



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PETROLOGIA MAGNÉTICA DAS ASSOCIAÇÕES MAGMÁTICAS
ARQUEANAS DA REGIÃO DE CANAÃ DOS CARAJÁS - PA**

Dissertação apresentada por:

FERNANDA GISELLE CRUZ DO NASCIMENTO

**BELÉM
2006**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

N244p Nascimento, Fernanda Giselle Cruz do
Petrologia magnética das associações magmáticas arqueanas de
Canaã dos Carajás-PA / Fernanda Giselle Cruz do Nascimento;
Orientador, Roberto Dall’Agnol. – 2006
ix; 183 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) –
Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Curso de Pós-
Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2006.

1. Petrologia magnética. 2. Associações magmáticas. 3.
Suscetibilidade magnética. 4. Minerais óxidos de Fe e Ti. 5.
Fugacidade de oxigênio. 6. Arqueanas. 7. Canaã dos Carajás-Pa
I.Universidade Federal do Pará II. Dall’ Agnol, Roberto, Orient. III.
Título.

CDD 20º ed.: 552.0098115



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

**PETROLOGIA MAGNÉTICA DAS ASSOCIAÇÕES
MAGMÁTICAS ARQUEANAS DE CANAÃ DOS CARAJÁS - PA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR

FERNANDA GISELLE CRUZ DO NASCIMENTO

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

Data de Aprovação: **22 / 09 / 2006**

Comitê de Dissertação:

ROBERTO DALL'AGNOL (Orientador)

MARÍLIA SACRAMENTO DE MAGALHÃES

GORKI MARIANO

Belém

RESUMO

As associações magmáticas estudadas estão localizadas na região de Serra Dourada entre as localidades de Vila Treze e Vila Planalto, no município de Canaã dos Carajás, e a leste da sede deste município. A região está inserida na zona de transição entre o Terreno Granito-*Greenstone* de Rio Maria e a Bacia Carajás próximo à porção extremo sudeste da estrutura sigmoidal da Falha Carajás.

Foram realizados testes metodológicos em amostras com baixa suscetibilidade magnética ($SM < 1 \times 10^{-3}$ Slv), os quais consistiram em comparações entre valores obtidos através dos sensores denominados bobina plana e bobina cilíndrica (SMS), e revelaram diferenças expressivas entre os valores de SM obtidos com os dois sensores mencionados. Notou-se que, quanto mais baixo o valor de SM, maior a diferença da bobina plana em relação à cilíndrica, porém as medidas obtidas não mostraram um padrão regular, impossibilitando o cálculo de um fator de correção, o qual permitiria compensar as diferenças verificadas. Testes realizados com padrões e amostras com valores relativamente elevados de SM ($> 1 \times 10^{-3}$ Slv), mostraram que, ao contrário do observado em amostras com baixa SM, os valores obtidos com as duas bobinas tendem a ser próximos, sendo, porém, sistematicamente mais baixos aqueles fornecidos pela bobina plana em relação à bobina cilíndrica. Isto revelou ser necessária a utilização de um fator de correção de 1,7 para compensar os valores mais baixos fornecidos pela bobina plana em relação à bobina cilíndrica. A partir dos resultados obtidos nestes testes, foram considerados neste trabalho apenas os valores de SM obtidos com bobina plana acima de 1×10^{-3} Slv multiplicados por 1,7, descartando-se aqueles inferiores a 1×10^{-3} Slv, por serem imprecisos. Procurou-se compensar isso realizando, em amostras de baixa SM, medidas através da bobina cilíndrica.

As rochas estudadas foram subdivididas em dois grupos principais: o primeiro com predominância de valores de SM elevados, composto por Biotita-granito/Leucogranito (SM média de $8,72 \times 10^{-3}$ Slv), Granito Foliado (SM média de $1,38 \times 10^{-2}$ Slv), Microgranito/ Dacito-Pórfiro (SM média de $9,28 \times 10^{-3}$ Slv) e o Gabro (SM média de $2,69 \times 10^{-2}$ Slv); e o segundo com predominância de valores mais baixos de SM, representados pelo Trondhjemito (Valor representativo de SM $7,54 \times 10^{-5}$ Slv) e pela Associação Tonalítica-Trondhjemítica (Valor representativo de SM $5,11 \times 10^{-5}$ Slv).

O Tonalito/Quartzo-Diorito e o Granito Planalto exibem características distintas dos demais grupos por apresentar grande variação de SM. O primeiro revela fortes evidências de neoformação de cristais de magnetita em condições *subsolidus*, os quais são responsáveis pelos altos valores de SM fornecidos por certas amostras. No segundo a causa das variações de SM ainda não foram esclarecidas, necessitando de estudos complementares.

