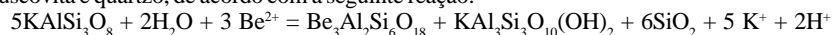


PEGMATITOS MINERALIZADOS EM ÁGUA-MARINHA E TOPÁZIO DO PONTO DO MARAMBAIA, MINAS GERAIS: TIPOLOGIA E RELAÇÕES COM O GRANITO CALADÃO

MARCELO DOS SANTOS FERNANDES FERREIRA¹, MARCO ANTÔNIO FONSECA²& FERNANDO ROBERTO MENDES PIRES³

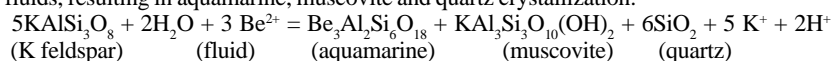
Resumo Depósitos de água-marinha do Ponto do Marambaia, parte da Província Pegmatítica Oriental de Minas Gerais, estão inseridos no Campo Pegmatítico de Padre Paraíso-Catugi, Distrito Pegmatítico de Padre Paraíso. Os pegmatitos contêm água-marinha (azul e verde), berilo comum e goshenita, topázio azul, cristais decimétricos a métricos de quartzo hialino e murion e são hospedados no granito Caladão. A água marinha apresenta importância econômica no cenário mundial gemológico, no que diz respeito à produção histórica e potencialidade, ao volume e à qualidade das gemas produzidas. Registros de achados famosos de cristais de águas-marinhas, dentre as quais, “Papamel” e “Marta Rocha”, com 74 kg e 33,9 kg, respectivamente são reconhecidos internacionalmente. Os pegmatitos apresentam zonalidade irregular, contém K feldspato, quartzo, biotita, água-marinha e topázio, não apresentam controle estrutural e seus contatos com o granito variam de brusco a gradacional. Possuem posição espacial variável entre vertical a horizontal, espessuras decimétricas a métricas, extensões decamétricas, formatos irregulares amebóides e relativa diferenciação. Os pegmatitos evoluíram a partir da fração gráfica com K feldspato-quartzo, seguido da formação de mega-cristais de K feldspato e quartzo leitoso intersticial e maciço, biotita e as gemas, topázio e água-marinha, sob condições rúpteis. O íntimo relacionamento da água-marinha com mega-cristais de K feldspato sugere processo metassomático com a ação de fluido aquoso rico com Be residual, resultando na formação de água-marinha, muscovita e quartzo, de acordo com a seguinte reação:



Finalizando o processo, líquidos residuais silicosos deram a origem a cristais de quartzo hialino e murion piramidados, após o fraturamento ter cessado. Os pegmatitos do Ponto do Marambaia podem ser enquadrados na classe de pegmatitos de elementos raros do Tipo Berilo, sem Ta e Nb. O Granito Caladão é porfirítico, não apresenta deformação dúctil, não contém granada, exibe nítido fluxo magmático e inclusões ocasionais de Charnockito Padre Paraíso, com quem apresenta contatos gradacionais. Foi derivado de refusões parciais crustais a partir de granitóides que o circundam, designados por Itaipé, Carafá, Faísca e Wolf com contatos intergradacionais entre si e com o Granito Caladão. Integra a Suíte Intrusiva Aimorés, pós-colisional da Faixa Araçuaí, e é datado entre 520-490 Ma.

Palavras Chaves: Província Pegmatítica Oriental, Granitos, Pegmatitos, Água-Marinha, Ponto do Marambaia.

Abstract PEGMATITES MINERALIZED IN AQUA MARINE AND TOPAZ OF PONTO DO MARAMBAIA, MINAS GERAIS: TIPOLOGY AND RELATIONSHIPS WITH THE CALADÃO GRANITE Aquamarine deposits from Ponto do Marambaia, part of the Eastern Pegmatite Province of Minas Gerais, are inserted in the pegmatite field of Padre Paraíso-Catugi, Padre Paraíso Pegmatite district. The pegmatites contain aquamarine (blue and green), beryl and goshenite, blue topaz, decimetric to metric crystals of hyaline quartz and murion, and are hosted in the Caladão Granite. The aquamarine presents significant economic importance in the gemological world scenario, in respect to its historical production and potentiality, to the amount and quality of the recovered gems. Records of famous aquamarine findings, including the “Papamel” and “Marta Rocha”, respectively with 74 and 33,9 kg in weight are internationally known. Pegmatites exhibit irregular zoning, contain K feldspar, quartz, biotite, aquamarine and topaz and do not present any structural control, making sharp to gradational contacts with the granite. Pegmatites display steep to gentle dips, decimetric to metric thicknesses, decametric extension, irregular and ameboid shapes and relative differentiation. Pegmatites evolved from a K feldspar-quartz graphic fraction in the magmatic liquid, toward the generation of K feldspar mega-crystals and interstitial and massive milky quartz, biotite and the gem minerals, topaz and aquamarine, under brittle conditions. At the end of the evolution, residual silica-rich liquids propitiated the crystallization of pyramid-shaped hyaline quartz and murion, after fracturing ceased. The Caladão Granite is porphyritic, garnet-free, with no ductile deformation and exhibits clear magmatic flow and occasional inclusions of Padre Paraíso Charnockite, in gradational contacts. It was derived by the partial re-melting of the surrounding crustal granitoids, known by Carafá, Itaipé, Faísca and Wolf, in intergradational contacts and with the Caladão Granite. Regionally is part of the Aimoré Intrusive Suite, considered as post-collisional, I-type of the Araçuaí Belt with ages comprised between 490 Ma and 520 Ma. Pegmatites from the Ponto do Marambaia may be classified in Rare Element group, Nb/Ta-free, beryl-type. The intimate spatial relationships between the aquamarine with the K feldspar mega-crystals allow to suppose a metasomatic process by the activity of a residual, aqueous, Be-rich fluids, resulting in aquamarine, muscovite and quartz crystallization:



1 - Universidade Federal de Ouro Preto, DEGEO, Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto 35400-000, MG, Brasil. Tel: (31) 9117-8458, e-mail: marcelosff@hotmail.com

2 - Universidade Federal de Ouro Preto, DEGEO, Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto 35400-000, MG, Brasil. Tel: (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606, e-mail: marco@degeo.ufop.br

3 - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências – CCMN, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro CEP, RJ, Brasil. Tel: (21) 2598-9464, Fax: (21) 2598-9465, e-mail: frpires@geologia.ufrj.br.

INTRODUÇÃO Ponto do Marambaia, localizado no município de Carai (nordeste de Minas Gerais), a 90 km a norte da cidade de Teófilo Otoni, tem notável reconhecimento nacional e mundial no que diz respeito à produção histórica de gemas, notadamente de água-marinha, constituindo-se no maior prospecto do país, além de topázio e quartzo hialino e murion, provenientes dos pegmatitos e depósitos secundários (aluviões, colúvios e elúvios).

Os corpos pegmatíticos vêm sendo lavrados desde o início do século XIX. Neles, foi encontrada em 1910 a água-marinha “Papamel”, de excelente qualidade, pesando 74 kg. Em 1954 foi descoberto um exemplar de grande valor que recebeu o nome de “Marta Rocha” em homenagem à Miss Brasil da época. Pesava 33,9 kg e apresentava mais de 60% do volume com limpidez adequada à lapidação (Abreu, 1965). Uma água-marinha límpida e de rara beleza, com cerca de 25 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro proveniente região do Ponto do Marambaia, encontra-se no Museu de História Natural de Houston, Texas.

Explorados pela Mineração Barro Preto, os pegmatitos desta região estão inseridos no Campo Pegmatítico Padre Paraíso-Catugi (Pinto *et al.*, 1997; Netto & Araújo, 1998), que fazem parte do Distrito Pegmatítico de Padre Paraíso. Este distrito integra a Província Pegmatítica Oriental (Paiva, 1946), que congrega 7 distritos produtores de minerais-gema, além de diversos minerais industriais.

O presente artigo pretende contribuir para um melhor conhecimento dos aspectos relacionados com as natureza das ocorrências de água-marinha, topázio e quartzo, interessando as relações de campo do sistema granito-pegmatito e a distribuição dos minerais nos pegmatitos, bem como as transformações metassomáticas sob a ação de fluidos aquosos ricos em F. O trabalho, no seu transcurso serviu como orientação às operações de pesquisa e lavra dos pegmatitos, procurando estabelecer como as suas relações mineralógicas, geométricas e estruturais podem ser úteis nesse sentido, estabelecendo também metodologia mais segura das atividades subterrâneas.

GEOLOGIA REGIONAL Inúmeros granitóides Neoproterozóicos intrusivos da Faixa de Dobramentos Araçuaí foram mapeados e identificados (Fig. 1) pelo Projeto Leste realizado pela CPRM (Pinto *et al.*, 1997). O Granito Caladão, com cerca de 650 km² de área aflorante, está circundado pelos Leucogranitos Itaipé e Carai a oeste, Leucogranito Faísca a sul e a nordeste e a este pelo Granito Wolf. Corpos charnockíticos subarredondados e em “farrapos” ocorrem inclusos no granito Caladão, sugerindo se tratar de xenólitos e “roof pendants”. Pequenos “stocks” de leucogranitos, Viana e Carlos Chagas estão inclusos nos granitos Faísca e Wolf respectivamente. Os contatos entre todos os granitóides são gradacionais, o que sugere íntimo relacionamento magmático.

