



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 649

**GEOCRONOLOGIA E GEOQUÍMICA ISOTÓPICA PB-SR-ND
DAS ROCHAS VULCANO- PLUTÔNICAS
PALEOPROTEROZOICAS, PORÇÃO SUL DO CRÁTON
AMAZÔNICO, REGIÃO DE VILA MANDI (PA)**

Dissertação apresentada por:

GABRIEL SILVA DE ARAÚJO PONTES

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Galarza Toro

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Marcello Dias Fernandes

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)**

P813g Pontes, Gabriel Silva de Araújo.
Geocronologia e geoquímica isotópica Pb-Sr-Nd das rochas vulcano-plutônicas paleoproterozoicas, porção Sul do Cráton Amazônico, região de Vila Mandi (PA) / Gabriel Silva de Araújo Pontes. -2023.
xviii, 87 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Marco Antônio Galarza Toro
Coorientador(a): Prof. Dr. Carlos Marcello Dias Fernandes
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2023.

1. Rochas Vulcânicas. 2. Geoquímica Isotópica Pb-Sr-Nd.
3. Magmatismo Uatumã. 4. Cráton Amazônico. I. Título.

CDD 551.9



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

**GEOCRONOLOGIA E GEOQUÍMICA ISOTÓPICA PB-SR-ND DAS
ROCHAS VULCANO-PLUTÔNICAS PALEOPROTEROZOICAS,
PORÇÃO SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO, REGIÃO DE VILA
MANDI (PA)**

Dissertação apresentada por

GABRIEL SILVA DE ARAÚJO PONTES

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

Data de Aprovação: 01 / 06 / 2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marco Antonio Galarza Toro
(Orientador – UFPA)

Prof. Rafael Rodrigues de Assis
(Membro – USP)

Prof. Moacir José Buenano Macambira
(Membro – UFPA)

Dedico este trabalho a meus pais, avós, familiares e amigos por ouvir, incentivar, apoiar com toda atenção e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Guilherme Luís Lopes de Araújo Pontes e Regina Célia dos Santos Silva pela educação, apoio e encorajamento nos meus primeiros passos da vida comum e o despertar para vida geológica.

Aos meus irmãos, José Luís, Lucas e Betina e meus avós Emmanuel Silva e Célia Silva, José Luís Pontes (*in memoriam*) e especialmente a Marlene Pontes, os quais sempre me orientaram com toda sabedoria e experiência.

Ao professor e orientador Prof. Dr. Marco Antonio Galarza Toro e ao professor e coorientador Prof. Dr. Carlos Marcello Dias Fernandes, ambos pela paciência, oportunidade e todos os ensinamentos prestados, também pelo apoio e comprometimento com minha formação.

À Universidade Federal do Pará, em especial ao Instituto de Geociências e, Faculdade de Geologia, o Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica – PPGG/UFPA e especialmente ao Laboratório De Geologia Isotópica (PARÁ-ISO) por dispor a infraestrutura necessária para realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de Financiamento 001.

Aos projetos: Geologia e potencial metalogenético do vulcano-plutonismo paleoproterozoico da região de Santana do Araguaia (PA), SE do Cráton Amazônico – Processo CNP 483349/2012-7 e Petrogênese e Metalogênese da LIP (Large Igneous Province) Uatumã, Cráton Amazônico – Processo CNPq 550342/2011-7.

À minha parceira, Ana Carla Leão que me acompanhou durante quase toda minha trajetória de pós-graduação e ao início de minha carreira profissional, sempre partilhando um sorriso e me acompanhando durante os melhores e os piores momentos, agradeço por toda sua luz, bondade e compreensão em minhas ausências.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma tiveram contribuições diretas ou indiretas na realização deste trabalho.

