

ASPECTOS METAMÓRFICOS DA FORMAÇÃO LAFAIETE EM
MORRO DA MINA, DISTRITO DE LAFAIETE, MG

M. A. F. CANDIA / V. A. V. GIRARDI
Departamento de Mineralogia e Petrologia

ABSTRACT

M. A. F. Candia and V. A. V. Girardi – The Lafaiete Formation at Morro da Mina, Lafaiete District, Minas Gerais: Metamorphic Aspects – Bol. IG, Instituto de Geociências, V. 10 : 19 - 30, 1979

The Lafaiete Formation of Minas Gerais, SE Brazil, as exposed at the Morro da Mina mine, near to the city of Conselheiro Lafaiete, presents three major lithostratigraphic units. The lowest stratigraphic sequence exhibits mainly amphibolites and amphibole schists, while the upper section presents amphibole – garnet and garnet schists with one minor interbedded quartz-feldspathic lense, as main rock types. The middle section, very uneven but on the average with about 20 meters thickness, is predominantly a silico-carbonatic protore; its contacts with the upper and lower sections are gradational and characterized by garnet-rich horizons. Rhodochrosite, spessartite and tephroite are the main components of the silico-carbonatic protore.

Metamorphosed graphite and sulfide-rich layers are found throughout the entire metasedimentary sequence and suggest that the original depositional environment was chemically reducing.

On textural grounds several metamorphic crystallization episodes can be observed. The first event, under amphibolite facies conditions, controlled the development of at least two recrystallization phases. The first phase is synkinematic and contemporaneous to the major deformation affecting the Lafaiete Formation, and characterized by crystallization of the foliation forming minerals (especially micas and amphiboles) and of snowball garnet. The development of non-rotated border zones of snowball garnets and the crystallization of a second generation of porphyroblastic biotites and amphiboles, now growing at an angle to the foliation, occurred postkinematically, and texturally characterizes the second growth phase. A mild late metamorphic event controls retrogressive reactions such as partial breakdown of plagioclase into albite plus epidote, chloritization of amphiboles, garnets and biotites, and the formation of Mn-Cumingtonite at the expense of primary tephroite. A comparison of the geological characteristics at Morro da Mina (Minas Gerais) and Serra do Navio (Amapá, N Brazil) shows that both deposits present several characteristics in common, thus suggesting originally similar depositional environment. Polymetamorphism is also a common feature in both regions.

RESUMO

Na jazida de Morro da Mina – Distrito de Lafaiete (MG), a Formação Lafaiete de idade pré-cambriana, é constituída por um pacote metassedimentar intensamente dobrado. A seqüência de base é formada essencialmente por anfíbolitos e anfibólio xistos; a de topo principalmente por

granada-biotita e anfíbólio-granada-biotita xistos, aos quais se intercalam, subordinadamente xistos quartzo-feldspáticos. Entre ambas ocorre camada de rochas manganíferas, de espessura extremamente variável, cujo valor médio se situa em torno de 20 m. Mineralogicamente tais rochas são formadas principalmente por carbonato (rodocrosita), granada (espessartita) e olivina (tefroitita) e constituem o protominério sílico-carbonático de manganês. Os contatos dessa camada com as encalxantes superiores e inferiores são gradacionais, com o conspícuo desenvolvimento de níveis granatíferos nas zonas de transição. A presença de intercalações grafitosas em todo o pacote, assim como a de sulfetos, indica ambiente deposicional redutor. O primeiro evento metamórfico a atingir a área foi de grau médio (fácies anfíbolito). Distinguem-se nesse evento duas fases de recristalização: a primeira, de caráter sincinemático, simultânea à atuação dos esforços tectônicos que provocaram os dobramentos predominantes na Formação Lafaiete, e a segunda, de cunho pós-cinemático. São característicos da primeira fase os minerais responsáveis pela nítida xistosidade de anfíbolitos e xistos (anfíbólios e biotitas), assim como granadas do tipo "snow ball" ou com duas fases de crescimento (núcleo sincinemático e borda pós-cinemática). Da segunda fase ressalta-se principalmente o crescimento das bordas granatíferas assinaladas, além de fenoblastos de anfíbólios e biotitas, comumente poiquiloblásticos, desenvolvidos a forte ângulo com a xistosidade. O segundo evento metamórfico, de natureza regressiva e distribuição irregular na área, teve importância subordinada. As principais reações envolveram formação de albita mais epidoto ou de sericita a partir de plagioclásio cálcico, e de clorita a partir de anfíbólios, granadas e biotitas. Também cummingtonita manganífera proveniente de olivina (tefroitita) e leucoxênio, originado de ilmenita, pertencem a este evento. Finalmente, são efetuadas comparações entre as principais feições geológicas entre as jazidas de Morro da Mina (MG) e de Serra do Navio (Amapá) assinalando-se a presença de várias características semelhantes, que poderiam indicar condições de deposição semelhantes, tais como composição do protominério e seqüências litoestratigráficas; além da presença de fenômenos polimetamórficos em ambas as regiões.

