

## ESTUDO MINERALÓGICO E TEXTURAL DOS MINERAIS DE MANGANÊS DO DEPÓSITO DE BANDARRA, JACARACI, BAHIA.

por

**RÔMULO MACHADO**

Departamento de Geologia Geral

e

**EVARISTO RIBEIRO FILHO**

Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada

### ABSTRAT

This paper discusses the mineralogy and the mineralogical and textural changes of the Bandarra manganese deposit which is located in the southern part of the State of Bahia. This deposit comprises lenses of manganiferous rocks deposited within the iron formation and associated with the Licínio de Almeida metamorphic complex. The iron formation, with discontinuous manganiferous lenses, belongs to a Precambrian sequence with mica-schists and amphibolites in its basal portion and mica-schists and quartzites at its top.

The metamorphism of Bandarra is thought to be of almandine-amphibolite facies.

The assemblage of metamorphic minerals in the protore (primary minerals) includes quartz, spessartite, tephroite, alleghanyite, amphibole, mangano-dolomite, magano-micas, jacobsite, hausmannite, bixbyite and hematite.

The assemblage of secondary minerals, formed by a supergene process, contains  $\alpha\text{MnO}_2$ , malachite, cuprite, goethite and lepidocrocite. Both the hematite and hausmannite show two different phases of mineralization. Polished section analyses revealed that hematite and bixbyite are exsolved in jacobsite.

### INTRODUÇÃO

Este trabalho se ocupa do estudo mineralógico e textural dos minerais de manganês do depósito de Bandarra e estabelece a sequência de formação dos minerais e suas respectivas fases de mineralização.

A identificação e caracterização da mineralogia foi possível com o apoio de análises por difração de raios X, usando-se o método de pó e difratograma. Ao microscópio, principalmente na análise de texturas, foram estudadas lâminas delgadas e seções polidas.

Trabalhos sobre as relações texturais em

minerais de minérios de manganês, com apoio no estudo de seções polidas tem se mostrado muito útil na interpretação da gênese e paragenese dos depósitos pesquisados ROY (1962; 1965; 1968), RAO (1963), MITRA (1965) e RIBEIRO FILHO (1970 e 1981).

Na área alvo deste trabalho ocorrem rochas metamórficas do Complexo de Licínio de Almeida, na porção sul do Estado da Bahia, cujos limites leste e oeste são respectivamente, o Complexo do Paramirim e o Sistema de Dobramentos Espinhaço. Essas rochas são consideradas por MASCARENHAS (IN INDA, 1979) como integrantes de uma provável estrutura do tipo "greenstone belt" com idades contidas no intervalo de 2.700 a 3.000 m.a..

## LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS GEOGRÁFICOS

Conforme o mapa de localização da área, ilustrado na figura 1, o depósito de manganês de Bandarra está situado 20 km ao sul de Licínio de Almeida e 19 km a noroeste de Jacaraci, possuindo como coordenadas geográficas os paralelos  $14^{\circ} 48' 37''$  e  $14^{\circ} 50' 36''$  de latitude sul e os meridianos  $42^{\circ} 31' 06''$  e  $42^{\circ} 32' 27''$  de longitude oeste a partir de "Greenwich".

A topografia da região é marcada por dois compartimentos geomorfológicos distintos. O primeiro, situado a oeste, é de relevo serrano

e está representado pela Cordilheira do Espinhaço, que se eleva a 1000-1100 metros com os cumos nivelados pela superfície de erosão Sul Americana de idade Terciária antiga (King, 1956). O segundo, do planalto a leste, com a altitude em torno de 800 metros, apresenta-se bastante aplainado, surgindo escassamente, aqui e acolá, elevações mormente alongadas, constituídas na maioria das vezes por quartzito que são mais resistentes à erosão.

O sistema de drenagem da região pertence à zona de influência da bacia hidrográfica do rio de Contas, a montante, aparecendo os rios Antônio, do Paiol e Gavião, como os principais coletores de água nas imediações de Bandarra.

