



Capítulo 2

A Mineração na Região Metropolitana de Curitiba





2.1 – A Geologia e os Recursos Minerais

2.1.1 - INTRODUÇÃO

O mapa geológico usado na elaboração do Plano Diretor de Mineração foi obtido a partir da compilação de cartas de diversas procedências, homogeneizadas na escala 1:50.000, embora a densidade de informações não seja homogênea e nem sempre compatível com esta escala. A base geológica disponível apresenta inconsistências entre os projetos, realizados em várias épocas e com enfoques distintos, havendo necessidade de revisão de conceitos e ajustes de campo. O conhecimento da geologia da Região Metropolitana de Curitiba teve grande evolução nas últimas décadas, mas carece de um projeto de atualização e integração, calcado em novos levantamentos. Neste quadro, a informação geológica deve ser vista como referencial (o mapa geológico impresso na escala 1:250.000 encontra-se em anexo, no volume II).

2.1.2 – ASPECTOS METODOLÓGICOS

Na organização da base geológica foram usadas 25 cartas de compilação na escala 1:50.000 do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (CPRM, 1989), na parte central da RMC. No restante da região foram utilizadas outras cartas da CPRM, da MINEROPAR, da Comissão da Carta Geológica do Paraná, do DNPM e da PETROBRÁS, entre outras fontes.

As cartas geológicas foram digitalizadas e vetorizadas (*software AutoCAD Tracer*), com edição feita nos *softwares* MaxiCAD e ArcView, geração de topologia no ArcInfo e codificação no ArcView. Foram usadas 39 bases cartográficas DSG-IBGE, ajustadas ao sistema UTM, datum SAD69, tendo sido necessárias conversões e transformações de datum, em alguns casos.

2.1.3 - DOMÍNIOS TECTÔNICOS DO EMBASAMENTO CRISTALINO

Considerando as alterações conceituais que ocorreram nos últimos anos no estudo do embasamento cristalino, a sua compartimentação pode ser descrita em termos de domínios tectônicos, baseando-se principalmente nos trabalhos de SIGA Jr. *et al* (1991), SIGA Jr. (1995) e HARARA (1996). Neste relatório não cabe a discussão extensiva da problemática estratigráfica, pela dificuldade de enquadrar todas as unidades litológicas descritas. Para efeito de referência, os três principais domínios considerados pelos autores mencionados são os seguintes:

Domínio Luís Alves: engloba as bacias vulcano-sedimentares e o Complexo Gnáissico-Migmatítico Costeiro, na região a leste do lineamento de Piên - Tijucas do Sul. É constituído por rochas gnáissicas, foliadas a bandadas, leuco a mesocráticas. Enclaves de rochas básicas e ultrabásicas caracterizam este domínio.

Domínio Curitiba: engloba o Complexo Máfico-Ultramáfico de Piên, o Complexo Gnáissico-Migmatítico Costeiro, na região entre o limite oriental da Formação Votureva e o lineamento de Piên - Tijucas do Sul, e a Suíte Granito-Milonítica Rio Piên (ou Suíte Gnáissica Morro Alto). O domínio Curitiba constitui uma faixa com extensão entre 50 e 60 km de comprimento e 30 a 40 km de largura, alongada segundo a direção NE. Limita-se no setor noroeste com as seqüências



metassedimentares dos grupos Açungui e Setuva e a sudeste com os gnaisses granulíticos do domínio Luís Alves, através de importantes zonas de cisalhamento.

Domínio Paranaguá: O domínio Paranaguá foi definido por SIGA Jr. (1995). Engloba o Complexo Granulítico Serra Negra, o Complexo Gnáissico-Migmatítico Costeiro, na região a leste do lineamento Serra Negra e dos granitos Serra da Igreja, Marumbi, Anhangava e Graciosa. Os terrenos deste domínio foram reconhecidos inicialmente por BIGARELLA (1965), FUCK *et al* (1967b), FUCK *et al* (1968), FUCK *et al* (1969a, 1969b, 1969c, 1969d) e descritos em parte por LOPES (1987). Este autor identificou na Serra da Prata cinco variedades graníticas: Morro Inglês, Rio Canasvieiras, Cubatãozinho, Rio do Poço e Estrela, para as quais atribuiu idade arqueana, juntamente com os metassedimentos encaixantes. SIGA Jr. (1995) manteve o uso das denominações destas variedades graníticas, estendendo-as para os setores a norte e a sul da Serra da Prata. Os limites destes terrenos com o domínio Luís Alves se dão por falhas de cavalgamento a norte e a oeste, que colocam este domínio por sobre o de Luís Alves, e a sul e sudoeste por expressivas zonas de cisalhamento, correspondentes aos lineamentos Palmital, Alexandra e Garuva. As designações de Batólito Paranaguá e Cinturão Granitóide Costeiro devem-se a vários autores: BASEI *et al* (1990); BASEI *et al* (1992); SIGA Jr. *et al* (1991). De acordo com estes diversos autores, trata-se de um complexo granítico polifásico distribuído ao longo de uma faixa oriental, com mais de 100 km de extensão e com cerca de 30 km de largura, desde a ilha de São Francisco do Sul (SC) ao sul de Itatins (SP).

2.1.4 – DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS (SUMÁRIO)

Esta resenha descreve as unidades litoestratigráficas, abordando essencialmente as associações litológicas, as feições tectônicas e estruturais mais proeminentes, e de forma resumida os recursos minerais, a geocronologia e a geoquímica. Nas formações sedimentares, as litologias e os ambientes de sedimentação receberam mais destaque. Evidentemente não foi possível manter uniformidade nos dados devido à heterogeneidade de enfoque dos diferentes estudos e projetos consultados, pois muitas unidades são tratadas diferentemente pelos vários autores. As informações não representam a avaliação de todos os trabalhos geológicos existentes nem esgotam as interpretações. O objetivo foi reunir uma abrangente descrição e suprir a base de dados do PDM com o arcabouço geológico necessário.

A seguir encontra-se o sumário da descrição das unidades litoestratigráficas do mapa geológico de compilação do PDM (escala 1:250.000, em anexo no volume II).

SUMÁRIO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

	Arqueano ou Proterozóico Inferior	23
2.1.4.1	Complexo Cachoeira	23
2.1.4.2	Complexo Metamórfico Indiferenciado	24
2.1.4.3	Complexo Granítico-Gnáissico	25
2.1.4.4	Complexo Gnáissico-Migmatítico	27
	Proterozóico Médio	28
2.1.4.5	Complexo Setuva.....	28
	Formação Perau	29
	Formação Água Clara	30
	Complexo Turvo-Cajati	32
	Proterozóico Superior	33
2.1.4.6	Grupo Açungui	33
	Formação Capiçu	35
	Formação Votuverava	36
	Formação Itaiacoca	38
	Formação Antinha	39
2.1.4.7	Metabasitos	40
2.1.4.8	Granitos Porfiróides Três Córregos e Cunhaporanga	41



Sumário das unidades litoestratigráficas (continuação):

	Proterozóico Superior/ Paleozóico	43
2.1.4.9	Suite Álcali-Granitos	43
	Granito Anhangava (PEg1)	43
	Granito Graciosa (PEg2)	44
	Granito Alto Turvo (PEg3)	45
	Granito Morro Redondo (PEg5)	45
	Granito Marumbi (PEg6)	46
	Granito Serra da Igreja (PEg7)	46
	Granito Agudos do Sul (PEg8)	46
2.1.4.10	Granitos e Sienogranitos	47
	Granito Cerne (PEgg1)	48
	Granito Passa Três (PEgg2)	48
	Granito Chacrinha (PEgg3)	49
	Granito Piedade (PEgg4A e PEgg4B)	49
	Granito Rio Abaixo (PEgg5)	50
	Granito Santana (PEgg6)	50
	Granito Itaóca (PEgg7)	50
2.1.4.11	Suite Monzogranitos	51
	Granito Varginha (PEgc1 – A a E)	51
	Granito Taici (PEgc2)	52
	Granito Banhado (PEgc3)	52
	Granito Estrela (PEgc4)	52
	Granito Morro Grande (PEgc5 – A a E)	53
2.1.4.12	Fácies Hornblenda-Hornfels	53
2.1.4.13	Formação Camarinha	54
	Paleozóico	55
2.1.4.14	Formação Guaratubinha	55
2.1.4.15	Grupo Paraná / Formação Furnas (Df)	56
2.1.4.16	Grupo Itararé	56
	Formação Campo do Tenente	57
	Formação Mafra	57
	Formação Rio do Sul	57
2.1.4.17	Grupo Guatá / Formação Rio Bonito (Prb)	57
	Mesozóico	58
2.1.4.18	Intrusivas Básicas	58
2.1.4.19	Intrusivas Alcalinas e Carbonatitos	58
	Terciário-Quaternário	60
2.1.4.20	Formação Guabirotuba	60
2.1.4.21	Sedimentos Recentes	60
	Depósitos de Colúvios e Tálus Indiferenciados (QHc)	60
	Aluviões e Terraços Aluvionares (QHa)	61

ARQUEANO OU PROTEROZÓICO INFERIOR

2.1.4.1 - COMPLEXO CACHOEIRA

No mapa geológico do PDM estão cartografadas as seguintes associações litológicas do Complexo Cachoeira:

- Muscovita-biotita quartzitos, fuchcita quartzitos, quartzo xistos, metarenitos e metarcósios, com intercalações de magnetita-mica-quartzo xistos, mica-quartzo xistos e metacherts (APlcq);

Litologias. Além das litologias descritas acima este complexo abrange rochas gnáissicas foliadas a bandadas, leuco a mesocráticas e de textura fina a média, que ocorrem na região de Morretes, Antonina e Guaraqueçaba (Cacatu e Serra Negra). Encontram-se associadas na forma de



enclaves de rochas básicas e ultrabásicas: piroxenitos, metagabronoritos, anfibolitos e xistos magnesianos. Registram-se também charnoquitos, enderbitos, granulitos, gnaisses cataclásticos e milonitos, e em menor proporção quartzitos, magnetita quartzitos, formações ferríferas e gnaisses kinzigíticos.

As paragêneses minerais normalmente ricas em hiperstênio, plagioclásio antiperitítico e biotita titanífera, bem como as texturas granoblásticas poligonizadas, indicam que estas rochas foram submetidas a metamorfismo de alto grau, correspondente ao fácies granulito. Por outro lado, associações paragenéticas (relictos de piroxênios dentro de anfibólios) e feições metamórficas de baixo grau indicam efeitos de retrometamorfismo, atribuído à extensa granitização brasileira.

Na região de Morretes e Antonina os trabalhos de CORDANI e GIRARDI (1967), GIRARDI (1969), GIRARDI (1971), RUBERTI (1977) e RUBERTI e GOMES (1977), identificaram quartzitos, magnetita quartzitos, xistos magnesianos, gonditos e anfibolitos, como lentes de espessura variável, intercaladas concordantemente aos gnaisses regionais. Sugerem origem ortometamórfica para os anfibolitos e retrometamorfismo para o fácies anfibolito e xisto verde. Subordinadamente ocorrem rochas quartzíticas, às vezes portadoras de magnetita, formações ferríferas, gnaisses calciossilicáticos e gnaisses kinzigíticos, normalmente sob a forma de pequenas lentes intercaladas aos granulitos.

Estruturas Rochas cataclásticas e miloníticas ocorrem ao longo de inúmeras zonas de cisalhamento que rasgam esse complexo, em direções WNW-ESE e NE-SW. Essas feições ocorrem notadamente nas proximidades das zonas de contato com as unidades adjacentes.

Geocronologia. Cerca de 250 determinações feitas pelos métodos K-Ar (minerais e rocha total), Rb-Sr (rocha total), U-Pb (minerais), Pb-Pb (rocha total) e Sm-Nd (minerais e rocha total), indicam a presença de núcleos gnáissico-granulíticos com idades na faixa de 2.800 a 2.400 m.a., bem como rochas datadas na faixa de 2.200 a 2.000 m.a. Os teores de Rb são geralmente baixos e os de Sr são relativamente altos, gerando valores normalmente abaixo de 1 para a razão Rb^{87}/Sr^{86} .

Recursos minerais

Ferro - ARIOLI e FALCADE (1980) executaram para a MINEROPAR uma avaliação da potencialidade da Serra do Mar e do litoral paranaense para depósitos de ferro. Das ocorrências avaliadas, apenas a jazida de quartzito magnetítico de Antonina mereceu avaliação sistemática. Neste depósito a empresa *Pittsburgh Pacific Company* bloqueou na década de 1960 um total de 39.815.000 t de minério de ferro e implantou uma lavra com capacidade anual de 1 milhão de toneladas, inviabilizada por falta de tecnologia de beneficiamento adequada.

Ouro - SALAZAR Jr. (1988) realizou para a MINEROPAR avaliação preliminar das ocorrências de ouro em zonas de cisalhamento associadas a rochas anfibolíticas, a norte da cidade de Morretes. A mineralização é hidrotermal, parte sulfetada e parte oxidada, com o ouro associado a Cu, Pb, Hg e F. Detectado por geoquímica de sedimentos de drenagem e delimitado por geoquímica de solo e mapeamento geológico, o alvo teve uma reserva estimada de 614 kg de ouro contido, com teor médio de 2,8 g/t. Nestes depósitos foram descritos tipos petrográficos com cumulos de piroxênio e anfibolitos com texturas ígneas preservadas, indicando a origem ortometamórfica das encaixantes. A NE desta área, ao longo da mesma zona de cisalhamento, o prospecto São João foi pesquisado por OLIVEIRA (1988), que comprovou a continuidade das mineralizações com métodos geológicos, geoquímicos e geofísicos de prospecção.

2.1.4.2 - COMPLEXO METAMÓRFICO INDIFERENCIADO

A denominação Complexo Metamórfico Indiferenciado foi utilizada para englobar uma série de unidades de posicionamento estratigráfico duvidoso, referidas como “sem denominação” pela



CPRM (1989), na compilação geológica da Região Metropolitana de Curitiba. No mapa geológico do PDM estão cartografadas as seguintes associações litológicas:

- Biotita-muscovita xistos e clorita-biotita-muscovita xistos, com ocorrências de quartzo xistos e quartzitos. Clorita-biotita-muscovita xistos e tremolita-actinolita xistos (APIrmx);
- Serpentina-talco xistos, peridotitos serpentinizados e noritos (APIrms);
- Quartzitos de coloração clara, granulometria fina a grossa, com intercalações de fnas bandas ferríferas (APIrmq);
- Metacherts de granulometria muito fina, coloração branca a negra, textura sacaroidal, com intercalações de bandas ferruginosas (APIrmt);
- Gnaisses fitados dominantes, xistos feldspáticos com gradação para quartzitos, anfibolitos e metabasitos (APIrmg);
- Anfibolitos e anfibólio gnaisses (APIrmh);
- Quartzitos indivisos (APIrmv);
- Microgranitos leucocráticos e provável metavulcânica félsica recristalizada (APIrmf).

Litologias. Este compartimento consiste numa seqüência de rochas que pode ser definida como um tectono-fácies. Correspondem à base da faixa Apiaí, representada pelos terrenos Setuva e Açungui que ocorrem a SE de Curitiba, dentro de uma faixa sinuosa que se estende de Campo Largo a Contenda. Predominam biotita-anfibólio gnaisses, associados a anfibolitos, gnaisses graníticos, núcleos de gnaisses granulíticos e rochas máfico-ultramáficas toleíticas; metaperidotitos, serpentinitos, xistos magnesianos, metapiroxenitos e gabros.

Estruturas Os metassedimentos do Grupo Açungui, em contato com as rochas deste compartimento, encontram-se afetados por importantes zonas de cisalhamento de direção NE, com transporte para SE sobre as rochas ortognáissicas do domínio, que apresentam uma forte foliação milonítica NE-SW. Este contato é balizado nas proximidades de Curitiba por um corpo ígneo, formado por rochas graníticas hololeucocráticas, que se estende por mais de 20 km de comprimento com 5 a 10 km de largura. As rochas apresentam-se quase sempre alteradas, de granulação média a grossa e com tonalidades branco-rosadas, composição a quartzo e feldspato e fortemente foliadas. Nesta região, nos arredores de Campo Largo e em direção a Colombo, ocorrem corpos de dimensões desconhecidas, representadas por rochas gnássico-granulíticas, de granulação média e tonalidades cinza-esverdeadas, de composições mangeríticas a noríticas. A composição mineralógica compreende plagioclásio (andesina/labradorita), microclínio, quartzo, hornblenda, piroxênios (diopsídio e hiperstênio) e granada. A foliação é definida por forte estiramento e achatamento mineral.

2.1.4.3 - COMPLEXO GRANÍTICO-GNÁISSICO

No mapa geológico do PDM estão cartografados os seguintes corpos do Complexo Granítico-Gnáissico, formado por monzogranitos e granodioritos gnáissicos, porfiróides a equigranulares:

- Pedra Branca de Araraquara (APIg1);
- Guajuvira (APIg2);
- Miringuava ou São José dos Pinhais (APIg3);
- Areia Branca (APIg4);
- Vaguaçu (APIg5);
- Nagib Silva (APIg6);
- Faxinal (APIg7);
- Quitandinha (APIg9);
- Serra da Botija (APIg10).

Litologias. Os terrenos deste complexo foram reconhecidos inicialmente por BIGARELLA e SALAMUNI (1959), FUCK *et al* (1967a, 1967b), FUCK *et al* (1969d) e descritos em parte por



LOPES (1987). A descrição do complexo corresponde ao domínio Paranaguá, mencionado no item 2.1.3.

Entre os litotipos predominam anfibólio-biotita granitóides porfíricos, encaixados em xistos aluminosos, seqüências paragnáissicas com biotita gnaisses, mica xistos, quartzitos, e freqüentes intercalações de anfibólitos e ortognaisses. Faixas miloníticas espessas são freqüentes em meio aos granitóides. O tipo mais comum é um granitóide a base de quartzo, plagioclásio, microclíneo, biotita e/ou hornblenda. Opacos, zircão, apatita e titanita aparecem como acessórios. Na tabela 4 estão relacionadas as principais características destes corpos.

Granitos/características	Pedra Branca de Araraquara	Miringuava	Areia Branca	Nagib Silva	Faxinal	Vaguaçu
Condicionamento tectônico	Contatos normalmente por falha, às vezes passagens graduais	Controle por tectonismo NE	Controle por tectonismo NE	Encaixado em zona de falha, como Vaguaçu e Areia Branca Cataclase em vários estágios	Encaixado em zona de falha	Forte controle por tectonismo NE
Cataclase textural		Densamente microfraturado e cataclado, milonitizado a ultramilonitizado. Minerais paralelos à foliação dos migmatitos encaixantes	Cataclase na textura granoblástica. Idêntico aos granitos Vaguaçu e Nagib Silva.	Muito cataclasado, estrutura gnáissica	Cataclase na textura porfírica	Idêntico a Nagib Silva e Areia Branca. Microfraturado ou muito cataclado.
Relação Intrusão tectônica e mobilização	Sintectônico alóctone, Provável de anatexia	Sintectônico alóctone.	Sintectônico alóctone	Sintectônico	Sintectônico alóctone.	Sintectônico alóctone
Alterações		Argilização, sericitização, cloritização, epidotização, albitização.		Sericitização caulinição	Argilização, epidotização, turmalinização.	Epidotização
Minerais de interesse econômico	Sem registro	Zircão	Sem registro	Pirita, fluorita, titanita, apatita, galena	Zircão, turmalina, apatita	Sem registro

Tabela 4 - Características dos granitóides do Complexo Granítico-Gnáissico.

Estruturas Estruturalmente estes granitóides mostram-se heterogeneamente deformados com megacristais na forma de *augen*, principalmente de K-feldspato. Em certos locais observa-se uma fina clivagem, subordinada às feições ígneas de fluxo magmático. Faixas miloníticas desenvolvidas em zonas de cisalhamento são freqüentes e estão relacionadas a falhas transcorrentes ou de cavalgamento, com sentido de transporte para oeste.

Geocronologia. Segundo TEIXEIRA (1982), KAUL e TEIXEIRA (1982), BASEI *et al*, (1990), SIGA Jr. *et al* (1994) e SIGA Jr. (1995), as determinações radiométricas Rb-Sr em rocha total e U-Pb em zircões, de anfibólio-biotita granitóides, definiram idades entre 620 e 570 m.a. e razões iniciais Sr^{87}/Sr^{86} entre 0,707 e 0,708. Estas idades são interpretadas como relativas ao período de origem e deformação destas rochas. As idades K-Ar em biotitas e anfibólitos destes granitóides concentram-se entre 560 e 480 m.a. e caracterizam o resfriamento regional.



Recursos minerais

Prata. ARIOLI e DUSZCZAK (1980) fizeram reconhecimento nas ocorrências de prata e outros sulfetos na Serra da Prata, município de Guaratuba, registrando dois tipos de mineralizações: (a) veios de quartzo e sulfetos dentro de granito gnáissico e gnaiss facoidal; e (b) disseminações de sulfetos em gnaisses e xistos. Foram descritas e amostradas quatro ocorrências: (a) Ribeirão da Areia, com pirita, calcopirita, calcantina, galena, molibdenita e tetradimita, disseminadas em gnaisses em uma extensão de 380 m; (b) Ribeirão do Pimenta, com sulfetos disseminados em zona milonítica em granito gnáissico, com até 5 m de espessura; (c) Ribeirão do Veiga, com disseminações semelhantes às do ribeirão da Areia; (d) Ribeirão do Valentim, com filão de quartzo e sulfetos em xistos e gnaisses. As análises químicas de 24 amostras acusaram teores de até 3 ppm de Ag, 30 - 350 ppm de Mo e 200 - 19.000 de Bi, entre outros metais.

2.1.4.4 - COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO

Na área de abrangência do PDM são encontradas as seguintes associações litológicas do Complexo Gnáissico-Migmatítico:

- Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda gnaiss, mica-quartzo xisto, ultrabásito, metabásito e anfibólito (APImge);
- Migmatitos oftálmicos, com paleossoma de biotita gnaiss, biotita-hornblenda gnaiss e hornblenda gnaiss, localmente com quartzitos (APImgm);
- Granitos gnáissicos e anatexitos, incluindo biotita-anfibólio tonalitos e biotita-anfibólio granodioritos (APImgr);
- Migmatitos homogêneos constituídos por rochas de granulação grossa, essencialmente feldspáticos, aspecto granitóide e com paleossoma de gnaisses graníticos (APImgg);
- Gnaisses leucocráticos fitados e bandados (APImgb);
- Gnaisses cataclados, rosados, com variações locais para gnaisses graníticos e migmatitos cataclados (APImgc);
- Gnaisses ocelares, interdigitados com migmatitos estromáticos, com ocorrência de gnaisses fitados e leucocráticos e xistos feldspáticos (APImga);
- Migmatitos leptiniticos (APImgl);
- Noritos, enderbitos, charno-enderbitos, gnaisses, meta-quartzo dioritos, metadioritos, metagabros, incluindo serpentinitos e esteatitos (APIgr).

Litologias. Os gnaisses e migmatitos, anfibólitos, quartzitos e rochas metaultramáficas intercaladas, cobrindo extensa porção do leste do Paraná vêm sendo estudados desde os trabalhos de mapeamento da Comissão da Carta Geológica do Paraná (FUCK, 1967b; FUCK *et al*, 1968; FUCK *et al*, 1969a, 1969b, 1969c, 1969d). O conjunto litoestratigráfico foi denominado Complexo Gnáissico-Migmatítico na compilação de cartas geológicas realizada pela CPRM (1989), e mais recentemente redefinido como Complexo Atuba por SIGA Jr. *et al* (1994).

Esta unidade apresenta migmatitos estromáticos, *augen*-gnaisses, gnaisses graníticos e fitados, rochas meta-ultrabásicas, metabasitos, anfibólitos e quartzitos. Da região sudeste de Bocaiúva do Sul até Araucária predominam gnaisses bandados, de origem migmatítica, com mesossoma de biotita-anfibólio gnaisses e leucossoma de composição tonalito granodiorítica. Na porção meridional do domínio Curitiba predominam gnaisses migmatíticos bandados, de composição granítico-granodiorítica. São freqüentes as intercalações de corpos anfibolíticos, por vezes granatíferos, bem como de xistos magnesianos, desde lentes centimétricas até corpos métricos. São comuns feições relacionadas a uma segunda fase de migmatização, com mobilizados róseos (K-feldspato), concordantes ou não ao bandamento gnáissico.

A associação litológica APIgr (noritos, enderbitos, charno-enderbitos, etc.) corresponde mais apropriadamente a um complexo granulítico. Dentro deste conjunto foram reconhecidas duas tendências cálcio-alcálicas: uma tonalítica (norito-enderbitica) e outra norito-jotunito-opdalito-



charnoquítica. Em termos metamórficos foi identificado neste setor do complexo um evento de recristalização com temperaturas na ordem de 800°C, dentro do fácies granulito. GIRARDI e ULBRICH (1980) estimaram pressões de 5 a 7 Kbar nos granulitos próximos a Piên. Feições de retrometamorfismo para os fácies anfibolito e xisto verde são descritas em diversos locais.

Estruturas A principal estrutura nestas rochas é uma foliação milonítica Sn com aspecto anastomosado e concentração máxima em N66 E/64 NW. Os dados geocronológicos indicam que a foliação milonítica foi desenvolvida durante o Proterozóico Superior, possuindo caráter heterogêneo e não-coaxial, em regime dúctil e em condições físico-químicas do fácies xisto verde, da zona da biotita até o limite inferior do fácies anfibolito, associada aos movimentos tectônicos mencionados acima.

Petrologia. Relictos de hiperstênio internos aos anfibólitos indicam que o metamorfismo de grau médio se desenvolveu sobre rochas de alto grau metamórfico, do fácies granulito. O retrometamorfismo em grau baixo é indicado pela clorita, zoisita e epidoto. No diagrama QAP – quartzo x álcalis x plagioclásio, de STRECKEISEN (1976), as rochas granitóides do compartimento mostram composições quartzo-monzoníticas, quartzo-monzodioríticas, granodioríticas e monzograníticas. Na classificação de LAMEYRE e BOWDEN (1982) situam-se entre as séries cálcio-alcálica granodiorítica de médio potássio e cálcio-alcálica de alto potássio. Feições mineralógicas e geoquímicas conduzem a uma interpretação de que estes granitóides se formaram em arco vulcânico. HARARA (1996) denominou esta associação como Suíte Granítica Milonítica Rio Piên, descrita como uma faixa de orientação geral N40 -50 E, com no máximo 22 km de largura. Granodioritos, quartzo-monzodioritos e subordinadamente monzogranitos, representam uma série magmática calcioalcálica-granodiorítica de médio potássio. Este autor reconheceu três fácies: (a) fácies biotita ultramilonitos, de cor avermelhada, granulação fina, concentrada ao longo do limite sudeste desta suíte; (b) fácies granitóides miloníticos a protomiloníticos, de granulação média a grosseira, cor avermelhada, com porfiroblastos de feldspato potássico, biotita e anfibólio; (c) fácies granitóides miloníticos a protomiloníticos, de granulação média a grossa, cor cinzenta, com porfiroblastos de feldspato potássico, biotita e anfibólio, no limite noroeste desta suíte. É notável a presença de enclaves de serpentinitos, gnaisses anfibolíticos e xistos magnesianos.

Os dados geocronológicos disponíveis são limitados a sete análises pelo método K-Ar e oito de rocha total pelo método Rb-Sr. Algumas amostras de gnaisses e migmatitos dos arredores de Curitiba acusaram uma isócrona de 1.400 m.a., para uma razão inicial igual a 0,75, enquanto outras indicaram idades de 2.220 a 2.010 m.a., para uma razão inicial de 0,706 a 0,702, pelo método Rb-Sr. Análises de biotitas e anfibólitos de gnaisses produziram idades brasileiras, dentro do intervalo de 650 a 560 m.a.

PROTEROZÓICO MÉDIO

2.1.4.5 – GRUPO SETUVA

Em trabalho de compilação e resumo estratigráfico, SALAMUNI (1991) registra que nos primeiros trabalhos regionais a unidade mais antiga da Série Açungui foi denominada Formação Setuva por BIGARELLA e SALAMUNI (1956). O termo Grupo Setuva foi introduzido por POPP *et al* (1979) e adotado por uma série de autores que desenvolveram trabalhos regionais de mapeamento e de prospecção nos anos 80. Posteriormente, HASUI e OLIVEIRA (1984) usaram a denominação de Complexo Setuva.

O Grupo Setuva de POPP *et al* (1979) foi definido na região do núcleo Betara, com as formações Betara e Meia Lua. Posteriormente, FRITZSONS Jr. *et al* (1982) incluíram neste grupo as formações Água Clara e Perau. As denominações Betara e Meia Lua, originais na definição do Grupo Setuva, acabaram abandonadas por muitos autores em trabalhos posteriores. A Formação Água Clara, considerada originalmente como de topo do Grupo Açungui (MARINI *et al*, 1967;



MARINI, 1970), foi reinterpretada por PONTES (1982) como basal do referido grupo e posteriormente englobada por FRITZSONS Jr. *et al* (1982) no Grupo Setuva (SALAMUNI, 1991).