INTRODUÇÃO

O Distrito de Lafaiete (MG) tem sido objeto de vários estudos geológicos. Tal fato deve-se à sua importância econômica. Com efeito, este Distrito e o de Serra do Navio (Amapá) constituem as duas principais áreas produtoras de manganês do país.

Das centenas de depósitos existentes no Distrito de Lafaiete, a jazida de Morro da Mina, próxima à cidade de Conselheiro Lafaiete, é, indubitavelmente, a de maior porte, e à qual se refere a maioria das publicações.

Vários tipos de estudos geológicos foram realizados nessa jazida: as pesquisas pioneiras, desenvolvidas por Derby (1901, 1908), Hussak (1906), Guimarães (1929, 1935), Park et al

(1951), Dorr et al (1958), visaram caracterizar a distribuição geológica das camadas de manganês no distrito, bem como elucidar sua gênese.

Horen (1953) destacou com grande propriedade a origem sedimentar das rochas manganíferas. Segundo este autor os sedimentos primários constituir-se-iam de camadas de carbonatos de manganês, "chert" aluminoso e argilitos, depositados em ambiente redutor, como atesta a conspícua presença de grafita e sulfetos primários nessas rochas. À rocha metamórfica derivada destes sedimentos manganíferos designou genericamente de protominério sílico-carbonático de manganês. Tal nomenclatura afigura-se muito feliz, pois expressa claramente a composição do minério e suas variações químicas e mineralógicas

gradacionais. Ela será utilizada no presente trabalho ao invés dos polêmicos termos que-luzito (Derby, 1901) e gondito (Fermor, 1909).

De âmbito mais regional, o estudo de Ebert (1963) abrange a região do Distrito de Lafaiete, estendendo-se para SW até o Rio das Mortes. Este autor classifica os depósitos de manganês pré-cambrianos de acordo com a idade: os mais antigos, pertencem à Série Barbacena; os mais recentes incluem-se na Série Minas, situando-se os de idade intermediária, na Formação Lafaiete. Tal Formação é constituída por uma seqüência de rochas que vinha sendo incluída anteriormente na Série Minas. Sua idade pré Minas foi reconhecida simultaneamente por Ebert (op. cit.) e Dorr et al. (1956). Estes últimos autores porém, não a separaram da Série Barbacena, atribuindo a todo o pacote a denominação de "xistos pré-Minas".

No presente trabalho, adota-se para a seqüência de rochas às quais pertence o protominério de manganês da jazida de Morro da Mina, a denominação de Formação Lafaiete.

Bittencourt (1973) e Melfi et al. (1975) estudaram os processos de alteração superficial do protominério, sua evolução geoquímica e mineralógica que culminou com a formação do minério oxidado, última fase da evolução da jazida.

Análise inicial da associação mineralógica desenvolvida no protominério sílico-carbonático foi efetuada por Peters et al. (1974), através de trabalho de cunho teórico, e por Coutinho et al. (1976).

O presente trabalho tem como objetivos reestudar a seqüência estratigráfica e litológica de Morro da Mina e caracterizá-la à luz de análise pormenorizada; elucidar a seqüência de eventos metamórficos que ocorreram na área, atingindo protominério e rochas encaixantes, e caracterizar os graus metamórficos atingidos durante tais eventos. Finalmente são tecidas algumas comparações entre as observações efetuadas nesta e na jazida de Serra do Navio (Amapá).

GEOLOGIA LOCAL

O presente estudo, efetuado através da análise de furos de sondagem existentes e de

amostras de superfície, mostrou que, em Morro da Mina, a Formação Lafaiete é constituída por um pacote de rochas intensamente dobradas, na qual são distinguíveis as seguintes unidades (Fig. 1):

- a) a seqüência de base, constituída essencialmente por anfibólitos e anfibólio-xistos, de granulação fina a média e foliação bem desenvolvida, ocorrendo intercalações grafitosas e outras ricas em epidoto.
- b) sobreposta à seqüência basal ocorre camada de protominério sílico-carbonático, de aspecto geralmente maciço, cor cinza escuro a róseo, podendo por vezes apresentar bandamento devido à variação de composição. Possui espessura variável, com valores mínimos de alguns metros, e máximos não ultrapassando 60 m. Os valores médios situam-se ao redor de 20 metros.
- c) a seqüência do topo é constituída essencialmente por xistos, de granulação fina e foliação conspícua, com intercalações grafitosas e presença esporádica de bandamento composicional.

A transição entre o protominério e suas encaixantes ocorre através de intercalações de camadas de pequenas espessuras de xistos e anfibólitos no protominério, gradativamente mais espaçadas até atingir-se o corpo de protominério mais contínuo e homogêneo. Nestas zonas de transição desenvolvem-se principalmente horizontes granatíferos, ocorrendo anfibólitos e/ou quartzo subordinadamente.

