

4

GEOLOGIA ECONÔMICA/ METALOGENIA

A área abrangida por este relatório tem sido objeto de inúmeros estudos de caráter mínero-econômico, em função do grande potencial mineral já conhecido (ferro, manganês e calcário), que se concentram principalmente na região de Corumbá.

Ao todo foram cadastrados 61 jazimentos minerais, abrangendo desde indícios até minas de grande porte. O cadastramento destes bens minerais resultou basicamente da consulta aos relatórios do DNPM (pesquisa e/ou lavra) e dos resultados obtidos no presente trabalho (cheques de campo, análises petrográficas e químicas e informações obtidas dos empreendedores locais).

As substâncias minerais, a morfologia e o *status* estão sumarizados nas listagens dos recursos minerais inclusas nos mapas geológicos das folhas Corumbá, Aldeia Tomázia e Porto Murtinho, anexos à presente Nota Explicativa. A listagem dos recursos minerais, incluindo os usos e os dados econômicos referentes à Folha Corumbá, estão inseridos na tabela 4.1. Os jazimentos pertencem às classes dos

minerais metálicos e não-metálicos, sendo descritos e agrupados por substâncias minerais.

4.1. Minerais Metálicos

4.1.1 Ferro e Manganês

A Folha Corumbá é detentora de depósitos de grande expressão nacional e mesmo internacional, representando o Distrito Ferro-Manganesífero da região de Corumbá-Ladário. Os depósitos de Fe e Mn existentes no “maciço” (termo consagrado na literatura geológica regional, porém, trata-se de rochas sedimentares) do Urucum, que compreende as morrarias Tromba dos Macacos, Urucum, Santa Cruz, São Domingos, Grande e Rabichão, bem como na morraria do Jacadigo, apresentam substanciais diferenças segundo os diversos autores que os estudaram. Tal fato pode ser explicado pelos diferentes critérios e metodologias utilizados.

No presente trabalho, utilizou-se as reservas apresentadas por Haralyi & Walde (1986), os quais dão como reservas totais de ferro 31,011 bilhões de toneladas e as de manganês atingem 248,6 milhões de toneladas (tabela 4.2).

Segundo os dados relacionados no Balanço Mineral Brasileiro – DNPM (1988), o Distrito Ferro-Manganesífero de Urucum, encerra cerca de 58,3% das reservas (medida-indicada) de Mn e aproximadamente 3% das reservas de Fe do país, correspondendo, respectivamente, ao maior jazimento de Mn e ao terceiro maior depósito de Fe do Brasil.

Foram relacionados treze jazimentos, sendo cinco de Fe e oito de Fe/Mn (ver listagem dos recursos minerais), tendo sido checadas no campo as seguintes:

Ferro – mina Laís, jazidas de Jacadigo, Tromba dos Macacos e fazenda Urubá (norte da morraria Rabichão) e a ocorrência da morraria Sajutá.

Ferro e Manganês – minas Urucum I e II, Figueirinha (morraria Santa Cruz), Santa Cruz/São Domingos, Santa Cruz e Santana (morraria Rabichão). Os depósitos de Fe/Mn estão sempre relacionados à Formação Santa Cruz (Almeida, 1945) ou mais precisamente às formações Band'Alta e Córrego das Pedras (Dorr II, 1945).

No presente trabalho, considerando o nível de dados disponíveis e seu objetivo, preferiu-se utilizar a “classificação” de Haralyi & Barbour (1975), que consideraram para o distrito de Urucum dois tipos de minério de Fe: minério de estrutura predominantemente clástica, e minério estratificado predominantemente químico, este último com teores entre 60% e 67% de Fe. O minério do tipo químico concentra-se no centro da bacia e o clástico predomina nas bordas, este com teores entre 40% e 50% de Fe, havendo entre os dois subambientes uma zona de transição. Os minérios de Mn foram também divididos em dois tipos: minério tipo Urucum, formando estratos repetitivos à semelhança dos jaspilitos, e minério tipo “Rabicho”, constituído de concreções de manganês imersas em material areno-arcosiano; entre os dois tipos ocorre uma faixa transicional. O tipo Urucum ocorre no centro da bacia (morrarias Urucum, Tromba dos Macacos, Santa Cruz e São Domingos) e o tipo “Rabicho”, corresponde à deposição da borda da bacia, ocorrendo principalmente nas morrarias de Jacadigo, Grande e Rabichão. Consideraram também, em termos de mi-

nério de Fe, o tipo coluvial enriquecido. Tal minério resulta da lixiviação da sílica por ação do intemperismo e conseqüente aumento do teor de Fe e, segundo aqueles autores, esse tipo de minério possui características econômicas bastante rentáveis, ou seja, grande enriquecimento secundário dos elementos metálicos. O minério descrito é encontrado nos depósitos de tálus que ocorrem no distrito de Urucum e foram observados na mina Laís (foto 09) da Mineração Sobramil (parte sul do morro do Urucum), e na jazida Jacadigo da Mineração Urucum (borda SE da morraria Jacadigo).

Os jazimentos são estratiformes com as camadas bem individualizadas, com mergulhos baixos (8 a 10) para leste, ou mesmo subhorizontais. Entretanto, devido aos falhamentos, principalmente aos sistemas NE-SW e NW-SE que afetam, em maior ou menor grau, todo o Distrito Ferro-Manganesífero, observam-se nas frentes de lavra, mudanças bruscas no mergulho das camadas, como é o caso das minas Santana, Figueirinha, Urucum I e II e parte da São Domingos/Santa Cruz. O tectonismo é por vezes tão intenso que causa problemas para a exploração dos minérios, como acontece nas minas Santana e Figueirinha.

