3

GEOLOGIA ECONÔMICA/METALOGENIA

3.1 Jazimentos Minerais

Na Folha Marabá foram cadastradas 57 concentrações de substâncias minerais de interesse econômico (quadro 3.1), que, em função de seus *status*, foram assim classificadas:

3.1.1 Minerais Não-Metálicos Industriais

Cristal-de-Rocha – entre os garimpos catalogados foram alvo de reconhecimento, por técnicos do projeto, apenas aqueles sobre mineralização primária e que estão localizados em Vila Apinajé e nos rios Sororó e Sororozinho. Nestas localidades, os cristais associam-se em drusas, preenchendo "bolsões" dispostos segundo a orientação filoneana. As dimensões dos cristais variam de centimétricas a decimétricas, raramente chegando a 1m de comprimento.

O cristal-de-rocha produzido classifica-se em três tipos comerciais 1ª, 2ª e 3ª. A maior parte extraída corresponde à produção de lascas, seguido de cristais para fins ornamentais e, finalmente, uma pequena fração enquadra-se como de grau eletrônico. A produção não é controlada e a comercialização é processada com compradores do centro-sul do país. Segundo informação em um dos garimpos de Apinajé, cristais de primeiríssima qualidade chegam a ser exportados para o Japão.

Psaronius – uma ocorrência próxima à Vila Itamirim, na Formação Pedra de Fogo, contém alguns "troncos" com até 2,5m, apresentando bom aproveitamento na indústria, segundo Collyer *et al.* (1990).

Calcário – algumas ocorrências de calcário cadastradas mostram especificações para fabricação de cimento Portland, a julgar apenas pelos resultados analíticos disponíveis de CaO e MgO. Na listagem dos recursos minerais da Carta Metalogenética/Previsional, são apresentados os teores destes óxidos e as respectivas espessuras das ocorrências, obtidas através de sondagens, por Almeida *et al.* (1977). A provável insuficiência de volume destas ocorrências, de morfologia lenticular, poderá não satisfazer à indústria cimenteira.

Deve ser destacada a utilização do calcário na indústria de cal para a construção civil, no preparo de argamassas, pinturas, e outros usos. Esta matéria-prima também poderá ser usada na siderurgia, funcionando como purificador durante a industrialização de certos tipos de minério. Em relação a esta possibilidade, Marabá ainda poderá ter seu pólo si-

Quadro 3.1

Substância Mineral	Ocorrência	Garimpo	Depósito	Mina
Diamante		05		
Cristal-de-Rocha		07		
Citrino		01		
Ametista		02		
Amazonita	01			
Calcário	12			
Cascalho			02	
Argila	02		11	
Areia	02		04	
Concreções Ferruginosas			06	
Psaronius	01			
Água Mineral				01

derúrgico, como já foi previsto. Enfim, o calcário pode ter várias outras aplicações industriais, sempre em função de sua característica físico-química, fator determinante na sua utilização.

Água Mineral – no km 8 da rodovia BR-230, situa-se uma fonte de água considerada mineral, com vazão em torno de 4.000l/h (informação local) que é industrializada sob o nome de Água Carajás e comercializada na região.

3.1.2 Materiais de Construção Civil

Cascalho – dois depósitos de cascalho foram dimensionados por Almeida *et al.* (*op.cit.*) Um na margem esquerda do rio Itacaiúnas, distante cerca de 5,5km da cidade de Marabá, com reserva avaliada em 50.000m^3, espessura média de 5m e capeamento de 3m. Outro, na margem esquerda do rio Sororó, situado em torno de 10,5km daquela cidade, com somente 2.000m^3 de reserva estimada e espessura de apenas 1m. O quadro 3.2 ilustra a composição granulométrica dos cascalhos desses depósitos.

Quadro 3.2.

LOCALIZAÇÃO	Grãos em cm^2			
	≤ 1	> 1 ≤ 2	> 2 ≤ 3	>3 ≤ 4
	% de Grãos			
Rio Itacaiúnas	37,6	18,6	15,9	27,9
Rio Sororó	65,8	11,3	22,9	–

O cascalho utilizado na região vinha sendo extraído do leito do rio Tocantins, em frente à cidade de Marabá. Consta, porém, que está havendo intervenção do setor público, por questão ambiental, o que deverá despertar interesse no depósito da margem do rio Itacaiúnas.