A feição estrutural dominante exibida pela Formação Lafaiete em Morro da Mina consiste numa seqüência de sinclinais e anticlinais cujo plano axial apresenta direção geral para NW e mergulho alto para SW. O eixo dos dobramentos apresenta caimento regional para SE. A direção das camadas (protominério e encaixantes), medida nos flancos das dobras, varia de N 35 W a N 50 W, com mergulhos verticais a sub-verticais de SW a NE. Relacionado a estas estruturas maiores, ocorre um conjunto de dobras menores. São dobras de arrasto (parasitas), que consistem de anti-

cliniais e sinclinais apertados, dentro da estrutura maior, cujo plano axial é paralelo aos dobramentos principais.

Dobramento posterior e de importância nitidamente subordinada é descrito por Horen (1953). As dobras desta segunda fase tectônica apresentam plano axial com a direção NE e mergulho alto para SE.

A seqüência de rochas é cortada por diques graníticos e pegmatíticos de alguns metros de espessura. O pacote é seccionado por sistema de juntas, bem ressaltado na camada de protominério, face a seu preenchimento por rodocrosita secundária, rodonita e mncumingtonita. Cizalhamentos tem caráter local na área, não se registrando falhas de grande extensão.

MINERALOGIA E PETROGRAFIA

A descrição petrográfica das unidades lito-estratigráficas existentes denota a existência de várias fases de crescimento de minerais. Neste capítulo tais fenômenos serão apenas citados. Suas relações com o tectonismo e graus metamórficos atingidos serão objeto do item relacionado a metamorfismo.

Seqüência Basal

A seqüência basal consiste principalmente de anfibolitos granatíferos, que, com aumento gradativo de biotita, dão lugar a granada-biotita-anfibólio xistos. Intercalações ricas ora em grafita, ora em epídoto, ocorrem em ambas as rochas. Foram também observadas, embora mais raras, intercalações xistosas constituídas por granada-biotita-muscovita-quartzo-xistos.

A associação mineralógica comum dos anfibolitos inclui hornblenda verde, plagioclásio An₃₀ e granada. Quartzo é subordinado, ocorrendo acessoriamente biotita, ilmenita, leucóxênio, titanita e sulfetos. Os anfibólios constituem os minerais predominantes nesta litologia e caracterizam-se por possuírem duas fases de crescimento. Na primeira desenvolveram-se hornblendas nitidamente nematoblásticas, que imprimem xistosidade à rocha. A segunda fase é constituída por hornblendas

discordantes dessa orientação. (Fotomicrografia 1). São comumente poiquiloblásticas, por vezes portadoras de textura helicética. Também na granada duas fases de crescimento são visíveis — ocorrem ora sob forma de fenoblastos, cujo núcleo possui inclusões de minerais pré-formados e bordas límpidas com tendência idioblástica, ora totalmente poiquiloblásticas. Às bandas máficas alternam-se camadas claras formadas por mosaico de plagioclásio e quartzo que também tendem a se alongar concordantemente à xistosidade.

Raros anfibolitos contém, além dos minerais acima mencionados, clinopiroxênios (augita-diopsídio) cuja transformação parcial em anfibólios é claramente visível.

Aumento na proporção modal de biotita, imprimindo juntamente com hornblenda, nítida xistosidade às rochas, ocasionam o aparecimento de granada-biotita-anfibólios xistos. A exemplo de anfibólios e granadas, também biotitas exibem duas fases de crescimento, sendo a primeira responsável pela xistosidade das rochas, e a segunda por fenoblastos discordantes. Carbonatos e turmalina foram também observados em amostras deste grupo.

As intercalações ricas em epídoto mostram que também este mineral apresenta duas fases de crescimento, sendo a segunda, constituída por prismas discordantes da xistosidade, a mais abundante. Além de epídotos primários, que constituem as gerações acima relacionadas, ocorrem os secundários, resultantes de retrometamorfismo. Neste caso tais minerais originam-se a partir de plagioclásios cálcicos, constituindo inclusões em albita. Além dessa, outras reações, tais como sericitização de feldspatos, cloritização de granadas e biotitas e transformação de ilmenita em leucóxênio, constituem outros efeitos do fenômeno retrometamórfico, cuja intensidade é variável na área em questão.

Protominério Sílico-Carbonático de Manganês

O protominério sílico carbonático de manganês apresenta variações de composição desde extremamente silicáticas, a carbonáticas, existindo variações gradativas entre estes tipos. Estas variações são causadas por diferenças na composição do sedimento original, e