*“O maior bem do homem é
uma mente inquieta.”*

- Isaac Asimov

RESUMO

O Cráton Amazônico está localizado na Plataforma Sul-americana e é um dos terrenos pré-cambrianos mais importantes do mundo. Essa grande unidade tectônica é coberta por rochas vulcânicas do Paleoproterozoico, tanto efusivas quanto explosivas, que se estendem por aproximadamente 1.500.000 km². Nas proximidades do distrito de Vila Mandi, no extremo sul do município de São Félix do Xingu (PA), essa atividade é representada por rochas vulcano-plutônicas principalmente compostas por litotipos félsicos, com alguns tipos intermediários e sedimentos associados pertencentes as formações Cincos Estrelas e Vila Mandi. Essas sequências, ainda pouco estudadas, podem ser comparadas a rochas de outras partes do Cráton Amazônico e inseridas no contexto geológico do evento Uatumã, presente ao longo de diversas regiões do Cráton Amazônico. Assim, o propósito deste estudo é fornecer informações sobre as características petrográficas, geoquímicas e geocronológicas do sistema vulcano-plutônico presente na região. Este estudo combina análises petrográficas e geoquímicas isotópicas de Pb-Sr-Nd das unidades vulcano-plutônicas do Paleoproterozoico na região sul do Cráton Amazônico, especialmente na área de Vila Mandi (PA). Dentre as unidades estudadas a unidade inferior, conhecida como Formação Cinco Estrelas, é composta por rochas vulcânicas de natureza básica a intermediária e está dividida em duas fácies distintas: fluxo de lavas e vulcanoclástica. A análise petrográfica e química das rochas da fácies de fluxo de lavas revela uma variação em sua composição, indo de andesíticas a riolíticas, com texturas porfíricas em alguns casos. A fácies vulcanoclástica é caracterizada como um tufo de cinzas, composto por fragmentos angulares a subangulares de plagioclásio, quartzo, minerais opacos e alcalino-feldspato, envoltos por uma matriz fina composta por quartzo-feldspato e minerais opacos. A unidade superior, denominada Formação Vila Mandi, consiste em rochas mais evoluídas formadas em um ambiente tectônico semelhante à unidade inferior. Essas rochas variam em composição de riodacitos a riolitos, com apenas uma amostra apresentando composição alcalino-riolito. A Formação Vila Mandi é dividida em quatro fácies distintas: fluxo de lavas, ignimbritos, granitoides inequigranulares e diques porfíricos graníticos. As análises petrográficas e geoquímicas indicam que as rochas de ambas as formações apresentam composições correlatas com demais eventos de magmatismo pertencentes ao evento Uatumã presente ao longo do Cráton Amazônico. As idades Rb-Sr dos riolitos das Formações Vila Mandi e Cinco Estrelas são de aproximadamente 1871±47 Ma e 1880±43 Ma, respectivamente. A razão inicial ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr da Formação Cinco Estrelas é de 0,7054, enquanto a da Formação Vila Mandi é de 0,7034. Além disso, os riolitos da Formação Vila Mandi apresentam uma idade

isocrônica Pb-Pb de 1875 ± 17 Ma. Os valores de $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ das rochas de ambas as unidades variam entre 0,7026 e 0,7059, já os valores de μ variam entre 10,6 a 11,0 apontando uma contribuição da crosta superior com enriquecimento em U. Os valores positivos de $\epsilon_{\text{Sr}(t)}$ variam de +5 a +53, sugerindo uma forte contribuição crustal na formação das unidades, corroborado pelos valores negativos de $\epsilon_{\text{Nd}(t)}$ variando de $-5,35$ a $-7,86$. As idades modelo Nd- T_{DM} variam de 2,62 a 2,86 Ga, indicando uma fonte Neoarqueana para ambas as formações. As composições isotópicas Pb-Pb da Formação Vila Mandi indicam uma fonte de Pb na crosta superior com um componente significativo de Pb orogênico. Ao comparar as assinaturas isotópicas de Pb-Sr-Nd das formações Vila Mandi e Cinco Estrelas na região de Vila Mandi com as demais formações inseridas no magmatismo Uatumã, sugere-se uma forte correlação entre essas unidades nessas regiões. As idades obtidas neste estudo também podem ser correlacionadas com as rochas vulcano-plutônicas do evento Uatumã nas regiões de São Félix do Xingu, Tapajós e Pitinga. Dados que podem fomentar uma correlação sólida e uma origem semelhante entre as unidades das regiões de Vila Mandi e a as demais presentes no Cráton Amazônico.

