



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

---

TESE DE DOUTORADO

**PETROLOGIA E TECTÔNICA DE GRANITOS  
PALEOPROTEROZÓICOS DAS SUÍTES ÁGUA  
BRANCA E MAPUERA, SUL DO DOMÍNIO  
UATUMÃ-ANAUÁ, NE DO AMAZONAS**

**Tese apresentada por:  
CRISTÓVÃO DA SILVA VALÉRIO**

---

Belém  
2011

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

---

V164p Valério, Cristóvão da Silva

Petrologia e tectônica de granitos paleoproterozóicos das suítes Água Branca e Mapuera, sul do domínio Uatumã-Anauá, NE do Amazonas / Valério, Cristóvão da Silva; Orientador: Moacir José Buenano Macambira – 2011

xvi, 123 f.: il.

Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

1. Petrologia. 2. Tectônica. 3. Granitos paleoproterozóicos. 4. Suítes Água Branca e Mapuera. 5. Cráton Amazônico. 6. Estado do Amazonas. I. Macambira, Moacir José Buenano, *orient.* II. Universidade Federal do Pará III. Título.

CDD 22º ed.:552.5098113

---



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**PETROLOGIA E TECTÔNICA DE GRANITOS PALEOPROTEROZÓICOS DAS  
SUÍTES ÁGUA BRANCA E MAPUERA, SUL DO DOMÍNIO UATUMÃ-ANAUÁ,  
NE DO AMAZONAS**

TESE APRESENTADA POR:

**CRISTÓVÃO DA SILVA VALÉRIO**

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

Data da apresentação: 19/08/2011

Comitê de Tese

MOACIR JOSÉ BUENANO MACAMBIRA (Orientador)

JEAN-MICHEL LAFON (IG/UFPA)

CLÁUDIO NERY LAMARÃO (IG/UFPA)

MARCELO ESTEVES ALMEIDA (CPRM/Manaus)

LAURO VALENTIM STOLL NARDI (IG/UFRGS)

PAULO SÉRGIO DE SOUZA GORAYEB (Suplente)

*Dedicado à minha família e a todos que acreditaram na minha capacidade de finalizar esta tese. De maneira muito especial, à minha mãe, Antonia da Silva Valério, pelo apoio absoluto, e ao meu filho, Ivan Marques Valério, pelo estímulo e motivação.*

## AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram direta e indiretamente para realização deste trabalho, em especial:

À Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Geociências (IG), através do Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), pela ajuda financeira prestada e infra-estrutura;

Aos projetos CT-Amazonia (MCT-CNPq 575520/2008-6) e Universal (MCT-CNPq 484571/2007-9), pelo apoio financeiro nas etapas de campo e análises químicas, e CNPq (140758/2007-0), pela concessão de bolsa de estudo;

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), através do Departamento de Geociências (DEGEO), pelo apoio logístico nas etapas de campo e suporte laboratorial;

Ao Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do Pará, pela disposição nas fases de separação de amostras e análises geocronológicas;

Ao Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade de Brasília (UNB), pela disposição na fase de obtenção dos dados isotópicos de Nd;

Ao Prof. Moacir José Buenano Macambira (IG/UFPA), pela orientação, estímulo, paciência e compreensão imprescindíveis à elaboração deste trabalho;

Ao amigo e colaborador deste trabalho, Valmir da Silva Souza (UNB), pelo apoio incondicional e incentivo dispensado desde as primeiras idéias que serviram de tema para elaboração do mestrado até hoje;

Ao amigo Lucindo Antunes Fernandes Filho (DEGEO/UFAM), pelo ajuda e apoio dispensados nos quatro anos da realização deste trabalho;

Ao técnico Antônio Marcos Gonçalves das oficinas do DEGEO/UFAM, pela ajuda nas fases de tratamento de amostras e confecção de lâminas delgadas;

À Prof. Suelen Nonata de Souza Marques da Uninorte/Manaus, pelo apoio, amizade e companheirismo durante a elaboração deste trabalho;

Aos colegas de graduação e pós-graduação do IG/UFPA, por compartilharem momentos de descontração durante a realização desta tese;

Aos meus pais, Antonia da Silva Valério e Francisco Ferreira Valério, pelo incentivo e apoio em absoluto, ao longo de toda minha vida. Sem o apoio de vocês não conseguiria.

