



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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 574**

**GEOCRONOLOGIA U-Pb E GEOLOGIA ISOTÓPICA Sm-Nd  
DO GRANITO RIO VERDE, NEOPROTEROZOICO NO  
TERRENO GRANJEIRO – VÁRZEA ALEGRE (CE)**

**Dissertação apresentada por:**

**DAYANE DO NASCIMENTO COELHO**

**Orientador: Prof. Dr. Candido Augusto Veloso Moura (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)

- 
- C672g Coelho, Dayane do Nascimento  
Geocronologia U-Pb e geologia isotópica Sm- Nd do Granito Rio Verde, Neoproterozoico no Terreno Granjeiro -Várzea Alegre (CE) / Dayane do Nascimento Coelho. — 2020.  
xv, 80 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Candido Augusto Veloso Moura  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.
1. Granitoides. 2. Neoproterozoico. 3. Geocronologia U-Pb.  
4. Sistemática Sm-Nd. 5. Província Borborema. I. Título.

CDD 551.701

---



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

**GEOCRONOLOGIA U-Pb E GEOLOGIA ISOTÓPICA Sm-Nd  
DO GRANITO RIO VERDE, NEOPROTEROZOICO NO  
TERRENO GRANJEIRO – VÁRZEA ALEGRE (CE)**

**Tese apresentada por**

**DAYANE DO NASCIMENTO COELHO**

**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestra em Ciências na Área de GEOQUÍMICA,  
linha de pesquisa GEOCRONOLOGIA E GEOQUÍMICA ISOTÓPICA**

**Data de Aprovação: 20 / 12 / 2019**

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Candido Augusto Veloso Moura  
(Orientador- UFPA)

Prof.ª Dr. João Marinho Milhomem Neto  
(Membro-UFPA)

Prof. Dr. Paulo Sergio de Sousa Gorayeb  
(Membro-UFPA)

À Pedro Sergio e Aritana Coelho (*in memoriam*), por tantas  
possibilidades no amor.

## AGRADECIMENTOS

Quero registrar meus agradecimentos a todos que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

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

À Universidade Federal do Pará (UFPA), por meio do Instituto de Geociências (IG) e Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) pela disponibilidade da infraestrutura necessária para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Candido A. V. Moura orientador desta dissertação, por toda disponibilidade, inclusive nos finais de semana, merecidos puxões de orelha e compreensão/paciência.

À Faculdade de Geologia (FAGEO), aos discentes e a equipe docente da disciplina Mapeamento Geológico II pela cessão da base cartográfica que foi compilada e utilizada nesta dissertação.

À Profa. Rosemary Silva Nascimento por todo o esforço durante os trabalhos de campo e auxílio na descrição das lâminas delgadas.

Ao técnico Afonso Quaresma de Lima por todo o apoio durante a fase de campo e coleta de amostras.

À técnica Joelma Lobo da Oficina de Laminação do IG/UFPA pela confecção das lâminas delgadas e polimento de cristais de zircão.

Ao Laboratório de Microanálises da UFPA, em especial ao Prof. Dr. Claudio Lamarão, à Msc. Gisele Tavares e aos técnicos Bruno Portugal e Ana Paula Correa pela disponibilização do microscópio eletrônico de varredura para o imageamento dos cristais de zircão.

Aos professores e técnicos do Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) onde as análises Sm-Nd e U-Pb foram realizadas, em especial ao Prof. Dr. João Marinho Milhomem Neto pelo treinamento na planilha de tratamento de dados U-Pb.

Aos queridos amigos geólogos Rômulo Pinto, Ailton Brito, Franco Felipe e Quézia Alencar por toda força e companheirismo, em especial ao Arthur Aragão pela amizade infinita.

Aos meus pais Hilda Coelho e Antonio Neto por todo o amor, dedicação e suporte para concretização de mais um sonho.

Ao Júnior Loureiro por todo companheirismo, amor e compreensão.

*"Se não puder destacar-se pelo talento,  
vença pelo esforço."*

Dave Weinbaun.

## RESUMO

Os eventos magmáticos graníticos na Província Borborema são diversificados e reconhecidos do Arqueano ao início do Fanerozoico. A atividade plutônica do Ediacarano-Cambriano do Ciclo Brasileiro constitui uma das mais importantes feições geológicas dessa Província, com destaque à grande quantidade de corpos graníticos de natureza e idades diversas. Neste contexto encontram-se vários granitoides alojados nas rochas neoarqueanas do Terreno Granjeiro, do Domínio Rio Grande do Norte no sul do Ceará. Vários destes plutons foram cartografados durante o mapeamento geológico realizado pela Faculdade de Geologia da UFPA e pela CPRM. Entre as novas ocorrências de corpos graníticos encontra-se o plúton situado a sudoeste da cidade de Várzea Alegre-CE que foi objeto de investigação geocronológica nesta dissertação. Ele está sendo aqui denominado de Granito Rio Verde, e se caracteriza por apresentar textura porfirítica onde fenocristais de álcali feldspato de tamanho entre 1,0 e 5,0 cm encontram-se imersos em uma matriz de granulação média. Em geral as rochas apresentam-se deformadas em intensidade variada. Três litofácies foram reconhecidas no Granito Rio Verde. A titanita-biotita-hornblenda granodiorito (TnBtHbGdr), biotita monzogranito (BtMzg) e enclaves de composição quartzo diorítica e feições de mistura mecânica de magmas (*mingling*). Datação geocronológica pelo método U-Pb em zircão por LA-MC-ICP-MS do BtMzg e de enclaves de composição intermediária associados foi realizada para definir a idade do GRV e correlaciona-lo aos eventos de granitogênese reconhecidos na Província Borborema. Paralelamente, o estudo isotópico pelo método Sm-Nd foi realizado para caracterizar a fonte do magma granítico (retrabalhamento crustal ou magmatismo juvenil). A datação U-Pb em zircão forneceu idade concordante de intercepto superior de  $592 \pm 3,2$  Ma ( $2\delta$ ,  $n=5$ ) para o BtMzg. A datação U-Pb em zircão realizada em duas amostras do enclave quartzo diorítico não foi satisfatória, provavelmente devido à metamictização dos cristais de zircão que resultou na baixa preservação das feições ígneas primárias. Apesar disto, foi possível definir em uma das amostras idade concordante de  $607 \pm 4,8$  Ma ( $2\delta$ ,  $n=3$ ), que é interpretada como indicativa da idade dos enclaves de composição quartzo diorítica. Com isso, a contemporaneidade entre o magmatismo granítico e o magmatismo mais máfico fica sugerida, embora deve-se reconhecer que estudos geocronológicos adicionais são necessários para definir com exatidão, a idade do magmatismo mais máfico. O emprego do sistema isotópica Sm-Nd em rocha total em duas amostras do GRV revelou valores de  $\epsilon_{Nd(590Ma)}$  negativos de  $-18,3$  e  $-19,4$  indicando retrabalhamento de crosta antiga pré-existente para a formação do magma fonte do Granito Rio