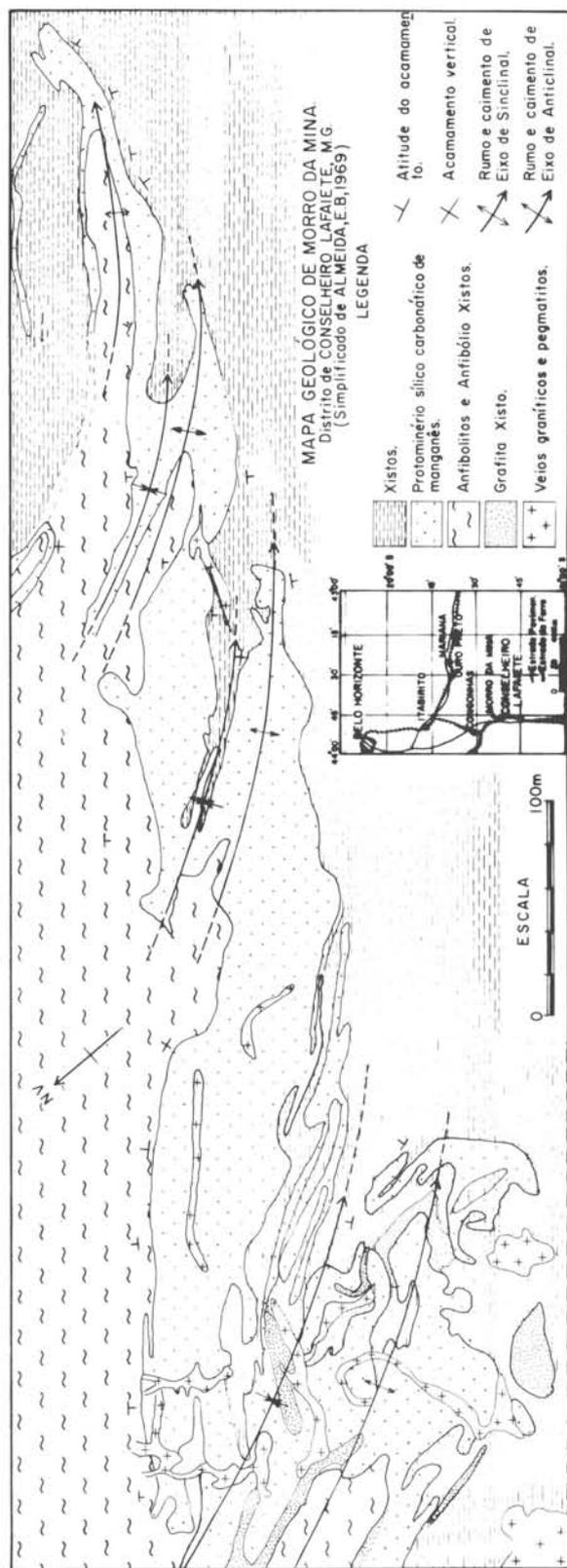


FIGURA 1

Mapa geológico de Morro da Mina, Distrito de Lafaiete, MG, com a distribuição das principais litologias e feições estruturais (simplificado de Almeida, E. B. de, 1969).

que se refletem nas associações mineralógicas desenvolvidas no metamorfismo.

Associações essencialmente silicáticas têm importância muito restrita e se constituem por granada (espessartita) quartzo e/ou piroxenóides e/ou anfibólios.

O protominério sílico-carbonático de manganês propriamente dito, largamente predominante na jazida, apresenta a seguinte associação mineralógica: carbonato (rodocrosita), granada (espessartita) e olivina (tefroita), ocorrendo como acessórios comuns-grafita, pirofanita, apatita e sulfetos. Anfibólios, do tipo cummingtonita manganésifera, ocorrem esporadicamente, sendo sua origem proveniente da olivina por retrometamorfismo.

A textura predominante no protominério é granoblástica, caracterizada também pela tendência dos minerais, principalmente carbonatos a se orientarem conforme a direção da xistosidade das rochas encaixantes. As granadas são sub-milimétricas, geralmente ostentando inclusões de grafita e carbonato no núcleo. A existência de grande número de núcleos de cristalização provavelmente impediu o desenvolvimento de cristais maiores que, se presentes, poderiam fornecer maiores subsídios para interpretações texturais. De modo geral as olivinas desenvolvem fenoblastos poiquiloblásticos. Englobam carbonato e granadas e orientam-se discordantemente da xistosidade principal, sem perturbá-la. Tal fato sugere que seu crescimento prolongou-se após a formação da xistosidade, continuando a se desenvolver em fase posterior. (Fotomicrografia 2).

Como característica geral nota-se que os minerais apresentam granulação mais grosseira nas áreas (ou faixas) onde a grafita está ausente ou escassa, e granulações mais finas onde esta é mais abundante. Segundo Spry (1976), a presença de grafita inibiria um maior crescimento dos minerais, o que poderia explicar as sensíveis diferenças na granulometria em faixas mais ou menos ricas em grafita.

Além dos minerais citados, observa-se também a presença de bementita, neotocita e óxidos de manganês, todos de origem secundária.

Piroxenóides (rodonita e piroxmangita) não participam normalmente da paragênese do protominério propriamente dito. A presen-

ça de tefroita no lugar de piroxmangita em associação com carbonato, indica que as condições de temperatura, pressão total e pressão de CO₂ atingidas durante o metamorfismo, ultrapassam as condições de estabilidade do piroxenóide.

