



**UFRJ- CCMN, IGEO, DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA, ILHA DO FUNDÃO.**

**GEOLOGIA, PETROLOGIA E RADIOMETRIA DA SERRA DO MATOLA, MUNICIPIO  
PIEDADE DO RIO GRANDE, MG.**

**Relatório Final do Estagio de Campo IV**

**MONOGRAFIA DE FINAL DO CURSO DE GEÓLOGOS**

**Raquel A. Lima Santos – DRE 102979395**

**Orientador: Prof. Dr. André Ribeiro**

**Co-orientação: Dr. Fernando R.M. Pires**

**2011/2012**

## Índice

Abstract	4
Resumo	5
Agradecimentos	6
Introdução	6
Localização e acessos	7
Trabalhos anteriores	8
Metodologia	9
Clima, Hidrografia, Vegetação e solos	9
Aspectos Sócio-econômicos	10
Geomorfologia	10
Geologia Regional	11
Geologia do Complexo do Matola	14
Estrutura	17
Geofísica	19
Conclusões	22
Referências	23

## **Lista de ilustrações:**

Localização dos Complexos Alcalinos Metamórficos	Fig. 1
Mapa Maciço Matola (Alves et al., 1962)	Fig. 2
Mapa Geológico DNPM/ Milonésimo.	Fig. 3
<b>Litologia</b>	
Fotos de rochas do Matola identificadas como MTL.	Fig. 4A MTL-38 e MTL-34 Fig. 4B MTL-129 e MTL-128 Fig. 4C MTL-41C(3fotos) Fig. 4D MTL128 e MTL 73 Fig. 4E MTL148A e MTL148C Fig. 4F MTL-15-5 e MTL-08
Tabela de composição química dos Gnaisses Matola	Fig. 5
Tabela tipologia e descrição macro/microscópica rochas Matola	Fig. 6A
Tabela tipologia e descrição macro/microscópica rochas Matola	Fig. 6B
Composição mineralógica e Texturas	Fig.7A: MTL-05 Fig.7B: MTL-08 Fig.7C: MTL-38 Fig.7D: MTL-41C Fig.7E: MTL-73 Fig. 7F: MTL-128 Fig. 7G: MTL-137A Fig. 7H: MTL-137B Fig. 7I: MTL-139 Fig. 7J: MTL-148C Fig.7K: MTL-148D

## **Estrutura**

Perfil "Coutinho"	Fig.8
Perfil "Alves"	Fig.9
Perfil esquemático Compl. Sienítico Matola	Fig. 10
Diagrama de Schmidt/Matola	Fig. 11
Perfil Cachoeira MTL 148	Fig. 12
Mapas Magnetométrico	Fig. 13
Gravimétrico (Pinto, 1995)	Fig. 14
Mapa interpretação geofísica regional (Pinto, 1995)	Fig. 15
Correlação altimetria e radiometria (Coutinho)	Fig. 16
A Perfil Zona Transicional (Matola sul)	Fig. 17
Perfil Próximo a Faz. Tapera	Fig. 18
Perfil do Pouso Real	Fig. 19
Perfil Morro do Cascalho	Fig. 20
<b>Geofísica</b>	
Comparação de valores Radiométricos com aspectos mineralógicos	Fig. 21
Diagrama Th-U-K x CPS	Fig. 22
Diagrama U- CPS	Fig.23
Mapa magnetométrico ( Prospec, 1953)	Fig. 24

## Abstract

The alkaline or syenitic gneisses (GnS) of the Matola Range, Serra do Matola, are distributed along several hills with dimensions 4 km X 25 km comprehended between Matolas, Contendas, Onça and Pouso Real Creeks, running in a north-south direction, sub-parallel to the ranges. It forms a distinct range about 1150m high, with some elevations reaching 1248m (Morro do Pouso Real), 1283m and 1260m. The Alkaline gneisses are enclosed in biotite granite gneisses (monzonite to granodiorite composition) and rare amphibolites of the Piedade suite. Southwestward there are granulitic enderbites and charnockites of the Metamorphic suite of São Bento das Torres and a narrow belt of greenstones (amphibolites, chlorite-talc schists and gndites) of the Barbacena Group enclosed within Laminated gneisses. Northward and northeastward there are low grade metasediments of the Carandaí and Barroso Formations (São João del Rei Group) with limestones, phyllites and graphitic schists. Matola Massif was formerly identified through aerogeophysical survey (magnetometry and cintillometry) during the '50 decade by PROSPEC contracted by CNPq and CNEN, subsequently studied by Alves (1961), Alves et al., (1962) and Coutinho (1962). The GnS are sub-horizontal and composed of K-feldspar-albite /oligoclase perthite, amphiboles (hastingsite), aegirine-augite, allanite, which is believed to be the reason of the radioactivity, due to its contents in REE, Th and U, sphene, magnetite, apatite, zircon and very subordinate garnet. The absence of muscovite and biotite is noteworthy, and it is very difficult to observe the lineation in the rock. The minerals are distributed in whitish gray bands intercalated with dark gray to black bands. Contacts with regional gneisses are obscured and rarely exposed. Radiometric values reach 22 000 cps (230 ppm eU, 5064 ppm eTh and 16.8%K), evidently the K values are superestimated, but the averages attain only 30-40ppm eU and 250 ppm eTh. The syenitic gneiss presents in some dark bands 2-3mm long, yellow and brown minerals thought to be uranophane and soddyite, derived by weathering and alteration of allanite. The rocks was interpreted as skarn (Guimarães, 1962) due to its high Ca-content, concentrated in aureoles around allanite to form clinozoisite, and in apatite, amphibole, sphene. Some bands are rich in Na, similar to the albitites.

## Resumo

Os gnaisses GnS da Serra do Matola que são distribuídos ao longo de varias colinas compõem o Maciço que tem dimensões de 4 km X 25 estando compreendido entre os córregos Matola, Onça, Contendas e Pouso Real, correndo na direção norte-sul. As maiores elevações tem altitudes entre 1248m (Morro Pouso Real), 1283m e 1260m. Os GnS estão encaixados em biotita gnaisses graníticos (GnP) de composição monzonítica a granodiorítica que englobam corpos anfibolíticos da suite Piedade. A SW existem enderbitos granulíticos e charnockitos da suíte metamórfica São Bento das Torres e uma faixa estreita de greenstone belt (anfíbólio xisto, clorita-talco xisto e gonditos) do Gr. Barbacena, envolvido por gnaisses laminados. A N e NE existem metassedimentos do Gr. São João Del Rei, Formações Carandaí e Barroso com calcário, filitos e xistos grafitosos. O Maciço Matola foi inicialmente identificado por levantamento aerogeofísico (magnetometria e radiometria) durante a década de '50 pela PROSPEC contratada pelo CNPQ e CNEN, subseqüentemente estudado por Alves (1961), Alves et al., (1962) e Coutinho (1962). O GnS está sub-horizontal e consiste de K-feldspatos-albita/oligoclasio pertítico, anfibólios, (hastingsita), aegirina-augita, allanita, que se acredita ser a origem da radioatividade, devido ao seu conteúdo de REE, Th e U, titanita, magnetita, apatita, zircão e granada subordinada. A ausência de muscovita é notável e é difícil se observar a lineação na rocha. Os minerais estão distribuídos em bandas brancas e negras. Os contatos entre os GnS e GnP são obscuros e raramente expostos. Valores radiométricos atingem 22 000 cps (230 ppm eU, 5064 ppm eTh and 16.8%K), , evidentemente o K apresenta valores superestimados, mas as medias chegam até 30-40ppm eU and 250 ppm eTh. O GnS apresenta em algumas bandas negras, 2-3mm de espessura, minerais amarelos e marrons acreditados serem uranopfana e soddyita, derivados por alteração da allanita. As rochas foram interpretadas com skarn (Guimarães, 1962) devido ao seu elevado conteúdo de Ca, concentrado nas auréolas em volta da allanita, e na apatita, anfíbólio e titanita. Algumas bandas ricas em Na são similares ao albitito.

## **Agradecimentos**

À Deus. Ao orientador Prof. Dr. André Ribeiro pelas informações geológicas sobre a área e apoio em geral. À INB-Indústrias Nucleares do Brasil pelo apoio logístico e interesse em estudar área muito importante em termos de potencial depósito de urânio, por comparação com jazida tipo Rössing, de grandes volumes e teores baixos, porém homogêneos. A administração do Depto. de Geologia e IGEO pelo apoio, aos professores e funcionários em geral pelos ensinamentos ao longo do curso. Ao Tarcísio pela confecção de Lâminas polidas. Ao amigo Prof. Dr. Pires por seus infinitos conselhos e ensinamentos. A Maria da Graça por sua gentileza e atenção por colaborar com a formatação final do relatório. Ao meu irmão Rodrigo por me ajudar nos trabalhos de computação. Ao pessoal do Setor de Microscopia da UERJ por permissão da utilização de microscópios e demais facilidades.

## **Introdução**

O objetivo do trabalho é estudar o comportamento das rochas alcalinas, cálcio-alcalinas e toleíticas, metamorfisadas em fácies anfíbolito a granulito, expostas na Serra do Matola localizada entre as localidades de Piedade do Rio Grande, São João Del Rei e Iberioga, MG. Deu-se maior ênfase à geologia de campo, geofísica e petrografia, na tentativa do estabelecimento de modelos genéticos e evolutivos, o que poderá dar nova luz ao entendimento da borda sul do craton do São Francisco.

Parte dos dados utilizados são oriundos do projeto Barbacena 1:100.000, (in:Pinto, 1995; Viana, 1991; Brandalise & Viana, 1993) integrante do programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB pelo DNPM/CPRM. Publicações adicionais (Ericksen,1929; Barbosa, 1954; Almeida,1977; Alves et al., 1962; Guimarães e Dutra, 1962; Coutinho,1962; Pires, 1979), mas o trabalho que resultou na descoberta do Maciço do Matola (Ebert, 1958) foi o levantamento geológico e geofísico realizado pela PROSPEC sob contrato do CNPq. A partir de 1951 o CNPq se interessou pela localização de depósitos radioativos da faixa costeira e dos pegmatitos da província de São João de Rei e selecionou 7000km<sup>2</sup> para estudos sob contrato com a PROSPEC com a participação de Franklin de Andrade Gomes, Reinhard Helmbold, Otavio Barbosa, Silvio Villar Guedes, Anita Evans e Heinz Ebert, e sendo assim o Maciço do Matola foi revelado como unidade radioativa.

## Localização e acessos

A área estudada situa-se nos contrafortes setentrionais da serra da Mantiqueira, na zona da Mata, em Minas Gerais, entre as localidades de Piedade do Rio Grande (a oeste) e Barbacena e Ibertioga (a leste), sendo cortada pelas rodovias BR-040 (entre as cidades de Barbacena e Santos Dumont) e BR-265. Estradas municipais atingem todos os pontos da área (Fig.1.1).

Fig. 1 Localização dos Complexos Alcalinos Metamórficos

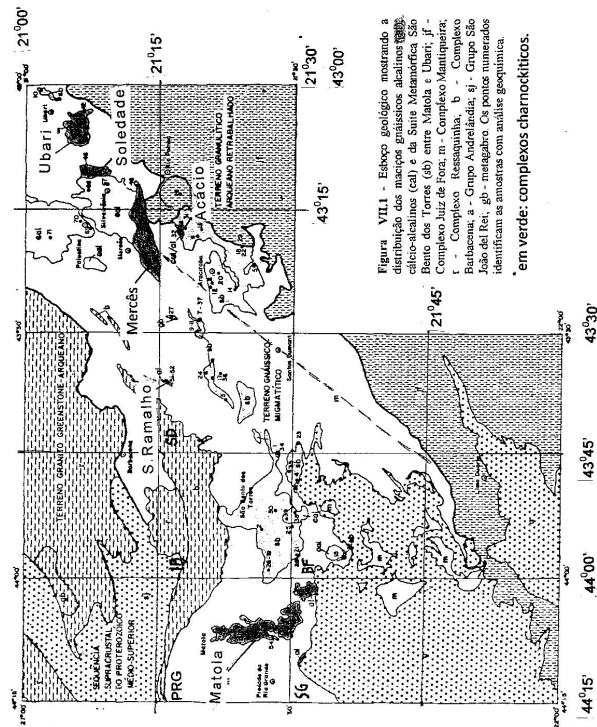


Figura VIII - Esboço geológico mostrando a distribuição dos maciços graníticos alcalinos (g), cálcio-alcalino (cal) e da Suite Metamórfica São Bento das Torres (sb) entre Matola e Ubari; jf - Complexo Juiz de Fora; m - Complexo Mantiqueira; Complexo (ressaquilha), b - Complexo Facilitado; a - Grupo Andrelândia; s - Grupo São João del-Rei; ab - Complexo Aluminado. Os pontos indicados identificam as amostras com análise geoquímica. \* em verde: complexos charnockíticos.

Lista de amostras:

- Matola: 53, 54 e 56
- Mercês: 46, 47, 49 e 50
- Soledade: 45 e 46
- Ubari: 40, 41, 42, 43 e 44
- Acácio: 32
- S.Ramalho: 51 e 52

COMPLEXOS ALCALINOS METAMÓRFICOS – Matola, Ubari, Soledade, Mercês e os menores: Acácio e Serra do Ramalho.



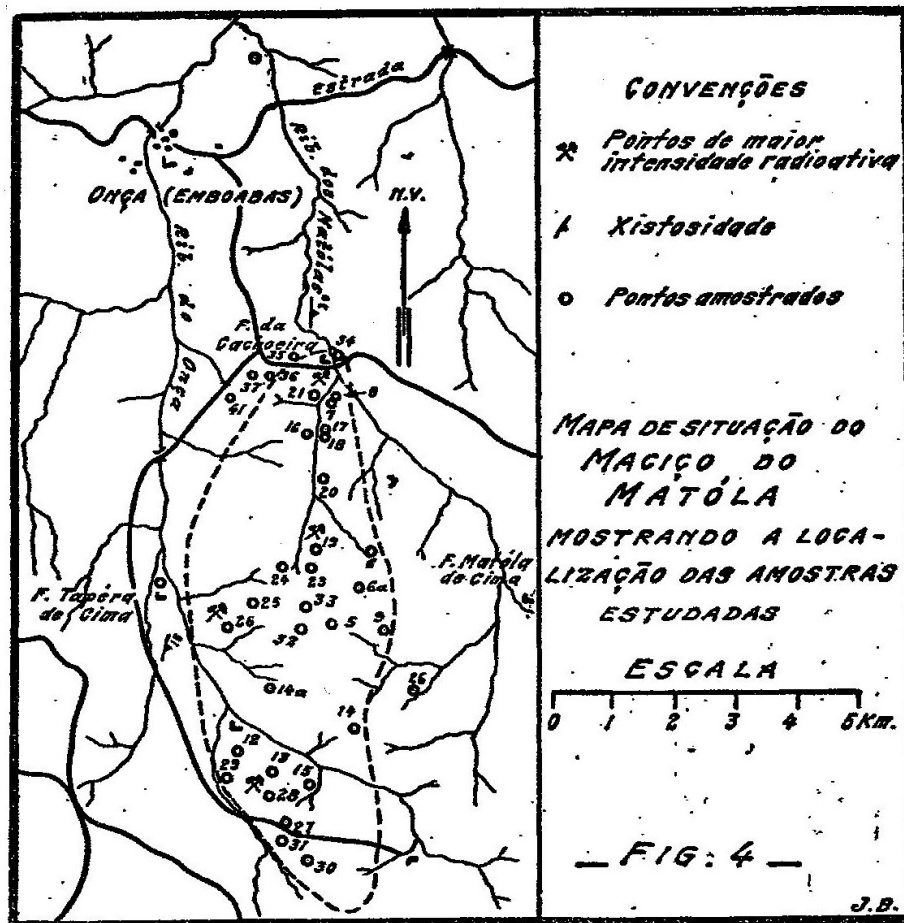


Fig. 2 Mapa Maciço Matola (Alves et al., 1962)

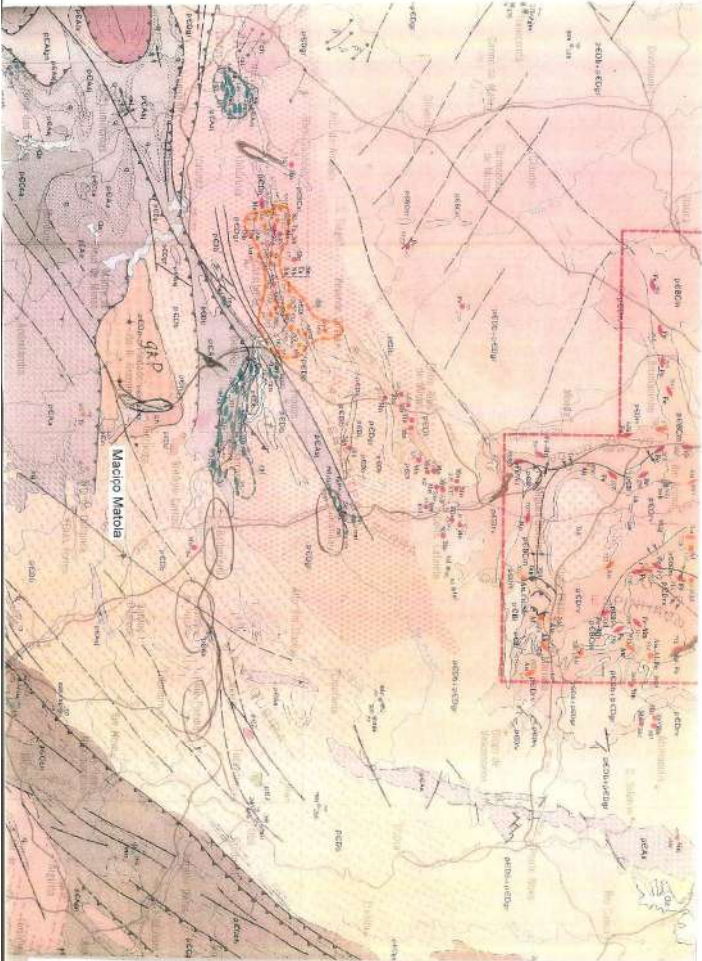


Fig 3 Mapa Geologico DNPM/ Miogénesmo

## Trabalhos anteriores

Detalhada revisão da geologia da serra da Mantiqueira, em Minas Gerais, foi apresentada por Pinto (1995 e DNPM 1991). Importante investigação foi iniciada por Rosier (1952), que definiu o complexo do Paraíba (plagioclásio gnaisses injetados por aplitos-pegmatitos). Destacam-se ainda Barbosa (1954), com a criação das séries da Mantiqueira(gnaisses) e Barbacena (xistos) e Ebert (1955), que apresentou a primeira divisão estratigráfica para o centro de Minas considerando-o uma região pouco metamorfisada durante a última orogênese em comparação com as regiões sudeste de Minas e Vale do Paraíba. Ebert (1956 a, b, 1957, 1967, 1968,1971) continuou a divulgar seus estudos definindo o Grupo Paraíba (metassedimentos na fácies anfíbolito), a Formação Lafaiete (micaxistos, metagrauvacas, quartzitos, **metaultramáficas, Itabirito, gondito**) e os gnaisses do tipo Piedade ( gnaisses miloníticos bandados). Baseado em critérios de idade ( Arqueano, Paleo/Neoalgonquiano) e de nível crustal, definiu, “empilhou” e correlacionou os grupos São João del Rei (formações Prados, Barroso, Carandaí e Tiradentes), Séries Andrelândia e Paraíba (ex-séries Paraibuna e Paraíba) e o Complexo (Série) Juiz de Fora, definindo os trends “Araxaídes” e “Paraíbides”. Em seguida a Série Barbacena proposta (Barbosa, 1954) foi posteriormente caracterizada como “Greenstone Belt” (Pires, 1979).

Ebert (1956b) em sua definição dos sistemas “Paraíbides” e “Araxaídes” fez referência à bifurcação das faixas orogênicas formadas por estes sistemas, o primeiro dirigindo-se para o sul através de São Paulo, Paraná, Santa Catarina o último contornando a Bacia de São Francisco, infletindo para noroeste e, em Goiás, para norte. Rosier (1957) reconheceu na Serra do Mar uma série Inferior (Atlântica ou Ribeira) com metassedimentos gnáissicos predominantes e uma série Superior kinzigítica e charnockítica, semelhante à série Juiz de Fora de Ebert (1956 a, b). A partir da década de 70 a CPRM iniciou trabalhos de cunho regional, com significativo avanço do conhecimento da geologia da Mantiqueira. São importantes os trabalhos de Brandalise et al. (1971), Silva (1978), Silva (1982), Pinto (1991), Viana (1991), Raposo (1991), Brandalise (1991), Raposo (1991), Brandalise & Viana (1993). A partir da década de 80, Trouw e colaboradores (Trouw et al., 1983,1986) vêm realizando estudos envolvendo sequências de cobertura da região sul de Minas Gerais, reunidas nos grupos Carrancas (criada pelo grupo), Andrelândia e São João Del Rei. A serra do Matola foi investigada na década de 50 pela PROSPEC contratada pelo CNPq resultando a tese de Coutinho (1962). Parte da serra também foi estudada por Ebert (1956), Barbosa (1958), Alves (1961) e Alves et.al. (1962).

Pinto (1995) e Brandalise et. al. (1992) apresentaram breves comunicações sobre um conjunto de rochas granulíticas e gnaisses alcalinos aflorantes na borda sul do Cráton do São Francisco entre as localidades de Matola e Ubari. As rochas da Serra do Matola são os alvos da pesquisa ora apresentada.

## Metodologia

Uma vez selecionada a área de trabalho e o tema a ser desenvolvido foi estabelecida a metodologia até a preparação da dissertação:

- 1- Obtenção de documentação básica – mapas topográficos, imagens Landsat TM nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, imagens de radar na escala 1:100.000, aerofotos, mapas geológicos, mapas geofísicos.
- 2- Análise bibliográfica – Consulta a publicações nacionais e estrangeiras e trabalhos inéditos, em busca de artigos de interesse ao tema em estudo. Desta pesquisa resultou uma síntese dos trabalhos anteriores e a compilação de um mapa geológico preliminar.
- 3- Sensoriamento Remoto – Utilizou-se imagens Landsat TM nas escalas 1:100.000 e 1:250.000 e imagens de radar na escala 1:100.000. A extração de fotolineamentos se deu sobre uma base estável, na qual foi inserida a drenagem principal, obtida das cartas do IBGE, para efeito de ajustes e controles. Registrou-se lineamentos com comprimento superior a 3cm no mapa. Seguiu-se uma redução xerográfica das plantas 1:100.000 para a escala 1:250.000 e montagem do mapa de foto-lineamentos nesta escala. A etapa final foi a interpretação deste mapa, cotejada com o mapa aeromagnetométrico.
- 4- Geofísica – utilizou-se a cobertura aeromagnetométrica do levantamento sistemático realizado pela Prakla, através do Convênio Geofísico Brasil – Alemanha (CGBA), entre 1971 e 1973. Dados gravimétricos regionais foram obtidos do mapa Bouguer provisório do Brasil – SE (Haralyi e Hasui, 1985) na escala original 1:2.500.000 e em interpretações. Perfis gravimétricos terrestres foram obtidos do projeto Barbacena (DNPM/CPRM-1991, 1993).
- 5- Preparação do mapa geológico – O mapa geológico regional na escala 1:250.000, utilizado a partir de trabalhos próprios e por compilação de mapas na escala 1:100.000 elaborados por equipes da CPRM entre 1986 e 1992 (Projeto Barbacena- PLGB) complementado por trabalhos de Brandalise et al. (1992) e Coutinho (1962). Como apoio foram preparados mapas de campo e serviço: litológico, de fotolineamento (radar,satélite,aerofotos), estrutural e de interpretação de feições aeromagnetométricas (realizado pela Geofísico/CPRM). Dados de gravimetria foram obtidos do projeto Barbacena (DNPM/CPRM, 1991, 1993).
- 6- Trabalhos de campo – O mapa topográfico IBGE na escala 1:50.000 permitiu o planejamento de seções geológicas representativas levantadas em detalhe, juntamente com levantamento de dados estruturais, gamaespectrométrico utilizando equipamento RS-230 e amostragem de rochas para análises petrográficas.
- 7- Análises laboratoriais – Utilizou-se 61 análises químicas completas de rochas (óxidos, elementos traço e ETR) e 6 análises de microsonda em anfibólios realizadas anteriormente. Estudadas 5 lâminas petrográficas comparadas com descrições anteriores (Guimarães e Alves, 1962; Coutinho, 1962).

