

PROTOMINÉRIO E MINÉRIO DE MANGANÊS DE ITAPIRA-SP

CONSIDERAÇÕES GENÉTICAS

César V. Veríssimo ⁽¹⁾ *

Peter C. Hackspacher ⁽¹⁾

José V. Valarelli ⁽²⁾

(1) DPM, Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP, Rio Claro - SP

(2) DMP, Instituto de Geociências - USP, São Paulo - SP

* Bolsista da FAPESP

ABSTRACT

The main occurrences of manganese protore and ores noticed in São Paulo state are associated with proterozoic metasediments of the Itapira Complex.

These rocks occurs as lenticular bodies stretched and disrupted by boudinage.

The erosion resistance allow to distinguish elongated little mounts on topography in agreement to regional trend of other Itapira lithologies.

The manganese ore have been formed by supergene enrichment from silicate protore (gondite type), composed by spessartite and quartz as essential minerals.

The Lithiophorite is a usual ore mineral of the Itapira manganese deposits, representing a intermediary phase on the cryptomelana formation. Its nucleation was supported by graphite, the source of the epitaxial growth, giving rise to "graphite-lithiophorite" lamellas.

The manganese ore of Itapira-SP presents lateral and vertical textural changes related to petrographic-geological features added to actuation of supergene factors.

On special conditions of redeposition of manganese oxide along fractures and vacants contains rise up to 45 percent Mn.

Preliminary works determine a total of 2.1 million tons of ore averaged about 23 percent Mn. By the Morro das Palmeiras, contents have found ranging from 23 to 38 percent Mn.

CONTEXTO GEOLÓGICO

São descritas ocorrências de gonditos e mineralizações de manganês, ao longo de toda porção Leste de São Paulo e Sul de Minas Gerais, associadas a litologias diversas, como corpos lenticulares de dimensões centimétricas a métricas, ou como corpos maiores de grande extensão, constituindo depósitos minerais de importância econômica.

A faixa tipicamente metassedimentar onde se distribuem essas ocorrências (Fig.1), é representada por rochas metamórficas do fácies anfibolito, com intrincado padrão estrutural. Predominam biotita hornblenda gnaisses e biotita gnaisses fortemente estirados e transpostos, exibindo estrutura bandada a fitada, localmente migmatizados.

Essas rochas são portadoras de granada e sillimanita (Zanardo, 1987; Oliveira *et al.*, 1986; Campos Neto & Vasconcelos, 1986; Hackspacher *et al.*, 1988) e enfeixam intercalações frequentes de xistos e quartzitos diversos, anfibolitos, rochas calciossilicáticas, gonditos, e mais raramente metaultrabásitos. Todos na forma de corpos lenticulares que variam de métricos até quilométricos, boudinados e rompidos.

Essas unidades, constituem como um todo, o "Complexo Itapira", considerando a ampliação da área de ocorrência do "Grupo Itapira" (Ebert, 1971) para sul e para norte, como proposto por Cavalcante *et al.* (1979), Batista *et al.* (1986), Oliveira *et al.* (1986), Hackspacher *et al.* (1988), e outros.

Outra associação litológica é representada por ortognaisses acinzentados, de composição tonalítica, finamente listrados, mostrando intensa transposição e migmatização, leucossomas estromáticos trondjemíticos, com ocorrências frequentes de granitóides diversos, metabásicas e metaultrabásicas. Essa associação, ocorre de maneira restrita, na forma de núcleos, envoltos pelos metassedimentos da associação descrita anteriormente; correspondendo, segundo Wernick *et al.* (1981) e Artur (1988), a uma unidade de infraestrutura, essencialmente ortometamórfica, que representaria o embasamento do Complexo Itapira.

Nos arredores de Itapira, o protominério de manganês ocorre em associação íntima com biotita e/ou hornblenda gnaisses e quartzitos do Complexo Itapira (Fig.2).

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A Área em estudo, se localiza na Província Geomorfológica I - Planalto Atlântico de Almeida (1964); mais especificamente na Zona da Serrania de Lindóia, definida por IPT (1981), como uma faixa de transição entre a Depressão Periférica, o Planalto de Jundiá, e o Planalto do Alto Rio Grande.