*“Tudo tem seu tempo e até certas manifestações mais vigorosas e originais entram em voga ou saem de moda. Mas a sabedoria tem uma vantagem: é eterna”*

Baltasar Gracián

## RESUMO

A tese enfoca granitos das suítes Água Branca (Granito Terra Preta) e Mapuera (Sienogranito Canoas e Granito São Gabriel), localizados no NE do Estado do Amazonas, sul do domínio Uatumã-Anauá. Seu objetivo principal é discutir a petrologia e geocronologia (evaporação de Pb e Sm–Nd) desses granitos e compará-las a de modelos petrogenéticos e tectônicos de granitóides tipos I e A. As idades obtidas por evaporação de Pb em zircão, com suporte de dados de campo, posicionam o Granito Terra Preta (1898–1890 Ma) como o primeiro evento magmático, que foi, em seguida, intrudido pelo Sienogranito Canoas (1,89 Ga), secundado pelo Granito São Gabriel (1889–1883 Ma) e rochas relacionadas (vulcânicas Iricoumé e rochas máficas e intermediárias). A variação petrográfica do Granito Terra Preta inclui desde o monzodiorito até sienogranitos. Outra fácies (quartzo-diorito) foi formada por *mingling* entre a fácies hornblenda-granodiorito e um dique de quartzo-gabro. O Sienogranito Canoas consiste de vários estoques elipsoidais de direção NW-SE, 5–15 km de comprimento, formados de sienogranitos e álcali-feldspato granitos portadores de hornblenda. O Granito São Gabriel é um pluton formado por monzogranitos e sienogranitos, além de diques de microgranito pórfiro e microdiorito. Os dados geoquímicos caracterizam o Granito Terra Preta como um granito da série cálcico-alcálica de alto K, tipo I, meta a peraluminoso e com altos valores em CaO, Ba e Sr. O Sienogranito Canoas é subalcalino, fracamente peraluminoso, tipo A<sub>2</sub>, com altos valores em K<sub>2</sub>O+NaO, FeO/FeO+MgO, Rb, Zr e Y e Ga/Al e baixos em TiO<sub>2</sub>, CaO, Ba e Sr. O Granito São Gabriel (rapakivi) é subalcalino, fracamente peraluminoso, tipo A<sub>2</sub>, com altos valores em TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O+NaO, FeO/FeO+MgO, Rb, Zr e Y e Ga/Al, e baixos em CaO, Ba e Sr. De acordo com as análises petrográficas e dados de campo, o processo dominante na diferenciação dos granitóides é a cristalização fracionada e, localmente, *magma mingling*. Os dados geoquímicos suportam tal consideração somente para o Granito Terra Preta e sugerem que a cristalização fracionada é ausente na evolução do Sienogranito Canoas e tem pequena participação na diferenciação do Granito São Gabriel. O modelamento de elementos traços confirma a presença do processo de *mingling* no Granito Terra Preta e aponta para formação de uma rocha (quartzo-diorito) originada de uma mistura contendo 60% de um líquido com composição similar ao hornblenda-granodiorito e 40% de outro com composição similar ao dique de quartzo-gabro. Os dados geoquímicos sugerem que o modelo petrogenético mais provável para a origem do Granito Terra Preta envolve fusão parcial de anfibolito e secundariamente rochas sedimentares. No entanto, sua variação petrográfica é originada conjuntamente com a cristalização fracionada e o processo de *mingling*. Os modelos atuais sugerem que a origem do Sienogranito Canoas e Granito São