A lavra do minério de Fe em toda região mineira é feita a céu aberto e a lavra de Mn é subterrânea (foto 10), através de galerias escavadas, segundo o método de salões e pilares.

As mineradoras possuem instalações eficientes para o beneficiamento primário do Fe e do Mn, compreendendo lavagem, britagem e estocagem para posterior transporte por caminhões aos pontos de embarque, nas estações de estrada de ferro (Urucum e Maria Coelho), ou nos portos de Corumbá e Esperança; (privativo da Mineração Corumbense S/A (fotos 11 e 12). A Mineração Mato Grosso verticaliza a produção com a fabricação de ligas de Fe e Mn na cidade de Corumbá, através da Companhia Paulista de Ferro-ligas.

A quase totalidade da produção de Fe é comercializada com a Argentina e o Paraguai. Quanto aos minérios de Mn, a maior parte é exportada para os países supracitados, como também para a Europa. O restante é consumido no país, nas regiões Sudeste e Sul. Quanto à comercialização dos minérios, feita atualmente em volumes modestos e de forma nem sempre continuada, deverá, no futuro, sofrer uma reversão de tendências.

Tabela 4.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha Corumbá.

Nº DE REF.	Nº AFLOR. FICHA MINA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCALIDADE MUNICÍPIO	DADOS ECONÔMICOS	USOS
01	JM-054 *	Calcário calcítico e calcário dolomítico	Casa da bomba d'água (Corumbá) Corumbá-MS	Reserva média: 1.813.980t Teores médios: 92,43% de CaCO ₃ e 1,06% de MgCO ₃ .	Fabricação de cimento, cal, corretivo de solos e construção civil, como brita.
02	JM-002 **	Argila vermelha	Ilha Limoeiro (em frente a cidade de Corumbá) Corumbá-MS	Reservas – medida: 1.288.630t; indicada: 1.081.000t e inferida: 2.986.000t.	Cerâmica vermelha para construção civil em geral.
03	JM-031 **	Brita e calcário dolomítico	Pedreira do morro do Bugio Corumbá-MS	Produção média: 500m ³ /mês Parte já minerada: aproximadamente 68.000m ³ .	Revestimento de estrada, corretivo de solos, cal e construção civil em geral.
04	JM-031 ***	Pirita	Morro do Bugio Corumbá-MS	–	Indústria química.
05	JM-003 *	Calcário calcífero	Fazenda Conceição Corumbá-MS	Reservas – medida: 150.076.000t; indicada: 159.592.000t e inferida: 254.000.000t. Teores médios: 85,32% CaCO ₃ ; 1,64% MgCO ₃ e 0,71% de MgO.	Fabricação de cimento, cal, corretivo de solos e construção civil como brita.
06	JM-017 **	Brita e calcário dolomítico	Pedreira Corcal, morro do Pimenta Corumbá-MS	Produção média (anos 88/90) de pó calcário: 90.000t/ano e brita: 20.000t/ano. Reserva inferida: 15.700.000m ³ .	Revestimento de estradas, corretivo de solos e construção civil em geral.
07	JM-006 ***	Travertino	Sítio Santo Antônio (estrada para o morro do Bugio) Ladário-MS	Reserva: inferida 11.375.000m ³ .	Revestimento de estradas e agricultura.
08	JM-028 *	Ferro	Rabichão (faz. Uruba) Corumbá/Ladário-MS	Reservas – medida: 7.378.720t e indicada: 10.477.280t. Teor médio: 46,6% de Fe.	Indústria siderúrgica.
09	JM-05 *	Calcário calcífero	Fazenda Lajinha Corumbá-MS	Reservas – medida: 41.282.000t e indicada: 8.098.000t; inferida: 8.239.000t. Teores médios: 90,80% de CaO ₃ , 1,75% de MgCO ₃ e 0,88% de MgO.	Fabricação de cimento, cal e corretivo de solos.
10	JM-053D ***	Calcário calcífero	Nascentes do córrego Aguada (estrada para Corumbá-MS)	Reservas – medida: 13.300.000t; indicada: 16.700.000t e inferida: 2.018.000t. Teores médios: 86,30% de CaCO ₃ , 1,39% de MgCO ₃ e 0,70% de MgO.	Fabricação de cimento, cal e corretivo de solos.
11	JM-028A ***	Laterita	Fazenda Carandá Corumbá-MS	Reserva inferida: 12.500.000m ³ .	Revestimento de estradas.
12	JM-053D ***	Travertino	Nascentes do córrego Fundo (estrada para Jacadigo) Corumbá-MS	Parte já minerada corresponde a aproximadamente 5.000m ³ . Reserva inferida: 8.750.000m ³ .	Revestimento de estradas e agricultura.
13	JM-018 *	Ferro e manganês	Urucum II Corumbá-MS	Fe - Reservas – medida: 4.800.000t; indicada: 1.233.800.000t. Teor: 58% a 67% de Fe. Mn - Reserva indicada: 2.728.000t. Teor: 44 a 48% de Mn.	Indústrias siderúrgica e química.

Tabela 4.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha Corumbá (continuação).