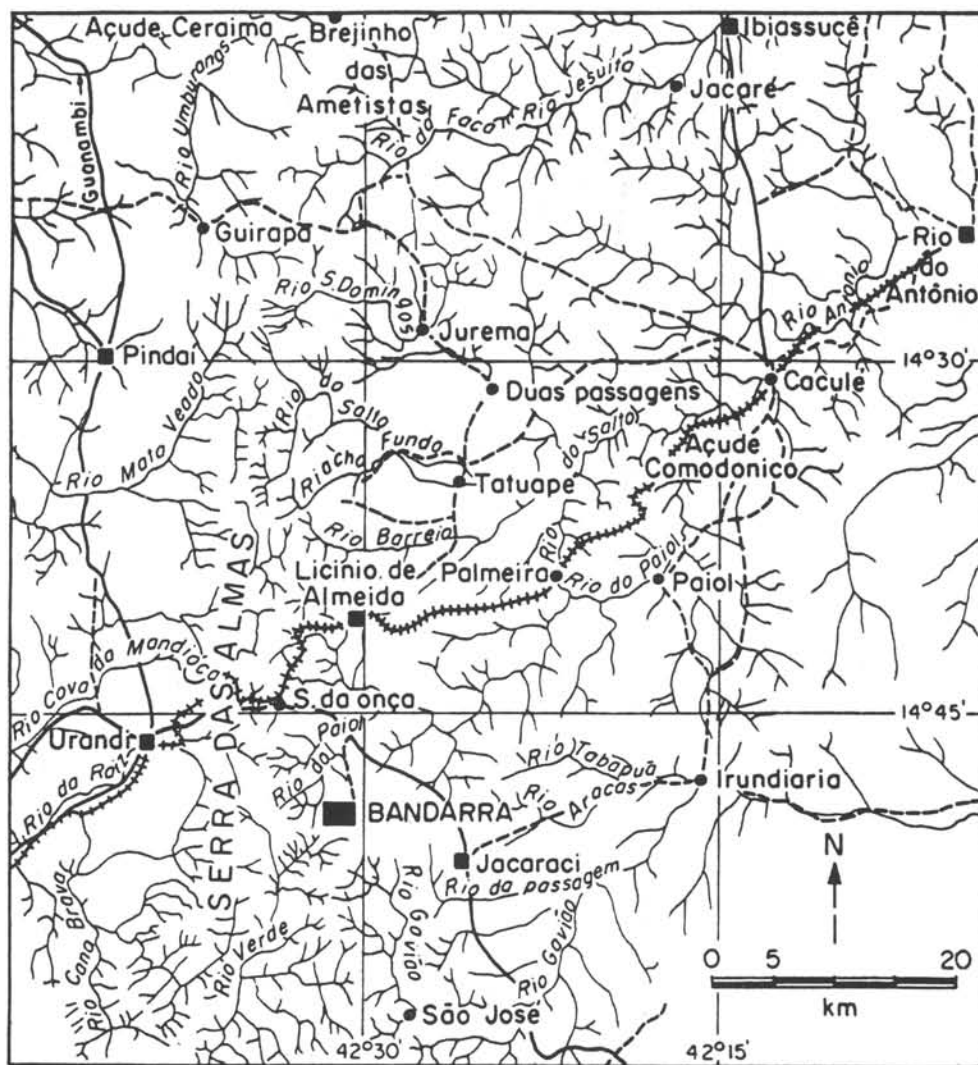


Fig. 1 — Mapa de localização do depósito de manganês de Bandarra — Bahia

## GEOLOGIA DO DEPÓSITO

MACHADO (1977) define para a região do depósito de Bandarra três seqüências de rochas metamórficas que, da base para o topo, apresentam a seguinte ordem de empilhamento: a) seqüência basal-micaxistos; b) seqüência intermediária — formação ferrífera; c) seqüência superior — anfibolitos, quartzito micáceo e micaxistos.

Na seqüência basal dominam largamente micaxistos que apresentam na porção mais superior, já próximo ao topo, intercalações de ordem centimétrica a decimétrica de quartzitos e micaxistos com impregnações de manganês. A espessura desta seqüência em Bandarra alcança cerca de 500 metros.

A seqüência intermediária está representada pela formação ferrífera manganífera que possui espessura não superior a uma dezena de metros, resultando formas de relevo do tipo "hog backs" ou "cuestas", que capeiam estratos menos resistentes à erosão.

A seqüência superior contém micaxistos no seu terço inferior, encimados por anfibolitos na porção média da seqüência e, na porção mais superior, ocorrem quartzitos micáceos e recorrência de micaxistos.

As relações de contato entre as três seqüências são concordantes, refletindo mudanças bruscas durante o regime sedimentar, iniciando-se com um ciclo de sedimentação detrítica, passando para química e/ou bioquímica, para retornar ao ambiente original, agora já em condições menos profundas.

O metamorfismo de fácies almandina-anfibolito, a que estiverem sujeitas estas rochas, confirma-se pela presença de plagioclásio intermediário do tipo oligoclásio-andesina encontrado nos micaxistos e também pela associação hornblenda-plagioclásio-epídoto encontrada nos anfibolitos.