Regionalmente, predomina um relevo de morros, com elevações médias oscilando entre 700-800m e 900-950m, na forma de Morros Paralelos, Mares de Morros, Morros com Serras Restritas e Serras Alongadas. Os dois últimos, geralmente associados, correspondendo a relevos residuais sustentados por granitos e quartzitos, situados em cotas médias de 1.000 e 1.200m.

Especificamente nos arredores de Itapira, as áreas de ocorrência de biotita e/ou hornblenda gnaisses, micaxistos, anfibólitos e outras rochas menos resistentes, foram escavadas em vales subsequentes resultando em uma morfologia de morros de topos arredondados e vertentes com perfis convexos à retilíneos. As litologias quartzíticas, devido a maior resistência ao intemperismo e erosão, ressaltam na topografia, caracterizando pequenas serras e morros alongados, com cotas oscilando entre 700 e 800m, grosseiramente orientados segundo NE.

As ocorrências de gonditos e mineralizações de Mn associadas, à SE de Itapira, se apresentam morfologicamente, como pequenos morros individualizados na topografia, ligeiramente pediplanizados.

OCORRÊNCIAS DE Mn DE ITAPIRA(SP)

As principais ocorrências de protominério de manganês conhecidas no Estado de São Paulo, se localizam a SE da cidade de Itapira, na forma de corpos lenticulares pouco espessos, mas apresentando certa regularidade e continuidade lateral, estirados e rompidos por processo de boudinage (Hackspacher *et al.*, 1989).

São conhecidas quatro ocorrências principais: Morro das Palmeiras, Soares, São Roque e Córrego do Cocho, todas com a maior direção segundo NE, concordantes com o trend regional das encaixantes. A ocorrência mais significativa corresponde ao Morro das Palmeiras, caracterizada por duas lentes principais, dispostas lateralmente; com a lente maior medindo cerca de 1.200m de extensão e nunca ultrapassando os 100m de largura (Fig.2)

As lentes de gonditos ocorrem embutidas em biotita hornblenda gnaisses cinza esbranquiçados a cinza escuros do Complexo Itapira, constituídos essencialmente por quartzo, plagioclásio (Oligoclásio a Andesina sódica) e subordinadamente microclínio. Biotita ocorre como o máfico mais comum, seguida da hornblenda. Ocorrem ainda como acessórios comuns, granada, epídoto, zircão e apatita.

PROTOMINÉRIO DE MANGANÊS

O protominério que originou os depósitos manganésíferos a Sudeste de Itapira-SP, é essencialmente silicático, do tipo gondito, constituído de quantidades aproximadamente iguais de quartzo e granada, e subordinadamente grafita. A granulação varia de média a grossa, ocorrendo com certa frequência, concentrações localizadas de cristais euedrais, centimétricos de espessartita.

Cabe ser ressaltado que a análise mineralógica dos gonditos foi estudada com certa dificuldade, em face ao avançado estágio de alteração destas rochas. Mesmo as amostras aparentemente frescas mostram impregnações de óxidos de manganês secundários, tornando difícil precisar a composição original destas rochas, uma vez que nessas condições, outros minerais manganoanos menos estáveis que poderiam compor a paragênese primária, como anfibólitos, piroxênios ou micas, certamente foram destruídos, com seus elementos mais solúveis lixiviados.

Estas rochas apresentam uma textura caracteristicamente granoblástica, em mosaico de granada em relação ao quartzo. Algumas vezes fortemente orientada, formando bandas ou níveis de maior concentração de granadas, intercalados com níveis mais quartzosos.

ÓXIDOS DE MANGANÊS

Sob condições superficiais, ocorre a desestabilização da assembléia mineral do protominério, levando a lixiviação dos elementos de maior mobilidade (Na,Ca,K...); e a liberação do manganês contido na estrutura das granadas, e de outros silicatos manganoanos, eventualmente presentes. Nestas condições, as variações de Eh e pH controlam a neoformação dos óxidos e hidróxidos de manganês.