As paragêneses desenvolvidas no protominério propriamente dito, bem como nas variações mais silicáticas, podem se desenvolver em iguais condições de temperatura e pressão total, sendo as diferenças nas associações paragenéticas, causadas por diferenças na composição inicial do sedimento e na P_{CO₂} (Candia et al., 1975).

Seqüência de Topo

A seqüência de topo é constituída essencialmente por granada-biotita e anfibólio-granada-biotita xistos, aos quais se intercalam subordinadamente os xistos quartzo-feldspáticos. Plagioclásio (An₃₀), quartzo, clorita, titanita, ilmenita, leucóxênio e opacos (grafita e sulfetos) ocorrem em ambas as associações. A presença da grafita pode ser localmente importante, de molde a gerar horizontes grafitosos. Epidoto aparece somente nos xistos portadores de anfibólio. Em ambos os tipos litológicos ocorrem bandas alternadas quartzo-feldspáticas granoblásticas e as constituídas por biotitas e/ou anfibólios de textura lepidoto ou nematoblástica. Biotitas e granadas evidenciam duas fases de crescimento. Nas biotitas, o fenômeno é evidenciado em razão da presença de minerais orientados segundo a xistosidade principal (1ª fase), e dos discordantes, por vezes com tendências porfiroblásticas (2ª fase). As granadas ocorrem comumente como fenoblastos que, quando não alterados, exibem dois estágios de crescimento. Os núcleos contêm inclusões de biotitas da 1ª fase. As granadas são do tipo "snow ball", indicando crescimento simultâneo de hóspedes e núcleo granatífero durante o crescimento, e rotação deste. (Fotomicrografia 3). Em algumas amostras é visível um segundo estágio de formação de granada, evidenciado através da formação de bordas límpidas, isentas de inclusões e com tendências idioblásticas (Fotomicrografia 4).

Nos xistos portadores de anfibólio (tremolitas), nota-se que tais minerais desenvolveram-se na 2ª fase de crescimento, visto serem prismas idiomorfos e comumente poiquiloblásticos discordantes da xistosidade principal e com texturas helicíticas. Epidotos primários também ocorrem nestas rochas e parecem pertencer principalmente à 2ª fase de cristalização.

Os efeitos retrometamórficos, de distribuição heterogênea na área, são bem observados. Granadas foram comumente atingidas, ocorrendo diferentes estágios de cloritização, que pode ser muito intensa, resultando assim, pseudomorfos completamente substituídos, nos quais quartzo pode acompanhar clorita. Biotitas também estão cloritizadas, assim como anfibólios. O fenômeno manifesta-se nos plagioclásios através da formação da associação albita e epidoto (saussuritização) ou através de sericitização. Leucoxênio é gerado por ilmenita.

O aumento de quartzo e feldspato em determinados horizontes da seqüência de topo, dá lugar ao aparecimento de xistos nos quais quartzo e plagioclásio (An₃₀) são predominantes, ocorrendo biotita subordinada. Nestas rochas ocorrem também evidências retromórficas associadas a efeitos cataclásticos. Intercalações de muscovita-xistos foram também observadas. Nestas rochas, granada pode ocorrer como acessório. Também neste caso micas e granadas mostram duas fases de crescimento.

Cumpra também assinalar a presença de rochas graníticas cortando o pacote metamórfico. São comuns, nestas rochas evidências de cataclase e retrometamorfismo.

METAMORFISMO

Origem das rochas

As evidências geológicas, petrográficas e mineralógicas observadas indicam que a seqüência metamórfica de Morro da Mina originou-se essencialmente de pacote sedimentar. A origem metassedimentar do protominério de manganês é evidente, já tendo sido descrita por outros autores (Horen, 1953).

A presença de grafita e sulfetos indica ambiente redutor, excluindo-se assim a possibilidade de deposição de manganês sob a forma de óxidos primários de manganês. A seqüência do topo sugere origem a partir de sedimentos bandados, cuja composição incluiria os de natureza quartzo-feldspática, provavelmente provenientes de antigas margas cuja variação química composicional é demonstrada ora pela presença de associações mais cálcicas, incluindo tremolita e plagioclásio, ora pela existência de assembléias mais pelíticas, caso específico das intercalações onde muscovita é predominante. A presença de ambiente redutor é confirmada também nessas rochas em razão da presença de intercalações grafitosas.

Dúvidas poderiam existir em relação à seqüência da base. Alguns autores (Horen, 1953; Dorr et al. 1958) interpretaram-na originalmente como sendo de origem ígnea. Embora não dispondo de análises químicas de determinados elementos, essenciais para tal tipo de estudo, acredita-se que as evidências existentes sugerem origem metassedimentar. Com efeito, é comum a transição de anfibolitos nematoblásticos para xistos, dentre os quais ocorrem os constituídos por granada-muscovita e biotita e quartzo. Horizontes grafitosos gradacionais foram observados. Assinala-se também a presença de turmalina como acessório assim como a existência de carbonato primário recristalizado em granada-biotita-anfibólio xistos.

