



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

---

**TESE DE DOUTORADO Nº 164**

**ORIGEM E EVOLUÇÃO DO COMPLEXO GRANITOIDE  
NEOARQUEANO DE VILA JUSSARA: IMPLICAÇÕES PARA  
A EVOLUÇÃO CRUSTAL DA PROVÍNCIA CARAJÁS**

**Tese apresentada por:**

**FERNANDO FERNANDES DA SILVA**

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

---

**BELÉM  
2022**

**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)**

---

S586o Silva, Fernando Fernandes da.  
Origem e evolução do complexo granitoide neoarqueano de vila  
Jussara: implicações para a evolução crustal da província Carajás /  
Fernando Fernandes da Silva. — 2022.  
x, 100 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Davis Carvalho de Oliveira  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de  
Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e  
Geoquímica, Belém, 2022.

1. Granitoide. 2. Neoarqueano. 3. Sintectônico . 4.  
Colocação. 5. Isótopos . I. Título.

CDD 552

---



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

**ORIGEM E EVOLUÇÃO DO COMPLEXO GRANITOIDE  
NEOARQUEANO DE VILA JUSSARA: IMPLICAÇÕES PARA  
A EVOLUÇÃO CRUSTAL DA PROVÍNCIA CARAJÁS**

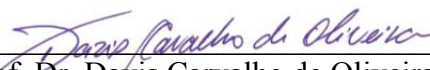
**TESE APRESENTADA POR:**


**FERNANDO FERNANDES DA SILVA**

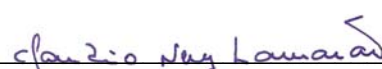
**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Doutor em Ciências na Área de  
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA, linha de pesquisa EVOLUÇÃO CRUSTAL E  
METALOGÊNESE.**

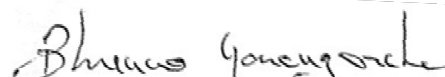
**Data de Aprovação: 15 / 07 / 2022**


Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Davis Carvalho de Oliveira  
Orientador – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Valdecir de Assis Janasi  
Membro – USP

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão  
Membro – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Bhrenno Marangoanha  
Membro – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Moacir José Buenano Macambira  
Membro – UFPA

*À minha família e amigos*

## AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas e instituições:

Agradeço inicialmente à Universidade Federal do Pará (UFPA), juntamente com o Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), pela infraestrutura e suporte financeiro necessários à realização deste trabalho.

Ao orientador prof. Dr. Davis Carvalho de Oliveira, pela oportunidade, apoio e incentivo durante esses anos.

Ao Professor Roberto Dall'Agnol pelo incentivo, oportunidades, conhecimento compartilhado e disposição para guiar o trabalho para o melhor caminho possível.

A meus Pais e minha irmã que sempre me apoiaram e incentivaram em todas as etapas da minha vida.

A memória da minha falecida esposa que foi parte integrante desse trabalho e a considero como uma coautora.

Aos colegas Ingrid Viana e Luan Alexandre os quais compartilharam temas de doutorado e mestrado na mesma área desta tese, o meu muito obrigado pelas inúmeras discussões, momentos de desespero compartilhado, risada e momentos de descontração.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo (Processo 140077/2018-9) e taxa de bancada. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA; Processo 133/2008-0), e aos projetos de pesquisa Vale/FAPESPA (ICAAF n. 053/2011) e INCT/GEOCIAM (CNPq/FAPESPA/CAPES/PETROBRAS; Processo 573733/2008-2), pelo apoio financeiro durante a execução desta pesquisa.

Ao Grupo de Pesquisa Petrologia de Granitoides (GPPG) do Instituto de Geociências (IG-UFPA), em especial aos integrantes da sala 3, pelas conversas, companhia e auxílio durante esses anos.

Ao professor Marco Antonio Galarza, do Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) da UFPA, pelo suporte na aquisição dos dados de U-Pb LA-MC-ICP-MS e Sm-Nd, além da ajuda no tratamento dos dados de Lu-Hf.

Ao Laboratório de Geocronologia de Alta Resolução da Universidade de São Paulo (GeoLab/USP), em especial ao corpo técnico Dr. Kei Sato e Dr. Artur Takashi Onoe pelo

grande auxílio prestado durante as etapas de aquisição de dados U-Pb SHRIMP. Ao professor Cristiano Lana, do Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), pelo apoio na obtenção das análises de Lu-Hf em zircão.

Ao professor Cláudio Nery Lamarão e à Gisele T. Marques, pelo suporte na aquisição das imagens BSE e CL de alta resolução dos cristais de zircão, no Laboratório de Microanálises do IG-UFPA.

Aos professores do PPGG, pelo conhecimento transmitido. Aos funcionários da secretaria do programa de pós-graduação, pelo auxílio nas questões administrativas e pela atenção dispensada. Aos demais funcionários do IG, pela dedicação e atenção.

A minha companheira de vida Karol Cunha a qual que me ajudou, me deu forças e incentivou para a conclusão das etapas finais do trabalho, obrigado por tudo!

