



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

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 518**

**PETROLOGIA E GEOCRONOLOGIA DO MAGMATISMO  
GRANÍTICO DO CINTURÃO ARAGUAIA**

**Dissertação apresentada por:**

**JUVENAL JUAREZ ANDRADE DA SILVA NETO**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio de Sousa Gorayeb (UFPA)**

---

**BELÉM  
2018**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

---

Silva Neto, Juvenal Juarez Andrade da, 1991-  
Petrologia e geocronologia do magmatismo granítico do  
Cinturão Araguaia / Juvenal Juarez Andrade da Silva Neto. – 2018.  
xiii, 105 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias  
Orientador: Paulo Sergio de Sousa Gorayeb  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto  
de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e  
Geoquímica, Belém, 2018.

1. Petrologia - Cinturão Araguaia (TO). 2. Geoquímica -  
Cinturão Araguaia (TO). 3. Geocronologia - Cinturão Araguaia  
(TO). 4. Magmatismo granítico. I. Título.

CDD 22. ed.: 552.098117

---

Elaborada por  
Maria do Socorro Albuquerque  
CRB-2/ 871



**Universidade Federal do Pará**

**Instituto de Geociências**

**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**PETROLOGIA E GEOCRONOLOGIA DO MAGMATISMO  
GRANÍTICO DO CINTURÃO ARAGUAIA**

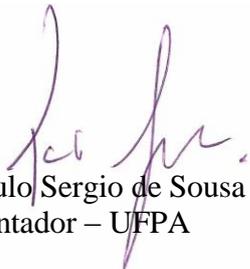
**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR:**

**JUVENAL JUAREZ ANDRADE DA SILVA NETO**

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

**Data de Aprovação: 28 / 11 / 2017**

**Banca Examinadora:**

  
Prof. Dr. Paulo Sergio de Sousa Gorayeb  
Orientador – UFPA

  
Prof. Dr. Umberto Giuseppe Cordani  
Membro – USP

  
Prof. Dr. Sérgio Pacheco Neves  
Membro – UFPE

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e bênçãos concedidas durante toda minha trajetória.

À minha mãe Regina Coely, a quem serei eternamente grato pelo incentivo, confiança, paciência, amor e carinho cultivados ao longo da vida.

À Universidade Federal do Pará, por intermédio do Instituto de Geociências (IG) e do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), que forneceram estrutura necessária para a execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Paulo Gorayeb, por sua amizade, incentivo, paciência e pela oportunidade de crescimento científico na Geologia, além da orientação deste trabalho.

Ao projeto Instituto de Geociências da Amazônia (GEOCIAM) MCT-CNPq/FAPESPA, em nome do Prof. Dr. Roberto Dall'Agnol, pelo incentivo à pesquisa através do financiamento das viagens de campo e análises.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Aos professores e funcionários do IG/UFGA, em especial ao Prof. Dr. Candido Moura e Prof. Dr. Jean-Michel Lafon, pelas discussões e apoio no trabalho de geologia isotópica.

À CPRM, em nome da técnica Maria Rosalva Coelho.

Ao Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo (CPGeo/USP), em especial ao Prof. Dr. Umberto Cordani e técnicos Kei Sato, Artur Takashi e Walter Sproesser, pelos ensinamentos, paciência e auxílio nas datações U-Pb.

À química Msc. Elma Oliveira do Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-iso) da UFGA, pela ajuda e paciência no ensino das técnicas de preparação de amostras para análises isotópicas Sm-Nd. Bem como aos técnicos Afonso Quaresma, Igor Alves e Joelma Lobo pelo apoio nas diferentes etapas do trabalho.

À Geóloga Msc. Ingrid Roberta Viana da Cunha por sua grande amizade, confiança e ajuda na elaboração de diagramas geoquímicos e manuseio de *softwares*, além da parceria e cumplicidade durante todas as etapas vivenciadas desde o curso de Graduação.

Ao amigo Geólogo Msc. Rafael Estumano Leal pelo apoio na elaboração dos mapas.

Aos amigos do grupo de Petrologia e Evolução Crustal (GPEC) e do laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) pela amizade e auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho, em particular à Layse Holanda, Hanna Sales, Bruna Nogueira, Luisa Barros, Arthur Aragão, Lilian Paula, Camila Vilar, João Milhomem, Bruno Portugal e David Pereira.

Aos amigos da pós-graduação Douglas Pereira, Hévila Costa, Fabriciana Guimarães, Mayara Fraeda, João Victor e Chafic El-Husny. Aos merendas da turma de Geologia 2008: Carla Braga, Aldemir Sotero, Haline Vasconcellos, Carlos Alberto, Joana Queiroz, Rachel Alves, Renato Sol e Pop.