Todos esses granitóides são considerados sin- a tardi-tectônicos (Pinto *et al.*, 1997; Moraes Filho, 1997; Sampaio, 1997). Foram reconhecidas seis diferentes suítes granitóides em toda a Faixa Araçuaí (Pedrosa-Soares *et al.*, 2000, 2001), mas na região ocorrem apenas os tipos das suítes G5 (porfirítico, desprovido de granada, cálcio-alcalino com elevado conteúdo de K, tipo I, pós-colisional, datados 490-520 Ma), correlacionável ao Granito Caladão e G3S (leucogranitos com granada, ocasionalmente cordierita e sillimanita, com restos de gnaisses, tipo S, considerados sin- a tardi-tectônicos, datados 560-570 Ma) correlacionável aos quatro tipos de granitóides que circundam o Granito Caladão. Esses quatro granitóides foram descritos como do Complexo Medina, intrusivos entre as rochas do Grupo Rio Doce e Macaúbas a oeste, e do

Complexo Gnáissico-kinzigítico a leste (Uhlein e Kattah, 2000). As rochas dos Grupos Rio Doce e Macaúbas correspondem a biotita-xistos, com quantidades variáveis de quartzo, granada, andalusita, cianita e cordierita, forte xistosidade e lentes de muscovita-quartzitos e inclusões de rochas meta-ultramáficas.

Durante o Evento Brasileiro (650-500 Ma), intensa fusão parcial da crosta produziu nesta região grande volume de magma granitóide (Pinto *et al.* 1997, 1998; Pedrosa-Soares *et al.* 1999, 2000, 2001; Uhlein e Kattah, 2000), e diversos plutons graníticos aos quais se associam expressivos corpos pegmatíticos produtores de minerais-gema e minerais industriais. Interpretamos como derivados da fusão parcial dos biotita-xistos e charnockitos os granitos circundantes e pela evolução deste processo magmático foi formado o Granito Caladão.

GEOLOGIA LOCAL Os granitóides estudados podem ser agrupados segundo dois tipos: granitóides portadores e não-portadores de granada. O primeiro grupo é representado pelos Leucogranitos Itaipé, Carai, Faísca e Wolf (Sampaio, 1997; Moraes Filho, 1997), podendo ser incluído o granito Novo Cruzeiro, de pequena dimensão, pertencente à suíte G3S (Pedrosa-Soares *et al.*, 2000, 2001) ou Complexo Medina (Uhlein e Kattah, 2000). O segundo grupo compreende o Granito Caladão com Charnockito Padre Paraíso incluso, que corresponde à Suíte G5 (Pedrosa-Soares *et al.*, 2000, 2001) ou Suíte Aimorés (Sampaio, 1997), que encaixam os pegmatitos estudados.

Granitóides a Granada Correspondem aos leucogranitos denominados Carai, Itaipé, Wolf e Faísca. Estes granitos são muito semelhantes entre si nos aspectos mineralógicos e texturais. São rochas isentas de deformação, exibindo caráter ígneo, evidenciado pela textura fluidal, ou isotrópica. Os contatos entre essas unidades são transicionais, sem relações intrusivas, e sem a existência de xenólitos, à exceção do Granito Novo Cruzeiro, cortado por diques do Leucogranito Carai, o que revela diferença temporal. O contato do Granito Novo Cruzeiro com os gnaisses da Formação Concórdia do Mucuri do Grupo Rio Doce (Fig. 1), é transicional ou tectônico por falhas (Sampaio, 1997). Nas proximidades deste contato o Granito Novo Cruzeiro exhibe porções migmatíticas e nebulíticas, constituindo portanto um granito mais antigo.

O Leucogranito Itaipé difere do Leucogranito Carai pelo maior conteúdo de fenocristais de feldspato, enquanto o Leucogranito Faísca, é distinto de ambos pela ausência de estrutura fluidal e pela presença de agregados “schlieren” máficos ricos em biotita. Essas quatro variedades de granitos são de coloração cinza-claro, creme e rósea, tem granulação média a grossa, textura porfirítica, e contém fenocristais de feldspato com comprimento entre 1 e 3 cm, que podem porém atingir 8 cm no Leucogranito Itaipé. Os granitos em discussão consistem de quartzo, K feldspato e plagioclásio, biotita subordinada e agregados de granada com até 3 cm de diâmetro. Os minerais acessórios ou secundários são muscovita, sericita, clorita, apatita, zircão, minerais opacos (principalmente magnetita) e carbonato. Na porção oeste da área (Fig. 1), aflora o Leucogranito Carai, com aspecto pegmatóide, cortado por enxame de pegmatitos delgados, com “bolsões” de turmalina negra, por vezes, levemente esverdeada, intercrescida com quartzo e associada à biotita (Fig. 2A). A presença de turmalina negra indica possível zona de contato metassomático, considerando a proximidade com xistos da Formação Salinas (Fig. 1). A presença ocasional de xenólitos de biotita gnaiss melanocrático, ricos em porfiroclastos de granada apoia essa sugestão.

Os Granitos à granada são do tipo-S, peraluminosos e formados em profundidade média na crosta. Evoluíram a partir de fusões parciais de rochas principalmente metassedimentares, com pequena contribuição de crosta oceânica ou mantélica e foram datados entre 580 e 560 Ma (Pedrosa-Soares *et al.* 2000, 2001).

Porções mais jovens do granito foram registradas na região de Itaipé (Siga Jr. 1986), com idade de 505 ± 35 Ma, método Rb/Sr, e razões iniciais em torno de 0,715, o que caracteriza residência crustal anterior para esses granitos. Datações adicionais, pelo método de K-Ar em duas amostras de biotita, idades de 422 ± 13 Ma e 452 ± 15 Ma foram obtidas, o que corresponderia ao resfriamento desse granito. Com base nestes argumentos, admite-se origem cogenética

para os granitos circundantes ao Granito Caladão.

Granitóides a Biotita São representados pelo Granito Caladão com enclaves de Charnockito Padre Paraíso. Ambos apresentam texturas semelhantes, diferindo pela coloração esverdeada e presença de hiperstênio no charnockito. O Granito Caladão exibe textura fluidal, o que não ocorre com o charnockito. Ambos são porfíricos com fenocristais tabulares de K feldspato, com dimensão maior entre 1 e 7cm. A matriz tem granulação média a grossa. Na área estudada, a granulometria do charnockito é mais fina, diferentemente das exposições da região de Padre Paraíso, onde é mais grosso, ocorrendo como corpos mesoscópicos,

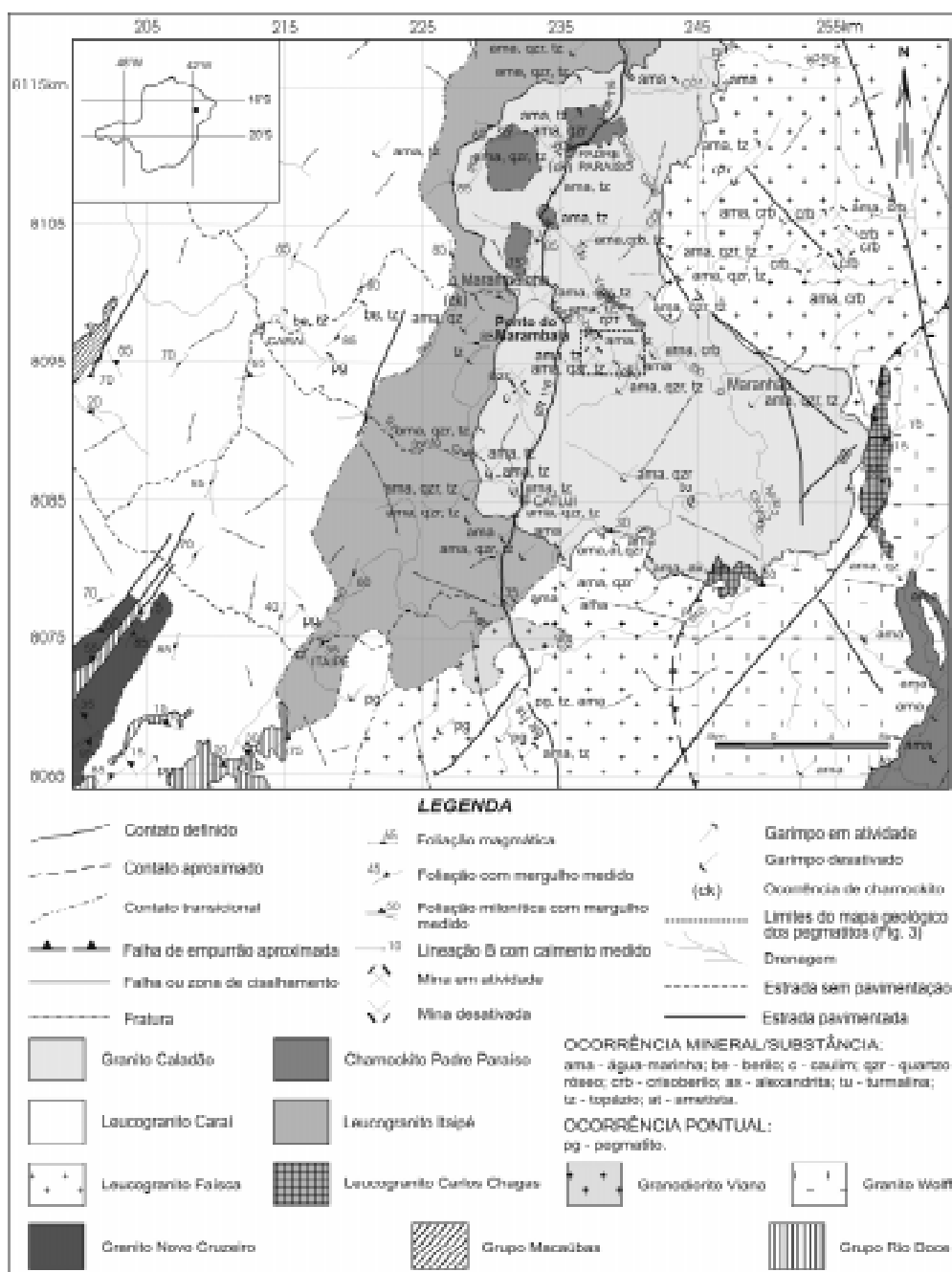


Figura 1 - Mapa geológico modificado e simplificado de Moraes Filho (1997) e Sampaio (1997).