Areia – quatro depósitos de areia foram dimensionados, através de furos de trado, segundo Almeida *et al.* (*op. cit.*). O quadro 3.3 resume os dados disponíveis sobre esses depósitos.

Quadro 3.3

Localização	Distância (km)/Cidade	Reserva (m^3)	Classificação da Areia	Profundidade Atingida (m)
Rio Itacaiúnas (Ilha da Rainha)	38/Marabá (a jusante)	2.000.000	Média a fina	3
PA-150 (Fazenda Albuquerque)	7,5/Vila S. Félix	1.840.000	Fina	4
Rio Tocantins (Ilha S. João do Vaz)	16/Marabá (a jusante)	2.900.000	Fina	8
Rio Tocantins (Praia do Tucunaré)	Frontal/Marabá	2.030.000	Média a fina	1

Com base nas medidas da série Tyler, os autores anteriormente citados arbitraram a seguinte classificação para areia (em *mesh*): grossa (4-14), média (14-48) e fina: <48.

Argila – onze depósitos foram dimensionados, através de furos de trado, por Almeida *et al.* (*op. cit.*), cujas características resumem-se no quadro 3.4A.

Concreções Ferruginosas (Piçarra) – enquadram-se nesta categoria seis depósitos, constituídos essencialmente por fragmentos de rochas laterizadas e de lateritos ferruginosos. Preliminarmente dimensionados por Almeida *et al.* (*op. cit.*), esses depósitos têm as seguintes características descritas no quadro 3.4B.

3.1.3 Insumos para Agricultura

Trata-se de um importante assunto para o desenvolvimento de uma política de produção de alimentos para a região, pois a maioria dos solos apresenta extrema acidez, ou seja: baixo valor do potencial hidrogênico (pH) e elevada quantidade de Al^{+3}. Isto causa a substituição (e lixiviação) de cátions (K, Ca, Mg, Na) nutrientes de culturas vegetais pelo hidrogênio, nas partículas coloidais dos solos; além da solubilidade de Fe, Mn e Al, elementos altamente tóxicos para algumas culturas, que provoca a insolubilidade dos fosfatos dos solos e de inúmeros micronutrientes. A acidez reduz os microorganismos do solo, prejudicando a decomposição da matéria orgânica e deixando de ocorrer a decomposição das bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico.

O calcário reduz a concentração de hidrogênio e tende a insolubilizar a alumínio, elevando o pH. Daí a importância da calagem dos solos, que implica na diminuição ou eliminação da solubilidade de

Quadro 3.4A

Nº*	Localização	Distância (km)/ Cidade	Reserva (m^3)	Classificação (Uso Cerâmico)
03	Margem esquerda do rio Tocantins	0,6/Itupiranga	1.350.000	Vermelha
04	Margem esquerda do rio tocantins	1,2/Itupiranga	387.000	Vermelha, branca, (refratária)
08	Igarapé Lago Vermelho	7,0/Itupiranga	700.000	Vermelha, (branca), (refratária)
13	Margem direita do rio Tocantins	Vila S.Félix	1.850.000	Vermelha, (branca)
15	Margem direita do rio Tocantins	7,5/Marabá	1.250.000	Vermelha
20	Margem direita do rio Tocantins	Junto a Marabá	500.000	Vermelha, branca
21	Margem esquerda do rio Itacaiúnas	Junto a Marabá	5.610.000	Vermelha, (branca)
26	Margem esquerda do rio Itacaiúnas	8,0/Marabá	1.200.000	Vermelha
30	Margem esquerda do rio Itacaiúnas	11,0/Marabá	540.000	Vermelha
34	Rio Sororó	14,0/Marabá	12.500	Vermelha
38	Rodovia PA-150	20,0/Marabá	5.500	Vermelha, branca, (refratária)

* da Carta Metalogenética/Previsional
( ) Parte do depósito

Quadro 3.4B

Localização	Distância de Marabá (km)	Reserva (m^3)	Composição Granulométrica (*Mesh*)				
			>4	14	48	200	<200
			%				
Rod. BR-230 Marabá/Altamira	51	10.000	61,2	12,4	6,0	6,6	13,8
Rod. BR-230 Marabá/Altamira	34	60.000	59,9	15,1	6,8	4,2	14,0
Rod. BR-230 Marabá/Altamira	15	1.000	63,3	4,9	5,1	4,8	21,9
Rod. BR-230 Marabá/Estreito	10	75.000	47,7	16,3	2,3	5,8	27,9
Rod. BR-230 Marabá/Altamira	3	20.000	47,5	11,3	8,4	14,7	18,1
Rod. PA-150	11	60.000	65,6	9,0	1,5	2,2	21,7

