



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 489

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA, GEOQUÍMICA E
GEOCRONOLÓGICA U-Pb DAS ROCHAS DE ALTO GRAU
METAMÓRFICO DO COMPLEXO TARTARUGAL
GRANDE, SUDESTE DO ESCUDO DAS GUIANAS, AMAPÁ**

Dissertação apresentada por:

HANNA PAULA SALES PAIVA

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

**BELÉM
2016**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CTP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SJBT/LJFPA

Paiva, Hanna Paula Snles, 1990-

Caracterização petrográfica, geoquímica e geocronológica U-Pb das rochas de alto grau metamórfico do Complexo Tartarugal Grande, sudeste do Escudo das Guianas, Amapá / Hanna Paula Sales Paiva. -2016.

xv, 89f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Paulo Sérgio de Sousa Gorayeb

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2016.

1. Petrologia - Amapá. 2. Granulitos – Amapá. 3. Metamorfismo (Geologia) - Amapá. 4. Geologia stratigráfica – Proterozóico. I. Título.

CDD 22. ed.552.5098116



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

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA, GEOQUÍMICA E
GEOCRONOLÓGICA U-Pb DAS ROCHAS DE ALTO GRAU
METAMÓRFICO DO COMPLEXO TARTARUGAL
GRANDE, SUDESTE DO ESCUDO DAS GUIANAS, AMAPÁ**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
HANNA PAULA SALES PAIVA

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

Data de Aprovação: 26/10/2016

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Sérgio de Sousa Gorayeb
(Orientador-UFPA)

Prof. Dr. Renato de Moraes
(Membro-USP)

Prof. Dr. Elton Luís Dantas
(Membro-UnB)

*À minha família,
amor maior,
por todo apoio e dedicação prestados ao longo da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus, por todas as bênçãos concedidas;

Aos meus pais Ângela e Elias, maiores incentivadores, de quem recebi todo o amor, dedicação e compreensão;

À Adriana, minha amada irmã e alma gêmea;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Instituto de Geociências da UFPA por essa importante e grande oportunidade de crescimento científico;

A CAPES pelo suporte financeiro através da concessão da bolsa de estudo de mestrado;

Ao projeto Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia/GEOCIAM/FAPESPA por todo o apoio financeiro para o desenvolvimento dessa dissertação;

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Gorayeb, por sua valorosa paciência, ensinamento e dedicação durante a realização desse trabalho;

Ao Prof. Dr. Jean-Michel Lafon pela base, disponibilidade e por toda ajuda essencial para esse trabalho se concretizar;

À geóloga Dra. Lúcia Travassos pelo total apoio e ensinamentos acerca da área estudada;

A todos os integrantes do Laboratório de Estudos Geocronológicos da Universidade de Brasília (IG/UnB), em especial ao Felipe Valença e Luciana Pereira pelo grande suporte, ajuda e total boa vontade para a realização das análises de U-Pb em zircão e obtenção das imagens de catodoluminescência;

Ao Prof. Dr. Cláudio Lamarão e às técnicas Vivian e Ana Paula do Laboratório de Microanálises do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (IG/UFPA), pela ajuda e paciência para obtenção das imagens de MEV;

À técnica do Laboratório de Laminação do IG/UFPA Joelma Lobo pela preparação das lâminas delgadas e moldes de zircão em resina;

À secretária do PPGG Cleida Freitas por sempre estar disposta a me auxiliar;

Aos amigos de pós-graduação: Juvenal Neto, Douglas Pereira, Lilian Paula, Hévila Costa, Bruno Portugal, David Pereira, Arthur Aragão e Marcela Santos por toda ajuda ofertada e pelos melhores momentos nessa fase da minha vida. São amigos que levarei para sempre no meu coração;

Ao Grupo de Pesquisa em Petrologia e Evolução Crustal (GPEC) pelos bons momentos de convívio;

Às minhas amigas Roberta Cavalcante, Caroline da Cunha, Dayane Coelho, Ana Paula Santana, Roanny Assis e Soraia Abreu pelas valorosas amizades e por também darem suporte ao longo dessa caminhada.

A todos vocês, meu obrigada!