14	JM-018 **	Água mineral	Fazenda São João, estrada MS-228 para Porto da Manga Ladário-MS	Água mineral fluoretada alcalino-terrosa-magnésiana. Fonte com vazão: 1.470t/h.	Consumo humano.
15	JM-023 *	Manganês e ferro	Santana (morraria Rabichão) Corumbá/Ladário-MS	Mn - Reservas – medida: 6.017.306t; indicada: 1.568.985t.; inferida: 2.522.800t. Teor médio: 27% de Mn. Fe – Reservas – medida: 46.000.000t; indicada: 25.000.000t e inferida: 21.000.000t. Teores variando de 50% a 65% de Fe.	Indústrias siderúrgica e química.
16	JM-026 *	Ferro	Morraria Tromba dos Macacos Corumbá-MS	Reserva medida: 14.863.380t. Teor médio: 60,83% de Fe.	Indústria siderúrgica.
17	JM-040 *	Ferro	Laís (faz. Piraputanga) Corumbá-MS	Reserva medida: 10.096.000t. Teor de 62 a 63% de Fe.	Indústria siderúrgica.
18	JM-003 *	Manganês e ferro	Urucum I Corumbá-MS	Mn - Reservas – medida: 3.014.461t; indicada: 45.000.000t e inferida: 20.000.000t. Teor médio 46% de Mn. Fe - Reservas – medida: 75.769t; indicada: 620.000t e inferida: 350.000t. Teor 44 a 48% de Fe.	Indústrias siderúrgica e química.
19	JM-041 JM-004 *	Manganês e ferro	Morraria de Santa Cruz Corumbá/Ladário-MS	Fe - Reservas – medida: 5.083.200t; indicada: 6.510.000t e inferida: 11.160.000t. Teor médio 60% de Fe. Mn - Reservas – medida: 2.031.232t; indicada: 2.040.600t. Teores variando de 42% a 55% de Mn; inferida: 6.000.000t. Teores variando de 37 a 47% de Mn.	Indústrias siderúrgica e química.
20	JM-007 *	Manganês e ferro	Figueirinha (morraria de Santa Cruz) Corumbá/Ladário-MS	Mn - Reservas – medida: 1.490.270t; indicada: 1.044.571t e inferida: 1.503.248t. Teor médio 38% Mn. Fe - Reservas – medida: 8.974.932t; indicada: 11.497.500t e inferida: 5.743.750t. Teor médio 62% de Fe.	Indústrias siderúrgica e química.
21	JM-019 ***	Cascalheira	Parte sul da morraria do Rabichão (estrada para Porto da Manga-MS-228) Corumbá-MS	–	Material usado na construção de estradas.
22	JM-020 *	Manganês e ferro	Morraria Grande (Morro Azul) Corumbá-MS	Fe - Reservas – medida: 4.930.000t; indicada: 1.000.000t e inferida: 1.600.000t. Teor médio 64% de Fe. Mn - Reservas – medida: 136.880t; indicada: 500t e inferida: 15t. Teor de 47% de Mn.	Indústrias siderúrgica e química.
23	JM-056 ***	Rocha ornamental (Mármore)	Morro do Meio, km 43, estrada MS-228, sentido Corumbá-Porto da Manga Corumbá-MS	–	Revestimento e decoração em geral na construção civil.
24	JM-026A ***	Cascalheira	Borda oeste da morraria Tromba dos Macacos Corumbá-MS	–	Material usado na construção de estradas.
25	JM-015A *	Manganês e ferro	Santa Cruz (parte sul da morraria) Corumbá-MS	Fe - Reservas – medida: 358.000.000t; indicada: 139.400.000t; inferida: 192.900.000t. Teor 58 a 65% de Fe. Mn - Reserva medida: 10.000t. Teor: 50 a 52% de Mn.	Indústrias siderúrgica e química.

Tabela 4.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha Corumbá (continuação).

