



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 474

**PETROGRAFIA, QUÍMICA MINERAL E PARÂMETROS DE
CRISTALIZAÇÃO DA SUÍTE PLANALTO, PROVÍNCIA
CARAJÁS**

Dissertação apresentada por:

INGRID ROBERTA VIANA DA CUNHA

Orientador: Prof. Dr. Roberto Dall'Agnol (UFPA)

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Gilmara Regina Lima Feio (UNIFESSPA)

**BELÉM
2015**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Cunha, Ingrid Roberta Viana da, 1988-

Petrografia, química mineral e parâmetros de cristalização da
suite Planalto, Província Carajás / Ingrid Roberta Viana da Cunha. –
2015.

xvii. 92 f.: il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Roberto Dali Agnol

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará.
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia
e Geoquímica. Belém, 2015.

1. Petrologia - Pará. 2. Rochas Ígneas - Pará. 3.
Geologia estratigráfica - Arqueano. 4. Província Carajás. I. Título.

CDD22. cd.552.098115



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

**PETROGRAFIA, QUÍMICA MINERAL E PARÂMETROS DE
CRISTALIZAÇÃO DA SUÍTE PLANALTO, PROVÍNCIA
CARAJÁS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
INGRID ROBERTA VIANA DA CUNHA

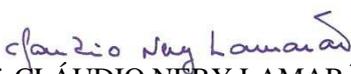
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.**

Data de Aprovação: 28 / 07 / 2015

Banca Examinadora:


Prof. ROBERTO DALL'AGNOL
(Orientador-UFPA)


Prof. NILSON FRANCISQUINI BOTELHO
(Membro-UnB)


Prof. CLÁUDIO NERY LAMARÃO
(Membro-UFPA)

À minha amada mãe

AGRADECIMENTOS

- *Agradeço a Deus por todas as bênçãos concedidas ao longo da minha caminhada.*
- *À minha família, em especial aos meus pais, por terem ensinado que esforço, dedicação, sacrifícios e humildade associados à busca pelo conhecimento são as chaves para obter sucesso.*
- *À Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Instituto de Geociências, ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, por todo suporte disponibilizado para a elaboração da dissertação.*
- *À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.*
- *Ao prof. Dr. Roberto Dall’Agnol pela orientação, confiança e principalmente, pelos conhecimentos transmitidos.*
- *À profa. Dr. Gilmara Regina Lima Feio, por ter direcionado as fases iniciais desta pesquisa. E também, pelos ensinamentos, conversas e conselhos...*
- *Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia/Geociam (Processo N°573733/2008-2) pelo apoio financeiro.*
- *Ao Grupo de Pesquisa Petrologia de Granitoides (GPPG), do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, pelo suporte técnico-científico.*
- *As colegas de grupo (GPPG), Mayara Fraeda Barbosa Teixeira e Fabriciana Vieira Guimarães pelo companheirismo e amizade.*
- *Aos amigos, Bruna Nogueira, Luísa Barros, Carlos Junior, Paulo Soares, Carla Braga, Aldemir Sotero, Renato Sol e Camila Vilar, por terem feito essa jornada mais leve e divertida.*
- *Ao geólogo e amigo, Rafael Estumano Leal, pela contribuição dada na elaboração do artigo científico incluso nesta dissertação.*
- *Ao geólogo e melhor amigo, Juvenal Neto, pelo companheirismo, amizade e incentivo compartilhados. E acima de tudo, agradeço a confiança e sinceridade transmitida a mim ao longo desses anos...*
- *Aos amigos Ramon Carvalho e Leandro Melo, pelos momentos de descontração e pela amizade.*
- *Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho.*

Confie no Senhor de todo o coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre de Deus em tudo o que fizer, e Ele lhe mostrará o caminho certo.