- 8- Organização e tratamento dos dados analíticos – Os litótipos foram organizados levando-se em conta aspectos petrográficos, mineralógicos, texturais e estruturais. Comparações das composições químicas das rochas do Matola com outras semelhantes foram feitas.

### **Clima, Hidrografia, Vegetação e solos.**

O clima da região segundo classificação de Köppen é do tipo Cwb, úmido, de verões brandos, com pluviosidade anual média em torno de 1.450mm, com estação seca nos meses de inverno (Abril-Setembro) e chuvosa (Outubro-Março) concentrada nos meses de verão. A temperatura média anual situa-se próxima a 19°C, com a média do mês mais quente em torno de 22°C. Microclimas de altitude são observadas na Serra de Ibitipoca (1.800m de altitude) e microclimas de baixada ocorrem a leste, no vale do Rio Pomba, e a sudeste, nos vales dos rios Paraíba e Paraíba do Sul (estes fora da área). A rede hidrográfica está representada pelas bacias dos Rios Mortes e Grande, drenando alguns cursos d'água para os Rios Paraíba, Peixe, Novo e Cágado. A vegetação nativa, representativa da floresta da Mata Atlântica, está quase totalmente dizimada pela atuação antrópica, dando lugar a campos de pastagem e cultura. Restos de floresta são encontrados nas faldas da Serra da Mantiqueira e em manchas isoladas, em algumas propriedades rurais. Vegetação de campo nativo é observada em locais de clima de altitude e solo muito arenoso, como na Serra de Ibitipoca. Os solos tem forte vínculo com o substrato rochoso, sendo espessos no alto da Serra da Mantiqueira e muitas vezes ausentes em suas faldas, expondo a rocha. Sobre o domínio gnáissico são normalmente latossolos vermelhos – amarelos alíticos (solos antigos, geralmente espessos, com horizonte pouco diferenciados, argilosos e saturados em alumínio). Sobre os quartzitos são essencialmente arenosos, com delgadas coberturas orgânicas negras saturadas em água (hidromórfico, tipo turfa) em áreas de depressão. Sobre as rochas máficas/ultramáficas formam latossolos vermelho-tijolo, argilosos, aparentemente saturados em hidróxidos de ferro.

### **Aspectos Sócio-econômicos**

A principal atividade econômica regional é a agropecuária. Destacam-se a atividade leiteira, de laticínios e a agrícola com milho, feijão, hortaliças e frutos cítricos. Barbacena é um importante centro produtor de rosas de exportação, atendendo também o mercado nacional. O setor industrial vem se desenvolvendo principalmente em Juiz de Fora, Barbacena e Santos Dumont, com atividade têxtil, cimenteira, siderurgia e química. Ubá é importante centro produtor de móveis de madeira. A principal

cidade da região é Juiz de Fora, destacando-se, também Barbacena, São Joao del Rei, Santos Dumont, Ubá e Rio Pomba.

## **Geomorfologia**

O Planalto e serras desta região definem o que Ab'Saber (1972) chamou de Planalto Atlântico do Brasil Sudeste, constituindo-se em um planalto cristalino rebaixado condicionado morfogeneticamente a agentes químicos e a sub-higrófila. A análise das cartas topográficas do IBGE, nas escalas 1:250.000, 1:100.000 ou 1:250.000, em cotejamento com cartas tectono-estruturais obtidas a partir de análise de imagens de sensores remotos, cartas geológicas e trabalhos de campo, deixam claro que o modelamento do relevo tem forte condicionamento das variáveis geológicas como litológicas, estruturais planares penetrativas (foliação/bandamento) e fraturas (juntas, falhas) que condicionam cristas, espigões e rede de drenagem. A estes condicionantes somam-se variações climáticas ocorridas ao longo do tempo geológico, principalmente do mesozóico ao recente. King (1956) caracterizou-se na região 3 ciclos de aplainamento: Sul-Americano (Cretáceo superior/Terciário médio), Velhas (Pliopleistoceno) e Paraguaçu (Pleistoceno), deixando sem caracterização parte da porção oriental. Pinto (1995) descreveu formas de relevo correlacionáveis ao ciclo pós-Gondwana (King, 1956) que estão representadas na porção sudoeste da área por superfície aplainada, com ondulações pouco pronunciadas e topo a 1784m (Serra de Ibitipoca). Esta porção é correlacionável às "terras altas" do Quadrilátero Ferrífero, atribuídas ao ciclo pós-Gondwana (King, 1956). A superfície Sul –Americana tem relevo ondulado, típico de planalto, com cotas entre 1.100 e 1.200 na região de Barbacena, onde está melhor representada. A serra da Mantiqueira pouco ultrapassa a cota 1.200m, exceção feita às porções sustentadas pelas formações quartzíticas que podem beirar 1.800m na Serra de Ibitipoca, testemunho de superfície pós-Gondwana. A dissecação da superfície Sulamericana se manifestou de modo irregular, sendo muito mais intensa na porção oriental (vale do Rio Pomba) e na região de Juiz de Fora (vale do Paraibuna) onde superfícies fortemente deprimidas, de cota 600m ou menos estão esculpidas pelo ciclo Paraguaçu. Aluviões suspensos são encontradas em todas as superfícies. Caracterizam as fases de sedimentação dos ciclos correspondentes e a retomada dos processos erosivos em ciclos subseqüentes. A Serra da Mantiqueira mostra importantes superfícies de aplainamento do ciclo atual. O pequeno desnível no planalto da Mantiqueira (cotas entre 1100 e 1200m), associado a um longo período de atuação dos agentes intempéricos, levou a que o intemperismo químico predominasse sobre o físico. Produziram-se espessos pacotes de solos e de formações superficiais com transporte físico reduzido. Os agentes físicos atuam com intensidades marcantes nas faldas das serras, gerando principalmente formas alcantiladas de relevo, morros rochosos e escorregamentos de encosta (solifluxão). O processo se acelera nos locais de declividade

acentuada, desprovidos da vegetação de grande porte, conseqüência muitas vezes de atividade antrópica. Os efeitos da neotectônica também têm influencia sobre a modelagem atual do relevo. Está representada por pequenos falhamentos normais do tipo graben/horst pouco perceptíveis. Contudo, não dedicamos mais tempo ao assunto, por fugir ao escopo do trabalho, embora seja tópico importante.

## **Geologia Regional**

Maciço de Matola foi identificado pela primeira vez pela PROSPEC-CNPq Geofísica e depois por Ebert (1958), foi também estudado por Alves (1961), Alves et.al. (1962) e Coutinho (1962). Situa-se a leste de Piedade do Rio Grande e na parte sul do craton São Francisco. Tem forma alongada segundo a direção norte-sul, com aproximadamente 25km x 3,5km. O Maciço de Matola recebe nomes locais de serra das Matolas, serra dos Olhos D'água (Folha Piedade do Rio Grande, SF.x23--C-II-4), além de outros utilizados pelos habitantes da região, como Serra da Cachoeira. Em mapas antigos, anteriores a 1950, o Matola era conhecido como serrinha do Wenceslau. Mostra o flanco oeste escarpado ou pelo menos íngreme, com caimento mais suave para leste, embora bastante recortado. Ao sul tem limite aproximado no Ribeirão dos Cavalos, que corre na direção leste-oeste. A Serra do Matola é cortada a norte pelo Ribeirão da Onça e em sua porção mediana forma as cabeceiras do Córrego do Chapéu Pequeno e tem cota de topo a 1.338m, com as terras de leste, formadas pelos gnaisses regionais (Gnaiss Piedade), em superfícies de 1.100 a 1.150m. A oeste do maciço as cotas médias são cerca de 100m mais baixas, caindo progressivamente para a bacia do Rio Grande, chegando a 940m. Para sul a Serra do Matola vai perdendo sua imponência e se confunde com a superfície de aplainamento regional, em torno de 1.100m. Esta superfície é truncada pouco ao sul por estruturação morfológica de orientação leste-oeste que contém serras orientadas para nordeste-sudoeste (Serrote do Jacaré) ou noroeste-sudeste (Serra de Santana, Serra do Banderinha) que atingem cotas próximas de 1400m. Esta linha morfológica segue aproximadamente o paralelo que contém as localidades de Santo Antônio do Porto, Corguinho e Vargem Grande (Folha de Santana do Garambéu – SF. 23-X-C-V-2, 1:50.000). A estrutura de Matola está totalmente inserida nas aerofotos USAF-AST/10, 74228 e 74230, Fx65E, escala aproximada 1:60.000.

Os contatos com os gnaisses regionais raramente estão expostos, havendo indicativos de que é tectônico. Aparentemente aflora na base do Morro Chapéu Pequeno, onde rochas totalmente intemperizadas ainda mostram forte deformação de baixo ângulo. A foliação nas rochas do maciço é de baixo ângulo, com caimento predominante para o sul e sudeste. Forte lineação de estiramento mineral para sul-sudeste e norte-noroeste está impressa nos planos de foliação ou transforma a rocha em tectonitos L, muito bem caracterizados por Barbosa (1958), Ebert, 1958 e Coutinho (1962). As rochas dominantes são gnaisses sieníticos caracterizados principalmente pela abundância de feldspato potássico. Os máficos foram identificados ao microscópio como alcalinos (aegirina-augita e, em menor quantidade, hornblenda que se apresentam estirados ou alongados, com formas ovoidais, rômbricas e oclares, ou reduzidos a grãos finos na matriz recristalizada. A presença de perthita, antiperthita (albita

com microclina) e micropertithita é freqüentesob o microscópio. Os feldspatos pertíthicos podem atingir quase 1cm de dimensão, mas são geralmente de grão fino a médio. Em um mesmo cristal constata-se zonas pertithicas (microclina) e antiperthíticas (albita). Os piroxênios atingem 5mm ou mais e se associam a minerais como titanita, apatita, allanita, rara granada, predominando nas bandas e lâminas máficas. Bastos & Erichsen (1927) correlacionaram os quartzitos das serras do Lenheiro e São José a Série de Lavras (Derby, 1906) e os micaxistos e calcários de São João Del Rei à Série Minas. Guimarães (1937) correlacionou os quartzitos das Serras do Lenheiro e São José à Série Itacolomi. Barbosa (1954) restringiu a abrangência da série Minas, criando as Séries Mantiqueira (gnaisses, com mergulhos suaves para o sul, aflorantes nos arredores de Santos Dumont) e Barbacena (micaxistos, cloritaxistos, anfíbolioxistos, talcoxistos), mais nova e depositada em discordância sobre a anterior. Ebert (1955) apresentou uma primeira divisão estratigráfica para o centro de Minas em Formações Carandaí, Barroso e Prados. Ebert (1956b) definiu a Formação Lafaiete (micaxistos, grauvacas, quartzitos, ultrabásicos, itabirito e gonditos) como a mais nova que a sua formação Barbacena ( fácies sedimentar: micaxistos grauvaquianos, arcósios, quartzitos ou conglomerados; fácies metabasítica: anfíbolitos, serpentinitos, hornblenditos, talcoxistos, tremolita-xistos) , dela derivada, em parte, por “ressedimentação dos produtos de desmoronamento dos metabasitos...”. Na mesma oportunidade, colocou dúvidas quanto ao posicionamento da Série Mantiqueira de Barbosa (1954), em relação à Formação Barbacena, levantando a hipótese de serem a mesma unidade com uma faciologia distinta. Ebert et.al. (1958) chamaram gnaisses do “tipo Piedade” (no mesmo trabalho usam os termos gnaissse Piedade e grupo Piedade) a gnaisses miloníticos bandados, com camadas claras aplíticas, camadas acinzentadas (paragnaisses?), leitos de biotita e delgadas camadas de metabasitos, aflorantes nos arredores da cidade de Piedade, Minas Gerais. Correlacionam-o à fácies sedimentar da Série Barbacena. Na epizona, posicionou o grupo São João Del Rei criado para reunir, a partir do topo, as formações Prados (filitos pretos, metassilitos de grauvacas, filitos argilosos, mais raramente grauvacas e conglomerados), Barroso (calci-filitos e calcários), Carandaí (grauvacas, conglomerados, xistos listrados) e Tiradentes (quartzitos e conglomerados arcosianos, metacórsios, metassilitos, calcário dolomíticos). Seu correlato na mesozona é o (série)-grupo Andrelândia (Ebert, 1956<sup>a</sup>), dividido em quatro unidades:

- a) micaxisto claros, com muita muscovita e granada mais ou menos distênio (cianita), estauroлита e rutilo;
- b) micaxisto escuro, ricos em biotita e plagioclásio, com granada subordinada;
- c) quartzitos puros ou com muscovita, cianita e granada;
- d) metarcósios listrados.

Nesse esquema de metamorfismo crescente para o sul, considerou a Formação Carandaí estratigraficamente idêntica ao grupo Andrelândia, que se mostra “num estado de metamorfismo regional muito mais elevado”. Este, por sua vez, transiciona para os gnaisses catametamórficos da série Juiz de Fora (posteriormente reunida no grupo Paraíba). Trouw et al. (1983) definiram o Grupo Carrancas, com características intermediárias entre os grupos São João Del Rei e Andrelândia,



posicionando-o no Proterozóico Superior. Dividiram-no em formação São Tomé das Letras (quartzitos micáceos, localmente conglomeráticos, ricos em opacos) e formação Campestre (cloritóide-filitos grafitosos ou xistos em intercalações centimétricas a métricas com quartzitos e em seguida apresentaram (Trouw et al.,1986) contribuição à Geologia da folha de Barbacena– 1:250.000, incluindo a região de Carrancas, onde o grupo homônimo foi definido, desconsiderando-o com a seguinte citação: “Contrário a proposta anteriores, envolvendo o grupo Carrancas, propomos aqui uma subdivisão dessa unidade sedimentar em duas fácies: a São João Del Rei, com quartzitos maduros e metacalcários, e a outra, rica em quartzito e metagrauvas, aqui denominada fácies Luminárias”. Pires(1979) apresentou evidências contrárias às afirmações de Ebert (1956) e propôs a extinção do termo Formação Lafaiete, retornando essa unidade manganésifera ao Grupo Barbacena.

O grupo Barbacena foi considerado como extensão do Supergrupo Rio das Velhas, ao Sul do Quadrilátero (Pires, 1979) e tendo parte ultrabásica chamada Grupo Quebra-Ossos (Schorscher, 1979).

Diversos tipos litológicos podem ser observados na estrada que liga a Barbacena a Ibertioga ou na de Barbacena a Antônio Carlos. Trata-se de conjunto de rochas, em geral intensamente intemperizadas, cartografadas como : gnaiss finamente laminado, intensamente cisalhado e bastante xistoso, metavulcânicas básicas (anfíbolitos e anfíbolioxistos) e subordinadamente, muscovita-xisto, sericita-granada-xisto,biotita-granada-xisto, biotita-xisto, quartzito sericítico, metaultramáficas e gnditos.

O maior corpo de rochas metaultramáficas ocorre nas proximidades de Campo- lide, sendo caracterizado petrograficamente como cloritaxisto, talcoxisto, serpentinito e esteatito, aflorando também na BR-040.

Excluindo-se as megalentes de calcário, as demais rochas que compõem a unidade superior, no âmbito da folha Barbacena, encontram-se afetadas, na sua totalidade, pelo intenso intemperismo, que lhes conferiu colorações variadas, com destaque para as tonalidades de vermelho, amarelo e roxo. São filitos e calci-filitos e lentes delgadas de quartzito e lentes micáceas ricas em mica negra. As suas melhores exposições podem ser observadas na BR-362, no trecho compreendido entre Barbacena e Barroso, onde se salienta o caráter rítmico filito-quartzito, bem como dobramento desarmônico imposto a unidade.

Foram observados diversos tipos de calcário, entretanto não foi possível cartografá-los. Os principais tipos litológicos são:

Calcário cinzento micáceo ou talcítico, quando predomina a biotita, resultam planos de orientação preferencial, maciço de grã grossa e coloração cinzenta, finamente laminado de coloração cinzenta e bandado com lâminas de talco.

## Geologia do Complexo Matola

Estudam-se no trabalho especialmente as relações geológicas e petrográficas de uma formação gnáissica da Serra do Matola, situada ao sul de São João Del Rei, MG, situada entre os meridianos 44000'e 44010' paralelos 21020' e 21032'30'' situa-se cerca de 40 Km de três cidades importantes: Barbacena a NE; São João Del Rey a NNW e Andrelândia a SW. Sua parte sul é atravessada na direção E-W por uma estrada de rodagem estadual que liga duas pequenas vilas: Piedade de Minas a oeste e Ibertioga a leste ambas cercas de 10 km da Serra. Esta estrada vai até a Barbacena. Margeando a serra a oeste, uma estrada de rodagem saindo da primeira dá acesso a São João Del Rey ao norte. A Serra do Matola tem forma alongada em sentido NS por pouco mais de 20 km e ocupa área de aproximadamente 100km<sup>2</sup>. Na Serra as saliências de gnaisses sienítico no terreno tendem a formar morros em tabuleiro levemente inclinados para o sul e mais escarpados ao norte.

O gnaiss alcalino ou sienítico (GnS) do Matola exhibe comumente superfícies de gnaissificação ou xistosidade (Sx) com atitudes próximas a horizontal e forte lineação meridiana. Medidas cuidadosas em afloramentos vizinhos raramente são idênticas. Forte magnetismo local afeta as medidas. Direção e mergulho variam bruscamente de quadrante devido ao pequeno ângulo de mergulho. O contorno de máxima densidade de observações fica ao redor de um pólo correspondente a N60E e mergulho 50SE. Esta pode ser tomada como atitude média do Maciço do Matola. A existência de concentrações de quartzo-muscovita-hematita revela atividade hidrotermal periférica ao Complexo. Nessas zonas quartzosas são elevadas as acumulações de Th e U, expressas em valores em cps (contagens por segundo no RS-230) bem como de K em porcentagem.

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em duas campanhas de campo que totalizaram 18 dias durante os meses de julho e setembro-outubro de 2011, que resultaram no levantamento de 152 pontos e cerca de 35 amostras de rocha e quartzo de veio. Todos os pontos foram georeferenciados por GPS e plotados no mapa-base do IBGE, onde foi construído o mapa geológico. Os GnS afloram somente em pontos específicos estudados durante o trabalho de campo, na maior parte são cobertos por solo vermelho-marron, o que contrasta fortemente com o GnP, alterado em solo branco a amarelo-pálido. Na parte leste do maciço, próximo a Fz. Pouso Real, se prolongando até a Fz. do Matola de Baixo, o GnS faz contato com anfíbolito, duro maciço a laminado, alterado em solo vermelho-tijolo magnético assim como a rocha que faz contato brusco com solo branco amarelado dos GnP. Na Serra dos Olhos d'Água os anfíbolitos desaparecem e o GnS faz contato com solos amarelos do GnP. O relevo também denota a descontinuidade litológica, pois passa de zona montanhosa (GnS) para relevo plano com cotas mais baixas do GnP. A Serra é truncada pelo Córrego Pouso Real que deságua no Córrego da Onça, a montante da Fz. Olaria, existindo na encosta a margem esquerda extensos afloramentos de GnS, com delgadas bandas com carbonato, interpretadas por Alves et al. (op. cit.) em escarnito ou skarn, pela presença de aegirina-augita, allanita, clinozoisita, titanita, apatita, quartzo em fitas (Q-ribbon), magnetita e pouco feldspato. Calcita existe em delgadas lâminas e lenticulas. O

piroxênio está alterado em anfibólio verde (hastingsita) e allanita, formando pequenos glomeroblastos distribuídos nas bandas escuras. Os raros feldspatos formam concentrações arredondadas, com forte extinção ondulante, onde ao redor se recurvam a matriz de grã fina e as fitas de quartzo. Ao norte da Fz. Soledade, existe o contato ocidental do GnP com o GnS, que na subida da Serra exhibe perfil com interessante alternância de tipos litológicos, com intercalação de biotita gnaiss (provável GnP) com GnS máfico, ambos parcial a totalmente alterados e kaolinizados, fortemente milonitizados, lembrando estrutura xistosa e inúmeros veios e filetes de quartzo, apenas dois deles com muscovita (QMusc). Lineações de estiramento (em biotita e anfibólio) estão orientadas 330/10. Esse perfil foi levantado devido as pequenas concentrações (manchas e “orbículas” de uranophana) e por entendermos constituir a zona transicional (GnP-GnS) do Maciço com abundância relativa de veios de quartzo-muscovita.

O GnS félsico (MTL 41-C) que ocorre na parte oriental do Morro do Matola e próximo a cabeceira do córrego do Matola apresenta forte lineação de crenulação (030/10) e a foliação (Sx) quase apagada, pois o que se observa é o traço da lineação na superfície serrada da amostra. Cortes ortogonais mostram essa feição. As partes negras são anfibólio verde (hastingsita) parcialmente alterado para allanita que exhibe forte metamictização. A matriz está fortemente “cimentada” por feldspato perítico e quartzo que também formam porfiroclastos muito deformados, com extinção ondulante, com as lamelas sub-paralelas ao estiramento, quando ainda estão preservadas.

Os gnaisses do Matola foram descritos como gnaisses alcalinos e escarnitos e gnaisses sieníticos e quartzo-sienito gnaiss, estando fortemente deformados, chegando a formar milonitos, atribuídos a tectonitos S/L, com os minerais estirados ou alongados segundo lineação de estiramento com trend norte-sul. São rochas com estrutura bandada a foliada, lenticular e anastomosada, revelada pela alternância de bandas 2-3mm de espessura de minerais escuros e claros. Os feldspatos predominam, são pertitas e antipertitas, que com o aumento da deformação revelam cristais raros e isolados de microclina e albita, estando com nébula de alteração hidrotermal. Allanita que ocorre invariavelmente em todos os gnaisses do Matola, forma concentrações sub-arredondadas, parcialmente alterada e metamictizada, produzindo micro-fissuras nos minerais ao redor, devido a emissão de partículas  $\alpha$ , quase sempre preenchidas por óxidos de Fe e Mn, interpretado por Coutinho devido a repetidas expansões e “quenching” . Allanita faz parte do grupo dos epidotos e tem fórmula  $(Ca, Ce, Fe^{2+}, Y, U, Th)_2(Al, Fe^{3+})_3(SiO_4)_3(OH)$ , ou desdobrando o radical silicático  $(SiO_4 \cdot Si_2O_7)$ , ocorre em pegmatitos, granitos, sienitos e em alguns skarns, tendo sido reportados teores de até 5%  $ThO_2$  e 2,5%  $U_3O_8$ . No Matola valores no gnaiss sienítico foram determinados analiticamente em 0,028%  $U_3O_8$  e 0,162 %  $ThO_2$  (Alves et al., 1962). Allanita apresenta relevo alto, pleocroísmo amarelado a laranja e extinção oblíqua, se distinguindo da titanita que tem extinção reta e forma de “arpão”, devido a esses aspectos óticos. A presença de quartzo é muito variável, desde praticamente zero até 18% (Pinto, 1991).