## DEPÓSITO DE MANGANÊS

O depósito de manganês de Bandarra ocorre em formação ferrífera manganífera de fácies óxido-carbonático, cuja distribuição se faz sob a forma de lentes-camadas de manganês que apresentam variação lateral e vertical em

direção a referida formação ferrífera.

A espessura da formação ferrífera não ultrapassa valores da ordem de 5 a 6 metros, e as lentes-camadas dentro da mesma variam desde poucos centímetros até um máximo de 0,85 metros, com valores médios ao redor de 0,20 metros.

A formação ferrífera, tanto na base como no topo, está em contato concordante com micaxistos.

## MINERALOGIA

O estudo mineralógico com raios X foi conduzido em câmara Debye-Scherrer de 114,6 mm, com radiações  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda = 1,5405$ ) e  $\text{CrK}\alpha$  ( $\lambda = 2,2986$ ). Os difratogramas de raios X foram obtidos em aparelho marca Norelco — tipo vertical — com tubo de cobre e filtro de níquel, regulado para condições de 35 Kw e 15 mA. Este estudo aliado ao trabalho de microscopia, possibilitou a identificação de dois grupos distintos de minerais, quanto às condições em que se formaram: a) *minerais primários* — aqueles formados às expensas do metamorfismo, incluindo-se óxidos, tais como jacobsita, hausmannita, bixbyita e hematita; silicatos como espessartita, tefroíta, alleghanyita, anfibólio e mica manganífera; carbonatos (kutnahorita ou manganocalcita/manganodolomita); b) *minerais secundários* — aqueles formados em condições superficiais, tais como: minerais do grupo  $\alpha\text{MnO}_2$ , malaquita, cuprita e óxido de ferro hidratado.

A descrição da mineralogia, das relações texturais entre os minerais e a discussão de suas possíveis fases de formação serão feitas a seguir:

**MINERAIS DE GANGA** — Os minerais de ganga são óxidos, hidróxidos, carbonato e silicatos. Hematita, quartzo lepidocrocita, goethita e carbonato são mais comumente presentes e em menor quantidade ocorrem espessartita, mica manganífera, alleghanyita e tefroíta. Tefroíta e alleghanyita já haviam sido referidos por RIBEIRO FILHO (1981).

**HEMATITA** – A hematita, examinada sob luz polarizada, apresenta cor cinza clara, muito próxima do branco, com tonalidade azulada em superfície, acentuando-se nos grãos de melhor polimento. Sua birreflectância é fraca, porém, com caráter anisotrópico distinto. Reflexão interna está sempre presente, assumindo tonalidades profundamente vermelhas quando se utiliza boa iluminação e objetiva com aumento igual ou superior a 28 x. Quanto à cristalinidade ela ocorre em dois tipos distintos: a) cristais maciços com superfícies límpidas, em formas poligonais, com dimensões que variam des-

de 0,15 mm até 0,65 mm; b) cristais com aspecto esponjoso na superfície e pontilhados de grãos submilimétricos de minerais de ganga. Ela pode ocorrer com a jacobsita em estrutura do tipo “network”, visível apenas com objetivos de melhor aumento (11 x ou superior). (Fig. 2).

Sua distribuição ocorre em finas camadas, com larguras individuais de cerca de 0,15 mm em média, que se repetem alternadamente com os minerais de ganga, conferindo ao minério uma textura nitidamente orientada (Fig. 3).



Fig. 2 — Seção polida. Textura de exsolução de hematita (cinza claro) e jacobsita (cinza escuro). Nicóis paralelos. X 680.