arredondados inclusos no granito. O Granito Caladão é isento de deformação e diferentemente dos granitos à granada, inexistem nele texturas gnáissicas. Textura mais grossa do Granito Caladão, com feldspatos tipo ocelar, empresta aspecto pegmatóide à rocha (Fig. 2B), podendo, de outro modo, exibir textura fluidal incipiente. Contatos entre o Granito Caladão e massas maiores de charnockito não foram observados, sugerindo-se que sejam transicionais. O Granito Caladão consiste de K feldspato, quartzo, plagioclásio e biotita, e subordinadamente hornblenda. Os minerais acessórios incluem zircão, apatita, allanita, carbonato, muscovita, sericita, clorita e minerais opacos, magnetita, e raramente, hematita, rutilo e ilmenita. O charnockito contém K feldspato, plagioclásio, biotita, hornblenda, hiperstênio, epidoto, titanita, carbonato, sericita, clorita e magnetita. O Granito Caladão (Pinto *et al.*, 1997) é a designação para granitóides porfíricos à biotita da região, podendo ser classificados como do tipo-I, metaluminosos e de elevado conteúdo de K (Pedrosa-Soares *et al.*, 2000, 2001), originados na crosta continental média a inferior com contribuições significativas, tanto de crosta oceânica como mantélica. Foram datados entre 520 e 500 Ma, pelo método U-Pb, são intrusivos nos granitóides com granada e representam o último estágio da granitogênese brasileira.

Estudos radiométricos procedidos no Charnockito Padre Paraíso revelaram idade de 505 ± 5 Ma, pelo método U-Pb em zircões, 457 ± 21 , pelo método K-Ar em biotitas e 520 ± 20 Ma pelo método Rb-Sr, com razão inicial de 0,7112, sugerindo origem a partir de fusão parcial de materiais da crosta continental (Siga Jr., 1986).

Apesar de ser admitida pela maioria dos pesquisadores uma origem cogenética para o Granito Caladão e charnockito, certas limitações petrológicas existem, como a presença de hiperstênio, mineral característico da fácies granulito resultante da desintegração da biotita gerando hiperstênio+ortoclásio, numa reação progressiva. Entretanto estudos microscópicos do Charnockito Padre Paraíso revelam uma reação retrógrada, com a formação de biotita.

Metassomatismo Potássico A maioria das rochas estudadas mostra claras evidências de metassomatismo potássico, processo este melhor observado no Granito Caladão e no Charnockito Padre Paraíso. O processo se traduz pela microclinização que se manifesta pela presença de microclina xenomórfica, que se superpõe à textura pré-existente, substituindo ortoclásio e plagioclásio. Microclina em substituição ao plagioclásio (oligoclásio-andesina) produz albita em continuidade óptica e pequenos agregados de epidoto e allanita, num processo de saussuritização. Os cristais de plagioclásio se tornam arredondados e corroídos. A geração de biotita em substituição à hornblenda e ao hiperstênio, com formação adicional de titanita e carbonato é outra evidência do metassomatismo potássico. Aparentemente esse processo ocorreu sob condições mais elevadas da fugacidade do oxigênio, resultando na formação de magnetita, principalmente e hematita e rutilo, subordinadamente e desintegração parcial da ilmenita (em textura esquelética) em ambas as rochas, produzindo magnetismo. Auréolas de albita em torno do plagioclásio e a substituição deste pela albita revelam que o metassomatismo potássico foi acompanhado por ligeira albitização. As fotomicrografias 2C, 2D, 2E e 2F ilustram aspectos desse processo. O aporte ou a remobilização de K acompanhado de Na, SiO₂ e H₂O ocorreu em uma fase pós-metamorfismo brasileiro, (Litwinski, 1985).

PEGMATITOS Os pegmatitos do Ponto do Marambaia estão

encaixados no Granito Caladão, sem mostrarem controle estrutural algum, sugerindo assim que o posicionamento e a forma dos mesmos tem relação com fraturas de contração resultante do resfriamento do granito. Os pegmatitos foram formados com o Granito Caladão em estágio avançado de cristalização, seguindo-se um significativo processo de fraturamento regional.

Tratando-se dos corpos pegmatíticos, sabe-se que na terminologia dos garimpeiros da região, um garimpo é designado pelo termo “lavra”, que pode abranger mais de um corpo pegmatítico e é subdividida em “serviços”, podendo ser aberto um ou mais “serviços”, restritos a somente um pegmatito. Os pegmatitos são explotados principalmente em subsuperfície, através da escavação de galerias (“túneis” – denominação também usada para se referir a um “serviço”), de pequeno porte, abertas com pá e picareta na cobertura de alteração. Se um “serviço” iniciado exige o uso de explosivos, raro na região, os garimpeiros utilizam o recurso ou o

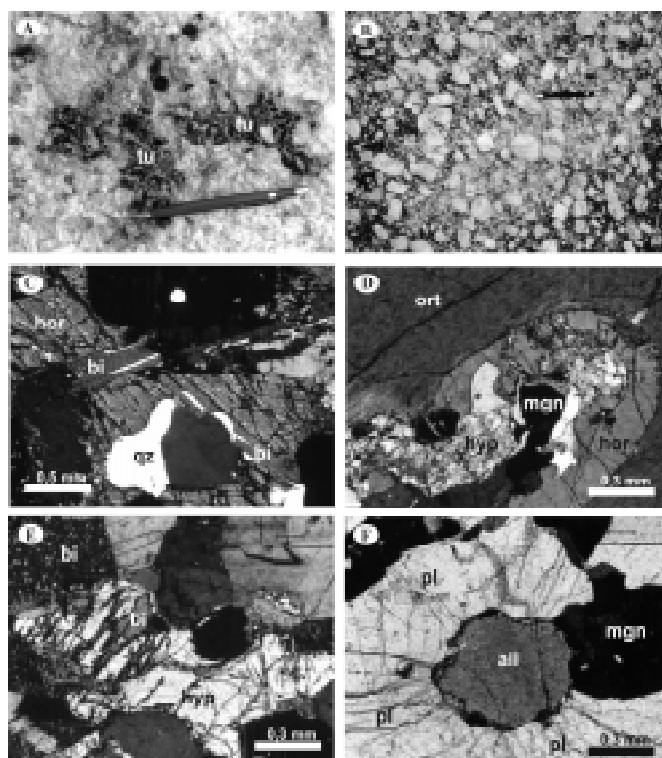


Figura 2 - Relações texturais nos granitóides: A) “Bolsões” de turmalina negra em fácies félsica e grossa de aspecto pegmatóide do Leucogranito Caraiá; B) Fácies grossa, pegmatóide do Granito Caladão. Feldspatos ocelares, isentos de orientação por fluxo (Fotografia apresentada por Sampaio, 1997.); C) Biotita substituindo hornblenda acompanhando a clivagem, Nx (Granito Caladão); D) Transformação parcial do hiperstênio em hornblenda, resultando em exsolução de magnetita. Nx (Charnockito Padre Paraíso); E) Biotita substituindo hiperstênio ao longo de fissuras. Nx (Charnockito); F) Textura típica de metamictização gerando allanita e fissuras radiais no plagioclásio ao redor, N// (charnockito). all – allanita, bi – biotita, hor – hornblenda, hyp – hiperstênio, mgn – magnetita, ort – ortoclásio, pl – plagioclásio, qz – quartzo, tu – turmalina.

abandonam.

As lavras a céu aberto concentram-se principalmente em depósitos secundários, em aluviões, colúvios e elúvios e em pegmatitos muito intemperizados. São utilizados métodos manuais e mecanizados. Procedeu-se ao levantamento cartográfico de 44 “serviços” em pegmatitos (Fig. 3) e mapas de detalhe dos “serviços” TP-4 e TA-3 são apresentados (Fig. 4). As características físicas dos corpos pegmatíticos cadastrados e as produções nos últimos 10 anos, encontram-se na Tabela 1.

Distribuição e Tipologia A possança real dos corpos pegmatíticos varia entre 2m e 70m, e a espessura, entre 0,5m a 18m (Tab. 1). Segundo Cameron *et al.*, (1949), modificado por Issa Filho *et al.*, (1980), os pegmatitos são classificados em pequenos (0,5 a 5,0 m), médios (5 a 15 m), e grandes (acima de 15m) em espessura. Os pegmatitos são descritos como tendo formas irregulares ou anastomosadas e na área, formas amebóides foram observadas (Pedrosa-Soares *et al.*, 1990). Os corpos pegmatíticos do Ponto do Marambaia são alongados, apresentando porém, variações em sua espessura, atingindo no máximo 15m. (Fig. 5A).