O mesmo tipo de comportamento, através de intercalações gradacionais, observado nas zonas de transição (superior e inferior) do protominério, já descrito no capítulo de geologia local, é também condizente com provável origem metassedimentar. Some-se a esse fato a ausência de texturas ígneas palimpsesticas. A única exceção passível de dúvida foi assinalada em razão da ocorrência, em um dos furos, de horizonte restrito de anfibolito portador de diopsídio, no qual observa-se a reação de transformação de piroxênio em anfibólio. Trata-se porém de fato restrito e local, atribuível talvez a pequeno sill ou dique básico original.

TABELA 1
FORMAÇÃO DE MINERAIS DURANTE OS EVENTOS TECTO-METAMÓRFICOS

Formação dos minerais		1º evento: Fácies Anfibolito			2º evento: Retrometamorfismo
		Fase sincinemática	Fase pós-cinemática		
SEQUÊNCIA DE TOPO	Biotita				
	Granada				
	Quartzo				
	Oligocl. Andesina		---	---	
	Tremolita				
	Muscovita		---	---	
	Ilmenita		---	---	
	Titanita		---	---	
	Grafita		---	---	
	Sulfetos		---	---	
	Clorita				
	Albita				
	Epídoto	---	---	---	
	Sericita				
	Leucóxênio				
PROTOMINÉRIO	Rodocrosita		---	---	
	Granada (espass.)		---	---	
	Olivina (tefroita)				
	Pirofanita		---	---	
	Opacos		---	---	
	Piroxmangita/Rodonita		---	---	
	Mn-Cummingtonita				
SEQUÊNCIA DE BASE	Hornblenda				
	Oligocl. Andesina		---	---	
	Granada				
	Biotita				
	Quartzo				
	Epídoto	---	---	---	
	Muscovita		---	---	
	Grafita		---	---	
	Clorita				
	Albita				
	Leucóxênio				
	Ilmenita		---	---	
Sericita					

As fases metamórficas

Os aspectos mineralógicos e texturais das diversas litologias estudadas indicam a ocorrência de dois eventos metamórficos na área, o primeiro, de caráter progressivo, e o segundo, do tipo regressivo, de importância menor que o anterior.

O metamorfismo progressivo

Neste evento distinguem-se duas fases de recristalização nas rochas: a primeira, de caráter sincinemático, simultânea à atuação dos esforços tectônicos que provocaram os dobramentos predominantes da Formação Lafaiete, ocorrendo formação de anticlinais e sinclinais com plano axial de direção NW e mergulhos altos, com caimento regional SE. Começaram a se desenvolver nesta fase os minerais responsáveis pela nítida xistosidade dos xistos e anfíbolitos (anfíbólios e biotitas), assim como as granadas do tipo "snow ball" com crescimento sincinemático (sintectônico) ou com duas fases de crescimento (núcleo sincinemático e borda pós-cinemática).

A recristalização prosseguiu após cessarem os efeitos deformantes, ocorrendo então a 2ª fase de recristalização de cunho portanto pós-cinemático. Além das granadas já citadas anteriormente, são característicos desta fase, principalmente anfíbólios e biotitas que se desenvolveram a fortes ângulos com a xistosidade, possuindo caráter poiquiloblástico, com forte tendência a formas idioblásticas, que dificilmente seriam alcançadas caso ocorressem durante seu desenvolvimento, deformações e movimentações preferenciais (Tabela 1).

O grau metamórfico alcançado durante o primeiro evento corresponde ao médio (Winkler, 1974), ou seja, à fácies anfíbolito.

O metamorfismo regressivo

O metamorfismo regressivo, evidenciado pela formação dos minerais constantes da tabela 1 está provavelmente associado à 2ª fase tectônica evidenciada por dobras com

plano axial com direção NE e mergulho alto para SE (Horen, 1953). Este evento, de distribuição irregular, atingiu somente parte das rochas da área e sua importância é bem menor que a do evento anterior. Associada a esta fase ocorreram fenômenos de cisalhamento de extensão restrita e intensidade variável, cujo efeito foi, provavelmente, o de facilitar a percolação de água nas rochas, formando assembléias hidratadas e de baixo grau metamórfico. Dentre as reações mais comuns desta fase merece citação a formação de clorita a partir de anfíbólios, biotitas e granadas. Por vezes, quando da transformação de granadas, quartzo ocorre associado às cloritas. Também a transformação oligoclásioandesina em albita e epidoto, a sericitização dos plagioclásios, as formações respectivas de leucoxênio a partir de ilmenita e de cumingtonita manganésifera de olivina (tefroita) merecem menção. Como se acontecer na maioria das áreas atingidas por retrometamorfismo, é comum a ocorrência de assembléias em desequilíbrio.

As pequenas intrusões graníticas já mencionadas, mostram claramente terem sido atingidas pela diaforese.

SIMILARIDADES GEOLÓGICAS ENTRE AS JAZIDAS DE MORRO DA MINA (MG) E SERRA DO NAVIO (AMAPÁ)

Comparando-se as feições geológicas principais entre as duas mais conhecidas jazidas de manganês do Brasil, cumpre assinalar a existência de várias características semelhantes. Os dados relacionados à jazida do Amapá foram extraídos de Scarpelli (1966, 1973).