Figuras 4A: MTL-38 e MTL-34

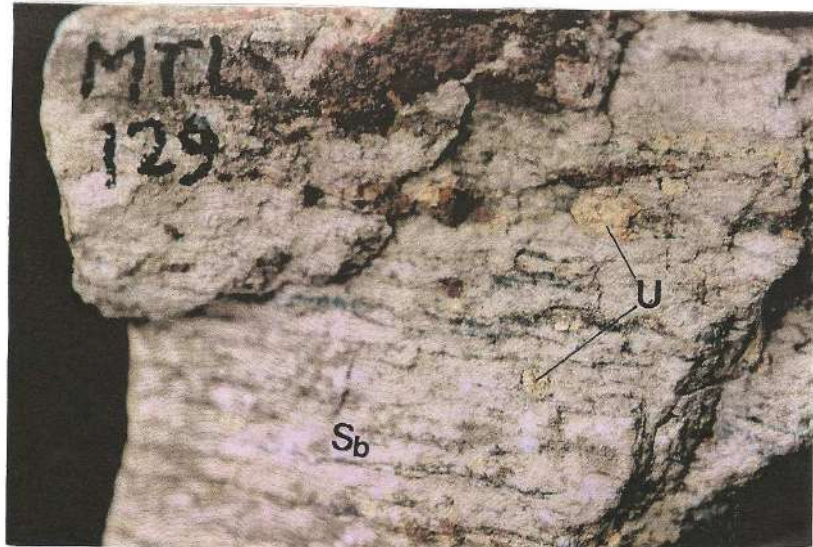


Gnaise Sienítico félsico, laminado (SB) truncado por foliação ( Sx ), MTL – 38



Gnaise Sienítico mesocrático com bandas ricas em aegirina – augita ( verde-escuro), MTL - 34

Figuras 4B: MTL-129



Gnaiss sienítico félsico bandado (sb) com lâminas máficas paralelas parcialmente truncadas. U= uranofano, MTL – 129.

Figuras 4B: MTL-128



Gnaiss sienítico mesocrático exibindo Sb – bandamento parcialmente obliterado por quartzo – feldspato róseo. Sx – foliação trunca Sb, MTL – 128.

Figuras 4C: MTL-41C (3fotos)



Cortes ortogonais mostrando Sx-foliação principal (A) vista lateral (Sx parcialmente "apagado) e Lx-lineação com pequenos recurvamentos (B) e vista ao longo da Lx-lineação de estiramento (C) mostrando Sx reliquia. MTL-41-C

Figuras 4D: MTL-128 e MTL-73



Gnaiss sienítico com concentrações de máficos ( magnetita, piroxênio, allanita e titanita), vista paralela ao Sb – bandamento (A) e paralela a Lx – lineação de estiramento (B). MTL – 128.



Gnaiss sienítico félsico, róseo mostrando Sb – bandamento “ anastomosado” e “invadido” por quartzo – feldspato. MTL – 73



Figuras 4E: MTL-148A e MTL-148C



Anfibolito bandado, exibindo Sb (bandamento) e Sx (foliação). Cachoeira, MTL - 148 A.



Biotita xisto com banda quartzo- feldspática deformada (f= dobra parasítica). Cachoeira MTL - 148 C.

---

Figuras 4F: MTL-15-5 e MTL- 08

Gnaiss sienítico bandado a foliado, com bandas em baixo ângulo, MTL- 15 -5.



Gnaiss sienítico com Sx – foliação principal truncada por filetes discordantes e sub-concordantes (“invadindo”) de quartzo – feldspato. MTL – 08.



Figura 6A

Tabela -Tipologia e Descrição Macroscópica/Microscópica das Principais Rochas-Serra do Matola






Indet/Radiom	Lâmina Polida	Descrição Macroscópica/Microscópica
MTL-38 8000cps 7,4%K 42,8ppmU 1261,1ppmTh		Quartzo sienito Gnaisse. Quartzo Feldspato na matriz e hastingsita-allanita, aegirina-augita e granada. Lamelas com Uraninita. Ou Thorianita no Feldspato e allanita quartzo ribbon com hastingsita → allanita. Aegirina-augita → hastingsita.
MTL -73 1421cps 3,9%K 14,4ppmU 189,0ppmTh		Biotita Gnaisse na Aureola - contato intercalação de lâminas/lentes félsicas e máficas. Pórfiroclastos de perthita rodeado de biotita mais titanita. Hastingsita altera em allanita.
MTL-08 800cps 0,6%K 3,8ppmU 68,2ppmTh		Hastingsita Allanita Gnaisse próximo ao contato C/ Gnaisse Piedade. Glomepórfiroblastos de perthita em matriz de Quartzo Feldspato. Perthita envolto por trilhas de titanita. Allanita concentrada ao longo dos contatos entre partes félsicas e hastingsita.
MTL - 05 2250cps 1,9%K 40,0ppmU 200,6ppmTh		Quartzo Sienito Gnaisse - feldspato abundante. Epidoto -hastingsita- titanita-apatita- allanita →glomeroblastos. Plagioclasio- allanita derivada de hastingsita. Matriz de Quartzo Feldspato.
MTL - 41C 1600cps 3,12k% 18,0ppm U 185,7ppmTh		Gnaisse Sienitico Milonítico. Matriz Quartzo Feldspato com hastingsita-allanita-titanita-apatita-epidoto, nos quartzo ribbons Porfiroclastos de perthita e allanita entre quartzo ribbons.

Tabela -Tipologia e Descrição Macroscópica das Principais Rochas-Serra do Matola

Rocha nº	Lâmina Polida	Descrição Macroscópica
MTL 128 2000cps 6,5%K 9,3ppmU 292,5Th		Rocha gnáissica com concentrações decimétricas negras na matriz clara, fortemente orientada, com aspecto de skarn. Partes félsicas contém pontuações negras isoladas. Pequenos augens de quartzo desviam a foliação.
MTL 139 1250cps 0,8%K 7,0ppmU 161,2ppmTh		Rocha granítica, félsica, micro- meso-fanerítica, tonalidade rosada, concentrações máficas de 2cm de diâmetro (xenólitos), onde ocorrem regular distribuição de mineral negro formato irregular, identificado como allanita.
MTL137A 550cps 1,7%K 7,1ppmU 54,4ppmTh		Rocha gnáissica, félsica, com lâminas e lenticulas máficas alinhadas ao longo da foliação formando lineação visível em seção ortogonal. Foliacao desviada em torno de augens. Ribbons de quartzo defletem as lenticulas negras.
MTL137B 550cps 1,7%K 7,1ppmU 54,4ppmTh		Rocha máfica a intermediária, de granulação fina com concentrações de minerais negros (anfíbólio, epidoto, magnetita) irregularmente dispersas, localmente orientadas, formando discreta foliação. Feldspato forma pequenas concentrações.
MTL148C 300cps 0,1%K 5,5ppmU 14,8ppmTh		Rocha bandada formada por bandas cinza claro e bandas castanho médio, com lâminas de quartzo lenticularizadas por dobras e micro-cisalhamentos. Nas bandas cinza claro predomina feldspato e quartzo e nas bandas escuras biotita.
MTL148D 800cps 0,1%K 4,7ppmU 108,3ppmTh		Rocha máfica com bandas (1-5cm de espessura) de minerais de grã fina orientados formados por anfibólitos +biotita+magnetita, intercalados com bandas claras(0.5cm) de plagioclásio + epidoto e bandas mais espessas(2-7cm), mesocráticas de anfibólito e mica.



Figura 5 Composição Química Dos gnaisses de Matola

Oxidos	12	13	14	15	16	17 / 20
SiO <sub>2</sub>	65,1	66,38	72,78	74,42	70,22	71,59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,41	2,86	4,07	0,91	5,73	4,59
Fe O	0,27	0,95	1,18	0,27	1,66	1,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,85	14,99	1,88	13,56	6,03	12,48
MnO	0,19	0,31	0,14	0,11	0,24	0,16
Ti O <sub>2</sub>	0,74	0,72	1,84	0,58	1,82	1,76
(y.La.Ce.Gd) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	1,366	—
Th O <sub>2</sub>	—	—	—	—	0,144	—
Ca O	2,38	2,38	9,81	0,84	4,48	2,52
Mg O	0,18	0,18	0,48	0,04	0,56	0,66
K <sub>2</sub> O	4,82	4,82	3,61	4,69	3,61	2,4
Na <sub>2</sub> O	0,6	0,6	4,04	4,17	3,04	2,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,03	tracos	—	0,004	—
F	—	—	—	—	0,14	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,8	0,8	0,3	0,52	0,96	0,34
H <sub>2</sub> O <sub>-</sub>	—	—	—	—	—	—
Co <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—
T.R.	—	—	—	—	—	—
MnO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	—	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—
Soma	100,37	100,153	100,13	100,11	100,004	100,26

Análises 12 - 22 = Alves et al., 1962

Análises 51 - 111a = Coutinho, 1962

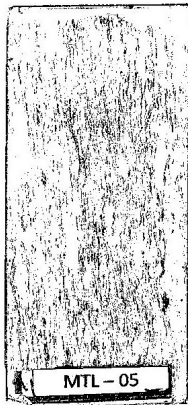
Análises CP6A = Pinto, 1991

Forma pequenos cristais juntamente com feldspatos na matriz ou fitas (Q-ribbons) contornando porfiroclastos de pertita. Nas fitas o quartzo não apresenta extinção ondulante, em geral, apenas alguns cristais, mas na matriz é possível observar esse aspecto. Hastingsita é quase sempre verde, apresenta clivagens típicas de anfibólio, pleocroísmo variando de verde a marron, sendo distinguida da aegirina-augita pela clivagem e ângulo de extinção, quando é possivelmente observado. Os porfiroclastos de feldspatos encontram-se quase sempre alterados ou com extinção ondulante, sendo possível observar lamelas de pertita. Concentrações máficas e Q-ribbons estão recurvadas em volta de porfiroclastos de feldspatos. Nas sombras de pressão podem crescer titanita, allanita e magnetita. Raros cristais de albita com clivagem típica e microclina com textura tartan são ocasionais. Alguns cristais de K-feldspato, identificados pelo relevo e alteração podem ser de ortoclásio. Aparentemente ocorreu um processo de exsolução gerando microclina e albita, conforme proposto Coutinho, denominado por “desmisturação parcial”. Os conteúdos de albita e microclina variam sensivelmente chegando a 68% de albita e 28% microclina descendo até 5,08% albita e 28% microclina, mas em geral os conteúdos são equilibrados (35% Albita e 28% microclina), corroborado pelas análises químicas. O CaO está alocado no epidoto, hastingita, allanita, titanita e apatita. Os conteúdos de titanita variam desde o máximo de 5,2% até o mínimo de 1,6%, coincidindo com os teores de  $TiO_2$  e CaO.

As razões  $Fe_2O_3/FeO$  das rochas analisadas (Alves et al.,1961) são relativamente estáveis entre 3,01 e 3,45, (máximo=5,22) acima da razão encontrada na magnetita teórica (2,22), indicando excesso de  $Fe_2O_3$  em relação a FeO, que pode estar alocado no anfibólio, pyroxênio, allanita ou epidoto. Acreditamos que esteja na allanita devido ao processo de oxidação e bombardeamento.

Aparentemente existe uma foliação transectando o bandamento principal e que provocou a desorganização parcial do bandamento principal facilitando a “entrada” de material mobilizado (quartzo-feldspatos-muscovita-hematita) truncando as bandas e lâminas máficas, e ao mesmo tempo “apagando” parcialmente a foliação. Esses aspectos podem ser observados nas figuras denominadas pelas identificações das lâminas: **MTL-38** – a foliação Sx, parcialmente apagada pelos mobilizados; **MTL-34** – existe truncamento, mas não se observa vestígios de Sx; **MTL-129**–Foto paralela a lineação, mostrando projeção de Sb e lâminas máficas mais contínuas, embora parcialmente truncadas pelo mobilizado; **MTL-128**–Mostra parte mais preservada da estrutura do GnS, talvez pela menor atividade do mobilizado; **MTL-41C**–Vista ortogonal para mostrar AM (A) a maior concentração aparente de frações máficas parcialmente invadidas; em (B) maior “apagamento” dos “planos máficos, podendo-se perceber nitidamente Sx; e em (C) a lineação vista perpendicularmente, mas ainda com partes de Sb preservadas, provavelmente devido a imperfeição na direção do corte; **MTL-128**–Mostrando nítido contraste entre a foliação e lineação vistos em posições ortogonais; **MTL-73** – GnS com biotita em textura milonítica e bandamento anastomosado, pouco nítido devido a posição desfocada; **MTL-148A** – Anfibólito encaixante onde se observa os dois planos, Sb intersectado por Sx;

Figura 7A



MTL-05

2250 cps 1.9%K 40 ppmU 200.6 ppmTh

Hastingsita sienito gnaisse

Blocos de Q-muscovita-Mn óxidos

Feldspato abundante

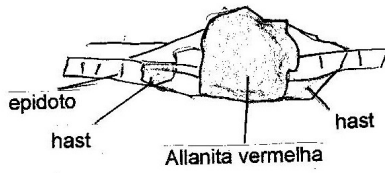
abundância em epidoto

hastingsita → allanita-titanita



Tipo de textura

H=hastingsita + magnetita + titanita + allanita

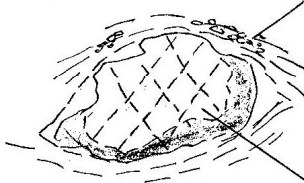


epidoto

hast

Allanita vermelha

titanita-apatita agregados



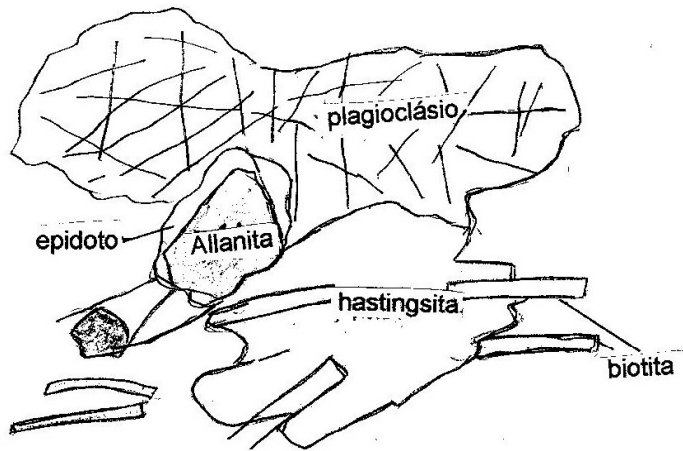
Porfiroclasto de feldspato alterado em óxidos de Fe





Figura 7A

MTL-05



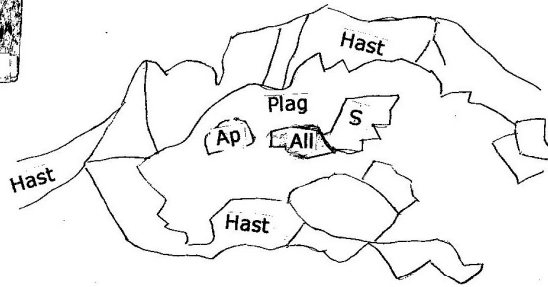
MTL-08

Figura 7B

800 cps 0.6%K 3.8 ppmU 68.2 ppmTh

Hastingsita sienito gnaissé

Hastingsita-plagioclasio



S=Silicato

Figura 7B

MTL-08

Gnaíse sienítico

800 cps 0.6%K 3.8 ppmU 68.2 ppmTh

Hastingsita-allanita-gneíse próximo do contato com Gnaíse

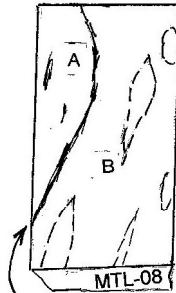
A - porção félsica

Parte félsica=glomeroporíroclastos de perthita

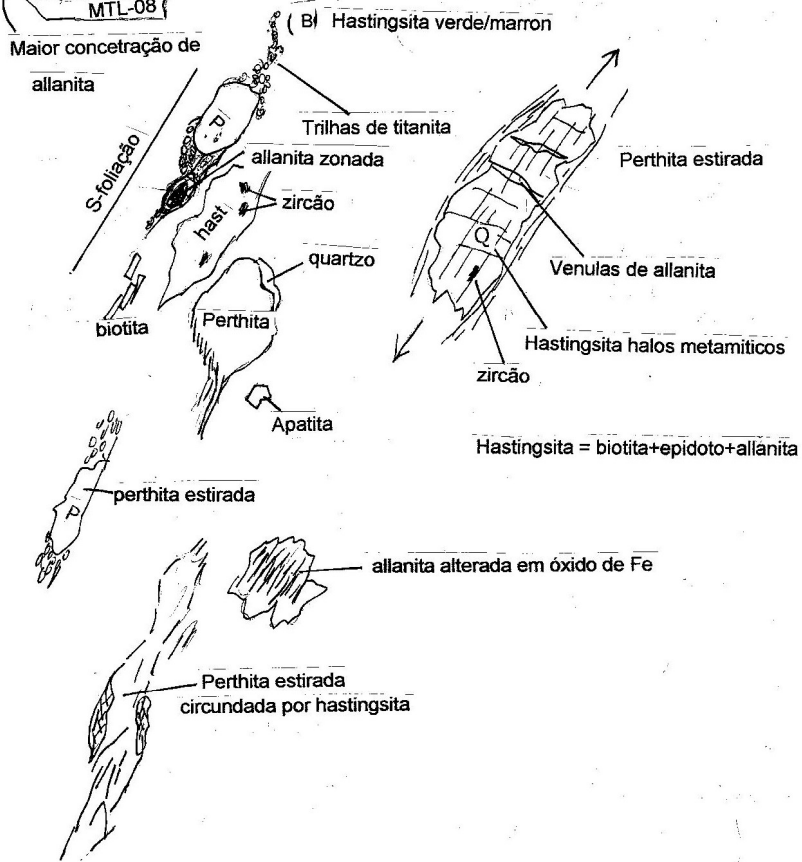
B- rico em hastingsita

Perthita na matriz quartzo feldspato

Perthita arredondada por dissolução ao longo das bordas a maioria saussuritizada.



Maior concentração de allanita



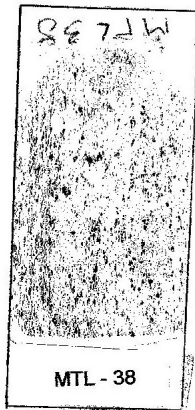
Hastingsita = biotita+epidoto+allanita

Aparentemente as concentrações elevadas de allanita resultam de percolação de fluidos ao longo dos contatos entre as partes félsicas e maficas. Hastingsita com halos metamíticos. Poríroclastos de Perthita apresentam extinção ondulante e lamelas derivadas de deformação.

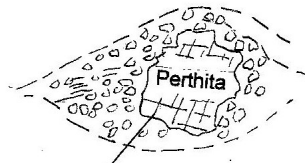
Figura 7C

MTL-38

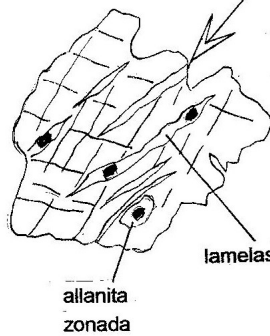
8000 cps 7.4%K 42.8 ppmU 1261.1 ppmTh



Quartzo sienito Gnaissé  
Allanita abundante  
Matriz quartzo feldspato  
Allanita Albita Granada titanita e apatita



Detalhe



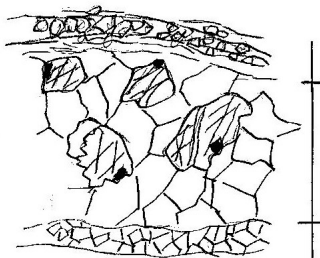
lamelas de feldspato com thorianita ( $\text{ThO}_2$ )

lamelas de feldspato com thorianita

allanita  
zonada

Magnetita  $\rightarrow$  Hematita

Substituição de hastingsita por Allanita + magnetita



Zona Quartzo grã grossa com hastingsita convertendo em Allanita  
+ magnetita

Figura 7C

MTL-38

8000 cps 7.4%K 42.8 ppmU 1261.1 ppmTh

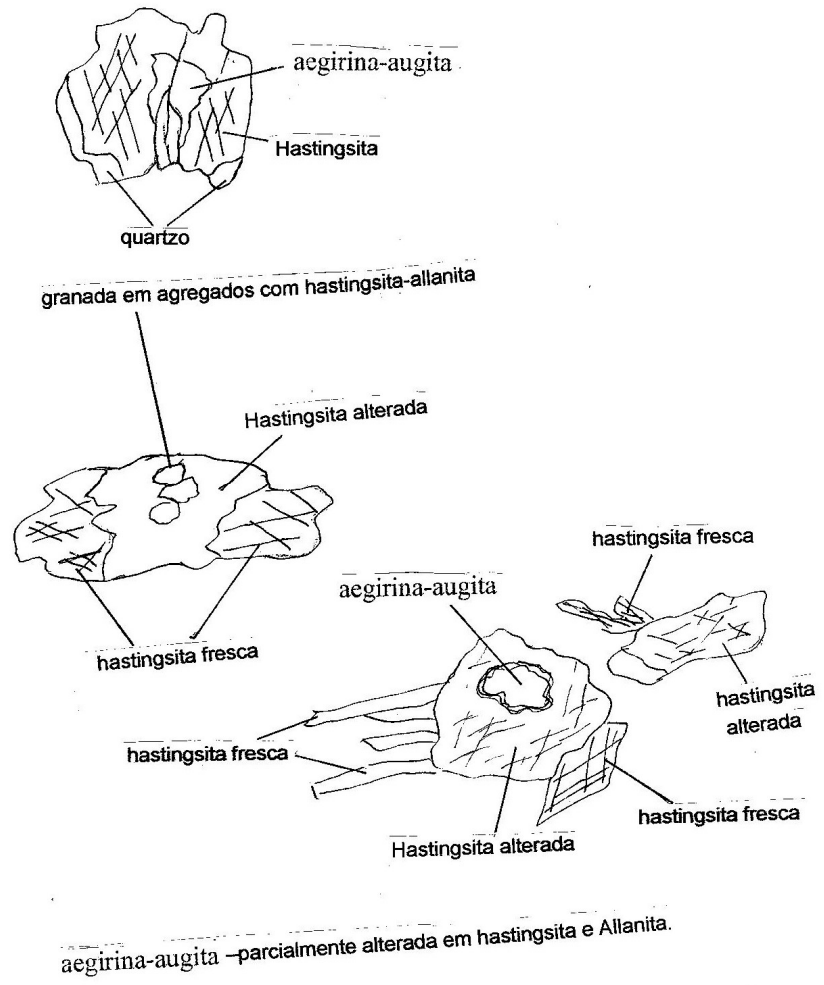
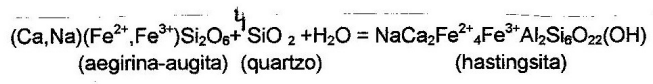
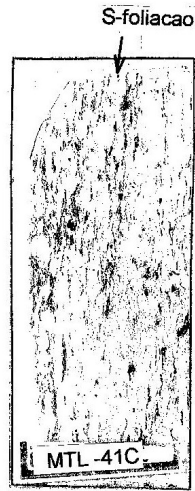