Os contatos dos pegmatitos com as rochas encaixantes são normalmente bruscos, exceto no caso dos corpos não-zonados, que exibem, em geral contatos gradacionais. Os corpos pegmatíticos não apresentam controle estrutural definido (Tab. 1), entretanto, a maioria tende a seguir uma orientação geral N-NE. Isto pode ser explicado pelo fato desses pegmatitos estarem alojados na borda oeste do Granito Caladão (Fig. 1), alongado

com segundo a direção regional NS (Sampaio 1997).

Os pegmatitos podem ser classificados quanto a estrutura interna em homogêneos e heterogêneos pouco diferenciados ou zonados simples e não-zonados simples, sendo o termo “simples” se referindo à pouca diversidade mineralógica (Pedrosa-Soares *et al.* 1990). No caso dos pegmatitos zonados, a passagem de uma zona para outra é quase imperceptível ou difusa. A zona de borda, nem sempre presente, é pouco nítida, possui espessura entre 3 e 5cm e consiste de K feldspato e quartzo de granulação fina com biotita (Fig.5B).

A zona de parede apresenta espessura variável num mesmo corpo. Seu contato com a zona de borda é normalmente gradativo, sendo identificado pelo aumento da dimensão dos cristais. A textura é grossa, com cristais de até 50 cm de comprimento. Predominam mega-cristais de feldspatos com quartzo intersticial, além de grandes placas de biotita, algumas com até 50 cm de diâmetro, distribuídas na matriz composta de quartzo, K feldspato e biotita em dimensões de até 1 cm. Essas placas estão posicionadas aleatoriamente (Fig. 5B). Em certos locais, a textura gráfica ocupa a parte mais interna desta zona. A zona intermediária hospeda as variedades de minerais-gema. Consiste essencialmente de mega-cristais de K feldspato perítico. O tamanho desses cristais varia de alguns centímetros, atingindo 2 metros (Fig. 5A). Por último, o núcleo, com forma lenticular, alongada ou irregular, é composto por quartzo maciço leitoso, normalmente bastante fraturado (Figs. 5C e 6D), constituindo muitas vezes, corpos isolados.

Os corpos não-zonados são caracterizados pela distribuição

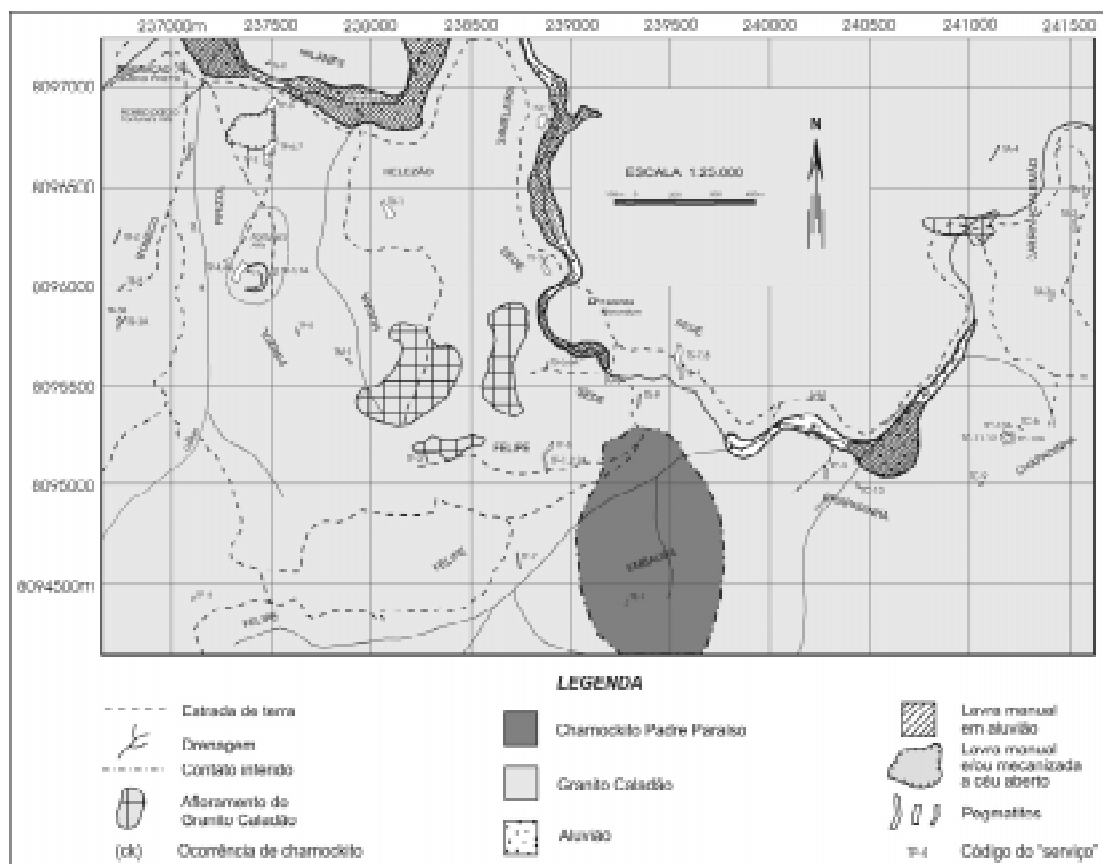


Figura 3 - Mapa Geológico dos pegmatitos do Ponto do Marambaia.

homogênea de quartzo, K feldspato e biotita, com granulação fina, e textura gráfica. A forma dos corpos não-zonados, bem como as variações de espessura são semelhantes às observadas nos corpos zonados. Em termos de distribuição, os pegmatitos do Ponto do Marambaia podem se apresentar agrupados ou formar corpos isolados.

Afetando o Granito Caladão e os pegmatitos, ocorre um sistema conjugado de fraturamento regional com direções de N60-65°W e N30-45°E, com mergulhos subverticais predominantes, a fracos, que resultou localmente em falhas normais que deslocam corpos pegmatíticos, e seus contatos com as encaixantes. Esse sistema de fraturamento, visível nas imagens de Radar e fotografias aéreas convencionais delimita parcialmente o Granito Caladão, tendo um dos fraturamentos, o de direção NW, seccionado parcialmente o

corpo plutônico em dois setores, um mais a norte e outro a sul. Aparentemente o setor norte foi deslocado para NW em relação ao setor sul. Falhas que cortam enclaves, aplitos e pegmatitos dentro do Granito Caladão corroboram esse deslocamento. Os rejeitos das falhas são da ordem de poucos centímetros, com raras exceções atingindo 6 metros, quando cortam a capa e lapa dos corpos pegmatíticos. Esse processo rúptil provocou fissuramento interno nos minerais dos pegmatitos exceto no quartzo e murion. O sistema conjugado de fraturas é tectônico, porém existem falhas de gravidade de acomodação do terreno afetando a zona intemperizada.

Mineralogia Os pegmatitos de Ponto do Marambaia apresentam tipo evoluído dada a sua mineralogia que é relativamente