Gabriel e rochas relacionadas é essencialmente baseada na fusão parcial de rochas metamáficas. Para o Sienogranito Canoas, a paragênese mineral (granada primária e muscovita secundária) e geoquímica suportam uma maior contribuição de fontes sedimentares. As informações dos isótopos de Nd acrescentam que o Granito Terra Preta foi originado da mistura de líquidos basálticos, gerados pela fusão parcial do manto peridotítico, com líquidos residuais crustais ( $\epsilon\text{Nd}_t$  entre +1,97 e -0,96), originados da fusão parcial de fontes variadas (anfíbolitos, andesitos e secundariamente rochas metavulcano-sedimentares), formadas no evento Transamazônico associado ao cinturão Maroni-Itacaiúnas (idade  $T_{\text{DM}} = 2,0\text{--}2,15$  Ga e idades de zircão herdado = 2,0 Ga). As idades de zircões herdados (1,93 e 1,94 Ga) sugerem contribuição (ou contaminação) de fontes crustais oriundas da Província Ventuari-Tapajós (Granito Mucajáí ou Suíte Serra da Prata). O mesmo modelo se aplica para rochas do Grupo Iricoumé e dos granitos Canoas e São Gabriel, adicionando granitóides/migmatitos como fontes crustais predominantemente transamazônicas com pequena contaminação de fontes arqueanas ( $\epsilon\text{Nd}_t$  entre +1,93 e -3,73 e idade  $T_{\text{DM}} = 2,01\text{--}2,44$  Ga). Exceto pelo Granito São Gabriel e rochas relacionadas (gabros, dioritos e anortosito), todos os granitóides do setor oeste da área de estudo registraram apreciável deformação. Tal evento parece ter ocorrido entre 1,90 Ga (colocação do Granito Terra Preta) e 1,89 Ga (Granito São Gabriel), o que indicaria que o mesmo é ligeiramente mais jovem que o alojamento do Granito Terra Preta. Com essa avaliação, entende-se que os granitóides Terra Preta e Canoas também estão relacionados a um evento tectônico extensional com *underplating* de magmas basálticos, seguido imediatamente de deformação associada a falhas transcorrentes do sistema extensional, cujos efeitos não foram registrados pelo Granito São Gabriel (subvulcânico e anorogênico) e rochas relacionadas. Tal consideração leva a sugerir o abandono do termo complexo Jauaperi, previamente utilizado para agrupar rochas deformadas por um suposto evento compressivo.

Palavras-chaves: Petrologia. Tectônica. Granitóides paleoproterozóicos tipos I e A. Suítes Água Branca e Mapuera. Domínio Uatumã-Anauá. NE do Amazonas.