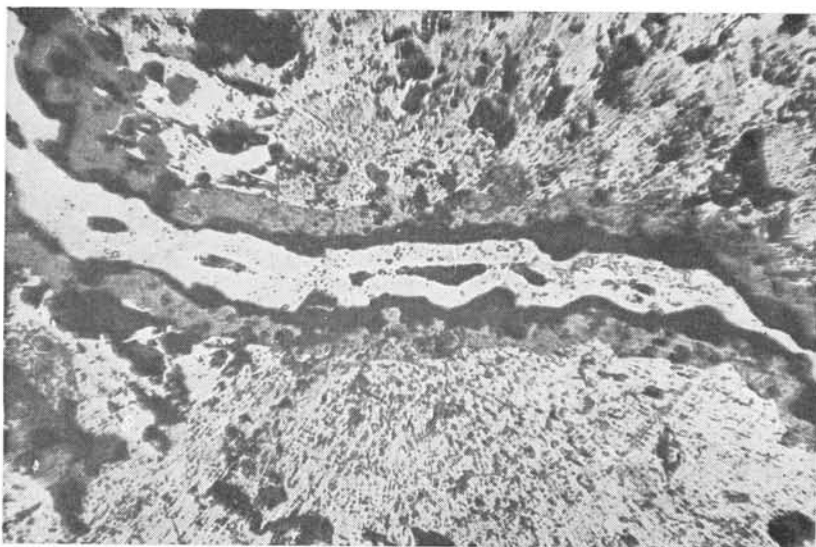


Fig. 3 — Seção polida. Veio de hematita da 2ª fase seccionando a da fase anterior. A hematita da 1ª fase está intercrescida com jacobsita. Nicóis paralelos. X 175.

As relações texturais da hematita evidenciam pelo menos duas fases de formação. Na fig. 3 pode ser observada hematita da primeira fase intercrescida com jacobsita, sendo seccionada pela hematita da segunda fase que, ao microscópio, revela orientação óptica diferente.

**HIDRÓXIDOS DE FERRO** – (Lepidocrocita ou Goethita) – Sob luz polarizada apresenta cor cinza esverdeado, com refletividade muito fraca. Apareceram manchas esbranquiçadas de cristais de hematita parcialmente substi-

tuídos. Sua birrefletância é moderadamente distinta, tornando-se mais acentuada nas porções maculadas por hematita.

O caráter anisotrópico é distinto e forte, variando de tons verde claro até mais escuro, com maior predominância nos grãos que circundam a hematita.

O carbonato visível em apenas algumas seções do protominério revela alteração para óxido de alta valência e substituição ao longo dos planos de clivagem e de fratura pela cuprita (figs. 4 e 5).

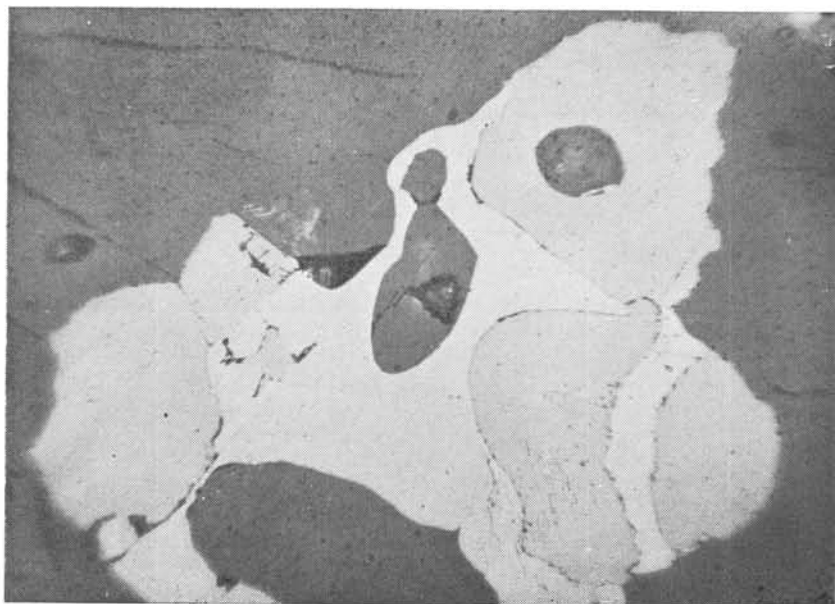


Fig. 4 – Seção polida. Hausmannita da 1ª geração (cinza) associada a hausmannita da 2ª geração (cinza branco). A hausmannita da 1ª geração mostra corrosão. Nicóis paralelos. X 320.

A tefroíta é encontrada juntamente com o carbonato em grãos contíguos, revelando relações de contato com bordas de reação (fig. 4).

A espessartita ocorre associada ao domínio carbonático e encontra-se parcialmente transformada em óxido de manganês secundário (fig. 4). Seus cristais assumem formas arredondadas, variando de 0,10 mm até 0,30 mm, com valor médio de 0,18 mm.

**BIXBYITA** – A bixbyita ocorre como grãos individuais ou em exsolução na jacobsita, em dimensões desde 0,10 mm até 0,60 mm, com valores médios por volta de 0,20 mm.

Apresenta cor cinza com tonalidade amarelo-creme, de refletividade alta e com superfície de bom polimento. Sua anisotropia

é forte, variando de tons cinza azulado até castanho, muito semelhante a anisotropia revelada pela hausmannita. A birrefletância é distinta, estendendo-se desde cinza claro com tons azulados até amarelo pálido.