Nos trabalhos pioneiros ainda existe menção ao Complexo Pré-Setuva, cuja denominação foi usada informalmente por EBERT (1971) para ortognaisses na região do antiforme do Setuva. Esta denominação também foi usada em trabalhos posteriores, mas atualmente considera-se este conjunto litológico como um tectono-fácies entre as rochas do Grupo Setuva e as rochas subjacentes do Complexo Costeiro (FIORI *et al*, 1989; FIORI, 1990; FIORI, 1992; ALTHOFF, 1989).

Considerando os conflitos estratigráficos ainda pendentes e em grande parte derivados da enorme complexidade estrutural desta região, para a geologia do PDM optou-se pela manutenção das denominações mais comumente utilizadas, usadas nos mapas geológicos de compilação (MINEROPAR, 1989; CPRM, 1989). Assim, manteve-se a denominação de Grupo Açungui com as formações Capiru, Votuverava, Itaiacoca e Antinha. Para as unidades mais antigas, manteve-se o Grupo Setuva, englobando as formações Água Clara, Perau e o Complexo Turvo Cajati.

FORMAÇÃO PERAU

Foi definida por FRITZSONS Jr. *et al* (1982), que redefiniram a unidade Perau como formação. Engloba quartzitos finos, calcioxistos e metacalcários, quartzo-biotita-muscovita xistos, biotita xistos, anfibólio xistos, xistos grafitosos e intercalações de mármore calcíticos e dolomíticos, e ainda calcioxistos com biotita e tremolita. Cabe ressaltar que estas unidades foram compiladas pela CPRM (1989), redefinindo os códigos de identificação estratigráfica, além de alterações nas denominações originais dos diferentes autores, o que foi seguido neste relatório.

Em Rio Branco do Sul e Bocaiúva do Sul, PIEKARZ (1981a) descreveu uma associação litológica com as seguintes feições: (a) abundantes rochas metabásicas; (b) quartzitos, mármore, calcioxistos e mica xistos de possível origem sedimentar clástica, datadas pelo método Rb-Sr em 1.170-1.330 m.a.; (c) formação ferrífera bandada, associada a rochas carbonáticas; e (d) mineralizações de barita, cobre e chumbo, datadas pelo método Pb-Pb em 1.400 m.a. Os mapeamentos anteriores situavam esta seqüência na Formação Votuverava, mas o autor destaca várias feições, além das litologias, que a tornam correlacionável à Formação Perau: contribuição vulcânica à origem da associação litológica, mineralizações comparáveis à Mina do Perau, duas fases de dobramento com respectivas xistosidades, sendo a primeira isoclinal e a segunda aberta, e metamorfismo situado no fácies xisto verde.

No município de Bocaiúva do Sul, PIEKARZ (1982) fez reconhecimento geológico na região do anticlinal do Setuva, para verificar a possível correlação com a Formação Perau. O autor concluiu que existe correlação, devido à posição estratigráfica acima dos gnaisses Setuva, à similaridade litológica e ao grau metamórfico.

No mapa geológico são discriminadas as seguintes associações litológicas dentro desta formação:

- Quartzo-biotita-muscovita xistos e sericita xistos, com intercalações de xistos com plagioclásio, granada e anfibólio (PMspx);
- Xistos terrígenos, normalmente de cores escuras, com intercalações de calcioxistos, quartzitos micáceos e xistos carbonosos (PMspx1);
- Biotita-sericita xistos, clorita-sericita xistos, clorita-biotita-sericita xistos e calcioxistos (PMspx2);
- Biotita xistos, anfibólio xistos, quartzo xistos e sericita xistos grafitosos, com intercalações de quartzitos (PMspx3);
- Intercalações de metacalcários, metadolomitos e calcioxistos com biotita, muscovita e tremolita (PMspx);



- Mármore calcícticos silicosos, cor cinza a preta, com formações ferríferas, metavulcânicas félsicas e metacherts, sotopostos a calcioxistos e biotita-calcioxistos (PMspc1);
- Metacalcários e rochas calciossilicáticas de cores cinza clara a esverdeada (PMspc2);
- Quartzitos finos equigranulares, brancos, plaqueados ou xistosos, por vezes micáceos (PMspq);
- Quartzitos puros, quartzitos micáceos e quartzo xistos, com freqüentes impregnações de óxido de ferro, de granulometria média a fina, mal selecionados (PMspq1);
- Quartzitos de granulação fina, recristalizados, coloração clara, estrutura maciça, textura granoblástica e equigranular, podendo gradar para quartzo xistos ou apresentando bolsões de quartzo remobilizado (PMspq3).

Recursos Minerais

Estanho e tungstênio. No município de Bocaiúva do Sul, FRITZSONS Jr. (1986) pesquisou para a MINEROPAR graisens mineralizados com Sn, W, Nb e Ta, associados a um corpo de granito a duas micas e a uma zona de falha transcorrente do sistema Lancinha. Em concentrados de bateia os teores de Sn variam de 5 a 4.385 ppm, os de W variam de 30 a 1.420 ppm e os de Nb variam de 26 a 5.000 ppm. Foram priorizados para avaliação de detalhe o alvo Cantagalo, com a associação Sn-W-Bi-Ta-Nb-Mo e o alvo Paraíso, com Sn. Posteriormente, OLIVEIRA (1987) confirmou a natureza graiseniana das mineralizações, associadas a um albita granito. Os minérios são formados por cassiterita, wolframita, bismutinita, molibdenita e columbita-tantalita. Os graisens são filoneanos, milimétricos a centimétricos, paralelos à foliação das encaixantes, formados por um núcleo de quartzo leitoso, zonas intermediárias com mica, zinwaldita e topázio e salbandas de muscovita. Os resultados indicaram pequenas reservas e teores subeconômicos. No alvo Paraíso, FRITZSONS Jr. (1985) obteve resultados semelhantes, abrindo a possibilidade de mineralizações primárias a Sn-Cu.

Metais básicos. Em projeto de pesquisa da MINEROPAR, RIBAS (1985) testou a validade do modelo vulcanogênico-sedimentar de mineralizações de Cu-Pb-Zn em rochas da Formação Perau, na localidade de Águas Claras, em Adrianópolis, mediante aplicação de métodos geológicos e geoquímicos de prospecção. O modelo foi comprovado na primeira fase do projeto: a zona aflorante da formação é enriquecida em Cu e Pb, subsidiariamente em Zn; as anomalias de Pb e Zn mostraram grande consistência com as zonas aflorantes de formações ferríferas e calcioxistos; as mineralizações são também controladas por uma falha de direção N50 E; os maiores valores dosados em solos são de 14.600 ppm de Pb e 3.220 ppm de Zn.

PIEKARZ (1981a, 1982, 1983) realizou prospecção para Cu-Pb-Zn em Rio Branco do Sul, nos núcleos Betara, Alto Açungui e Tigre. O autor concluiu que no Alto Açungui há potencial para pesquisa de ouro em veios de quartzo e encaixantes e o núcleo Betara é promissor para metais básicos e ouro. Posteriormente, o núcleo Betara foi alvo de prospecção com mapeamento geológico de detalhe, escavações, geoquímica de solo e levantamento magnetométrico terrestre. Os trabalhos revelaram a presença de um corpo de sulfeto maciço, sem comprovação de interesse econômico.

FORMAÇÃO ÁGUA CLARA

As associações litológicas da Formação Água Clara, discriminadas no mapa geológico do PDM, são as seguintes:

- Fácies carbonático (Fácies Serrinha), formado por calcioxistos, (clorita, biotita, flogopita, muscovita, tremolita-actinolita) mármore puros e impuros, mica xistos (PMsac);
- Fácies vulcano-sedimentar (Fácies São Silvestre), formado por quartzo-mica xistos (biotita, clorita, muscovita), quartzitos, metamargas, mármore impuros, metaandesitos, metatufitos básicos e metabasitos e xistos manganésíferos (PMsax);



- Quartzitos cinza-esbranquiçados, calcíferos e com flogopita e/ou epidoto (PMSaq).

Descrita por MARINI *et al* (1967) e MARINI (1970), a Formação Água Clara foi posteriormente redefinida por PONTES (1981, 1982). A Formação Água Clara constitui uma faixa alongada com direção NE/SW, prolongando-se desde Cerro Azul até desaparecer a SW por baixo da cobertura sedimentar da Bacia do Paraná, em geral bordejando o Granito Três Córregos, cujos contatos são discordantes, intrusivos ou por falhas. É constituída por dois fácies distintos: um carbonático e outro de natureza vulcano-sedimentar, este último considerado basal, sendo gradacional o contato entre os dois fácies. O fácies vulcano-sedimentar apresenta uma associação de litologias de origem clástica (quartzo-mica xistos, quartzitos micáceos, metamargas e mármore impuros) e de origem ígnea (metatufos básicos e metabásicas), sendo característica marcante nesse fácies a presença de delgadas intercalações de formação ferro-manganesífera bandada, alternando bandas ricas em Fe-Mn com bandas silicosas. Pela presença desses níveis manganésíferos indica-se uma deposição em ambiente marinho profundo. O fácies carbonático apresenta mármore com intercalações de calcioxistos, mica xistos e quartzitos micáceos, interpretando-se uma deposição em ambiente marinho raso.

KOPS e EBERT (1993) citam dois eventos metamórficos regionais sofridos pela Formação Água Clara e um evento de metamorfismo de contato. O primeiro metamorfismo regional atingiu o fácies xisto verde médio ao fácies anfibolito inferior, estando associado ao estágio inicial da deformação D₁ e o segundo metamorfismo regional é um retrometamorfismo para o fácies xisto verde inferior, associado ao estágio final da deformação D₁, com condições de temperatura e pressão menos rigorosas. O metamorfismo de contato foi causado pela intrusão do Complexo Três Córregos.

Os xistos são constituídos por quartzo, clorita, sericita e biotita. Apresenta uma xistosidade (S_n) bem desenvolvida e de aspecto anastomosado, com direção NE. Os calcioxistos são constituídos por quartzo, carbonatos, clorita e sericita e exibem uma xistosidade proeminente (S_n) por vezes anastomosada, de direção predominantemente NE. Paralelos à xistosidade é possível observar níveis quartzosos com níveis mais micáceos. Os quartzitos são intensamente fraturados e mostram uma foliação incipiente (S_n), de direção dominante NE. Observam-se níveis de quartzitos intercalados com níveis de quartzo xistos. As metamargas são constituídas basicamente por sericita, carbonato e quartzo, exibindo foliação marcante (S_n) de direção geral NE. Paralelos a esta foliação observam-se intercalações de níveis carbonatados e quartzosos. As rochas metabásicas apresentam-se como soleiras intrudidas nas rochas da Formação Água Clara e parcialmente em contato a sudeste com a Formação Votuverava. Os corpos têm direção NE. O contato com a Formação Votuverava se faz por meio de falha de cavalgamento (falha da Boa vista). Os mármore calcíticos apresentam intercalação de níveis de quartzo e carbonatos associados a lentes de calcita (KOPS e EBERT, 1993).

Recursos Minerais

Metais básicos. Em trabalho exploratório, MARTINI (1981) reconheceu o potencial para metais básicos junto ao contato sudeste do Granodiorito São Sebastião. O autor admitiu os modelos exalativo-sedimentar de águas rasas e escarnitos, com potencial para metais básicos, W, Sn e Mo. PONTES e SALAZAR Jr. (1982) avaliaram o potencial das mineralizações de Cu-Pb-Zn e metais associados, principalmente ouro, na região de São Silvestre, em Rio Branco do Sul. Os autores admitiram os modelos de depósito sedimentar marinho de águas rasas e escarnito, em zona de contato dos mármore Água Clara com um granito brasileiro. Posteriormente, DIAS (1984) avaliou em detalhe, com prospecção geológica, geofísica, geoquímica e sondagem rotativa, vários alvos selecionados na fase regional, tendo concluído pelo seu significado meramente litológico e enriquecimento pedogenético. No alvo Bugio a pesquisa confirmou a ocorrência de mineralizações hidrotermais e escarníticas de Pb e Zn, com Ta e Ag subordinados, sem concentrações econômicas que justificassem investimentos para a cubagem de reservas.

Fluorita. SILVA *et al* (1981) resumiram o conhecimento acumulado pela MINEROPAR sobre a jazida de Volta Grande, no município de Cerro Azul, descoberta originalmente pela NUCLEBRÁS



em projeto de prospecção de urânio. São mineralizações de fluorita em enclaves de mármores impuros, dentro de uma zona de cataclase, sobre o Complexo Granítico Três Córregos. A fluorita ocorre tanto nas rochas carbonáticas quanto nas granitóides, associada a processos hidrotermais. Dois corpos de minério foram cubados pela MINEROPAR, que bloqueou reservas de 635.000 t de fluorita com teor médio de 39% e teor de corte de 20% de CaF_2 . O corpo de maior volume foi lavrado parcialmente pela Mineração Nossa Senhora do Carmo, até que as condições econômicas levaram ao encerramento das operações, mas atualmente estão sendo retomadas as atividades de lavra.

COMPLEXO TURVO-CAJATI

Este complexo foi definido como Seqüência Turvo-Cajati e correlacionado ao Grupo Setuva por SILVA e ALGARTE (1981). No Paraná esta unidade encontra-se junto à divisa de São Paulo, entre os rios Capivari e Uberaba, com estreito prolongamento ao longo do vale do rio Pardinho até o lineamento Lancinha, onde pequenas lentes afloram a NE da represa do Capivari. A sua área total de exposição é de aproximadamente 95 km². Pertencente ao domínio geomorfológico profundamente dissecado do vale do Ribeira, este conjunto de rochas sustenta parte da Serra das Pimentas, na margem norte do rio Uberaba.

Trata-se de uma unidade complexa composta de três associações litológicas típicas, freqüentemente transicionais vertical e horizontalmente, interpenetrativas e rítmicas. No mapa geológico do PDM estas unidades estão generalizadas sob a sigla PMtc. Conforme a descrição original, o conteúdo litológico é o seguinte: rochas ectíniticas, rochas gnáissicas com freqüentes intercalações subordinadas de mármores dolomíticos, calciossilicatadas, anfíbolitos, metabasitos, metaultrabasitos, quartzitos e mica xistos, afetadas por posterior migmatização (gnaisse bandados da Barra do Azeite); e rochas migmatíticas estromáticas. No Paraná os tipos litológicos estão englobados sob a sigla PMtc e incluem:

- Granada-sillimanita-biotita-quartzo xistos e muscovita-biotita-quartzo xistos albitizados, xistos calciossilicáticos e muscovita-biotita-quartzo xistos;
- Mármores dolomíticos;
- Hornblenda-quartzo gnaisse subordinados.

Os granada-sillimanita-biotita-quartzo xistos e muscovita-biotita-quartzo xistos representam o fácies metapsamítico no Paraná. São rochas altamente deformadas e xistosas, de cor cinza-esverdeada e granulação fina, ricas em quartzo e mica. Granada e sillimanita aparecem dispersas e abundantes. Titanita, apatita, epidoto e opacos são os acessórios mais comuns. Aos xistos se intercalam os mármores dolomíticos e gnaisse calciossilicáticos. Os mármores são esbranquiçados ou róseos, raramente cinzentos. Formam enclaves lenticulares nos xistos e gnaisse, com acamamento concordante com as encaixantes. Além da dolomita, contém flogopita, quartzo, pirita, diopsídio, tremolita, escapolita, clorita, titanita e leucoxênio.

Os xistos e gnaisse calciossilicáticos são constituídos de tremolita, biotita, carbonatos, epidoto-zoisita, feldspatos e quartzo. Formam níveis esverdeados, de textura granoblástica fina, que se intercalam aos mármores com limites gradacionais. Os hornblenda-quartzo gnaisse são homogêneos, de bandamento regular e planar. As bandas essencialmente anfíbolíticas têm textura granoblástica média a grossa, enquanto as leucocráticas são mais finas. Entre os minerais acessórios, granadas, biotita, titanita e opacos. Associam-se a estes gnaisse os xistos albitizados, com ou sem actinolita. São rochas cujas bandas leucocráticas mostram evidências de cataclase generalizada em seus agregados de ortoclásio, albita, quartzo, carbonato, clorita, leucoxênio, sericita e caulinita. As bandas micáceas compõem-se de biotita, clorita, epidoto, titanita, muscovita, apatita, allanita e opacos.

Estruturas A foliação e o bandamento gnáissico destes ectínitos mostram duas orientações regionais predominantes: $N70^{\circ}-90^{\circ} E$ e $N60^{\circ}-90^{\circ} W$. O paralelismo de S_0 com S_1 e/ou S_2 evidencia o padrão isoclinal de dobramento da seqüência, cujos planos axiais mostram atitudes desde



subverticais a recumbentes. Lineações minerais, crenulações, *boudins* e *mullions* são feições mesoscópicas abundantes. Nos xistos metapelíticos, as crenulações são mais generalizadas, pela intersecção de S_1 e S_2 . Ao longo da área de exposição no território paranaense, o padrão de dobramento parece ser aberto e simétrico na parte central, isoclinal a sul e isoclinal recumbente a norte. O grau de metamorfismo varia de xisto verde a anfibolito superior, este junto às bandas de migmatização por injeção. A injeção de material granitóide mostra claramente duas gerações, uma anterior e outra posterior ao dobramento que gerou S_1 (SILVA e ALGARTE, 1981).

Geocronologia. Datações K/Ar em anfibólitos dos gnaisses acusaram idades de 1.380 ± 45 m.a. (CORDANI e BITTENCOURT, 1967), o que indica a origem pré-brasileira desta sequência. O conjunto de dados litológicos, petrográficos, estruturais e geocronológicos permitiu a SILVA e ALGARTE (1981) interpretarem a evolução geológica da Seqüência Turvo-Cajati a partir da geração de sedimentos terrígenos e químicos em plataforma que se aprofundava para leste, com magmatismo básico-ultrabásico nas bordas, junto ao embasamento continental exposto. A orogênese dos tempos transamazônicos gerou os ectinitos, gnaisses e migmatitos, reconhecendo-se a superposição de três fases de dobramento e uma de falhamento transcorrente. Nos tempos brasileiros ocorreu mais uma fase de dobramento e outra de cataclase por transcorrência.

PROTEROZÓICO SUPERIOR

2.1.4.6 - GRUPO AÇUNGUI

O Grupo Açungui, denominado originalmente Série Açungui por DERBY (1878) e estudado posteriormente por diversos autores como OLIVEIRA (1927), CARVALHO e PINTO (1937) e BIGARELLA e SALAMUNI (1956, 1958), foi redefinido como Grupo Açungui e detalhado nos trabalhos da Comissão da Carta Geológica do Paraná (MARINI *et al*, 1967). É constituído por um conjunto de rochas metamórficas de baixo grau, com a predominância dos metassedimentos clásticos finos (filitos e metassiltitos) sobre os químicos (metacalcários calcíticos e metadolomitos).

Nos municípios de Rio Branco do Sul, Almirante Tamandaré e Campo Largo, DIAS e SALAZAR Jr. (1983) desenvolveram pesquisa visando a prospecção de metais básicos na Seqüência Antinha, descrevendo sua associação litológica, as estruturas e interpretando sua origem. A unidade foi formada provavelmente em regime de transtensão, associado à evolução da transcorrência de Morro Agudo, com preenchimento rápido da bacia ao final do ciclo Brasileiro. Uma sucessão de metarritmitos silticos, siltico-arenosos e metacalcários representa a maior espessura do pacote, que se estrutura em antiformal aberta, com charneira horizontalizada e direcionada para N49°E. Ela mantém contato discordante com a Formação Água Clara e mostra metamorfismo de grau fraco, ao qual se superpõe metamorfismo de contato produzido pelo Granito Três Córregos, fácies albita-epidoto hornfels.

FIORI *et al* (1985) realizaram trabalho de mapeamento geológico-estrutural, em convênio da UFPR com a MINEROPAR, cobrindo cerca de 1.350 km^2 do Grupo Açungui, em área situada entre $25^{\circ}5'15''$ e $25^{\circ}21'40''$ de latitude sul e $49^{\circ}27'$ e 49° de longitude oeste, além de investigação direcionada ao talco na Faixa Itaiacoca e ao hidrotermalismo no Granito Morro Redondo, entre Paraná e Santa Catarina. No Grupo Açungui foram identificadas diversas falhas de empurrão e diversas estruturas antiformais e sinformais, com pelo menos três fases de deformação. A mais importante é a primeira fase, que deu origem a um cinturão de cisalhamento de baixo ângulo, principal responsável pela grande complexidade estrutural e estratigráfica do Grupo Açungui na área estudada. A segunda fase é representada por um dobramento da foliação S_1 , de estilo variável, que modifica a disposição original do cinturão de cisalhamento, e a terceira fase relaciona-se a um modelo de cisalhamento simples de alto ângulo, responsável pelos grandes falhamentos transcorrentes.

Posteriormente, em novo trabalho do convênio UFPR-MINEROPAR (FIORI *et al*, 1987) foi realizado mapeamento geológico – estrutural nas áreas de Bateias e Abapã, sobre rochas do



Grupo Açungui e outras unidades. Também neste estudo foram identificadas três fases de deformação, nas duas regiões referidas. A primeira fase é uma tectônica de cavalgamentos, que gerou uma foliação cataclástica pervasiva, paralela ou subparalela ao bandamento sedimentar original. A esta fase se associam dobras-falhas e intenso estiramento mineral nos planos de foliação. O modelo de *duplex* descreve bem esta tectônica original. A segunda fase é representada por um dobramento da foliação primária (S_1), com dobras abertas a fechadas ou isoclinais. A terceira fase é representada pela tectônica transcorrente de direção geral NE-SE. O metamorfismo é do fácies xisto verde. Os dados geológicos regionais corroboram o modelo de evolução tectônica do Açungui envolvendo subducção da placa oceânica e posterior colisões entre arco de ilha e continente e, finalmente, entre dois continentes. Os três eventos tectônicos maiores são denominados respectivamente e em ordem geocronológica: sistema de cavalgamentos Açungui, sistema de dobramentos Apiaí e sistema de transcorrência Lancinha.

Em estudo realizado nos municípios de Cerro Azul e Adrianópolis, particularmente na área do Perau, REIS NETO e SOARES (1987) analisaram as relações entre transformações mineralógicas e deformações estruturais nas rochas dos grupos Açungui e Setuva, bem como na Seqüência Antinha e na Formação Camarinha. As rochas do Setuva sofreram forte deformação cisalhante simples, sob regime tectono-termal dúctil, contínua e homogênea, associada ao metamorfismo de fácies xisto verde, zona da biotita, no máximo fácies anfíbolito, zona da estaurolita. As rochas do Açungui atingiram fácies xisto verde, zona da clorita e início da biotita. As estruturas indicam um regime tectono-termal rúptil-dúctil a dúctil, associado à deformação cisalhante contínua e heterogênea, com preservação das estruturas sedimentares. O cisalhamento é do tipo rotacional simples, resultante de esforços não-coaxiais, típicos de *shear-belts*. Efeitos de retrometamorfismo no Setuva resultaram da superposição do regime tectono-termal Açungui, cujas rochas não mostram retrometamorfismo porque os eventos posteriores foram mais fracos.

Além desses importantes trabalhos de reconhecimento geológico-estrutural no Grupo Açungui, uma nova contribuição do convênio UFPR-MINEROPAR foi apresentada por FIORI *et al* (1989), cobrindo a região de Bateias – Bocaiúva do Sul, sobre 2.320 km², limitada pelos paralelos 25°30' e 25°05'15" sul e pelos meridianos 49°43'09" e 49° oeste. Neste projeto a área a norte de Curitiba foi subdividida em três grandes blocos tectônicos, denominados C, D, e E, de noroeste para sudeste, limitados pelas falhas transcorrentes de Morro Agudo e da Lancinha. A área apresenta três eventos de deformação, o primeiro de cavalgamentos, o segundo de dobramentos e o terceiro relacionado ao sistema de transcorrências Lancinha, como referido nos trabalhos anteriores.

Os blocos foram estudados na sua estratigrafia interna, sendo reconhecidas diversas seqüências litológicas, como as seqüências Bocaina, Juriqui, Rio Branco e Morro Grande, na Formação Capiru, separadas por grandes falhas de cavalgamento, mostrando que a atual organização estratigráfica não é original, mas o resultado do empilhamento tectônico pela tectônica de cavalgamentos que afetou o Grupo Açungui. Na área do bloco D, de ocorrência da Formação Votuverava, foram definidas as seqüências Bromado, Coloninha e Saivá, no Grupo Açungui, além da seqüência Perau, atribuída à Formação Água Clara. No bloco C encontra-se a Formação Água Clara, subdividida nas seqüências Serrinha e São Silvestre, e o Grupo Açungui, composto pelas seqüências Vuturuvu, Capivara e Bom Jardim (FIORI *et al*, 1989).

Estruturas A estruturação regional mostra um padrão de anticlinais e sinclinais assimétricas, de eixos orientados para N60°-70°E e mergulhos acentuados predominantemente para SE, chegando a verticais junto às zonas de falhas. A predominância da tectônica rígida sobre a dúctil, com os falhamentos controlando o padrão das dobras regionais, caracteriza um domínio de *shear-belt*, interpretado por vários autores como produto de uma colisão continental.

Recursos minerais

O Grupo Açungui subdivide-se nas formações Itaiacoca, Capiru, Votuverava, Antinha e Abapã. A maioria destas unidades litoestratigráficas apresenta importante conteúdo em rochas calcárias, empregadas nas indústrias de cimento, cal e corretivo agrícola. Outro bem mineral importante é a



fluorita, alojadas parcialmente no Grupo Açungui, além de enclaves de rochas do Grupo Setuva e rochas alcalinas intrusivas. O distrito do Talco também está alojado nas rochas do Grupo Açungui, na Formação Itaiacoca, em áreas externas à RMC. Outros bens minerais incluem quartzitos, filitos, sericita xistos e barita, com potencial para fosfato, metais básicos e terras raras.

Calcário. Em descrição do perfil da indústria paranaense de calcário, OLIVEIRA *et al* (1999) descrevem as três faixas distintas de calcários calcíticos e dolomíticos, reconhecidas no Grupo Açungui desde os trabalhos geológicos pioneiros. As faixas noroeste e sudeste, correspondentes respectivamente às formações Itaiacoca e Capiru, se constituem de metadolomitos com lentes subordinadas de metacalcários calcíticos. A faixa noroeste engloba as ocorrências de Itaiacoca, Castro e Socavão, entre outras, enquanto a faixa sudeste abrange as localidades de Tranqueira, Itaperuçu, Colombo, Almirante Tamandaré e Bocaiúva do Sul. Os metacalcários da faixa central, pertencentes à Formação Votuverava, são predominantemente calcíticos, com menores proporções de metacalcários dolomíticos, sendo explorados industrialmente nas localidades de Campo Largo, Rio Branco do Sul e Cerro Azul. As informações sobre o seu potencial econômico são discutidas com mais detalhes no capítulo 3, referente ao perfil dos insumos minerais.

FORMAÇÃO CAPIRU

No mapa geológico do PDM estão cartografadas as seguintes associações litológicas da Formação Capiru:

- Metassedimentos síltico-argilosos, incluindo metassiltitos, filitos, filitos grafitosos, metarritmitos, ardósias, sericita xistos e quartzo-sericita xistos (PSacm);
- Metacalcários dolomíticos e metadolomitos com finas intercalações de quartzitos e metacherts (PSacd);
- Quartzitos, metarenitos e metarcósios (PSacq).

Litologias. Foi descrita originalmente por BIGARELLA e SALAMUNI (1956), como um pacote intermediário do Grupo Açungui, posicionada entre as formações Votuverava e Setuva. Litologicamente semelhante à Formação Itaiacoca, a Formação Capiru apresenta metacalcários dolomíticos, intercalados a filitos e quartzitos, acompanhados por espessos pacotes de metassiltitos, metargilitos e metarenitos. O seu contato inferior, interpretado como sendo discordante, é atualmente reconhecido como sendo de origem tectônica, pelo deslizamento de *nappes* sobre o Grupo Setuva.

A Formação Capiru foi subdividida nas seqüências litológicas Bocaina, Juriqui, Rio Branco e Morro Grande, separadas por grandes falhas de cavalgamento, gerando um complexo empilhamento de origem tectônica. O conjunto Juriqui é constituído por filitos, intercalado a quartzitos, com abundante filonitização e presença de veios de quartzo leitoso muito deformado; o conjunto Rio Branco tem predominância de metacalcários dolomíticos, principalmente, além de filitos e quartzitos; o conjunto Morro Grande é caracterizado pela alternância de quartzitos e filitos, ambos com grande espessura, além de camadas de metacalcário dolomítico, principalmente na base do conjunto (FIORI *et al*, 1989).

Recursos minerais

Metacalcário dolomítico. É o recurso mineral mais importante da Formação Capiru, para uso na indústria da cal e de corretivo de solo, discutido no capítulo 3 conforme citado anteriormente.