26	JM-007 ***	Cascalheira	Parte leste da morraria Grande (estrada para Maria Coelho-MS-432) Corumbá-MS	–	Construção de estradas.
27	JM-052 *	Ferro	Morraria Jacadigo Corumbá-MS	Reserva medida: 3190.000t. Teor médio: 64% de Fe.	Indústria siderúrgica.
28	JM-053B ***	Cascalheira	Jacadigo Corumbá-MS	Parte minerada: 12.000m ³ aproximadamente.	Material usado na construção de estradas.
29	JM-011/016 **	Brita, pedra-de-talhe, saibro e areia de Construção	Areiro do Chaim, fazenda São Domingos Corumbá-MS	Reserva inferida: 15.000.000m ³ de brita e/ou pedra-de-talhe.	Calçamento de logradouros públicos e construção civil em geral.
30	JM-042 *	Manganês e ferro	Morraria Santa Cruz/São Domingos Corumbá-MS	Mn - Reservas – medida: 388.360t; indicada: 1.280.440t e inferida: 4.540.964t. Teor médio 49,20% Mn. Fe - Reservas – medida: 21.472.203t; indicada: 35.849.632t. Teor médio 61% de Fe.	Indústria siderúrgica.
31	JM-015A ***	Cascalheira	Borda sul da morraria Santa Cruz Corumbá-MS	–	Construção de estradas.
32	JM012 ***	Ferro	Morraria Sajutá (parte NW) Corumbá-MS	–	Indústria siderúrgica.
33	JM-013 ***	Cascalheira	Fazenda Sajutá Corumbá-MS	–	Construção de estradas.
34	JM-014 ***	Saibro, calcário calcítico e brita	Fazenda Boa Vontade (limite oeste da morraria Pelada/estrada para a fazenda Sajutá) Corumbá-MS	–	Construção civil em geral.
35	JM-009 ***	Argila vermelha	Fazenda Campo Novo (estrada para a fazenda Sajutá) Corumbá-MS	Reserva inferida: 39.250.000m ³ .	Cerâmica vermelha.
36	JM-033 ***	Travertino	Km 9,5 da BR-262 (desde a entrada para Maria Coelho) Corumbá-MS	Parte já minerada: 4.000m ³ . Aproximadamente, Reserva inferida: 18.750.000m ³ .	Revestimento de estradas e agricultura.
37	JM-033 ***	Travertino	Albuquerque Corumbá-MS	Reserva inferida: 5.000.000m ³ .	Revestimento de estradas e agricultura.
38	JM-034 *	Calcita não ótica e calcita ótica	Morro Cristal Corumbá-MS	Reservas – calcita não ótica, medida: 102.317kg; indicada: 60.510kg. Total: 162.827kg. Reservas – calcita ótica, medida: 48.490kg, indicada: 28.462kg total: 76,952kg.	Indústrias químicas, farmacêutica e componentes de equipamentos de precisão.
39	JM-036 *	Rocha ornamental (Mármore)	Morro do Puga Corumbá-MS	Mármore branco. Reservas – medida: 19.680.850m ³ e inferida: 150.000.000m ³ . Mármore rosa. Reservas – medida: 2.522.500m ³ e inferida: 1.765.750m ³	Revestimento e decoração em geral na construção civil.
40	JM-036 ***	Calcário dolomítico	Morro do Puga Corumbá-MS	Reserva indicada: 87.500.000m ³ .	Construção civil e revestimento de estradas.
41	JM-0371 ***	Calcário dolomítico	Morro do Conselho Corumbá-MS	Reserva inferida: 105.000.000m ³ .	Construção civil e revestimento de estradas.

Tabela 4.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha Corumbá (continuação).

42	JM-037B ***	Argila vermelha	Rio Paraguai em frente ao morro do Conselho Corumbá-MS	Reserva inferida: 250.000m ³ .	Cerâmica vermelha.
43	JM-042 ***	Areia de construção	Morro Grande (região a NW de Forte Coimbra) Corumbá-MS	Reserva inferida: 6.250.000m ³ .	Construção civil.
44	JM-041 ***	Areia de construção	Morro Comprido (região a NW de Forte Coimbra) Corumbá-MS	Reserva inferida: 6.250.000m ³ .	Construção civil.
45	JM-060 ***	Cascalheira	Km 4 da MS-325 a partir da estação Carandazal Corumbá-MS	–	Revestimento de estradas.
46	JM-061 ***	Brita	Pedreira Caieira Corumbá-MS	Parte já minerada: 90.000m ³ , aproximadamente. Reserva inferida: 180.000m ³ .	Construção civil e revestimento de estradas.
47	JM-071 ***	Argila vermelha	Fazenda Colônia Corumbá-MS	Reserva inferida: 12.500.000m ³ .	Cerâmica vermelha.
48	JM-065 ***	Cascalheira	Morro do Caitetu, estrada para a faz. Morro Azul (5 km após entroncamento para a faz. Caieira) Corumbá-MS	Reserva inferida: 8.750.000m ³ . Parte já minerada: 15.000m ³ , aproximadamente.	Construção civil e revestimento de estradas.

Fonte: * – Relatório do DNPM.
 ** – Informações locais.
 *** – Dados da equipe de campo.

Tabela 4.2 – Minérios de ferro e de manganês da Folha Corumbá (em milhões de toneladas).

Minério	Fe				Mn			
	Reserva Medida	Reserva Indicada	Reserva Inferida	Total	Reserva Medida	Reserva Indicada	Reserva Inferida	Total
Urucum e Tromba dos Macacos	1.327	152	1.184	2.663	5,6	45,0	28	78,6
Santa Cruz e São Domingos	1.664	690	4.003	6.357	7,7	6,6	81	95,3
Morro Grande	1.415	575	5.070	7.060	0,4	1,4	52	53,8
Rabichão	844	189	9.499	10.532	0,1	5,5	14	19,6
Jacadigo	3.112	1.078	209	4.399	–	1,3	–	1,3
Totais	8.362	2.684	19.965	31.011*	13,8	59,8	175	248,6*

Fonte: Principais Depósitos Minerais – DNPM – 1986.

* Observação: As reservas de minério Fe oficiais, segundo o DNPM, (1986), são da ordem de 912.300.000t., segundo Haralyi & Walde (1986).

O principal fator negativo para a comercialização dos minérios de Fe e Mn é o elevado custo do transporte, do distrito mineiro para os mercados consumidores, tanto interno quanto externo. Tal problema passa necessariamente pela melhoria da infra-estrutura das mineradoras, modernização das empresas de navegação e do sistema portuário, retificação e dragagem de alguns trechos do rio Paraguai, e melhorias na R.F.F.S.A.