As observações feitas com objetiva de pequeno aumento (5,5 x) revelam textura granoblástica, em que se destacam cristais não exsolvidos na jacobsita. Utilizando-se objetiva de maior aumento (11 x ou superior), verifica-se o intercrescimento entre bixbyita e jacobsita, no qual, esta última aparece como mineral hospedeiro.

Os cristais de bixbyita não exsolvidos são inequigranulares, anedrais, com tendência euhedral, evidenciando relações de contato que refletem contemporaneidade com bixbyita exsolvida.

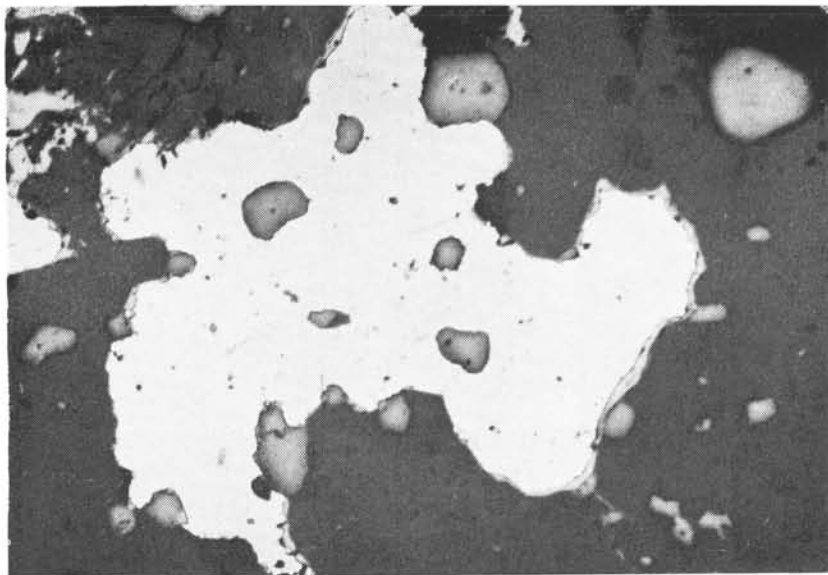
**JACOBSITA** — A jacobscita apresenta cor marrom-avermelhada, é fortemente magnética e exibe sempre textura de exsolução. Suas características ópticas são similares às da magnetita, com cristais isotropos, desprovidos de birrefletância e de reflexão interna. Conforme menciona RIBEIRO FILHO (1970) a cor é o elemento mais útil para distingui-la da magnetita, embora possa também ser usado o "etching test".

A distribuição da jacobscita é inteiramente controlada pela hematita, ocorrendo como fase exsolvida, disposta preferencialmente ao longo

dos planos de clivagem, resultando uma estrutura do tipo "network", de forma análoga ao que ocorre com outros espinélios (fig. 2).

**HAUSMANNITA** — São distinguidas duas gerações de hausmannita, denominadas, respectivamente, de hausmannita I e II. No primeiro tipo são freqüentes inclusões de cuprita ou hematita e de minerais de ganga, bem como evidências de substituição pela cuprita (fig. 5). Inclusões sob a forma de finas agulhas de rutilo são freqüentes.

Fig. 5 — Seção polida. Cobre nativo (branco) circundado por cuprita (cinza claro) e contendo inclusões de hausmannita (cinza). Nicóis paralelos X 68.



A hausmannita II contém inclusões de hausmannita I, com diferenças de tonalidade facilmente perceptíveis em grãos contíguos.

A hausmannita I revela, ao microscópio, cor zina média com refletividade moderada. Sua birrefletância é distinta quando observada em grãos com superfícies límpidas. A anisotropia é forte, variando de cinza com tons azulados até, às vezes amarelados, principalmente em cristais geminados.

A textura se mostra em grande parte granoblástica, com cristais anedrais, arredondados ou subarredondados, inequigranulares, variando desde 0,50 mm até 0,60 mm, em média com 0,25 mm. São freqüentes geminações segundo lamelas simples ao longo do plano (101).

**CUPRITA** — Ao microscópio mostra-se

em cor cinza-azulada, similar à hematita, porém com tonalidade de azul mais intenso. Sua birrefletância é distinta, variando entre o cinza azulado com tonalidades mais claras até mais escuras, que com nicóis semi-cruzados reflete uma anisotropia notável, variando de tons azulado até castanho.

Ocorre na forma de filetes e vênulas ao longo de planos de fratura ou de clivagem da hausmannita e dos minerais de ganga, bem como nos limites de grãos adjacentes. Sua textura em grande parte evidencia forma herdada do cobre nativo a partir do qual se formou em condições supérgenas.