- a) A composição do protominérios: As associações mineralógicas em ambas as jazidas são essencialmente as mesmas. Ambas são protominérios silico-carbonáticos, apresentando principalmente rodocrosita, espessartita e tefroita, ocorrendo grafita como acessório constante.
- b) Ambas as seqüências estratigráficas de idade provavelmente pré cambriana, mostram na base de seqüência, a ocorrência de anfíbolitos, provavelmente de origem sedimentar, e no topo, xistos.

- c) Ocorreu polimetamorfismo nas duas regiões, embora de características diversas. Em ambos os casos, o grau metamórfico máximo alcançado não ultrapassa o de fácies anfíbolito.

Observa-se portanto, que ambas as jazidas, embora geograficamente muito distantes, possuem feições semelhantes, quer nos sedimentos originais, que poderiam indicar ambientes de deposição semelhantes, quer

na existência de vários eventos metamórficos posteriores.

Os autores do presente trabalho desejam chamar a atenção para tais características, pois acreditam que estes fatos possam se constituir subsídio para a execução de estudo detalhado para que se possa obter completo modelo de evolução destas e de outras jazidas manganêsíferas de características geológicas semelhantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Companhia Meridional de Mineração, na pessoa do Dr. Robert C. Dyer, que gentilmente colocou a disposição o material estudado, ao geólogo Oswaldo Obata pelo auxílio prestado no tra-

balho de campo inicial. Agradecimentos também são devidos aos professores José Moacyr Vianna Coutinho e José Vicente Valarelli pelas discussões no desenvolvimento do trabalho; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

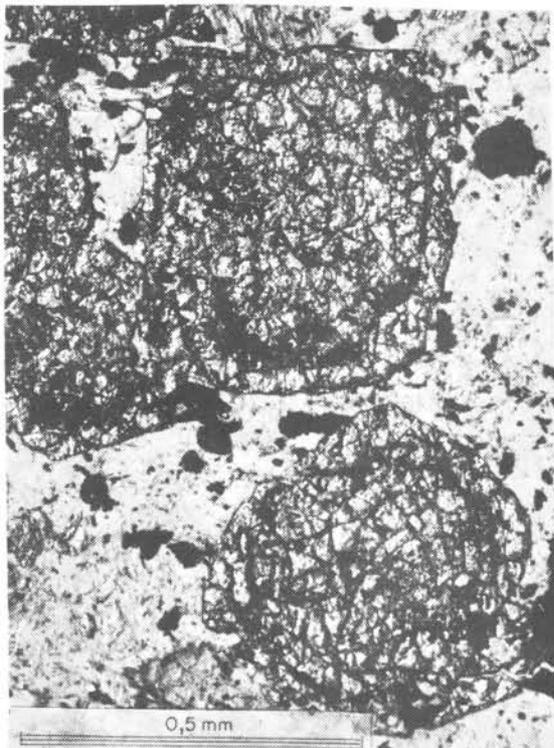
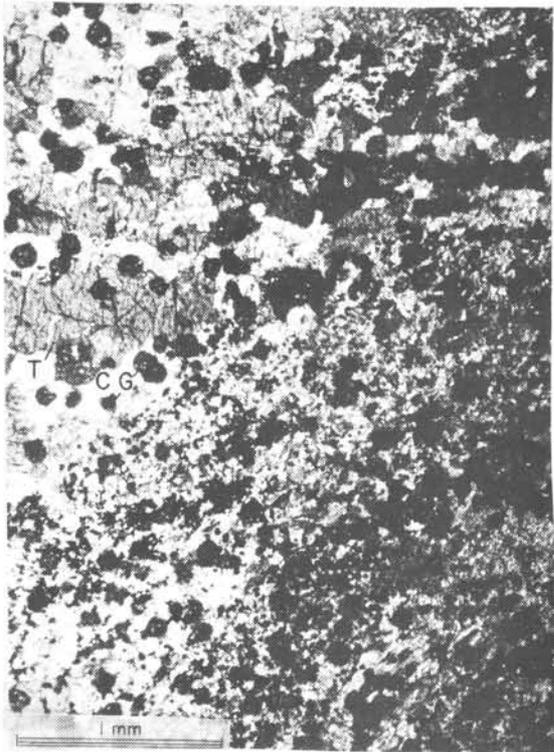
FOTOMICROGRAFIA 1 — Anfíbolito, Hornblendas apresentando 2 fases de crescimento: 1ª fase — hornblendas nematoblásticas (seções prismáticas orientadas, na foto, aproximadamente EW); 2ª fase: cristais de hornblenda discordante (seções transversais, mostrando 2 clivagens). Aumento 50 vezes. Polarizadores cruzados.