Fosfato. Em projeto executado pela MINEROPAR, CAVA e FALCADE (1986) verificaram em escala regional e de semidetalhe, neste caso na região de Campo Magro, a potencialidade para fosforita sedimentar e vulcanogênica. Foram usados métodos de reconhecimento em perfis geológicos, litoquímica, petrografia, análises de raios X, geoquímica de solo e cintilometria



terrestre. As características geológicas confirmam a existência de condições paleogeográficas favoráveis à fosforita sedimentar, dentro da associação de dolomitos e filitos grafitosos. As análises químicas e de raios X acusaram a presença de trifilita-litiofilita. Os dados indicam uma combinação favorável de controles estratigráficos e estruturais. Foi selecionado um alvo para avaliação na região localizada entre Pacas e Fazenda Primavera, com 8,5% de P₂O₅. O projeto não prosseguiu além da fase de avaliação preliminar deste alvo exploratório.

FORMAÇÃO VOTUVERAVA

No mapa geológico do PDM estão cartografadas as seguintes associações litológicas da Formação Votuverava:

- Metassedimentos siltico-argilosos, incluindo metassiltitos, mica xistos, filitos grafitosos, metarritmitos, ardósias, sericita xistos, quartzo xistos, com intercalações de lavas e tufos básicos metamorizados (PSavs);
- Mármore impuros, metacalcários calcíticos, filitos e metassedimentos clásticos não diferenciados (PSavc);
- Rochas calciossilicáticas, xistosas, coloração verde-escura, com bandas mais claras, granulação fina a média (PSavc1);
- Metacalcários, metadolomitos e rochas calciossilicáticas (PSavc2);
- Metacalcários cinza claros a escuros, intercalados com material impuro (PSavc3);
- Metacalcários rítmicos, acinzentados, com intercalações de metapelitos (PSavc4);
- Metassedimentos siltico-argilosos, com intercalações freqüentes de epicalcários e calcioxistos (PSavc5);
- Quartzitos, às vezes micáceos, metarenitos e metarcósios, com freqüentes intercalações de metassiltitos e metarritmitos (PSavq);
- Quartzitos maciços, brancos, puros, friáveis, de granulação fina, aspecto sacaroidal e por vezes ferruginosos (PSavq1);
- Metaconglomerados (PSavg);
- Metagrauvas constituídas de seixos elipsoidais alinhados segundo a xistosidade, com cristais de quartzo azulado, imersos em matriz clorítica de granulação fina a média (PSavgv);
- Filitos e xistos (PSavf);
- Intercalações de estauroлита-muscovita-biotita xistos e mica xistos (PSavx).

A Formação Votuverava foi descrita por BIGARELLA e SALAMUNI (1958), sendo constituída de filitos, metacalcários, mármore, metamargas, quartzitos e metaconglomerados. Merecem atenção os seus extensos pacotes de metacalcários calcíticos, com teores de MgO muito baixos, bem como a série de pequenos *stocks* graníticos encaixados, alinhados no rumo NE-SW, desde Campo Largo até Adrianópolis. As relações estratigráficas com a Formação Capiru são confusas, não tendo sido ainda esclarecido qual é a mais antiga ou se são contemporâneas.

FIORI *et al* (1989) subdividiram a Formação Votuverava nas seqüências Bromado, Coloninha e Saivá, na região de Bateias – Bocaiúva do Sul. Nos municípios de Rio Branco do Sul e Cerro Azul, mais exatamente na região de Bromado, SPOLADORE e HACKSPACHER (1993) mapearam as formações Votuverava e Antinha, além de corpos graníticos e diques básicos associados. A Formação Votuverava foi dividida em quatro associações litológicas: (a) metaturbiditos e metapelitos; (b) metarenitos, metaconglomerados, metapelitos e metavulcânicas; (c) metarenitos e metapelitos; e (d) mármore e metapelitos. Os mármore haviam sido incluídos na Formação Antinha por outros autores. Enquanto as rochas da primeira formação foram interpretadas como tendo origem marinha rasa, as da segunda foram atribuídas à sedimentação em águas profundas.

Na mesma região, KOPS e EBERT (1993) analisaram as formações Votuverava e Antinha, interpretando-as como formadas dentro de um mesmo ciclo sedimentar. A Formação Votuverava foi subdividida em duas seqüências: Coloninha (metapelitos e metarenitos) e Bromado



(metaconglomerados e metarritmitos), ambas formadas a partir de turbiditos, associados a leques ou cânions submarinhos. O metamorfismo é do fácies xisto verde inferior.

Estruturas Estes autores reconheceram três eventos de deformação: o primeiro, não coaxial, devido a esforços tangenciais de NW para SE; o segundo, coaxial menos intenso, e o último transpressivo e gerador de cisalhamento em zonas de charneira. A evolução tectono-metamórfica foi descrita como tendo envolvido dois regimes principais, um compressional e outro transcorrente, com três pulsos deformacionais. O metamorfismo situa-se no fácies xisto verde, zona da clorita.

Recursos minerais

Fluorita. SILVA *et al* (1981) resumiram o conhecimento acumulado na MINEROPAR e em projetos de outras instituições a respeito das mineralizações de fluorita no Vale do Ribeira. Duas delas, as de São Sebastião e do Braz, ambas no município de Adrianópolis, ocorrem encaixadas em metassedimentos da Formação Votuverava. A ocorrência de São Sebastião situa-se na localidade de Sete Barras, junto ao contato com o Granito Itaóca. O minério forma lentes de até 10 m de espessura, concordantes com os mármores e subparalelos ao contato, ao longo de uma distância de aproximadamente 1 km. A fluorita substitui carbonatos em brechas intraformacionais, sendo microcristalina, cinza-clara e acompanhada de muscovita, quartzo, epidoto, barita e pirita. O teor médio de CaF_2 é de 56%.

A ocorrência do Braz é descrita como associada a um pacote de mármore calcítico com intercalações de calciofilito e quartzo-sericita xisto, este com textura cataclástica. Estes cataclasitos são recortados por vênulas de quartzo, fluorita e turmalina. O pacote carbonático atinge 2-3 km de espessura e é recortado por filões de fluorita, encaixados em fraturas NE. Os filões contêm fluorita verde e violeta, muscovita e albita, freqüentemente recortados por filonetes de muscovita, albita, quartzo, fluorita, barita e epidoto. A fluorita também substitui carbonatos dentro das encaixantes e é localmente acompanhada de pirita, malaquita, galena e calcopirita, além dos acessórios já mencionados. Seis amostras acusaram teor médio de 48% de CaF_2 . Os autores recomendam como critérios de prospecção a localização de zonas de falhas, rochas ricas em cálcio, zonas radioanômalas e mineralizações de barita (SILVA *et al* 1981).

Barita - No povoado do Tigre, município de Cerro Azul, ANDRADE e SILVA (1981) analisou os minérios de barita associados a metais básicos e identificou os seus controles geológicos. São depósitos estratiformes, concordantes com quartzitos da base da Formação Votuverava, com remobilizações locais na forma de veios discordantes. A barita forma bandas milimétricas a métricas dentro das rochas encaixantes, que mostram evidências petrográficas e estruturais de intensa deformação tectônica. A concordância com os quartzitos, a presença de estruturas sedimentares nos minérios, as intercalações de barita e quartzito, a granulometria muito fina e homogênea, a textura em mosaico e a ausência de minerais metamórficos, entre outras feições, levaram o autor a atribuir uma origem sedimentar à barita. Os controles de natureza paleogeográfica, sedimentológica e geoquímica representam outros fatores de origem: ambiente de sedimentação marinho de águas rasas, oxidante a fracamente redutor e alcalino.

Metais básicos. Em projeto da MINEROPAR, DIAS (1985) avaliou a potencialidade da formação para metais básicos, ouro e fluorita, na região dos rios Canha e Carumbé, município de Adrianópolis. Este autor concluiu pela baixa potencialidade no que diz respeito aos metais básicos. Junto aos contatos com o Granito Varginha existem indícios de mineralizações de Sn e W, prováveis escarnitos dentro das rochas carbonatadas da formação.

Terras raras. Na localidade de Lajeado de São Francisco, no município de Cerro Azul, a NUCLEBRÁS detectou uma anomalia cintilométrica cuja avaliação geológica e geoquímica acusou valores anômalos de Ce, Y, La, Pb e F, esta acompanhada de mineralizações visíveis em afloramento. Em projeto da MINEROPAR, DIAS e BONATTO (1983) reconheceram uma complexa associação litológica, incluindo calcarenitos, metacalcário foliado, metacalcário detrítico, metacalcário avermelhado, brecha metassedimentar, brecha tectônica, brecha cárstica, brecha



carbonática, metavulcânica félsica, olivina nefelinito e fonolito. As dosagens litoquímicas acusaram valores máximos de 1,7% de CeO, 1,28% de LaO e 12% de óxidos de terras raras. As concentrações de metais associam-se às rochas alcalinas e a efeitos de hidrotermalismo, onde ocorrem fluorita, calcopirita, bornita, galena, apatita, vermiculita, calcita e barita, entre outros.

FORMAÇÃO ITAIACOCA

A Formação Itaiacoca (ALMEIDA, 1956) é composta genericamente de metassiltitos, metarritmitos, mármore dolomíticos, metadolomitos e metarenitos. Os mármore dolomíticos e metadolomitos apresentam-se localmente metamorfizados, com o desenvolvimento de talco, montmorillonita e uma complexa paragênese de minerais argilosos. Alteração hidrotermal ao longo dos contatos com o Granito Três Córregos evidencia o seu caráter intrusivo. As relações de contato com o Granito Cunhaporanga permanecem mal definidas.

A sul da Faixa Itaiacoca ocorre a Formação Abapã (TREIN *et. al*, 1985), uma seqüência vulcano-sedimentar que originalmente era englobada na Formação Itaiacoca. Estas rochas estão fora do território da RMC. Estes autores atribuíram à seqüência o caráter calcio-alcalino, de tendência shoshonítica, originada a partir de magmatismo pericontinental, associado a uma zona de subducção. Em termos estratigráficos, alguns autores consideram a Formação Abapã como parte do Grupo Açungui, junto com as formações Capiru, Votuverava, Antinha e Itaiacoca. Em outros casos, os autores mostram a tendência de agrupar as formações Abapã e Itaiacoca num grupo à parte do Grupo Açungui.

No mapa geológico do PDM foram discriminadas dentro da Formação Itaiacoca as seguintes associações litológicas:

- Metassedimentos síltico-argilosos, incluindo filitos grafitosos, metarritmitos, ardósias e quartzo-sericita xistos (PSaim);
- Mármore dolomíticos e metadolomitos, com intercalações de metacherts e metacalcários cinza-médio a escuros, com estromatólitos datados em 850-1.700 m.a. (PSaid);
- Migmatitos estromáticos de paleossoma de mica xistos predominantes (PSaix);
- Metacalcários calcíticos (PSaic);
- Quartzitos (PSaiq).

O estudo mais abrangente da Formação Itaiacoca, que pode servir de referência para outras análises mais antigas, é a tese de doutoramento de REIS NETO (1994). Este autor denomina a unidade de Faixa Itaiacoca em substituição à nomenclatura de TREIN (1966). Os resultados da pesquisa estão incorporados nos dados e informações do projeto de avaliação do Distrito Mineiro de Castro - Ponta Grossa, executado pela MINEROPAR e resenhado a seguir.

Em convênio de cooperação técnica com o DNPM, a MINEROPAR estudou cerca de 90% das minas de talco do distrito mineiro de Castro-Ponta Grossa, incluindo: confecção de bases cartográficas na escala 1:5.000, interpretação de imagens de satélite e fotografias aéreas, revisão e compilação da bibliografia existente sobre a formação, mapeamento geológico, estudos geoquímicos orientativos, estudos geofísicos, sondagem exploratória, amostragem litológica e análises de laboratório. O projeto visou determinar os controles geológicos sobre as mineralizações, definir modelos probabilísticos, avaliar o volume total de recursos de talco e selecionar novas áreas potenciais (RIBAS *et al*, 1999).

O distrito mineiro do talco constitui-se de duas áreas: Itaiacoca, na parte sul, com 53,7 km²; e a de Socavão, a norte, com 55,3 km². Ambas fazem parte das formações Abapã (REIS NETO, 1994), Água Nova e Bairro dos Campos (SOUZA, 1990). A Formação Abapã ocorre na localidade homônima, estendendo-se em direção a Socavão, e é constituída predominantemente por metarenitos arcossianos e metavulcânicas ácidas, interpretados como contemporâneos por REIS NETO (1994). A Formação Bairro dos Campos estende-se entre as localidades de Itaiacoca e



Abapã, na direção NE-SW, constituída por mármore dolomíticos, metapelitos e metapsamitos, com intercalações de rochas metabásicas. Na área de Itaiacoca, a equipe da MINEROPAR identificou informalmente duas unidades: Quilombo, com metassedimentos síltico-arenosos micáceos, e Ribeirão da Cruz, formada por mármore calcíticos e quartzitos. A primeira pode ser correlacionada à Formação Antinha, e a segunda à Formação Água Clara (RIBAS *et al*, 1999).

A análise estrutural da Formação Itaiacoca permitiu reconhecer duas fases principais de deformação: a primeira representada por uma foliação associada a estruturas de cavalgamento e a segunda representada por clivagem de fratura e crenulações subverticais, nas zonas axiais de dobras abertas. Falhas transcorrentes e de cavalgamento foram identificadas nas duas áreas (RIBAS *et al*, 1999).

As análises químicas mostram variações desde metadolomitos, com cerca de 20% de MgO e 30% de CaO, até talco com cerca de 65% de SiO₂ e 16-32% de MgO, sem CaO. O minério de talco do distrito é formado por uma mistura variada de dolomita, talco, calcita, quartzo e tremolita, com teores subordinados de clorita, muscovita, caulinita, antofilita, vermiculita e montmorillonita. Dos métodos geofísicos testados no distrito, a combinação de magnetometria e radiometria mostrou-se eficaz como instrumento de mapeamento geológico e estrutural. A eletro-resistividade responde bem às zonas cisalhadas, permeáveis, alteradas e percoladas por água meteórica, prestando-se à discriminação das zonas de concentração de talco (RIBAS *et al*, 1999).

Os depósitos foram classificados em metamórficos e supergênicos. Os primeiros foram subdivididos em *stratabound* disseminados, *stratabound* lenticulares e filoneanos. O talco metamórfico formou-se provavelmente a partir da reação dos metadolomitos com a sílica de soluções hidrotermais ricas em CO₂. O talco supergênico parece ter-se formado por lixiviação dos carbonatos e conseqüente enriquecimento residual do minério. Existem também depósitos formados por erosão dos anteriores e deposição em cavidades cársticas dos metadolomitos e em bacias superimpostas a vários tipos de rochas. Camadas de quartzitos e diques de diabásio preservaram os depósitos dos processos erosivos holocênicos, sendo usados pelos mineradores como guias de prospecção. A pesquisa desenvolvida estabeleceu a validade dos seguintes metalotectos para os minérios: (a) os metadolomitos das formações Água Nova e Bairro dos Campos, metamorfizados no fácies xistos verdes; (b) as zonas cisalhadas das fases de cavalgamento e transcorrência, as zonas de charneira das dobras D₂, as falhas distensivas de direção NS e EW; (c) as encostas sustentadas por cristas de quartzito e diabásio; e (d) os teores elevados de magnésio e sílica dos metadolomitos (RIBAS *et al*, 1999).

Em 69 frentes de lavra, ativas e paralisadas, cadastradas durante o mapeamento, foram estimados os seguintes volumes de minério extraídos: 4,6 milhões de m³ na área de Itaiacoca e 2,9 milhões de m³ em Socavão. Por falta de dados da relação estéril/minério, não foram estimadas as reservas de minério no distrito (RIBAS *et al*, 1999).

A caracterização tecnológica do talco paranaense recebeu a contribuição de BERG e LOYOLA (1987). Posteriormente, LOYOLA (1998a) apresentou dados abrangentes sobre o potencial tecnológico e econômico dos minerais industriais do Paraná, com ênfase no talco da Formação Itaiacoca. LOYOLA e SILVA (2000) publicaram uma caracterização dos depósitos de talco, com dados geológicos e econômicos atualizados. Em trabalho mais recente, LOYOLA (2003) discute a gênese e características dos minérios de talco, descrevendo as áreas Ponta Grossa e Castro, distintas no tamanho e frequência de distribuição das jazidas, além de aspectos mineralógicos.

FORMAÇÃO ANTINHA

No mapa geológico do PDM foram discriminadas dentro da Formação Antinha as seguintes associações litológicas:

- Unidade A: metassiltitos rítmicos, cinza-claros a escuros, localmente maciços (PSaaA1);



- Unidade A: metassiltitos intercalados com metassiltitos nodulosos, cor cinza, associados a níveis de metaconglomerados e metarenitos finos, esbranquiçados (PSaaA2);
- Unidade A: metarenitos róseo-acinzentados, hornféisicos (muscovita hornfels - PSaaA3);
- Unidade A: metarritmitos piritosos (PSaaA4);
- Unidade B: metarritmitos síltico-arenosos, metarenitos finos a microconglomeráticos, avermelhados, com níveis e camadas de metaconglomerados (PSaaB);
- Unidade C: metacalcários cinza-claros a escuros (PSaaC).

A denominação de Seqüência Antinha foi introduzida por PONTES (1981) para um conjunto de rochas metassedimentares que ocorre a oeste da falha de Morro Agudo. Para o citado autor esta unidade apresenta características distintas das formações Água Clara e Votuverava, justificando sua individualização, sendo provavelmente mais jovem do que estas unidades. Posteriormente DIAS e SALAZAR Jr. (1987) detalharam geologicamente a Seqüência Antinha, subdividindo-a em quatro conjuntos litológicos: A) metarenitos e metassiltitos; B) metargilitos; C) metacalcários e D) metaconglomerados.

FIORI (1990) redefiniu a Seqüência Antinha como uma formação, parte integrante do Grupo Açungui, com a denominação informal de conjunto Tacaniça para as subunidades A e B de DIAS e SALAZAR Jr. (1987), Capivara, correspondente à subunidade C daqueles autores e a subunidade Vuturuvu, para a unidade D.

Esta unidade posteriormente foi objeto de estudo geológico-estrutural realizado por KOPS (1994), que detalhou a deformação e o metamorfismo, abordando ainda as formações Água Clara e Votuverava. Este autor reconheceu os contatos tectônicos, indicando o caráter alóctone, com ambiente de sedimentação marinho de águas profundas (sedimentos pelíticos) e de plataforma mais rasa (unidade carbonática). O metamorfismo é mais intenso na Formação Água Clara (zona da Granada e zona da Biotita) e mais fraco na Formação Antinha e Votuverava (grau fraco, zona da clorita).

Apesar das controvérsias estratigráficas, principalmente quanto às relações genéticas entre as formações Antinha e Votuverava, a primeira formação permanece individualizada neste trabalho, considerada parte integrante do Grupo Açungui e separada nos compartimentos originalmente descritos, com uma modificação: a faixa calcária adjacente à Serra do Vuturuvu, as rochas metapelíticas intercaladas e a própria Serra do Vuturuvu (seqüência de quartzitos), foram consideradas no projeto de compilação da CPRM (1989) como parte da Formação Votuverava.

Em termos econômicos, DIAS e SALAZAR Jr. (1983) avaliaram para a MINEROPAR a potencialidade econômica desta unidade, no município de Rio Branco do Sul, com a execução de mapeamento geológico e prospecção geoquímica e a indicação de áreas geoquímicas anômalas, com interesse para investigações de depósitos tipo *red-bed* e *Kupferschiefer*, sem alvos ou resultados conclusivos.

2.1.4.7 – METABASITOS

No interior dos complexos metamórficos dos grupos Setuva e Açungui ocorrem diversos corpos de metabasitos. Estas rochas, segundo MANIESI e OLIVEIRA (2000), são ortoderivadas, apresentando caráter toleítico e afinidade com basaltos enriquecidos de cadeia meso-oceânica. Os autores citados estudaram ocorrências de metabasitos na região de Adrianópolis e Campo Largo. As encaixantes foram metamorfizadas no fácies xisto verde, zona da biotita e zona da granada. A natureza ortoderivada é indicada pelas texturas ígneas reliquias, sendo provavelmente rochas intrusivas e seus protolitos ígneos derivados de fontes mantélicas, possivelmente relacionados ao ambiente geotectônico de bacia de retroarco.

- Metabasitos, anfíbolitos e anfíbólio xistos (PSmb).



2.1.4.8 - GRANITOS PORFIRÓIDES

Estes corpos formam imensos batólitos de granitos porfíricos de cores rosadas a creme, com hornblenda, biotita e ilmenita, em matriz de composição granodiorítica e tonalítica, envolvendo macrocristais subédricos a euédricos de feldspato potássico, com arestas de até 5 cm. São batólitos com *roof-pendants* das encaixantes metamórficas do Grupo Açungui ou conjuntos de plutões sinorogênicos, reunidos sob as denominações genéricas de complexos Cunhaporanga e Três Córregos. A expressão cartográfica do primeiro sugere como mais provável a hipótese do batólito contínuo, mas a raridade dos afloramentos dificulta sobremaneira a sua definição. O Granito Três Córregos aparece no mapa como um conjunto de três corpos maiores e quatro menores, dispostos dentro de uma faixa orientada paralelamente à estruturação dominante do escudo paranaense. Este granito foi datado pelo método K-Ar em 610 m.a.

- Complexo Granítico Três Córregos (PSgp1);
- Complexo Granítico Cunhaporanga (PSgp2).

COMPLEXO GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS

Este complexo foi denominado como Granito Três Córregos por FUCK (1966) e MURATORI (1966), nos mapeamentos da Comissão da Carta Geológica do Paraná. Trata-se de um extenso batólito polidiapírico com mais de 3.700 km², de Campo Largo ao Vale do Ribeira, entrando no Estado de São Paulo, com uma largura que varia de 10 a 30 km. Ele foi mapeado em vários projetos de âmbito regional: Carta Geológica do Paraná, Projeto Ribeira (PROTEC/DNPM), Projeto SUDELPA (CPRM/SUDELPA), Projeto Sudeste do Estado de São Paulo (CPRM/DNPM), Projeto Leste do Paraná (CPRM/DNPM) e Projeto Integração e Detalhe do Vale do Ribeira (CPRM/DNPM). Também foi avaliado em reconhecimento geológico realizado pela MINEROPAR (SANTOS e FELIPE, 1980), com foco no potencial exploratório para mineralizações escarníticas, pegmatíticas, hidrotermais e graissens.

Uma revisão do seu significado tectônico e metalogenético foi feita por HASUI *et al* (1984). Estes autores separaram o batólito em três unidades: granitóides de dois tipos; rochas encaixantes, dentro da faixa antes considerada Granito Três Córregos; extensões laterais das encaixantes, para NW e SE. Os dois últimos conjuntos foram assim isolados do que se considerava até então um batólito, passando a ser denominados Grupo Setuva. No que diz respeito aos granitóides, dentro do que se denomina Três Córregos, os autores distinguiram duas variedades petrográficas.

A mais comum tem megacristais de microclíneo róseo a esbranquiçado, euédricos a subédricos, com inclusões de minerais da matriz: quartzo, oligoclásio, biotita e hornblenda, acessoriamente apatita, titanita, zircão, ilmenita e opacos. Os megacristais são centimétricos e excepcionalmente decimétricos, podendo aparecer isolados na matriz ou formar concentrações que predominam sobre ela. Localmente a composição pode ser de plagioclásio. As variações de mineralogia caracterizam desde granitos típicos até monzonitos e granodioritos, menos freqüentemente quartzo dioritos. São observados enclaves ou xenólitos de anfibolito e biotitito, além de veios pegmatíticos e epidoto, indicando processos pneumatolíticos tardios. A segunda variedade aflora em intrusões menores nas regiões de Capão Bonito e Ribeirão Branco, na forma de rocha granitóide rósea e equigranular, leucocrática e com textura média a grossa, excepcionalmente porfírica. A composição mineralógica é restrita, formada por quartzo, microclíneo ou oligoclásio, raramente ortoclásio e alguma biotita ou magnetita. A composição petrográfica é de granito, monzonito e granodiorito.

Recursos minerais

Metais básicos e especiais. SANTOS e FELIPE (1980) realizaram para a MINEROPAR extenso reconhecimento geológico na área de afloramento do Granito Três Córregos, para seleção de alvos exploratórios. Fundamentados em dados de campo e laboratório, reconheceram várias áreas com indícios de metassomatismo sódico pronunciado, pegmatitos, graisenização,



hidrotermalismo em zonas de falhas, e recomendaram para pesquisa de detalhe as áreas de Figueiras, Ribeirão da Lagoa, Barra do Sete Quedas e Barra do Açungui. Também indicaram como potenciais os granitos Cerne, Piedade, Taici, Varginha, Epitácio Pessoa, Morro Grande e o Granodiorito São Sebastião.

Feldspato. Os macrocristais de ambos os complexos graníticos apresentam potencial para uso na indústria cerâmica, podendo ser separados por peneiramento e concentração gravimétrica, a partir da rocha parcialmente alterada. No Estado do Paraná já existem investimentos industriais preliminares neste tipo de produção, em Ponta Grossa.

Fluorita. A jazida de Volta Grande está associada a rochas metassedimentares na forma de enclaves no Granito Três Córregos. A mineralização tem provável contribuição hidrotermal, neste condicionamento geológico.

COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA

O Complexo Cunhaporanga é um extenso batólito com cerca de 3.000 km², situado na borda ocidental do embasamento cristalino do Paraná, sendo recoberto pelas rochas da Formação Furnas e do Grupo Castro. Ao contrário do Três Córregos ele é extremamente pobre em exposições e requer a análise de dados indiretos e de subsuperfície para ter a sua geologia conhecida. A tese de doutoramento de GUIMARÃES (2000) é o estudo mais abrangente e atualizado sobre este granitóide, tratando dos seus aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos.

Conforme este autor, GUIMARÃES (*op. cit.*), os trabalhos mais importantes para o entendimento do Complexo Cunhaporanga foram executados pela Comissão da Carta Geológica do Paraná, pela CPRM e pela MINEROPAR. Ele foi descrito pela primeira vez por OLIVEIRA (1916, 1927), que registrou a grande dificuldade apresentada pelo espesso manto de alteração intempélica e denominou-o Granito Cunhaporanga. Dos trabalhos posteriores que ajudaram a compreender a faciologia do complexo, merecem destaque os realizados por FUCK *et al* (1967a). A caracterização de um complexo intrusivo resultou dos projetos da CPRM, na década de 1970, principalmente os da CPRM (1977) e KAEFER e CUNHA (1974), que relataram a predominância de granodioritos e quartzo monzonitos sobre os granitos. GUIMARÃES (2000) questiona a classificação dos quartzo monzonitos, que seriam mais provavelmente monzogranitos, de acordo com revisões que fez de amostras petrográficas.

Pela MINEROPAR, em campanhas para seleção de alvos exploratórios, SANTOS e FELIPE (1980) e RIBAS (1981), tiveram suas contribuições incorporadas ao Mapa Geológico do Estado do Paraná, na escala 1:650.000 (MINEROPAR, 1989). PINTO-COELHO (1986) avaliou as anomalias uraníferas associadas ao Granito Serra do Carambeí, inserido no complexo Cunhaporanga. A partir da década de 1990, a região passou a ser estudada por outros pesquisadores, como SOUZA (1990), REIS NETO (1994), GUIMARÃES (1995) e GUIMARÃES e ULBRICH (1996). Embora petrograficamente semelhante ao Três Córregos e separado em certos locais por apenas cinco km de rochas da Formação Itaiacoca, a presença da zona de cisalhamento Itaipirapuã entre ambos desautoriza a tentativa de correlacioná-los estratigráfica e tectonicamente.

Litologias. O conhecimento atual do Complexo Granítico Cunhaporanga, prejudicado pela pobreza de afloramentos, não permite delimitar com precisão as suas variedades litológicas e os restos de teto correlacionáveis à Formação Itaiacoca. GUIMARÃES (2000) identificou três linhagens magmáticas, duas cálcio-alcálicas e uma alásquítica. A primeira aflora no centro-norte e nordeste do complexo, formada por dioritos, quartzo-monzodioritos, granodioritos, monzogranitos e sienogranitos. A outra associação cálcio-alcálica aflora ao sul e engloba granodioritos, monzogranitos e pórfiros. A linhagem alásquítica é formada por álcali-feldspato granitos, representada pelos granitos Carambeí e Joaquim Murtinho.



Petrologia. As rochas das assembléias cálcio-alcálicas são enriquecidas em K e Ba, moderadamente em Sr, mostrando afinidades shoshoníticas e aproximando-se dos granitos tipo-I de CHAPPEL e WHITE (1974). Mais rica em Cr, a assembléia do sul mostra um caráter menos evoluído do que a do centro-norte e nordeste. As rochas da linhagem alásquítica são fortemente empobrecidas em Ca, Mg, Ba, Sr e P e são enriquecidas em SiO₂, F, Nb, Ga, Y, Zr e Rb. Elas mostram maior afinidade com os granitos do tipo-A. As evidências mineralógicas, litoquímicas e tectônicas indicam um ambiente epizonal para a consolidação da intrusão, nos estágios finais do ciclo Brasileiro, o que caracteriza um magmatismo pós-colisional. As linhagem cálcio-alcálicas sugerem um ambiente de arco vulcânico, mas as rochas da linhagem alásquítica pertencem a uma fase pós-orogênica.