Palavras-chave: rochas vulcânicas; geoquímica isotópica Pb-Sr-Nd; magmatismo Uatumã; Cráton Amazônico.

ABSTRACT

The Amazonian Craton is in the South American Platform and is one of the most important Precambrian terrains in the world. This vast tectonic unit is covered by Paleoproterozoic volcanic rocks, both effusive and explosive, which extend over an area of approximately 1,500,000 km². Near the Vila Mandi district, in the southernmost part of São Félix do Xingu municipality (PA), this activity is represented by predominantly felsic volcanic-plutonic rocks, with some intermediate lithotypes, and associated sediments belonging to the Cinco Estrelas and Vila Mandi formations. These relatively understudied sequences can be compared to rocks from other parts of the Amazonian Craton and placed within the geological context of the Uatumã event, which is present in various regions of the craton. Therefore, the purpose of this study is to provide information on the petrographic, geochemical, and geochronological characteristics of the volcanic-plutonic system present in the region. This study combines petrographic and isotopic geochemical analyses of Pb-Sr-Nd in the Paleoproterozoic volcanic-plutonic units in the southern region of the Amazonian Craton, particularly in the Vila Mandi area (PA). Among the studied units, the lower unit known as the Cinco Estrelas Formation consists of volcanic rocks ranging from basic to intermediate nature and is divided into two distinct facies: lava flows and volcanoclastic. Petrographic and chemical analysis of the lava flow facies reveals a variation in composition, ranging from andesitic to rhyolitic, with porphyritic textures in some cases. The volcanoclastic facies is characterized as an ash tuff composed of angular to subangular fragments of plagioclase, quartz, opaque minerals, and alkali feldspar, enveloped by a fine matrix composed of quartz-feldspar and opaque minerals. The upper unit, called the Vila Mandi Formation, consists of more evolved rocks formed in a tectonic environment like the lower unit. These rocks vary in composition from rhyodacites to rhyolites, with only one sample showing an alkaline-rhyolite composition. The Vila Mandi Formation is divided into four distinct facies: lava flows, ignimbrites, inequigranular granitoids, and granitic porphyritic dikes. Petrographic and geochemical analyses indicate that the rocks from both formations exhibit compositional similarities with other magmatic events belonging to the Uatumã event present throughout the Amazonian Craton. The Rb-Sr ages of the rhyolites from the Vila Mandi and Cinco Estrelas formations are approximately 1871±47 Ma and 1880±43 Ma, respectively. The initial ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratio of the Cinco Estrelas Formation is 0.7054, while that of the Vila Mandi Formation is 0.7034. Additionally, the rhyolites from the Vila Mandi Formation exhibit an isochronous Pb-Pb age of 1875±17 Ma. The (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i values of the rocks from both units range from 0.7026 to 0.7059,

while the μ values range from 10.6 to 11.0, indicating a contribution from the upper crust with U enrichment. The positive $\epsilon_{\text{Sr}(t)}$ values range from +5 to +53, suggesting a strong crustal contribution to the formation of the units, supported by the negative $\epsilon_{\text{Nd}(t)}$ values ranging from -5.35 to -7.86. The Nd- T_{DM} model ages range from 2.62 to 2.86 Ga, indicating a Neoproterozoic source for both formations. The Pb-Pb isotopic compositions of the Vila Mandi Formation indicate a Pb source in the upper crust with a significant orogenic Pb component. When comparing the Pb-Sr-Nd isotopic signatures of the Vila Mandi and Cinco Estrelas formations in the Vila Mandi region with other formations inserted in the Uatumã magmatism, a strong correlation between these units in these regions is suggested. The ages obtained in this study can also be correlated with the volcanic-plutonic rocks of the Uatumã event in the regions of São Félix do Xingu, Tapajós, and Pitinga, providing data that can support a solid correlation and a similar origin between the units in the Vila Mandi region and those present in the Amazonian Craton.

Keywords: volcanic rocks; Pb-Sr-Nd isotope geochemistry; Uatumã magmatism; Amazonian Craton.