Gênese do Minério de Ferro e do Manganês

A origem dos depósitos de ferro e manganês é objeto de controvérsia entre os pesquisadores que estudaram o Grupo Jacadigo, desde o século passado, e permanece até hoje. Na Formação Santa Cruz são aceitos como de origem química os depósitos de Fe e Mn, na forma de lâminas de hematita e jaspe, tendo intercalações centimétricas a métricas do minério de manganês (principalmente criptomelana). Barbosa & Oliveira (1978), Walde *et al.* (1981) e Haralyi e Walde (1986) sugeriram influência glacial para os depósitos ferromanganesíferos da Formação Santa Cruz. Almeida (1984) interpretou as inclusões de seixos e blocos nos jaspilitos e principalmente nas camadas de manganês da Formação Santa Cruz, como sendo *dropstones*, liberados de gelo flutuante (*icebergs*) em uma bacia marinha, rasa, dominada pela sedimentação química. A idade neoproterozóica comprovada por Zaine (1991) é coerente com a idéia, amplamente aceita, de uma glaciação envolvendo muitas regiões do mundo no Neoproterozóico.

As características do Grupo Jacadigo em termos litoestratigráficos, tectônicos e cronológicos se aproximam dos depósitos tipo Rapitan, de Maynard (1991). Young (1976 *apud* Zaine, 1991), tomando como modelo o Grupo Rapitan (Neoproterozóico) do Canadá, onde ocorrem sedimentos clásticos (arenitos, siltitos e conglomerados com seixos e blocos com abundantes feições glaciogênicas, intercalados com jaspilitos) comparou tal seqüência a formações similares de mesma idade na Namíbia (Supergrupo Damará), na Austrália (Supergrupo Yudnamutana) e até no Brasil, citando especificamente o Grupo Jacadigo.

Gross (1983) interpretou as formações bandadas de ferro dos grupos Rapitan e Jacadigo, como tendo sido depositadas em um *graben* ou próximo à escarpa de falha, ao longo de margem cratônica.

Zaine (1991) refere-se a vários autores que apresentaram diversos modelos para explicar a origem das formações bandadas de ferro do tipo Rapitan. Em resumo, as citadas formações estariam relacionadas a um regime extensional de placas tectônicas, originando pequenas bacias oceânicas com circulação hidrotermal produzindo salmouras metálicas. A associação com depósitos glaciogênicos seria essencial para a circulação das salmouras e deposição de ferro nas margens continentais falhadas.

Os modelos concebidos para a deposição de formações ferríferas no Neoproterozóico levam em conta: a) evidências de glaciação associada; b) rifteamento e fragmentação continental; c) atividade fumarólica em sistema de *riffts*. No caso do Grupo Jacadigo, a sedimentação clástica grosseira pode, em princípio, estar associada à fase de rifteamento da crosta continental (parte sul do Cráton Amazônico). A presença, na Formação Santa Cruz, de *dropstone*, principalmente nos sedimentos químicos (camadas de ferro e manganês), são indicativos de influência glacial, e a deposição em águas rasas é sugerida pela presença de estratificação cruzada e marcas onduladas nos termos siliciclásticos (arenitos, siltitos) intercalados na seqüência ferrífera. Haralyi & Walde (1986) consideram que o intemperismo das vulcânicas básicas da chamada Formação “Taquaral” que ocorreriam abaixo da Formação Urucum, forneceria o ferro e o manganês das jazidas da Formação Santa Cruz. Zaine (1991) faz restrições à inserção da Formação “Taquaral” na base do Grupo Jacadigo, bem como quanto à manutenção do nome proposto por Haralyi & Walde (1986).

No presente trabalho, não se encontrou evidências da presença da Formação “Taquaral” na região de Corumbá, como descrito por aqueles autores; entretanto, admite-se que a unidade em pauta, que foi definida na região fronteiriça da Bolívia, representa a resposta para a fonte primária de Fe e Mn.

4.1.2 Cobre

Somente duas ocorrências de cobre foram verificadas na área (Corrêa *et al.*, 1976) e estão relacionadas a corpos anfibolíticos. Uma situa-se a sul do

rio Aquidabã, em morro isolado na planície pantaneira, sendo constituída por impregnações de malaquita, em zonas de cisalhamento com orientação NW-SE; e outra, a aproximadamente 5km a sul da fazenda São Carlos, em região de domínio das rochas do Complexo Rio Apa, contendo calcopirita disseminada. São comuns alterações retrometamórficas em alguns minerais das rochas encaixantes e zonas de cisalhamento, que constituem prováveis metalotectos dessas mineralizações.

4.1.3 Pirita

A presença deste sulfeto de ferro foi observada no morro do Bugio e na mina Lajinha, onde este minério está associado, respectivamente, a calcários calcíticos negros e a arenitos finos calcíferos, detectados em furos de sonda. Estas ocorrências estão relacionadas à Formação Tamengo e são de pequena importância econômica. Uma outra ocorrência localiza-se cerca de 5km a leste da fazenda São Simão, no nordeste da Folha Aldeia Tomázia, disseminada em rocha básica (diabásio).

4.2 Minerais Não-Metálicos

4.2.1 Calcário Calcítico / Dolomítico e Mármore

As rochas carbonáticas das formações Cerradinho, Bocaina e Tamengo, podem ser aproveitadas para fabricação de cimento, pó calcário, para corretivo de solos, cal, brita, revestimento de estradas e pedra ornamental.

Foram cadastrados dezenove jazimentos, sendo que apenas os da fazenda Conceição e córrego Aguada (n^{os} 5 e 10 da Listagem de Recursos Minerais) não foram verificados *in loco*. São descritos a seguir, de forma resumida.

