



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

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**EVOLUÇÃO TECTONO-METAMÓRFICA DAS ROCHAS  
ASSOCIADAS AO DEPÓSITO CUPRO-AURÍFERO DE SEQUEIRINHO  
E SOSSEGO, PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS.**

**Tese apresentada por:**

**MARYELLE DA SILVA FERREIRA**

---

**BELÉM  
2006**



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

**EVOLUÇÃO TECTONO-METAMÓRFICA DAS ROCHAS  
ASSOCIADAS AO DEPÓSITO CUPRO-AURÍFERO DE  
SEQUEIRINHO E SOSSEGO, PROVÍNCIA MINERAL DE  
CARAJÁS.**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR

**MARYELLE DA SILVA FERREIRA**

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

Data de Aprovação: **23 / 06 / 2006**

**Comitê de Tese:**

CARLOS EDUARDO DE MESQUITA BARROS (Orientador)

ROBERTO VIZEU LIMA PINHEIRO

CAETANO JULIANI

Belém

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

F383e Ferreira, Maryelle da Silva  
Evolução tectono-metamórfica das rochas associadas ao depósito cupro-aurífero de Sequeirinho e Sossego. Província Mineral de Carajás. / Maryelle da Silva Ferreira; orientador, Carlos Eduardo de Mesquita Barros. – 2006  
viii; 103 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. Metamorfismo. 2. Química mineral. 3. Deformação. 4. Sequeirinho. 5. Sossego. 6. Província Mineral de Carajás (PA). I. Universidade Federal do Pará. II. Barros, Carlos Eduardo de Mesquita, orient. III. Título.

CDD 20º ed.: 552.4098115

## RESUMO

Os depósitos cupro-auríferos de Sequeirinho e Sossego, situados a sul da Serra Sul se consagraram como áreas de importante interesse econômico. A exploração destes depósitos minerais tem estimulado o desenvolvimento sócio-econômico para o município de Canaã dos Carajás e adjacências.

A integração de dados petrográficos, mineralógicos e estruturais das rochas associadas ao depósito Sequeirinho-Sossego permitiu estabelecer a história tectono-termal e os mecanismos de deformação/recristalização atuantes nesta área da Província Mineral de Carajás. Foram estudadas rochas das minas a céu aberto e de testemunhos de sondagem. Os tipos petrográficos encontrados são metatonalitos, anfibolitos e granitos foliados, com variações na intensidade de deformação. De modo subordinado, ocorrem gabros finos a médios, magnetititos, actinolititos e clorititos.

Nas adjacências dos depósitos, a intensidade da deformação milonítica é fraca de tal modo que as texturas e estruturas primárias foram preservadas. Em rochas metabásicas são observadas estruturas almofadadas e em rochas granitóides nota-se uma foliação homogênea de alta temperatura, muito provavelmente, ligada à deformação sin-magmática que ocorreu em escala regional.

Nas cavas de Sequeirinho e Sossego a forte deformação milonítica é verificada ao longo de um extenso corredor estrutural de direção WNW-ESE, onde rochas metabásicas e granitóides foram intercaladas tectonicamente. A lineação de estiramento, marcada pela orientação preferencial de biotita, tem alto ângulo de caimento. A forte deformação e a intensa redução do tamanho dos grãos causaram o paralelismo de eventuais assimetrias, tornando difícil a determinação do sentido de cisalhamento. Na zona de cisalhamento a foliação milonítica pode mostrar leves ondulações, estruturas do tipo *pinch-and-swell* e ser cortada por veios sintectônicos paralelos ou discordantes com relação à foliação. Os veios discordantes foram submetidos a forte dobramento.

O estudo detalhado mineralógico e petro-estrutural, sobretudo das rochas metabásicas, permitiu estabelecer o caráter polimetamórfico e a cronologia dos diferentes episódios de metamorfismo e deformação. A primeira fase de metamorfismo ( $M_0$ ) que atuou sobre as rochas máficas corresponde a transformações estáticas de fácies xisto verde ( $P < 0,5$  kbar,  $T \sim 250 - 350$  °C), com preservação parcial das texturas ofíticas/subofíticas. O piroxênio primário foi transformado para anfibólios de baixa temperatura e o plagioclásio saussuritizado. Estas transformações parecem ter ligação com o metamorfismo oceânico, já mencionado em outros locais de ocorrência de rochas metabásicas da Província Mineral de Carajás. Posteriormente, as rochas metabásicas foram submetidas a metamorfismo termal

(M<sub>1</sub>) de fácies albita-epidoto hornfels (P~2,3 - 3,5 kbar, T~400 a 500 °C), marcado pelo desenvolvimento de hornblenda verde-oliva nas bordas de anfibólios verde-pálidos.