Além dos produtos comuns de alteração de espessartitas, como sílica, gibbsita e argilo-minerais, foram reconhecidas e caracterizadas por difração de raios-x, as seguintes fases minerais: pirolusita, criptomelana, e filomanganatos mostrando um padrão de raios-x com reflexões planas basais entre 10.0 e 5.0Å (Litioforita e/ou todorokita).

O termo todorokita foi originalmente empregado por Yoshimura (1934) para descrever uma fase mineral (Mn,Ba,Ca,Mg) $Mn_3O_7 \cdot H_2O$ ocorrendo naturalmente na Mina de Todoroki (Hokkaido-Japão). Fleischer & Faust (1963), descrevem o mineral Lítioforita (Al,Li) $MnO_2(OH)_2$, como sendo essencialmente um óxido de Al e Mn, com menor conteúdo de lítio.

Apesar da diferenciação entre os dois minerais por difração de raios-x, ser dificultada, em função da superposição de picos, pode-se assumir, considerando a composição simples do protominério (quartzo (SiO_2)+ espessartita ($Mn_3Al_2(SiO_4)_3$ +- grafita (C)), que a lítioforita representa a principal fase mineral presente no minério de Itapira.

A observação de lâminas delgadas e a análise de pó, por difração de raios-x, de seções polidas; permitiram caracterizar a relação íntima grafita/lítioforita, sugerindo epitaxia entre os minerais.

A lítioforita existente no minério de Itapira, representa uma fase intermediária na formação de criptomelana, a partir da alteração intempérica da espessartita, que lhe serve de fonte preponderante de manganês e de alumina.

Estas observações concordam com os trabalhos de Bittencourt (1973) e Valarelli *et al.* (1973).

A nucleação da lítioforita é facilitada pela presença de grafita, servindo de suporte epitáxico, dando origem a lamelas de grafita-lítioforita. A substituição da lítioforita por criptomelana provoca o encurvamento do conjunto "grafita-lítioforita", formando uma textura característica em "leque", idêntica à descrita anteriormente por Valarelli *et al.* (1982) para o minério de Maraú, BA.

Além da sequência de alteração acima, observa-se a formação de criptomelana diretamente da espessartita, e fases tardias de cripto-melana e pirolusita, comumente preenchendo fraturas ou vazios no minério, indicando solubilização parcial e reprecipitação local de Mn.

A Fig.3 mostra de forma resumida, a sequência de formação dos minerais de Mn., a partir da alteração do protominério de Itapira.

ASPECTOS TEXTURAIS DO MINÉRIO

Angeli *et al.* (1984) e Choudhuri *et al.* (1984) classificaram o minério de manganês de Itapira basicamente em dois tipos: minério maciço e tipo granzon. Identificaram ainda, diferentes texturas no minério maciço, descrevendo texturas mosqueada, bandada e botrioidal.

Adota-se aqui, os termos empregados por esses autores, com algumas modificações. Utiliza-se o termo "maciço" para o minério compacto, sem estruturação visível; e individualiza-se minério mosqueado, bandado, laminado e tipo granzon. A textura botrioidal ocorre secundariamente, ao longo de planos de fraturas e vazios, e pode estar associada tanto ao minério bandado como ao laminado. A desagregação e movimento de blocos de minério ao longo das encostas gera o minério rolado ou coluvionar.

Pode-se diferenciar os seguintes tipos de minério de Mn, que ocorrem de forma representativa nas ocorrências estudadas:

maciço - minério compacto, sem estruturação visível a olho nú, geralmente silicoso, e contendo quantidades variáveis de grafita. A análise química de uma amostra da Oc. do Córrego do Cocho (PCC-247), mostrou um teor de 14,4% de carbono (C).

bandado - alternância de bandas milimétricas brancas essencialmente silicosas, e bandas acinzentadas a amarronadas com óxidos e hidróxidos de manganês. Localmente observa-se nas bandas manganíferas, fraturas e cavidades cobertas por película de minerais oxidados de Mn apresentando textura botrioidal pouco desenvolvida

mosqueado ou manchado - presença de manchas brancas irregulares de caulinita, e manchas amarronadas manganíferas. Corresponde ao tipo de minério de menor densidade.

laminado - minério denso, geralmente de aspecto "cavernoso", com cavidades e fraturas preenchidas por solo areno-argiloso, amarronado. Apresenta laminação bem desenvolvida, forte brilho metálico, e contém frequentemente níveis secundários de criptomelana e pirolusita preenchendo pequenas fraturas.

tipo "granzon" - concentrações manganíferas na forma de pisólitos e oólitos variando de milimétricos até 1cm de diâmetro. Ocorrem dispersos em solo argiloso, castanho-avermelhado. Apresenta maior concentração e espessura na ocorrência do Córrego do Cocho.