FOTOMICROGRAFIA 2 — Protominério sílico-carbonático de manganês. Fenoblastos poiquiloblásticos de olivina (tefrita, T) englobando granadas (G) e carbonato (C) (parte esquerda superior da foto) desenvolvendo-se discordantemente da xistosidade principal da rocha, evidenciada, na foto, pela orientação das bandas de opacos (NE). Aumento 39 vezes. Polarizadores cruzados.

FOTOMICROGRAFIA 3 — Granada biotita xisto. Fenoblastos de granada com inclusões de biotita (tipo snow ball). Biotita lepidoblástica da 1ª fase marca a xistosidade. Aumento 62,5 vezes. Polarizadores cruzados.

FOTOMICROGRAFIA 4 — Granada biotita xisto. Cristais de granada apresentando 2 fases de crescimento: núcleo com inclusões, correspondente à primeira fase, e desenvolvimento de segunda fase de crescimento evidenciada por bordas límpidas tendendo a idioblastos.

2



3

4

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, E. B. de - 1969 - Mapa geológico de Morro da Mina. Cia Meridional de Mineração. Inédito.
- BITTENCOURT, A. V. - 1973 - Contribuição ao estudo genético do minério de manganês de Conselheiro Lafaiete, MG. Tese de mestrado IG - USP (inédito).
- CANDIA, M. A. F., PETERS, T. e VALARELLI, J. V. - 1975 - The experimental investigation of the reactions $MnCO_3 + SiO_2 = MnSiO_3 + CO_2$ and $MnSiO_3 + MnCO_3 = Mn_2SiO_4 + CO_2$ in a CO_2/H_2O gasmixtures at a total pressure of 500 bars. *Contr. Mineral. Petrol.* 52, 261-266
- COUTINHO, J. M. V., PETERS, T, CANDIA, M. A. F. e VALARELLI, J. V. - 1976 - Mineralogical study of the main manganese carbonate-silicate protore (queluzites) from Brazil and their weathering products. 25th International Geological Congress-Australia 764-765.
- DERBY, O. A. - 1901 - On the manganese ore deposits of the Queluz (Lafaiete) District, Minas Gerais, Brazil. *Amer. Jour. Sci.*, 12, 18-32.
- DERBY, O. A. - 1908 - On the original type of the manganese ore deposits of the Queluz District, Minas Gerais, Brazil. *Amer. Jour. Sci.* 175, 213-216.
- DORR, J. V. N. II, COELHO, I. S. e HOREN, A. - 1956 - The manganese deposits of Minas Gerais, Brazil. XX Congr. Geol. Intern. Symp. Yacim. Mangan. 3, 279-346.
- DORR, J. V. N. II, HOREN, A., COELHO, I. S. - 1958 - Jazidas de manganês de Minas Gerais, Brasil. D.F.P.M., Bol. n^o 105, 95 p.
- EBERT, H. - 1963 - The manganese bearing Lafaiete Formation as a guide horizon in the pre Cambrian of Minas Gerais. *An. Acad. Bras. Ciências*, 35, 545-559.
- FERMOR, L. L. - 1909 - The manganese ore deposits of India. *Mem. Geol. Surv. India.* 37, 1158 p.
- GUIMARÃES, D. - 1929 - Sobre a gênese dos minérios de manganês do Distrito de Lafaiete. *Acad. Bras. Ciênc. Anais* 10, 179-182.
- GUIMARÃES, D. - 1935 - Contribuição ao estudo da origem dos depósitos de minério de ferro e manganês do centro de Minas Gerais, Brasil. D.F.P.M., Bol. n^o 8, 1-70.
- HOREN, A. - 1953 - The manganese mineralization at the Merid Mine, Minas Gerais, Brazil. These Ph. D. Harvard (inédito).
- HUSSAK, E. - 1906 - Uber die manganen erzlager Brazilien. *Zeit. F. Prakt. Geol.* Jg. 14, 237-239.
- MELFI, A. J. e BITTENCOURT, A. V. - 1975 - Evolução superficial das rochas manganésíferas de Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais, *Rev. Bras. Geoc.* 5, 85-98
- PARK, C. F., DORR, J. V. N. II, GUILD, P. W. e BARBOSA, A. L. M. - 1951 - Note of the manganese ores of Brazil. *Econ. Geol.* 46. 1-22.
- PETERS, T., VALARELLI, J. V. e CANDIA, M. A. F. - 1974 - Petrogenetic grids from experimental data in the system Mn-Si-C-O-H. *Rev. Bras. Geoc.* 4, 15-26.
- SCARPELLI, W. - 1966 - Aspectos genéticos e metamórficos das rochas do Distrito de Serra do Navio. *Avulso Dep. Nac. Prod. Min.* n^o 41 37-56.
- SCARPELLI, W. - 1973 - The Serra do Navio manganese deposit (Brazil). Genesis of pre Cambrian Iron and Manganese Deposits. *Proc. Kiev Symposium.* Paris - UNESCO, 217-228.
- SPRY, A. - 1976 - *Metamorphic textures.* Oxford. Pergamon Press.
- WINKLER, H. G. F. - 1974 - *Petrogenesis of metamorphic rocks*-Springer Verlag.