Mina Lajinha (n^o 9)

Situa-se na fazenda homônima, 17 km a sul de Corumbá. Pertence ao Grupo Itaú e é minerada a céu aberto, com emprego de técnicas modernas de exploração e equipamentos sofisticados. O minério é constituído de calcários calcíticos que apresentam por vezes níveis magnesianos com até 6%

de MgO (Formação Tamengo). A atual frente de lavra, com aproximadamente 300m de extensão por 10m de altura máxima, mostra calcários de textura cristalina fina, bem estratificados, com cores variando de cinza-claro a negro. O pacote acha-se intercalado por camadas subordinadas, de dimensões centimétricas a métricas, de siltitos e folhelhos. As rochas estão fraturadas segundo as direções NE-SW e NW-SE e com atitude das camadas em torno de N35 E/40 SE. Observam-se, por vezes, concentrações de calcita nas zonas fraturadas.

A Mineração Itaú (foto 13) verticaliza a exploração do calcário, sendo toda a produção destinada à fabricação de cimento tipo *portland*. Na mina, o minério recebe o beneficiamento primário (britagem, classificação, blendagem etc.), sendo depois transportado para a fábrica situada na área portuária de Corumbá, onde recebe o beneficiamento final. O cimento produzido é consumido no próprio estado e exportado, principalmente, para São Paulo.

Mina da Casa da Bomba D'Água (n^o 1)

Atualmente desativada, pertence também ao Grupo Itaú. A situação geológica é similar à da mina Lajinha. A única diferença observada nas frentes de lavra é a presença de folhelhos e siltitos calcíferos intercalados que, embora subordinados, apresentam-se com "bancos métricos". Há também, maior concentração de calcita em veios, por vezes drusiformes, que se apresentam encaixados nas fraturas ou paralelos à estratificação, principalmente na interfácies calcário/folhelho ou calcário/siltito. Os trabalhos de lavra foram interrompidos por causa da exaustão do calcário calcítico e também por situar-se dentro do perímetro urbano das cidades de Ladário e Corumbá.

Pedreira da Corcal (n^o 6)

Localiza-se nas encostas do morro do Pimenta, na periferia da cidade de Corumbá. Geologicamente está situada entre as formações Bocaina e Tamengo. O perfil realizado entre o morro do Pimenta e o canal do Tamengo mostra que a principal frente de lavra (foto 14), com 500m de extensão e entre 10 e 30m de altura, desenvolve-se nos calcários dolomíticos e dolomitos da Formação Bocaina.

Essas rochas têm cor cinza-claro predominante e estão superficialmente silicificadas, bem estratificadas e fraturadas (sistema NW-SE e NE-SW). Notam-se níveis brechados e raras intercalações centimétricas de siltitos.

Próximo à ferrovia há uma frente de lavra (100m de comprimento por 4m de altura) constituída de calcários calcíticos típicos da Formação Tamengo (foto 15). Essas rochas são mineradas a céu aberto e aproveitadas como brita e pó calcário.

Pedreira Morro do Bugio (nº 3)

A mina pertence à Construtora Fonseca e situa-se a aproximadamente 6km a SE da cidade de Corumbá. Geologicamente localiza-se no contato entre as formações Bocaina e Tamengo.

A frente de lavra (150m de comprimento por 15m de altura), mostra calcários dolomíticos cinza-claros, silicificados e calcários calcíticos cinza-escuros a negros, bem laminados, com “filmes” de pirita entre os estratos e com superfícies estriadas (*slickensides*).

O minério é beneficiado no local e o produto (brita com diversas granulometrias) é utilizado para atender ao mercado, principalmente de construção civil, das cidades de Corumbá e Ladário.

Pedreira Caieira (nº 46)

Localiza-se à margem da via férrea, parte SE da Folha Corumbá. A mina, atualmente desativada, situa-se na encosta sul de um morro testemunho formado por calcário dolomítico (Formação Bocaina) de cor cinza-claro e silicificado. A antiga frente de lavra (150m de comprimento por 30m de altura) indica que o local foi intensamente minerado em passado recente, sendo aproveitado como brita e cal (foto 16). No local existe um forno de grandes dimensões, para a fabricação de cal, hoje em ruínas (foto 17).

As ocorrências minerais dos morros Puga, Conselho e Caitetu, respectivamente nºs 40, 41 e 48 da Listagem de Recursos Minerais, referem-se a jazimentos de calcários dolomíticos e/ou dolomitos da Formação Bocaina que, pelas características das rochas, condições topográficas e facilidade de acesso, poderão vir a ser utilizados como brita na construção civil e revestimento de estradas.

Morro do Puga (nº 39)

Localiza-se à margem direita do rio Paraguai, a cerca de 5km a SW de Porto Esperança. O morro destaca-se na planície pantaneira, tendo no topo as rochas carbonáticas da Formação Bocaina, onde se localiza o depósito mineral (pedra ornamental), cujos dados econômicos estão contidos na Listagem de Recursos Minerais. É formado por mármores de cores cinza a branca e rosa, de cristalinidade fina a média, com estratificação bem desenvolvida, e são fraturados (sistema NW-SE e NE-SW).

As observações feitas no campo (foto 18), o exame de algumas amostras polidas (museu da cidade de Corumbá) e o relatório de pesquisa da área indicam que o minério é de boa qualidade. Entretanto, a viabilidade econômica do depósito deve ser precedida, entre outros parâmetros, de um estudo detalhado da geologia estrutural local, visando identificar até onde o sistema de fraturamento observado poderá prejudicar a exploração mineral para utilização como rocha ornamental.