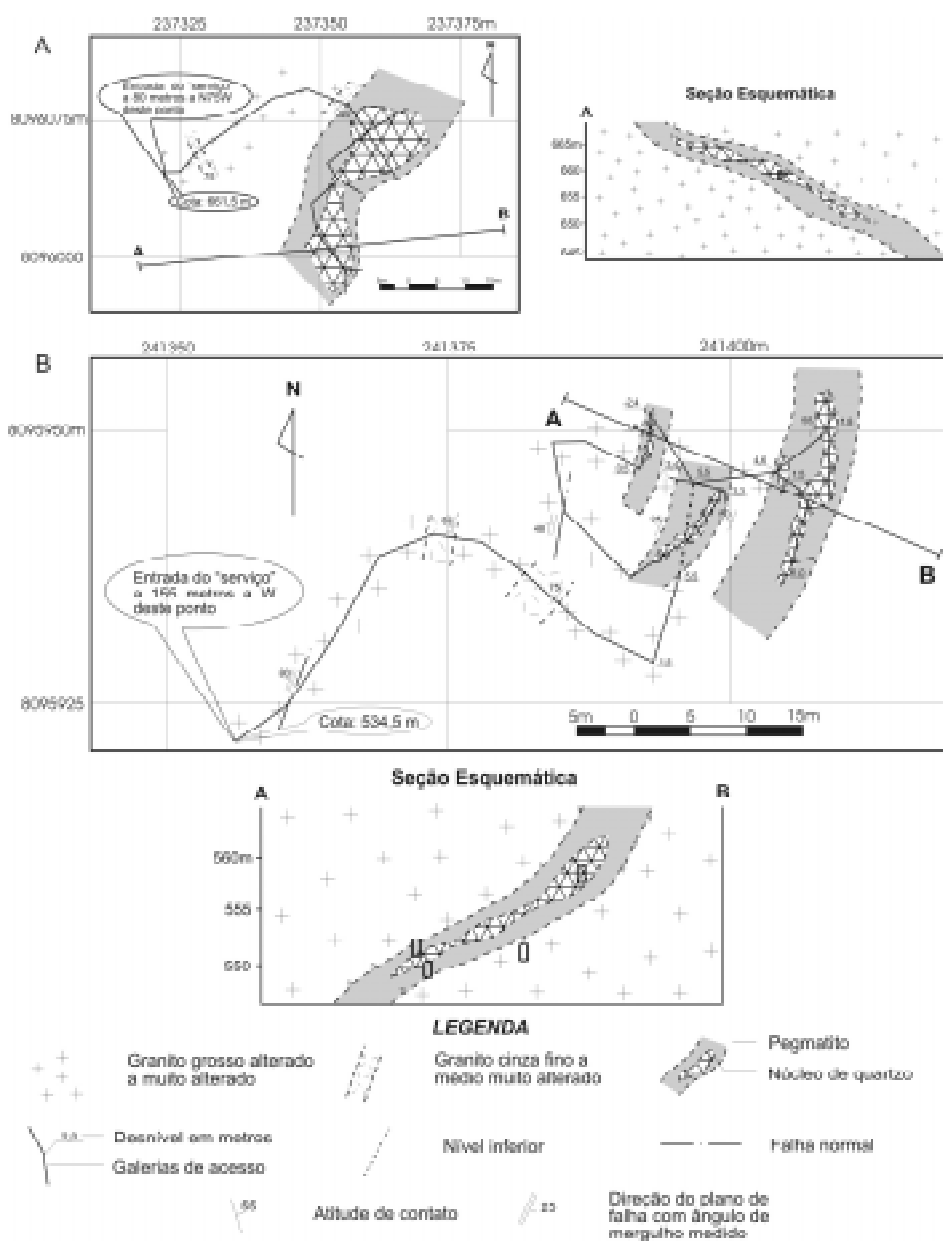


Figura 4 - Mapas de detalhes e seções esquemáticas. A) “serviço” TP-4; B) “serviço” TA-3.

diversificada: quartzo, K feldspato (ortoclásio e microclina), biotita, muscovita, água-marinha, berilo, heliodoro, goshenita, topázio e esporadicamente, turmalina negra (schorlita), ametista e magnetita, seguindo-se dos minerais secundários sericita, caolinita, goethita e óxidos de manganês. Dados obtidos de K/Rb em K feldspatos dos pegmatitos do Ponto do Marambaia permitiram que os pegmatitos fossem classificados (Achtschin, 1999) na classe de elementos raros do tipo berilo (Cerny, 1989; 1991).

O quartzo nos pegmatitos ocorre maciço e em cristais leitosos jaçados (deformados) e em cristais prismáticos e unipiramidados não jaçados (hialino e murion), tendo por isso grande valor; o tamanho dos prismas pode variar de poucos centímetros a mais de 1 metro. Cristais bipiramidados não foram encontrados. Diminutos cristais unipiramidados de ametista, com até 1 cm de comprimento foram encontrados. A coloração arroxeada tem sido atribuída a óxidos de Fe ou óxidos de Mn e a coloração enfumaçada do murion é relacionada a presença de Al na rede (Deer et al., 1985). Os cristais de quartzo hialino ou murion são formados sobre quartzo maciço leitoso, podendo formar estruturas aureolares designadas localmente de “igrejinha”, sugerindo preenchimento de cavidade e crescimento posterior. Nos corpos não-zonados, o quartzo

somente ocorre na variedade maciço leitoso. O K feldspato se apresenta róseo, devido à substituição parcial do Al pelo Fe³⁺ na rede cristalina, ou branco, pertítico ou sem lamelas, em cristais isolados e bem formados com até 50 cm de comprimento, com as faces {001} e {010} bem desenvolvidas. Podê formar grandes agregados de até 2m de dimensão, com mínima participação dos demais minerais do pegmatito. Sob o microscópio, a maioria dos cristais de ortoclásio exibe substituição parcial por microclina. Albita e cleavelandita em grandes cristais, como ocorrem nos Distritos de Governador Valadares e Araçuaí são ausentes no Ponto do Marambaia.

A biotita ocorre em placas com diâmetro de até 50 cm, isoladas ou em agregados alongados, com coloração negra, podendo conter ocasional, fino intercrescimento de mica cinza a incolor interpretada como muscovita. Encontra-se distribuída nas zonas de borda e de parede e, subordinadamente na zona intermediária, e em raros casos, capeando descontinuamente o núcleo. Contem, com relativa frequência, diminutos cristais de magnetita.

Ocorrem dois tipos de mica: uma clara levemente esverdeada, semelhante à muscovita, e um tipo cinzenta escura. O primeiro tipo é mais raro, atingindo no máximo a 1% em volume no pegmatito, e

Tabela 1 – Resumo das principais características físicas dos pegmatitos do Ponto do Marambaia. Agm – água-marinha, tz – topázio, grn porf – granito porfirítico, grn + grosso – granito muito grosso ou pegmatóide, grn fino – dique de granito fino.

SETOR	TÚNEIS		PEGMATITO						ENCAIXANTE	PRODUÇÃO (kg)	
	Nº	Nome	Profundidade(m)	Espessura(m)	Núcleo	Direção	Mergulho	Estrutura			
PIREZOL	TP-2	Dema 2	40	5 a 6	Sim	NS/N22W	50W/35SW	Zonada	grn + grosso	5,5 agm	
	TP-3	Zé Rocha	25	4 a 5	2 núcleos	N2W/N31E	70NE/60SE	Zonada	grn porf	43 agm/120tz	
	TP-3A	Adilson	24	8 a 10	3 pequenos	N10-35/N25W	40NW/35NE	Não-zonada	grn porf		
	TP-4	Lucindinha	60	6 a 7	Sim	N40E	30SE	Zonada	grn + grosso/fino	227 agm	
	TP-4A	Lucindinha				Não determinada		Zonada	grn + grosso/fino	600 tz	
	TP-5	Lálio	8	2 a 3	Sim	N 30W		Zonada	grn + grosso	19,6 agm/160tz	
	TP-6	Dema 3	38	5 a 6	Pouco	N45-60E	55-60SE	Zonada	grn + grosso/fino		
	TP-7	Dema 3	54	4 a 5	Sim	N50E	35SE	Zonada	grn + grosso		
	TP-8	Arnaldo Biago	34	10 a 12	1 pequeno	N50E	70NW	Não-zonada	grn + grosso		
MUCALA	TM-1	Adilson	25	2 a 5	Sim	N35-45W	50-60SW	Zonada	grn + grosso	agm + tz	
BONECO	TB-2	Paulo César	5	0,3 a 0,8	Não	N15-65E	30-40NW	Não-zonada	grn porf	120 agm	
	TB-3A	Idelfonso	14	0,5 a 2	Sim	N10-45E	25-30NW	Não-zonada	grn + grosso/porf		
	TB-3B	Idelfonso	8	1 a 2	Não	N30E/N10W	62NW/53SW	Não-zonada	grn + grosso/porf		
	TB-5	Marcelo	4	2 a 2,5	Sim	N50E	60NW	Zonada	grn porf		
BELEZÃO	TK-1	Milanes	>20	6 a 10	1 pequeno	N60W	37SW	Não-zonada	grn + grosso	180 agm	
MILANÉS	TL-2	Milanes	25	1,5 a 3	Sim	N55E	NW	Zonada	grn porf	18 agm	
FELIPE	TF-1	Luizinho	36	2,5 a 4	Sim	N15E/N5-15W	50NW/35-70SW	Zonada	grn porf		
	TF-2	Luizinho	20	2,5 a 3	Sim	N20E/N20W	55NW/80SW	Zonada	grn porf		
	TF-2A	Luizinho	26	2,5 a 3,5	Sim	N15E/N5-15W	50NW/35-70SW	Zonada	grn porf		
	TF-3	Lálio	22	3 a 4	Não	N10-20W	75-60SW	Não-zonada	grn porf		
	TF-4	Gilberto	2	0,4 a 0,7	Não	N2-60E	45-70NW	Não-zonada	grn porf		
	TF-6	Bea (C)	15	2 a 4	Sim	N15-50E	60-65NW	Zonada	grn + grosso		
	TF-7	Zé Costinha	45	1 a 1,5	2 núcleos	N0-10E	60-80NW	Zonada	grn porf		
EMBAUBA CHAPADINHA	TE-1	Afonso Bezerra	2	2	Não	N40E	60NW	Não-zonada	grn porf		
	TC-5	Lorinho	25	0,5 a 3	Sim	N10-20E/NSW	60NW/70SW	Zonada	grn porf		
	TC-6	Agaricido	12	1 a 2	Não	N10-45W	26-64SW	Zonada	grn porf/fino		
	TC-9	Oswaldo	8	2	Sim	N10-25E	51-70NW	Zonada	grn porf		
	TC-10A	Oswaldo	10	0,5 a 3	Não	N60-80W/N25W	50-60NE/35SW	Não-zonada	grn + grosso/fino		
	TC-10B	Oswaldo	40	0,5 a 4	Sim	N50E	25NW	Não-zonada	grn + grosso/fino		
	TC-11	Jordiel	>10	6 a 8	Sim	N10-35W	54-59NE	Zonada	grn + grosso		
	TC-12	Jordiel	>10	6 a 8	Sim	N10-35W	54-59NE	Zonada	grn + grosso		
	TC-13	Lorinho	5	1 a 3	Sim	NS	80W	Zonada	grn porf		
	TG-1	Zé Branco	50	6 a 12	Sim	N40E/N45W	35NW/50SW	Não-zonada	grn + grosso	5 agm	
SEDE	TS-3	Diário	68	2 a 12	Sim	N5-35W/N25E	30-35SW/41NW	Não-zonada	grn porf		
	TS-4	Geraldo Preto	52	5 a 8	Sim	N5E	70NW	Zonada	grn + grosso		
	TS-6	Oswaldo Tavares	14	1 a 1,5	Não	N20-40E	35-45NW	Não-zonada	grn porf		
	TS-6A	Oswaldo Tavares	8	1 a 1,5	Não	N20-40E	35-45NW	Não-zonada	grn porf		
	TS-7	Gameleira	>20	5 a 8	Sim	N5W/N10-15E	55NE/19-70SE	Zonada	grn + grosso/fino		
	TS-8	Gameleira	>30	5 a 8	Sim	N5W/N10-15E	55NE/19-70SE	Zonada	grn + grosso/fino		
	TS-9	Domingos	30	0,8 a 1	Não	N5-20E	30-35NW	Não-zonada	grn porf		
	CARRINHO ALEMÃO	TA-1	Alemão	6	3	Sim	N5-20E	30-35NW	Zonada	grn porf/fino	
		TA-2	Neimbo	25	2 a 6	Sim	N20W/N10-70E	50SW/35-40NW	Zonada	grn porf/fino	
TA-3		Geraldo	40	1 a 5	Sim	N10-60E	30-80NW	Zonada	grn + grosso/fino	2 agm	
TA-4		Neimbo	30	0,2 a 0,8	não	N10-30E	50-65NW	Não-zonada	grn porf/fino		

¹ Extensão explorada dentro do pegmatito.