Os grãos que não substituem a ganga são maciços, podendo também se apresentar porosos com minúsculas inclusões, sendo inequigranulares, anedrais, em grãos isolados ou em agregados, com dimensões médias por volta de 0,40 mm.

**COBRE NATIVO** — É caracterizado ao microscópio por uma cor amarelo-laranja, com ausência de birreflectância, porém com efeitos anisotrópicos aparentes.

Os cristais são irregulares, anedrais, inequigranulares, com endentação nas bordas, em grãos individuais ou em agregados, possuindo,

às vezes, inclusões de ganga ou de óxidos de manganês. (fig. 6). Suas dimensões variam desde 0,04 mm até 0,80 mm, com predominância ao redor de 0,15 mm.

O cobre nativo aparece intimamente associado à cuprita, ocupando sempre seu interior, com ausência de deformação por fratura.

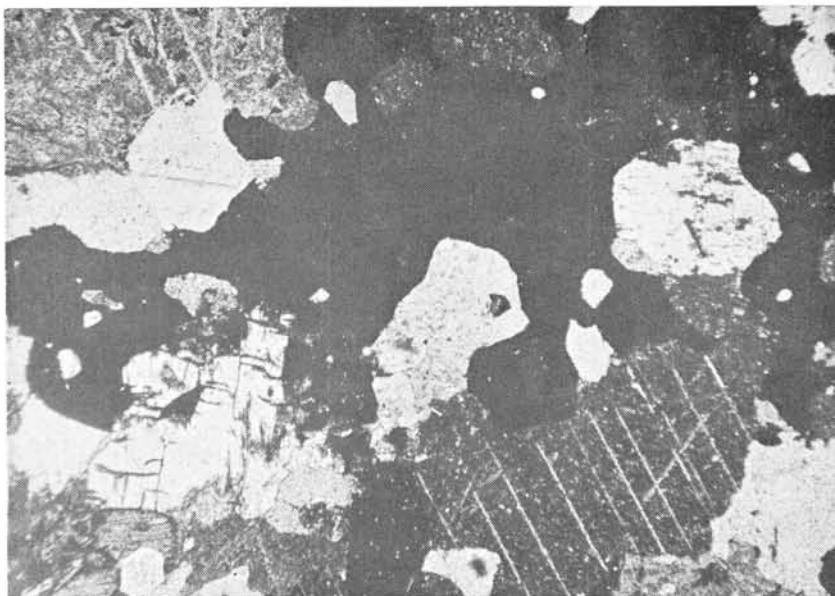


Fig. 6 — Lâmina delgada. Coexistência de tefroíta (cinza claro) e carbonato (cinza escuro e clivagem característica). Nicóis paralelos. X 57.

### TRANSFORMAÇÕES MINERALÓGICAS E TEXTURAIS

As evidências texturais observadas em seções polidas dos minerais de manganês do depósito de Bandarra permitem distinguir pelo menos duas fases de hematita e hausmannita durante o processo metamórfico, designadas, respectivamente, por fase I e II (fig. 3 e 4). Os demais minerais descritos na associação paragenética revelam apenas uma fase de formação.

O maior grau de deformação de hematita I em relação à hematita II, aliado à presença de veios ou vênulas de hematita II seccionando hematita I, são os elementos utilizados para distinguir estas duas fases distintas de formação. A primeira fase de geração de hematita ocorre tanto sob a forma de cristais individuais quanto em exsolução com jacobsita.

Ocorrem cristais de hausmannita da primeira fase inclusos nos de segunda fase com características ópticas distintas (fig. 4). Este mineral, indistintamente, na primeira e segunda fase, é substituído pela cuprita ao longo dos planos de clivagem e dos planos de fratura.

Nos domínios em que havia manganês em excesso, particularmente naqueles em que são abundantes os minerais de ganga sob a forma de carbonatos, houve formação de hausmannita. É admissível, também, que o carbonato original portador de manganês, por decarbonatização em condições de alta temperatura, tenha conduzido à formação de manganosita que se oxidaria prontamente a hausmannita.

Jacobsita intercrescida com bixbyita, encontrada no depósito de Bandarra, constitui a única ocorrência deste tipo de textura no distrito de Urandi. Trata-se provavelmente de oxidação orientada da jacobsita para bixbyita, comparável ao processo de martitização de magnetita.