Figura 7D



MTL-41C

1600 cps 18 ppmU 185.7 ppmTh 3.1%K

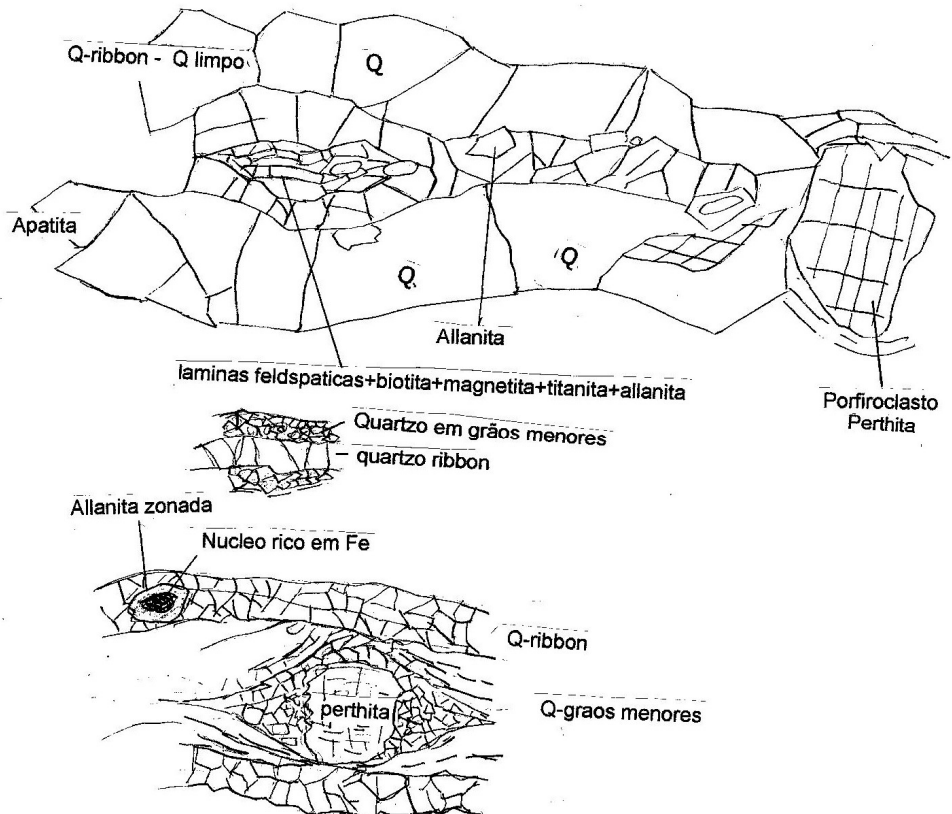
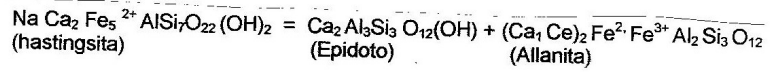
Quartzo sienito gnaissé

Anfibólio verde – hastingsita

Allanita, Titanita em bandas escuras.

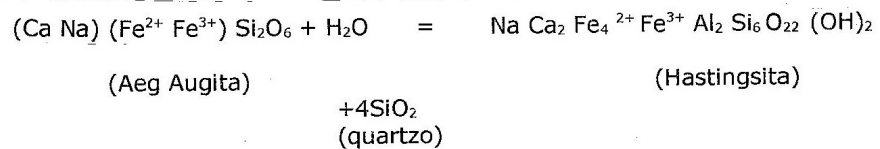
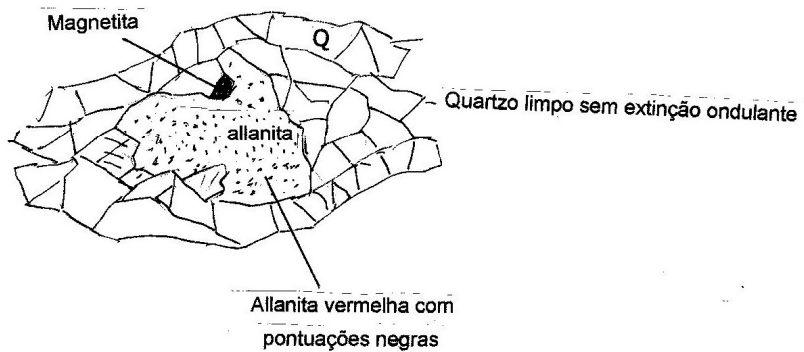
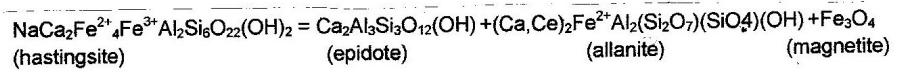
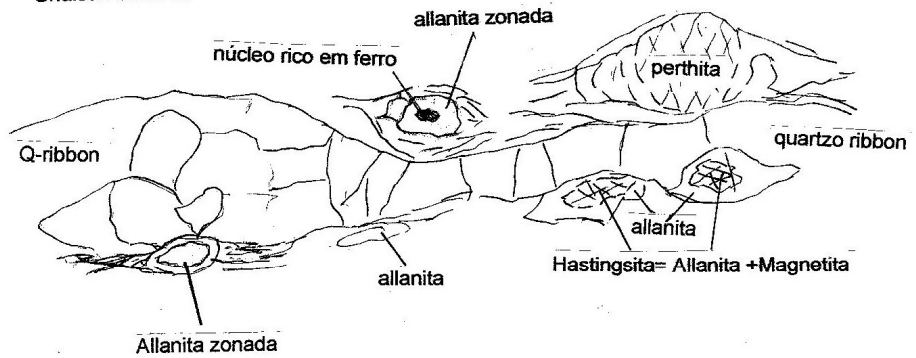
Matriz : quartzo feldspato

anisotropia e birrefringência verde e marron.



MTL-41C 1600 cps 18 ppmU 185.7 ppmTh 3.1%K Figura 7D

Gnaiss Sienítico





maficas felsica



MTL-73



MTL-73

### MTL-73 Figura 7E

1421 cps 14.4 ppmU 189,1 ppmTh 3.9%K

Ribbons de quartzo limpo intercalados com laminaes feldspaticas com biotita-magnetita-titanita-allanita.

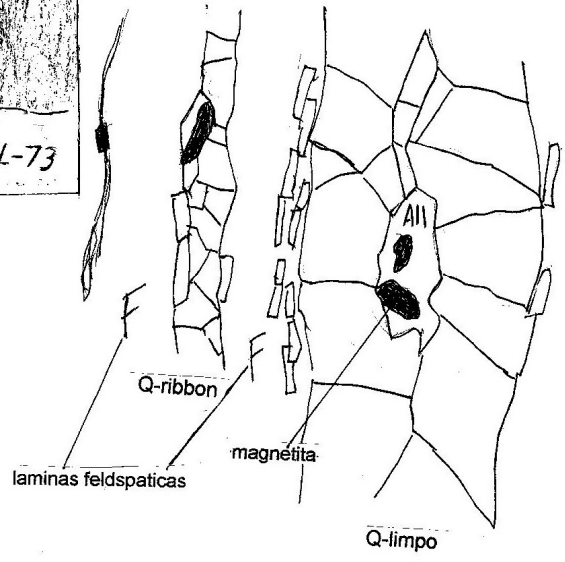


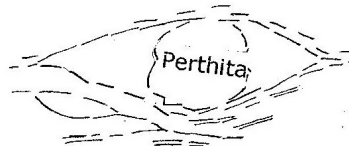
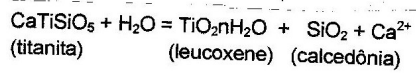
Figura 7E

(Basement/Aureole)

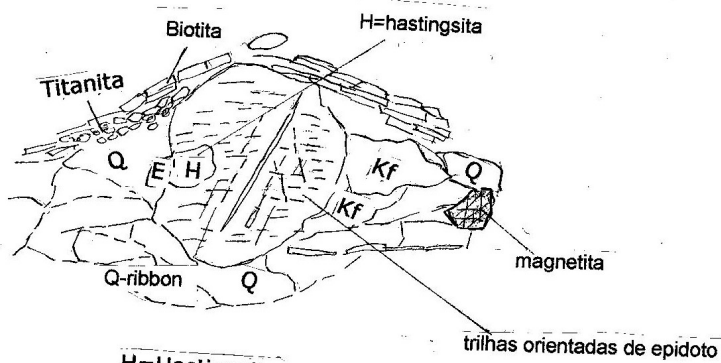
MTL-73

1421 cps 14.4 ppmU 189,1 ppmTh 3.9%K

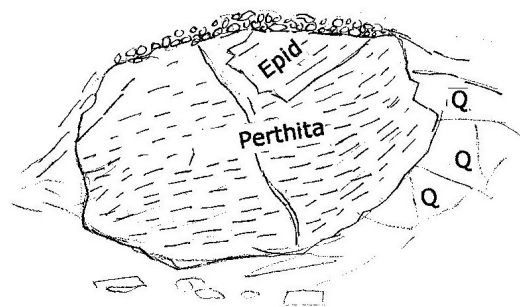
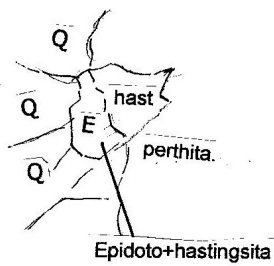
BGn - Intercalacao de laminas e lenticulas



Detalhe do Porfiroclasto



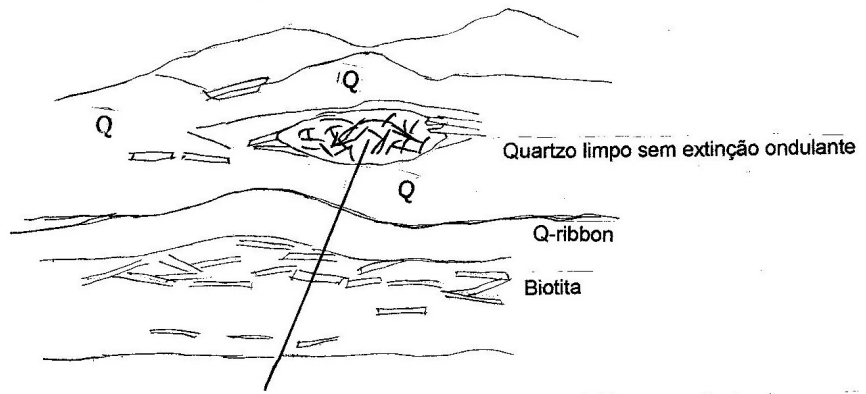
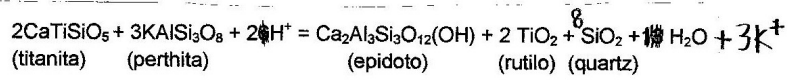
H=Hastingsita With reaction



In the middle of Q- lamina: green biotite



Hastingsita = biotita+epidoto+allanita



Zona biotitica agregado confuso com Q+epid+sericita+magnetita→hematita+(leucoxenio)

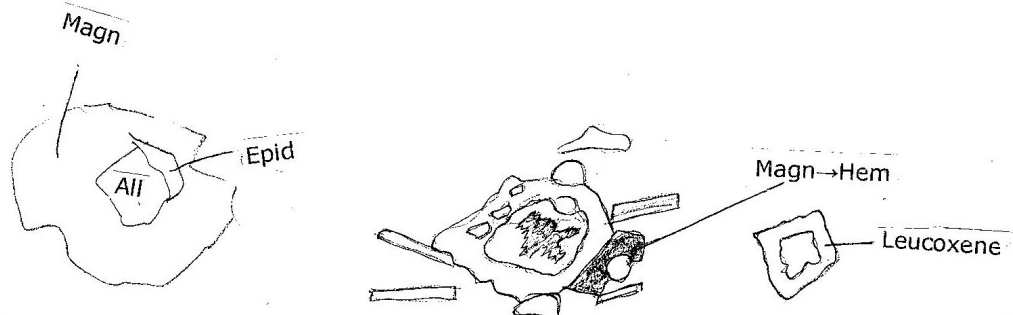


Figura 7F

MTL-128

2000 cps 6.5%K 9.3 ppmU 292.5 ppmTh  
Gnaiss sienítico

Textura granoblástica  
Com porfiroclastos de  
Perthita, aegirina-augita  
e allanita (isolados ou em  
agregados).

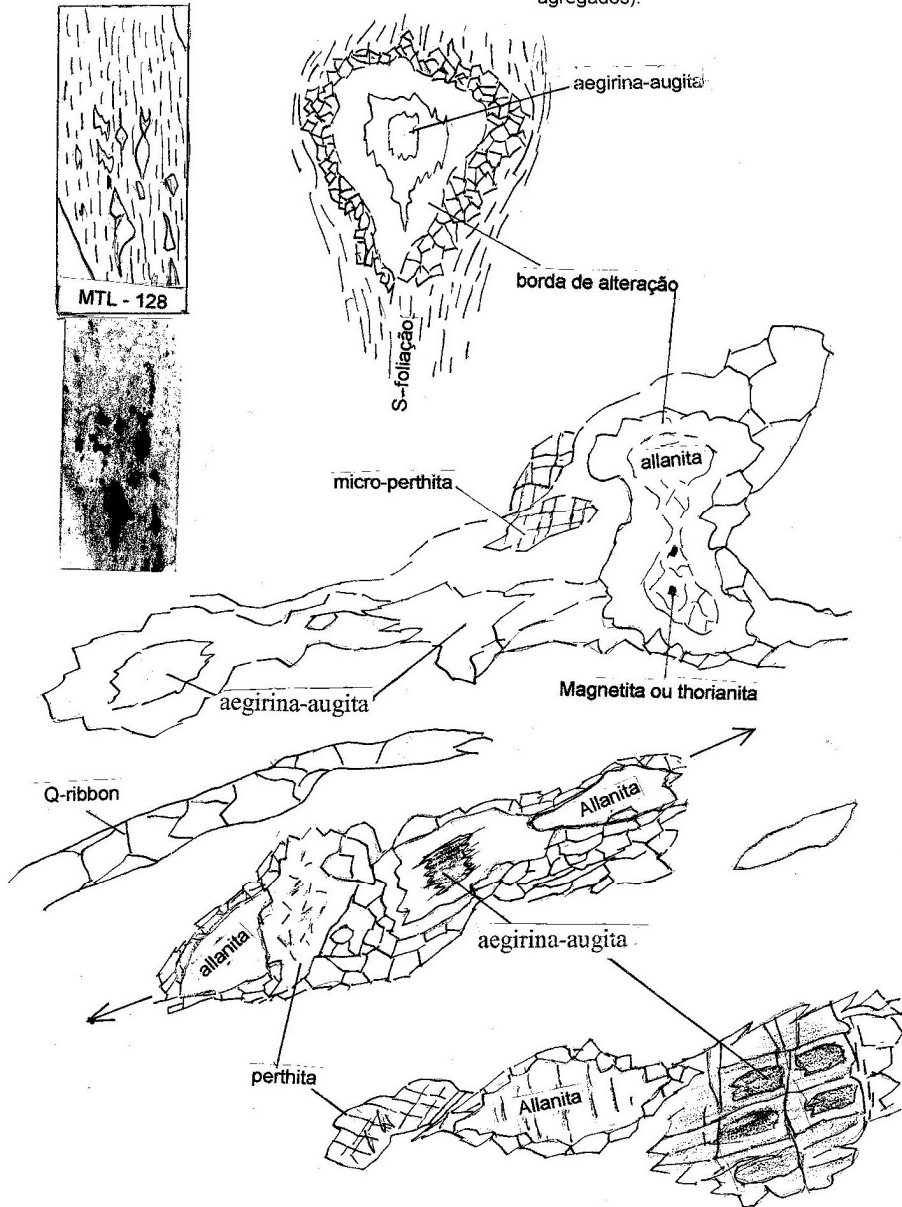


Figura 7F MTL 128

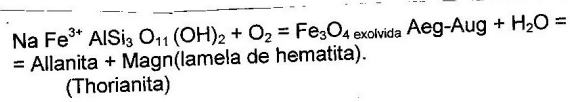
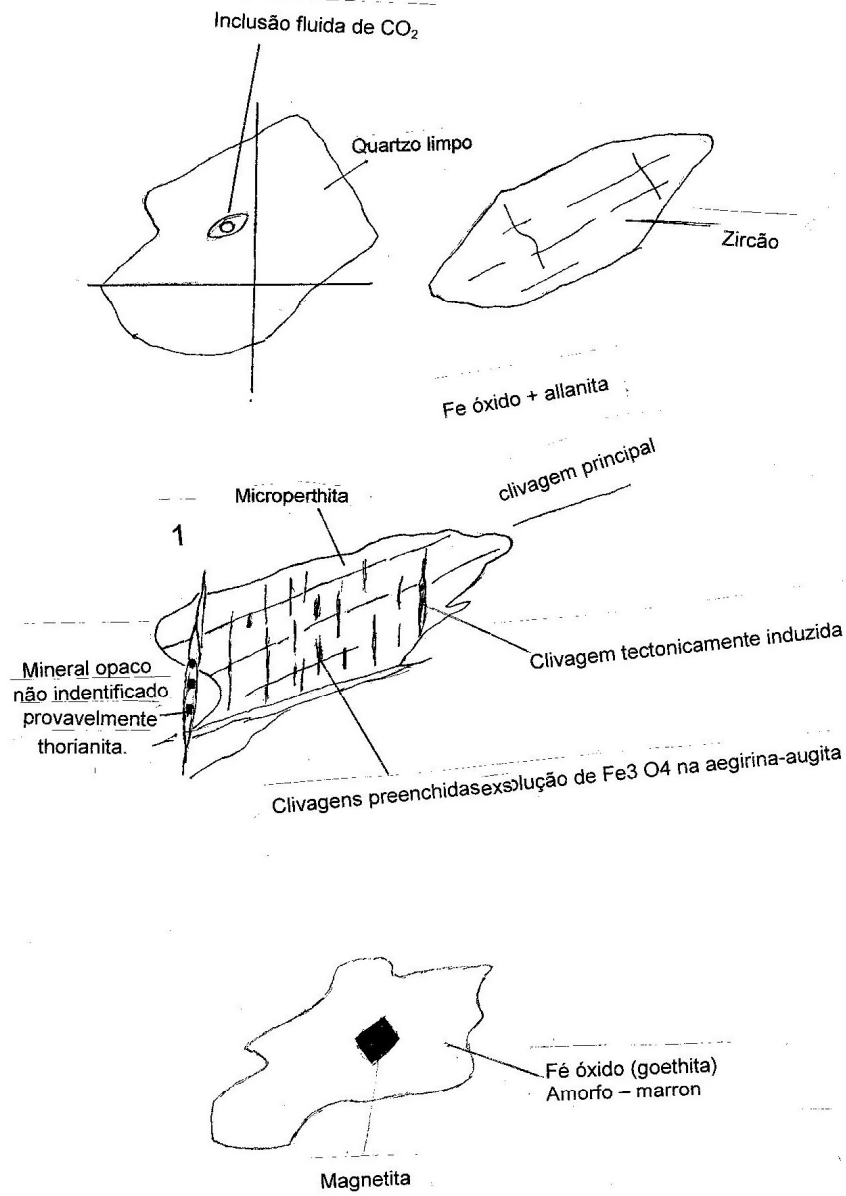


Figura 7F

MTL-128

2000 cps 6.5%K 9.3 ppmU 292.5 ppmTh

Perthita com clivagem de exsolução de magnetite? thorianita?

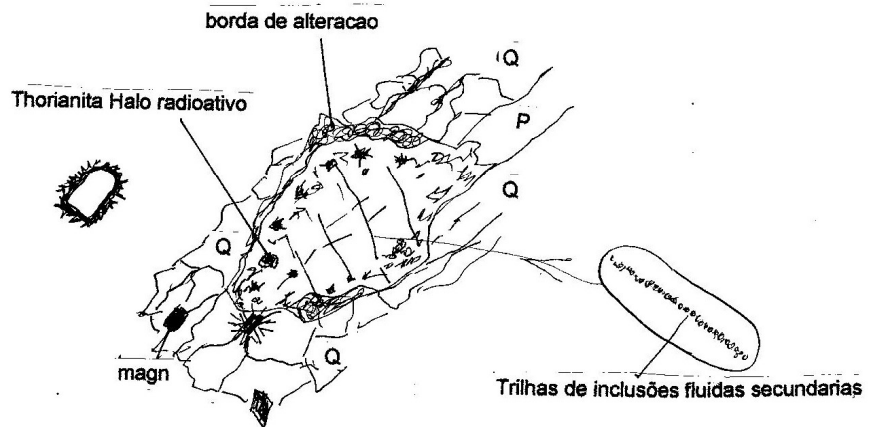
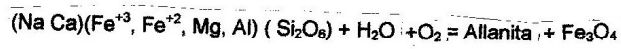
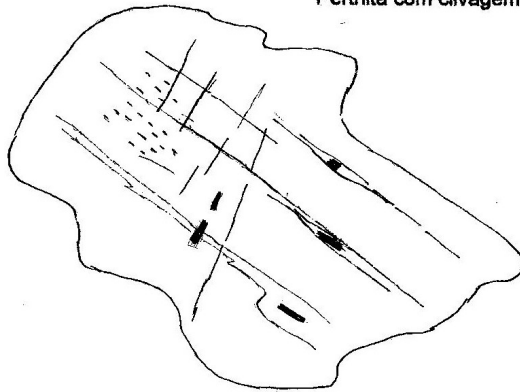
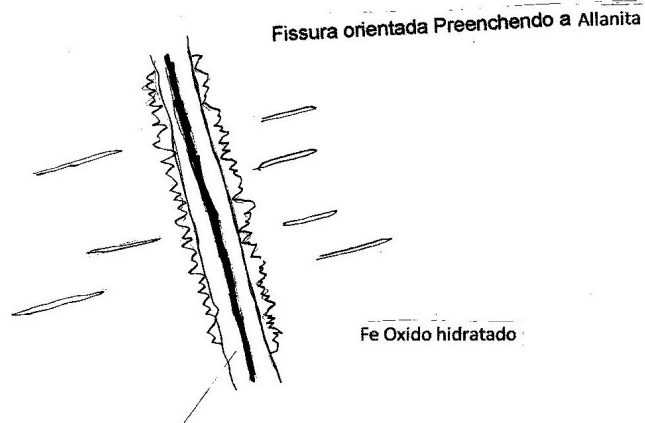




Figura 7F MTL 128



Fissura preenchida por Fe oxido hidratado e oxido de Th/U hidratado.