A tabela 1 apresenta os resultados das análises químicas dos diferentes tipos de minério para 5 elementos. O minério laminado e "granzon" exibem, respectivamente, os maiores e menores teores de Mn. O minério rolado possui a maior variação de teores, uma vez que, resulta da degradação dos diferentes tipos de minério *in situ*.

A classificação apresentada é baseada nos aspectos texturais, mas guarda uma conotação genética e econômica, uma vez que, a interação dos fatores supérgeos com os geológicos-petrográficos do protominério (composição, granulometria, estrutura ...), condicionaram uma clara correlação teor versus textura.

CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

O Complexo Itapira, constituído de rochas gnáissicas aluminosas, quartzitos, gonditos, calciossilicáticas, mármore calcíticos..., corresponde a uma seqüência depositada na forma de sedimentos pelíticos e psamíticos, com porções restritas de sedimentos químicos depositados sobre um embasamento mais antigo. A presença de rochas metabásicas intercaladas às litologias, pode sugerir uma origem vulcano-sedimentar para a concentração de manganês nos sedimentos.

Sedimentos originais na forma de óxidos, pelo menos na região de Itapira são descartados, uma vez que as formações manganíferas de fácies óxido não contém material orgânico, o que dificilmente explicaria a presença da grafita no minério.

Os depósitos de manganês de Itapira constituem pequenas serras e morros alongados, ligeiramente pediplanizados, com cotas oscilando entre 700 e 720m de altitude. Representam, provavelmente, remanescentes locais da Superfície Sul-Americana, e sua fase mais significativa de enriquecimento supérgeno deve remontar dessa época.

Segundo observações de Choudhuri *et al.* (1984), a dinâmica das alterações teria iniciado provavelmente nos tempos cretácicos, devido a presença de "canais" no minério, interpretados, como resultado da atividade de stilotermítas, que foram posteriormente preenchidas por soluções de manganês provenientes da alteração superficial. Não ficou clara, entretanto, essa constatação, uma vez que apesar de não serem comuns no minério de Itapira grandes variedades de formas e hábitos minerais, são frequentes em fases residuais de manganês, descrições de hábitos aciculares e "estalactíticos", lembrando pequenos tubos de estrutura botrioidal, que se interligam e anastomozam.

A correlação da superfície onde se encontram as ocorrências de manganês, com a Superfície Sul-Americana de King (1956), como sugerido pelos mesmos autores, parece bastante provável, considerando as condições de estabilidade tectônica no Terciário Inferior, que favoreceram pediplanizações regionais e formação de depósitos residuais.

A observação de seções delgadas e polidas, auxiliadas por estudos de difratometria de raios-x, permitiram caracterizar, em linhas gerais, as diferentes fases minerais supérgenas presentes no minério de Itapira. Entretanto, uma correlação dessas fases, com os ciclos geomorfológicos, na tentativa de estabelecer uma cronologia relacionada aos eventos morfo-estruturais e morfo-climáticos regionais; se torna extremamente subjetiva, uma vez que, pequenas variações de Eh e pH, mesmo locais, no ambiente supérgeno, podem provocar solubilização parcial e redeposição de óxidos e hidróxidos de manganês.

Estudos de estimativa de reserva, apresentados em Angeli *et al.* (1984), definem um total de aproximadamente 2,1 milhões de ton. de minério, a um teor médio de 23%; com teores variando entre 23% à 38% de manganês para ocorrência de Morro das Palmeiras. Em locais onde houveram condições de redeposição de óxidos e hidróxidos de manganês ao longo de fraturas e vazios, ocorrem teores superiores a 45%.