² Localmente zonado

³ Localmente não-zonado

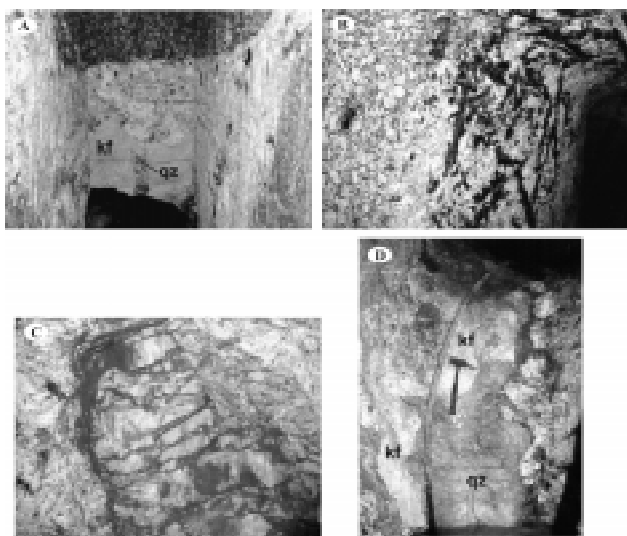


Figura 5 - Tipologia e estrutura interna dos pegmatitos do Ponto do Marambaia. A) Pegmatito de aspecto lenticular. Zona mural pobre em biotita e zona intermediária contendo megacristais de K feldspato (Túnel TC-12); B) Contato entre rocha encaixante e pegmatito exibindo zona marginal discreta e mural rica em biotita; C) Núcleo de quartzo extremamente fraturado. As fraturas subhorizontais são mais evidentes do que as subverticais (Túnel TK-1); D) Núcleo de quartzo vertical e espesso em relação às demais zonas. Zona intermediária estreita é invadida pelo quartzo (Túnel TF-1). kf – feldspato potássico, qz – quartzo.

em geral, ocorre em placas com dimensões de 1 a 3 cm, em agregados. A composição química dessa variedade obtida no túnel TB-5, a oeste do *Fortune's Hill* (Figura 3), revelou 45,9% SiO₂, 0,029% TiO₂, 30,8% Al₂O₃, 3,72% Fe₂O₃, 0,029% Cr₂O₃, 0,048% MnO, 0,030% CaO, 0,176% MgO, 1,31% Na₂O, 8,72% K₂O, 0,077% Li₂O, 0,677% P₂O₅ (total=91,516%), devendo ser completado pela H₂O (~4,5%), BaO, F (~1,0), não dosados. O teor de Na₂O é um pouco elevado, mas ainda assim se ajusta na composição da muscovita. Esse tipo ocorre preenchendo porções intersticiais nos feldspatos e quartzo, sugerindo formação tardia em relação aos minerais mais abundantes. O segundo tipo, mais abundante, pode atingir até 10% nas zonas mais ricas, ocorre em placas individuais, maiores chegando a 10 cm de diâmetro, ou mais e apresenta comumente intercrescimento com biotita. Embora a muscovita escura assemelhe-se mais à biotita, análises químicas revelaram para exemplares oriundos do “serviço” TP-4 (Achtschim, 1999) teores de 10,40% Fe total (14,5%FeO) e se comparado aos valores de biotitas obtidos na literatura de 5,1%FeO+12,9%Fe₂O₃ ou 12,5%Fe total a 24,85%FeO+3,8%Fe₂O₃ ou 20,1%Fe total (Deer et al., 1985), pode-se afirmar em bases composicionais tratar-se de uma biotita. Nos corpos não-zonados a presença de muscovita é muito rara ou inexpressiva.

O berilo é encontrado nas variedades água-marinha (azul ou verde), heliodoro (amarelo) e goshenita (incolor), sendo internacionalmente famosos os exemplares denominados “Papamel” e “Marta Rocha” respectivamente com 74kg e 33,928kg de peso, a última com mais de 60% de limpidez, e um simples cristal, não denominado, pesando 110kg (Abreu, 1965). Os cristais

bem formados de águas-marinhas ocorrem com as faces prismáticas bem desenvolvidas, comumente atingindo 20cm de comprimento e muitas vezes com terminações piramidais pequenas. Estrias paralelas ao comprimento dos cristais são por vezes comuns e a maioria dos cristais observados exibe jaça, principalmente nas extremidades das peças restando porções límpidas na parte central. Esses fissuramentos internos (jaças) dos cristais de berilo foram produzidos pela deformação rúptil. O berilo ocorre principalmente associado ao K feldspato, localizado nas suas interfaces, o que pode sugerir um controle geoquímico. Ocorre raramente em cristais isolados nos espaços intercristalinos do quartzo leitoso, onde encontra-se associado a “cordões” de turmalina negra e muscovita, revelando o estágio de greisen. Diminutas plaquetas de muscovita (bitvita?) capeiam parcialmente alguns prismas.

O topázio ocorre como cristais incolores e colorações amarelo-pálido e azul pálido. Forma grandes cristais, com até 15 cm de comprimento ao longo do eixo-C e de até 20cm ao longo da clivagem basal. Apesar de se apresentar, na maioria dos casos, muito fissurado ainda exibe boa transparência. Cristais azulados de topázio, sem jaças, com 3-4cm de dimensão são encontrados nas aluviões do Córrego da Marambaia nos ribeirões nas proximidades de Catuji, onde está concentrado juntamente com crisoberilo e água-marinha. Ocorre na zona intermediária, crescendo sobre K feldspato e quartzo, existindo, entretanto espécimens associados às biotitas alongadas.

Turmalina negra e ametista, bastante raras, constituem cristais pequenos com dimensões de até 1 cm. Encontram-se concentradas nas zonas mais silicosas, ricas em quartzo. A magnetita e a goethita também são raras e normalmente ocorrem nas bordas dos núcleos dos pegmatitos, muitas vezes, formando agregados minerais associados à biotita, provavelmente por alteração hidrotermal e intempérica desta, respectivamente. A sericita é muito fina, em placas milimétricas, ocorre localmente como produto de alteração hidrotermal dos feldspatos, e a caolinita ocorre como produto de alteração intempérica da biotita, formando concentrações de coloração castanha devido à mistura com óxidos de Fe e Mn, e em menor escala do feldspato. Essas concentrações de material castanho argiloso constituem massas alongadas na matriz do pegmatito e se confundem com zonas de fratura, pois se distribuem alinhadamente. A caolinita ainda forma “manchas” brancas no interior dos feldspatos, provocando o embaçamento do brilho, revelando estágio incipiente de alteração.

Mineralizações Antes de tratarmos da mineralização propriamente dita é importante discutir pontos do aspecto regional influenciando direta ou indiretamente na mineralização. Inicialmente pode-se observar que os charnockitos não constituem corpos significativos de dimensões mapeáveis nas escalas convencionais, constituindo portanto enclaves charnockíticos distribuídos principalmente ao redor do Granito Caladão (Fig. 1). Tendo em mente esse fato, referimo-nos a associação entre charnockitos e a formação de minerais de gema, particularmente crisoberilo, variedades de córdon, safira e rubi, espinélios, água-marinha, topázio e variedades de zircão (Grew, 1981; Rupasinghe e Dissanayake, 1981; Munasinghe e Dissanayake, 1981). A distribuição dos depósitos aluvionares de crisoberilo, turmalina, topázio e berilo e raríssimos de crisoberilo em pegmatitos em torno do Granito Caladão, desde Americaninhas, passando pelo Córrego Faísca, do Gil na parte norte, até o Córrego do Cascalho e Ribeirão Santa Cruz em volta de Catuji e Córrego Comprido, na parte sul (Cassedanne e Baptista, 1984) com ocorrência de alexandrita não parece ocasional. Portanto,

existe distribuição espacial coincidente de charnockitos e depósitos de crisoberilo. Acresce o fato de que, até hoje, não foi encontrado crisoberilo nos pegmatitos e aluviões dentro do Granito Caladão. Esse tipo de mineralização tem sido considerado como derivada da ação de contato de charnockitos básicos em metassedimentos aluminosos por processo de desilicacão. Sabe-se que tanto os metassedimentos quanto os granitos ao redor do Granito Caladão possuem cordierita, granada e sillimanita, e que Be^{2+} pode entrar na estrutura da cordierita em bases de substituição de $BeSi$ por $AlAl$ (Newton, 1966) o que poderia representar um estágio intermediário para a formação do crisoberilo, até formar crisoberilo, tipos gema e “olho de gato”. As associações indicadas ou evidências circunstanciais servem como linha de pesquisa para futuros trabalhos.