PROTEROZÓICO SUPERIOR/ PALEOZÓICO

2.1.4.9 - SUÍTE ÁLCALI-GRANITOS

Estes granitos estão associados a um magmatismo em regime extensional pós-orogênico. Ocorrem no setor sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina, individualizados principalmente em folhas mapeadas na década de 1960 pela Comissão da Carta Geológica do Paraná e por MAACK (1961), e na década de 1970 pela CPRM (1977).

Os maciços graníticos apresentam dimensões variadas, constituindo desde pequenos *stocks* até batólitos, cujas denominações têm por base a toponímia regional: Anhangava, Graciosa, Alto Turvo, Rio do Salto, Morro Redondo, Marumbi, Serra da Igreja e Agudos do Sul. Distribuem-se tanto no domínio Curitiba quanto no de Luís Alves, predominando sobre o último, mas não ocorrem nos terrenos pertencentes ao domínio Paranaguá (Batólito Paranaguá). Caracterizam-se pela natureza alcalina, textura equigranular e isotropia, em contraste com a pronunciada foliação dos gnaisses e migmatitos encaixantes, com os quais os contatos são normalmente realizados através de zonas de falha.

GRANITO ANHANGAVA (PEg1)

Litologias. Descrito por FUCK (1967a), ocupa uma superfície de aproximadamente 60 km², constituindo o morro homônimo a leste e nordeste de Piraquara. Faz parte da Serra do Mar, conhecida no local como Serra da Baitaca. Insere-se em rochas do domínio Curitiba. O mesmo autor menciona relações de contato intrusivas deste granito em rochas migmatíticas aflorantes a leste de Piraquara, evidenciadas pela presença de filões félsicos semelhantes ao Granito Anhangava.

Este maciço exibe uma grande variedade de litotipos com o predomínio de termos leucocráticos, de cores cinza, cinza-rosado e róseo, equi a inequigranulares, com granulação variável de fina a grossa. São constituídos por quartzo (10 - 25%), feldspato potássico (10 - 65%), albita-oligoclásio (0 - 30%), biotita (0 - 10%), hornblenda (0 - 10%), anfibólios sódicos (riebeckita-arfvedsonita) e piroxênios Na - Ca (egirina-augita). Os minerais acessórios são: zircão, titanita, allanita, apatita, fluorita e opacos, e como produtos de alteração ocorrem epidoto, clorita, sericita e carbonato.

Estruturas Segundo KAUL (1997), o maciço está alojado em rochas gnáissico-migmatíticas do domínio Curitiba, com os contatos feitos por falhas com as encaixantes. O maciço tem uma estrutura anelar, constituído por sienogranito, diferentes tipos de álcali-feldspato granito, além de sienito e quartzo sienito. O autor divide o maciço em três unidades: (a) *Unidade Serra da Baitaca* - central do maciço, com biotita sienogranito e secundariamente biotita-álcali-feldspato granito; (b) *Unidade Serra da Boa Vista* - a norte, leste e a sul do maciço, com riebeckita-biotita-álcali-feldspato granito e álcali-feldspato granito; (c) *Unidade Roça Nova* - pequena extensão a sul do maciço, com hornblenda-álcali-feldspato sienito, com variedades com clinopiroxênio e faialita. Filões, filonetes e veios aplíticos róseos cortam esporadicamente a Unidade Serra da Baitaca.



Petrologia. Os dados geoquímicos de elementos maiores, traços e terras raras colocam este corpo granítico no campo dos granitóides peralcalinos com enriquecimento em todos os elementos em relação ao condrito. Situa-se no campo dos granitóides intraplacas na classificação de PEARCE *et al* (1984). Unidade Serra da Baitaca: metaluminosa a fracamente peraluminosa, mais potássica que sódica. Unidade Roça Nova: metaluminosa, mais potássica que sódica. Unidade Serra da Boa Vista: metaluminosa a fracamente peralcalina, mais sódica que potássica. Os elementos Rb, Ba e Sr posicionam as três unidades no campo dos granitos fortemente diferenciados (EL BOUSEILY e EL SOKKARY, 1975). O fracionamento dos elementos de terras raras é similar nas três unidades, com fracionamento de fraco a forte dos leves e praticamente sem fracionamento dos pesados, com anomalias negativas de európio. Enriquecimento de 100 a 380 vezes para o lantânio em relação ao condrito e de 15 a 45 para o lutécio. O método Rb-Sr forneceu idades de 600 ± 20 m.a. para uma relação inicial Rb/Sr de 0,71930.

Recursos minerais

Rocha ornamental. O maciço contém numerosas pedreiras de rocha para pavimentação poliédrica e de revestimento, concentradas na sua porção ocidental, particularmente junto a Borda do Campo. Uma empresa extrai blocos para rocha ornamental na porção centro-norte do maciço. O nome comercial é *Rosa Curitiba*, classificado como biotita sienogranito de coloração rósea claro cinzentado, com pontuações negras, equigranular e granulação média a grossa (NAGALLI, 1991).

GRANITO GRACIOSA (PEg2)

Litologias. Delimitado parcialmente por MAACK (1961) e descrito por CORDANI e GIRARDI (1967), ocupa uma superfície superior a 300 km^2 , ocorrendo a NE de Curitiba. Forma a Serra dos Órgãos, com os picos Paraná, Graciosa e Farinha Seca. Este corpo tem direção geral NE e faz contatos tectônicos com rochas do domínio Curitiba a oeste e do domínio Paranaguá a leste.

Este granito apresenta uma grande variedade de litotipos, predominando rochas leucocráticas, com cores cinza-claras e rosadas, de granulação média, localmente porfíricas, com porções isentas de minerais máficos e outras ricas em biotita e anfibólios. Constituído por quartzo (10-25%), feldspato potássico (15-65%), albita-oligoclásio (0-50%), hornblenda (0-10%), biotita (0-10%), anfibólios sódicos (riebeckita-arfvedsonita 0-10%), piroxênios Na - Ca (aegirina-augita 0-10%). Como minerais acessórios ocorrem zircão, titanita, allanita, fluorita e opacos, com clorita, muscovita, epidoto e carbonatos como minerais de alteração.

Petrologia. Os dados geoquímicos de elementos maiores, traços e terras raras colocam este corpo granítico no campo dos peralcalinos, com enriquecimento em todos os elementos em relação ao condrito e situado no campo dos granitóides intraplacas na classificação de PEARCE *et al* (1984). Caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso dos fácies a, b e c e peralcalina do d, todos mais potássicos que sódicos, à exceção do fácies c. Os elementos leves de terras raras estão moderadamente fracionados e há ligeiro fracionamento dos pesados. A abundância de terras raras, com relação ao condrito, é de cerca de 250 vezes para o La e 25 vezes para o Lu.

O método U-Pb em zircões forneceu uma idade de 594 ± 64 m.a. para a formação destas rochas; o método Rb-Sr forneceu idades de 584 ± 12 m.a., 545 ± 15 m.a. e 584 ± 8 m.a. KAUL (1997) divide o granito Serra da Graciosa em quatro fácies: (a) biotita-hornblenda sienogranitos: compõe grande parte do granito; (b) hornblenda-biotita-álcali granito; (c) hornblenda-biotita monzonito; e (d) arfvedsonita-álcali-feldspato granito, na porção sul do maciço (Rodovia da Graciosa).



GRANITO ALTO TURVO (PEg3)

Aflorante na região de Antonina e Paranaguá, este granito é pós-tectônico, destituído de feições cataclásticas, biotítico e portador de alterações hidrotermais do tipo cloritização, sericitização, epidotização e carbonatação. Apresenta como minerais de interesse econômico titanita, zircão, apatita e fluorita. É recortado por diques de microgranito com direção geral NE. KAUL (1997) obteve idade de 630 ± 20 m.a. em amostra desta intrusão, analisada pelo método K/Ar.

GRANITO MORRO REDONDO (PEg5)

Litologias. Ocupa área superior a 250 km^2 , no extremo sudeste do Paraná, a oeste de Garuva, com exposições equivalentes no Paraná e Santa Catarina. Distribui-se no âmbito do domínio Luís Alves, apresentando feições cataclásticas e miloníticas próximo às bordas. Foi identificado inicialmente por MAACK (1961), sendo cartografado posteriormente por TREIN *et al* (1969) e MURATORI *et al* (1969).

De modo geral observam-se granitos isotropos nas porções mais centrais e mais cataclasados nas bordas. Os litotipos mais comuns apresentam granulação média, equi a inequigranulares, raramente porfíricos, leucocráticos e de coloração cinza-clara. Essas rochas apresentam normalmente textura granular hipidiomórfica, constituídas por quartzo (5 - 30%), feldspato alcalino (20 - 60%, normalmente peritítico), pagioclásio (albita, 5 - 30%), biotita (0 - 10%), hornblenda (0 - 10%), anfibólios sódicos (riebeckita-arfvedsonita), piroxênios de Na-Ca (aegirina-augita), além de olivina (faialita). Os acessórios comuns são titanita, apatita, rutilo, fluorita e opacos, e como produtos de alteração ocorrem clorita, epidoto, muscovita e argilo-minerais. Na porção sul do granito ocorrem rochas vulcânicas associadas, de natureza alcalina.

KAUL (1997) divide o granito Morro Redondo em duas unidades: (a) *unidade Papanduva* - riebeckita-aegirina-feldspato granito (cinza-claro a azulado); e (b) *unidade Quiriri* - biotita sienogranitos (cinza-rosa ou rosa-claro). Derrames vulcânicos de composição predominantemente ácida (riolitos) na porção norte do maciço, se estendem até alguns quilômetros a oeste do corpo e mantêm a mesma identidade petrográfica e química com a unidade Papanduva. Ocorrem raros afloramentos de rochas vulcânicas intermediárias (andesitos e andesi-basaltos) e vulcânicas básicas (basaltos).

Estruturas As únicas feições estruturais mencionadas na literatura são as deformações cataclásticas e miloníticas que ocorrem ao longo dos contatos da intrusão, evidenciando a sua origem sintectônica.

Petrologia. Dados geoquímicos de elementos maiores, traços e terras raras colocam este corpo granítico no campo dos peralcalinos, com enriquecimento em todos os elementos em relação ao condrito (até 100 vezes), com anomalia negativa de Ba e no campo dos granitoides intraplacas (WPG, na classificação de PEARCE *et al*, 1984). Unidade Papanduva: granitos peralcalinos, mais potássicos que sódicos, com fracionamento pequeno a moderado das terras raras leves e praticamente nulo das pesadas, com anomalias moderadas de európio. Conteúdo elevado de terras raras, variando de 300 vezes para o La e 60 vezes para o lutécio. Unidade Quiriri: granitos fracamente peraluminosos por vezes metaluminosos, mais potássicos que sódicos. Empobrecimento em Ca, Sr e Ba da Unidade Papanduva em relação à Unidade Quiriri. Fracionamento moderado para as terras raras leves e pequeno para pesadas, e anomalias negativas pequenas de európio. O conteúdo total de terras raras é alto, 400 vezes o condrito para lantânio e 20 vezes para o lutécio.

O método U-Pb em zircões forneceu uma idade de 589 ± 37 m.a. para a formação destas rochas, o método Rb-Sr forneceu idades de 580 e 525 m.a., para uma razão inicial $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ de 0,710 e 0,723. As idades Sm-Nd indicam o intervalo de 2.100 - 1.850 m.a. (Ciclo Transamazônico), como principal para a diferenciação manto-crosta dos precursores crustais deste maciço granítico.



Recursos Minerais

Granito ornamental. Este maciço tem sido explotado para fins comerciais em duas regiões: na borda NE, na localidade de Pirizal, município de Guaratuba, próximo a BR-101, e no Rio São João, para fins ornamentais, sendo denominado Granito Cerro Azul (NAGALLI, 1991). Trata-se de um riebeckita-aegirina-álcali granito. As reservas são de 15.000 m³. Na borda SE do maciço, no município de Garuva, são produzidos apenas paralelepípedos. No Quiriri, há exploração de caulim.

GRANITO MARUMBI (PEg6)

Litologias. Descrito originalmente por MAACK (1961) e CORDANI e GIRARDI (1967), ocupa uma superfície de 80 km², alongado no sentido NE, e localizado a oeste da cidade de Morretes. Faz contatos com as rochas do domínio Curitiba a oeste e do domínio Luís Alves a leste. Apresenta fácies bastante homogêneas, leucocráticas, equigranulares, com granulação média e cor cinza-clara a rosada. Tem como minerais dominantes: quartzo, K-feldspato, plagioclásio e biotita. MAACK (1961) descreve uma tendência menos alcalina para este granito em relação aos granitos Graciosa e Anhangava. Tal tendência é também sugerida por CORDANI e GIRARDI (1967). Ainda de acordo com estes autores, as relações de contato com as encaixantes são por falhas.

Este granito apresenta tendência alcalina, dada pelo feldspato potássico perítico e plagioclásio sódico, similar ao observado para o Granito Agudos do Sul, não sendo observados anfibólios e piroxênios sódicos. Os granitos Morro Redondo, Serra da Igreja, Graciosa e Anhangava mostram variedades sienograníticas. Diagramas QAP (STRECKEISEN, 1976), indicam composições granodioríticas para o maciço Agudos do Sul e álcali-feldspato-quartzo-sienítica para os corpos Anhangava, Graciosa e Morro Redondo. Segundo KAUL (1997), os biotita-álcali-feldspato granitos são metaluminosos, mais potássicos que sódicos. O fracionamento das terras raras leves é fraco a moderado, sem fracionamento das pesadas. O fracionamento em relação ao condrito mostra enriquecimento de lantânio de 120 a 450 vezes e para o lutécio de 20 a 30 vezes.

Estruturas À semelhança do Granito Morro Redondo, o Marumbi apresenta cataclase e milonitização nas bordas, indicando uma origem sintectônica.

GRANITO SERRA DA IGREJA (PEg7)

Litologias. Ocupa uma superfície próxima de 90 km², distribuindo-se a leste da Formação Guaratubinha. Seus limites foram estabelecidos por MURATORI *et al* (1969). Este granito apresenta fácies leucocráticas, equi a inequigranulares com granulação média e cores cinza-claro, cinza-rosado e róseo. MURATORI *et al* (1969) reportam seu caráter subalcalino.

Estruturas O Granito Serra da Igreja apresenta forma alongada no sentido NE-SW e relações de contato por falha com as rochas gnáissico-granulíticas do domínio Luís Alves. Apenas na sua porção nordeste encontra-se balizado pelas rochas gnáissicas do domínio Paranaguá, apresentando-se nesta região intensamente deformado.

GRANITO AGUDOS DO SUL (PEg8)

Litologias. Ocupa uma área superior a 400 km², distribuindo-se no extremo sudeste do Paraná, próximo à divisa com Santa Catarina (FIORI, 1984). Predominam rochas leucocráticas de granulação média a grossa, cinza, cinza-rosadas a róseas, equi a inequigranulares, ocasionalmente porfiríticas. Apresentam textura granular hipidiomórfica, sendo constituídas por feldspato potássico (5 – 60%), plagioclásio (0 – 60%, albita – oligoclásio, normalmente zonados), quartzo (10 – 35%), biotita (0 – 15%) e hornblenda (0 – 15%). Acessórios são titanita, allanita, apatita, fluorita e opacos, e como produtos de alteração muscovita, clorita, epidoto e carbonato.



A presença de rochas básicas de composição notadamente gabro-diorítica, interna ao maciço granítico Agudos, foi assinalada por GIRARDI (1974) e MACHIAVELLI (1991). São rochas meso a melanocráticas, com cores verde a cinza-esverdeadas, compostas por plagioclásio, clinopiroxênio, ortopiroxênio, hornblenda e biotita. Os contatos com os granitos são referidos como transicionais, com porções que sugerem mistura. Acrescenta-se que enclaves de serpentinitos foram observados neste granitóide, a noroeste de Tijucas do Sul, constituindo xenólitos centimétricos a métricos, com formas tabulares e contatos irregulares. KAUL (1997) divide o Granito Agudos do Sul em cinco unidades: Piador-Cabral, Lavras, Serra do Tronco, Rio Palmito 1 e Rio Palmito 2.

Estruturas Este granito faz contato na porção sul e sudeste com rochas gnáissico-migmatíticas do domínio Luís Alves e a norte-noroeste com os gnaisses migmatíticos e granitóides deformados do domínio Curitiba. Nos trabalhos realizados pela Comissão da Carta Geológica do Paraná, TREIN *et al* (1969) e GIRARDI (1974) admitem caráter intrusivo para estas rochas. Segundo SIGA Jr. (1995) pertence aos granitóides deformados do setor sul do domínio Curitiba.

Petrologia. Os dados geoquímicos de elementos maiores, traços e terras raras colocam o Granito Agudos do Sul no âmbito dos granitóides subalcalinos com características metaluminosas a peraluminosas. Apresenta um enriquecimento de todos os elementos em relação ao condrito de até 100 vezes e anomalias negativas de Ba. Assemelha-se aos granitóides sin a pós-colisionais de PEARCE *et al* (1984). O maciço mostra caráter metaluminoso, sendo as unidades Serra do Tronco e Palmito 1 mais potássicas do que sódicas, ao passo que a unidade Piador-Cabral é mais sódica que potássica. No diagrama Rb-K₂O, os pontos da unidade Serra do Tronco seguem um *trend* pegmatítico hidrotermal. Teores de Rb x (Y + Nb) e Nb x Y evidenciam o caráter intraplaca do granito, de acordo com a mesma classificação.

O método U-Pb em zircões forneceu uma idade de 594 ± 26 m.a. para a formação destas rochas e o método Rb-Sr forneceu idades de 570 ± 22 m.a., para uma razão inicial Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ de 0,70735 ± 0,0008. A idade Rb/Sr é interpretada como relacionada à época de fechamento do sistema Rb/Sr, que teria ocorrido após a cristalização dos zircões.

Recursos minerais

Granito ornamental. Este maciço granítico possui várias pedreiras explotadas para fins ornamentais (NAGALLI, 1991). Comercialmente são produzidas quatro variedades de granitos: *Vinho Mel* (granito cor-de-rosa), *Paranatuba* (granito bege-amarelado a laranja), *Amarelo Castor* (granito bege-amarelado) e *Marrom Tarumã* (granito cinza-claro). As duas primeiras são lavradas na Serra do Tronco, ao norte do maciço, a variedade *Amarelo Castor* na localidade de Leão, situada na zona central do maciço, e a variedade *Marrom Tarumã*, em Pedra Branca.

2.1.4.10 - GRANITOS E SIENOGRANITOS

Esta suíte intrusiva é representada no Paraná por sete corpos, encaixados principalmente nos filitos da Formação Votuverava, a NW da falha da Lancinha. Ao contrário dos granitos alcalinos da Serra do Mar, estas intrusões foram pouco estudadas. Ver tabelas de síntese (tabelas 5 e 6).

- Granito Cerne (PEgg1);
- Granito Passa Três (PEgg2);
- Granito Chacrinha (PEgg3)
- Granito Piedade (Fácies A e B) PEgg4A e PEgg4B;
- Granito Rio Abaixo (PEgg5);
- Granito Pula-Sapo (PEgg6);
- Granito Itaóca (PEgg7).



GRANITO CERNE (PEgg1)

A denominação de Granito Cerne foi proposta por MURATORI (1966) para o corpo aflorante na região de Bateias – Ouro Fino, na folha de Campo Largo. O granito ocupa estruturalmente o núcleo de uma antiformal de metassedimentos do Grupo Açungui, com direção geral NE-SW, com cerca de 19 x 4,5 km. É uma rocha de granulação média, raramente grossa, leucocrática, rósea. Os minerais dominantes são feldspato potássico, quartzo, oligoclásio, biotita e hornblenda. Os acessórios são zircão, apatita e opacos. A textura é granular hipidiomórfica. As relações de contato são intrusivas, pela auréola de metamorfismo de contato. Localmente mostra relação por falha com as encaixantes (FUCK *et al*, 1967a).

A colocação de granitos em estruturas antiformais foi estudada por FIORI *et al* (1984), enquadrando tanto o Granito do Cerne como outros corpos (Piedade, Morro Grande e Varginha) como relacionados a dobras de arrasto geradas no evento de transcorrência Lancinha. WERNICK e PENALVA (1978) em análises geocronológicas, classificaram o Granito do Cerne como pós-tectônico, com idades em torno de 540 m.a., do final do Ciclo Brasileiro.

Numa abordagem regional, CHIODI FILHO *et al* (1989) elaboraram ensaio para enquadramento das rochas granitóides do Paraná, definindo quatro conjuntos de granitóides, de acordo com uma evolução colisional continente-arco-continente. O primeiro grupo refere-se a granitos mantélicos pré-colisionais cálcio-alcálicos, correspondendo às raízes dos arcos magmáticos, alçados tectonicamente, tendo como prováveis exemplos os granitos Três Córregos e Cunhaporanga, com idades estimadas entre 700 e 800 m.a. O segundo grupo refere-se a granitos sincolisionais, gerados por fusão crustal dado o espessamento da crosta. Caracterizam o granito Morro Grande como representante provável deste grupo, com idade estimada entre 700 e 600 m.a.

O terceiro grupo de granitos, tardi a pós-colisionais, sub-alcálicos e de filiação mantélica, seria constituído pelos granitos Pula Sapo, Rio Abaixo, Piedade Cerne e Passa Três. Estimam idades entre 600 e 500 m.a. Por fim, o quarto grupo corresponderia a granitos pós-colisionais (550-500 m.a.), gerados em níveis profundos da crosta, referindo-se à fase francamente distensional. Seriam exemplos os granitos alcálicos da Serra do Mar e o Granito Serra do Carambeí, entre outros. Estes autores fazem ainda uma análise metalogenética destes corpos graníticos com base na classificação de KEQIN *et al* (1984, in CHIODI FILHO *et al*, 1989), utilizando principalmente o estudo de elementos terras raras para discriminação dos corpos. Desse modo, os granitóides da série de sintexia (híbridos crosta-manto) tendo o Granito Passa Três como exemplo, vinculam potencial metalogenético para mineralização do tipo pórfiro (Mo-W-Cu-Au pórfiro granitos). Enquanto os granitos de transformação crustal (exemplo Granito Morro Grande) seriam metalogeneticamente favoráveis a mineralizações do tipo greisen (Sn-W-greisen granitos).

GRANITO PASSA TRÊS (PEgg2)

O Granito Passa Três foi definido por PIEKARZ (1981b). De acordo com PIEKARZ (1992), compreende uma intrusão alongada N45°E, com cerca de 5 km² de área aflorante. Trata-se de uma intrusão mesozonal, intrusiva nas rochas do Grupo Setuva e em contato com os metassedimentos do Grupo Açungui, cujo alojamento foi possivelmente controlado por uma zona de cisalhamento transcorrente dextral, sendo pré ou sintectônico a uma fase de deformação rúptil-dúctil. Está situado próximo à escarpa devoniana, na região oeste da folha Campo Largo.

Ainda segundo PIEKARZ (1992), o granito tem assembléia mineral de magnetita-titanita-quartzo, indicando condições oxidantes na câmara magmática. A ausência de minerais aluminosos e o tipo de mineralização permitem enquadrar o granito no tipo I de CHAPPEL & WHITE (1974, in PIEKARZ, 1992) e na série à magnetita de ISHIHARA (1977 e 1981, in PIEKARZ, 1992). Outros dados, especialmente quanto aos teores de Ba, Sr, Rb e Y, ETR, e mineralógicos, indicam origem híbrida crosta-manto, tipo I. Altos conteúdos de K₂O, F e S, permitem enquadrá-lo na série shoshonítica, refletindo o caráter tardiorogênico, gerado em condições de crosta granítica-metamórfica já formada.

**GRANITO CHACRINHA (PEgg3)**

Segundo FRITZSONS Jr. e BIONDI (1983), este granito é um pequeno stock que aflora na região centro leste da folha de Campo Largo, a cerca de 12 km de Bateias, com área aflorante de aproximadamente 1,1 km². Tem forma oval, com eixo maior de direção norte, discordante da estrutura regional. Trata-se de corpo possivelmente intrusivo nas rochas carbonatadas da Formação Água Clara, sem maiores informações sobre sua composição.

GRANITO PIEDADE (PEgg4A e PEgg4B)

O Granito Piedade constitui um corpo alongado para NE-SW, intrusivo em metassedimentos do Grupo Açungui, com 11 x 2 km de dimensões aproximadas. Foi estudado em projeto da DOCEGEO (CHIODI FILHO *et al*, 1987). Tem caráter polifásico, controlado tectonicamente pela falha de Morro Agudo, transcorrente com rejeito lateral esquerdo. Os autores identificaram quatro domínios: álcali-sienitos, álcali-granitos, álcali-riolitos e quartzo pórfiros. O domínio álcali-sienítico (PEgg4A) tem maior expressão e é um hastingsita-quartzo-álcali sienito, hastingsita álcali sienito e quartzo sienito acinzentado, com estrutura isotrópica e textura hipidiomórfica média a fina.

O domínio álcali-granítico (PEgg4B) ocorre a norte e a centro-oeste no maciço, com alteração associada a processos tardi a pós-magmáticos. São rochas de granulação média a fina, textura granular hipidiomórfica e coloração branco-acinzentada a avermelhada. É constituído por microclina (40-75%), albita (0-25%), quartzo (17-30%), plagioclásio (0-15%), sericita, biotita, anfibólio sódico, pirita, rutilo e apatita. Os álcali-riolitos e quartzo pórfiro representam a última manifestação magmática no Granito Piedade, ocorrendo na forma de diques com orientação NNE, e espessuras que atingem de 2 a 4 metros (CHIODI FILHO *et al*, 1987). Os processos de alteração hidrotermal superimpostos desenvolveram zonas com K-feldspatização, piritização e silicificação pervasivas, correspondentes a zonas anômalas de Mo-W-Be, indicando possíveis mineralizações do tipo pórfiro a Mo-W.

Granitos / Características	Cerne	Passa Três	Chacrinha	Piedade
Condicionamento tectônico	Forte controle por tectonismo NE	Forte controle por tectonismo NE	Pouco ou nenhum controle tectônico	Forte controle por tectonismo NE
Cataclase textural	Sem cataclase	Sinais de cataclase na textura granular hipidiomórfica.	Maciça, sem cataclase	Cataclase na textura hipidiomórfica, fácies alcalino-quartzo-sienito
Minerais de Interesse econômico	Zircão, apatita	Carbonato, fluorita, apatita, zircão, turmalina	Apatita, rutilo	Fluorita, pirita, titanita, apatita, zircão.
Relação Intrusão/tectônica e mobilização	Tardi a pós - tectônico, alóctone.	Intrusivo	Tardi a pós - tectônico, alóctone.	Tardi a pós -tectônico (MINEROPAR) sintectônico alóctone (Hasui)
Alterações	Albitização, sericitização	Caulinização, carbonatação, silicificação, saussuritização.	Sericitização, argilização, cloritização, epidotização	Sericitização, limonitização, cloritização, argilização, piritização, silicificação.
Observações	Cataclase em zonas de falha, com recristalização de quartzo.	Contatos por falhas. Apresenta-se muito fraturado, sendo comuns veios auríferos.	Sem evidências de esforços ou tensões.	Contato tectônico a SW. Há 2 fácies separados por falha NE na porção mediana.

Tabela 5 - Características gerais das intrusões da Suíte Sienogranitos.



GRANITO RIO ABAIXO (PEgg5)

O Granito Rio Abaixo é um pequeno corpo que aflora próximo a Rio Branco do Sul, avaliado em projeto de pesquisa preliminar pela MINEROPAR (MARTINI, 1982). Este trabalho constou de reconhecimento geológico (escala 1:10.000), geoquímica de sedimento de corrente e amostragem para análises químicas. O granito foi classificado como pós-tectônico, alóctone, intrusivo e possivelmente epizonal. Os contatos são geralmente tectônicos e verticalizados.

Naquele projeto foram identificados veios de quartzo com molibdenita, pirita, fluorita e limonita. As encaixantes são metacalcários calcíticos e filitos da Formação Votuverava, posicionados a oeste do lineamento Lancinha. Neste corpo granítico, amostras petrográficas indicaram quartzomonzonitos e granitos porfíricos e alaskíticos com textura granofírica. Os tipos porfíricos à biotita ou muscovita são mais importantes em volume e a fluorita é componente constante. Os fenocristais são de quartzo e feldspato alcalino, às vezes de plagioclásio (MARTINI, op. cit).