À minha família pelo apoio motivacional na árdua batalha vivenciada durante o período do Mestrado, em especial, à minha avó Maria, primos Deyla, Jefferson Patrick e Jéssica Patrícia, compadre Daniel, aos mais novos Renzo e Beatriz. Bem como, à família que pude escolher, meus eternos amigos Negos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Na porção leste do Cinturão Araguaia (CA), Estado do Tocantins, são identificados corpos graníticos de dimensões relativamente pequenas, merecendo destaque os plútons Ramal do Lontra (GRL), Presidente Kennedy (GPK), Barrolândia (GBR) e Santa Luzia (GSL), os quais são o registro de um importante evento de granitogênese relacionado à evolução do CA no fim do Neoproterozoico. As poucas ocorrências conhecidas e os dados geológicos existentes sobre esses corpos não estavam sistematizados e organizados de maneira que possibilitasse uma compreensão integral e correlativa das várias áreas onde esses granitos afloram. Vale ressaltar que, embora este magmatismo seja espacialmente pouco representativo, ele tem grande importância para o entendimento da evolução crustal do CA, pois, seu alojamento estaria relacionado à fase principal do metamorfismo regional, tendo em vista que os corpos ocorrem nos domínios de maior grau metamórfico desta unidade geotectônica. Este trabalho está voltado à interpretação petrológica e à geocronologia do magmatismo granítico do Cinturão Araguaia, tendo em vista o seu conhecimento não-articulado e seu importante significado geotectônico na evolução desse segmento crustal, a partir da caracterização petrográfica e litogeoquímica desses corpos; da definição da idade dos episódios magmáticos que formaram esses granitos através da datação U-Pb em zircão; e da investigação das possíveis fontes e tempos de residência crustal através de idades modelo  $T_{DM}$  (Sm-Nd) e parâmetro  $\epsilon_{Nd}$ . Os granitos estudados constituem *stocks* em formas levemente ovaladas com dimensões variáveis entre 3 a 6 km no eixo maior por 2-4 km, encaixados em micaxistos e quartzitos do Grupo Estrondo. Em campo, notaram-se algumas feições importantes como a ausência de metamorfismo de contato e de xenólitos nas encaixantes, inexistência de margens de resfriamento no corpo, presença de pequenas massas graníticas nos xistos encaixantes e concordância estrutural entre as foliações das encaixantes e do corpo granítico. Esses corpos são caracterizados petrograficamente como metagranitos de duas micas com pequenas variações mineralógicas, pobres em minerais máficos (<6%), hololeucocráticos, equigranulares de granulação média, apresentando texturas granoblásticas, predominantemente, com textura reliquiar granular hipidiomórfica. No diagrama QAP de Streckeisen os corpos GRL, GBR e GSL plotam predominantemente no campo do monzogranito, ou na fronteira dos campos monzogranito a granodiorito, enquanto o GPK no campo do granodiorito. O conteúdo mineralógico essencial é formado por oligoclásio, quartzo e microclina, seguido de biotita e muscovita, e os minerais acessórios reúnem apatita, zircão, alanita, granada, monazita e minerais opacos. Do ponto de vista geoquímico, os granitos desses quatro corpos são muito similares, mostrando riqueza em  $SiO_2$ , variando entre 71 e

74% e em  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 13 a 15%. Os teores de  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  são levemente maiores no GRL e no GPK, o que provavelmente reflete na relação A/CNK que os enquadra como os tipos mais peraluminosos. Os teores de  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{Total}}$  e  $\text{CaO}$  são, no geral, baixos, o que indica tratar-se de granitos pouco fracionados. O estudo dos elementos-traços mostrou que há pequenas variações composicionais entre as rochas dos diferentes corpos. O comportamento dos ETR demonstrou um fracionamento médio a acentuado dos leves em relação aos pesados com razão  $(\text{La}/\text{Yb})_N$  igual a 11,8-72,8 e pequenas anomalias negativas de Eu ( $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,5-1,3$ ). Nos diagramas de discriminação de ambiente tectônico os granitos situam-se predominantemente no campo sin-colisional. Os estudos geocronológicos realizados pelo método U-Pb em zircão via SHRIMP, forneceram idades médias de  $542,7 \pm 1,9$  Ma (GPK),  $541,5 \pm 1,8$  Ma (GBR) e  $546,4 \pm 2,3$  Ma (GSL); interpretadas como as idades de cristalização do zircão, permitindo, assim, posicioná-los no final do Neoproterozoico. A idade obtida no GRL foi de  $615,7 \pm 26$  Ma, o que destoia dos dados já conhecidos e merecerá reanálise dos dados. Os resultados isotópicos de Sm-Nd para os quatro corpos graníticos forneceram idades modelo ( $T_{DM}$ ) que variam de 1,69 a 1,84 Ga e valores de  $\epsilon_{Nd}$  negativos entre -12,18 e -6,21. No diagrama  $\epsilon_{Nd}$  vs. tempo, as amostras indicam uma fonte predominantemente crustal de idade estateriana para os magmas parentais. A análise integrada dos dados de campo, petrográficos, geoquímicos e geocronológicos, permite afirmar que, os plútons graníticos estudados são correlatos, tendo sua origem associada a um mesmo evento de granitogênese; as idades U-Pb em zircão de 541 a 546 Ma, interpretadas como idades de cristalização dos granitos GPK, GBR e GSL, estão relacionadas à fase principal do metamorfismo do CA; o alojamento desses corpos está associado à fase orogénica colisional do CA no fim do Neoproterozoico; os dados de Sm-Nd sugerem que a geração destes granitos pode estar relacionada a processos de anatexia de duas fontes crustais distintas, propiciando a agregação de líquidos graníticos, ascensão e o alojamento tardio desses magmas à tectônica principal do Cinturão Araguaia.

