



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DOS GREISENS ASSOCIADOS
AO TOPÁZIO-GRANITO DO PLUTON ÁGUA BOA, PROVÍNCIA
ESTANÍFERA DE PITINGA (AM)**

Dissertação apresentada por:

GILMARA REGINA LIMA FEIO

**BELÉM
2007**

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

F299p Feio, Gilmara Regina Lima
Petrografia e Geoquímica dos greisens associados ao topázio-granito do pluton Água Boa, Província Estanífera de Pitinga (AM) / Gilmara Regina Lima Feio; Orientador, Roberto Dall' Agnol – 2007
132 f. : il.
Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2007.
1. Topázio-granito. 2. Greisen. 3. Balanço de massas. 4. Micas. 5. Província Estanífera de Pitinga-AM. I. Universidade Federal do Pará. II. Dall'AgnoI, Roberto, Orient. III. Título.

CDD 20º ed.: 552.3098113



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

**PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DOS GREISENS
ASSOCIADOS AO TOPÁZIO-GRANITO DO PLUTON
ÁGUA BOA, PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE PITINGA (AM)**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
GILMARA REGINA LIMA FEIO

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

Data de Aprovação: **26 /03 / 2007**

Comitê de Dissertação:

ROBERTO DALL' AGNOL (Orientador)

HILTON TÚLIO COSTI

MÁRCIA ABRAHÃO MOURA

Belém

RESUMO

A Província Estanífera de Pitinga, situada a cerca de 300 km a norte da cidade de Manaus (Amazonas-Brasil), caracteriza-se por apresentar importantes jazimentos de metais raros relacionados à Suíte Madeira, a qual é formada por três corpos graníticos tipo-A de 1,82 Ga (Água Boa, Madeira e Europa), encaixados em rochas vulcânicas do Grupo Iricoumé (1,88 Ga). O pluton Água Boa tem formato aproximadamente elíptico, alongado segundo a direção NE-SW, abrange uma área de aproximadamente 350 km² e é composto por quatro fácies. A fácies precoce é um anfibólio-biotita-álcali feldspato granito metaluminoso com textura rapakivi localizada, seguido, na ordem de colocação, pelas fácies biotita granito porfirítico e biotita granito equigranular a seriado, ambas metaluminosas a peraluminosas; a fácies mais tardia é um biotita-álcali feldspato granito com topázio, porfirítico e peraluminoso, genericamente denominado de topázio-granito. A mineralização de Sn no pluton Água Boa ocorre em zonas metassomaticamente alteradas, formadas por epissienitos e greisens. Os greisens estudados têm como encaixante o biotita-álcali feldspato granito com topázio de coloração acinzentada a rosada com textura seriada média a fina, localmente porfirítica e granito albitizado. Leucogranitos pegmatóides portadores de cassiterita, levemente albitizados, ocorrem na transição entre granitos e greisens. Os greisens formam zonas contínuas de até 6 metros de espessura, interdigitados a granitos greisenizados (furo de sondagem F06Gr - Grota Rica). Exibem cor cinza claro a escuro e textura inequigranular fina a grossa. São compostos fundamentalmente por quartzo, siderofilita verde e topázio, acompanhados por quantidades variáveis de fluorita, zinnwaldita, esfalerita, cassiterita, zircão e anatásio. Foram classificados como quartzo-topázio-siderofilita greisen, topázio-siderofilita-quartzo greisen e topázio-quartzo greisen. Estudos de microscopia eletrônica de varredura revelaram a presença de Ce-monazita, galena, pirita, calcopirita e bismuto nativo. São cortados por veios de quartzo de granulação grossa, estéreis ou contendo esfalerita ± zinnwaldita. Dados geoquímicos, incluindo cálculos de balanço de massas, mostraram que, em termos dos elementos maiores, a greisenização provocou aumento nos conteúdos de Fe₂O_{3t} e redução mais expressiva de Na₂O, MgO, CO₂ e K₂O. A remoção quase total de Na₂O e um pouco menos acentuada de K₂O está intimamente relacionada à desestabilização dos feldspatos e é uma das principais características da greisenização. O comportamento distinto do K₂O deve-se à fixação de parte do K nas micas neoformadas. A imobilidade aparente do Ca pode ser explicada por seu baixo teor no granito hospedeiro e por sua retenção na fluorita secundária. Durante a