GRANITO SANTANA (PEgg6)

Este corpo granítico também é denominado por alguns autores como Granito Pula Sapo (FRITZSONS Jr. e BIONDI, 1983), mas o reconhecimento deve-se aos trabalhos de PIEKARZ (1981a) na prospecção de alvos na faixa Perau, no núcleo do Tigre, realizada pela MINEROPAR. Este autor identificou este pequeno corpo granítico aflorante a norte do anticlinal do Setuva, intrudido nos metassedimentos da Formação Votuverava, sem outras informações específicas ou descrição formal. Aparentemente tem similaridade com o Granito Rio Abaixo, situado a sudoeste, no mesmo contexto geológico e com dimensões semelhantes.

GRANITO ITAÓCA (PEgg7)

Este corpo granítico aflora na região centro nordeste da folha Apiaí, na divisa do Paraná e São Paulo (FRITZSONS Jr. e BIONDI, 1983). É um corpo elíptico, intrudindo rochas do Grupo Açungui (quartzitos, xistos e metacalcários). O maciço Itaóca foi pesquisado para tungstênio, fluorita e metais base pelo IPT no Programa Pró-Minério de São Paulo (MELLO, 1988). Segundo este autor, o batólito é eopaleozóico, com cerca de 200 km². O maciço teve os litotipos agrupados em duas suítes tardi a pós-tectônicas (IPT, 1981, *in* MELLO, 1988), designadas Itaóca - monzogranitos e quartzo monzonitos cinzentos, e Saltinho – monzogranitos, granitos e quartzo sienitos róseos. Ao alojar-se, o conjunto plutônico submeteu suas encaixantes a processos termometamórficos, originando escarnitos e hornfels calciossilicáticos de filiação metassedimentar.

Algumas ocorrências foram pesquisadas com mais detalhe. Os alvos A, C e H apresentam minerais escarníticos, principalmente tungstênio (scheelita). O alvo E tem filões de fluorita alojados em zonas de cisalhamento rúptil; no alvo F há ocorrências sulfetadas de cobre e chumbo, em metacalcários. O horizonte G tem metacalcários potencialmente contínuos às mineralizações estratiformes de fluorita do Saltinho. As pesquisas indicaram pequena reserva de tungstênio com 115 mil toneladas de escarnitos escuros com mais de 0,3% de WO₃. A pesquisa foi interrompida nesta fase. (IPT, 1984, *in* MELLO, 1988). Na tabela 6 são resumidas as características dos granitos Rio Abaixo, Santana e Itaóca.

Recursos Minerais

Metais especiais. O Granito Rio Abaixo mostra fortes indícios geológicos e geoquímicos, favoráveis à ocorrência de Au, Mo, Cu e Nb, de acordo com os resultados do reconhecimento exploratório executado por MARTINI (1982). Pesquisas posteriores não levaram a concentrações econômicas destes metais, embora teores de minério tenham sido dosados para Au e Mo em zonas de hidrotermalismo.



O Granito Passa Três é muito importante do ponto de vista econômico, pelas mineralizações de ouro em filões quartzosos, estudados por PIEKARZ (1992) e outros autores. Neste granito encontra-se implantada a mina subterrânea da Mineração Tabiporã. Segundo PIEKARZ (1992), os veios auríferos são controlados estruturalmente e relacionados a uma zona de cisalhamento transcorrente dextral, na qual o granito foi deformado em estado dútil. Os veios são alongados em posições antitéticas (N57°W), sintéticas (N58°E) extensionais (EW) e pressionais (fraturas P – N29°E). O quartzo dos veios pode ter sido remobilizado do próprio granito, de acordo com resultados de isótopos de oxigênio.

No Granito Piedade foram caracterizadas mineralizações de Mo-W do tipo pórfiro associadas às rochas do domínio B, conforme os trabalhos de prospecção desenvolvidos pela DOCEGEO, que levaram à descrição dos corpos graníticos Piedade, Taici, Banhado, Estrela e Morro Grande (CHIODI FILHO *et al*, 1987).

Granitos / características	Rio Abaixo	Santana	Itaóca
Condicionamento tectônico	Controlado por tectonismo NE.	Controlado por tectonismo NE.	Pouco ou nenhum controle tectônico.
Cataclase textural	Cataclase na textura granoblástica e porfirítica no fácies cataclástico cinzento.		Pouco cataclasado na textura porfirítica.
Minerais de interesse econômico	Pirita, fluorita, molibdenita, calcopirita, hematita, apatita, zircão, rutilo, carbonato, turmalina.		Titanita, apatita, zircão, carbonato, turmalina, rutilo, sulfetos.
Relação intrusão, tectônica e mobilização relativa	Tardi a pós -tectônico, alóctone.	Intrusivo alóctone.	Tardi a pós -tectônico, alóctone.
Alterações	Carbonatação, cloritização, albitização, epidotização, argilização, saussuritização, silicificação, caulínização, turmalinização, sericitização.		Feldspatização, argilização, saussuritização, sericitização.
Observações	Contatos tectônicos e verticalizados, rochas cisalhadas e brechadas. Junto à borda pegmatitos c/ pirita e fluorita. No fácies granular hipidiomórfico róseo, fraturas preenchidas por fluorita, pirita e veios de quartzo com molibdenita, pirita e calcopirita.	O corpo granítico corta dique de metabasito.	Ocorrência de metassomatismo sódico. A porção paulista é mais conhecida, com efeitos de hidrotermalismo contendo scheelita, rutilo e sulfetos.

Tabela 6 - Características gerais das intrusões da Suíte Sienogranitos (continuação).

2.1.4.11 - SUÍTE MONZOGRANITOS

GRANITO VARGINHA PEgc1 (A a E)

O Granito Varginha foi subdividido em 5 fácies em projeto de prospecção da DOCEGEO (CHIODI FILHO *et al*, 1987), separados no mapa geológico do PDM como fácies A, B, C, D, E. Além de mapeamento, foram realizadas amostragens geoquímicas (99 amostras), petrografia e análises químicas. Trata-se de um corpo alongado (2,5 x 10 km), intrusivo em rochas da Formação



Votuverava e do Grupo Perau, com eixo maior alinhado segundo a estruturação regional (N30°E – S30°W). Seus litotipos apresentam caráter predominantemente monzogranítico, com algumas rochas caracterizadas como sienogranito ou quartzo-monzonito. Os monzogranitos são em geral leucocráticos e portadores de biotita, havendo até tipos ultraleucocráticos. A biotita é o principal mineral máfico. Texturalmente ocorrem três tipos: granulares hipidiomórficos médios e grosseiros, com microclina desenvolvida; os tipos inequigranulares, mais caracteristicamente porfiróides; e os tipos aplíticos, mais restritos, com textura sacaróide fina. Processos de cataclase afetaram a maior parte das rochas, inclusive com a formação de protomilonitos. Os sistemas de falhamentos são bem desenvolvidos, com o basculamento e escalonamento de blocos. Foram registradas alterações hidrotermais relacionadas aos processos cataclásticos.

Segundo os mesmos autores (CHIODI FILHO *et al*, 1987), o Granito Varginha pode ser classificado como um complexo multifásico, provavelmente integrado por rochas de origem crustal e mantélica, possivelmente mesozonal. A separação realizada pelos autores está reproduzida no mapa geológico do PDM, onde as variações faciológicas foram identificadas como segue: PEgc1A – biotita-monzogranitos acinzentados grosseiros a porfiróides, comumente cataclásados; PEgc1B – monzogranitos leucocráticos esbranquiçados, finos a microgranulares, com alguma biotita; PEgc1C – biotita-monzogranitos grosseiros, esbranquiçados a rosados, com material aplítico; PEgc1D – biotita-monzogranitos cinza rosados, inequigranulares, médios a grossos; PEgc1E – biotita-monzogranitos porfiróides cinza claros.

GRANITO TAICI - PEgc2

Também denominado Granito Barra do Santana (FRITZSONS Jr. e BIONDI, 1983), em trabalho de síntese das rochas graníticas do Paraná. Segundo CHIODI FILHO *et al* (1987), o Granito Taici ocorre de forma similar ao Granito Estrela, sendo intrusivo nas rochas metassedimentares da Formação Água Clara, localizado a oeste do Granito Piedade e do lado oeste do lineamento Morro Agudo. Apresenta dimensões de 1,4 x 0,5 km e uma composição monzogranítica a granodiorítica. Quando comparado ao Granito Piedade mostra maior abundância relativa de plagioclásios (oligoclásios), o que pode ser em parte atribuído à contaminação do magma e assimilação parcial das rochas encaixantes ricas em cálcio, durante o seu alojamento. Variedades quartzo-feldspáticas e muito piritizadas são comumente observadas no Granito Taici e também no Granito Estrela, refletindo a exemplo do Granito Piedade a atuação de processos de alteração hidrotermal (CHIODI FILHO *et al*, 1987).

GRANITO BANHADO - PEgc3

Descrito no Projeto Leste do Paraná realizado pela CPRM (BATOLLA JR *et al*, 1977), como um corpo irregular associado a rochas de metamorfismo termal, intrudido em metassedimentos da Formação Capiuru. Segundo FALCADE (1982), amostras do granito indicaram mineralogia de microclínio, ortoclásio, plagioclásio, quartzo, biotita, muscovita, clorita e opacos.

GRANITO ESTRELA – PEgc4

Este corpo granítico ocorre na porção sudeste da folha de Cerro Azul, com dimensões de 2,5 x 1,5 km, formado por rochas acinzentadas de composição monzogranítica a granodiorítica. O granito é intrusivo nos metassedimentos de rochas carbonatadas da Formação Água Clara, a oeste do lineamento regional de Morro Agudo, apresentando características comuns com o Granito Piedade. De forma similar ao Granito Taici, o Granito Estrela apresenta variedades quartzo-feldspáticas muito piritizadas, comumente observadas, refletindo a exemplo do Granito Piedade a atuação de processos de alteração hidrotermal (CHIODI FILHO *et al*, 1987).



GRANITO MORRO GRANDE PEgc5 (A a E)

O Granito Morro Grande constitui um complexo intrusivo em rochas metassedimentares da Formação Votuverava (Grupo Açungui), apresentando cerca de 75 km² e forma alongada e grosseiramente retangular, sustentando altas elevações no terreno, de até 1.300 metros. Está situado nos limites das folhas de Tunas e Cerro Azul. Segundo CHIODI FILHO *et al* (1987), os trabalhos de mapeamento permitiram delimitar cinco domínios faciológicos no maciço, cuja descrição encontra-se resumida a seguir. Estes domínios faciológicos foram identificados no mapa geológico do PDM.

No domínio PEgc5A foram identificadas variedades de sienogranitos leucocráticos esbranquiçados de granulação fina a média, com passagens a granitos finos albitizados e muscovitizados (álcali-granitos), sienogranitos rosados de caráter granofírico, sienogranitos inequigranulares finos a grosseiros (porfíricos), microgranitos e quartzo-pórfiros. A mineralogia essencial é composta de quartzo, microclina, albita, oligoclásio e biotita.

No domínio PEgc5B são encontrados tipos comuns dos domínios A e C, sem uma definição mais concreta da predominância existente. No domínio PEgc5C, os seus constituintes são biotita-monzogranitos cinza rosados, de textura granular hipidiomórfica grosseira, com tendência a porfiróide, cortados por sienogranitos finos, acinzentados e rosados, porfíricos ou não. A mineralogia apresenta microclina, plagioclásio, quartzo, biotita, albita e eventualmente hornblenda, com pórfiros de microclina e plagioclásio.

O domínio faciológico PEgc5D é composto por biotita-granitos porfíricos cinza claros, com matriz média a fina, tendo uma mineralogia à base de microclina, plagioclásio, quartzo, biotita e albita+sericita. Os pórfiros são de microclina e albita. Os tipos do domínio PEgc5C são mais escuros e de matriz mais fina que o domínio 5D, mostrando em geral características subvulcânicas.

Recursos minerais:

A exemplo das informações descritivas dos corpos da suíte monzogranítica, as informações disponíveis de interesse econômico também provêm dos levantamentos prospectivos realizados pela DOCEGEO (CHIODI FILHO *et al*, 1987). As conclusões dos autores indicam favorabilidade destes corpos para depósitos de W, Mo, Sn, Au e Cu. No Granito Morro Grande foram reconhecidas mineralizações de Sn-W, associadas à greisenização no domínio A.

No Granito Taici, segundo MARTINI (1982), foram encontrados veios de quartzo com molibdenita, na forma de *stockwork* irregular, sem alteração hidrotermal significativa. Poucos veios pegmatóides ocorrem neste granito, com espessuras de no máximo 20-30 cm, eventualmente com cristais centimétricos de calcita-fluorita-pirita-epidoto. Os resultados de sedimento de corrente mostram resultados de cobre (45 ppm), chumbo (49 ppm), zinco (110-138 ppm) e molibdênio (~10 ppm), mas sem correspondência nos valores de análises de rocha realizadas.

2.1.4.12 - FÁCIES HORNBLENDA HORNFELS

No mapa geológico do PDM estão cartografadas as seguintes associações litológicas do Fácies Hornblenda Hornfels: (PEhf);

- Rochas de fácies hornblenda hornfels, envolvendo diopsídio hornfels, microclina-quartzo-anfibólio hornfels e escarnitos com magnetita (PEhf).

Descrita por CHIODI FILHO *et al* (1987), esta unidade foi mapeada ao longo dos contatos do Granito Morro Grande com a Formação Votuverava, em projeto de prospecção desenvolvido pela DOCEGEO. As rochas encaixantes apresentam a associação litológica de metassedimentos



siltítico-argilosos, que inclui metassiltitos, mica xistos, filitos grafitosos, metarritmitos, ardósias, sericita xistos, quartzo xistos, além de intercalações de lavas e tufos básicos metamorfizados. O metamorfismo de contato sobre este conjunto de rochas gerou faixas descontínuas, com expressão regional significativa, de albita-epidoto hornfels até hornblenda hornfels. Algumas amostras mostraram maior grau metamórfico (fácies hornblenda hornfels), derivadas de rochas ígneas e formações ferríferas bandadas, o que pode indicar origem a partir de rochas da Formação Água Clara. Os mesmos autores identificaram outra ocorrência de pequena expressão destas rochas no interior do Granito Piedade.

Nas proximidades do Granito Banhado, em projeto de prospecção da MINEROPAR direcionado à região do Capivari – Pardo, também foram mapeadas rochas similares, descritas por análise de lâmina como albita-epidoto hornfels, resultantes da intrusão granítica em metassedimentos da Formação Capiru (FALCADE, 1982).

2.1.4.13 - FORMAÇÃO CAMARINHA

- Siltitos, siltitos argilosos, argilitos e arenitos arcossianos (PEcs);
- Conglomerados polimíticos com matriz arcossiana e arenitos arcossianos (PEcg).

Esta sequência sedimentar molássica ocorre a noroeste de Campo Largo, contígua à falha da Lancinha e à Bacia do Paraná. Definida por FUCK (1966) e MURATORI (1966), e revisada por MURATORI *et al* (1967), ela tem sido interpretada como um dos resquícios da sedimentação tardiorogênica do ciclo Brasileiro. As litologias da Formação Camarinha compreendem siltitos, conglomerados polimíticos, arcósios e argilitos, exibindo passagens rítmicas entre si. Sem evidências de metamorfismo e recristalização, esta sequência mostra-se dobrada em estruturas dos tipos anticlinal e sinclinal, cujos eixos têm caimento para NE e os flancos mergulham em ângulos de 30° a 80° para NW e SE.

Estas rochas exibem contatos normais e tectônicos com o Grupo Açungui. O contato com a Formação Furnas sobrejacente é bem definido, com uma inconformidade angular separando as duas formações. Estas relações de contato permitem atribuir-lhe idade eopaleozóica. As suas características deposicionais indicam ambiente de sedimentação marinho, com transporte pouco acentuado. Alternativamente, a se considerar a hipótese da origem por sedimentação em *rift* epicontinental, a Formação Camarinha pode representar um remanescente da reativação tectônica da plataforma sul-americana ao final do ciclo Brasileiro.

A distribuição da Formação Camarinha, no mapa geológico do PDM, mostra duas associações litológicas, principalmente nas folhas Campo Largo e Colônia Quero-Quero. Na região da Formação Antinha, na folha Três Córregos, ocorre uma unidade de sedimentos arcossianos conglomeráticos associada a falhamentos, identificada por DIAS e SALAZAR Jr. (1987) como uma associação litológica correlacionável à Formação Camarinha.

MORO (2000) desenvolveu tese de doutoramento dirigida à Formação Camarinha. As principais conclusões do trabalho indicam que a unidade está relacionada a uma bacia da transição Neoproterozóico-Eocambriano, com caráter tardi a pós-orogênico em relação à orogenia Brasileira. Apresenta sedimentação constituída por leques progradantes em ambiente costeiro (fandeltas). O empilhamento pode ser resumido em quatro unidades: Unidade Conglomerática 1, com depósitos conglomeráticos e arenosos de fluxos gravitacionais subaquosos; a Unidade Areno-lamítica 2, constituída por fluxos arenosos e distalmente por depósitos turbidíticos e de barra de desembocadura em frente deltáica, com siltitos, lamitos e ritmitos na área mais afastada; Unidade Conglomerática 2 – e Unidade Areno-lamítica 2. As unidades referidas são transicionais entre si, com ciclicidade deposicional indicativa de atividade sintectônica na área fonte. Os sedimentos são imaturos do ponto de vista mineralógico e submaturos do ponto de vista textural. A bacia Camarinha foi posteriormente deformada pelo sistema de falhas transcorrentes da Lancinha, gerando dobras escalonadas e falhas sintéticas a antitéticas, no regime rúptil e dúctil-rúptil, incluindo efeitos de brechação e alteração hidrotermal adjacente às zonas de falha.



Na área de abrangência da RMC estas rochas estão agrupadas em duas subunidades, conforme os trabalhos originais (MURATORI, 1966), sem a delimitação mais precisa de MORO (2000). A unidade de conglomerados descrita por DIAS e SALAZAR Jr (1987) foi mantida como unidade correlacionável, no mapa geológico do PDM.

PALEOZÓICO

2.1.4.14 - FORMAÇÃO GUARATUBINHA

No mapa geológico do PDM estão cartografadas as seguintes associações litológicas da Formação Guaratubinha:

- Diques de riolito pórfiro, felsito e microgranito (Egg);
- Seqüência vulcânica ácida: riolitos, tufos e brechas (Ega);
- Seqüência sedimentar: arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados (Egs);
- Seqüência vulcânica intermediária: andesitos e dacitos (Egi).

Litologias. As rochas vulcânicas da Formação Guaratubinha foram reconhecidas originalmente durante os trabalhos da Comissão da Carta Geológica do Paraná por FUCK *et al* (1967c). Segundo estes autores esta formação é constituída por uma associação de rochas sedimentares e vulcânicas, ácidas e intermediárias, assentando-se em discordância angular sobre os migmatitos, granulitos e granitos do embasamento.

As relações estratigráficas entre as litologias desta formação não estão claramente definidas. Uma seqüência vulcânica ácida repousa diretamente sobre os gnaisses e migmatitos, com riolitos, ignimbritos, tufos e brechas vulcânicas, recortados localmente por diques de microgranito, riolitos, pórfiros e felsitos. A seqüência vulcânica de caráter intermediário é constituída por lavas e tufos andesíticos, subordinadamente dacitos. Em lâmina petrográfica os andesitos mostram andesina, piroxênio, opacos, clorita, quartzo, zeólita e vidro vulcânico. A seqüência sedimentar compreende arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados polimíticos. CASTRO e REIS NETO (1994) estabeleceram uma estratigrafia composta por cinco associações litológicas, com o predomínio das seqüências vulcânicas. Os microgranitos contêm em sua composição quartzo, ortoclásio, sanidina, ferromagnesianos e plagioclásios, sendo acessórios zircão, fluorita, clorita, epidoto e opacos, e apresentam uma extensa área de ocorrência, encontrados desde a área adjacente a oeste da Formação Guaratubinha até a região a sudoeste, nos domínios do Granito Agudos do Sul, podendo representar uma manifestação magmática distinta.

Estruturas A formação está perturbada por intenso falhamento, com zonas de cataclase e dobras de arrasto observadas principalmente ao longo dos contatos com o embasamento cristalino. Por suas semelhanças litológicas e estruturais, a Formação Guaratubinha é correlacionada ao Grupo Castro e à Formação Campo Alegre, do Grupo Itajaí, em Santa Catarina. Detalhada por DAITX e CARVALHO (1980), a seqüência ocupa uma área de 210 km², na forma de uma faixa de direção NNE-SSW, localizada a sudeste de Curitiba e a nordeste da Bacia de Campo Alegre. Suas rochas mostram-se afetadas por falhamentos e basculamentos, com as camadas mergulhando geralmente para sudeste, por vezes verticalizadas.

Petrologia. A idade U-Pb em zircões de 602 ± 11 m.a. é interpretada como relativa à época de formação das rochas vulcânicas desta bacia. Os dados isocrônicos Rb-Sr em rocha total de riolitos indicaram idade de 560 ± 10 m.a. e Ri de 0,70947 (SIGA Jr. 1995).



Recursos minerais

Metais preciosos. Levantamento geoquímico regional executado por LICHT (1983) para a MINEROPAR, permitiu a seleção dos seguintes alvos exploratórios de primeira ordem, representados por suas respectivas associações metálicas: (1) no extremo norte da formação com Cu, Zn, Bi, Au, Sb, As, Mo e Fe; (2) na Colônia Santos Andrade com Au, Sb, Cu, Pb, Zn, Co e Fe; (3) na bacia hidrográfica do rio Osso da Anta com Au, Sb, As, Cu, Pb, Zn, Co, Ni e Mo; (4) na Serra dos Castelhanos com Sb, Cu e Au; e (5) na Serra da Ponta do Campo com As, Au, Sb, Pb, Mo e Bi. Outros cinco alvos também foram detectados, menos significativos.

2.1.4.15 - GRUPO PARANÁ

O Grupo Paraná foi proposto por MORAES REGO (1930), originalmente como série, para englobar as formações Furnas e Ponta Grossa, que constituem a primeira seqüência de sedimentação da Bacia do Paraná. Estão presentes na RMC apenas os sedimentos da Formação Furnas.

FORMAÇÃO FURNAS (Df)

Definida por OLIVEIRA (1912), esta unidade compõe-se de arenitos quartzosos, esbranquiçados a arroxeados, médios a grosseiros, localmente conglomeráticos, finos ou argilosos. Os níveis de conglomerado quartzoso são mais freqüentes, mas não exclusivos, na base da formação. Estratificação cruzada de canal atesta a sua origem fluvial, enquanto a composição litológica indica ambiente litorâneo a continental. A espessura atinge 200 m na faixa aflorante.

A Formação Furnas assenta-se em discordância erosiva e angular sobre as rochas do embasamento cristalino, como se observa em taludes da rodovia BR-277, no trecho que corta a Serra de São Luiz do Purunã. O seu contato com a Formação Ponta Grossa é considerado concordante por alguns autores, que identificaram interdigitação entre ambas, e discordante por outros, conforme registram MÜHLMANN *et al* (1974), em relatório de revisão estratigráfica da PETROBRAS. Com base nas suas relações estratigráficas, a idade da formação é atribuída ao Devoniano.

2.1.4.16 - GRUPO ITARARÉ

Definido inicialmente como uma formação por OLIVEIRA (1916), o Grupo Itararé engloba a seqüência permo-carbonífera que representa a fase de sedimentação glacial da Bacia do Paraná. A sua redefinição como Grupo Itararé foi feita por GORDON Jr. (1947) e MAACK (1947). No Estado do Paraná, o Grupo Itararé é subdividido nas Formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul. Na região de interesse do PDM os mapas compilados não apresentam a subdivisão das formações referidas, sendo representada como uma unidade indiferenciada. Para efeito de informação, as formações serão descritas sumariamente a seguir.

Apesar de representado como unidade indiferenciada, estão individualizadas camadas de arenitos nas folhas Colônia Quero Quero, Campo Largo, Porto Amazonas, Contenda e Lapa. A separação em duas subunidades não segue a denominação estratigráfica formal, pela falta da informação cartográfica adequada, mas foi adotada neste trabalho para acomodar estas representações cartográficas, identificando-se as camadas com predomínio de arenitos (PCia) e onde há predomínio de siltitos, folhelhos, varvitos e conglomerados (PCis).



FORMAÇÃO CAMPO DO TENENTE

As rochas desta formação do Grupo Itararé são argilitos, ritmitos e diamictitos castanho-avermelhados, moderadamente físseis, com camadas de arenitos finos a médios na base, amarelados e mal selecionados. Os arenitos apresentam estratificação plano-paralela e cruzada de canal, com estrias glaciais. Dentro dos diamictitos, níveis de conglomerados localmente mostram estrias glaciais.

A Formação Campo do Tenente repousa em discordância erosiva sobre a seqüência sedimentar do Grupo Paraná e as rochas metamórficas do embasamento cristalino. A sua origem glacial permite interpretar os diamictitos como sendo tilitos e as demais litologias como registros de depósitos flúvio-glaciais. A idade é atribuída ao Carbonífero Superior.

FORMAÇÃO MAFRA

A unidade média do Grupo Itararé repousa sobre a Formação Campo do Tenente em contato ainda mal definido. Ela compõe-se de arenitos esbranquiçados a avermelhados, desde finos e laminados até grosseiros com estratificação cruzada e acanalada. Localmente a seqüência mostra diamictitos, conglomerados, ritmitos, argilitos e varvitos. Alguns níveis recebem denominações informais, tais como Arenito Lapa, Arenito Vila Velha e camadas de Mafra. Esta formação aflora no Paraná com espessura de até 350 m. As suas características litológicas indicam uma origem marinha e fluvial, em ambiente glacial. Braquiópodos, pelecípodos, palinórfos, restos de peixes e plantas permitem esta interpretação com facilidade. O conteúdo fossilífero indica idade relacionada ao Permiano Inferior.

FORMAÇÃO RIO DO SUL

Esta formação constitui-se predominantemente de folhelhos e varvitos cinza-escuros, com intercalações de ritmitos, arenitos e diamictitos nas seções superiores. A laminação dos argilitos é plano-paralela, com feições de ritmo e estruturas *cone-in-cone*. As camadas síltico-arenosas mostram marcas de base, acamadamento gradacional, laminação paralela, convoluta e cruzada, marcas de ondas e estruturas de escorregamento. Nos arenitos e diamictitos, a estratificação é mais irregular e perturbada por escorregamentos, marcas de ondas e laminação *flaser*.

Este conjunto de feições indica um ambiente deposicional essencialmente marinho, com influência de geleiras e correntes de turbidez. Com 350 m de espessura aflorante, a Formação Rio do Sul repousa concordantemente sobre a anterior. O seu conteúdo fossilífero não é tão rico quanto o da formação anterior, sendo abundantes apenas os palinórfos, que situam a formação no Permiano Médio.

2.1.4.17 - GRUPO GUATÁ

Este grupo foi denominado por GORDON J. (1947) para englobar as formações Rio Bonito e Palermo, definidas por WHITE (1908). Na área do PDM encontra-se a Formação Rio Bonito.

FORMAÇÃO RIO BONITO (Prb)

A Formação Rio Bonito, unidade basal do Grupo Guatá, subdivide-se nos membros Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis, não diferenciados no mapa geológico de compilação do PDM. A área de ocorrência é o extremo sudoeste das folhas de Palmeira e Antônio Olinto, com raras exposições no município da Lapa. A formação compõe-se de um espesso pacote de arenitos esbranquiçados, finos a grossos, argilosos e micáceos, intercalados nas seções basais com conglomerados,



arenitos muito finos, siltitos, argilitos, folhelhos carbonosos e carvão. Sobre este pacote repousam siltitos e folhelhos cinza a esverdeados, com níveis de calcário argiloso (margoso), geralmente silicificados em superfície. As camadas superiores da formação constituem-se de arenitos finos a muito finos, cinza-escuros, intercalados a siltitos e folhelhos carbonosos, dentro dos quais encontram-se localmente leitos de carvão.

Com espessura aflorante aproximada de 300 m, a Formação Rio Bonito evidencia uma origem fluvial no Membro Triunfo, marinha no Paraguaçu e continental litorânea no Membro Siderópolis, este último aflorando apenas em Santa Catarina.

Recursos Minerais

Os jazimentos de carvão constituem o recurso mineral mais importante da Formação Rio Bonito, tendo sido pesquisadas inúmeras áreas de ocorrência desde a região de Figueira, Sapopema, Telêmaco Borba, Harmonia, Siqueira Campos e São Geraldo. Na área de abrangência do PDM não são registrados depósitos ou ocorrências de carvão.

No Paraná a única jazida em atividade é a de Figueira, vinculada à geração de energia termelétrica. Da extensiva pesquisa realizada pela MINEROPAR nos anos 80 existe farta documentação dos principais depósitos, com dados de extensão das camadas, espessuras, coberturas, teores de enxofre, cinzas e tipologia do carvão (CAVA, 1985). A maior jazida é a de Sapopema, com reservas de 32 milhões de toneladas, espessura superior a 0,80 m e profundidade de 380 a 700 m, cuja possibilidade de aproveitamento econômico também está relacionada à geração de energia. Os depósitos de carvão se formaram no ambiente de sedimentação deltáico da Formação Rio Bonito, com raras ocorrências no Grupo Itararé.