Padrao de lamelas: diferente da magn

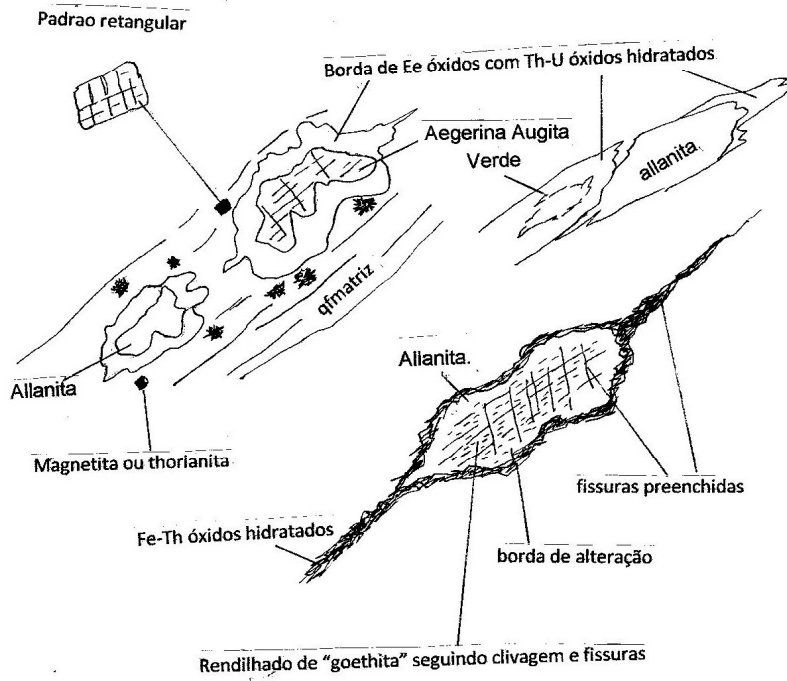




Figura 7G

MTL-137A

550 cps 1.7%K 7.1 ppmU 54.4 ppmTh

Gnaiss Piedade- Auréola

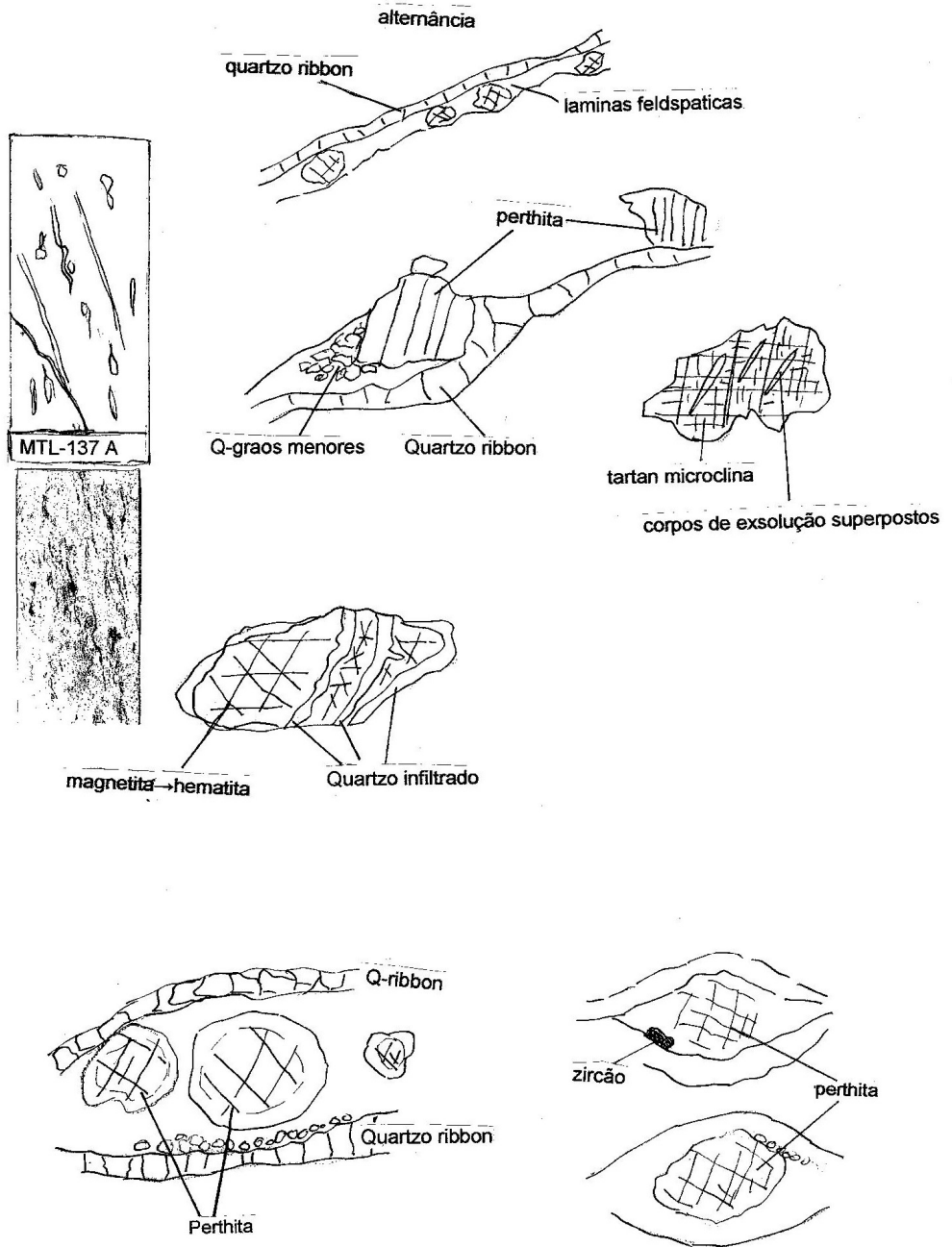


Figura 7H

MTL-137B

550 cps 1.7%K 7.1 ppmU 54.4 ppmTh

Aureola – Gnaiss Piedade → fortemente magnetic

Textura micro a meso granoblástica

Plagiocasio Hastingsita verde/marron → Allanita



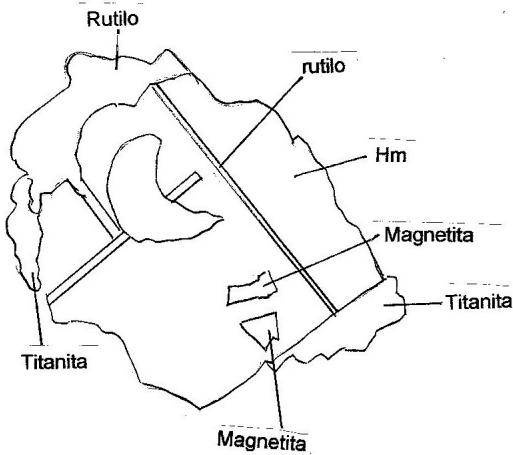
Fonte epidotização (microcristais no interior  
Do anfibólio e plagioclásio)

Zircão

Magnetita → octahedral e xenoblástica.

Magnetita → Hematita

Hastingsita verde/marron → Allanita



Ti magnetita = Hm+ rutilo

Inclusão fluida –  $H_2O_l$  –  $H_2O_v$

Elevada  $fO_2$  (fugacidade de  $O_2$ )  
Impediu a formação de thorianita e uraninita.

Figura 71 MTL-139

1250 cps 0.8%K 7.0 ppmU 161.2 ppmTh

Aureola



S plano (foliação)

Orientação dos elementos cristalinos.  
Dado: Agravados de minerais máficos em micro-lenticulas (interrompidas).

Mineral máfico concentram magnetita → hematita.



Matriz: Microperthita- "manchada" pela disposição homogênea de Fe óxido.  
Finamente disseminados com menos quantidade de quartzo limpo com extinção Ondulante.

aegirina-augita → Allanita

Corpos de exolução orientados e superimpostos.

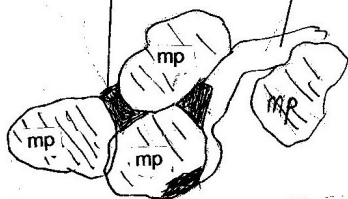
Microperthita fortemente orientada.

Magnetita finamente disseminada.

Micro-perthita.

Allanita-magnetita

Quartzo limpo



Corpos de exolução são paralelos a S-foliação.

Fissuras radiais no quartzo

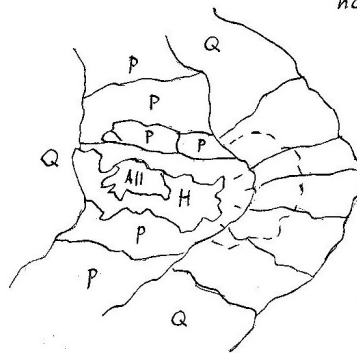
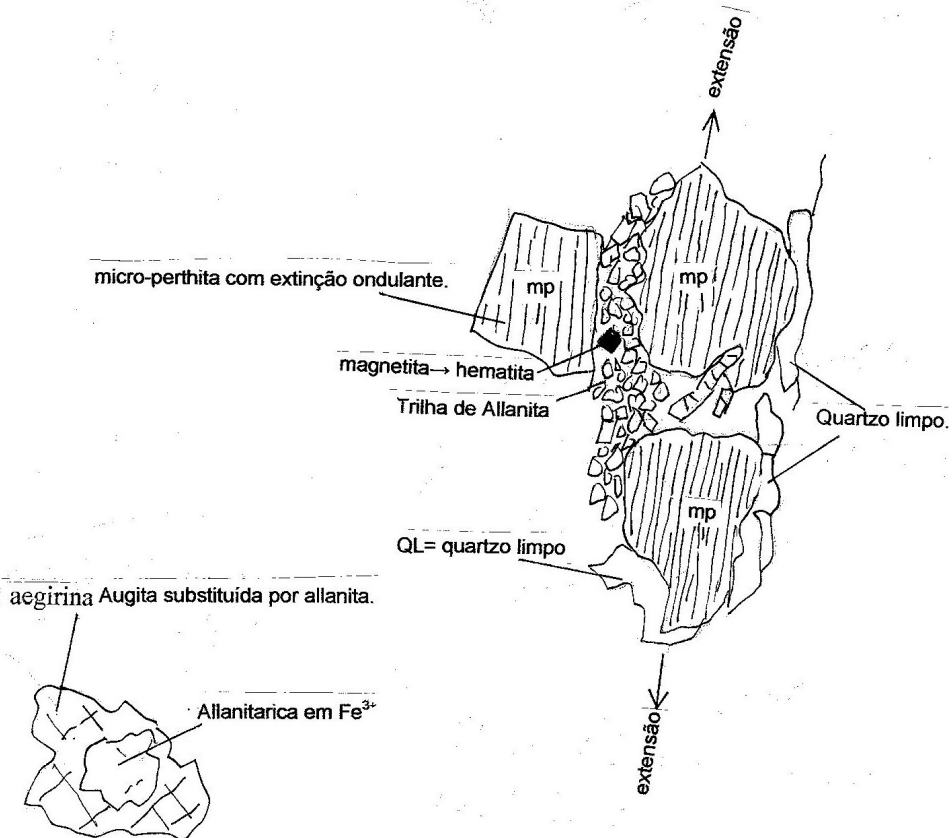
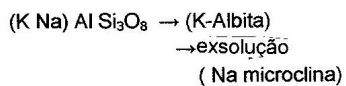
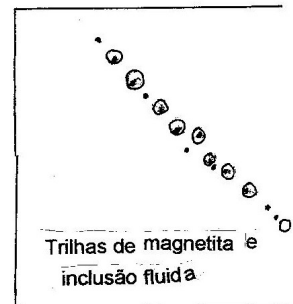
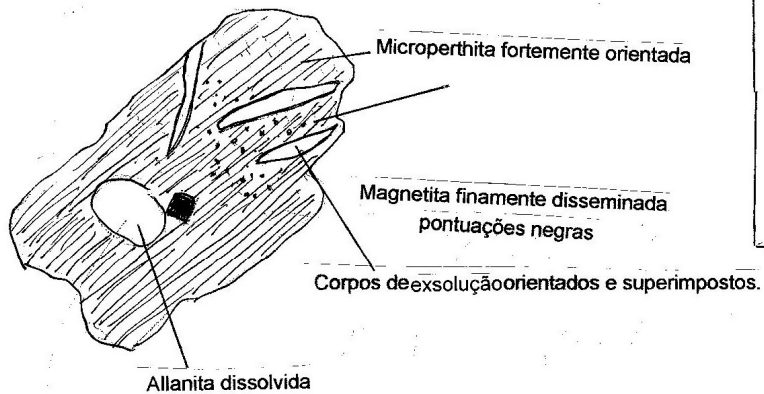


Figura 71 MTL-139

1250 cps 0.8%K 7.0 ppmU 161.2 ppmTh



aegirina Augita substituída por allanita.



MTL-148C

Figura 7J

300 cps 0.1%K 5.5 ppmU 14.8ppmTh

Biotita gnaisse/Aureola



Plagioclasio (relevo mais alto)

Titanita

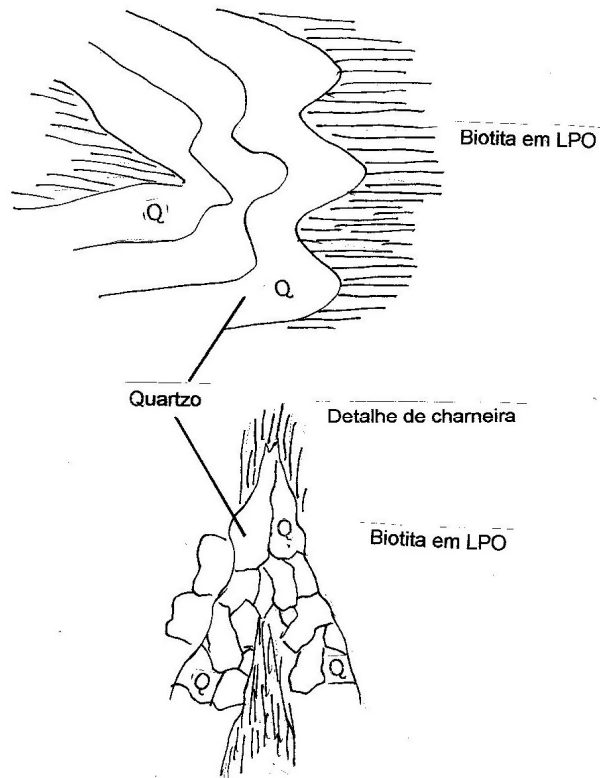
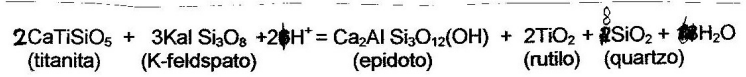
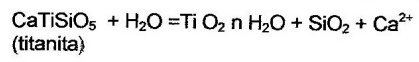
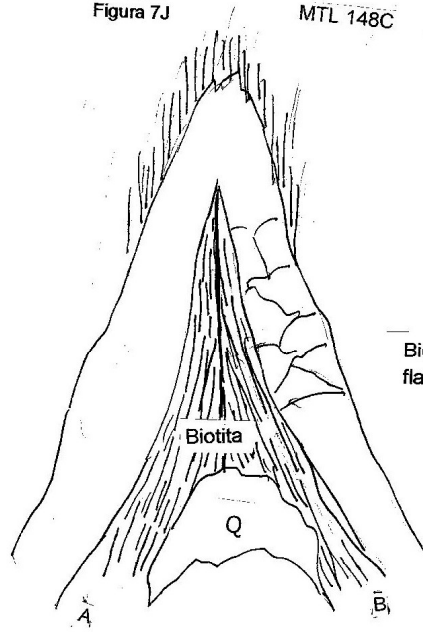


Figura 7J

MTL 148C



Biotita com LPO diferente do flanco A. Ambos são CPO.

Figura 7J

MTL-148C

MTL 148C Biotita Gnaiss

300cps 0.1%K 5.5ppmU 14.8ppmTh

Biotita gnaiss bandado Dobra decimétrica



Biotita em LPO (Lattice Preferential Orientation) com lâminas e micro-bandas de quartzo mais pura e bandas mista quartzo-biotita-plag e zonas ricas em biotita (parte escura).  
Biotita faz divergência de plano axial ( em LPO- Lattice Preferred Orientation)  
Indicando contemporaneidade entre a deformação e metamorfismo portanto os níveis dobrados podem representar S0.

Rompimento de micro-banda revela quanto forte foi a deformação:  
Cisalhamento acentuada nos flancos dobra.  
Quartzo com fissuras de plano axial.

Allanita  
Metamictica

Quartzo - Plagioclásio sausrinizado

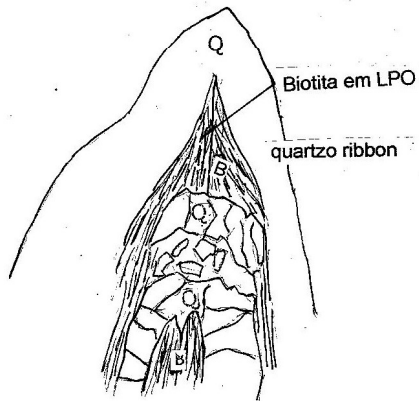


Figura 7J - MTL 148C

Epidoto – mono cristais de dimensões homogêneas, relevo elevado e birrefringência característica, formando ao longo da S1.  
A maior parte dos cristais é límpida e poucos apresentam inclusões.

Allanita ( núcleos ricos em Fe bem formadas a irregular)  
Forma exagonal.

Biotita – Marron, límpida e alguns em zircão metamítico em faixas ou plaquetas isoladas.

Plagioclásio – fortemente epidotizado, mas ainda mostrando geminações características.

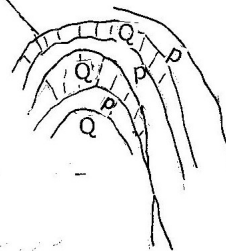
B= biotita+Epidoto+Quartzo

P= Plagioclásio+Lâminas de quartzo+Epidoto

Q= Quartzo

Sulfetos( Pirita) nas interfaces Biotita-Plagioclásio  
Na zona de chaeneira.

Alternância de  
Quartzo-Plagioclásio





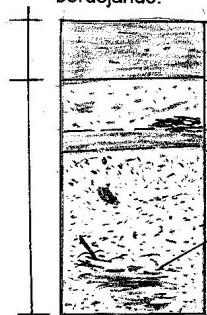
MTL-148D Figura 7K

800 cps 0.1%K 4.7 ppmU 108.3 ppmTh

MTL-148D Anfibólito

Fx1- Predomina anfibólito, pouco plagioclásio epidoto, pouquíssima biotita, presença de ilmenita e ilmenita com titanita nas borda.

Fx2- Tem-se equilíbrio quantitativo de plagioclásio 40% e anfibólito 40%, abundância de biotita, presença de epidoto plagioclásio, dessa vez ilmenita com titanita bordejando.



Fx3- Predominância de Anfibólito 60% e plagioclásio 25%.

predominância de plagioclásio e pouco anfibólito

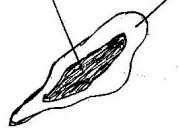
Fx4- No início da faixa tem equilíbrio quantitativo entre plagioclásio e anfibólito,

pouca biotita. plagioclásio, epidoto em abundância

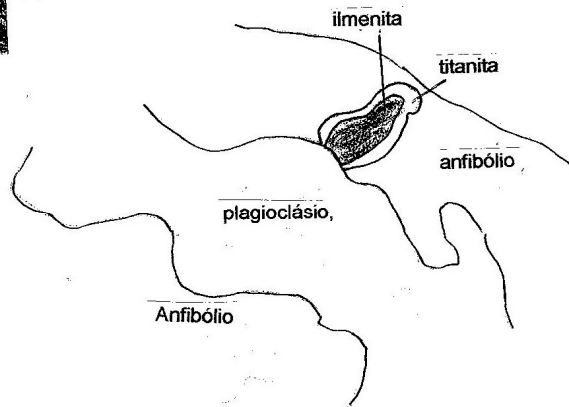
ilmenita com titanita abundante.

ilmenita nas bordas titanita

MTL-148D



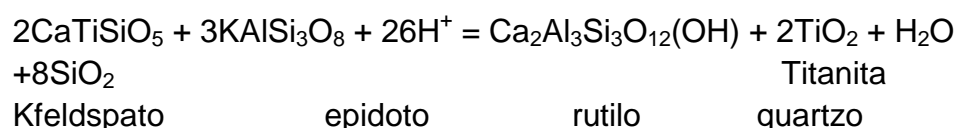
Anfibólito = biotita, + epidoto + albita



6K

**MTL-148C** – Biotita xisto encaixante com dobra parasítica, que permitiu inferir a existência de grande dobra com vergência para oeste; **MTL-15/5** – GnS com Sx fazendo pequeno ângulo com Sb, mas ambas as bandas apresentam considerável preservação; MTL-08 – Avançada invasão de material mobilizado róseo sub-paralelo ao Sb truncado por Sx preenchido por filetes aplíticos.

As lâminas do gnaiss sienítico (MTL-05/15, 08, 38, 41C e 73) mostram relações texturais e metamórficas interessantes. A MTL 05/15 exibe três elementos texturais fortemente orientados, uma parte félsica rica em feldspatos e quartzo, e uma parte cinza-claro com feldspatos saussuritizados, ambas quase desprovidas de minerais máficos, e minerais máficos em média com 1mm de comprimento, podendo atingir raramente 3mm de agregados de hastingsita-epidoto-allanita formando sistemas micro-porfiroclásticos. Apatita e titanita podem existir nos micro-porfiroclastos. Feldspatos perthíticos se apresentam alterados em epidoto e sericita e com “nuvem” de óxidos de Fe (cloudy feldspar). Biotita verde, em menor quantidade, juntamente com os demais máficos, se concentra em torno dos porfiroclastos. A MTL-38, classificada como quartzo-sienito gnaiss mostra matriz quartz-feldspática (perthita) parcialmente alterada. Os minerais máficos se encontram estirados ao longo de  $L_1$  assim como as partes félsicas, e efeitos de rotação. A rocha se encontra mais recristalizada que as demais, contendo quartzo, feldspato em cristais maiores e contem maior quantidade de allanita que os demais gnaisses sieníticos. Micro-porfiroclastos de perthita estão presentes contendo lamelas paralelas de feldspato com inclusões de allanita e mineral opaco, cúbico possivelmente thorianita. As lamelas truncam as clivagens do feldspatos sugerindo terem se formado posteriormente, sendo derivadas da deformação e assim e controladas pela estrutura. Hastingsita parcialmente substituída por allanita existe nas partes mais recristalizadas ricas em quartzo. Cristais isolados de magnetita se encontram hematitizados e a allanita ocorre associada a hastingsita. O afloramento MTL-38 corresponde a 8000 cps (7,4%K, 42,8 ppmU e 1261,0 ppmTh), um dos mais altos valores, respondendo pela quantidade maior de allanita. A MTL-41-C representa gnaiss sienítico milonítico com hastingsita verde, associada a epidoto, allanita, titanita e apatita, em porfiroclastos ou dispersos na matriz ou ainda em pequena lenticulas no interior de quartzo ribbons. Perthita ocorre em porfiroclastos ou cristais menores associados ao quartzo. No interior de alguns porfiroclastos foi observada a associação epidoto-K feldspato-titanita-rutilo-quartzo e o produto de alteração do rutilo (anatasio), sugerindo a reação hidrotermal: (Hemley e Jones, 1964)



Com  $\text{H}_2\text{O}$  afetando o rutilo para produzir anatasio. Esse gnaiss sienítico revelou 1600 cps (3,1%K, 18 ppm U e 185,7 ppm Th). Semelhante ao MTL-73 em composição e valores radiométricos.