Os principais minerais opacos identificados nas associações magmáticas estudadas foram: magnetita, ilmenita, hematita (martita) e, mais raramente, pirita e calcopirita. As rochas de mais altos valores de SM, Biotita-granito/Leucomonzogranito, Granito Foliado, Dacito Pórfiro e Gabro, são também as mais ricas em magnetita, a qual se encontra geralmente na forma de cristais preservados sem muita evidência de oxidação, podendo, por vezes, ocorrerem alterados incipientemente. Tais rochas foram formadas sob condições oxidantes, próximas às do tampão NNO. Os valores mais baixos de SM correspondem ao Trondhjemito e Associação Tonalítica - Trondhjemítica, rochas com conteúdos modais de magnetita relativamente baixos ou até mesmo nulos. Isto pode refletir, ainda, a desestabilização deste mineral através da ação de processos hidrotermais, processos estes freqüentes nas rochas estudadas. O mineral óxido de Fe e Ti predominante nestes grupos é a ilmenita. Tais características magnéticas revelam que estas rochas provavelmente se formaram em condições mais redutoras abaixo do tampão FMQ. Os estágios de evolução da magnetita e da ilmenita identificados nos granitóides oxidados foram: (1) a titanomagnetita e a ilmenita I e C se formaram em equilíbrio no estágio magmático; (2) a partir de processos de oxi-exsolução, a titanomagnetita evoluiu para intercrescimentos de magnetita pura com ilmenita em treliça (Ilm T) e em manchas (ilm P); (3) em amostras mais intensamente transformadas, a magnetita apresenta-se homogênea e desprovida de ilm T e houve reequilíbrio de ilmenita I e C; (4) em um estágio posterior, a ilmenita foi intensamente alterada para associações complexas de óxidos, indicando a presença de soluções fortemente oxidantes, sendo, porém, a magnetita pouco afetada por tais processos. Comparações entre as rochas estudadas e rochas similares da Província Mineral de Carajás, indicaram, de modo geral, semelhanças entre suas características magnéticas.

ABSTRACT

The studied magmatic associations are located in the Serra Dourada area between the localities of Vila Treze and Vila Planalto, or to the east of Canaã dos Carajás city. The studied areas are situated within the so called Transition Domain which lies between the Rio Maria Granite Greenstone Terrane and the Carajás Basin near the extreme southeast of the sigmoidal structure of the Carajás Fault.

Methodologic tests carried out on low magnetic susceptibility ($MS < 1 \times 10^{-3}$ Slv) samples consisted in comparisons between values acquired with flat and SMS cylindrical coils of SI-1 magnetic susceptibility meter. These tests revealed significant differences between the MS values acquired with the flat and cylindrical coils. In the samples with very low MS values, larger differences between the results were registered. Moreover, the obtained MS values did not show a regular pattern. This precluded the calculation of a correction factor in order to compensate for the different results. For samples with relatively high MS ($> 1 \times 10^{-3}$ Slv) values, the tests showed that, in contrast with the observed in low MS samples, the values obtained with the two mentioned coils were similar although systematically lower in those derived from the flat coil. This demonstrated the need of a correction factor, defined as 1.7, in order to compensate for the much lower values derived from the flat coil in comparison to the cylindrical coil measurements. From the results obtained in these tests, only the MS values obtained from the flat coil above 1×10^{-3} Slv multiplied by 1.7 were considered in this work. Those lower than 1×10^{-3} Slv were ignored as imprecise. This was compensated by employing the cylindrical coil for measurements in samples with low MS.

The studied rocks were subdivided into two principal groups: The first has predominance of relatively high MS values and is composed of biotite-granite/leucogranite (MS average 8.72×10^{-3} Slv), foliated granite (MS average 1.38×10^{-2} Slv), microgranite/dacite porphyry (MS average 9.28×10^{-3} Slv) and gabbro (MS average 2.69×10^{-2} Slv); the second has dominance of low MS values and is represented by trondhjemite (representative MS value of 7.54×10^{-5} Slv MS average 7.54×10^{-5} Slv) and tonalite-trondhjemite association (representative MS value of 5.11×10^{-5} Slv). The tonalite/quartz-diorite and the Planalto Granite display distinct

characteristics from the other groups as they present strong variation in MS. In the Tonalite-quartz diorite there are strong evidence for neoformation of magnetite crystals under *subsolidus* conditions, these are responsible for the high MS values shown for some samples of this group. In the case of the Planalto Granite the reasons for the large MS variations are not yet clear understood and require additional studies.

The opaque minerals identified in the studied magmatic associations are magnetite, ilmenite, hematite (martite), and rarely, pyrite, and chalcopyrite. The rocks of the high MS group, biotite granite/leucomonzogranite, foliated granite, dacite porphyry and gabbro are, compared to low MS group, also enriched in magnetite which is generally preserved or sometimes incipiently altered. These rocks were formed under oxidizing conditions, probably near the NNO buffer. The low MS group includes the trondhjemite and the tonalite-trondhjemite association which contain low modal or are devoid of magnetite. Ilmenite is the predominant Fe-Ti oxide mineral in this group of rocks. The magnetic characteristics reveal that these rocks probably formed in reducing conditions below the FMQ buffer. In the oxidized granitoids, the identified stages of magnetite and ilmenite evolution comprise: (1) the titanomagnetite and individual and composite ilmenite were formed in equilibrium during the magmatic stage; (2) Oxidation processes transformed the titanomagnetite in intergrowths of pure magnetite with *trellis* and *patch* ilmenite; (3) in more intensely altered samples, the magnetite is homogeneous and devoid of *trellis* ilmenite and composite and individual ilmenite were reequilibrated; (4) in a later stage, ilmenite was intensely altered to complex oxide associations, indicating the presence of strongly oxidizing solutions, that do not intensely affected the magnetite. Comparisons between the studied rocks and similar granitoids found in the Carajás Metallogenic Province indicate that, in general, their magnetic characteristics are not distinct.