RESUMO

O Complexo Tartarugal Grande é representado por uma associação de rochas de alto grau metamórfico do Paleoproterozoico com relíquias arqueanas, que ocorre na borda norte do Bloco Amapá, no contexto da Província Maroni-Itacaiúnas, sudeste do Escudo das Guianas. Nesta região, o Complexo Tartarugal Grande reúne gnaisses e rochas granulíticas, onde predominam tipos enderbíticos e charnockíticos constituindo corpos alongados e balizados por lineamentos de direção NW-SE caracterizados como zonas de cisalhamento transcorrentes ou de cavalgamento. Como esta unidade é formada por uma intrincada associação de rochas de alto grau metamórfico, o presente trabalho objetivou caracterizar essas rochas petrograficamente, geoquimicamente e geocronologicamente, bem como discutir os processos neste terreno metamórfico. Análises petrográficas identificaram cinco tipos de rochas classificadas como Granulito charnockítico, Granulito charnoenderbítico, Granulito enderbítico, Granulito máfico e Leucognaisses. Feições de migmatização, como neossomas, também estão presentes nos granulitos félsicos (charnockíticos, enderbíticos e charnoenderbíticos) e gnaisses. Os granulitos félsicos são as rochas dominantes na área, enquanto que os granulitos máficos ocorrem como corpos menores, de dimensões métricas, encaixados nos outros granulitos e gnaisses. Os leucognaisses estão comumente associados aos granulitos enderbíticos/charnockíticos, exibindo contatos bruscos com estes litotipos. Os estudos litogeoquímicos realizados nessas rochas indicaram que no Complexo Tartarugal Grande há predominância de rochas ácidas, com teores de sílica entre 61 e 75%, e peraluminosas, em razão da presença de minerais como biotita, granada e cordierita. Os granulitos máficos são tipos predominantemente básicos (SiO_2 entre 48 e 55%) com teores elevados de Fe_2O_3 (12 a 26%), MgO (5 a 19%) e CaO (2 a 12%). Nos diagramas de classificação geoquímica os granulitos félsicos e leucognaisses situam-se no campo do granito, enquanto que os granulitos máficos plotam no campo do gabro. Em diagrama AFM, os granulitos félsicos possuem características de suíte colisional cálcio-alcalina e, os granulitos máficos são tipos basálticos da suíte toleítica. Nos diagramas de multielementos os granulitos félsicos destacam anomalias mais expressivas de Ti e P, além da forte anomalia negativa de Nb, característica de ambientes de subducção. Os granulitos máficos mostram, em sua maioria, assinaturas com padrão sub-horizontal. Para os elementos terras raras (ETR) os granulitos félsicos apresentam moderado enriquecimento de ETR leves, em relação aos ETR pesados, com baixas anomalias de Eu (razão Eu/Eu^* de 0,19 a 5,51). Os granulitos máficos apresentaram menor grau de fracionamento e registraram anomalias insignificantes de Eu

(razão Eu/Eu* de 0,44 a 1,07). Os leucognaisses mostram assinatura muito parecida com a dos granulitos félsicos, porém possuem gênese distinta. Nos diagramas de discriminação de ambientes tectônicos, foi estabelecido ambiente de arco magmático relacionado à zona de subducção. As análises geocronológicas U-Pb *in situ* em cristais de zircão por LA-ICP-MS realizadas em granulito charnoenderbítico, granulito enderbítico, granada-biotita leucognaisse e granulito charnockítico, forneceram idades médias de 2045 ± 14 Ma, $2084 \pm 7,9$ Ma, 2617 ± 25 Ma e 2671 ± 10 Ma respectivamente. Esses resultados representam as idades de formação dos protólitos dessas rochas. Idades obtidas por outros trabalhos por Sm-Nd em rocha total-granada entre 2,02 e 1,98 Ga apontam para um evento de alto grau metamórfico próximo à idade de colocação dos plútons. As paragêneses características das rochas encontradas na área de pesquisa são representadas por: Mc mesopertítica + Qtz + Pl + Opx + Bt (granulito charnockítico); Pl + Qtz + Mc mesopertítica + Opx $\pm$ Bt (granulito charnoenderbítico); Pl + Qtz + Mc mesopertítica + Opx + Bt $\pm$ Cpx $\pm$ Hbl (granulito enderbítico); Pl (An₆₀) + Opx + Cpx + Hbl (granulito máfico) e; Qtz + Mc + Pl $\pm$ Bt $\pm$ Grt $\pm$ Crd (leucognaisses) e essas associações indicam que as rochas foram submetidas a condições de metamorfismo regional na fácies granulito em condições de temperatura entre 780 e 850 °C e pressão entre 5 e 7 kbar. Fusões não extensivas (anatexia) também são comuns na área, onde foram originadas massas de composições sienograníticas sob altas condições de temperatura a partir dos granulitos e gnaisses. Além disso, características indicativas do arrefecimento foram encontradas nessas rochas, como a substituição parcial ou total dos piroxênios por biotita e/ou hornblenda, granada pela biotita e cordierita por pinita. Desta forma, em concordância com resultados de trabalhos já desenvolvidos na área e indicados pelas datações realizadas nesse presente estudo, se concluiu que o Complexo Tartarugal Grande engloba rochas que foram envolvidas durante eventos magmáticos no Neoarqueano e Riaciano, logo seguido por metamorfismo de alto grau no final do Paleoproterozoico e relacionado ao evento termo-tectônico Transamazônico. Este evento deformou tipos pré-existentes, bem como reequilibrou os minerais nas rochas, tendo como resultado uma complexa associação composta por granulitos e gnaisses com diferentes idades, origens e intensidades de deformação.