Na região de Figueira existe um depósito de urânio e carvão, pesquisado pela NUCLEBRÁS. A reserva medida de carvão é de 2,2 milhões de toneladas, com espessura média de 0,50 metro e cobertura de estéril superior a 120 m. Neste caso o carvão seria extraído como subproduto do urânio, mas não estão disponíveis dados relativos ao aproveitamento econômico e aos futuros trabalhos a serem executados na área.

MESOZÓICO

2.1.4.18 - INTRUSIVAS BÁSICAS

Estas rochas intrusivas (MARINI *et al*, 1967a) são relacionadas à abertura do Atlântico e à Formação Serra Geral (vulcanismo basáltico da Bacia do Paraná). São corpos hipoabissais, em geral subverticais, alongados e de direção N50°-70°W, com idades variando de 136 a 113 milhões de anos (MINEROPAR, 1989). Além dos diques foram mapeados corpos de gabros, de mesma idade. Ocorrem as seguintes variedades litológicas na área do PDM:

- Diques básicos em geral, incluindo basaltos, diabásios, gabros e dioritos pórfiros (JKdb);
- Complexo gábrico do Bairro da Cruz, constituído predominantemente de fonólito e olivina-gabro (JKf);
- Gabro José Fernandes (JKjf).

2.1.4.19 - INTRUSIVAS ALCALINAS E CARBONATITOS

As intrusivas alcalinas do primeiro planalto foram reconhecidas desde os trabalhos pioneiros de CARVALHO E PINTO, (1937), MORAES REGO e ALMEIDA (1946), ambos trabalhos referidos por TREIN *et al* (1967). No mapa geológico do PDM ocorrem diversos corpos, dos quais o maciço



alcalino de Tunas e o maciço do Banhadão são os mais proeminentes, com algumas variedades litológicas situados principalmente nos municípios de Cerro Azul e Doutor Ulysses.

No Mesozóico originou-se extenso magmatismo basáltico, sendo o arco de Ponta Grossa um dos elementos fundamentais neste processo, arqueando o embasamento e as supracrustais na direção NW. Nesta feição tectônica continental ocorre denso enxame de diques de diabásio, diorito, diorito pórfiro e quartzo diorito, condutos do vulcanismo básico. A relação entre o arqueamento e o aparecimento de fraturas crustais paralelas, preenchidas por diques básicos, demonstra que as mesmas condições poderiam propiciar um eventual alojamento de corpos intrusivos alcalinos. Na folha de Cerro Azul é visível o alinhamento noroeste das intrusivas alcalinas, paralelamente ao arco de Ponta Grossa.

A província alcalina de Cerro Azul compreende dezenas de corpos onde os que mais se destacam são os maciços de Tunas (sienitos, nordmarkitos e pulaskitos), Banhadão (sienitos nefelínicos e fonólitos), Itapirapuã (sienitos nefelínicos, em São Paulo). Nas proximidades deste maciço, situado na divisa dos estados, a MINEROPAR desenvolveu pesquisa de detalhe sobre o corpo carbonatítico da barra do Itapirapuã, adjacente ao maciço alcalino homônimo (SILVA e OLIVEIRA, 1984). No mapa geológico de compilação do PDM estão identificados os seguintes corpos alcalinos e carbonatíticos:

- Maciço alcalino de Tunas: sienito alcalino, como rocha predominante, constituindo a porção externa das estruturas anelares. Na parte interna ocorrem gabros de filiação alcalina, dioritos e sienodioritos, envolvidos por pulaskitos. Diques estreitos de microssienito, traquito e bostonito cortam as demais rochas do maciço, com restritas brechas magmáticas, representando fase tardia (Kt);
- Maciço do Banhadão, com nefelina-sienitos, foiaitos, malignitos, ijolitos, essexitos e urtitos (Kb);
- Carbonatitos, fenitos e lamprófiros da barra do Itapirapuã (Ki);
- Fonólitos, tinguaitos e nefelina-sienitos em diversas ocorrências (Kf).

Recursos minerais

Fluorita. SILVA *et al* (1981) descreveram as mineralizações de fluorita das intrusões de Mato Preto e Barra do Itapirapuã, ambas no município de Cerro Azul. A primeira constitui uma jazida com reserva importante e teor médio de 50% de CaF_2 , bloqueada pela empresa DUPONT, mas com elevados teores de impurezas, principalmente enxofre e fósforo. Recentemente foram reiniciados os trabalhos de mineração nesta jazida, revelando o restabelecimento de condições econômicas favoráveis. Na Barra do Itapirapuã, a fluorita roxa e amarela ocorre em filonetes na borda leste do carbonatito, associada a quartzo, barita, sulfetos e minerais de terras raras, com teores médios de 15%.

Rocha ornamental. Em prospecção de semidetalle com aplicação de reconhecimento geológico, amostragem de solos e cintilometria em malha regular, SILVA (1980) não detectou sobre o complexo alcalino de Tunas indícios de mineralizações interessantes, tais como fluorita, fosfatos e minerais metálicos. Os dados disponíveis indicam que os sienitos e rochas associadas prestam-se apenas para extração como rocha ornamental, como o valorizado *Verde Tunas*, e contêm depósitos secundários de argilas utilizáveis na indústria cerâmica.

Terras raras. Em outro maciço alcalino de menor porte, situado nas cercanias da barra do rio Itapirapuã, no limite entre o Paraná e São Paulo, SILVA (1984) avaliou o potencial econômico das mineralizações de apatita, fluorcarbonatos de terras raras, barita, fluorita, galena, esfalerita, nióbio, vermiculita e molibdênio no complexo carbonatítico da barra do Itapirapuã, no município de Cerro Azul. A pesquisa resultou na cubagem de uma reserva equivalente a 2,1 milhões de toneladas de fosfatos de terras raras com teor médio de 10% de P_2O_5 . Também foi localizada uma ocorrência subeconômica de vermiculita, com 200 x 40 m em superfície, além de indícios de barita, fluorita, Nb, Pb e Zn.



TERCIÁRIO-QUATERNÁRIO

2.1.4.20 - FORMAÇÃO GUABIROTUBA

No mapa geológico do PDM estão cartografadas as seguintes associações litológicas da Formação Guabirotuba:

- Argilas, arcósios, areias e cascalhos (QPg).

Segundo BIGARELLA e SALAMUNI (1962), a Formação Guabirotuba é constituída por um pacote de sedimentos inconsolidados do Plioceno e Pleistoceno, representados por camadas e lentes de argilas, arcósios, areias e cascalhos que repousam discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino. Trata-se de uma seqüência sedimentar formada em condições de clima árido, em bacia intermontana propícia à formação de leques aluviais, localmente retrabalhados por canais fluviais anastomosados e passando de forma distal a depósitos do tipo *playa-lake*. Algumas características dos tipos litológicos que constituem a formação são os seguintes:

Argilas e lamitos compactos e maciços, com grãos de areia esparsos, geralmente cinza-esverdeados a esbranquiçados. Localmente ocorrem camadas de argilas com cores avermelhadas e rosadas de intemperismo, chegando a ocorrer a formação de plintita e laterita. Nas porções centrais da bacia os pacotes argilosos atingem até 80 m de espessura, contendo subordinadamente fração arenosa média a grosseira, de composição arcossiana.

Lentes de arcósios e areias arcossianas, com 20-40% de feldspato caulinizado, bem como clastos de quartzo e quartzito, intercalam-se aos sedimentos mais finos, principalmente nas bordas da bacia. O caráter imaturo do sedimento é indicado pela textura variável, de muito fina a grosseira, e pela forma angular a subangular dos grãos. A matriz é argilosa ou silto-argilosa, e eventualmente arenosa muito fina. As cores são predominantemente avermelhadas, tornando-se esbranquiçadas quando intemperizados.

O pacote superior da unidade apresenta um conglomerado polimítico cuja composição indica a origem por erosão e retrabalhamento da seqüência inferior, sob condições de clima árido. Estas condições foram responsáveis pela coloração avermelhada destes sedimentos, que são tipicamente de granulação mais grossa que os anteriores. Nas bordas oeste e sudoeste da bacia os clastos são predominantemente de quartzo e feldspato, em contraste com as bordas opostas, onde predominam granitos, migmatitos e diabásios. A textura é bastante variável, com os fragmentos de rocha variando de 2 a 10 cm, e a forma dos clastos varia de angular a subarredondada, com baixa esfericidade. Depósitos carbonáticos, interpretados como caliche, ocorrem em profundidades rasas da formação, constituindo bancos descontínuos de extensão lateral métrica, espessura centimétrica e cor esbranquiçada a creme. Podem ser maciços ou foliados. Vênulas de calcrete e silcrete recortam estes depósitos e as rochas encaixantes, preenchendo fraturas.

2.1.4.21 – SEDIMENTOS RECENTES

No mapa geológico do PDM estão cartografadas as seguintes associações litológicas do Holoceno e do Terciário – Quaternário:

DEPÓSITOS DE COLÚVIOS E TÁLUS INDIFERENCIADOS (QHc)

No mapa geológico de compilação os colúvios e tálus foram agrupados sob a codificação de QHc. Sob a denominação de colúvios incluíram-se sedimentos associados às vertentes da Serra do Mar, nos quais não se observam evidências de transporte por fluxos de baixa viscosidade. Trata-



se de sedimentos predominantemente finos, com proporções variáveis de areia e seixos, geralmente sem estruturas. Os seixos podem estar dispersos na matriz ou concentrados em níveis ou linhas (*stone lines*). É freqüente a ocorrência de mais de um colúvio superposto, com características texturais, ou de coloração diferentes, podendo ocorrer solos enterrados. Alguns colúvios parecem ter sido originados por processos de movimentos de massa lentos, envolvendo o manto de intemperismo, mas as linhas de seixos e os solos enterrados atestam a complexidade de sua evolução (ANGULO, 2002).

Os depósitos de tálus são holocênicos, observados ao longo das escarpas principais da Serra do Mar, constituídos de blocos angulares e subarredondados de diversos tamanhos, imersos em matriz siltica ou argilosa, sem estruturas sedimentares. No sopé das vertentes mais íngremes da serra freqüentemente ocorrem acúmulos de sedimentos, cujas superfícies de deposição formam rampas de forte inclinação. Essas rampas não apresentam evidências de processos fluviais, ocorrendo aparentemente um predomínio do processo de queda de detritos. Os sedimentos que formam essas rampas íngremes foram interpretados como depósitos de tálus (ANGULO 1992, 1995, 2002). As áreas de ocorrência são generalizadas, mas os depósitos mais importantes foram mapeados nas zonas da Serra do Mar, principalmente nas folhas de Morretes, Capivari e Serra da Virgem Maria.

ALUVIÕES E TERRAÇOS ALUVIONARES (QHa)

Os aluviões cobrem extensas áreas da Região Metropolitana de Curitiba, com destaque para as proximidades de Curitiba na bacia do Alto Iguaçu (Araucária, Fazenda Rio Grande, São José dos Pinhais e Pinhais), além da Lapa, Porto Amazonas e Contenda. São constituídos por sedimentos de deposição fluvial, predominando termos arenosos e leitos de cascalho. Os aluviões associam-se a depósitos de várzea e de talude. Os depósitos de várzea são sedimentos inconsolidados, de pequena espessura, aparecendo em áreas restritas ao longo de alguns rios, sendo constituídos por siltes e argilas, em parte turfosos e com areias de diversas granulações, localmente com leitos de cascalho onde predominam seixos de quartzo, bem selecionados e arredondados, indicando transporte efetivo. Também têm idade holocênica.

Nos mapas da Comissão da Carta Geológica do Paraná os aluviões foram separados em indiferenciados (QHa), antigos (QHa1) e recentes (QHa2). No mapa de compilação do PDM na escala 1:50.000, os aluviões estão identificados pela sigla QHa (indiferenciados). Os depósitos aluvionares têm grande importância econômica, sustentando a extração de areia e argila para construção civil, particularmente no Vale do Alto Iguaçu.





2.2 – Hidrogeologia

2.2.1 - INTRODUÇÃO

Segundo a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, autarquia estadual encarregada de gerenciar os recursos hídricos subterrâneos e superficiais do Paraná, as unidades aquíferas e o respectivo potencial hidrogeológico do estado são as seguintes (SUDERHSA, 1998):

Unidades aquíferas	Exposição Km ²	Potencial hidrogeológico l/s/km ²	Unidades geológicas/litologias
Paleozóico Inferior	7.150	3,60	Grupo Paraná
Paleozóico Médio - Superior	17.400	5,60	Grupo Itararé
Karst	5.740	8,29	Rochas carbonáticas
Pré-Cambriano	7.540	5,60	Rochas graníticas e gnáissico-migmatíticas

Tabela 7 - Unidades aquíferas e potencial hidrogeológico no Paraná (SUDERHSA, 1998).

Nesta classificação, o aquífero pré-cambriano envolve um amplo agrupamento de unidades litoestratigráficas, desde rochas gnáissico-migmatíticas e graníticas, até as supracrustais dos grupos Setuva e Açungui, exceto as rochas carbonáticas. O aquífero karst abrange as rochas carbonáticas indiscriminadas das Formações Capiru, Votuverava e Itaiacoca. Nos aquíferos relacionados à Bacia do Paraná é feita uma distinção entre as unidades basais (Grupo Paraná – Formações Furnas e Ponta Grossa) e o Grupo Itararé (Paleozóico Médio a Superior) (SUDERHSA, 1998).

O potencial hidrogeológico do karst apresenta um índice estimado de 8,29 l/s/km², bem superior às demais unidades referidas. Na Região Metropolitana de Curitiba já existe aproveitamento parcial deste aquífero pela SANEPAR, para abastecimento urbano. Assim, a distribuição destas rochas carbonáticas é fundamental e será um dos elementos considerados no macrozoneamento do PDM.

2.2.2 –ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ABASTECIMENTO NA RMC

Na organização da base de dados do PDM foram obtidos dados de poços tubulares da SUDERHSA e da SANEPAR. Estes dados permitem dar idéia de sua distribuição e de vazão, mas não representam todo o universo existente. Conforme a SUDERHSA, estão cadastrados 1.256 poços na Região Metropolitana de Curitiba. Os dados da SANEPAR fornecidos englobam 73 poços com dados de vazão em 84 perfurações (figuras 7 e 8). Considerando os dois conjuntos, temos os seguintes valores médios de vazões (tabela 8).

Empresa	Total de poços	Vazão média	Vazão máxima
SUDERHSA	1.256	9,73 m ³ /h	180 m ³ /h
SANEPAR	73	52,64 m ³ /h	216 m ³ /h

Tabela 8 - Resumo dos poços da SUDERHSA e SANEPAR na RMC.

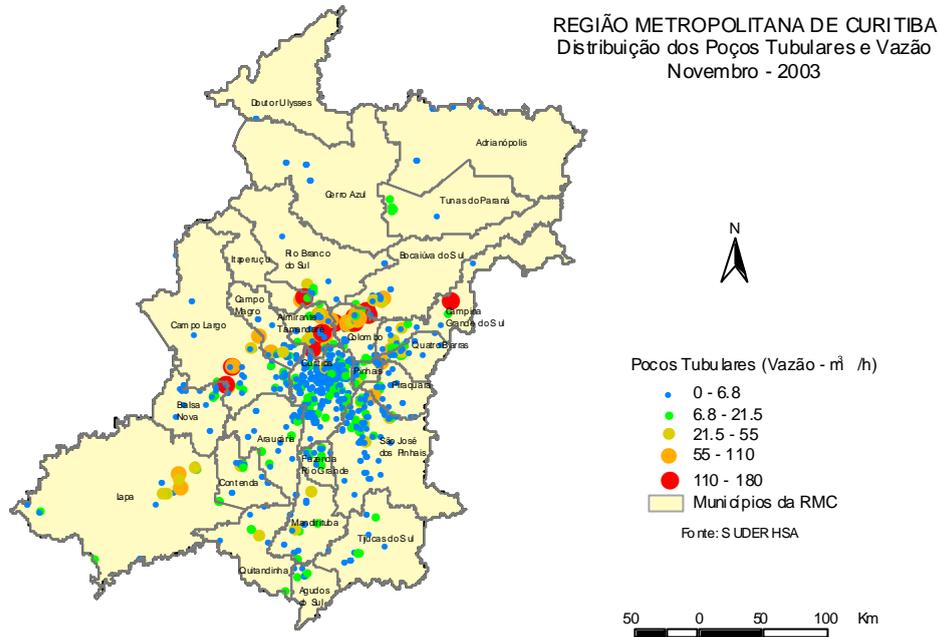


Figura 7 – Poços tubulares e vazão na RMC. Fonte: SUDERHSA (agosto/2003).

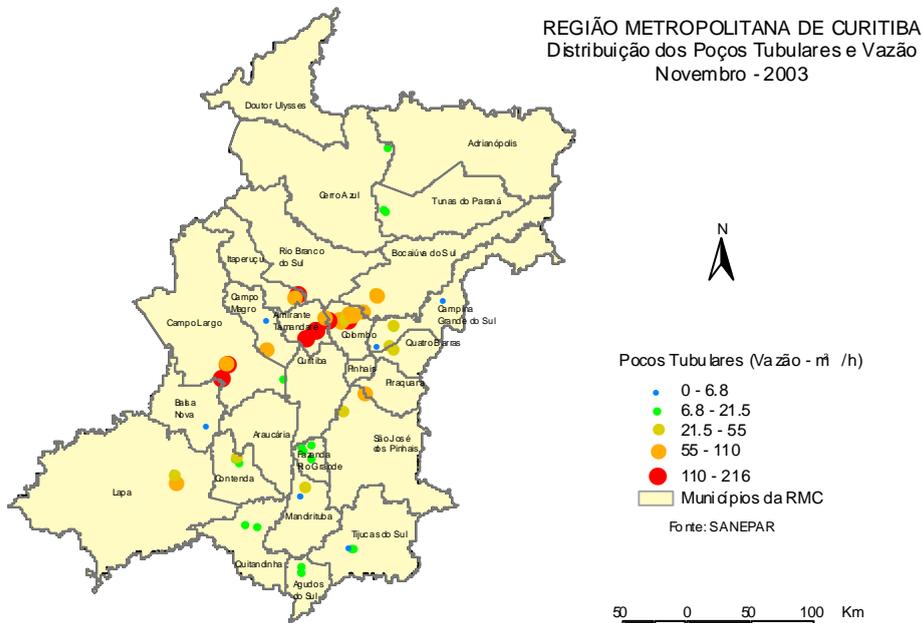


Figura 8 - Distribuição e vazão dos poços tubulares da SANEPAR na RMC. Fonte: USHG – Unidade de Serviço de Hidrogeologia da SANEPAR (agosto/2003).



Em relação aos poços outorgados pela SUDERHSA, uma grande parte está em Curitiba, em função da captação subterrânea comumente realizada por condomínios, em substituição ou complementação ao abastecimento da SANEPAR. Os dados das duas instituições mostram concentração maior das vazões elevadas no aquífero karst, a norte de Curitiba, ou nas rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

2.2.3 – DISTRIBUIÇÃO DOS AQUIFEROS NA RMC

Considerando o conteúdo litológico das unidades geológicas da RMC, foi feito um enquadramento das várias seqüências e interpretada uma classificação de aquíferos. Foram consideradas sete classes, agrupando-se rochas semelhantes das diferentes unidades. A tabela 9 mostra as classes e o conteúdo litológico resumido e no mapa da figura 9 encontra-se a distribuição dos aquíferos.

As vazões demonstram a compartimentação hidrogeológica, com os maiores valores no aquífero karst, a norte de Curitiba, ou em rochas sedimentares da Bacia do Paraná. A grande concentração de poços em Curitiba e ao Sul situa-se no aquífero denominado cristalino, ou Pré-Cambriano, com vazões médias de 9,73 m³/h. Os dados de vazões fornecidos pela SANEPAR e pela SUDERHSA, discriminados por aquífero, encontram-se nas tabelas 10 e 11.

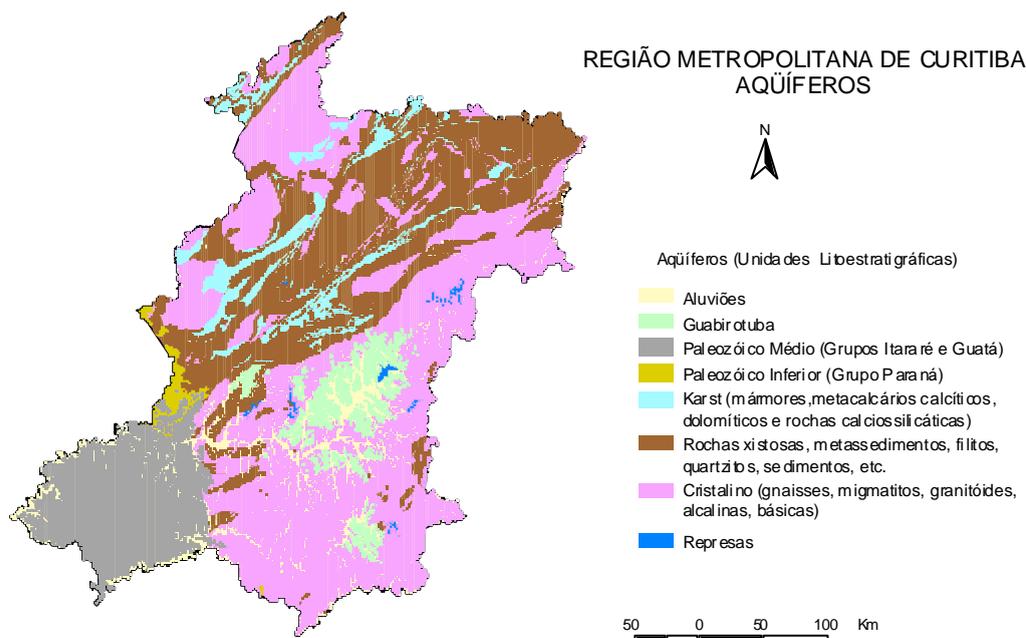


Figura 9 – Mapa da RMC com as unidades litoestratigráficas classificadas como aquíferos.

Aquífero	Litologias predominantes
Aluviões	Areias, cascalhos, argilas
Guabirota	Argilas e arcósios
Paleozóico Médio	Grupos Itararé e Guatá – arenitos, siltitos e folhelhos
Paleozóico Inferior	Grupo Paraná - arenitos
Karst	Mármore, metacalcários calcícos e dolomíticos, calciosilicáticas
Cristalino	Gnaisses, migmatitos, granitóides, básicas, alcalinas, etc.
Outros	Rochas xistosas, metassedimentos, quartzitos, sedimentos, etc.

Tabela 9 – Principais aquíferos da RMC, com base nas unidades geológicas.



Aqüífero	Nº de poços	Vazão média (m ³ /h)
Karst	37	89,16
Paleozóico Médio - Superior	5	36,66
Cristalino	35	15,36
Guabirotuba	7	não consta

Tabela 10 – Tipos de aquíferos e vazão média; dados da SANEPAR.

Aqüífero	Nº de poços	Vazão média (m ³ /h)
Karst	49	46,4
Outros	115	21,2
Paleozóico Médio - Superior	18	12,4
Aluviões	251	9,9
Cristalino	361	7,0
Guabirotuba	457	4,9
Paleozóico Inferior	4	1,8
Total	1.255	

Tabela 11 – Dados de vazão média da SUDERHSA de 1.255 poços, relacionados às unidades litoestratigráficas classificadas como aquíferos.

2.2.4 – ÁGUA MINERAL

A água mineral será abordada com mais detalhes no perfil dos insumos minerais (capítulo 3). Considerando os direitos minerários, há 66 processos em tramitação, com 10 áreas na fase de concessão de lavra, 2 de requerimento de lavra, 1 em disponibilidade, 41 autorizações de pesquisa e 12 requerimentos de pesquisa. Os processos encontram-se principalmente na região central da RMC, com predominância no karst e sobre rochas metamórficas diversas (figura 10).

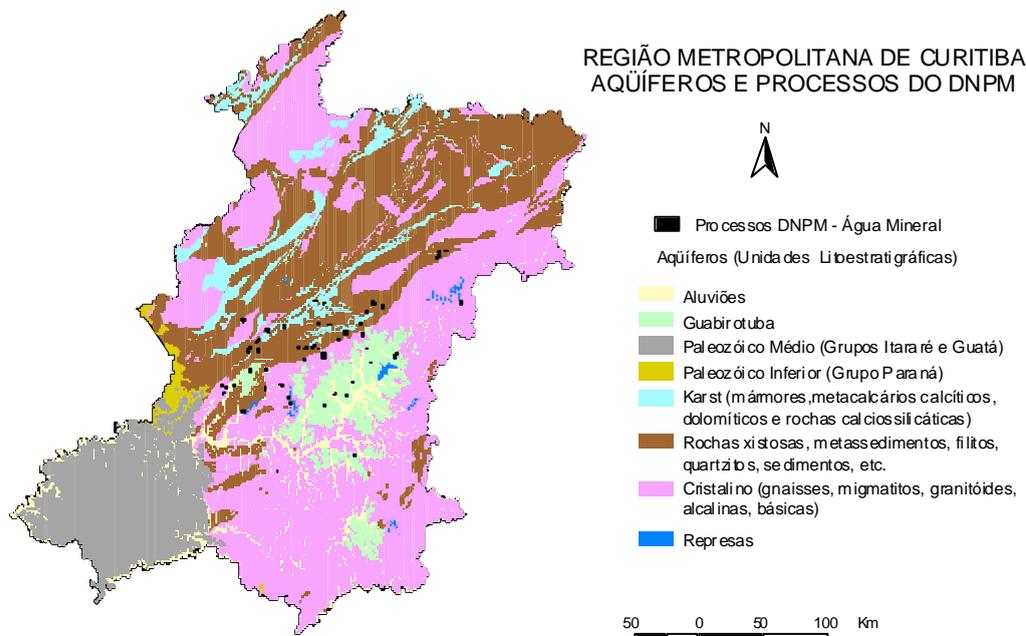


Figura 10 – Localização dos processos do DNPM para água mineral (situação em 1/11/03).



2.3 – Potencial Mineral na RMC

2.3.1 - INTRODUÇÃO

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, elaborou em 1991 um Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba, em convênio com o DNPM, avaliando o potencial mineral para minerais não-metálicos (KAEFER *et al*, 1991). Foram trabalhadas 10 cartas topográficas na escala 1:50.000, abrangendo 8.454 km² na área central da RMC atual. Neste trabalho a CPRM discutiu o potencial mineral para água mineral, areia, argila, brita, calcário, granito e outras substâncias minerais. O trabalho incluiu compilação geológica, cadastro mineral e a avaliação de depósitos de areia e argila nas várzeas do Iguaçu, estimando-se reservas de 341 milhões de m³ de areia e 280 milhões de m³ de argila.

Os dados obtidos pela CPRM foram incorporados à base de dados do PDM atual. Hoje, estas informações estão em parte desatualizadas, particularmente com a intensa exploração de areia que se verificou até o presente ao sul de Curitiba, mas os mapas em questão ainda são bastante úteis nas reservas remanescentes, uma vez que apresentam informações de espessura, cobertura, granulometria e reservas para areia e argila. No caso dos calcários, a CPRM não indicou um zoneamento pela ausência de análises químicas. Para os granitos, foram delimitadas naquele projeto áreas de maior potencial, inclusive com estimativa de reservas.

No presente relatório do PDM o potencial mineral é abordado de forma indicativa, considerando as informações econômicas e da atividade mineral obtidas no decorrer dos trabalhos de cadastramento e compilação de dados. Não foram programados trabalhos adicionais neste projeto para revisar a fundo as potencialidades minerais, cruzar dados, selecionar áreas e realizar investigações preliminares no campo, na forma executada pela CPRM (KAEFER *et al*, 1991). Considera-se que estas investigações adicionais podem ser conduzidas de forma efetiva pelos empreendedores minerais.

2.3.2 – POTENCIAL MINERAL PARA NÃO-METÁLICOS

Um avanço na definição do potencial mineral ainda depende de uma ampla revisão da cartografia geológica e envolve os aspectos de mercado de cada substância, além da necessária revisão da heterogênea base cartográfica, importante na definição da infra-estrutura. Nesta abordagem serão sumariamente indicadas as classes principais de não-metálicos e a distribuição das principais unidades litoestratigráficas enquadradas em cada caso. As informações de produção, aspectos de mercado e estimativas de reserva encontram-se no capítulo 3.

De forma geral, o potencial para areia encontra-se no Vale do Iguaçu e nas rochas sedimentares paleozóicas, e subordinadamente nos sedimentos terciários da Bacia de Curitiba, além de gnaisses-migmatitos e granitóides alterados pelo intemperismo.