Morro do Meio (nº 23)

O jazimento localiza-se a SE de Corumbá (km 43 da estrada MS-228). É constituído por blocos soltos de calcário cinza-claro, levemente silicificado.

As amostras examinadas apresentam grande variação de cristalinidade (fina a grossa), evidências de fraturamento e vênulas preenchidas por calcita ou quartzo. O estudo petrográfico classificou as amostras como calcário cristalino ou mármore e mostrou evidências de metamorfismo de baixo grau. A ocorrência foi afetada por falhamento com direção NW-SE.

Morro Cristal (nº 38)

A jazida de calcita ótica do morro do Cristal localiza-se a 3km da sede da fazenda Santa Aparecida, (SW da morraria do Zanetti). O morro destaca-se na planície pantaneira, sendo constituído por rochas carbonáticas da Formação Bocaina, que foram afetadas por falhas com direção geral NW-SE. A mineralização na forma de veios e bolsões preenchendo fraturas é constituída de calcita branca leitosa, não ótica e de alta pureza, tendo associada calcita ótica de excelente qualidade.

A jazida é a única conhecida atualmente no país e, segundo Farias (1991), deverá ser a quarta a ser explorada no mundo – jazimentos econômicos apenas no México, Índia e Rússia (Sibéria). A lavra, em razão das características físicas do minério, será semimecanizada, prevendo-se uma produção anual de 3.600kg e uma vida útil da jazida de, aproximadamente, 14 anos. O plano de aproveitamento econômico apresentado ao DNPM prevê atenção especial aos possíveis impactos ambientais na área, os quais serão praticamente nulos se forem executados os itens previstos para recuperação da área a ser minerada. O aproveitamento do jazimento, apesar dos problemas de infra-estrutura a serem enfrentados, é um empreendimento de alta rentabilidade (amortização do capital investido em 2,5 anos), em função da forte demanda, principalmente em relação à calcita ótica, que encontra nos países de alta tecnologia (U.S.A., Japão, Alemanha, França e Rússia) colocação garantida com preços atraentes.

4.2.2 Calcário Recente

Foram cadastrados quatro jazimentos de travertino, pertencentes à Formação Xaraiés, listados a seguir: nº 7 – Sítio Santo Antônio na parte sul do morro do Bugio; nº 12 – nascentes do córrego Fundo, a NE da morraria do Jacadigo; nº 36 – BR-262, sul da morraria do Zanetti (foto 19) e nº 37 – Albuquerque, sul da morraria Mato Grande.

Os jazimentos, com pequenas variações, são geologicamente similares, tendo em comum os seguintes parâmetros: origem a partir do intemperismo químico atuante nas rochas carbonáticas do Grupo Corumbá (principalmente da Formação Bocaina), pequeno transporte e deposição em sítios topograficamente deprimidos; áreas de exposição com dimensões de dezenas de metros quadrados a centenas de quilômetros quadrados, sempre com pequenas espessuras (máximo observado nº 36, chegou a 6m); mineralização idêntica, constituída principalmente de travertino e tufo calcário; minério leve, com pouca consistência, poroso, facilmente desagregável.

A exploração é feita a céu aberto, com a utilização de equipamentos convencionais (trator, pá carregadeira e caminhões). O minério não sofre ne-

nhum beneficiamento, sendo usado *in natura* na agricultura e principalmente no revestimento das estradas secundárias da região.

4.2.3 Depósitos de Tálus

Foram cadastradas nove cascalheiras, constituindo colúvios e/ou elúvios genericamente denominados depósitos de tálus, sempre situados nas encostas e/ou adjacências das elevações (morros/morrarias) localizadas na Folha Corumbá, como segue: nº 11 – Fazenda Carandá, parte norte da morraria Santa Cruz; nº 21 – parte sul da morraria Rabichão; nº 24 – borda W da morraria Tromba dos Macacos; nº 26 – parte E da morraria Grande; nº 28 – Jacadigo; nº 31 – borda sul da morraria Santa Cruz; nº 33 – fazenda Sajutá; nº 34 – fazenda Boa Vontade, no limite W da morraria Pelada (estrada para a fazenda Sajutá) e nº 45 – km 4 da MS-325, a partir da estação Carandazal (quadrante SW da folha).

Os jazimentos selecionados, nºs 33 e 45, têm em comum o fato de serem originados a partir do intemperismo do Grupo Jacadigo (principalmente da Formação Santa Cruz). São constituídos de material mal selecionado, inconsolidado a consolidado (diferentes graus de compactação), e composto por fragmentos que variam de grânulos a matações de jaspillitos, hematita fitada e arcóseo ferruginoso e/ou manganêsífero. A “matriz” do material é areno-siltico-argilosa. Há, por vezes, desenvolvimento de solo (com diferentes tipos de vegetação) e mesmo laterização incipiente.

A ocorrência mineral nº 34, plotada no mapa anexo à Nota Explicativa como saibro, brita e cascalheira é, em princípio, um depósito de tálus, na medida em que resulta do intemperismo de rochas granitóides (Complexo Rio Apa) e dolomitos da Formação Bocaina, localizados nas encostas do morro onde são observados, também, matações do granitóide, que podem vir a ser aproveitados como brita. A de nº 45 é formada a partir de rochas dolomíticas da Formação Bocaina.

Os jazimentos apontados são potenciais. Já foram e/ou estão sendo aproveitados principalmente para construção de estradas, a exemplo dos jazimentos nºs 26, 31 e 45 que estavam sendo lavrados quando dos trabalhos de campo do projeto.