## ABSTRACT

The thesis focuses studies on geology, petrography, geochemistry and geochronology (Pb-evaporation and Sm–Nd) of granites from the Água Branca (Terra Preta Granite) and Mapuera (Canoas Syenogranite and São Gabriel Granite) suites, located in northeastern Amazonas State, southern Uatumã-Anauá domain. Its main objective is to discuss on petrology and geochronology from Água Branca and Mapuera granitoids, comparing them with previous petrogenetic and tectonic models of I- and A-types granitoids. The ages obtained by Pb-evaporation, with support of field data, displays that the Terra Preta Granite (1898–1890 Ma) was the first magmatic event, followed by intrusion of the Canoas Syenogranite (1.89 Ga) and São Gabriel Granite (1889–1883 Ma) and related rocks (Iricoumé volcanics and mafic and intermediate rocks). In the Terra Preta Granite includes hornblende monzodiorite, hornblende tonalite, hornblende granodiorite, biotite-hornblende granodiorite, hornblende monzogranite, biotite-hornblende monzogranite, biotite monzogranite and biotite syenogranite facies. Another facies (quartz diorite) was formed by mingling of the hornblende granodiorite facies and a dike of quartz-gabbro. The Canoas Syenogranite consists of several NW-SE ellipsoidal stocks, 5–15 km of length, formed of hornblende-bearing syenogranite and alkali-feldspar granites. The São Gabriel Granite is formed by hornblende monzogranite, hornblende syenogranite, biotite-hornblende syenogranite, besides dikes of microgranite porphyry and microdiorite. Geochemical data characterized the Terra Preta Granite as a calcic-alkaline series granite of high-K, I-type, meta to peraluminous, with high CaO, Ba and Sr values. Canoas Syenogranite is subalkaline, weakly peraluminous, A<sub>2</sub>-type, with high K<sub>2</sub>O+NaO, FeO/FeO+MgO, Rb, Zr and Y and Ga/Al and low TiO<sub>2</sub>, CaO, Ba and Sr contents. The rapakivi São Gabriel Granite is subalkaline, weakly peraluminous, A<sub>2</sub>-type, with high TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O+NaO, FeO/FeO+MgO, Rb, Zr and Y and Ga/Al, and low CaO, Ba and Sr values. In agreement with petrographic analyses, the dominant process in the differentiation of studied granitoids is fractional crystallization, and local magma mingling, as observed in the field and petrographic data. Geochemical data support this consideration only for the Terra Preta Granite and suggest that the fractional crystallization is absent in the Canoas Syenogranite evolution and has small participation in the differentiation of the São Gabriel Granite. The trace elements modeling confirms the presence of the mingling process in the Terra Preta Granite and point to for a rock (quartz diorite) originated of a mixture containing 40% of an melt with similar composition to the hornblende granodiorite and 60% of similar composition to the quartz-gabbro dike. Geochemical data display that the more probable petrogenetic model for the Terra Preta Granite involves partial melting from amphibolite and

minor metasedimentary rocks. However, its petrographic variations were originated jointly with the fractional crystallization and the local mingling process. For the Canoas Syenogranite and São Gabriel Granite and related rocks larger contribution of sedimentary rocks occurs, but their origins are essentially based on the partial melting of metamafic rocks. Nd isotope data add that Terra Preta granitoids were originated from the mixture of basaltic melts, generated by the partial melting of the peridotite mantle, with crustal melts ( $\epsilon\text{Nd}_t$  between +1.97 and -0.96), originated from partial melting of varied sources (amphibolite, andesites and minor metavolcano-sedimentary rocks) formed in the Transamazonian or Maroni-Itacaiunas event (Nd  $T_{\text{DM}}$  ages = 2.0–2.15 Ga and inherited zircon ages = 2.0 Ga). Inherited zircons ages of 1.93–1.94 Ga suggest contribution (or contamination) of crustal sources originated from Ventuari-Tapajós Province (Mucajaí Granite or Serra da Prata Suite). Same model can be applied for Iricoumé, Canoas and São Gabriel rocks, adding granitoids and migmatites as dominantly Transamazonian crustal sources with a little Archean contamination ( $\epsilon\text{Nd}_t$  between +1.93 and -3.73 and Nd  $T_{\text{DM}}$  ages = 2.01–2.44 Ga). Except by the São Gabriel Granite and related rocks (gabbros, diorites and minor anorthosite), all granitoids from western sector of the study area registered appreciable deformation. Such event seems to have occurred among 1.90 Ga (Terra Preta Granite) and the São Gabriel Granite intrusion (1.89 Ga), what indicates an origin associated to an event slightly younger than Terra Preta Granite. With this evaluation, the Terra Preta and Canoas granitoids are also related to basaltic magmas underplating in extensional environment, proceeded immediately of deformation associated to strike-slips faults, whose effects were not registered by São Gabriel Granite and related rocks (subvolcanic and anorogenic). Such consideration suggests to remove Jauaperi term, previously applied to grouped rocks deformed by suppose compressive event in the study area.

Keywords: Petrology. Tectonic. I- and A-types paleoproterozoic granitoids. Água Branca and Mapuera suites. Uatumã-Anauá domain. NE Amazonas.