da crosta servem como fonte de calor para a fusão das rochas sobrejacentes (geração de granitos alto-K).

Palavras-chave: Granitoide. Arqueano; Geoquímica. Província Carajás. Cráton Amazônico.

ABSTRACT

The Carajás Province (CP) represents the largest preserved Archaean core of the Amazonian Craton with worldwide correspondents. Thus the Tucumã área, located in the northwest portion of the Rio Maria Domain (RMD) near the tectonic border with the Carajás Domain (CD), is marked by the occurrence of mesoarchean age granitoids. This study deals with the discrimination and characterization of this region granitoids which according to the regional studies is dominated by the Rio Maria suite, by Xingu Complex rocks and metamafics of the greenstone belts sequences. However since data obtained in this work with geological mapping in detailed scale showed that the geological framework of Tucumã is much more diverse and complex. So that contrary to previous studies the most expressive unit in the region are high-K leucomonzogranites rocks that occur as a large plúton. Associated to this pluton small enclaves of granitoids of various compositions are presente in the form of lenses, controlled by NE-SW and E-W anastomosed shear zones. These bodies distinction led to the recognition of five groups: i) high-K Leucomonzogranite; ii) high-HFSE Granites subdivided into medium- and high-Ba; iii) porphyry médium-K Granodiorite; iv) high-Mg Granodiorite; and v) high-Na Tonalite. The granitoids have affinity with the calc-alkaline series, other than high-Na tonalites which follow the trondhjemitic trend with TTG affinities. The latter refers to magnesian granitoids Na₂O rich (low K₂O/Na₂O ratio) which also differ from the others due to the N-S structural pattern often found in greenstone belt sequence, associated with an older tectonic in the region. The moderately fractionated REE patterns (medium La/Yb and Sr/Y ratios) and absence or small negative Eu anomaly typical of TTGs, are features similar to those of médium La/Yb ratio Mogno trondhjemite. With regard to the calc-alkaline units the porphyry médium-K granodiorites differ from the others by the magnesian feature and higher enrichment in Na₂O (médium K₂O/Na₂O ratio) which set forth a resemblance to the TTG suites. However the médium-K granodiorites have higher levels of Ba, K and Th than TTG composition rocks, indicating strong similarities to the so-called transitional or enriched TTG suites. The small differences in the geochemical pattern of these two units are related to changes in the source, where the TTGs (high-Na tonalites) would be the product of the partial melting of a hydrated mafic source (metabasalts), on the other hand the transitional TTGs (porphyry médium-K granodiorite) would originate from melts of a heterogeneous crust with intercalation of enriched basalts and felsic layers. The high-Mg granodiorites occurs in a restricted way in Tucumã identified only in two outcrops. They are distinctly more enriched in Sr and mantle elements (Mg, Cr and Ni) and impoverished in HREE regarding the other

granitoids. These features show strong affinities with the sanukitoides suites (Rio Maria Granodiorite) linked to the partial deep melting of the metassomatized mantle. The high-HFSE Granites (medium- and high-Ba) share geochemical characteristics with both the sanukitoides suite and the high-K leucogranites suite similar to Hybrid granites like the Closepet-type. These suites represent different degrees of interaction processes (mingling or mixing), in the middle crust between crustal melts (tonalites/metasediments) and enriched mantle differentiated melts. Whilst the high-K leucomonzogranites represent the most evolved rocks in the region, where its enrichment in LILEs (Ba, K and Rb) and presence of the negative Eu anomaly indicates crustal reworking processes of an ancient felsic (tonalitic) crust at intermediate crustal levels. This unit has affinities with the Xinguara and Mata Surrão granites. Regarding the deformation pattern, the rocks with the highest degree of deformation are the high-Na tonalities, in the other units this pattern is only identified in the portions where the shear zones are located. The observed textures (mantle-core and microcracks textures) suggest the operation of deformation processes during the magma crystallization typical of sintectonic granitoids under high temperature conditions (>500°C). Less deformed granitoids present evidence of dynamic recrystallization at temperatures below 400°C. Thus, in RMD two phases of magmatism are identified, being the first one (2,98-2,92 Ga) related to a subduction setting under an oceanic plateau or a thickened mafic crust with melting at different crustal levels (crust root and slab), and mantle metassomatization by TTG melts and fluids. The second phase (~2.87 Ga) starts from thermal events (slab breakoff, delamination or mantle plumes) that results in partial melting of the metassomatized mantle with production of sanukitoides magmas and hybrid granites. This results in changes of the crustal root thickness that lead to substantial temperature variations sufficient to generate partial melting in and beneath the crust associated to generation of high-K granites.

Keywords: Granitoid. Archean. Geochemistry. TTG. Crajás. Amazonian Craton.