A fase M<sub>2</sub> está ligada a zonas de cisalhamento dúctil (metamorfismo dinâmico) de fácies anfibolito com pressões em torno de 2,0 - 3,0 kbar e temperaturas de cerca de 450 - 500 °C. A recristalização dinâmica e a conseqüente redução do tamanho dos grãos muito provavelmente estão relacionadas a mecanismos de migração de limites dos grãos e rotação de subgrãos. Nas rochas metabásicas milonitizadas, a textura fina associada a uma trama nematoblástica, traduzida pelas faces retilíneas dos cristais anfibólio sugere que processos de dissolução por pressão tiveram papel importante. A dissolução de anfibólio, possível nas condições de temperatura estimadas para o cisalhamento dúctil, foi seguida de transferência de material e deposição. Isto poderia explicar a presença de concentrações de actinolita, sulfetos e magnetita, concordantes à foliação milonítica, além de veios de anfibólio e de plagioclásio. Estes mecanismos teriam sido responsáveis pela concentração dos sulfetos cupro-auríferos. Finalmente, as rochas da área foram afetadas por zonas de cisalhamento dúctil de direção NNE-SSW.

## ABSTRACT

The economic importance of the copper-gold deposits from Sequeirinho e Sossego, located to the south of Carajás Range, is indubitable. Exploitation of these mineral resources has promoted the development of Canaã dos Carajás. By integrating petrographic, mineralogical and structural data from rocks of Sequeirinho-Sossego deposits it was established the tectono-thermal evolution of the area as well as and to recognize the mechanisms of deformation/recrystallization that played during the different phases of deformation and metamorphism. Metatonalites, amphibolites, foliated granites differently deformed are the rocks found. Subordinately one has described fine-to-medium-grained gabbros, magnetites, actinolites and chloritites. Strong mylonite deformation is verified in the mine domain throughout a WNW-ESE structural corridor where granitoids and metabasites are tectonically mixed. Stretching lineation outlined by preferred orientation of biotite show steep plunges. Strong deformation promoted tectonic grain-size reduction and parallelism of asymmetric features. Mylonites present gentle undulation of foliation, “pinch and swell” structures and boudins. Syntectonic veins may be disposed conformably or unconformably with mylonite foliation. Discordant veins are tightly folded.

Outside the mine domains deformation is relatively weak so that one can observe synmagmatic homogeneous foliation in granites and “pillow” structures in metabasites.

Metabasites underwent three phases of metamorphism. The first one ( $M_0$ ) corresponds to static transformations of greenschist facies conditions ( $P < 0,5$  kbar,  $T \sim 250 - 350$  °C) and with partial preservation of subophitic texture. Pyroxene was replaced by low-temperature amphibole and plagioclase was saussuritized as the response to oceanic metamorphism. The second metamorphic phase ( $M_1$ ) is related to heating caused by granitoids under albite-epidote hornfels conditions ( $P \sim 2,3 - 3,5$  kbar,  $T \sim 400$  a  $500$  °C). The thermal effects are marked on metabasites by the development of olive green hornblende on margins of pale green actinolite.

The third metamorphic phase ( $M_2$ ) is associated with major ductile shear zone developed under amphibolite facies ( $2,0 - 3,0$  kbar and  $450 - 550$  °C). Dynamic recrystallization and tectonic grain-size reduction are most probably related to grain boundary migration and subgrain rotation. In mylonitized metabasites, amphibole grains show straight contacts parallel to foliation bringing about a nematoblastic fabric so that pressure solution mechanism seems to have played a role during ductile deformation. Dissolution of amphibole, matter transfer and deposition could explain the origins of amphibole veins, magnetite-enriched rocks and associated copper sulfides. Finally the rocks were submitted to NNE-SSW brittle strike-slip shear zones.