As argilas se distribuem a sul de Curitiba, como subproduto da extração de areia do Alto Iguaçu, além do aproveitamento de horizontes argilosos dos solos da Formação Guabirotuba e do embasamento. Na região de Tijucas do Sul o potencial é de argila para cerâmica branca, extensivamente explorada sobre sedimentos correlacionadas à Formação Guabirotuba. As unidades paleozóicas do Grupo Itararé, especialmente a Formação Campo do Tenente, também apresentam alto potencial para argilas.



As rochas calcárias tradicionalmente são divididas em faixas de composição predominante. Na faixa Votuverava estão instaladas as indústrias cimenteiras, aproveitando o calcário calcítico. Na região da faixa Capiru, a norte de Curitiba, concentra-se a exploração de calcário dolomítico para corretivo de solo e produção de cal. Na faixa Itaiacoca a produção é de talco e de calcário calcítico/dolomítico, neste caso situada principalmente na área externa à RMC.

Granitóides e gnaisses-migmatitos são aproveitados para brita, paralelepípedos e rocha ornamental. A extração se dispõe principalmente na região sudeste da RMC, de Quatro Barras a São José dos Pinhais e Tijucas do Sul, mas também na região do Granito Três Córregos. A produção do Sienito Tunas se restringe ao corpo homônimo na parte norte da RMC.

A exploração de água mineral se distribui nos diferentes tipos de aquíferos (ver Item 2.2), com destaque às rochas carbonáticas do aquífero karst.

O mapa abaixo (figura 11) reproduz as concessões de lavra do DNPM, num total de 283 processos em vigor em 1/11/2003, e dá uma visão da distribuição geográfica das concessões por grupo de substâncias lavradas na Região Metropolitana de Curitiba.

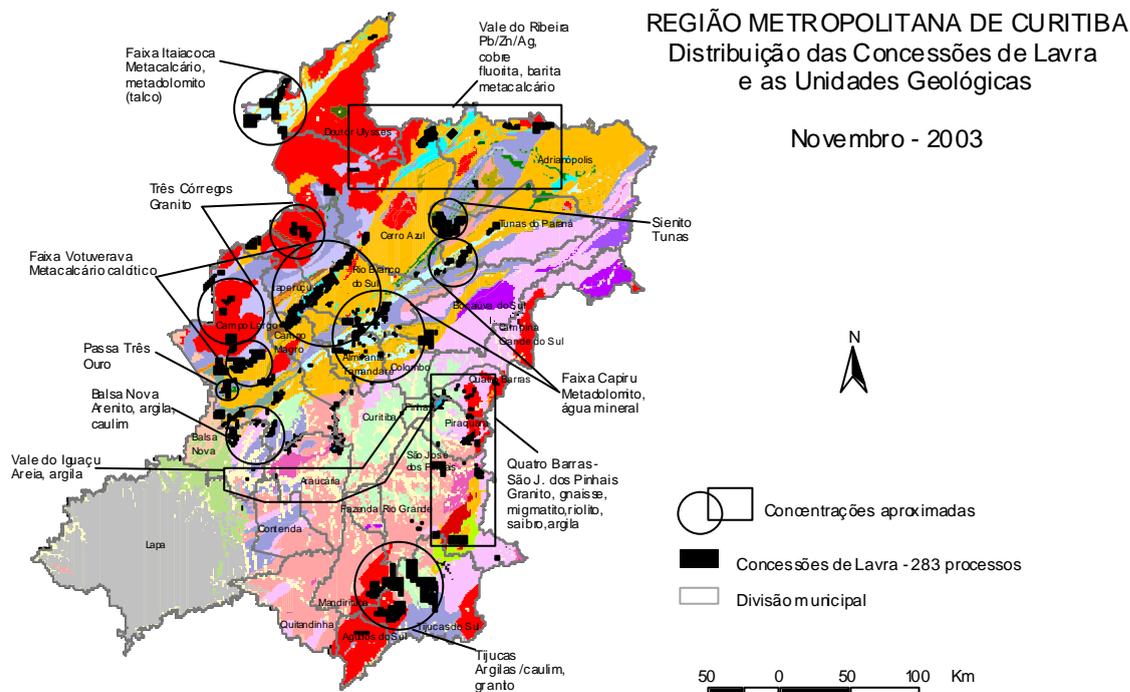


Figura 11 – Mapa geológico da RMC com a distribuição das concessões de lavra (DNPM, novembro/2003).

2.3.3 - CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL PARA NÃO-METÁLICOS

Para obtenção da carta indicativa do potencial mineral da RMC foram usadas informações do cadastro mineral, dados econômicos e o mapa geológico. As unidades litoestratigráficas foram agrupadas em 5 classes com a seguinte discriminação (tabela 12 e figura 12):



CLASSE	A1
POTENCIAL	Areias; argilas (indústria de cerâmica vermelha); cascalhos.
GEOLOGIA	Depósitos aluvionares.
CLASSE	A2
POTENCIAL	Argilas (indústria de cerâmica vermelha e cerâmica branca; areias impuras).
GEOLOGIA	Formação Guabirotuba.
CLASSE	B
POTENCIAL	Rochas para brita, revestimento, uso ornamental, cantaria (rocha sã); areia impura, saibro, argilas (rocha decomposta).
GEOLOGIA	B1 - Granitos, granitóides e granito-gnaisses. B2 - Gnaisses-migmatitos. B3 - Rochas alcalinas (sienitos). B4 - Quartzitos. B5 - Diabásios (intrusivas básicas mesozóicas).
CLASSE	C
POTENCIAL	Rochas carbonatadas (uso na indústria de cimento, de corretivo de solo, produção de cal, indústria química, entre outros).
GEOLOGIA	C1 - Calcários calcícticos, calciossilicáticas. C2 - Calcários dolomíticos.
CLASSE	D
POTENCIAL	Material para fertilizantes, cerâmica, carga mineral.
GEOLOGIA	Sericita filitos, xistos (indiscriminados).

Tabela 12 - Classificação do potencial mineral na RMC (não-metálicos).

Potencial mineral e minas em produção

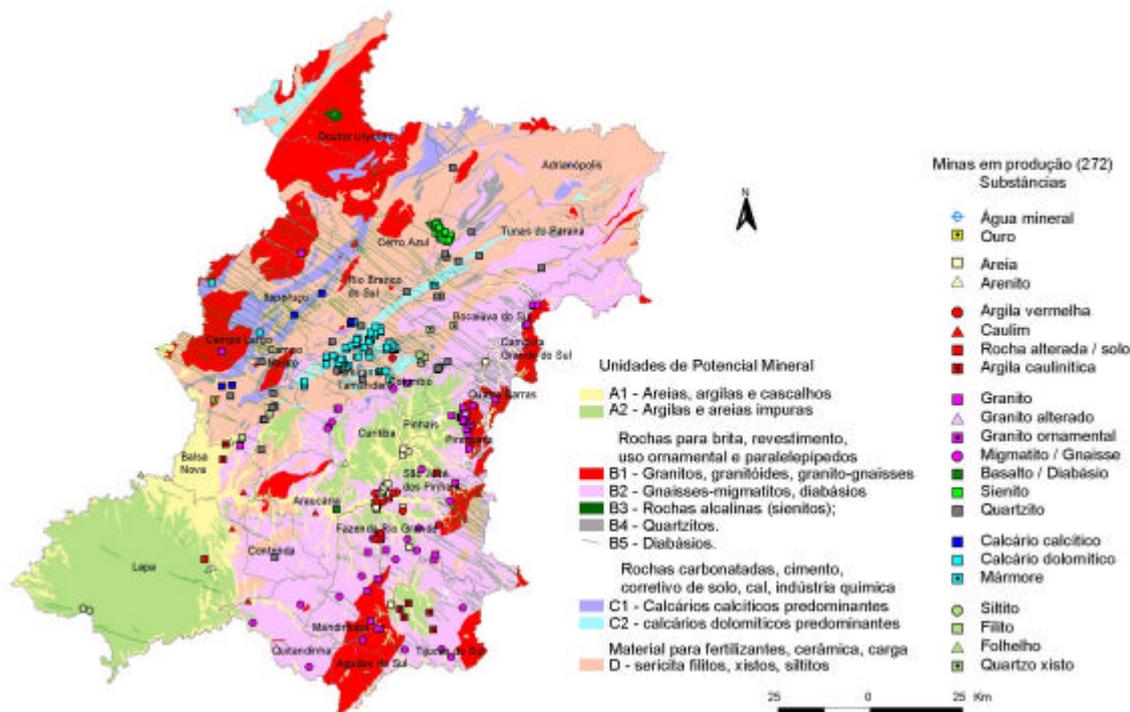


Figura 12 – Mapa do potencial mineral e as minas ativas classificadas pela substância lavrada.



2.3.4 – POTENCIAL MINERAL PARA METÁLICOS

Nos anos 70 e 80, principalmente, foi realizada extensiva atividade de prospecção e pesquisa nas unidades proterozóicas do leste do Paraná, principalmente pela CPRM-DNPM e pela MINEROPAR, parte já referida na descrição da potencialidade econômica das unidades litoestratigráficas (item 2.1.4). Os projetos incluíram mapeamento, geoquímica com amostragens de sedimentos de corrente, solos, concentrados de bateia, análises de rocha e sondagens, além de geofísica. Os trabalhos se direcionaram principalmente às seqüências litológicas dos grupos Açungui, Setuva e os diferentes tipos de granitóides. Em grande parte visavam a descoberta de jazidas de chumbo/prata, ouro, cobre, zinco, estanho, bismuto, tungstênio e molibdênio, entre outros elementos.

Desde meados dos anos 80 a conjuntura econômica causou uma grande diminuição dos investimentos em pesquisa mineral de metálicos. No Vale do Ribeira, o pólo de mineração de chumbo e prata foi praticamente paralisado. Hoje a mineração de metálicos na Região Metropolitana de Curitiba praticamente se restringe à extração de ouro em atividade no Granito Passa Três, a oeste de Curitiba (Mineração Tabiporã Ltda).

Cabe ressaltar que a potencialidade mineral para metálicos é indiscutível, em face de todas as informações obtidas nos trabalhos de prospecção e pesquisa. Havendo uma alteração na conjuntura econômica, juntamente com novas técnicas de prospecção e pesquisa, pode haver a retomada de trabalhos na região. No mapa de potencial mineral os minerais metálicos não foram considerados, pela diversidade de ambientes geológicos.



2.4 – Os Direitos Minerários na RMC

2.4.1 - INTRODUÇÃO

Os dados relativos aos direitos minerários foram fornecidos em meio digital pelo 13º Distrito do DNPM, atualizados até 1º de novembro de 2003. Estes arquivos, convertidos pela MINEROPAR para o formato do *software ArcView 3.2*, constituem parte integrante da base de dados digital do PDM, e representam a situação oficial dos direitos em vigor naquela data. Considerando a dinâmica de tramitação, os dados referidos podem apresentar defasagens importantes com a situação atual. As figuras a seguir mostram a distribuição dos processos.

A Região Metropolitana de Curitiba mostra a maior concentração dos direitos minerários do Paraná. Do total estadual de 3.796 processos, na RMC concentram-se 1.489 áreas, cerca de 39 % do total (figura 13).

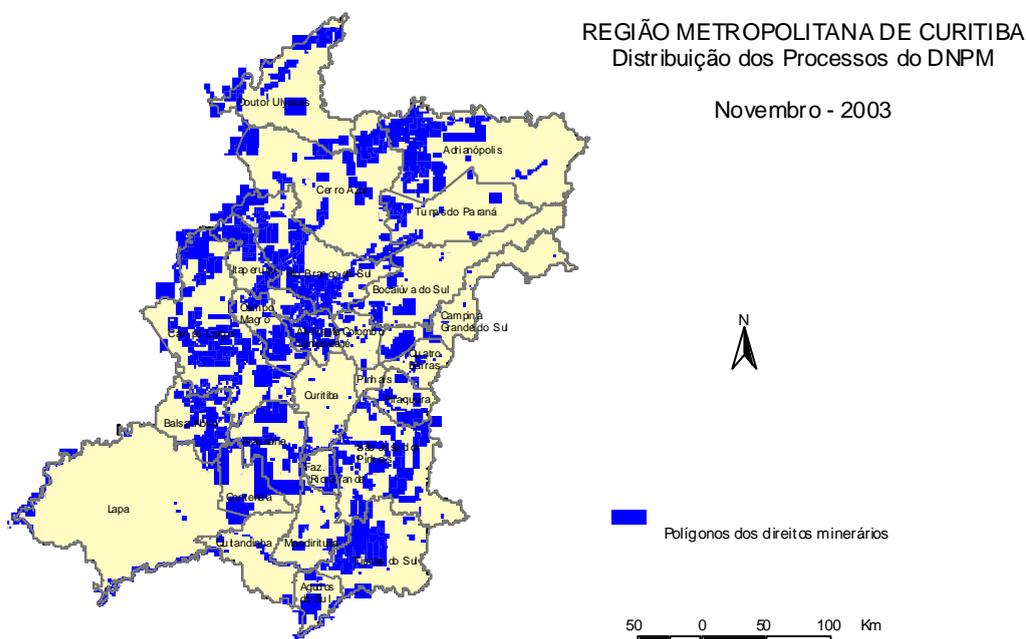


Figura 13 - Direitos minerários na Região Metropolitana de Curitiba (1/11/03). Fonte: DNPM.

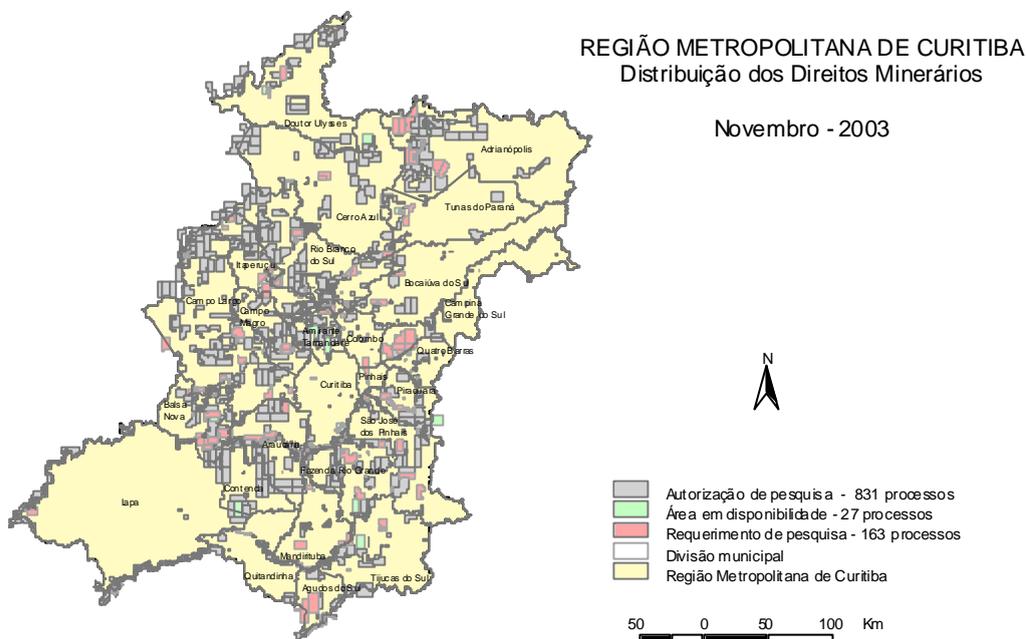


Figura 15 – distribuição dos processos do Grupo II – Requerimentos e autorizações de pesquisa, áreas em disponibilidade. Fonte: DNPM.

2.4.3 – SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS

A situação global das substâncias requeridas em 1.489 processos, agrupados por bem mineral, está discriminada na tabela 14. As rochas carbonáticas, areia, argilas, caulim e granito para diversos usos perfazem mais de 75 % do total.

Substância Principal	Nº de processos	%
Calcário calcítico, dolomítico, mármore	475	31,90
Areia	239	16,05
Argilas	214	14,37
Caulim	102	6,85
Granito	90	6,04
Água Mineral	66	4,43
Saibro	63	4,23
Filito	33	2,22
Migmatito-gnaisse	29	1,95
Ouro	26	1,75
Chumbo	23	1,54
Quartzito	18	1,21
Sienito	18	1,21
Cobre	14	0,94
Barita	11	0,74

Tabela 14 – Classificação dos direitos minerários pela substância requerida (1.489 processos). Fonte: DNPM, 1/11/03.



Continuação:

Substância principal	Nº de processos	%
Fluorita	10	0,67
Arenito	9	0,60
Limonita	7	0,47
Bentonita	4	0,27
Feldspato	4	0,27
Talco	4	0,27
Bauxita	3	0,20
Foiáito	3	0,20
Níquel	3	0,20
Quartzo	3	0,20
Calcita	2	0,13
Fosfato	2	0,13
Leucofilito	2	0,13
Prata	2	0,13
Riólito	2	0,13
Turfa	2	0,13
Andaluzita Industrial	1	0,07
Carbonatito	1	0,07

Tabela 14 – Classificação dos direitos minerários pela substância requerida na RMC (1.489 processos). Fonte: DNPM, 1/11/03.

2.4.4 – CONCESSÕES DE LAVRA E LICENCIAMENTOS

A distribuição das concessões de lavra segue um padrão que pode ser observado na figura 16, condicionado pelas unidades litoestratigráficas.

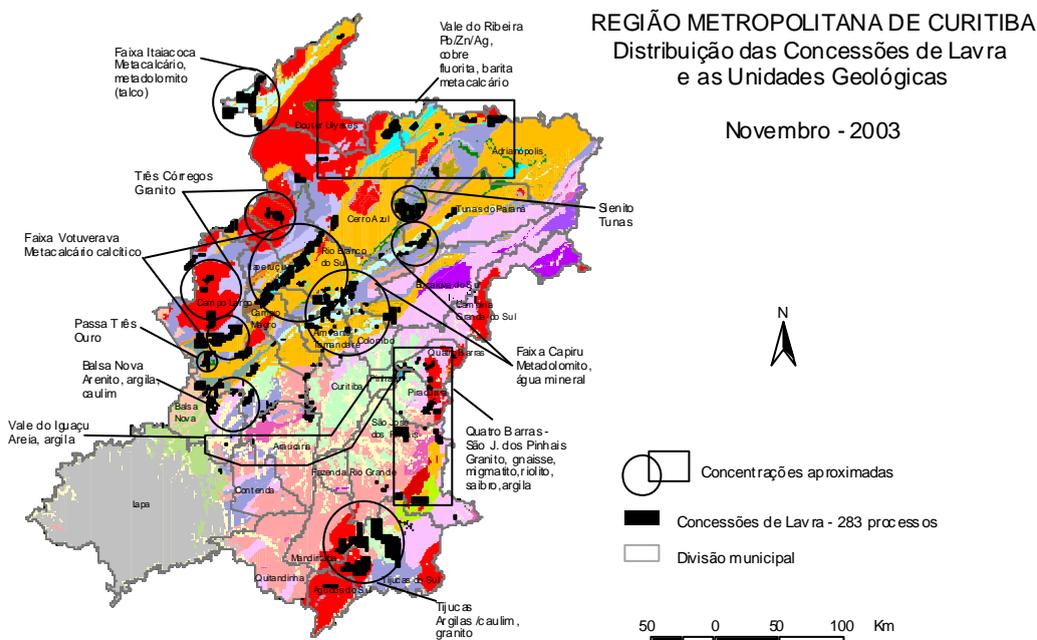


Figura 16 - Distribuição das concessões de lavra na RMC. Fonte: DNPM.



No vale do Ribeira agrupam-se as concessões para chumbo/zinco/prata, cobre, fluorita, barita e metacalcários calcíticos. Na faixa Itaiacoca (faixa de metacalcários noroeste), as concessões para metacalcários dolomíticos e calcíticos (além do talco nas áreas externas à RMC, principalmente). Em Tunas, o sienito homônimo é o bem mineral explotado. Na faixa Capiru (faixa de metacalcários sudeste), ocorrem as grandes concentrações de concessões para metacalcários dolomíticos (principalmente para uso como corretivo de solo e fabricação de cal). Na faixa Votuverava (central), encontram-se as concessões para metacalcário calcítico para a indústria cimenteira. A oeste de Curitiba, próximo a Balsa Nova, há concessões para arenito (Furnas), argilas e quartzitos. No Vale do Iguaçu, areia e argila para cerâmica vermelha. Junto à Serra do Mar, de Quatro Barras a São José dos Pinhais, granitos, gnaisses, migmatitos, saibros e argilas. Na parte sul da RMC, em Tijucas do Sul, há concessão para argilas para indústria cerâmica branca e exploração de granitos.

Os licenciamentos perfazem 31 processos (1/11/03) e se distribuem na região central da RMC (tabela 15 e figura 17).

Substância	Nº de processos
Calcário	9
Areia	8
Saibro	6
Granito	6
Argila	2

Tabela 15 - Licenciamentos e substâncias requeridas. Fonte: DNPM.

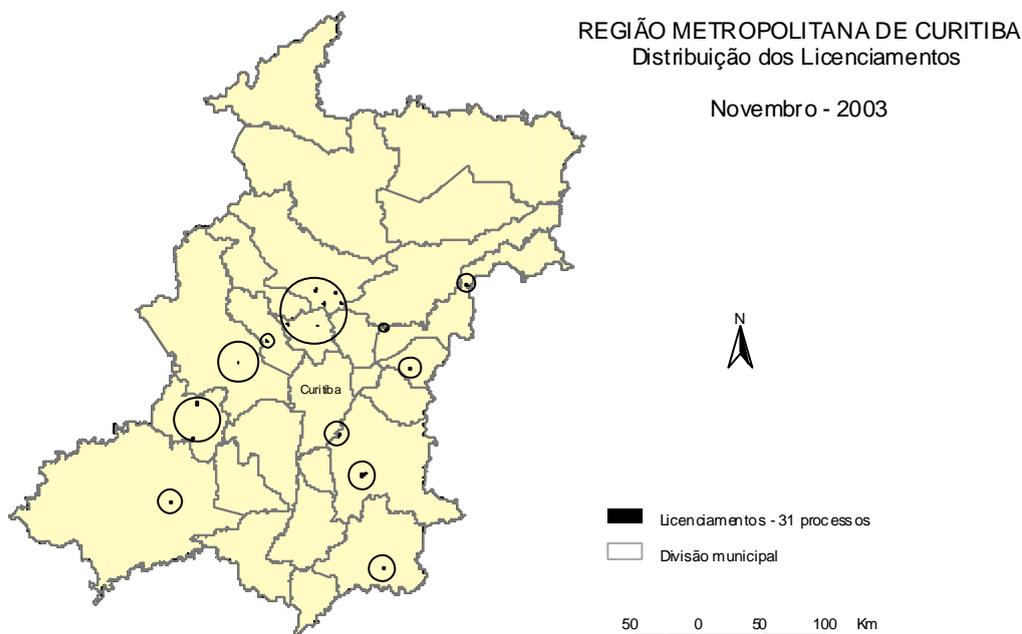


Figura 17 - Localização dos licenciamentos na RMC. Fonte: DNPM.



Em anexo encontra-se mapa na escala 1:250.000, com a distribuição dos direitos minerários do DNPM, classificados de acordo com o último evento na data de novembro de 2003. No item 2.5 encontra-se a descrição da atividade mineral na RMC.

2.4.5 – A ATIVIDADE MINERAL IRREGULAR

O cadastro da atividade mineral foi realizado no campo entre setembro e dezembro de 2002, coletando-se um conjunto de informações e registrando-se a localização, por meio de GPS, de mais de 721 frentes de lavra ativas ou paralisadas.

Comparando-se os registros cadastrados com os polígonos dos direitos minerários, foram constatadas cerca de 60 minas fora dos processos do DNPM. Esta análise prévia foi baseada no cruzamento das informações em meio digital, sem avançar nos outros aspectos, como a checagem dos titulares dos direitos e os responsáveis pelas lavras cadastrados no campo. Esta comparação foi realizada em abril de 2003, tendo como referência os processos do DNPM em vigor até março de 2003. O número é significativo, representando cerca de 22% das minas ativas cadastradas.

Considerando que a regularização da atividade mineral é um dos objetivos do PDM, a avaliação de cada caso será objeto de análise detalhada por parte do DNPM. Será necessário rever o posicionamento das minas e dos pontos de referência do cadastro, com cartas topográficas adequadas e levando-se em consideração os memoriais descritivos, para a eventual retificação das concessões ou outras medidas cabíveis, de acordo com a legislação, visando-se a regularização das atividades de lavra, dentro das atribuições do DNPM.

Para o tratamento destas informações foi elaborado relatório específico dirigido ao DNPM (MINEROPAR, 2003).



2.5 – Cadastro da Atividade Mineral

2.5.1 - CADASTRO DAS FRENTES DE LAVRA ATIVAS E DESATIVADAS

Parte do cadastro da atividade mineral na RMC foi realizado por empresa contratada no decorrer do PDM (GEOSISTEMA TERRA PANGEA, 2002), que cadastrou 378 frentes. O restante (343 frentes) foi levantado pela MINEROPAR. A mineração de areia no rio Iguaçú não foi cadastrada nesta fase, sendo utilizadas as informações do projeto “Levantamento Geoambiental do Alto Rio Iguaçú” (RIBAS e SILVA, 2000).

Os dados, organizados em um questionário padrão (ver cópia no apêndice 2), se dividem nos tópicos: **Localização geográfica**, em coordenadas UTM, SAD69; **Identificação da empresa proprietária ou concessionária**, com razão social, CNPJ, endereço, contato, fone, responsável técnico e registro no CREA; **Dados gerais da lavra**, mina própria ou arrendada, desmonte próprio ou terceirizado, processo do DNPM, IAP e respectivo título, área, minério principal lavrado, produção, beneficiamento, capacidade instalada, número de empregados, produtos gerados e destino da produção (geográfico e industrial); **Atividades na área de lavra**, com modalidade da lavra (céu aberto, subterrânea, mista), se ativa, paralisada ou em implantação, substâncias minerais e/ou tipos litológicos explotados, dimensões aproximadas da lavra, sua frente, altura e número de bancadas, rebaixamento e suas dimensões, método de lavra e de desmonte, equipamentos utilizados na lavra, no beneficiamento e no transporte, situação topográfica do bota fora, observações sobre a bacia de decantação, canais de drenagem e das águas pluviais; **Condicionantes ambientais na mineração**, com situação topográfica, uso e ocupação do solo no entorno, impactos ambientais gerados, medidas de controle e monitoramento, presença de feições cársticas, nível freático, fontes ou surgências, proximidades de cursos de água e de mata ciliar. De cada frente vistoriada foram tiradas duas fotos.

Cadastro de frentes de lavra por município -							
	Município	Número	%		Município	Número	%
1	Rio Branco do Sul	148	21				
2	Almirante Tamandaré	100	14	15	Campina Grande do Sul	14	2
3	São José dos Pinhais	68	9	16	Curitiba	14	2
4	Colombo	44	6	17	Balsa Nova	13	2
5	Campo Largo	41	6	18	Adrianópolis	12	2
6	Lapa	34	5	19	Piraquara	7	1
7	Quatro Barras	31	4	20	Araucária	6	1
8	Tunas do Paraná	31	4	21	Fazenda Rio Grande	6	1
9	Cerro Azul	30	4	22	Quitandinha	5	1
10	Itaperuçu	30	4	23	Contenda	3	0
11	Bocaiúva do Sul	20	3	24	Agudos do Sul	0	0
12	Tijucas do Sul	20	3	25	Doutor Ulysses	0	0
13	Campo Magro	18	2	26	Pinhais	0	0
14	Mandirituba	16	2	27	Municípios vizinhos à RMC	10	1
					Total	721	100

Tabela 16 - Cadastro da mineração por município da RMC.



No total foram cadastrados 721 frentes de lavra, localizadas principalmente em Rio Branco do Sul (148 frentes - 21%), Almirante Tamandaré (100 frentes - 14%) e São José dos Pinhais (68 frentes - 9%). Em 10 municípios concentram-se 77% - 555 frentes (tabela 16). Todas as 721 frentes de lavra foram identificadas por GPS de navegação com coordenadas UTM, porém somente em 305 conseguiu-se informação sobre a **identificação da empresa proprietária ou concessionária**. Ressalta-se que 10 registros estão posicionados em municípios externos à RMC.

Das observações e entrevistas relativas aos dados gerais das lavra, o índice de respostas foi muito pequeno, com exceção do campo relativo ao minério principal. Das 721 frentes de lavra vistoriadas, e quando presentes entrevistados os encarregados, obtiveram-se os seguintes índices de respostas: 23,7% (171 empresas) responderam que a mina é própria e 2,6% (19 registros) que a mina é arrendada; 10,8% (78 empresas) possuem desmonte próprio e 3,9% (28 empresas) possuem desmonte terceirizado. Somente 30,1% (217 empresas) informaram o número do processo do DNPM, e 7,1% (51 empresas) as licenças ambientais do IAP.

Muitas das informações podem ser complementadas através de outros bancos de dados armazenados no sistema de informações geográficas estruturado para o Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba. A possibilidade de cruzar informações espaciais, por exemplo, com o banco de dados dos direitos minerários do DNPM, complementa a informação do número do processo do DNPM vinculado ou relativo àquela frente de lavra.