A primeira menção a tectônica do Complexo Matola deve-se a Ebert (1956) que descreveu como “uma intensíssima deformação com alongamento horizontal na direção de sul para norte acha-se também exposta nos afloramentos do maciço de gnaiss quartzo-sienítico corresponde exatamente à estrutura interna. Este maciço mostra-se superposto ao Arqueano de modo semelhante a uma “nappe”, que tem sua raiz na margem setentrional da Série Andrelandia”. Na interpretação do autor o “gnaiss alcalino (GnS) foi arrastado de S para N sobre o GnP, sendo este por sua vez arrastado sobre formações epizonais (Grupo São João Del Rei) naquele sentido”. O Maciço do Matola foi interpretado como “stock álcali-sienítico intrusivo no gnaiss regional que sofreu gnaissificação e granitização sob ações metamórfico-metassomáticas e que circunda o bordo setentrional do maciço um “sill” de anfibolito xistificado que passa lateralmente (gradual) a biotita-muscovita-plagioclasio gnaiss” (Alves et al. 1962). Ainda descreveram a forma “elíptica do maciço com xistosidade e laminação quase horizontal”, sugerindo na seção geológica o “stock” (aegirina-augita gnaiss) arqueado e com a xistosidade passando para os gnaisses regionais, mergulhando para SE e NW. A estrutura da Serra do Matola e arredores foi capítulo de trabalho posterior (Coutinho, 1962) utilizando atitudes mesoscópicas de lineação de estiramento com direção NW e plunge “mergulhando levemente para o sul”, (atitude média N24W/08o sul), onde em certas exposições “a foliação desaparece, completamente obliterada por forte lineação, que imprime a rocha um aspecto de acha de lenha”. Entretanto observou que “Algumas pequenas falhas de empurrão foram notadas abaixo do contacto basal do gnaiss alcalino” e “As atitudes e deslocamentos relativos concordam com um quadro de empurrão para o norte”. Estudos microtectônicos (eixos óticos de quartzo, eixos c-de anfibólitos e clivagem 001-de micas) pelo autor conduziu a hipótese da geração de “fabric” “monoclínico nos gnaisses biotíticos (GnP), caracterizando lineação-b e “fabric” ortorrômbico nos gnaisses alcalinos (GnS), sendo o monoclínico transversal a direção do movimento diferencial ou cisalhamento” concordante com “drag folds” e falhas de empurrão de sul para norte, enquanto nos gnaisses alcalinos a lineação-b, perpendicular a direção de esforço e transporte tectônico.

Na área das Serras de Carrancas e Itumirim os “metassedimentos superiores” quartzosos e pelíticos exibem três fases de deformação, sendo no sistema Carrancas-Minduri apenas duas direções de deformação são claras, com eixos de dobras EW (D-2), variando entre 250o e 50o com mergulhos muito fracos (10o) e lineações minerais ( $L_2$ ) e de crenulação ( $L_3$ ) respectivamente 265/10 e 230/10 (Paciullo, 1980), sugerindo empurrões inicialmente na direção E, seguido por empurrões para NE. Durante a fase intermediária de deformação (D2) foi desenvolvida a xistosidade regional, segundo o autor, e  $L_2$  sendo predominante e dobrado por  $L_3$ . A evolução estrutural foi estudada em Itumirim (Ribeiro, 1980) onde  $L_2$ -lineação mineral com direção 100/10 e  $L_3$ -lineação de crenulação com direção variando entre 150/70 e 220/15 sugerem rotação dos sentidos dos movimentos, apesar de empurrões de sul para norte terem sido propostos pelo autor. A freqüência de direção de  $L_2$  e o fato de que “a lineação mineral paralela aos eixos das dobras, indicando extensão nessa direção” pode indicar que L-mineral é concomitante à formação das dobras. (Trouw et al., 1983).

Na região de Arcos, calcários da Formação Bambuí foram empurrados (arrastados) sobre gnaisses do embasamento no sentido W para E ao longo de plano sub-horizontal (Pires e Torres, 1996) mostrando que esse tipo de movimento (“thin skin tectonics”) pode ter ocorrido na região meridional do craton São Francisco, e nesse caso o empilhamento tectônico poderia ter colocado sequências de rochas de natureza e graus metamórficos diferentes, “fatiadas” e empurradas, provavelmente sob influência de soerguimentos produzindo “gravity slidings” sucessivos. Segundo esse mecanismo fatias de rochas de natureza e comportamento reológico similar podem se mover diferencialmente e até para direções diferentes. Xistos e filitos grafitosos existem em várias formações, desde intercaladas em gnaisses (norte de Entre Rios de Minas e na jazida de grafita de Itapeçerica, próximo a Formiga, nos xistos Carandaí e na sequência Bambuí, que poderiam atuar com lubrificantes no processo de empilhamento tectônico. A norte de Emboabas e do Maciço Matola, xistos Carandaí com atitude  $S_x=125/65$  estão empurrados sobre gnaisses do embasamento (GnP), próximo a zona de empurrão mapeada por Ebert (1956), que supôs para o Matola empurrões de sul para norte, hipótese não admitida por Coutinho, que postulou movimento principal EW e pequenas falhas de empurrão de sul para norte.

Lançamos as atitudes estruturais planares e lineares e os resultados foram similares aos obtidos por Coutinho (1962), ou seja, a foliação do GnS é próxima a sub-horizontal, e quaisquer medidas pode rapidamente indicar mudanças de quadrantes. Lineações de crenulação discretas encontram-se orientadas norte-sul, consequentemente de baixo ângulo, e estejam ligeiramente ondulando a lineação de estiramento ainda mais discreta (Fig. ). Nas cinco lâminas estudadas se podem observar cristais de hastingsita e piroxênio sem a mesma orientação ótica, o que pode sugerir que estejam em GSPO, entretanto esses minerais, em geral não se prestam muito para definir lineação em LPO. A foliação das rochas encaixantes do Complexo apresenta mergulhos mais acentuados o que permitiu a formulação de duas hipóteses: 1. A estrutura é uma grande sinformal recumbente com vergência para oeste, onde os GnS ocupa o núcleo com biotita gnaisses GnP, na porção invertida, superior e normal inferior. Nesse caso, ocorreria inversão metamórfica, necessitando a existência de falha de empurrão ainda para oeste para explicar a estrutura; 2. A estrutura é uma grande antiformal recumbente ainda com vergência para oeste com o GnS no núcleo ladeado por GnP, em posição

inversa para E normal para W, e nesse caso não haveria inversão metamórfica. A ausência relativa de dobras parasíticas com indicação cinemática dificultou a interpretação.

Aparentemente a foliação principal, formada durante metamorfismo sindeformacional gerou forte estrutura planar, fitas de quartzo ("quartz ribbons") nas zonas silicosas.

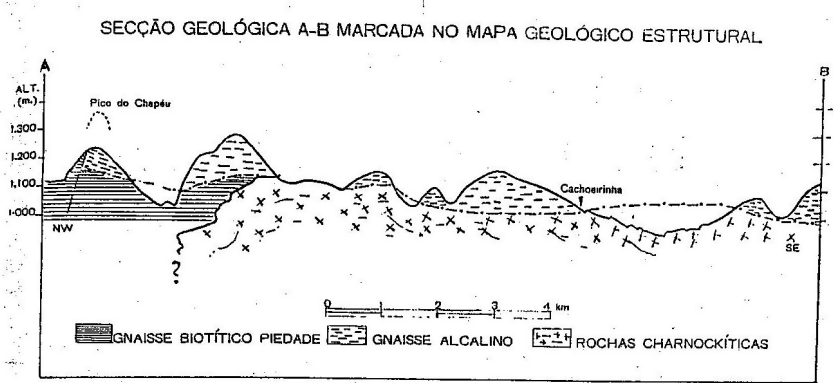


Figura 8 - Perfil "Coutinho"

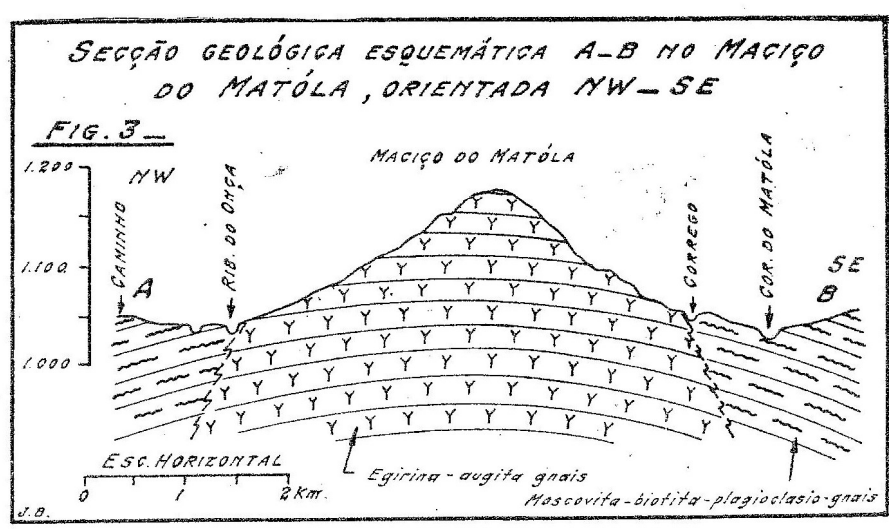


Figura 9 - Perfil "Alves"

PERFIL GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO ATRAVÉS O COMPLEXO SIENÍTICO MATOLA

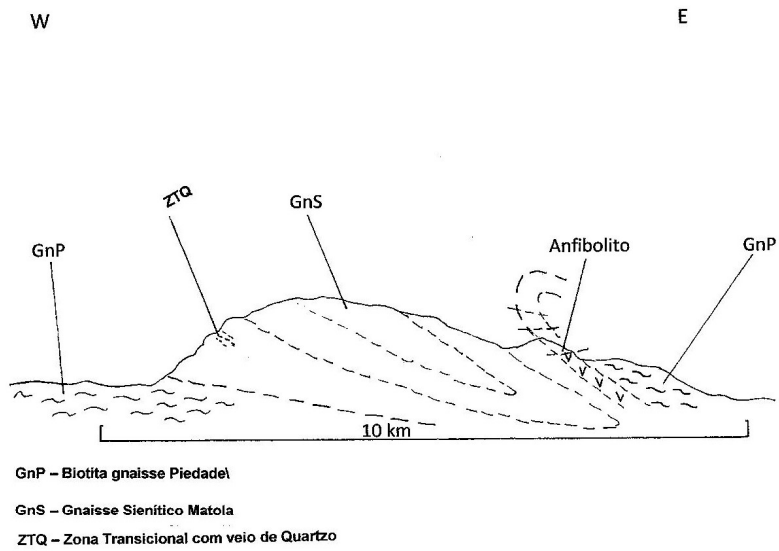


Figura 10 – Perfil esquemático compl. Sienítico Matola

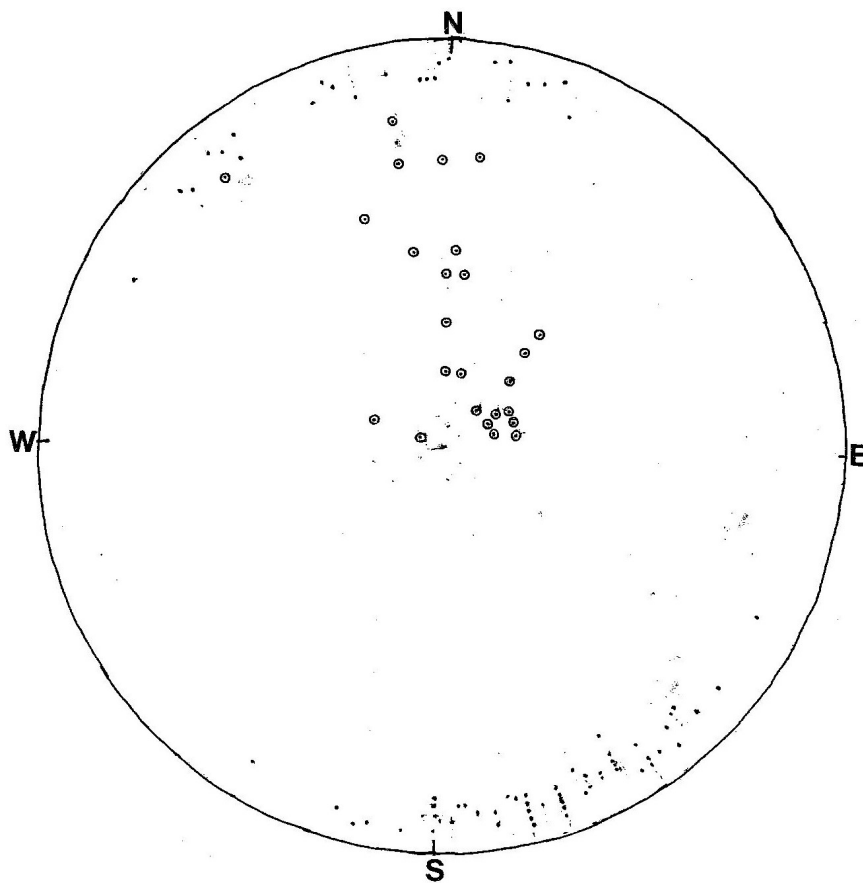


DIAGRAMA DE SCHMIDT DAS LINEAÇÕES DO COMPLEXO MATOLA

(Pontos negros simples e foliação: pontos circutados)

Figura 11 – Diagrama de Schmidt/Matola.



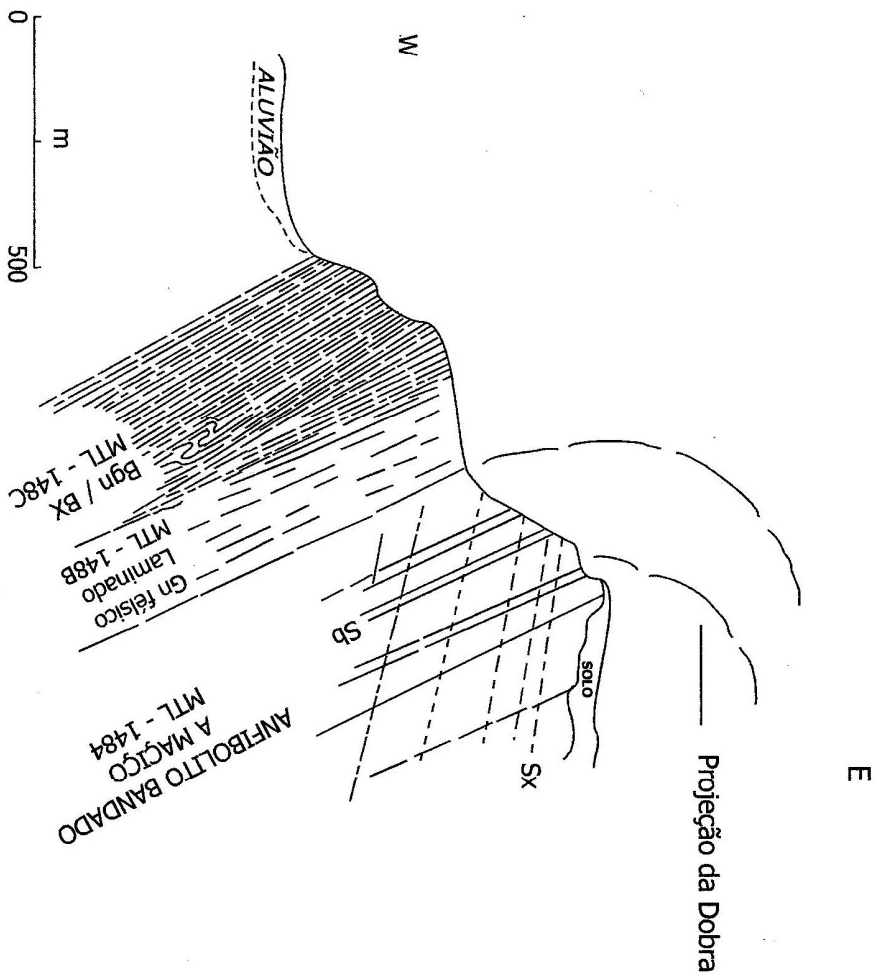


Figura 12 - Perfil cachoeira MTL - 148

## Geofísica

Os trabalhos de geofísica foram concentrados na área do Maciço Matola e principalmente na radiometria terrestre, “auto- e pé-portado” utilizando um gamaespectrômetro RS-230 cedido por empréstimo pela CPRM. Entretanto é interessante se observar o comportamento das demais unidades imediatamente ao redor do maciço bem como do ponto de vista regional. Assim foi usado o Mapa Magnético do Brasil, componente declinação (CNPq-ON, 1980) e o Mapa de Isolinhas magnéticas de fonte pontual (satélite MAGSAT, Haralyi e Hasui, 1985), sendo observado que a área está compreendida entre as declinações 18o e 19o, com curvas isopóricas de variação anual entre -7oe -8o. O mapa de contorno magnético mostra extensa anomalia cobrindo todo o estado de Minas Gerais, com mínimo (-20 nT) com contorno sub-circular, situado na borda sul do craton São Francisco, devendo estar relacionada ao Quadrilátero Ferrífero (QF). O Mapa magnetométrico regional mostra alto magnético no QF (A) que coincide em parte com alto gravimétrico, bem como pelo menos três alinhamento magnéticos, sub-paralelos orientados para NE, e coincidentes com os trends do greenstone belt Barbacena, em Lafaiete (B) limitado por forte alinhamento de área (E) com amplitudes entre 100 e 240 nT descrita como “complexo Ressaquinha” formado por gnaisses e granitos com concentrações irregulares e esparsas de magnetita. Seguindo a mesma orientação existe outro alinhamento magnético separando área (D e F) com inúmeros corpos charnockíticos, contendo magnetita irregularmente espalhada, inclusos em gnaisses, tipo GnP.

A área do Matola assinalada (M) no Mapa magnetométrico exhibe dois alinhamentos magnéticos (L2 e L4) orientados NS, discordantes do trend regional NE, coincidentes com os alinhamentos magnéticos denominados “Rio das Mortes Pequeno” e “Maquiné”, delimitando o Maciço Matola, pelo Projeto CNEN/CNPq preparado pela PROSPEC em 1953. Trabalhos de campo (Ebert, 1956) mostraram que esses alinhamentos representam longos diques básicos. Parte da anomalia “G” interpretada como resultante dos “granulitos básicos da suíte metamórfica São Bento dos Torres”, o que discordamos, pois na área ocorrem anfíbolitos e serpentinitos de greenstone belt, estando os granulitos mais a sul, corrigido no mapa de interpretação de feições aeromagnetométricas (Pinto, 1995). Não pudemos utilizar o mapa gravimétrico, pois apesar de sugerir possível continuidade “Lineamento representativos de falha ou descontinuidade da crosta” na área existem marcas de dúvidas (???)

O interesse para minerais radioativos iniciado pelo levantamento da PROSPEC/1953 conduziu a estudos posteriores de radiometria terrestre e furos de trado (Coutinho, 1962) que originaram na hipótese de que existe relação entre “altos topográficos e radiométricos”, tendo o autor preparado mapa com “manchas contornadas em 4000 a 6000 CPM”, que convertidos resultam em 67 cps a 100 cps. Sugeriu também que as anomalias recaem sobre concentrações colúvias. O estudo de 49 lâminas petrográficas pelo autor, cobertas por película fotográfica especial Kodak, durante 30 dias, revelou que a radioatividade, bombardeamento de partículas- $\alpha$  é devido a allanita. As perfilagens foram levantadas por “cintilômetro e Geiger-Mueller, e a distância entre a superfície livre do pó e o detector foi de 1,5 cm”. Cinco áreas anômalas (I, II, III, IV e V) foram determinadas pelo trabalho de Coutinho através d 177 furos de trado (profundidade média de 5m) em malha de

400m, lançadas em mapa de 1/25.000, que lamentavelmente não dispomos. O furo 177 (anomalia-V) com 17 amostras até 3,40m de profundidade revelou teor médio de 0,017% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>+ ThO<sub>2</sub> em material de solo, horizonte B. No furo 159 (anomalia V) com 39 amostras de até 5,0m de profundidade revelou teor médio igual a 0,0097% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>+ ThO<sub>2</sub> no solo, horizontes B e C. O furo 77 (Anomalia V), com 4 amostras e profundidade de 1,90m revelou teor médio de 0,034% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>+ ThO<sub>2</sub> (horizontes A e B) e o furo “principal” (Anomalia II) com profundidade de 1,30m e 7 amostras revelou teor médio de 0,087% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>+ ThO<sub>2</sub> (horizonte B). Foi observado que a “fração mais radioativa é a argilosa (com material limonítico) seguida pela de cascalho, areia fina e grossa”, segundo aquele autor.

Análises efetuadas (LPM/DNPM) em amostras no “gnaisse do Matola” nos pontos de radioatividade mais elevada acusaram os seguintes valores: B-24-M=0,028% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> e 0,300% eThO<sub>2</sub>; B-32-M=0,004% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> e 0,079% eThO<sub>2</sub>; B-34-M=0,013% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> e 0,162% eThO<sub>2</sub>, em valores diferentes dos obtidos pelo Geiger-Mueller no campo em até 4 vezes o background, sendo interpretado como “efeito de superfície” (Alves et al., 1962). Os últimos autores ainda descreveram “rocha melanocrática, negra em certos leitos e com pequenas lentes claras, de espessura milimétrica e alongamento centimétrico” descrito como escarnito (16 A), com teores de 14,3% a 32,1% de allanita, diferente do gnaisse do Matola, contendo 0,68% ThO<sub>2</sub> e (Y+La+Ce+Gd)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 3,63%.

Os levantamentos gamaespectrométricos terrestres realizados neste trabalho mostraram variações litológicas significativas bem como serviram para definir zonas anômalas. O GnP, considerado **embasamento** do gnaisse sienítico, apresentou valores de até 400 cps (1,0%K, 12,ppm eU e 70,1 ppm eTh), chegando a valores tão baixos quanto 70 cps (0%K, 1,6 ppm eU e 6,3 ppm eTh), atingindo 800 cps (0%K, 7,3 ppm eU e 92,3 ppm eTh), sugerindo rocha de transição entre o GnP e GnS, descrito neste relatório como zona de **aureola**. Valores médios de 20 determinações foram as seguintes: 339 cps (1,2%K, 4,3 ppm eU e 29,9 ppm eTh). Os perfis realizados (Tapera, Pouso Real, Morro do Cascalho-Chapéu Pequeno e o Matola-sul) mostram não existe correlação entre altitude e radiometria e que a coincidência é devido a que o GnP ocupa as partes inferiores do relevo.

Na zona de aureola, possivelmente de transição, com relativa abundância de veios de quartzo, a média obtida para 31 amostras foi de 1099 cps (0,99%K, 10,1 ppm eU e 124,7 ppm eTh) e pequena faixa de variação. Não pudemos estudar sob microscópio as rochas da auréola devido ao avançado grau de alteração.