Palavras-chave: Província Maroni-Itacaiúnas. Complexo Tartarugal Grande. Petrologia. Granulitos. Metamorfismo. Paleoproterozoico.

ABSTRACT

The Tartarugal Grande Complex is represented by a high rock metamorphic association degree of Paleoproterozoic with Archean relics, which occurs on the northern edge of the Amapá Block, in the context of Maroni-Itacaiúnas Province, southeast of the Guyana Shield. In this region, the Tartarugal Grande Complex meets gneiss and granulite rocks, dominated enderbite and charnockite types, forming elongated rocks and marked by lineament NW-SE direction, characterized as transcurrent and thrust shear zones. This unit is formed by an intricate combination of high-grade metamorphic rocks and this study aimed to characterize these rocks petrographically, geochemically and geochronology discussing the processes in this metamorphic terrain. Petrographic analyzes identified five types of rocks classified as charnockitic granulite, charnoenderbitic granulite, enderbite granulite, mafic granulite and leucogneisses. Migmatization features as neosomes also present in felsic granulites (charnockites, enderbites and charnoenderbitics) and gneisses. The felsic granulites are the dominant rocks in the area, while the mafic granulites occur as smaller rocks, metric dimensions, embedded in other granulites and gneisses. The leucogneisses are commonly associated with enderbite/charnockitic granulites, showing sudden contacts with these rock types. The litho-geochemical studies in these rocks indicated that the Tartarugal Grande Complex predominance of acid rock with silica content between 61 and 75%, and peraluminous, due to the presence of minerals such as biotite, garnet and cordierite. The mafic granulites are dominantly basic types (SiO_2 between 48 and 55%) with high Fe_2O_3 levels (12 to 26%), MgO (5 to 19%) and CaO (2 to 12%). In geochemical classification diagrams felsic granulites and leucogneisses are located in granite field, while the mafic granulites plots in gabbro field. In AFM diagram, the felsic granulites have characteristics of collisional calc-alkaline suite and mafic granulites are basaltic types of tholeiitic suite. In the multi-element diagrams felsic granulites out more significant anomalies of Ti and P, in addition to the strong negative anomaly of Nb, characteristic of subduction environments. The mafic granulites shows, mostly signed with sub-horizontal pattern. For the rare earth elements (REEs), felsic granulites at moderate enrichment of light REEs, for heavy REEs with low Eu anomalies (ratio $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.19$ to 5.51). The mafic granulites had a lower degree of fractionation and recorded insignificant Eu anomalies (ratio $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.44$ to 1.07). The leucogneisses shows very similar to the felsic granulites signature, but have different genesis. In the discrimination diagrams of tectonic environments, it was established magmatic arc environment related to the subduction zone. U-Pb geochronological analyses *in situ* zircon crystals by LA-ICP-MS

done in charnoenderbitic granulite, enderbitic granulite, garnet–biotite leucogneisse and charnockitic granulite, provided average ages of 2045 ± 14 Ma, 2084 ± 7.9 Ma, 2617 ± 25 Ma and 2671 ± 10 Ma respectively. These results represent the formation age of the protoliths of these rocks. Ages obtained by other studies by Sm-Nd whole rock-garnet between 2.02 and 1.98 Ga indicate a high grade metamorphic event near the age placement of plutons. The parageneses characteristics of the rocks found in the search area are represented by: mesopertitic Mc + Qtz + Pl + Opx + Bt (charnockitic granulite); Pl + Qtz + mesopertitic Mc + Opx $\pm$ Bt (charnoenderbitic granulite); Pl + Qtz + mesopertitic Mc + Opx + Bt $\pm$ Cpx $\pm$ Hbl (enderbitic granulite); Pl (An₆₀) + Opx + Cpx + Hbl (mafic granulite) and; Qtz + Mc + Pl $\pm$ Bt $\pm$ Grt $\pm$ Crd (leucogneisses) and these associations indicate that the rocks was subjected to conditions of regional metamorphic granulite facies in temperature conditions between 780 and 850°C and pressure between 5 and 7 kbar. Not extensive meltings (anatexis) are also common in the area where masses of sienogranitics compositions originated under high temperature conditions from granulites and gneisses. In addition, characteristics indicative of cooling were found in these rocks, such as partial or total replacement of pyroxene by biotite and/or hornblende, garnet by biotite and cordierite by pinit. Thus, in accordance with results of studies already developed in the area and indicated by datings performed in this present study, it was concluded that the Tartarugal Grande Complex comprises rocks that were involved during magmatic events in Neoproterozoic and Rhyacian, followed by high-grade metamorphism in Paleoproterozoic end and related thermo-tectonic Transamazonian event. This event deformed pre-existing types and rebalanced minerals rocks, resulting in a complex association of granulites and gneisses with different ages, origins and deformation intensities.

Keywords: Maroni-Itacaiúnas Province. Tartarugal Grande Complex. Petrology. Granulites. Metamorphism. Paleoproterozoic.