



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 640

**GEOLOGIA ISOTÓPICA U-Pb e Lu-Hf NO TONALITO
CÂNDIDO MENDES E ARENITOS DA FORMAÇÃO
IGARAPÉ DE AREIA: APLICAÇÃO EM PROVINIÊNCIA
SEDIMENTAR E IMPLICAÇÕES PARA EVOLUÇÃO DO
CRÁTON SÃO LUÍS**

Dissertação apresentada por:

FERNANDA BATISTA FERREIRA

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

**BELÉM – PARÁ
2023**

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)

- F383g Ferreira, Fernanda Batista.
Geologia isotópica U-Pb e Lu-Hf na Suíte Intrusiva Tromai e arenitos da Formação Igarapé de Areia: aplicação em proviniência sedimentar e implicações para evolução do Cráton São Luís / Fernanda Batista Ferreira. — 2023.
xiii, 68 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Cândido Augusto Veloso Moura
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2023.
1. Geocronologia U-Pb em zircão. 2. Sistema isotópico Lu-Hf em zircão. 3. Proveniência sedimentar. 4. Formação Igarapé de Areia. 5. Suíte Intrusiva Tromai. I. Título.

CDD 558.1



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

**GEOLOGIA ISOTÓPICA U-Pb e Lu-Hf NO TONALITO
CÂNDIDO MENDES E ARENITOS DA FORMAÇÃO
IGARAPÉ DE AREIA: APLICAÇÃO EM PROVINIÊNCIA
SEDIMENTAR E IMPLICAÇÕES PARA EVOLUÇÃO DO
CRÁTON SÃO LUÍS**

Dissertação apresentada por:

FERNANDA BATISTA FERREIRA

**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOLOGIA E GEOQUÍMICA e linha de pesquisa GEOCRONOLOGIA E
GEOQUÍMICA ISOTÓPICA**

Data de Aprovação: 16 / 10 / 2023

Banca Examinadora:

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

Prof. Dr. Marcos Vinicius Dorneles Remus
(Membro – UFRGS)

Prof. Dr. Evandro Luiz Klein
(Membro – CPRM)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Benedita e Rui, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando em todas as minhas decisões. Ao meu irmão Guilherme que sempre me inspirou e ajudou a crescer como pessoa. Aos meus demais familiares, que mesmo de longe sempre contribuíram com a minha caminhada, especialmente minha tia Rose, que me ajudou nos momentos de dúvida.

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Cândido Moura pela oportunidade de realizar esse trabalho e orientações, além da paciência e compreensão. Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG/UFGA) e ao CNPq o fomento de bolsa de estudos. A Secretária do PPGG, em especial a Cleida Freitas. As geólogas Keila Texeira e Silva Archanjo por terem realizado a amostragem das rochas desse trabalho. Aos técnicos Joelma Lobo e Bruno Portugal da Oficina de laminação da UFGA. Ao geólogo Fábio e ao professor Herbet da UFS por ter assistido as análises de MEV.

Ao Laboratório de Geologia Isotópica do Pará (Pará-Iso) em especial, também pela orientação na etapa de realização e tratamento dos dados, aos Professores Dr. João Milhomem e Dr. Marco Galarza. Ao técnico do laboratório Renan e ao doutorando Claube por auxiliarem nos procedimentos da sala de separação de minerais.

Aos amigos da Geologia, do mestrado, Argel, Alan, Dominique, Mozaniel e Renato, que compartilharam seus aprendizados e sua companhia. E aos amigos da graduação, em especial a Jessica, que sempre mostrou seu apoio, mesmo estando longe.

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram com comigo ao longo desse caminho, em especial, para não cair na hipocrisia, a Giulia que me ajudou em todos os momentos de crises acadêmicas, e um dia possa retribuir seu suporte emocional.