**Gnaisse sienítico**(GnS), considerado como zona promissora a mineralização, ocupa a parte central do complexo e foi a que apresentou a maior variação, desde 1100 cps (0,1%K, 20,4 ppm eU e 88,3 ppm eTh) atingindo máximo de 22.000 cps (22,1%K, 229,6 ppm eU e 5064,0 ppm eTh), passando de 8.000 cps (7,4%K, 42,8 ppm eU e 1261 ppm eTh) caindo rapidamente para 1459 cps (1,6%K, 15,8 ppm eU e 131,2 ppm eTh). O conteúdo de Th, e U na allanita e' responsável pela radioatividade do GnS. Teores na allanita variam entre 0,35% e 2,23%ThO<sub>2</sub> e 30 e 650ppm U, geralmente (Deer et al., 1985). São comuns sensíveis variações em áreas de mesmo afloramento, de 1700 cps atingindo 2300 cps (0,5%K, 22,8 ppm eU e 285,4 ppm eTh). Deve-se observar que os valores radiométricos mais elevados foram obtidos sobre as exposições não alteradas de GnS, contrariando a afirmação de Coutinho. Zonas de veios de quartzo enfumaçado (murion) atingiram valores mais

elevados (5010 cps, 2,1%K, 83,7 ppm eU e 726,9 ppm eTh) que as de quartzo leitoso (430 cps, 0,2%K, 4,7 ppm eU e 42,3 ppm eTh). As coberturas lateríticas são pobres e em estágios progressivo de desintegração, atingindo valores radiométricos entre 870 cps (0%K, 9,5 ppm eU e 88,9 ppm eTh) até o máximo de 1800 cps (0,8%K, 3,6 ppm eU e 264,1 eTh). Mas deve ser observado que a variação no solo é função da sua natureza, se in situ ou transportado, dependendo também da natureza da rocha de que é derivado.

Foram preparados diagramas de CPS X ppm U, X ppm Th e X %K mostrando diversas relações. Valores de 5675 ppm Th e 22000 cps (MTL 39) no sienito foram obtidos. Os valores determinados para Th se encontram alinhados passando pela origem demonstrando resultados analíticos coerentes e relação com valores possivelmente de formação das rochas. As principais e maiores anomalias de Th formam alinhamento que também passa pela origem porem destacado do campo de valores menores. Sienito rico em magnetita e allanita (MTL-129) manchado de uranophana (?) revelou 5500 cps e 890,3 ppm Th. Em contraste em outras exposição de sienito valores de 600 cps e 19,2 ppm Th, afastado de outro afloramento com 2200 cps e 289,9 ppm Th, mostrando como são variáveis os valores das anomalias. Os valores de ppm U se apresentam espalhados, mas com uma tendência para distribuição ao longo de variação de curva positiva, os valores podendo ser grupados em embasamento, com concentrações menores, aureola, valores intermediários e em menor quantidade valores mais elevados correspondentes ao episienito, atingindo o máximo de 229,6ppmU (MTL 39). Os valores de K são semelhantes aos do U, com maior concentração em valores baixos do embasamento, não chegando no máximo a 0,9%K e o maior valor de K chegou a 16,8%K, possivelmente erro devido a "ruído eletrônico" no equipamento, pois os valores teóricos de  $\frac{K}{2}O$  para muscovita e K-feldspato são respectivamente 11,83% e 16,92% e para nefelina e kalsilita (que não ocorrem na área) atingem o máximo de 28,33%  $K_2O$ . Análises químicas de rocha do complexo chegaram ao máximo de 9,04%  $K_2O$ , em rochas sieníticas ricas em K-feldspato.

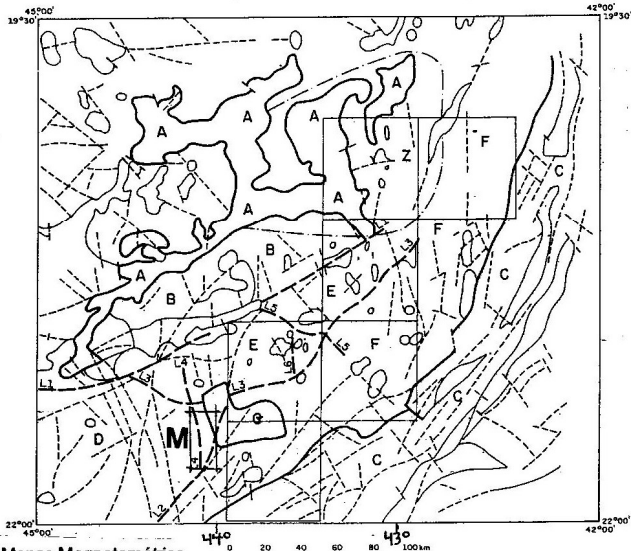


Figura 13 – Mapas Magnetométrico

L1 L1 Lineamento Magnético      A Unidade Magnométrica      Z Anomalia Magnética do Quadrilátero Ferrífero  
 M – Matola

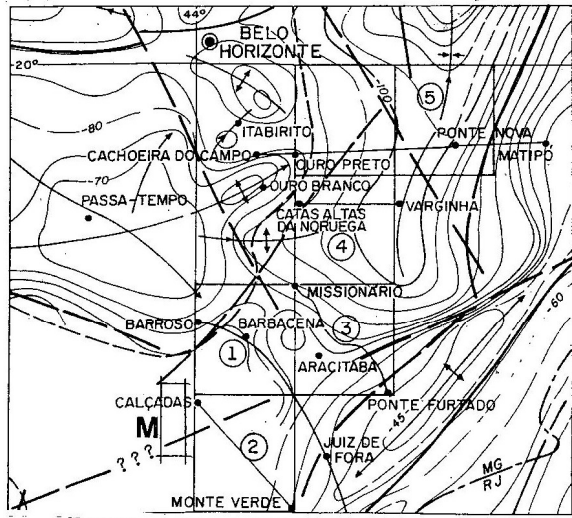


Figura 14: Mapa Gravimétrico (Pinto, 1995)

FONTE: HARALYI, 1985 (inédito).

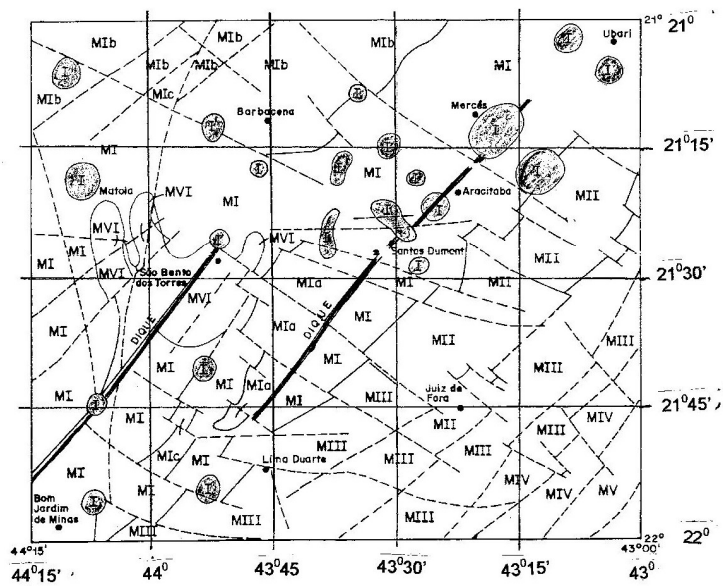


Figura 15: Mapa de interpretação geofísica regional (Pinto, 1995)

Figura V.2 - Mapa de interpretação de feições aeromagnetométricas a partir da cobertura obtida pelo Convênio Geofísico Brasil-Alemanha (CGBA) entre 1971 e 1973. Interpretação do Centro de Geofísica Aplicada (CGA) da CPRM/SUREG-BH. Uma versão ampliada em informações é mostrada na margem esquerda do mapa geológico 1:250.000, parte desta dissertação. Os símbolos no interior do mapa correspondem a domínios de comportamento geofísico semelhante. O símbolo "I" indica anomalia isolada.

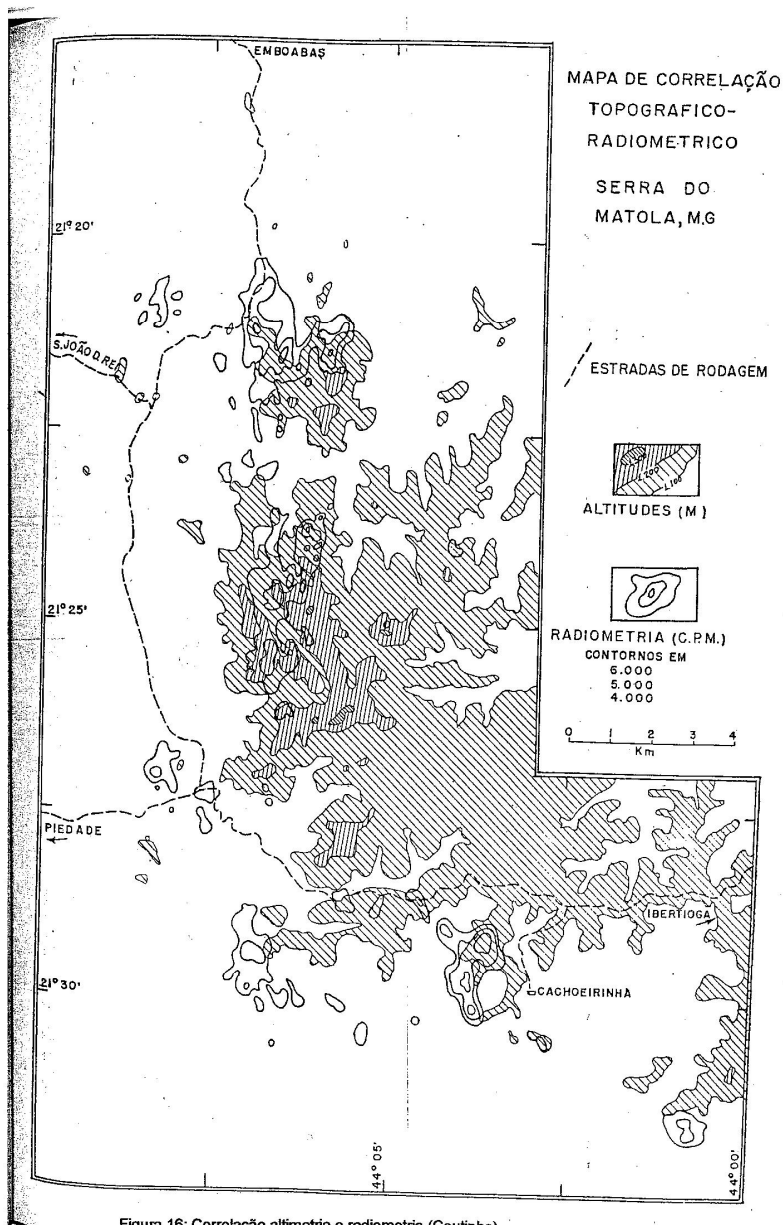


Figura 16: Correlação altimétrica e radiométrica (Coutinho)

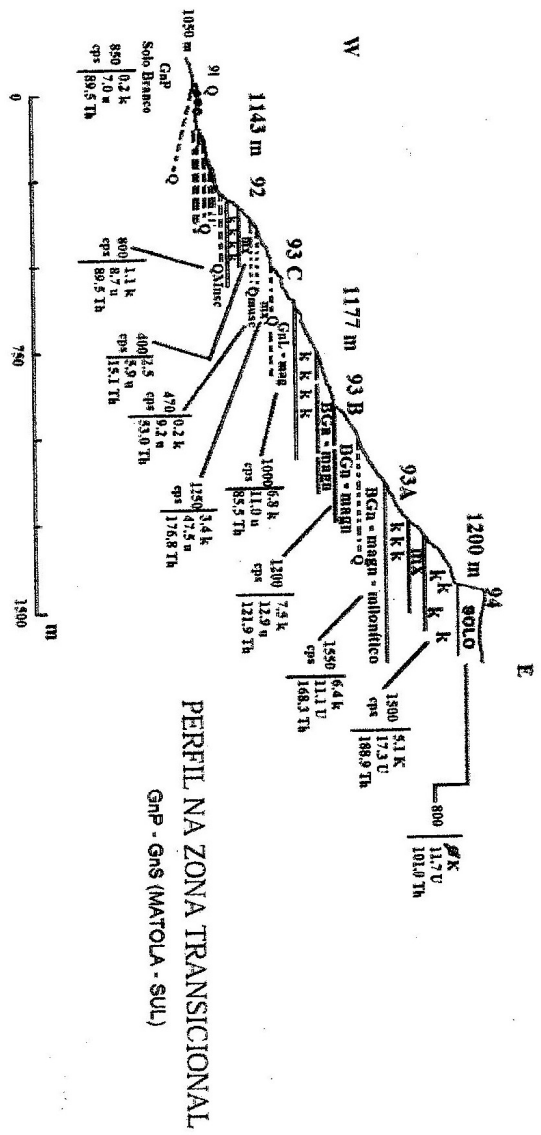
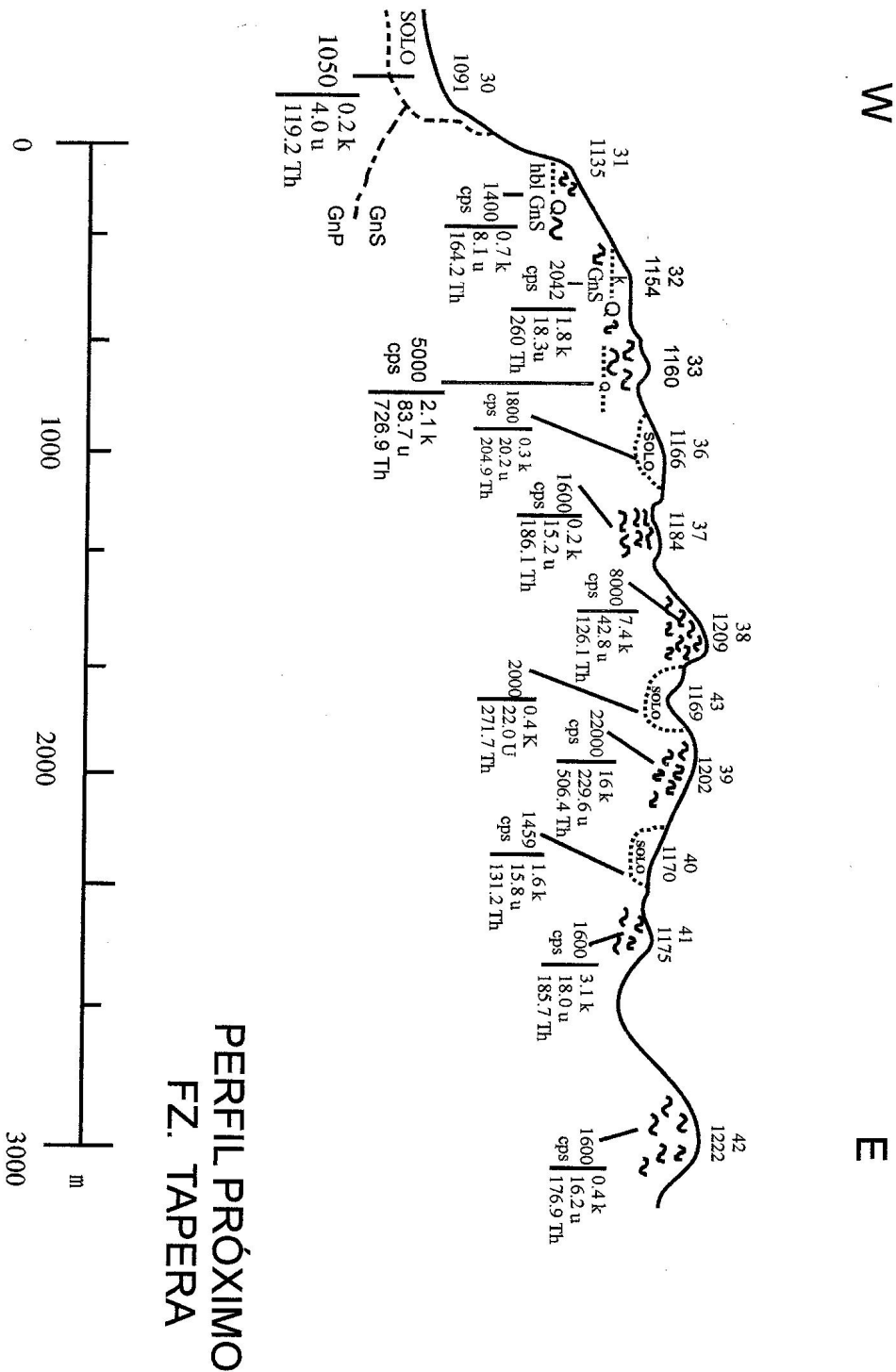
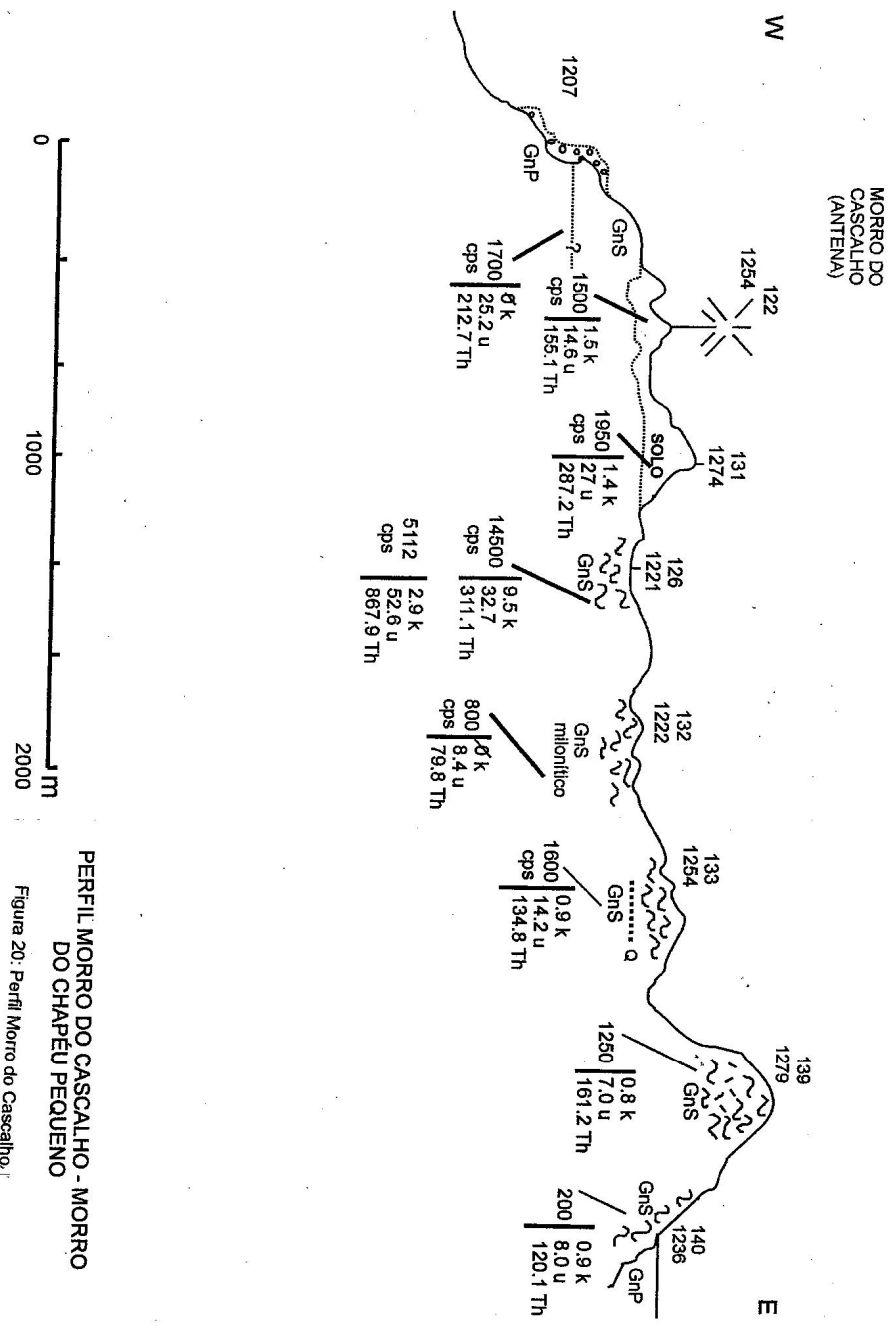


Figura 17: Perfil zona Transicional (Matola Sul)



Figura 18: Perfil Próximo Faz. Tapera





PERFIL MORRO DO CASCALHO - MORRO DO CHAPÉU PEQUENO

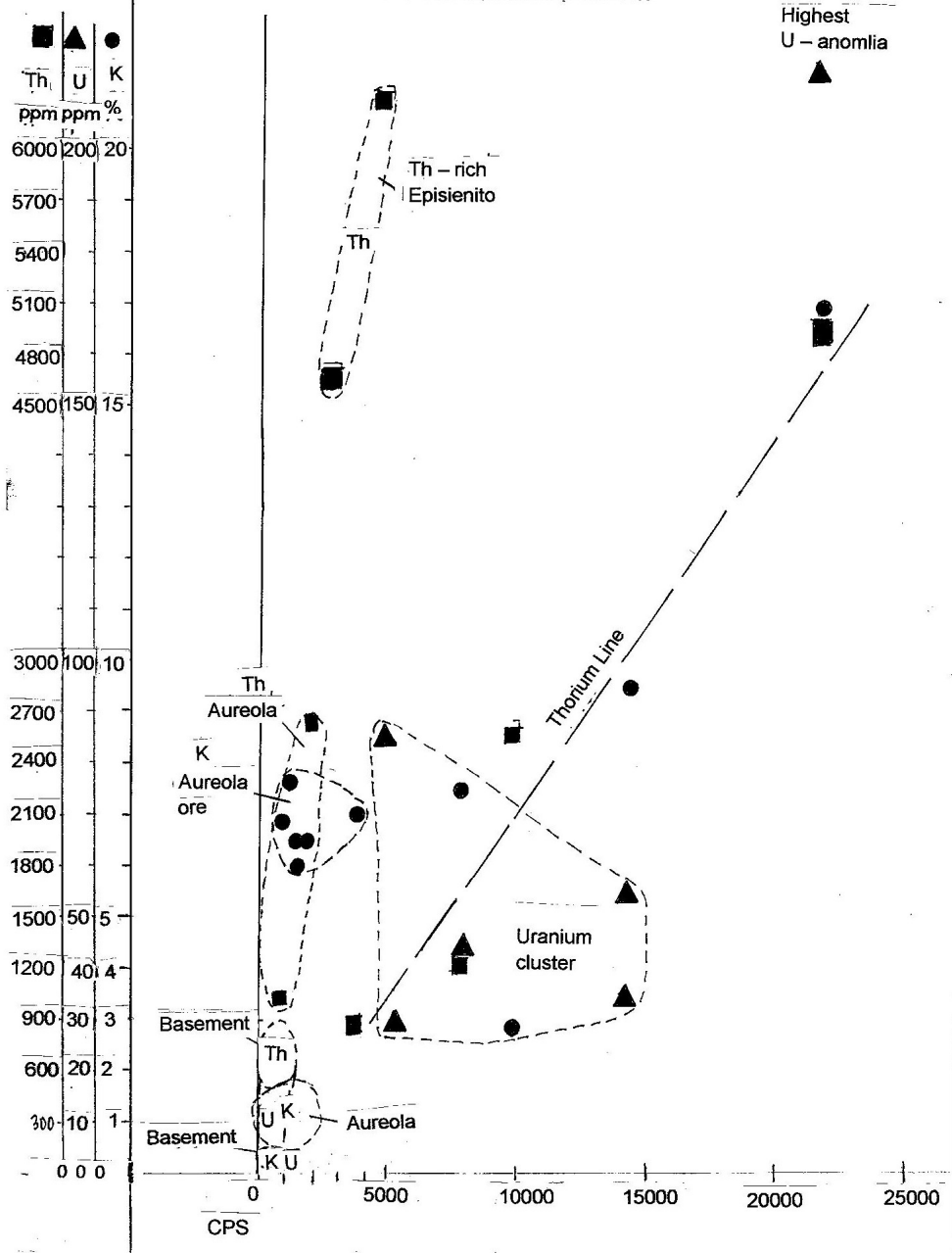
Figura 20: Perfil Morro do Cascalho.