Tratando-se das mineralizações intragraníticas de interesse econômico nos pegmatitos do Ponto do Marambaia, as de água-marinha de cor azul e, subordinadamente verde consistem nas principais. Topázio, em todas as suas variedades, mais quartzo nas variedades murion e hialino são explorados como subprodutos. Entretanto cristais métricos de quartzo têm sido procurados e peças perfeitas atingem dezenas de milhares de dólares.

Tanto a água-marinha quanto topázio ocorrem em dois tipos: “escória”, referindo à cristais mal formados e/ou fraturados de tamanhos reduzidos e o tipo gema propriamente dita, que corresponde a cristais prismáticos bem formados, límpidos e livres de defeitos, como fraturas e impurezas, de tamanhos centimétricos a decimétricos, neste último, restrito às águas-marinhas. Ambos

cristais têm dimensões decimétricas, porém o topázio, ao ser extraído da matriz do pegmatito, se separa em muitas peças devido ao fissuramento interno. Segundo os garimpeiros, há um controle na distribuição das gemas, ocorrendo em maior e melhor qualidade nos corpos subhorizontais restando para os corpos inclinados a “escória”. O fato é que produções significativas de água-marinha de interesse gemológico foram obtidas em corpos pegmatíticos localmente subhorizontais, situados na zona intermediária próximo ao núcleo, em bolsões denominados pelos garimpeiros de “caldeirões”, que constituem “bonanzas” ricas em água-marinha tipo gema. Os “caldeirões” são corpos irregulares, totalmente preenchidos, de dimensões que variam de 0,5 m a 3 m de diâmetro (Fig. 6 A e B). Os cristais gigantes de quartzo e murion se situam nesses “caldeirões”. Toma-se difícil a observação desses caldeirões nos pegmatitos dentro dos túneis, bem como se distinguir “caldeirão” de núcleo do pegmatito, mas pode-se afirmar que tratam-se de grandes bolsões onde quartzo e feldspato que foram parcialmente dissolvidos e reprecipitados juntamente com o berilo resultante de seu enriquecimento nas soluções residuais ricas em Be^{2+} e F. Figuras de corrosão no feldspato e quartzo leitoso (e biotita) induzem a essa interpretação. As soluções silicosas, residuais e finais foram responsáveis pela formação dos megacristais de quartzo e murion (Fig. 6C). O crescimento dos cristais de quartzo e murion é linear. Ele se dá a partir da borda do núcleo com os eixos-c em direção às zonas externas, sobre os prismas de água-marinha, normalmente recoberta por “película” de moscovita cinzenta. Turmalina fina negra pode também ocorrer neste contexto (Fig. 6D). O quartzo murion, a muscovita (nas duas variedades) e a turmalina negra são considerados pelos garimpeiros da região como bons indicadores da mineralização.

Do ponto de vista geoquímico as mineralizações podem ser interpretadas como do tipo Be-F, uma possível variação dos pegmatitos de elementos raros (Cerny 1982, 1991) e sua evolução representada esquematicamente no triângulo composicional no sistema Si-Al-K+Na (Fonseca et al., 2005). Os pegmatitos evoluídos a partir dos fluidos residuais oriundos da cristalização do granito, iniciaram seu desenvolvimento a partir da associação K feldspato perítico-quartzo em textura gráfica formando a matriz. Em seguida, foram formados mega-cristais de K feldspato e quartzo leitoso intersticial (Fig. 7) e biotita. Dessa maneira o líquido residual, com seu conteúdo de K (e Na) significativamente decrescido, tornou-se relativamente rico em voláteis, H_2O e F, e Be^{2+} , dirigindo a composição do fluído para a linha Si-Al, no triângulo composicional (Fig. 8). Nesse momento, com a razão Si/Al em torno de 1/3 no fluído, topázio cristaliza sob elevada fugacidade de HF. Ainda, com razão Si/Al inferior a 1/3 e em processo de desilicacão, o fluído sob reduzida fugacidade de HF, resulta na cristalização de crisoberilo (Fig. 8).

Em sistemas com baixa fugacidade de HF, granada é formada, como ocorre nos pegmatitos, invadindo os granitos periféricos (Granito Carai, Itaipé, dentre outros). Como consequência, a concentração de Be^{2+} no fluído aquoso residual aumentou relativamente, devido à adicional extração do Al, propiciando a cristalização de berilo e água-marinha, quando a razão Si/Al ultrapassa 3/1. Após formado berilo, o fluído se tornou fortemente silicoso resultando na formação dos mega-cristais piramidados de quartzo hialino e murion (Fig. 8). O excesso de SiO_2 no sistema é confirmado pela reação de substituição, responsável pela formação do berilo:

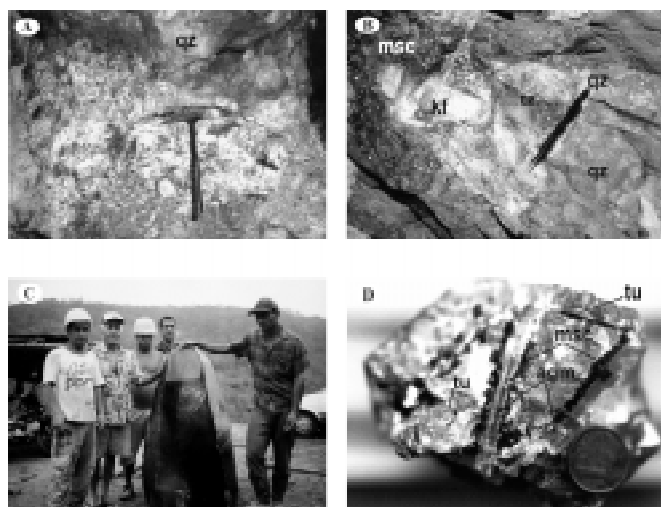
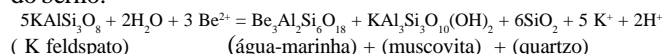


Figura 6 – Mineralização nos pegmatitos: A) Zona de substituição localizada junto ao núcleo de quartzo, com quartzo+muscovita clara+K feldspato, por vezes mineralizado a água-marinha e topázio, ambos do tipo escória (Túnel TK-1); B) Zona de substituição localizada junto ao núcleo de quartzo, constituído de quartzo+muscovita cinzenta+feldspato branco + topázio do tipo escória. “Bolsão” de muscovita associado (Túnel TP-4A); C) Mega-cristal de quartzo murion do Túnel TP-4 em 1993. O cristal estava envolto por caulim; D) Cristal de quartzo associado à turmalina negra, muscovita cinzenta e água-marinha (Túnel TF-2). agm – água-marinha, kf – feldspato potássico, msc – muscovita, qz – quartzo, tu – turmalina, tz – topázio.

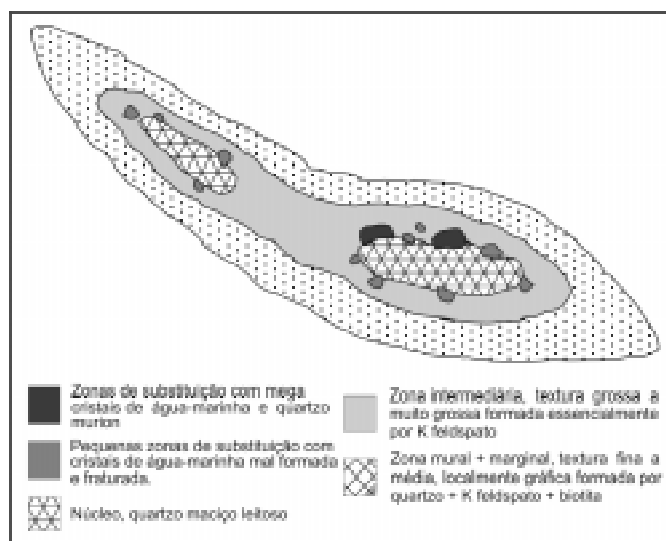


Figura 7 – Modelo esquemático idealizado de um segmento dos pegmatitos do Ponto do Marambaia em seção vertical. Notar que a água-marinha gemológica encontra-se na porção subhorizontal do veio (que por sua vez, é mais espessa) e na parte superior do núcleo. Núcleo segmentado também é uma característica comum.

A biotita permaneceu pouco ou nada transformada durante a evolução do pegmatito, devido à baixa fugacidade do B^{3+} no fluido.