elementos tóxicos (principalmente Mn e Al) e aumento da disponibilidade de fósforo, na vida microbiana e na quantidade de Ca e Mg do solo. Para isto, porém, é importante conhecer a quantidade de calcário que o solo necessita, visando combater a "acidez potencial" – capacidade de certas substâncias (principalmente compostos de alumínio em água e radicais ácidos de matéria orgânica) continuarem liberando H^+ para a solução do solo. Todavia, para o bom aproveitamento da calagem, deve também ser aplicada a quantidade indicada de nutrientes e usadas boas práticas de manejo das culturas.

Inúmeras são as vantagens do pó calcário sobre os demais produtos de correção de acidez de solos, tais como: farta distribuição, fácil transporte e manuseio, possibilidade de ajuste na relação Ca/Mg e de escolha do poder de neutralização, maior poder residual, não ser corrosivo; além de melhorar a porosidade, a permeabilidade e a textura do solo; aumentar a capacidade de retenção de umidade, a disponibilidade de fósforo e potássio; melhorar o *habit* do solo; permitir o desenvolvimento das bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e aumentar a eficiência de adubação.

Sabe-se de especificações quanto à granulometria do pó calcário, regulamentada pelo Decreto Federal nº 50.146 de 27.01.61, e que a Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo (*in* Carvalho & Figueiras, 1976) estabeleceu a seguinte classificação quanto aos conteúdos de CaO e MgO: pó calcário calcítico (CaO $\geq$ 45%) e pó calcário dolomítico (CaO + MgO $\geq$ 40%, onde MgO $\geq$ 10%). A qualidade do pó calcário é determinada principalmente por três fatores: valor de neutralização – quantidade de CO_3 que pode reagir com ácidos do solo; granulometria – deve ser proporcional a sua reação com ácidos do solo; e conteúdo de magnésio. O pó calcário dolomítico apresenta maior valor nutritivo para os vegetais, enquanto que o calcário calcítico em grande quantidade pode gerar desequilíbrio entre Ca e Mg do solo e conseqüente deficiência na absorção do magnésio pelas plantas.

A julgar por este nível de informações e pelos dados analíticos disponíveis, constantes na listagem dos recursos minerais da Carta Metalogenéti-

ca/Previsional, constata-se que certas ocorrências de calcário cadastradas na Folha Marabá exibem especificações satisfatórias, quanto aos teores de CaO e MgO, para utilização na calagem de solos dessa região.

Segundo informação da Prefeitura de Marabá, já existe interesse da iniciativa privada local em explorar algumas dessas ocorrências como insumo para agricultura.

3.1.4 Gemas

O mapa de Alves de Souza, apresentado por Barbosa (1991), mostra a intensa garimpagem de diamante que existiu ao longo da faixa aluvionar do rio Tocantins, entre os paralelos 05°20' e 04°00'S, por aproximadamente 220km. No período de 1941-1944, foi estimado cerca de 10.000 garimpeiros e uma produção em torno de 68.000ct, da qual 55% eram pedras lapidáveis, 40% industriais e 5% fundo. Quanto ao peso, foi calculado que 25% corresponderia a pedras <25pts, 20% a 25pts, 25% a 50pts, 25% a 1ct, 5% de 2-5ct e com raras pedras >5ct. Ainda, Barbosa (1966) acreditava que cerca de 10% da produção do país era fornecida pela região de Marabá, onde a estatística oficial acusava 12-13.000ct anuais em 1950-1951, caindo para 6-3.000ct em 1956-1957.

Esses dados sugerem um elevado potencial diamantífero, ainda em fontes primárias, a serem descobertas na região.

Na folha trabalhada foram catalogados apenas cinco garimpos, todos em ambiente de deposição secundária, dos quais três encontram-se inativos. O garimpo da Vila Itamirim, por situar-se intramorros, paralisa-se constantemente por falta d'água; já o de Vila Natal, na bacia do rio São Martinho, encontrava-se com apenas duas "chupadeiras" em atividade.

A partir de informações extraídas de Collyer *et al.* (1990,1991) foram catalogados no âmbito da área trabalhada dois garimpos de ametista, um de citrino, e uma ocorrência de amazonita.