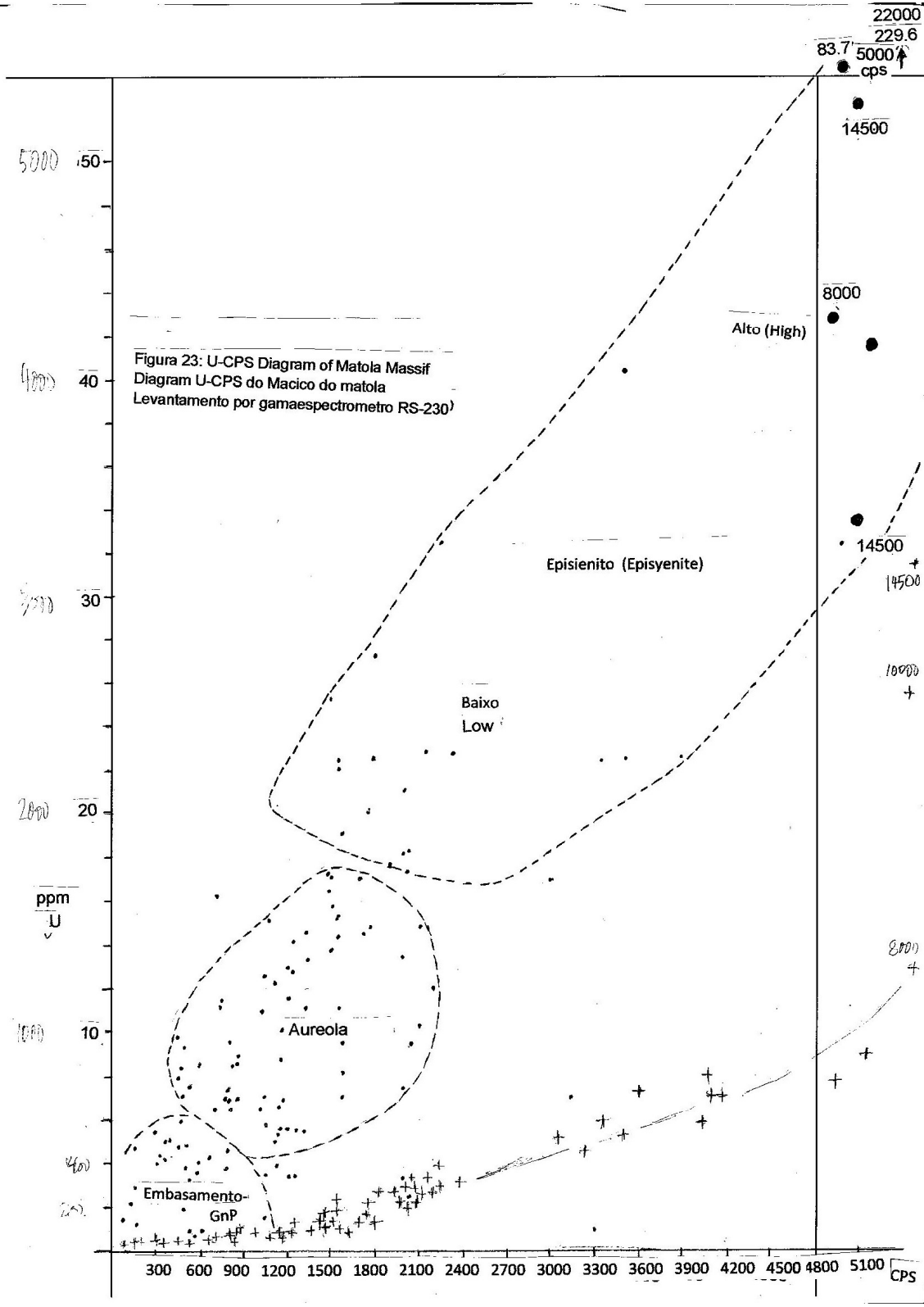
FIG- 21

Tabela – Comparacao de Valores Radiometricos com aspectos mineralogicos das laminas estudadas

ID/Lamina	Litologia	CPS	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	Mineralogia	Razão U/Th
MTL-05	Hast sienito gnaisse	2250	40	220.6	1.9	Hast-Q-perth-allan-titan-epid-musc	0,181
MTL-08	Hast sienito gnaisse/aureola	800	3.8	68.2	0.6	Hast-plg-allan-apat-perth-Q-biot-zircao	0,056
MTL-38	Q-sienito gnaisse	8000	42.8	1261.1	7.4	Q-allan-Kf-Ab-titan-apat-magn-hem	5,034
MTL-41C	Q-sienito gnaisse	1600	18.0	185.7	3.1	Q-hast-allan-titan-perth-epid-apat-biot	2,097
MTL-73	Gnaisse/aureola	1421	14.4	189.1	3.9	Biot-titan-perth-magn-hem-epid-allan-seric	0,076
MTL-128	Gnaisse sienitico	2000	9.3	292.5	6.5	Aeg/aug-allan-hast-magn-hem-thor-zirc-goet	0,032
MTL-137A	Biot Gnaisse-Piedade	550	7.1	54.4	1.7	Q-perth-Kf-magn-hem-zirc	0,130
MTL-137B	Mafica no gnaisse Piedade	550	7.1	54.4	1.7	Hast-plg-magn-hem-zirc-titan-rut	0,130
MTL-139	Gnaisse/aureola	1250	7.0	161.2	0.8	Q-perth-allan-hast-mperth	0,073
MTL-148C	Biot Gnaisse Piedade	300	5.5	14.8	0.1	Q-biot-plg-epid-titan-rut-Kf	0,371
MTL148D	Anfibolito	800	4.7	108.3	0.1	Hbl-plg-epid-titan-ilm-magn	0,043

Figura 22: Th-U-K/CPS Diagram of the Matola Massif  
 Diagram Th-U-K/CPS Do Macico Do Matola  
 Levantamento por Gamaespectrometro RS - 230





## CONCLUSÕES:

### Litologia:

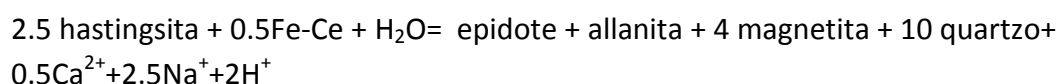
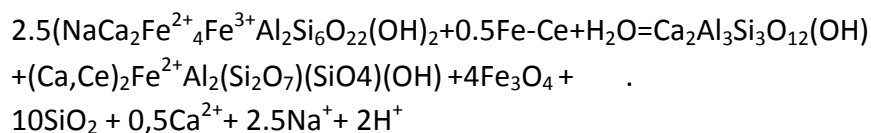
O Maciço do Matola é formado por gnaisses sieníticos (GnS) ou alcalinos, ricos em Na e K, representando nas frações félsicas maior quantidade de pertita, parcialmente exsolvida para microclina e albita, com bandas e lâminas de minerais máficos, hastingsita, allanita, titanita, magnetita, apatita e zircão. Quartzo é muito variável, sendo em geral de baixa quantidade. O skarn proposto representa faixas e bandas ricas em máficos com um pouco de carbonato.

O gnaiss Piedade (GnP) é um biotita gnaiss, com quantidades regulares de quartzo, K-feldspato, plagioclasio e raro anfibólio e granada. Corpos de anfibolito lenticulares existem dentro do GnP, mais concentrados nas partes norte e este do complexo atingindo valores de 550 cps (1,7%K, 7,1 ppm eU e 54,4 ppm eTh).

Aparentemente ocorreu forte recristalização com formação ou deposição de sílica ou quartzo (metamórfica ou metassomática após ou durante a formação da lineação mineral, contribuindo para obliterar as estruturas, afetando não só os elementos planares como os lineares).

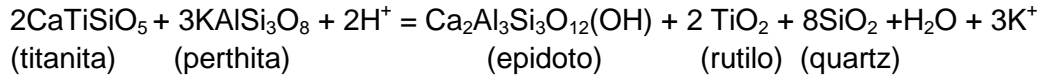
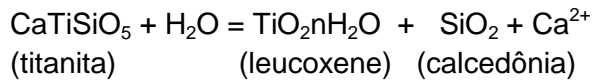
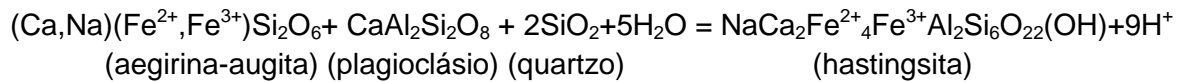
O grau metamórfico que a região atingiu corresponde ao grau médio, fácies anfibolito a granulito baixo, com temperaturas superiores a da estabilidade da muscovita. Veios de quartzo, leitoso e enfumaçado estão concentrados descontinuamente ao longo do contato inferior do complexo, na parte W, e a ausência de cristais hialinos e bem formados sugere deformação e relativa escassez de fluidos.

Porfiroclasto de feldspato alterado em óxidos de Fe Pequenos cristais de epidoto plagioclásio Hastingsita-plagioclasio. Aparentemente as concentrações elevadas de allanita resultam de percolação de fluidos ao longo dos contatos entre as partes félsicas e máficas Hastingsita com halos metamicticos Porfiroclastos de Perthita apresentam extinção ondulante e lamelas derivadas de deformação .



O excesso de Ca e Na no fluido são alocados no mínimo de carbonato, e/ou titanita e albita presentes.

Quartzo sienito Gnaiss com granada em agregados, hastingsita-allanita, albita, titanita-apatita e lamelas de feldspato com thorianita (ThO<sub>2</sub>) e allanita inclusa.



As reações indicam desestabilização de hastingsita em favor de allanita-epidoto, desintegração parcial de titanita em leucoxênio, sob intemperismo ou hidrotermal de baixa temperatura. Nos agregados de perthita-epidoto-allanita-titanita envolvidos em bandas paralelas ou contíguas de ribbons de quartzo ocorre a maior concentração de material radioativo, evidenciado pelas estruturas radiais de desintegração radioativa, onde provavelmente se concentram Th e U.

Ribbons de quartzo limpo são intercalados em lamelas feldspáticas com biotita–magnetita-titanita-epidoto-hastingsita-aegirina/augita.

Estudos texturais indicam a existência de rocha sienítica, contendo plagioclásio-aegirina-augita, pobre em quartzo sendo desestabilizada por metamorfismo seguido de hidrotermalismo e silicificação (ribbons de quartzo) resultando sucessivamente em hastingsita e sua desintegração parcial para allanita-epidoto, com conseqüente enriquecimento de material radioativo e possivelmente thorianita em lamelas discordantes e finais truncando as lamelas anteriores da perthita. Possivelmente condições moderadas de fugacidade de oxigênio propiciaram a formação de magnetita, allanita, rutilo e thorianita. Quartzo dos ribbons não apresenta extinção ondulante, sugerindo recuperação via fluidos sob temperaturas hidrotermais sem deformação dúctil.

#### **Estrutura:**

A estrutura do complexo tem tido diversas interpretações em função da complexidade e escassez relativa de afloramentos e descontinuidade dos mesmos. A hipótese que se trata de fatias de rochas de naturezas, graus metamórficos e composições mineralógicas diferentes, com comportamentos tectônicos diversos pode ser compatível com o modelo proposto por Coutinho, modificando a sugestão de Ebert.

#### **Geofísica:**

Os valores radiométricos sugerem stock sienítico, com tendência a enriquecimento em Th, razão Th/U acima de 12, conteúdos chegando a 240 ppm eU e 5050 ppm eTh em áreas de afloramentos isoladas.

O diagrama Th-U-K X CPS mostra concentrações de Th em três campos e/ou ao longo de trend: 1. Concentrações no Embasamento (GnP) se encontram entre 600 e 900 ppmTh e valores inferiores de CPS de até 1500; 2. Concentrações na zona da Aureola (A) se situam entre 1000 e 2300 ppm Th e CPS até 2000; 3. Concentrações na área de Gnaisse Sienítico (GnS) entre 4600 e 8000 ppm

Th e CPS até 5000; 4. Ao longo do Trend (Linha) os valores se situam entre 900 e 5000 ppm Th e CPS entre 3500 e 22 000. Pode ser interpretado que os valores originais (pois passam pela origem do diagrama) nas áreas 1 a 3 e o trend igualmente passando muito próximo da origem como resultantes de atividade hidrotermal posterior. Valores de Ba compreendidos entre 2900 e 600 ppm (média 2100 ppm) encontrados por Guimaraes (1962) pode apoiar hidrotermalismo.

As concentrações de urânio são geralmente baixas mas seguindo os campos de Th. No GnP os valores encontrados são de até 15 ppm U, na Aureola entre 30 e 80 ppm U e na zona do Gnaiss Sienítico (GnS) se situam entre 150 e 220 ppm U. Existe campo adicional com grande espalhamento de valores ("Uranium Cluster") de até 90 ppm U e valores de CPS até 15.000. A maior concentração do Gnaiss Sienítico apresenta valores de até 240 ppm U. Aparentemente o comportamento geoquímico do U é similar ao do Th em termos de valores no GnP e na Aureola, e os valores do "Uranium Cluster" podem ser interpretados de derivação hidrotermal com espalhamento devido a solubilidade diferencial.

As acumulações de K, resultantes da distribuição de biotita no GnS principalmente, no feldspato peritítico e nas muscovitas dispersas na zona de Aureola são interessantes. No GnP os valores se situam entre 0 e 0,5% K, na zona de Aureola os valores atingem 1,8% K e na zona de aureola com fraca mineralização e dispersão de muscovita as concentrações chegam a 7,5% K. Alguns valores elevados se encontram no campo do "Uranium Cluster" e outros ao longo do Trend de Th, atingindo no máximo 16% K. Portanto o K apresenta comportamento geoquímico semelhante ao Th e U, podendo ser utilizado como discriminante no mapeamento das zonas de GnP, Aureola e Gnaiss Sienítico. Decaimento radiogênico dissimilar pode ter influenciado a dispersão do K, como por exemplo na zona de Aureola, mais rica em muscovita, possivelmente posterior que as demais.

Portanto existe boa correlação entre o comportamento geoquímico das concentrações de Th e U principalmente nos Gnaisses Sieníticos mais ricos em allanita e hastingsita, sendo evidente a partir da aegirina-augita-hastingsita a formação de allanita, mineral receptor e concentrador de Th, U e ETR (Elementos de Terras Raras) como noticiado anteriormente. A distribuição dos radioelementos coincide com a distribuição mineral observada nos estudos texturais,

Considerando a demanda de energia para o futuro, com a escassez de petróleo e carvão e outras fontes além das limitações ambientais, reatores a Tório devem ser programados, a exemplo da Índia, caracterizando a área do Matola como potencialmente importante.



## Referências:

- AB, Saber, A.N., 1972. Participação das Depressões Periféricas e superfícies aplainadas na Compartimentação do Planalto Brasileiro: Considerações finais, conclusão. Geomorfologia, São Paulo, 28:01-38.
- Almeida, F.F.M. – 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In.Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande, PB. Atas, Campina Grande, SBG, p.363-91.
- Alves, B.P., Guimarães, D. e Dutra, C.V., 1962. Petrologia e Geoquímica do Maciço de Matola, Bol. 112: 11-46. DFPM/DNPM. 43 p.
- Alves, B.P. – 1961. Distrito Petrográfico rádio-ativo do Matola. F.F.UFGM – Tese de Concurso, Belo Horizonte, 72p.
- Barbosa, O., 1954. Evolution du geossinclinal Espinhaço. International Geological Congress, 18, Alger. Sect. 13, P. 2-37.
- Barbosa, O. – 1958. Notas Geológicas e Geofísicas sobre o maciço de Matola, região de São João Del Rei – Minas Gerais, Brasil. Relatório inédito CNEN/PROSPEC, Serviço 106 PROSPEC; Rio de Janeiro.
- Bastos, A.A & Erichsen, A.I.,1927. Geologia da folha Barbacena. Rio de Janeiro, SGBM,17p. (Bol, 27).
- Brandalise, L.A. – 1971. Projeto Folha do Rio de Janeiro; geologia preliminar da região meridional de Minas Gerais na escala 1:250.000. Belo Horizonte, DNPM/CPRM, (inédito).
- Brandalise, L.A.; Pinto,C.P; Viana, H.S.; Bruno, E.M. & Zucchetti,M. - 1992. Província Alcalina da Mantiqueira, Serra da Mantiqueira, MG. 60 Simp. Geol.M.G., Ouro Preto, Nov/1991.
- Brandalise, L.A. & Viana, H.S. – 1993. Programas e levantamentos Geológicos básicos do Brasil; carta geológica, carta metalogenética/Previsional – escala 1:100.000 (Folha Rio Pombo, SF.23-X-D-I) Estado de Minas Gerais. DNPM/CPRM.
- Coutinho, J.M.V., 1962. O Gnaisse Alcalino da Serra do Matola. São João Del Rei – MG. Tese de Livre Docente, USP, Fac. Ci. Letr., 86p.
- Deer, W.A., Howie, R.A. e Zussman, J. 1985. An Introduction to the Rock Forming Minerals, Longman Group Ltd.
- Derby, O.A., 1906. The Serra do Espinhaço, Brasil. J. Geol., Chicago, 14(5): 374-401, jul/ago.

- Ebert, H., Guedes, S. V., Gomes, F. A. – 1958. Levantamento geológico-geofísico da região de São João Del Rey, estado de Minas Gerais, Brasil. Rio de Janeiro, PROSPEC, 144p.
- Ebert, H. – 1956 . Seção de Petrografia. In: Brasil.- 1956. Divisão de Geologia e Mineralogia, Relatório Anual do Diretor. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, p.97-107.
- Ebert, H. – 1967. A estrutura pré-Cambriana do Sudoeste de Minas Gerais e áreas adjacentes. B. Paranaense de Geociências, Curitiba, 26:42-4.
- Ebert, H. – 1968. Ocorrências de Fácies Granulíticas no sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependências da Estrutura Orogênica; hipótese sobre sua origem. An. De Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 40:215-29. (Suplemento).
- Ebert, H. – 1971. Os Paraibides entre São João Del Rei, Minas Gerais e Araxáides. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25, São Paulo, 1971. Resumo das comunicações, São Paulo, SBG, P. 177-78.
- Ebert, H. – 1956a. Pesquisas geológicas na parte Sudeste do estado de Minas Gerais. In: Brasil. Divisão de Geologia e Mineralogia, Relatório Anual do Diretor, 1955. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, p.62-81.
- Erichsen, A. I.1929. Geologia da Folha de S. João d’El Rey, Estado de Minas Geraes. SGMB, M.A., Bol. 36, 26p.
- Guimarães, D. – 1937. Contribuição à Metalogênese do Maciço Brasileiro. Rio de Janeiro, SGMB, 17. 86 p. (Boletim, 16).
- Guimarães, D., 1956. Rocha torífera do Onça, sul de São João del Rei, MG. Eng. Min. Metalurgia, vol. 23, n. 137, p. 231.
- Guimarães, D. ,1960. Uma singular variedade de escarnito. Anais Acad. Bras. Ciencias, vol. 32, n. 2, p. 231-235.
- Guimarães, D. e Dutra, C.V. - 1962. Contribuição à Geoquímica das Rochas Alcalinas do Brasil. Bol. 112, DFPM/DNPM. 43 p.
- Haralyi, N.L.E. & Hasui, Y. – 1985. Ensaio sobre a estruturação crustal do estado de Minas Gerais com base na informação geofísica e geológica. In: Contribuições á geologia e à Petrologia. Belo Horizonte,SBG/CBMM, P. 71-93.(Boletim Especial SBG – Núcleo de Minas Gerais.)
- Hemley, J.J. e Jones, W., 1964. Chemical aspects of hydrothermal alteration with emphasys on hydrogen metasomatism. Econ. Geol., 59, p. 538-569.

- King, L.C. – 1956. A geomorfologia do Brasil Oriental. Rio de Janeiro, IBGE, 1975. 265 p.il. (separate da R. Brasileira de geografia, Rio de Janeiro, v. 18, n.2, abr./jun.1956).
- Paciullo., J.V.P. - 1980. Mapeamento Geológico-Estrutural da Área de Minduri, Minas Gerais. Tese de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro.
- Pinto, C.P. – 1995. Petrologia de Rochas Alcalinas, Cálcio-Alcalinas e Toleíticas da Serra da Mantiqueira em Minas Gerais – Brasil. Tese de Mestrado, UFMG.
- Pires, F.R.M., Torres, M.G. – 1996. Bonfim Complex – A modelled metamorphic Core Complex? : 30 Simp. Craton do S. Francisco, Anais.
- Pires, F.R.M. – 1979. Structural Geology and Stratigraphy at the Junction of the Curral Anticlinal and the Moeda Syncline, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil, 244p, PhD thesis presented at the Michigan Technological University.
- Raposo, F.O. – 1991. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil; Carta geológica, Carta Metalogenética/previsional – escala 1:100.000 (Folha Rio Espera, SF. 23-X-B-IV) Estado de Minas Gerais – DNPM/CPRM.
- Ribeiro, A., - 1980. Mapeamento Geológico-Estrutural da Área de Itumirim, Minas Gerais. Tese de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro.
- Rosier, G.F. – 1951. Estado do Rio de Janeiro. In: Brasil. DNPM/DGM. Relatório Anual do Diretor, Rio de Janeiro, DNPM, 1952.p.28-30.
- Rosier, G.F. – 1957. A geologia da Serra do Mar entre os picos de Maria Comprida e do Desengano (estado do Rio de Janeiro). B. Div. Geol. Mineral, Rio de Janeiro, 166:1-58.
- Schorscher., H.D. – 1979. Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento arqueano do quadrilátero Ferrífero. An. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro,51(4): 767-8.
- Silva, J.N. – 1978. Projeto Mantiqueira-Furnas; relatório final. Belo Horizonte, DNPM/CPRM, V. 1.
- Silva, S.L. da; - 1982. Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais (Folha SF.23-X-C, Barbacena), escala 1:250.000; texto e mapas. Belo Horizonte, DNPM/CPRM.
- Trouw, R.A.J., Ribeiro,A., Paciullo,F.V.P. – 1986. Contribuição á geologia da folha Barbacena – 1:250.000. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Anais Goiânia, SBG, 1986, v.2,p.974-86.o
- Trouw, R.A.J., Ribeiro,A., Paciullo,F.V.P. – 1983. Geologia Estrutural dos grupos São João Del Rei, Carrancas e Adrelândia, Sul de Minas Gerais. An. Acad. Brasil. Ciênc., 55 (1).

Viana, H.S. – 1991. Programa Levantamentos Geológicos básicos do Brasil; carta geológica, carta metalogenética/ previsional – escala 1:100.000 (Folha Barbacena SF.23-XC-III), Estado de Minas