O minério de manganês de Itapira possui variações texturais tanto na vertical como lateralmente, relacionadas a diferenças composicionais e texturais do protominério, que dificultam uma estimativa de reserva baseada nos valores médios de áreas de exposição das faixas mineralizadas.

A existência de uma relação íntima entre as diferentes texturas observadas e o teor de minério, aliada ao conhecimento do controle tectônico do protominério e do minério de manganês; viabilizam a lavra de Itapira, possibilitando uma seleção de áreas de predomínio de certos tipos texturais. A localização privilegiada da jazida, a cerca de 1,5 km da rodovia asfaltada e próxima ao centro consumidor, constitui um fator de extrema importância para a economicidade dos depósitos.

A blendagem dos diferentes tipos de minério tem fornecido teores superiores ou em torno de 28% de Mn, com valores de sílica, alumina e fósforo, dentro dos limites tolerados para fabricação de ferroligas na siderurgia. Este procedimento, garante a dilatação do período de vida útil da jazida, evitando a exaustão pela concentração da atividade de lavra na parte mais enriquecida do minério, que representa, segundo trabalhos anteriores, cerca de 30% da jazida.

Agradecimentos

Ao Deptº de Física e Ciência dos Materiais na pessoa da Dra. Ivone Mascarenhas (USP-São Carlos), e a UNESP/IGCE-Rio Claro; que viabilizaram, respectivamente, as análises de difratometria de raios-x e parte das análises químicas. Ao prof Dr. Néelson Angeli (UNESP), pelo acompanhamento e interesse durante as diferentes etapas de trabalho. Aos técnicos José Augusto (USP-São Carlos) e João Batista de Sousa (IG-USP), pelas análises

de difração de raios-x. A Mineração Itapira LTDA (MIL) nas pessoas do empresário Gustavo Sartori e do técnico Valmir Souza, pelo apoio na execução do trabalho, fornecendo resultados de análises químicas e facilitando o acesso às frentes de lavra.