A ausência de jacobsita em exsolução com hausmannita revela aparentemente condições de resfriamento não compatíveis com aquelas exigidas pela vredenburgita ou, ainda, indicar que o limite do campo de estabilidade desta última não tenha sido alcançado. Poder-se-ia pensar num processo de recristalização

subseqüente que conduziu a destruição desse intercrescimento, todavia, isso parece menos provável, visto que, além de deixar remanescentes, acarretaria, igualmente, destruição dos intercrescimentos formados entre jacobsita-hematita e jacobsita-bixbyita.

A presença de jacobsita e hausmannita no mesmo protominério revela condições de temperatura compatíveis com aquelas desenvolvidas no metamorfismo regional que afetou a região.

MASON (1947) mostra que a vredenburgita natural (jacobsita exsolvida em hausmannita) se forma na faixa de 500-700°C, a qual coincide plenamente com aquela deduzida do metamorfismo regional a partir das rochas encaixantes, que segundo TURNER VERHOOGEN (1960) para a fácies anfibolito é fixada entre 550-750°C.

A formação em Bandarra de espessartita e outros silicatos manganíferos, como anfi-

bólio e mica parece ser conseqüente mais do efeito estabilizante desempenhado pelo alumínio incorporado na estrutura destes silicatos, do que pela ausência de carbonatos contendo manganês no sedimento original, conforme tem sido atribuído por vários autores.

As relações texturais reveladas pelo cobre nativo não fornecem soluções conclusivas para o problema de sua gênese, pois além dos minerais de cobre ocorrerem sob a forma de veios e de vênulas, aparecem também substituindo a hausmannita (I e II) e os minerais de ganga. Exibem texturas do tipo esqueleto, que poderiam ser interpretados como indicadores de contemporaneidade de formação em relação aos minerais aos quais estão associados.

Os minerais secundários encontram-se representados pela goethita e/ou lepidocrocita, minerais de manganês do grupo alfa  $MnO_2$ , além de malaquita e cuprita.

Com base nas relações texturais e minera-

TABELA 1 — Paragénese dos minerais de manganês de Bandarra, Bahia.

Minerais	Fases de Mineralização	
	Metamórfica	Supérgena
Hausmannita I	_____	
Hausmannita II	_____	
Hematita I	_____	
Hematita II	_____	
Jacobsita	_____	
Bixbyita	_____	
Lepidocrocita		_____
Goethita		_____
Espessartita	_____	
Tefroíta	_____	
Alleganyita	_____	
Mn-Anfibólio	_____	
Mn-Mica	_____	
Grupo $\alpha MnO_2$		
Cobre Nativo	_____	
Cuprita		_____
Malaquita		_____
Mn-Dolomita	_____	

----- Possível

lógicas discutidas acima pode-se estabelecer a seqüência paragenética de formação dos minerais do depósito de manganês de Bandarra com suas respectivas fases de gerações (Tabela 1).

A Tabela 1 mostra a relação entre as fases minerais e suas relações de formação temporal. Os minerais aqui referidos como primários tiveram sua formação durante o processo metamórfico. Hematita e hausmannita mostram a ação de duas fases distintas de metamorfismo. São considerados minerais secundários aqueles formados em condições supérgenas a partir dos minerais de minério e de ganga.

## CONCLUSÕES

O depósito de manganês de Bandarra faz parte de um conjunto de rochas metassedimentares de fácies almandina-anfibolito que, como tal, apresenta uma assembléia de minerais compatíveis com a fácies metamórfica superimposta.

O depósito de manganês ocorre na forma de lentes — camadas associadas à seqüência intermediária representada pela formação ferrífera bandada, com uma seqüência de mica-xistos na base e, outra, de anfibolitos, mica-xistos e quartzitos no topo.

No depósito de Bandarra ocorrem minerais primários sob a forma de óxidos de Mn e de Fe, silicatos e carbonatos. Ocorrem também minerais secundários do grupo alfa  $MnO_2$ , óxidos hidratados de ferro, malaquita e cuprita.

Foram reconhecidas duas fases de formação de hematita e de hausmannita, denominadas, respectivamente de I e II. O intercrescimento entre jacobsita-hematita e jacobsita-bixbyita ocorreu provavelmente após a formação da hematita I e da hausmannita I.

O aparecimento de cobre nativo representa aparentemente uma associação pouco

comum em depósitos de manganês. Todavia os dados texturais indicam uma preferência do mesmo pelo domínio carbonático, sugerindo que este tenha funcionado como ambiente de controle durante a deposição do cobre juntamente com os demais carbonatos de manganês.

A presença de óxidos primários de manganês (jacobsita, hausmannita e bixbyita) nos corpos de minério indica deposição de óxidos e/ou hidróxidos de manganês com alta valência, em temperaturas baixas, contemporâneos à sedimentação, que se converteram para óxidos de baixa valência pela elevação de temperatura durante o metamorfismo regional que afetou a região.