4.2.4 Argila

Foram cadastrados quatro jazimentos de argila, sendo todos localizados em terrenos da Formação Pantanal e relacionados a seguir: nº 2 – Ilha Limoeiro, em frente a cidade de Corumbá (foto 20); nº 35 – fazenda Campo Novo (margem da estrada para a fazenda Sajutá); nº 42 – morro do Conselho, na margem direita do rio Paraguai, e nº 47 – fazenda Colônia, parte sul do morro Solteiro.

A mina Bracinho (nº 2) é lavrada pela Sociedade Fornecedora de Materiais Ltda subsidiária da Cimento Itaú de Corumbá S.A. (foto 21).

Os dados geológicos, obtidos a partir do exame dos relatórios da empresa, indicam que o minério apresenta-se disposto em lentes de argila pouco laminada, com alta plasticidade e com cor cinza-claro, por vezes escurecida pela presença de matéria orgânica. A espessura do minério atinge, em média, 3m. A análise por difração de Raios-X de uma amostra, oriunda da frente de lavra, revelou que o minério é formado essencialmente por esmectita e caulinita e subordinadamente por illita. Devido à sua composição, uniformidade e plasticidade, a argila é utilizada na fabricação de cerâmica vermelha (telhas, manilhas e tijolos comuns e furados); entretanto, poderá também ser usada na fabricação de cimento *portland* comum. O teor médio do minério apresentou os seguintes valores: umidade, 14,75%; perda ao fogo, 6,50%; SiO₂, 74,89%; Fe₂O₃, 4,5%; Al₂O₃, 11,74%; TiO₂, 0,74%; CaO, 0,88% e MgO, 0,43%.

A exploração é feita a céu aberto, sendo semimecanizada (trator de esteira e pá carregadeira) e o transporte é feito por caminhões caçamba, os quais, após um trajeto de 1km, são trasladados da ilha para as instalações industriais da Empresa SOFORMA, na cidade de Corumbá, através do rio Paraguai, por meio de balsas.

A lavra é feita durante cerca de 8 meses/ano, com produção média de 1.700t/mês. O total da produção da SOFORMA é consumido na região Corumbá-Ladário e exportado para outros municípios do estado.

Nas ocorrências minerais nºs 35, 42 e 47, localizadas durante a campanha de campo, as amostras coletadas foram analisadas por difração de Raios-X e apresentaram como resultados em comum a predominância da esmectita. As citadas ocorrências apresentam características geológicas similares às da mina Bracinho.

4.2.5 Areia

Foram cadastradas, na área da Folha Corumbá, uma mina (Areeiro do Chain) e duas ocorrências expressivas.

Areeiro do Chain (nº 29)

A mina localiza-se na parte sul da morraria São Domingos, na fazenda homônima, ocorrendo na meia-encosta e na base de um morrote constituído de metagranito. Sua espessura é muito irregular (máximo observado 5m), varia desde areia fina a saibro e resulta diretamente da alteração intempélica do granito.

A mineração é semimecanizada e feita a céu aberto, com produção de aproximadamente 100m³/dia. A areia é lavada e separada no local em pelo menos três tipos: fina, grossa e saibro. O material é transportado em caminhões para a cidade e Corumbá, onde é comercializado.

A exploração da mina no ritmo atual levará o depósito à exaustão no médio prazo, o que irá determinar a procura de outras fontes para suprir o mercado consumidor, atualmente atendido em sua quase totalidade pelo Areeiro do Chain.

Observa-se no local a existência de uma pedreira desativada, onde o granito foi explotado como pedra-de-talhe; informações obtidas em Corumbá indicam que o material foi usado para calçamento e meio-fio das ruas daquela cidade, e também, em menor escala, como brita na construção civil. As possibilidades da retomada da utilização do granito para os fins citados são grandes, na medida em que se considere as facilidades de acesso, distância, condições topográficas no local e a infra-estrutura em termos de energia elétrica na área (foto 22).

Morros Grande (nº43) e Comprido (nº44)

A Formação Coimbra, por ser constituída essencialmente por arenitos, foi selecionada como de grande potencial para o fornecimento de areia para consumo da região de Corumbá-Ladário, com a possibilidade futura do aumento da demanda. A escolha tem justificativa na preocupação de evitar-se futuras agressões ao meio ambiente.

Baseado na descrição dos litótipos da formação e considerando-se parâmetros como volume, acesso e topografia, foram cadastradas as ocorrências minerais n^{os} 43 e 44, localizadas respectivamente, nos morros Grande e Comprido, quadrante SW da Folha Corumbá.

4.2.6 Água Mineral

A jazida (n^o 14), localiza-se na fazenda São João, na margem da MS-228. A encaixante da mineralização é formada por granitóide do Complexo Rio

Apa, recoberto por depósitos de tálus, constituído por colúvios e/ou elúvios da Formação Santa Cruz, aflorante no topo da morraria Santa Cruz. O granitóide está cataclasado e afetado pelo cruzamento de falhas do sistema NE-SW e NW-SE. A água, segundo informação verbal do proprietário, Sr. Romão Chaim Assef, é classificada como alcalino-terrosa-magnesiana, tendo as fontes uma vazão de 1.470l/h; a área tem relatório de pesquisa aprovado (DNPM n^o 860.494/82). O processamento industrial será feito no local e o mercado consumidor previsto é o das cidades de Corumbá e Ladário.