Este trabalho foi desenvolvido com apoio e suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, a quem estendemos os nossos agradecimentos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M. de. 1964. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. Bol.Inst.Geogr.e Geol. São Paulo, 41:169-263.
- ANGELI, N.; CARVALHO, S.G. de; OLIVEIRA, M.A.F.de; CHOUDHURI, A. & SARAGIOTTO, J.A.R. 1984. Caracterização das ocorrências de minério de manganês em parte da porção nordeste do Estado de São Paulo. In: Congr. Bras. Geol. 33, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro, SBG .v.3.p, 3710-3723.
- ARTUR, A.C. 1988. Evolução policíclica da infra-estrutura da porção sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, IGUSP, São Paulo, 231p.
- BATISTA, J.J.; SIMÕES, L.S.A., OLIVEIRA, M.A.F. de & SOUZA FILHO, E.E. de. 1986. Folha de Jundiaí- Carta Geológica do Estado de São Paulo, 1:50.000. Relatório Final, Conv.IGCE-UNESP/PRÓ-MINÉRIO, Inédito, 124p
- BITTENCOURT, A.V.L. 1973. Contribuição ao estudo genético do minério de manganês de Conselheiro Lafaiete-MG. São Paulo, IGUSP. 81p (Dissert. Mestr.)
- CAMPOS NETO, M.C. & VASCONCELOS, A.C.B. 1986. Geologia da Faixa Alto Rio Grande (Relatório FAPESP), (Inédito) 138p.
- CAVALCANTE, J.C.; CUNHA, H.C.S.; CHIEREGATI, L.A.; KAEFER, L.; ROCHA, J.M.; DAITX, E.C.; COUTINHO, M.G.N.; YAMAMOTO, K.; DRUMOND, J.B.V.; ROSA, D. B.; RAMALHO, R. 1979. Projeto Sapucaí. Relatório Final de Geologia, Brasília, DNPM, Série Geologia, 4.
- CHOUDHURI, A.; ANGELI, A. & RUEDA, J.R. 1984. Caracterização e gênese dos depósitos de manganês associados a gonditos na porção centro-leste do Estado de São Paulo. (Rel. FAPESP 83/0393-5), (Inédito) 28p.
- EBERT, H. 1971. Os Paraibides entre São João del Rei, Minas Gerais, e Itapira, São Paulo, e a bifurcação entre Paraibides e Araxáides. São Paulo. XXV Congr. Bras. Geol., Bol. Esp. 1:177-178.
- FLEISCHER, M. & FAUST, G.T. 1963. Studies on manganese oxide minerals. VII. Lithiophorite. Schweiz.Min.Petr. Mitt., 43:197-216.
- HACKSPACHER, P.C.; WERNICK, E.; OLIVEIRA, M.F.de; GODOY, A.M.; VALERIANO, C.M.; ANGELI, N.; GALEMBECK, T.M.B.; ARTUR, A.; FÚLFARO, V.J.; ZANARDO, A. & LEITE JR.W.B. 1988. Geologia das Quadrículas Cabreúva e Moreiras. (1:25.000). Convênio Pró-Minério/UNESP (IGCE). (Inédito).
- HACKSPACHER, P.C.; VERÍSSIMO, C.U.V. & CHOUDHURI, A. 1989. Evolução geológica dos corpos de gonditos e mineralizações de manganês associadas. (Relatório FAPESP 88/2081-4), (Inédito) 60p.
- IPT. 1981. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT/ PRÓ-MINÉRIO, 94 p.
- KING, L.C. 1956. A geomorfologia do Brasil Oriental. Rev.Bras.Geogr., Rio de Janeiro, 18(12):147-265.
- OLIVEIRA, M.A.F.; MORALES, N.; FULFARO, V.J.; SOUZA FILHO, E.E.de; CAMPOS, E.G.; GODOY, A.M.; SIMÕES, L.S.A.; RUEDA, J.R.; BATISTA, J.J. & ANGELI, N. 1986. Geologia da Quadrícula de Atibaia. 2ª Jornada sobre a Carta Geológica do Estado de São Paulo em 1:50.000. Sec.Ind.Com.Ciênc. Tecnol.-SP, PRO MINÉRIO/IPT. Inédito.
- UNESP. 1982. Mapa geológico do Estado de São Paulo: Campinas. Folha SF. 23.Y-A. (1:250.000). convênio DAEE/UNESP
- VALARELLI, J.V.; BARBOSA, J.F.; HIPÓLITO, R.; BELLO, R.M.S. 1982. Para-gênese do protominério metamórfico de manganês de Maraú - BA. In: Congr. Bras. Geol., 32, Salvador, 1982. Anais...Salvador, SBG. v.3, p.819-826.
- VALARELLI, J.V.; GONÇALVES, E. & BITTENCOURT, A.V.L. 1973. "Litoforita Aluminosa - Ocorrência e Crescimento Epitáxico. In: CONGR.BRAS.GEOL. 27, Res.Com., Bol.Esp. n 1, p.2.
- WERNICK, E.; ARTUR, A.C. & FIORI, A.P. 1981. Reavaliação de dados geo-cronológicos da região nordeste do Estado de São Paulo e unidades equivalentes dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. In: SIMP.REG.GEOL., 3, São Paulo, Atas... São Paulo, SBG, 1:328-342.
- YOSHIMURA, T. 1934. Todorokita, a new manganese mineral from Todoroki mine. J. Fc. Sci. Hokkaido Imperial Univ., Ser. 4:289-297.
- ZANARDO, A. 1987. Análise Petrográfica e Microestrutural das rochas da Folha de Águas de Lindóia. São Paulo, IGUSP. 270p. (Diss.Mestr.)