A associação de carbonatos com óxidos de manganês primário se deve às variações de pH e Eh ocorridas durante a deposição da formação ferrífera bandada que contém o depósito, oscilando próximo da linha que delimita os campos de estabilidade dos carbonatos e dos óxidos no diagrama de KRUMBEIN & GARRELS (1952), não ultrapassando a "limestone fence" e "oxide carbonate fence" destes autores.

A análise integrada do que foi exposto no decorrer deste trabalho, aliada às observações de campo e daquelas conduzidas ao microscópio sob seções polidas, reforçam a idéia de se considerar o depósito de manganês de Bandarra como proveniente de sedimentos primários singenéticos, que ao sofrerem metamorfismo na fácies almandina-anfibolito, converteram-se na rocha que corresponde ao atual protominério.

## AGRADECIMENTOS

Os autores consignam seus agradecimentos à Companhia de Mineração Urandi S/A pelo apoio material e financeiro dispensado durante a execução dos trabalhos de campo.

## BIBLIOGRAFIA

- KING, L.C. (1956) – *A Geomorfologia do Brasil Oriental* – Rev. Bras. Geogr. (IGBE), nº 2, 256 p.
- KRUMBEIN, W.C. & GARRELS, R.M. – 1952 – *Origin and Classification of Sediments in Terms of pH and Oxidation-Reduction Potentials*. Jour. Geol., 60 (1): 1-33.
- MACHADO, R. – 1977 – *Geologia e Gênese do Depósito de Manganês de Bandarra, Município de Jacaraci, Bahia*, Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 109 p.
- MASCARENHAS, J.F. – 1979 – *Estruturas do Tipo "Greenstone Belt" no Leste da Bahia*, in H. Inda (ed. texto) *Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia*, vol. II, SME/CPM, Salvador, 165 p.
- MASON, B. – 1947 – *Mineralogical Aspects of the System  $Fe_3O_4 - Mn_2O_4 + ZnMn_2O_4$*  – Amer. Miner. 32 (7 e 8): 426-441.
- MITRA, F.M. – 1965 – *Genese and mineralogenetic trend of the manganese ore bodies at Chilka, Stitasoni and Drangri Busur & Bhandara District, Maharashtra, India*. Econ. Geol. 60 (2): 299-316.
- RAO, J.S.R.K. – 1963 – *Microscopic examination of manganese ores of Spikakulam and Visakha – Patnam (Vizagapatam) Districts, Andhra Pradesh, India*. Econ. Geol., 58 (3): 434-440.
- RIBEIRO FILHO, E. – 1970 – *Jacobsite from the Urandi manganese district, Bahia (Brazil)* – Genesis of Pre-Cambrian iron and manganese deposits – UNESCO – (Earth Sciences, 9): 41-48.
- RIBEIRO FILHO, E. – 1976 – *Textures indicating the genesis of manganese ores in the area of Urandi, Bahia* – XXV Congr. Intern. Geol., 3: 770, Sidney (Austrália).
- RIBEIRO FILHO, E. – 1981 – *Textures indicating the genesis of manganese ore in the area of Urandi, Bahia, Brazil*. Geology and Geochemistry of Manganese, Vol. II – 113: 122, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- RIBEIRO FILHO, E. – 1983 – *Prospecção magnetométrica de depósitos óxido-silicáticos de manganês com jacobsita, no Ceará*. Bol. IG-USP, 14: 13-20. São Paulo.
- ROY, S.P. – 1962 – *Study of the metamorphic manganese ores of Bharwell Mine-Area, Madhya-Pradesh, India, and their genesis*. Econ. Geol., 57 (1): 195-208.
- ROY, S.P. – 1965 – *Comparative Study of the Metamorphosed Manganese Protorees of the World – The Problem of the Nomenclature of the Gondites and Kodurites* – Econ. Geol. 60 (6): 1238-1260.
- ROY, S.P. – 1968 – *Mineralogy of the different types of manganese deposits* – Econ. Geol., 63 (7): 760-786.
- ROY, S.P. and PURKAIT, P.R. – 1965 – *Stability relations of manganese oxide minerals in metamorphic ore bodies corresponding to sillimanite grade in Gowari Wadhona Mine Area, Chhindwara District, Madhya Pradesh, India*. Econ. Geol., 60 (3): 601-613.
- TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. – 1960 – *Igneous and Metamorphic Petrology* – 2ª ed., McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.