greisenização os conteúdos de S, F, Zn, Cu, Sn, Pb, Ta, Rb e U aumentaram, enquanto que dos elementos restantes diminuiram. O aumento de Fe, S, Zn, Cu e Pb relaciona-se à formação de sulfetos, sendo estes elementos os principais responsáveis pelo acréscimo de massa durante a formação dos greisens. Dentre os elementos litófilos, o Rb é fortemente enriquecido devido à sua retenção na estrutura da siderofilita, ao passo que Ba e Sr são removidos devido à desestabilização dos feldspatos. Os elementos terras raras (ETR) revelaram pouca mobilidade e forneceram padrões muito similares aos dos granitos. De modo geral, constataram-se nos greisens teores de ETR semelhantes ou ligeiramente inferiores aos dos granitos. O maior empobrecimento de ETR ocorreu durante a formação do quartzo-topázio-siderofilita greisen. No topázio-siderofilita-quartzo greisen, os ETR leves diminuiram mais que os ETR pesados durante a greisenização. Análises em microsonda eletrônica permitiram classificar as micas marrons do topázio granito como annita transicionando para siderofilita, as micas verdes dos greisens como siderofilita e as micas fracamente coloridas dos greisens e veios de quartzo como zinnwaldita. As composições das micas do granito mostraram uma evolução para os greisens dada por annita → siderofilita, com aumento no conteúdo de ^{VI}Al , $^{VI}\square$, Li e Si. A siderofilita do greisen foi, por sua vez, parcialmente substituída por zinnwaldita, também com aumento nos teores de ^{VI}Al , $^{VI}\square$, Li e Si. A fase potássica predominante nos feldspatos do granito e leucogranito pegmatóide com cassiterita apresenta composição $Or_{93-98}Ab_{7-2}$. As lamelas de albita das pertitas e a albita intergranular mostram composições $Ab_{95-99}Or_{0-5}An_{0-0,4}$. A cassiterita forma cristais euédricos a subédricos, maclados, zonados e com forte pleocroísmo, com composições muito puras e baixos conteúdos de Nb e Ta. Os resultados obtidos mostram que o biotita-álcali feldspato granito com topázio foi seguido pela formação localizada de leucogranitos pegmatíticos portadores de cassiterita e, posteriormente, ambos foram afetados por processos de alteração pós-magmática, traduzidos primeiramente por albitização, seguido por greisenização e localmente silificação, que culminou com a formação dos greisens e veios de quartzo, principais hospedeiros da mineralização de Sn e, subordinadamente, Zn.

Palavras-chave: Topázio granito, Greisen, Balanço de massas, Micas Fe-Li, Província Estanífera de Pitinga.