TABELA 1 - ANÁLISE QUÍMICA MINÉRIO

	Amostras n°	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Mn total %	P ₂ O ₅ %	
***	PGMG-08 r	40,50	26,64	4,60	17,50	0,11	
+	IMP-241 l	7,11	14,74	3,43	42,20	0,09	
*	ICC-231 M	12,80	9,84	15,60	13,70	0,98	
**	MPS-01 l	7,66	22,89	17,93	36,31	0,04	
*	ICC-236 M	18,90	14,30	11,80	13,70	0,22	
*	ICC-234 l	0,76	5,60	2,47	51,80	0,20	
***	PGMG-01 b	42,80	21,91	8,30	11,80	0,20	
*	ICC-235 r	22,50	21,40	5,16	25,60	0,09	
*	PCC-247 M	34,80	13,50	3,67	16,40	0,10	
+	IMP-243 l	3,82	7,18	2,72	49,80	0,05	
*	ICC-239 b	50,80	6,52	2,41	10,60	0,09	
***	PGMG-02 M	30,80	29,84	3,20	26,60	0,09	
**	ICC-02 M	20,97	36,67	14,10	14,22	0,05	
*	PCC-248 l	18,60	11,20	4,45	33,60	0,08	
***	PGMG-07 g	59,30	28,40	5,80	6,40	0,09	
*	ICC-233 r	15,30	15,70	4,82	31,70	0,13	
***	PGMG-03 g	53,50	34,78	5,30	5,00	0,06	
**	IMP-20 M	23,36	31,76	11,59	22,28	0,02	
+	ICC-242 l	3,77	8,05	3,62	47,60	0,16	
*	ICC-232 r	15,00	14,00	4,60	32,50	0,13	

Nota:

m - minério mosqueado
L - min. laminado
M - min. maciço
b - min. bandado
g - granzon

+ PRÓ-MINÉRIO

* PROMETAL

** UNESP - Rio Claro, SP

*** Angeli et. al. (1984)

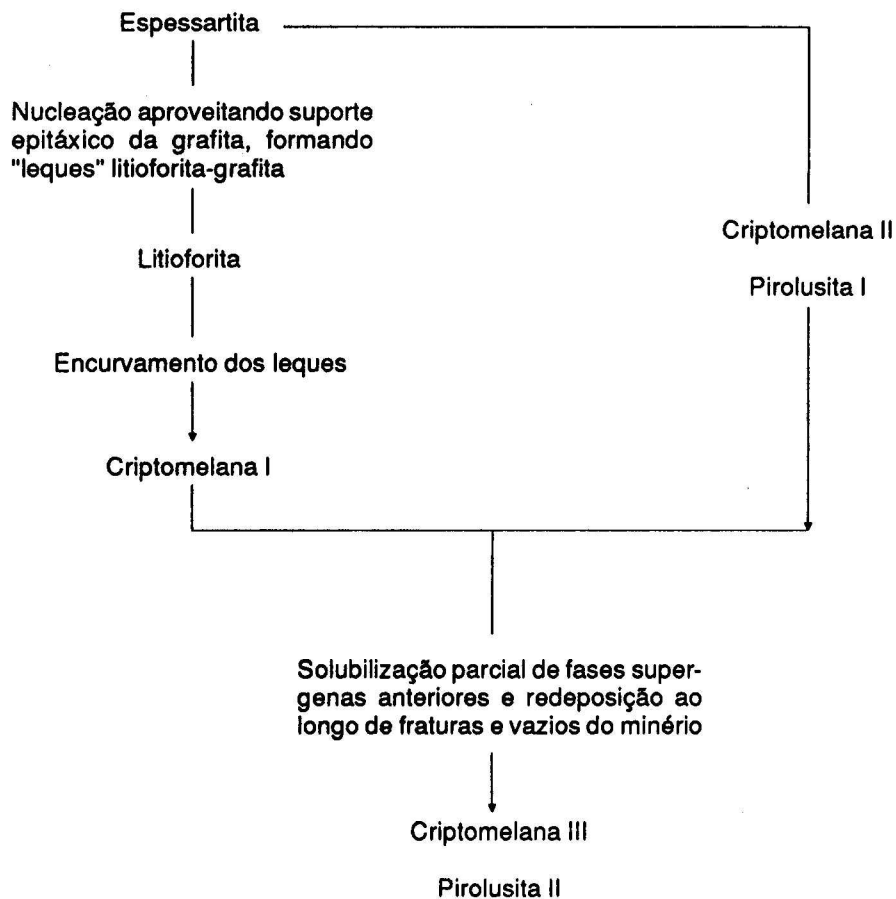
MPS, IMP - Ocorrência
Morro das Palmeiras