RESUMO

O uso da assinatura isotópica Lu-Hf em zircão de idade U-Pb conhecida permite caracterizar o magma em que esse mineral se cristalizou, constituindo assim uma ferramenta potencial para a investigação de proveniência sedimentar. A confiabilidade dessa metodologia em estudos de proveniência foi avaliada utilizando zircões detríticos de arenitos da Formação Igarapé de Areia, que aflora no Fragmento Cratônico São Luís (FCSL) e no Cinturão Gurupi (CG), na região do Gurupi, nordeste do estado do Pará e a noroeste do estado do Maranhão. A maioria dos grãos de zircão desse arenito apresenta idades riacianas, o que permite avaliar a aplicabilidade do sistema isotópico Lu-Hf para estudos dessa natureza. As análises morfológicas desses grãos detríticos indicam uma origem magmática. Os dados U-Pb revelam idades riacianas (2051 a 2256 Ma) e orosirianas (1912 a 2049 Ma). Essas idades são compatíveis com a época do evento orogênico de formação do FCSL. As rochas do Granodiorito Bom Jesus, grande corpo granitóide pertencente a Suíte Intrusiva Tromaí do FCSL, é representativo dos eventos magmáticos cálcio-alcalinos paleoproterozóicos, tem idade U-Pb de $2149 \pm 5,4$ Ma. As assinaturas isotópicas Lu-Hf dos zircões do tonalito e do arenito são similares, com $\epsilon_{\text{Hf}(t)}$ variando de 0,65 a 6,82 e de 1,84 a 6,07, respectivamente. Ademais, as idades modelos dos zircões apresentam resultados igualmente semelhantes, com $\text{Hf-T}_{\text{DM}}^{\text{C}}$ de 2,36 a 2,53 Ga para a Formação Igarapé de Areia, e 2,28 a 2,67 Ga para o Suíte Intrusiva Tromaí, sugerindo que a área fonte dos arenitos é constituída por crosta juvenil do Paleoproterozóico. Esses resultados reforçam a hipótese de que a fonte de sedimentos desses arenitos está localizada nas rochas do FCSL, CG e seus equivalentes birimianos no Cráton Oeste-Africano (COA). A similaridade litológica e geocronológica das rochas paleoproterozóicas da região do Gurupi com unidades do Domínio Baoulé-Mossi do COA é amplamente reconhecida. Por sua vez, a presença de idades modelo $\text{Hf-T}_{\text{DM}}^{\text{C}}$ neoarqueanas pode ser um indicativo de uma pequena contribuição de crosta arqueana, o que é observado mais claramente nas rochas do Domínio Baoulé-Mossi. Esse processo de contaminação pode ter ocorrido com a subducção e fusão de sedimentos oriundos de crosta arqueana ou pela incorporação de arco de ilhas paleoproterozóicos em um núcleo arqueano. O sistema Lu-Hf provou ser uma ferramenta útil para a investigação de proveniência sedimentar.

Palavras-chave: geocronologia U-Pb em zircão; sistema isotópico Lu-Hf em zircão; Fragmento Cratônico São Luís; Cinturão Gurupi; Cráton Oeste-Africano; Suíte Intrusiva Tromaí; Formação Igarapé de Areia; proveniência sedimentar.

ABSTRACT

Using the Lu-Hf isotopic signature in zircon of known U-Pb age allows the characterization of the magma that crystallizes this mineral. Thus, it is a potential tool for sedimentary provenance investigation. The application of this method in provenance studies was tested using detrital zircons from sandstones of the Igarapé de Areia Formation, occurring in the São Luís Cratonic Fragment (SLCF) and the Gurupi Belt (GB) in the Gurupi region, NE of Pará an NW Maranhão. Most zircon grains of the sandstone have Rhyacian age, which allows for evaluating the applicability of the Lu-Hf isotopic system for provenance studies. The morphological analyses of these zircon grains indicate a magmatic origin. The U-Pb data yield Rhyacian (2051 to 2256 Ma) and Orosirian (1912 to 2049 Ma) ages. These ages are compatible with the timing of the orogenic event that formed the SLCF. The Bom Jesus Granodiorite, a large granitoid from the Intrusive Tromaí Suite of the SLCF, is representative of the Paleoproterozoic calc-alkaline magmatic event and has a U-Pb zircon concordant age of 2149 ± 5.4 Ma. The Lu-Hf isotopic signatures of the zircons of both tonalite and sandstone are similar, with $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ ranging from 0.65 to 6.82 and from 1.84 to 6.07, respectively. Furthermore, the zircon model ages show similar results, with Hf-TDMC from 2.36 to 2.53 Ga for the Igarapé de Areia Formation and from 2.28 to 2.67 Ga for Intrusive Tromaí Suite, indicating a source area for the sandstone made up by juvenile Paleoproterozoic crust. These results support the hypothesis that the sedimentary sources of the sandstone were the rocks located in the SLCF and GB and their Birimian equivalents in the West African Craton (WAC). The lithological and geochronological similarity of the Paleoproterozoic rocks of the Gurupi region with rock units from the Baoulé-Mossi Domain from WAC is well established. In turn, Neoproterozoic Hf-TDMC model ages may indicate a small contribution from the Archean crust, which is recorded more clearly in the rocks of the Baoulé-Mossi Domain. This contamination process may have occurred during the subduction and melting of sediments from the Archean crust or by incorporating a Paleoproterozoic Island arc into Archean terranes. The Lu-Hf isotope system has proved to be a handy tool for investigating sedimentary provenance.

Keywords: U-Pb zircon geochronology; Lu-Hf isotopic system in zircon; São Luís Cratonic Fragment; Gurupi Belt; West African Craton; Intrusive Tromaí Suite; Igarapé de Areia Formation; sedimentary provenance.