Provérbios 3: 5-6

RESUMO

A Suíte Planalto está localizada no Domínio Canaã dos Carajás da Província Carajás. A suíte tem idade neoarqueana (2,73 Ga), e os granitos que a constituem possuem caráter ferroso e afinidade com granitos tipo-A e são intrusivos em unidades mesoarqueanas e no Supergrupo Itacaiúnas. Associa-se espacialmente com rochas charnoquíticas do Diopsídio-Norito Pium e com a Suíte Pedra Branca. As rochas da Suíte Planalto são hololeucocráticas a leucocráticas com dominância de monzogranitos e sienogranitos e presença de raros álcali-feldspato-granitos. Ao microscópio, apresentam feições texturais magmáticas parcialmente preservadas, porém a textura granular hipidiomórfica média a grossa original tende a ser substituída por texturas protomiloníticas a miloníticas, com formação de porfiroblastos ovalados de granulação média a grossa de microclina envoltos por matriz fina a base de quartzo e feldspatos intensamente recristalizados. A Suíte Planalto apresenta valores de suscetibilidade magnética (SM) variáveis, os quais, associados com as características petrológicas, permitiram distinguir dois grupos: (1) Grupo formado em condições reduzidas, que engloba as amostras contendo ilmenita e desprovidas de magnetita, com baixos valores de SM; (2) Grupo moderadamente oxidado, que se distingue do anterior por apresentar os mais altos valores de SM, justificados pela presença de magnetita associada à ilmenita. A ilmenita ocorre como cristais anédricos a subédricos dos tipos texturais ilmenita individual ou ilmenita composta, sendo esta última menos comum e restrita às rochas do grupo 2. A magnetita, por sua vez, ocorre como cristais subédricos a anédricos ou, mais raramente, euédricos com evidência de martitização, localmente com bordas e núcleos corroídos. Ilmenita e magnetita exibem composições próximas de seus membros extremos ideais, embora a ilmenita mostre proporções variáveis de pyrophanita ($MnTiO_3$). Os cristais de titanita ocorrem nos grupos 1 e 2 circundando os cristais de ilmenita, ou então, como finos grãos anédricos inclusos em anfibólio e biotita, que formam agregados máficos. Os conteúdos modais de titanita são muito variáveis em ambos os grupos e não há correlação entre titanita e opacos modais. Além disso, as composições químicas de titanita, em particular suas baixas razões Fe/Al, sugerem que este mineral foi reequilibrado por processos subsolidus. Os anfibólios da Suíte Planalto são cálcicos com composição variando entre potássio-hastingsita (dominante) e cloro-potássio-hastingsita (subordinada) e razões $Fe/(Fe+Mg) > 0,8$. A biotita também apresenta altas razões Fe/Mg ($> 0,7$) e é classificada como annita. Os porfiroclastos de plagioclásios são oligoclásio (An_{25-10}) e os grãos da matriz recristalizada mostram composição variando entre oligoclásio ou albita (An_{259-2}). Os dados obtidos, mostram que os granitos do grupo 1 da Suíte Planalto

foram formados em condições reduzidas, abaixo do tampão FMQ. Os granitos do grupo 2 cristalizaram em condições mais oxidantes, coincidentes com às do tampão FMQ ou ligeiramente acima, ou alternativamente, também foram formados em fO_2 abaixo de FMQ, submetidos a condições ligeiramente mais oxidantes no *subsólido*. Pressões de 900 MPa a 700 MPa e de 500 e 300 MPa foram estimadas, respectivamente, para a origem dos magmas da Suíte Planalto e para a colocação e cristalização final dos seus plutons. Geotermômetros sugerem temperaturas iniciais de cristalização variando de 900°C e 830°C, sendo que a temperatura do *solidus* foi provavelmente próxima de 700 °C. O conteúdo de água do magma foi estimado em 4 % em peso, podendo atingir possivelmente até 4% em peso. A comparação mineralógica entre a Suíte Planalto e granitos neoarqueanos similares da Província Carajás mostram que a Suíte Planalto e o Complexo Granítico Estrela foram formados em condições muito similares. As composições de anfibólio e biotita dos granitos Planalto e Estrela são enriquecidas em alumínio e assemelham-se neste aspecto aqueles do pluton Matok do Limpopo Belt. Diferem, usando este mesmo critério dos granitos rapakivi tipo-A proterozoicos. Em termos das condições de fugacidade de oxigênio, a Suíte Planalto e o Complexo Granítico Estrela se aproximam dos granitos rapakivi mesoproterozoicos e dos granitos paleoproterozóicos reduzidos a moderadamente oxidados da Província Carajás e diferem dos granitos oxidados daquela província e também dos granitoides do pluton Matok. Conclui-se que a Suíte Planalto é similar aos granitos neoarqueanos ferrosos ou do tipo-A da Província Carajás e, exceto por seu caráter reduzido, diferem em suas características mineralógicas e nos parâmetros de cristalização de alguns exemplos clássicos de granitos tipo-A e exceto por seu caráter reduzido, são semelhantes aos granitoides neoarqueanos Fe-K e Mg-K. O fato de se ter um ambiente colisional em Carajás e também no Limpopo Belt durante o neoarqueano sugere que as similaridades observadas entre os granitos de ambas províncias pode refletir um condicionamento geológico e tectônico.