ICC,PCC - Oc. Córrego do
Cocho

PGMG - 01, 02, 03, 08 - Oc.
Morro das Palmeiras

PGMG - 07 Oc. do Soares

FIGURA 3 - SEQUÊNCIA DE FORMAÇÃO DOS MINERAIS DE MANGANÊS



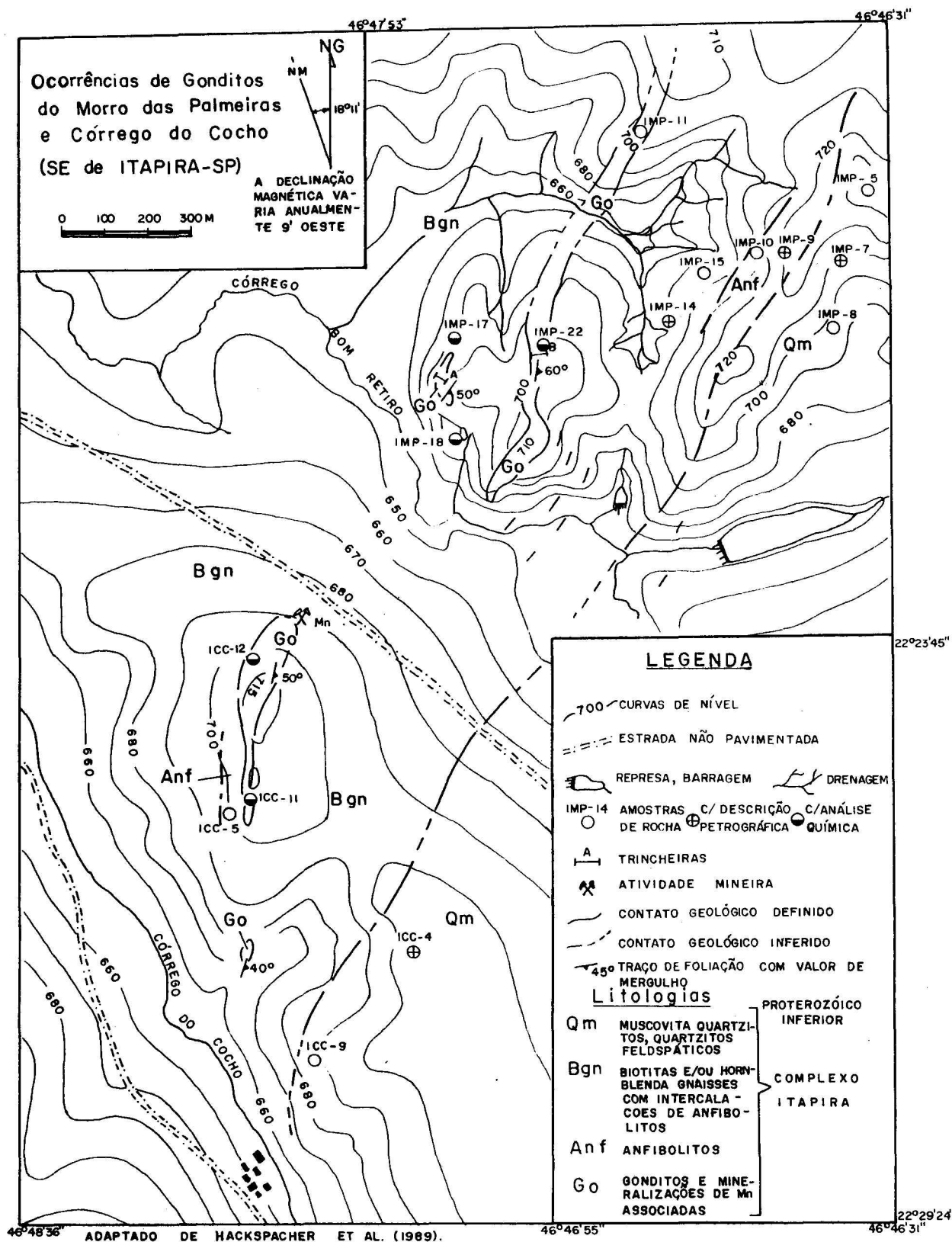


Figura 2 - Mapa geológico da porção Leste de São Paulo e Sul de Minas Gerais.