CONCLUSÕES A evolução geológica da região do Ponto do Marambaia durante o Proterozóico inicia com o metamorfismo regional dinamothermal sob condições deformacionais passando do regime dúctil até o dúctil-rúptil, atingindo níveis de fusão parcial com a geração dos granitos crustais denominados Carai, Itaipé, Faísca e Wolf. Representam denominações locais de granitos exibindo mínimas variações texturais, resultantes de restitos composicionalmente diferentes, como charnockitos, biotita xistos e gnaisses kinzigíticos circundantes, cedendo material para a fusão inicial. A natureza gradacional dos contatos entre os granitos, inexistência de xenólitos de granito-em-granito, existência de texturas nebulíticas, a presença comum de granada constituem evidências de cogeneticidade e contemporaneidade dos granitos circundantes. O Charnockito Padre Paraíso, enderbítico, constituiria restito refratário incluso no Granito Caladão, que iria promover geração de pegmatitos desilicados resultando na formação de crisoberilo. Refusão crustal parcial dos granitos circundantes promoveu a geração do Granito Caladão, ainda com considerável quantidade de granitos circundantes não completamente cristalizados.

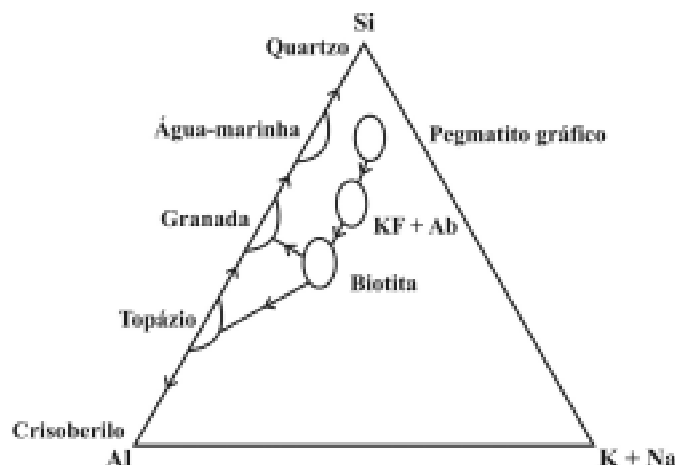


Figura 8 – Diagrama Al-Si-K+Ab mostrando a evolução dos pegmatitos e suas mineralizações.

Deformação rúptil começa a dominar o cenário com a ascensão dos granitos. Pegmatitos se formam e se alojam no interior do Granito Caladão na área do Ponto do Marambaia. Desenvolveram-se nos estágios finais da evolução tectono-magmática da Faixa Araçuaí, gerados a partir do processo de fracionamento ígneo das fusões residuais dos granitóides cálcio alcalinos de alto-K, pós-colisionais, onde se encontram alojados. Os líquidos magmáticos preencheram fraturas de contração durante o resfriamento do plúton gerando os pegmatitos, que por processo de diferenciação por cristalização enriqueceram relativamente os fluidos residuais, ricos em H_2O , F e Be, responsáveis pela cristalização do topázio e água-marinha. Após a deformação ter cessado, líquidos finais silicosos resultaram na cristalização de mega-cristais hialinos, unipiramidados de quartzo e murion.

Agradecimentos Aos garimpeiros de Ponto do Marambaia formulamos nossos agradecimentos pelo desprendimento em nos ceder informações bem como amostras de valor científico. Os autores agradecem ao Sr. Agenor Tavares (infelizmente falecido no ano de 2004), então proprietário da Mineração Barro Preto, que liberou a área para estudos. Ao colega Jorge Raggi, diretor da empresa Geoconômica Ltda, pelas indicações bibliográficas, orientações e sugestões somos agradecidos. Ao senhor Idelfonso, que sempre atendeu às solicitações e por importantes indicações durante a realização dos trabalhos de campo. Finalmente nossos agradecimentos a dois atenciosos e excelentes revisores da RBG pelas sugestões ao manuscrito. A FAPEMIG pelo auxílio através do processo EDT 1430/03.

Referências

- Abreu S.F. 1965. *Recursos Minerais do Brasil*. IBGE, 2 ed., v. I, 470 p.
- Achtschin A.B. 1999 Caracterização geológica, mineralógica e geoquímica dos Pegmatitos do Distrito Pegmatito de Padre Paraíso, Minas Gerais, e suas variedades de berilo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 120p.
- Cameron E.N., Jahns R.H., Mcnair A.H., Page L.R. 1949. Internal structure of granitic pegmatites. *Econ. Geol.*, Monograph 2, 115p.
- Cassedanne J.P. & Baptista N.R., 1984. Etude de Quelques Alluvions à Chrysobéryl. *Anais Acad. Brasil. Ciênc.*, **56**, 265-281.
- Cerny P. 1982. Petrogenesis of granitic pegmatites. In: Granitic pegmatites in science and industry (Cerny, P., ed.), *Mineralogical Association of Canada. Short Course Handbook*, **8**: 405-461.
- Cerny P. 1989. Contrasting geochemistry of two pegmatite fields in Manitoba: products of juvenile Aphebian crust and polycyclic

- Archean, evolution. *Prec. Res.*, **45**:215-234.
- Cerny P. 1991. Rare-element granitic pegmatites. Part I: Anatomy and internal evolution of pegmatites deposits. *Geosc. Canada*, **18**: 49-67.
- Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. 1985. *An Introduction to the Rock-forming minerals*. Commonwealth Printing Press, Ltd., 528 p.
- Fonseca M.A., Pires F.R.M., Ferreira M.S.F., Echternach M.S., Sallum M.J.G. 2005. Mineralogical and Geochemical Zoning in the pegmatites from the Oriental Pegmatite Province of Minas Gerais, Brazil. In: SBG, Simp. Craton do São Francisco, 3, Salvador, *Anais*, 321-315.
- Grew E.S. 1981. Surinamite, taaffeite and berillian sapphire from pegmatites in granulite-facies rocks of Casey Bay, Enderby Land, Antarctica. *Am. Mineral.*, **66**:1022-1033.
- Issa Filho A., Moura O.J.M., Fanton J.J. 1980. Reconhecimento de pegmatitos da Província Oriental Brasileira entre Aimorés e Itambacuri – MG. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 31, 1980, *Anais*, **3**: 1552-1563.
- Litwinski N. 1985. Evolução tectono-termal da região nordeste de Minas Gerais e sul da Bahia. Tese de Doutorado, IG/USP, 207 p.
- London D. 1992. The application of experimental petrology to the genesis and crystalization of granitic pegmatites. *Can. Mineral.*, **30**:499-540.
- Moraes Filho J.C. 1997. Folha Novo Cruzeiro SE 24-V-C-I – Escala 1:100.000. Texto Explicativo. Belo Horizonte, CPRM, 46 p.
- Munasinghe T. & Dissanayake C.B. 1981. The origin of gemstones of Sri Lanka. *Econ. Geol.*, **76**:1215-1225.
- Netto C. & Araújo M.C. 1998. Aspectos econômicos dos campos pegmatíticos da região leste de Minas Gerais. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 40, *Anais*, p. 120.
- Newton R.C. 1966. BeO in pegmatitic cordierite. *Mineral. Mag.*, **35**:920-927.
- Paiva G. 1946. Províncias pegmatíticas do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, Boletim 78, 13-21.
- Pedrosa-Soares A.C., Correia-Neves J.M., Leonardos O.H. 1990. Tipologia dos pegmatitos de Coronel Murta-Virgem da Lapa, Médio Jequitinhonha, Minas Gerais. *Rev. Esc. de Minas*, **43**:44-59.
- Pedrosa-Soares A.C., Wiedemann C., Fernandes M.L.S., Faria L.F. De, Ferreira J.C.H. 1999. Geotectonic significance of the Neoproterozoic granitic magmatism in the Araçuaí belt, eastern Brazil: A model and pertinent questions. *Rev. Bras. Geoc.*, **29**:59-66.
- Pedrosa-Soares A.C. & Wiedemann-Leonardos C.M. 2000. Evolution of the Araçuaí Belt and its connection to the Ribeira Belt, eastern Brazil. In: Cordani, U. G.; Milani, F. J.; Thomaz, F. A. & Campos, D. A. (eds.). *Tectonic Evolution of South America*, IGC-Brazil 2000, Rio de Janeiro, pp. 265-386.
- Pedrosa-Soares A.C., Noce C.M., Wiedemann C.M., Pinto C.P. 2001. The Araçuaí-West Congo Orogen in Brazil: an overview of a confined orogen formed during Gondwana Assembly. *Prec. Res.*, **110**:307-323.
- Pinto C.P., Drumond J.B.V., Feboli W.L. 1997. Projeto Leste: mapeamento geológico, cadastramento de recursos minerais da região leste de Minas Gerais – Etapa I. Belo Horizonte, CPRM, 161 p.
- Pinto C.P., Pedrosa-Soares A.C., Wiedemann C.M. 1998. Mapa Geológico do Orógeno Neoproterozóico Araçuaí-Oeste Congo no Brasil. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 40, Belo Horizonte, p. 37.
- Rupasinghe M.S & Dissanayake C.B., 1985. Charnockites and the Genesis of Gem minerals. *Chem. Geol.*, **53**:1-16.
- Sampaio A. R. 1997. Folha Padre Paraíso SE 24-V-C-II – Escala 1:100.000. Texto Explicativo. Belo Horizonte, CPRM, 39 p.
- Siga Jr., O. 1986. A evolução geocronológica da porção nordeste de Minas Gerais, com base em interpretações geocronológicas. Dissertação de Mestrado, IG/USP, 140 p.
- Uhlein A. & Kattah C., 2000. Tectônica de alojamento do Complexo de Medina, Faixa Araçuaí (MG), *Rev. Esc. de Minas*, **53**:21-26.

Manuscrito A-1438

Recebido em 27 de maio de 2003

Revisão dos autores em 11 de dezembro de 2005

Revisão aceita em 21 de dezembro de 2005