Palavras chaves: Arqueano. Granite tipo-A. Petrologia magnética. Parâmetros de cristalização. Província Carajás.

ABSTRACT

The Planalto Suite is located in the Canaã dos Carajás Domain of the Carajás Province in the southeastern part of the Amazonian Craton. The suite has Neoproterozoic age (~2.73 Ga), ferroan character and affinity with A-type granites. Magnetic petrology studies allowed the distinction of two groups: (1) Ilmenite granites devoid of magnetite and showing low magnetic susceptibility (MS) values (MS between 0.6247×10^{-3} and 0.0102×10^{-3} SI; average of 0.1522×10^{-3}); (2) Magnetite-ilmenite-bearing granites which display comparatively higher but still moderate MS values (between 15.700×10^{-3} and 0.8036×10^{-3} SI; average of 5.1717×10^{-3}). Textural evidence indicates that amphibole, ilmenite, titanite, and, in the rocks of Group 2, also magnetite formed during magmatic crystallization. However, titanite chemical composition suggests that it was re-equilibrated by subsolidus processes. The amphibole varies from potassian-hastingsite to chloro-potassian-hastingsite and shows $Fe/(Fe+Mg) > 0.8$. Biotite also shows high $Fe/(Fe+Mg)$ ratios and is classified as annite although relatively enriched in Al compared to the annite end member. Plagioclase porphyroclasts are oligoclase (An_{25-10}) and the grains of the recrystallized matrix display oligoclasic or albitic composition (An_{9-2}). Mineral chemistry, magnetic petrology and whole rock geochemistry indicate that the dominant group 1 granites of the Planalto Suite were formed under reduced conditions below the FMQ buffer. The group 2 granites crystallized under more oxidizing conditions on or slightly above the FMQ buffer. Pressures of 900-700 MPa for the origin and of 500-300 MPa for the emplacement were estimated for the Planalto magmas. Geothermometers suggest initial crystallization temperatures between 900 °C and 830 °C and water content in the magma higher than 4 wt %. The mineralogical comparison between the Planalto Suite and the Archean subalkaline Estrela Granitic Complex of the Carajás Province reveals strong compositional analogies indicating that they were probably formed under similar conditions. The amphibole and biotite compositions of Planalto and Estrela granites are relatively enriched in Al being comparable with those of the Neoproterozoic Matok Pluton of the Limpopo Belt. They differ using the same criteria of the Proterozoic rapakivi A-type granites. On the other hand, in terms of $Fe/(Fe+Mg)$ ratio, the Planalto and Estrela granites approach the reduced Mesoproterozoic rapakivi granites and the reduced to moderately oxidized Paleoproterozoic granites of, respectively, the Velho Guilherme and Serra dos Carajás suites and differ from the oxidized granites (Jamon Suite) of the Carajás province and also of Matok pluton. It is concluded that the Planalto Suite and similar Neoproterozoic granites of the Carajás Province differ in mineralogical characteristics and crystallization parameters of some classic examples of A-type granites and, except for its reduced character, they are akin to the

Neoproterozoic Fe-K and Mg-K granitoids of the Limpopo Belt, as exemplified by the Matok granitoids. This indicates that the collisional setting of Carajás and Limpopo exerted strong influence in the nature of the Neoproterozoic granitoid magmas.

Keywords: Archean. A-type granites. Magnetic petrology. Crystallization parameters. Carajás Province.