3.2 Metalogenia previsional

A Carta Metalogenética/Previsional procura expressar de forma clara as diversas associações litológicas individualizadas nos diferentes domínios tectono-estruturais compartimentados na área trabalhada. Ilustra as características metalogenéticas das várias concentrações minerais de interesse econômico, assinala anomalias (principalmente aeromagnéticas) sugestivas de indícios de corpos potencialmente mineralizados, além da indicação e/ou insinuação de metalotectos que culminaram com a delimitação de áreas previsionalmente favoráveis a conter mineralizações.

3.2.1 Áreas Mineralizadas Previsionais

– Para Ouro: abrange uma área constituída de xistos máfico-ultramáficos, com possíveis formações ferríferas e ainda metassedimentos ou apenas cobertura sedimentar de uma seqüência toleiítica/komatiítica tipo *Greenstone Belt* (Grupo Rio Novo). Neste contexto (fora da área do Projeto) são conhecidas mineralizações de ouro (garimpos) em zonas de cisalhamento, encaixadas em siltitos ou metassiltitos (Serra Pelada, Cutia, Formiga), assim como em metavulcânicas (serra Verde). A íntima relação espacial de coberturas plataformais (?) mineralizadas com as seqüências metavulcano-sedimentares arqueanas, na região sul do Pará, sugere uma fundamental influência desse tipo de "embasamento" nessas concentrações auríferas, onde processos tectônicos, localmente cisalhantes, condicionaram a remobilização e concentração de ouro nas seqüências de cobertura, tal como ocorre em Carajás (Bahia e Água Claras) e nos *greenstones* de Andorinhas e Gradaús.

Ainda referente ao domínio do Grupo Rio Novo, é reconhecida sua potencialidade para cromo, como evidenciado pela ocorrência de corpos cromitíferos no complexo máfico-ultramáfico de Luanga, intimamente associado à evolução do referido *greenstone belt* (Folha Serra Pelada).

– Para Níquel, Cromo (Amianto): correspondem as áreas de ocorrência de corpos alóctones constituídos de uma associação máfico-ultramáfica, intensamente serpentinizados e silicificados, alojados em seqüência metapelítica de ambiente marinho profundo, metamorfizados em fácies xisto-verde, situadas no contexto do Cinturão de Cisalhamento Araguaia. Anomalias aeromagnéticas concordam parcialmente com os corpos mapeados e ao mesmo tempo sugerem a existência de outros dessa mesma natureza.

A potencialidade previsional da área ganha suporte ao se constatar a presença de pequenos depósitos de níquel laterítico e de cromita, dimensionados pela DOCEGEO, em corpos correlacionáveis àqueles em questão, na serra do Quatipuru (Folha Redenção). Por outro lado, em função da ca-

racterização genética dessas rochas, a área poderá apresentar interesse para mineralizações sulfetadas de cobre, com ouro associado. Finalmente, em caso de uma prospecção mineral, análises para platinóides não devem ser esquecidas.

– Para Cristal-de-Rocha, Citrino e Ametista: as mineralizações filoneanas destas gemas encaixam-se em seqüências metapelítica a psamítica do Cinturão Araguaia e mostram nítido controle estrutural. As drusas preenchem fraturas tensionais, orientadas segundo NE-SW, geradas por estruturas transcorrentes NW-SE. As medidas de atitude obtidas em algumas frentes de garimpagem indicam orientação preferencial dos filões em torno de N60°E, com mergulhos dominantes para NW (10° a 30°) e mais raros para SE (80°), variações estas resultantes da sinuosidade dos planos das transcorrências. Apesar de serem individualizadas como áreas previsionalmente favoráveis, apenas aquelas relacionadas às concentrações conhecidas (Carta Metalogenética/Previsional) são enfatizadas, devido à importância do controle estrutural na formação daqueles veios pois, a rigor, todas as fraturas de distensão associadas às zonas de transcorrências que cortam aquelas seqüências metassedimentares, tornam-se no principal metalotecto para esse tipo de mineralização. Assim, para uma pesquisa deverá partir-se de uma minuciosa interpretação estrutural em escala de semidetalhe.