São 135 as frentes de lavra onde se obteve a informação de pelo menos um empregado em qualquer das funções - administração, lavra ou beneficiamento, totalizando 2.260 empregados, média de cerca de 17 empregados por frente de lavra. Por função específica tem-se: as 43 frentes que informaram possuir empregado na administração totalizaram 204 empregados, média de 5 empregados por frente; o número de empregados na lavra nas 111 frentes que prestaram esta informação totalizou 1.269 empregados, média de 11 empregados por frente; as 40 frentes que informaram possuir empregados no beneficiamento totalizaram 787 empregados, média de 20 empregados por frente. Pela média geral pode-se dizer que hipoteticamente uma frente de lavra possui em média 1 a 2 empregados na administração, 9 na lavra e 6 no beneficiamento, totalizando cerca de 17 empregados por frente.

A informação do número de empregados por função tem que ser considerada com reservas pelo fato de enquadrar diferentes portes de empresas e das próprias frentes de lavra. Em alguns casos a mineração é conjunta com o beneficiamento e o escritório de comercialização. A frente de lavra onde constata-se o maior número de empregados, com lavra, beneficiamento e administração no mesmo local, tem 328 empregados, dos quais 38 na administração, 255 na lavra e 35 no beneficiamento. Em outros casos, na frente de lavra só existe a mineração e o beneficiamento sendo a comercialização realizada em outro local. No caso da água mineral em geral não existem empregados na lavra (tabela 17).

Estatística das 135 empresas que informaram o número de empregados				
Função	Número de empresas que declararam possuir empregado na função	Somatória de empregados na função	Média de empregados na função (somente das empresas que declararam)	Média de empregados na função (todas as 135 empresas)
Administração	43	204	4,7	1,5
Lavra	111	1.269	11,4	9,4
Beneficiamento	40	787	19,7	5,8
Total / Média	135	2.260	16,7	16,7

Tabela 17 - Empregados por mineradora na RMC.



Em termos de minério principal lavrado – nas minas ativas e desativadas, considerando 721 frentes - o destaque é o calcário dolomítico com 263 frentes (36,5%), localizadas principalmente no distrito mineiro Capiru. Quanto ao destino industrial da produção, os destaques são pavimentação (29,1% das citações de uso), corretivo agrícola (11,8%), cal (11,4%) e brita (11,0%).

Dentre os usos para as substâncias minerais exploradas a pavimentação é a mais citada, muito provavelmente refletindo o fato de que é um tipo de uso com pouca exigências ou especificação técnica, e portanto a grande maioria dos bens minerais e ou seus rejeitos de mineração se prestam para este fim. Seguem numericamente em termos de citações de uso o corretivo agrícola, a cal e a brita, as últimas podendo ser englobadas no segmento da construção civil que seguramente é o destino da grande maioria das substâncias exploradas no estado. A ausência do cimento neste primeiro grupo é função do alto grau de exigências do minério para esta finalidade comparativamente aos demais usos, aliado ao fato de exigir uma estrutura de mineração de grande porte.

Das 721 frentes de lavras cadastradas, 21 são subterrâneas e 700 a céu aberto. Os minérios lavrados através de mineração subterrânea são barita, calcita, fluorita, galena, blenda e ouro. Destas 721 frentes cadastradas, 439 estão paralisadas, 260 ativas, 12 em implantação e em 10 situações não foi possível identificar. Das 12 minas em implantação uma é para água mineral, uma para brita, duas de calcário calcítico para cal, uma de calcário dolomítico para corretivo, uma de granito e seis de sienito para pedra ornamental. As seis lavras em implantação para uso ornamental recaem sobre o Sienito Tunas, comercializado como “Verde Tunas”. O grande interesse neste tipo de rocha é função da demanda atual para exportação.

Das 260 minas ativas, a maior quantidade de frentes de lavra também é de calcário dolomítico (70 frentes - 26,9%), seguido de granito (40 frentes - 15,4%), quartzito (30 frentes – 11,5%), migmatito (25 frentes – 9,6%), areia (19 frentes – 7,3%) e argila vermelha (15 frentes – 5,8%). Estas substâncias somadas representam 199 frentes, ou seja, 76,5% do total.

Citações de uso dos bens minerais explorados					
Uso	Número	%	Uso	Número	%
Pavimentação	143	29,1	Envasamento para consumo	6	1,2
Corretivo agrícola	58	11,8	Granilha	6	1,2
Cal	56	11,4	Pedra para guia	5	1,0
Brita	54	11,0	Indústria química	4	0,8
Construção civil	32	6,5	Pedra para revestimento	4	0,8
Pedra ornamental	31	6,3	Indústrias diversas	3	0,6
Pedra para calçamento	23	4,7	Agregados para concreto	2	0,4
Cerâmica branca	23	4,7	Nutrição animal (ração)	2	0,4
Cerâmica vermelha	22	4,5	Solo para aterro	2	0,4
Joalheria/artesanato	8	1,6	Telha refratária	1	0,2
Cimento	6	1,2	Tijolo refratário	1	0,2
			Total		100

OBS:- A substância mineral informada como uso em pavimentação normalmente é empregada como saibro diretamente no revestimento primário de estradas ou para constituição de bases e/ou sub-bases de pavimentos. O bem mineral pode ser explorado especificamente para esta função/uso, ou ser resultante da britagem sem peneiramento, tipo “bica corrida”, produzida a partir da mineração de bens minerais explorados para outras finalidades, mas com especificação suficiente para atender este uso.

Tabela 18 – Bens minerais explorados na RMC, declarados pelas empresas.

A mineração de areia e argila no Vale do Iguaçu foi considerada de forma diferenciada nos trabalhos do PDM, ficando excluída do cadastro das frentes de lavra. Para estimativa das áreas em exploração foi utilizado o cadastro realizado pelo levantamento do Projeto Geoambiental do Alto Iguaçu, realizado pela MINEROPAR (RIBAS e SILVA, 2000). Foram registradas naquela



ocasião 66 áreas de extração de areia e 166 de extração de argila. Estes dados estão incluídos no mapa de cadastro da atividade mineral em anexo (escala 1:250.000, volume II).

Por ocasião do cadastro do PDM as minerações de areia e argila referidas encontravam-se na maior parte paralisadas, por determinação do Ministério Público, exigindo dos mineradores a adesão a um termo de ajuste de conduta para adequar a atividade às exigências ambientais. Este trabalho ainda está em andamento, razão pela qual os dados de cadastros estão defasados no momento atual. Sendo assim, a estatística abaixo (tabela 19), exclui a maior parte das áreas de lavra de areia e argila do Vale do Iguaçu.

Estatística das frentes de lavra cadastradas na RMC – ativas e paralisadas						
Substância Mineral	Frentes de lavra	%		Substância Mineral	Frentes de lavra	%
Calcário dolomítico	263	36,5		Folhelho	7	1,0
Quartzito	88	12,2		Barita	7	1,0
Migmatito / Gnaiss	68	9,4		Água mineral	6	0,8
Granito	60	8,3		Granito alterado	5	0,7
Arenito	25	3,5		Fluorita	5	0,7
Argila vermelha	24	3,3		Granito ornamental	4	0,6
Areia	23	3,2		Basalto / Diabásio	4	0,6
Sienito	19	2,6		Silito	3	0,4
Calcário calcítico	17	2,4		Quartzo xisto	3	0,4
Mármore	15	2,1		Calcita	2	0,3
Argila caulínica	15	2,1		Argila	2	0,3
Caulim	12	1,7		Anfibolito / metabásica	2	0,3
Filito	10	1,4		Cascalho	1	0,1
Ouro	9	1,2		Laterita	1	0,1
Rocha alterada / solo	8	1,1		Sem informação	6	0,8
Galena e Blenda	7	1,0		Total	721	100

OBS:- Os dados cadastrais da mineração de areia e argila localizada no Vale do Rio Iguaçu não estão incluídos nesta estatística.

Tabela 19 – Total de frentes de lavra cadastradas e substância mineral.

Nas figuras 18 e 19 podem ser observados mapas da Região Metropolitana de Curitiba com a localização das minas cadastradas e a classificação por substância lavrada. A tabela 20 traz as minas ativas, as substâncias lavradas e os diferentes usos.



Cadastro das Frentes de Lavra minas ativas - paralizadas - em implantação

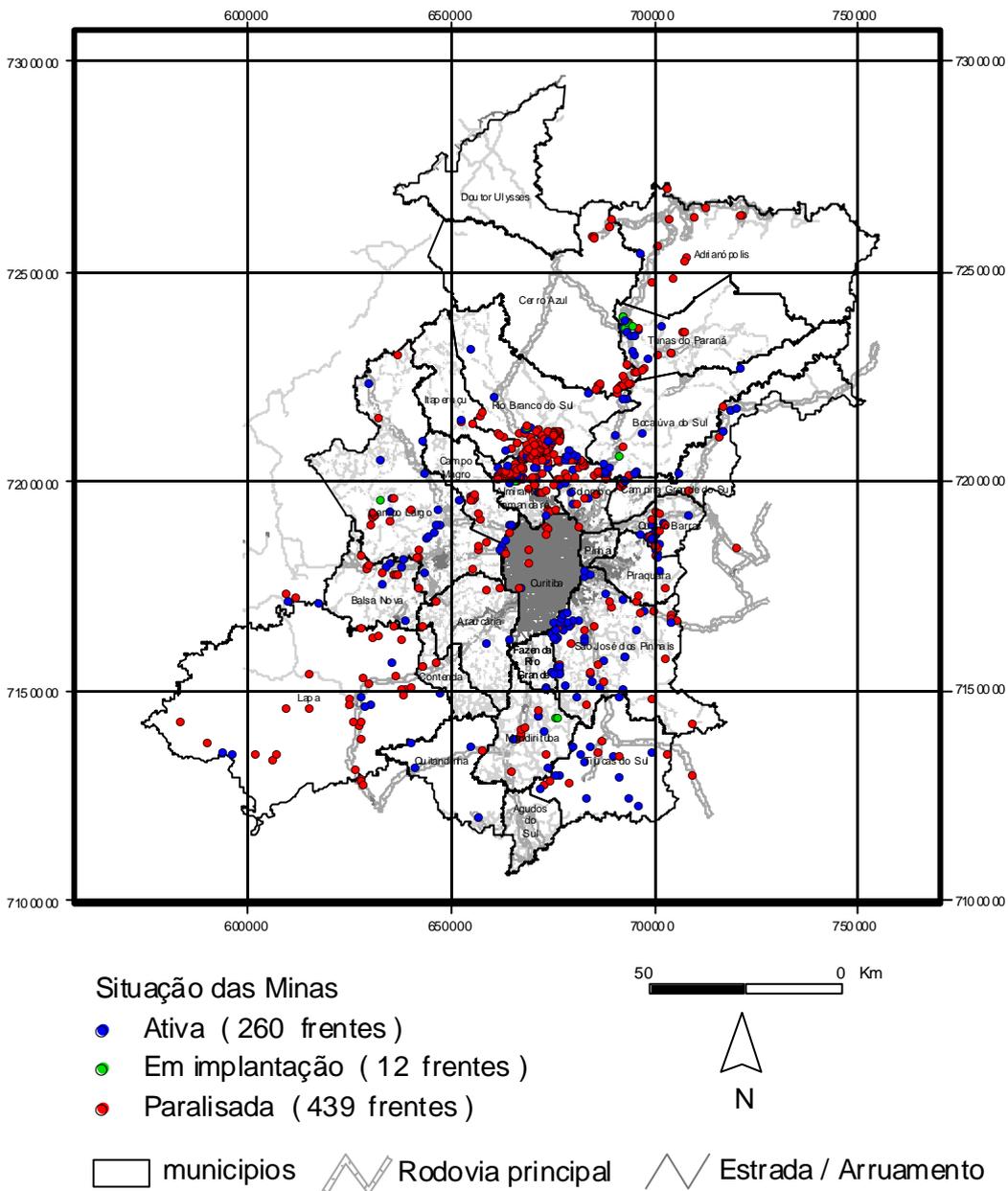


Figura 18 – Cadastro das frentes de lavra na RMC.

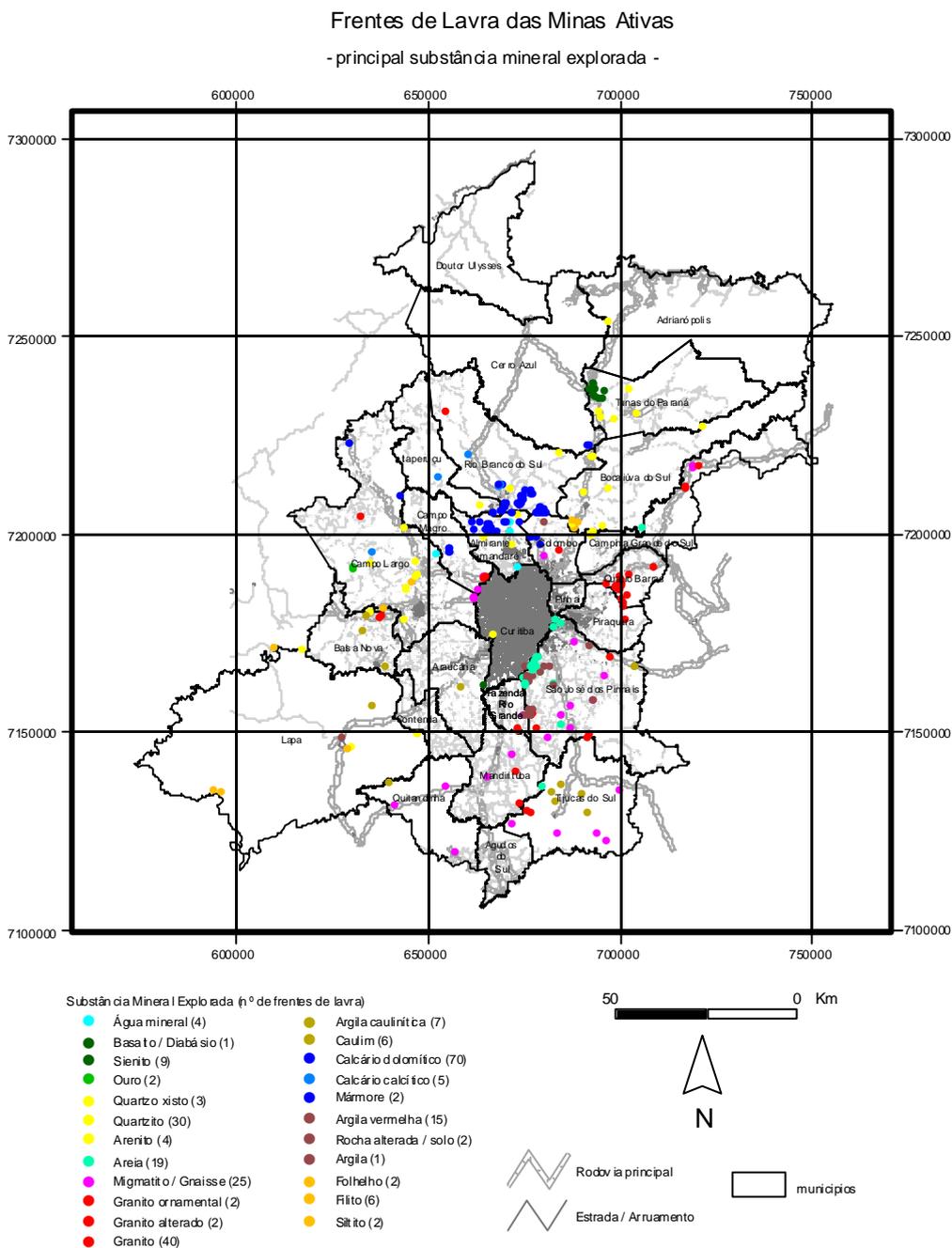


Figura 19 – Cadastro das frentes de lavra na RMC, por substância mineral.



Estatística das minas ativas			
Substância mineral	Frentes de lavra	%	Usos
Calcário dolomítico	70	26,9	Corretivo agrícola, cal, pavimentação, granilha, pedra para revestimento, calçamento e ornamental.
Granito	40	15,4	Para calçamento, brita, pavimentação, agregados para concreto, ornamental, pedra para guia, construção civil.
Quartzito	30	11,5	Pavimentação, construção civil.
Migmatito-gnaïsse	25	9,6	Pavimentação, brita, agregados para concreto.
Areia	19	7,3	Construção civil, cerâmica vermelha.
Argila vermelha	15	5,8	Cerâmica vermelha.
Sienito	9	3,5	Pedra ornamental.
Argila caulínica	7	2,7	Cerâmica branca.
Caulim	6	2,3	Cerâmica branca, cerâmica vermelha.
Filito	6	2,3	Cerâmica branca, cimento.
Calcário calcítico	5	1,9	Cimento, corretivo agrícola, brita, nutrição animal, rações.
Água mineral	4	1,5	Envasamento para consumo.
Arenito	4	1,5	Pavimentação, construção civil, pedra para guia, tijolo e telha refratária, indústrias diversas.
Quartzo xisto	3	1,2	Pavimentação.
Folhelho	2	0,8	Pavimentação.
Granito alterado	2	0,8	Pavimentação.
Granito ornamental	2	0,8	Pedra ornamental.
Mármore	2	0,8	Pedra ornamental.
Ouro	2	0,8	Joalheria/artesanato.
Rocha alterada / solo	2	0,8	Solo para aterro.
Siltito	2	0,8	Pavimentação.
Argila	1	0,4	Cerâmica branca, cerâmica vermelha.
Basalto / Diabásio	1	0,4	Pavimentação.
Total	260	100	

Tabela 20 – Estatística das minas cadastradas em atividade e destinação das substâncias na RMC.

O minério principal lavrado foi registrado em 701 frentes, das quais somente 109 informaram a produção na lavra, 59 no beneficiamento e 37 a capacidade instalada. Quanto ao destino da produção, 356 vendem para o próprio estado, 19 despacham para São Paulo, 25 para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e 2 mineradores exportam.

A produção anualizada informada pelas 109 empresas que declararam produção nesta pesquisa, soma cerca de 18 milhões de toneladas, contra cerca de 12 milhões de toneladas informadas no IAPSM (Informativo Anual da Produção de Substância Mineral – var capítulo 3), na média do período 1995/2000. A tabela 21 traz os dados de produção obtidos na pesquisa.

Da análise da quantidade declarada de produção nesta pesquisa, é possível constatar que existe omissão na informação da quantidade produzida declarada no IAPSM. Para todas as substâncias, o informado pelas empresas nesta pesquisa já supera a informada no IAPSM na média do período 1995 – 2000. O problema é que o informado nesta pesquisa representa somente parte do universo total das empresas, cobrindo 109 das 260 minas ativas cadastradas. Neste caso é lícito supor que a produção oficial é bem maior que a informada no IAPSM para estas substâncias, muito embora o período da comparação não seja o mesmo e nem tudo que é minerado seja comercializado.

No caso de algumas substâncias e para determinados usos, existe grande incompatibilidade entre o explotado na mina e o comercializado. Nestes casos existem grandes perdas entre a quantidade minerada, informada nesta pesquisa, e a quantidade do minério beneficiado e comercializado, informado no IAPSM. Enquadram-se nestes casos substâncias como granito, gnaïsse e migmatito, para uso em rochas ornamentais.



Estatística das 109 minas ativas que informaram a produção - Comparativo com a produção informada no IAPSM – média 1995 a 2000 -						
Substância Mineral	Frentes de lavra	Somatório da produção mensal (t/mês)	Média da produção por empresa (t/mês)	Produção máxima por empresa (t/mês)	Somatório da produção anual (t/ano)	Produção declarada no IAPSM - média 95/00 (t/ano)
Calcário calcítico	4	644.000	161.000	390.000	7.728.000	5.840.451
Calcário dolomítico	35	242.670	6.933	40.000	2.912.040	2.731.841
Areia	12	55.950	4.662	9.000	671.400	962.140
Argila	3	63.600	21.200	60.000	763.200	756.512
Saibro	6	81.750	13.625	30.000	981.000	605.181
Brita	4	58.500	14.625	33.000	702.000	556.494
Granito	13	174.740	13.441	37.500	2.096.880	465.720
Água mineral	3	23.240	7.747	10.000	278.880	71.323
Migmatito-gnaiss	7	102.500	14.643	30.000	1.230.000	56.370
Quartzito	3	8.980	2.993	7.000	107.760	37.358
Caulim	3	6.700	2.233	4.000	80.400	20.589
Filito	4	3.675	919	3.000	44.100	11.984
Mármore	1	300	300	300	3.600	5
Arenito	1	2.250	2.250	2.250	27.000	-
Argila vermelha	2	3.120	1.560	3.000	37.440	-
Granito alterado	1	1.500	1.500	1.500	18.000	-
Ouro	1	8.000	8.000	8.000	96.000	-
Rocha alter./solo	1	12.000	12.000	12.000	144.000	-
Sienito	4	3.492	873	3.300	41.904	-
Silito	1	600	600	600	7.200	-
Total	109				17.970.804	12.115.968

Tabela 21 – Estatística da produção das minas cadastradas em atividade.

2.5.2 – CONSIDERAÇÕES SOBRE AS FRENTES DE LAVRA

As principais observações referentes às 260 frentes ativas, **quanto às atividades na área de lavra**, registram que:

- Em somente duas frentes verificou-se lavra manual e no restante lavra mecanizada ou semimecanizada;
- O desmonte nas lavras varia de manual a mecânico, com 38,8% (101 empresas) usando explosivos;
- Foram citadas três empresas como prestadoras de serviços de desmonte;
- Em apenas 11,9% (31 frentes) foi observada a presença de canais de drenagem para escoamento da água pluvial;
- As principais observações quanto aos canais de drenagem revelam que os mesmos são constituídos de canaletas e tubulações, estão presentes somente na lavra para canalizar as águas para as bacias de decantação; e também para escoamento da água dos pátios;
- Em 10,4% (27 frentes de lavra) foram observadas bacias de decantação, variando de 1 a 14 bacias por frente, com a maioria possuindo apenas 1 bacia (13 frentes de lavra);
- Foi estimado um valor global de 29.560 m² de área para as 27 lavras com bacias de decantação, com um máximo individual de 12.000 m²;
- Foi estimada em 539.650 m² a área total de rebaixamento verificada em 50 frentes, com máxima individual de 100.000 m², presente em 3 minas;
- Quanto a situação topográfica do bota fora das frentes de lavra, 12 estão em topo de morro, 88 na meia encosta, 62 na base da encosta e 23 na planície aluvionar;
- Nas observações feitas quanto ao bota fora, as situações são bastante variáveis: desde instalações adequadas até situações desordenadas, com todo material deixado no pátio ou na frente de lavra ou lançado na encosta. Existem bota foras localizados próximos ao



rio, na encosta ou junto à planície aluvionar. Em alguns casos de mineração de areia os rejeitos retornam à cava. Também foram citadas a utilização do material estéril para pavimentação e a manutenção de estradas da região e ou para aterro;

- O total de área ocupado pelos empreendimentos é uma estimativa difícil de ser feita em inspeção simples de campo. Num cheque feito nas quatro maiores minerações verificou-se grande incompatibilidade entre a área informada na pesquisa e a avaliada em imagem de satélite, motivo pelo qual se desconsiderou esta informação;
- Estimativas de áreas ocupadas por algumas frentes de lavras, feitas através de imagens de satélite, resultam que as três maiores minas ocupam respectivamente cerca de 800.000 m², 250.000 m² e 40.000 m²;
- Em 176 frentes de lavra não se verificaram bancadas, com a mineração sendo executada em uma única frente. A ausência de bancadas reflete a falta de planificação e a desorganização da mineração;
- Nas 84 frentes onde existem bancadas, são mais frequentes as bancadas de 15 metros de altura (8,5% - 22 frentes), seguido de bancadas com 10 metros (5,4% - 14 frentes) e bancadas com 20 metros (3,1% - 8 frentes). A altura máxima de uma bancada verificada foi de 30 metros e a média constatada foi de 11 metros por bancada (tabela 22).

Total de bancadas	Número de frentes de lavra e porcentagem
0	176 – 67,7 %
1	26 – 10
2	27 – 10,4
3	10 – 3,8
4	10 – 3,8
5	4 – 1,5
6	4 – 1,5
9	1 - 0,4
10	2 – 0,8

Tabela 22 – Sumário do número de bancadas por frente de lavra cadastrada.

As principais observações referentes as 260 frentes ativas **quanto aos condicionantes ambientais** na mineração são:

- *Quanto à situação topográfica das frentes de lavra*, a grande maioria localiza-se na meia encosta – 193 frentes (74%); 31 delas localiza-se no topo do morro, 29 na base da encosta, 18 na planície aluvial e 1 em leito ativo, podendo uma mesma lavra ocupar mais de uma porção topográfica;
- *Quanto ao uso e ocupação do solo no entorno da mineração* na ampla maioria dos casos o entorno é o meio rural – 225 frentes, cerca de 87%; em 26 frentes o entorno é área urbana; em 3 é área industrial;
- *Quanto aos impactos ambientais gerados pela mineração*, a poluição visual é citada para 175 frentes, seguido do desmatamento em 143 frentes, sendo estes os dois principais tópicos citados como impactos ambientais gerados pela atividade. O desmatamento se dá principalmente na frente de lavra para seu avanço. São ainda citadas as presenças de ruído em 68 frentes, erosão em 54 e deslizamentos em 32 frentes. O assoreamento é citado em 31 frentes, a geração de sucata e poluição do ar citadas para 12 frentes e a contaminação hídrica é citada em 2 delas;
- *Quanto às medidas de controle e monitoramento ambiental*, a preservação e recuperação da vegetação são observadas em 55 frentes, seguidas de instalação de cortina vegetal e paisagismo em 42 delas, sendo estas as principais medidas verificadas. São observadas ainda medidas de preservação e recuperação do solo em 32 frentes, medidas de controle e monitoramento da qualidade da água em 17 frentes, de ruído em 11 frentes, do ar em 10 e de vibração em 2 frentes, além de aspersores em 4 frentes;
- *Quanto às feições cársticas associadas à mineração*, a presença de fendas foi verificada em 60 frentes, condutos em 15 e cavernas em 3 delas;
- *Quanto ao afloramento do nível freático, fontes e surgências* verificou-se este fato em 37 frentes de lavra;



- Quanto à proximidade de cursos de água, em 202 frentes não se observaram cursos d'água nas proximidades, em 13 frentes o curso de água estava a cerca de 100 metros, em 16 frentes a menos de 100 metros e em 25 frentes a mais de 100 metros.

2.5.3 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

A estatística dos equipamentos utilizados na lavra, no beneficiamento e no transporte, referentes às 153 frentes de lavra onde estas informações foram contabilizadas, totalizou 768 equipamentos, média de cinco por frente. O fato de existir planta de beneficiamento não associada à frente de lavra, e portanto não cadastrada neste levantamento, pode explicar em parte o baixo número de equipamentos (ver tabela 23).

Número de equipamentos utilizados na lavra, no beneficiamento e no transporte – (153 minas ativas)-			Tipo de equipamentos utilizados na lavra, no beneficiamento e no transporte - informação de 153 minas ativas -		
Número de equipamentos	Número de minas	%	Equipamentos	Número	%
1	12	7,8	Pá-carregadeira	118	15,4
2	26	17,0	Caminhão basculante trucado	84	10,9
3	22	14,4	Compressor	83	10,8
4	26	17,0	Perfuratriz manual	53	6,9
5	16	10,5	Retroescavadeira	47	6,1
6	7	4,6	Caminhão basculante toco	45	5,9
7	10	6,5	Britador de mandíbula	44	5,7
8	8	5,2	Trator de esteiras	40	5,2
9	8	5,2	Peneira vibratória	35	4,6
10	7	4,6	Carreta de perfuração	33	4,3
11	3	2,0	Britador girosférico	31	4,0
12	3	2,0	Veículo utilitário	29	3,8
13	3	2,0	Escavadeira hidráulica	28	3,6
14	2	1,3	Caminhão fora de estrada	27	3,5
768	153	100,0	Moinho	16	2,1
			Usina de asfalto	14	1,8
			Drag-line	6	0,8
			Outros	35	4,3
			Total		100,0

OBS:- Outros: Forno de cal, lavador de areia, bomba, caminhão pipa, carreta, grupo gerador, misturador, motoniveladora, planta de beneficiamento, usina de solo.

OBS:- Não foram cadastradas as frentes de lavra de areia dos aluviões do Rio Iguaçu, assim como as plantas de beneficiamento quando as mesmas não estavam junto a frentes de lavra cadastrada.

Tabela 23 – Número e tipo de equipamentos utilizados nas lavras cadastradas.

Na grande maioria das frentes, cerca de 67%, verifica-se a presença de no máximo 5 equipamentos. Em cerca de 26% das frentes foi observada a presença de 6 a 10 equipamentos e em 7% delas mais de 10 equipamentos.

Os equipamentos mais utilizados são: pá-carregadeira, caminhão basculante com eixo traseiro duplo e simples (trucado e toco), compressor, perfuratriz, retroescavadeira e britador.