Verde. As idades Nd-T<sub>DM</sub>, calculadas em estágio duplo (2,48 e 2,56 Ga), evidenciam contribuição de crosta arqueana, provavelmente relacionada ao Complexo Granjeiro, para a formação do magma que originou o Granito Rio Verde. Todavia, não se pode descartar a mistura de crosta arqueana com material crustal mais jovem visto que as idades Nd-T<sub>DM</sub> situam-se no limite Arqueano-Paleoproterozoico. Considerando a características petrográficas e geocronológicas o Granito Rio Verde foi associado à granitogênese sin-transcorrente de 570 - 590Ma que atingiu a Província Borborema, e tem os granitoides da Suíte Intrusiva Itaporanga como um de seus representantes.

Palavras-chave: Granitoides. Neoproterozoico. Geocronologia U-Pb. Sistemática Sm-Nd. Província Borborema. Terreno Granjeiro.

## ABSTRACT

Several magmatic events, from the late Archean to the beginning of the Phanerozoic, are recognized in Borborema Province. The plutonic Ediacaran-Cambrian activity (Brasiliano cycle) is one of the most important geological features of this Province since it generated a large number of granitic bodies of different ages and nature. In this context, there are several granitoids emplaced in the Neoproterozoic rocks of the Granjeiro Terrain, of the Rio Grande do Norte Domain. Undergraduate geology students of the UFPA mapped some granitic bodies hitherto not described in this terrain yet. Among the new occurrences, a small granitic pluton located southwest of the city of Várzea Alegre-CE is the object of geochronological investigation of this dissertation. It is being referred here as Rio Verde Granite. The pluton presents porphyritic texture with feldspar phenocrysts (1,0 to 5,0 cm in size) immersed in a medium-grained matrix. The Rio Verde Granite has three lithofacies. Titanite-biotite-hornblende granodiorite (TnBtHbGdr), biotite monzogranite (BtMzg), and enclaves of quartz diorite composition. It also shows evidence of magmas mingling. The rocks are deformed; however, magmatic structures are also observed. The U-Pb zircon dating of the BtMzg and associated intermediate enclaves by LA-MC-ICP-MS was carried out to correlate this magmatism with one of the magmatic events recognized in the Borborema Province. In parallel, the Sm-Nd isotopic systematics was performed to characterize the source of the granitic magma (crustal rework or juvenile crust). U-Pb zircon dating provided a concordant age of  $592 \pm 3.2$  Ma ( $2\sigma$ ,  $n = 5$ ) for the BtMzg. In turn, zircon dating in two samples of the quartz diorite enclave was not good enough due to the degree of metamictization of zircon crystals, which resulted in poor preservation of primary igneous features. Nevertheless, it was possible to define, in one of the samples, the concordant age of  $607 \pm 4.8$  Ma ( $2\sigma$ ,  $n = 3$ ), which is indicative of the timing of the intermediate rocks. Thus, the contemporaneity between the granitic and the more mafic magmatism is suggested. However, additional geochronological studies are needed to define the age of the mafic magmatism accurately. The use of the Sm-Nd isotopic system in whole-rock revealed negative  $\epsilon_{\text{Nd}}(590\text{Ma})$  values of -18.26 and -19.42, indicating the reworking old crust as source of the granitic magma. The Nd- $T_{\text{DM}}$  ages, calculated in two-stage, of 2.48 and 2.56 Ga, show the contribution of the Archean crust, probably of the Granjeiro Complex, to the formation of the magma that originated the Rio Verde Granite. However, the mixing of Archean crust with younger crustal material cannot be discarded as the Nd- $T_{\text{DM}}$  ages are in the Archean-Paleoproterozoic boundary. Considering the petrographic and geochronological features the

Rio Verde Granite, it may be associated with the 570-590Ma syn-transcurrent granitic magmatism that occurred in the Borborema Province. This magmatic event has the granitoids of the Itaporanga Intrusive Suit as one of its representatives.

Key Words: Granitoids. Neoproterozoic. U-Pb geochronology. Sm-Nd systematics. Borborema Province. Granjeiro Terrain.