Gostaria de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê” *Arthur Schopenhauer*

## RESUMO

Novas informações sobre a geologia, aliadas à obtenção de dados geoquímicos e isotópicos (U-Pb, Hf e Nd) da Suíte Vila Jussara, são apresentadas com objetivo de discutir um modelo petrogenético para os granitoides neoarqueanos da Província Carajás. Esta suíte surge como uma série de plútons com formas sigmoidais, coalescentes e alongados na direção E-W, os quais seguem a tendência regional. As áreas centrais dos plútons são levemente deformadas, enquanto que as porções marginais apresentam aspecto milonítico e são delimitadas por zonas de cisalhamento sinistral pertencentes ao sistema transcorrente da Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas. Esses granitoides apresentam um amplo espectro composicional, com quatro litotipos individualizados: (i) biotita-hornblenda monzogranito seriado, que é subdividido em tipos oxidados e reduzidos; (ii) biotita-hornblenda tonalito; (iii) biotita monzogranito; e (iv) granitoide porfirítico (hornblenda biotita monzogranito/granodiorito). Os dados geocronológicos U-Pb e Pb-Pb em zircão forneceram idade de cristalização de 2.74 Ga para a variedades graníticas e granitoides porfiríticos, e para a variedade biotita-hornblenda tonalito, idade de 2.76 Ga. Os dados isotópicos de Nd e Hf, sugerem que os magmas da suíte Vila Jussara não são juvenis [ $\epsilon_{Nd}$  (-3,5 a 1,5) e  $\epsilon_{Hf}$  (-1,2 a 3,5)] e foram derivados de rochas de idade mesoarqueana (TDM > 3.0 Ga). O modelo petrogenético adotado para gerar os magmas primários desta suíte admite como rocha geradora os granulitos mesoarqueanos da área Ouro Verde do subdomínio Canaã dos Carajás. Relações de campo, dados geoquímicos e isotópicos sugerem que os granitoides que compõem a Suíte Vila Jussara não são formados a partir de um único magma parental, mas por múltiplas injeções de magmas gerando extensa hibridização. Seus magmas foram colocados ao longo de estruturas pré-existentes sob regime tectônico transtensional dominado por cisalhamento puro em um contexto sintectônico pós-colisional.

Palavras-chave: Granitoides. Geoarqueano. Sintectônico. Colocação. Isótopos. Carajás.



## ABSTRACT

New information on the geology, combined with the acquisition of geochemical and isotopic data (U-Pb, Hf and Nd) from the Vila Jussara Suite, are presented in order to discuss a petrogenetic model for the Neoproterozoic granitoids of the Carajás Province. This suite appears as a series of coalescing plutons with sigmoidal and elongated shapes, in the E-W direction, which follow the regional trend. The central areas of the plutons are slightly deformed, while the marginal portions have a mylonitic appearance and are delimited by sinistral shear zones belonging to the transcurrent system of the Itacaiúnas Shear Belt. These granitoids present a broad compositional spectrum, with four individualized lithotypes: (i) biotite-hornblende serial monzogranite, which is subdivided into oxidized and reduced types; (ii) biotite-hornblende tonalite; (iii) biotite monzogranite; and (iv) porphyritic granite (hornblende biotite monzogranite/granodiorite). The geochronological data U-Pb and Pb-Pb in zircon provided an age of crystallization of 2.74 Ga for the granitic and porphyritic granite varieties, and for the biotite-hornblende tonalite variety, an age of 2.76 Ga. The isotopic data of Nd and Hf suggest that the magmas of the Vila Jussara suite are not juveniles [ $\epsilon_{\text{Nd}}$  (-3.5 to 1.5) and  $\epsilon_{\text{Hf}}$  (-1.2 to 3.5)] and were derived from rocks of Mesoproterozoic age (TDM > 3.0 Ga). The petrogenetic model adopted to generate the primary magmas of this suite admits as source rock the Mesoproterozoic granulites from the Ouro Verde area of the Canaã dos Carajás subdomain. Field relationships, geochemical and isotopic data suggest that the granitoids that make up the Vila Jussara Suite are not formed from a single parental magma, but by multiple magma injections generating extensive hybridization. Its magmas were placed along pre-existing structures under a transtensional tectonic regime dominated by pure shear in a post-collisional syntectonic context.

Keywords: Granitoids. Neoproterozoic. Syntectonic. Emplacement. Isotopes. Carajás.



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

## PARECER

### Sobre a Defesa Pública da Tese de Doutorado de FERNANDO FERNANDES DA SILVA

A banca examinadora da Tese de Doutorado de **FERNANDO FERNANDES DA SILVA**, orientando do Prof. Dr. **Davis Carvalho de Oliveira (UFPA)**, composta pelos professores doutores **Valdecir de Assis Janasi (USP)**, **Moacir José Buenano Macambira (UFPA)**, **Bhrenno Marangoanha (UFPA)** e **Claudio Nery Lamarão (UFPA)**, após apresentação da sua tese intitulada “**ORIGEM E EVOLUÇÃO DO COMPLEXO GRANITOIDE NEOARQUEANO DE VILA JUSSARA: IMPLICAÇÕES PARA A EVOLUÇÃO CRUSTAL DA PROVÍNCIA CARAJÁS**”, emite o seguinte parecer:

O candidato realizou sua apresentação de forma clara, bem organizada e segura no tempo estipulado. Na arguição mostrou domínio da temática abordada e respondeu adequadamente às perguntas formuladas pela banca. O trabalho escrito foi apresentado na forma de dois artigos submetidos a periódicos de impacto internacional, sendo um já publicado. Dessa forma, o documento atende às exigências básicas para uma tese de doutorado.

Finalmente, a banca examinadora decidiu por unanimidade aprovar a tese de doutorado.

Belém, 15 de julho de 2022.

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

Prof. Dr. Valdecir de Assis Janasi (Membro-USP)

Prof. Dr. Moacir José Buenano Macambira (Membro-UFPA)

Prof. Dr. Bhrenno Marangoanha (Membro-UFPA)

Prof. Dr. Cláudio Nery Lamarão (Membro-UFPA)