Palavras-chave: Petrologia. Geoquímica. Geocronologia. Cinturão Araguaia. Magmatismo Granítico.

## ABSTRACT

In the eastern region of the Araguaia Belt (AB), in Tocantins State, four relatively small granitic bodies are identified: Ramal do Lontra (GRL), Presidente Kennedy (GPK), Barrolândia (GBR) e Santa Luzia (GSL). These rocks represent the record of an important granitogenesis event that is related to the evolution of the AB at the later Neoproterozoic. The few geological data on these bodies were poorly organized which precluded an integrated understanding and the correlation with other outcropping areas. This magmatism is not spatially very representative, but it is important due to the relationship of the granitic emplacement with the main phase of the regional metamorphism. This work is focused on the petrological and geochronological interpretation of granitic magmatism of the AB, especially on the petrographic and geochemical characterization of the main bodies, definition of ages of the magmatic episodes by zircon U-Pb dating and investigation of sources and time of crustal residence by TDM model ages (Sm-Nd) and  $\epsilon_{Nd}$  values. The studied bodies comprise stocks with slightly oval shapes and size that varies from 3 to 6 km on the major axis and 2-8 km on the smaller one, which are emplaced on micaxistes and quartzites of the Estrondo Group. In field stage, some important features were noted, such as the lack of the contact metamorphism and xenoliths on the country rocks, as well as the lack of the cooling borders, presence of granitic portions on the country rocks and the structural concordance between the foliations of the country rocks and the granitic body. The rocks were classified as two-mica meta-granites with low mineralogical variation, low mafic mineral content (<6%), hololeucocratic, medium grained and equigranular features, and granoblastic and relic granular hypidiomorphic textures. On the QAP diagram, the GRL, GBR and GSL plotted on the monogranite field or on the limits between the monzogranite and granodiorite fields, whereas, the GPK felt on the granodiorite field. The essential mineralogical content is formed by oligoclase, quartz and microcline, followed by biotite and muscovite. The accessory minerals are represented by apatite, zircon, allanite, garnet, monazite and opaque minerals. The granitic rocks are geochemically similar with SiO<sub>2</sub> content from 71% to 74%, and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> between 13% and 15%. The Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O contents are slightly higher in the GRL and GPK, which reflect on the A/CNK ratio, plotting on the peraluminous field. The low content of MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3Total</sub> and CaO indicate these rocks are low fractionated. The trace elements also pointed out small compositional variations on the rocks of the different bodies. The REE patters demonstrated a medium to strong fractionation of the light REE in relation to the heavy REE, showing (La/Yb)<sub>N</sub> values between 11.8 and 72.8 and weak Eu anomalies (Eu/Eu\* = 0.5-1.3). The zircon U-Pb dating by SHRIMP reveled ages of 542.7 ± 1.9 Ma (GPK), 541.5 ± 1.8 Ma

(GBR) and  $546.4 \pm 2.3$  Ma (GSL). These ages were interpreted as zircon crystallization at the later Neoproterozoic. The age obtained for the GRL was slightly older ( $615.7 \pm 26$  Ma) with a higher MSWD errors. The Sm-Nd isotopic results for the four bodies revealed  $T_{DM}$  model ages between 1.69 and 1.84 Ga and  $\epsilon_{Nd}$  values from -12.18 to -6.21. On the  $\epsilon_{Nd}$  versus time diagram, the plots indicate a dominantly Statherian crustal sources for the parental magmas. The integrated data analysis allows us to suggest that the granitic bodies are correlated, which their origin is associated to a same granitogenesis event. The U-Pb ages between 541 and 546 Ma, interpreted as crystallization of the GPK, GBR and GSL, are related to the main metamorphic phase of the AB. The emplacement of this bodies is associated to the orogenic collisional phase of the AB at the later Neoproterozoic. The Sm-Nd data suggest that the studied rocks were generated by anatexis of at least two different sources, which favored the aggregation of granitic melts, rising and late emplacement of these magma at the main phase of the Araguaia Belt.

Keywords: Petrology. Geochemistry. Geochronology. Araguaia Belt. Granite Magmatism.