– Para Diamante: como indicado na Carta Metalogenética/Previsional e descrito na legenda referente ao tópico "Características das Áreas", julga-se sugestivamente convincente a prospecção de corpos kimberlíticos, por métodos tradicionalmente aplicados nas áreas previsionalmente favoráveis para diamante. O contorno da zona aeromagnética anômala, nas proximidades do garimpo da Vila Itamirim, assemelha-se fortemente ao contorno magnético do Kimberlito Limeira, da região oeste de Minas Gerais, onde Haralyi *et al.* (1984) individualizaram dois corpos distintos constituídos pelo kimberlito propriamente dito e por um diatrema-satélite de natureza ultrabásica. Em Itamirim, a curva máxima da anomalia magnética bipolar situa-se em torno de 27.000nT e da radiométrica em 500cps, enquanto que, em Limeira, a máxima magnética também bipolar corresponde a 29.000nT e a curva radiométrica que delimita perfeitamente os corpos em 100cps.

As zonas de anomalias aeromagnéticas, que se dispõem aproximadamente N-S, relacionadas ao magmatismo mesozóico da Bacia do Parnaíba constituem áreas prospectáveis para kimberlitos, sobretudo em sítios onde há coincidência com realces radiométricos, uma vez que estas rochas ultrabásicas normalmente apresentam conteúdo mais elevado de Th e U em relação a outras rochas ultramáficas. Por outro lado, é importante observar a difícil detecção de kimberlitos em levantamentos aeromagnéticos, seja pela falta de contraste, ou principalmente pelo reduzido tamanho desses corpos, como calculado por Haralyi *et al.* (*op. cit.*) onde, para vôos com espaçamento de 2km e altura média de 200m, considerando o intervalo de amostragem e o contorno das curvas de 5nT, corpos com diâmetros de 200m e 100m, têm respectivamente, 15-22% e 6-10% de probabilidade de serem detectados. Na área trabalhada, o espaçamento das linhas e a altura média dos vôos foi de 2km e 150m, respectivamente.

Em uma visão regional, os garimpos de diamante concentram-se preferencialmente nos flancos SW e NW da Bacia do Parnaíba. Na região de Gilbués (SW), a Empresa SOPEMI descobriu vários corpos kimberlíticos, não se conhecendo a potencialidade diamantífera dessas descobertas. Aliás essa relação região diamantífera/borda de bacia é muito conhecida, a exemplo das regiões de Aquidauana (Mato Grosso do Sul) e do norte de Mato Grosso. Nesta última região, Barbosa (1991) informa que a mesma SOPEMI descobriu diversos kimberlitos.

Preliminarmente, julga-se estas informações suficientes para justificar um rastreamento de minerais de natureza kimberlítica, principalmente granadas piropocromíferas e ilmenitas magnesianas, nas áreas previsionalmente delineadas na Carta Metalogenética/Previsional, com posteriores trabalhos magnetométricos e radiométricos, de onde provavelmente surgirá a descoberta de kimberlitos na região do Araguaia-Tocantins.

Finalmente, o conglomerado intensamente silicificado, que ocorre em *boulders* no garimpo de Itamirim, carece de definição genética e estratigráfica. Pelo incipiente conhecimento que se dispõe sobre a área, a relação do diamante com o conglomerado ainda não deve ser descartada, pois nas regiões de Poxoréu e do Alto Araguaia (Mato Grosso), segundo Barbosa (*op. cit.*) os diamantes provêm de conglomerados cretáceos.

– Para Calcário (Chumbo/Zinco): são reconhecidas as ocorrências de calcário nas formações Pedra de Fogo (principalmente na porção basal), Pastos Bons e Codó, da Bacia do Parnaíba. Embora não sejam conhecidos indícios geoquímicos de mineralizações metalíferas, estas seqüências carbonáticas são passíveis de conter concentrações em

chumbo e zinco, por processos de diferenciação sedimentar química em ambiente carbonático. No caso, mais previsionalmente do tipo estratiforme, sobretudo associadas a zonas de flexuras tectônicas, do que resultante de fenômenos tardios de karstificação, estes desenvolvidos quando de uma imersão da seqüência carbonática.

– Para Estanho: refere-se a uma estranha, porém possante anomalia que acusou 6.956ppm de Sn, em concentrado de bateia, em ambiente geológico aparentemente desprovido de qualquer manifestação de rochas graníticas. É possível resultar de detritos estanhados deixados por ação antrópica. Em todo caso, convém melhor investigação de campo, uma vez que na mesma drenagem a montante de onde detectou-se tal anomalia existem valores de 500cps revelados pela aerogamaespectrometria.