ABSTRACT

The Pitinga Tin Province is situated 300 km north of the city of Manaus (state of Amazonas, Brazil) and is characterized by important world-class Sn, Nb, Ta and Zr deposits, related to the Madeira Suite, comprised by Paleoproterozoic (~1.82 Ga) A-type granites. The primary magmatic mineralization occurs in an albite-granite of the Madeira pluton, and the hydrothermal mineralization occurs in episyenites and greisens associated with the Água Boa pluton. Plutons of the Madeira Suite intrude the Paleoproterozoic acid volcanic rocks of the Iricoumé Group (~1.88 Ga). The Água Boa pluton has elliptic form, is elongated along NE-SW strike, covers near 350 km² and is composed of four facies. The earlier facies is a metaluminous amphibole biotite alkali feldspar granite, locally showing rapakivi texture. It was followed, in order of emplacement, for porphyritic biotite granite and an equigranular to seriate biotite granite, both metaluminous to peraluminous; the later facies is a peraluminous, porphyritic topaz-bearing biotite alkali feldspar granite, named topaz granite. The tin mineralization in the Água Boa pluton occurs in altered metasomatic zones, formed by episyenites and greisens. The host rocks of the studied greisens are the topaz-bearing biotite alkali feldspar granite facies of the Água Boa pluton. Two textural variations were distinguished: a gray to pink fine- to medium-grained phase to pink porphyritic phase and albitized granite. Cassiterite-bearing leucogranite pegmatites, weakly albitized, occur transitionally between granite and greisens. Greisen formation is controlled by fractures and greisens occur as continuous zones up to 6 meters thick (F06Gr Grotta Rica drill core), transitional to greisenized granites. Greisens are inequigranular light to dark grey, medium- to coarse-grained. They are composed essentially by quartz, green siderophyllite and topaz, with additional variable amounts of fluorite, zinnwaldite, sphalerite, cassiterite, zircon and anatase. Greisens are classified as quartz topaz siderophyllite greisen, topaz siderophyllite quartz greisen and topaz quartz greisen. Scanning electron microscopy studies indicate that these rocks also contain trace Ce-monazite, galena, pyrite, chalcopyrite and native bismuth. Coarse-grained quartz-only or sphalerite ± zinnwaldite bearing quartz veins cross-cut the greisens. Geochemistry data, including mass balance calculations, supported by petrographic observations, show that greisenization processes took place without changes in volume. These processes resulted in gain of Fe₂O_{3t} and more significant loss of Na₂O, MgO, CO₂ and K₂O. Almost complete removal of Na₂O and partial removal of K₂O are related to the destabilization of feldspar and are the main characteristic of greisen formation. The distinct behavior of K₂O is due

to the retention of K in newly formed micas. Apparent immobility of Ca can be explained by low host granite Ca contents and by its retention in secondary fluorite. During greisenization S, F, Zn, Cu, Sn, Pb, Ta, Rb and U were enriched, while other elements declined. Increases in Fe, S, Zn, Cu and Pb are related to sulfide formation. Among the lithophile elements, Rb is strongly enriched in the greisen due to its retention in the siderophyllite structure, whilst Ba and Sr are removed during feldspar alteration. The rare earth elements (REE) reveal little mobility and patterns very similar to the granites. In general, they present similar patterns and slightly lower contents in greisens in comparison to the granites. REE depletion occurred during the formation of the quartz-topaz-siderophyllite-greisen and greisen relatively rich in quartz shows greater losses in light REE relative to heavy REE. Mineral chemistry allowed for classification of the brown micas within the topaz-bearing granite as annite transitional to siderophyllite, green micas from greisen as siderophyllite, and the late pale micas from greisens and quartz veins as zinnwaldite. The evolution of mica from the granite to greisen is given by annite → siderophyllite, showing increasing content of ^{VI}Al , $^{VI}□$, Li and Si. The greisen siderophyllite was, in turn, partially replaced by zinnwaldite, also with increased content of ^{VI}Al , $^{VI}□$, Li and Si. The K-bearing feldspar phase analysed in granite and leucogranite pegmatite is orthoclase (Or_{93-98}). Albite (Ab_{95-99}) occurs as lamellae within perthites and intergranular growths. Cassiterite forms strongly pleochroic, twinned and zoned euhedral to subhedral crystals with low Nb and Ta contents. Topaz-bearing biotite alkali feldspar granite was postdated by localized formation of cassiterite-bearing leucogranite pegmatites and both were affected by post-magmatic alteration in form of intergranular albite. This process was followed by strong hydrothermal alteration represented by greisenization, and later local silicification that culminated in the formation of greisen and quartz veins, the main hosts for Sn-mineralization, and subordinated Zn-mineralization.

Keywords: Topaz granite, Greisen, Mass balance, Fe-Li micas, Pitinga Tin Province.