REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luís Inácio Lula da Silva, Presidente

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Dilma Vana Rousseff, Ministra

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giles Carriconde Azevedo, Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
Miguel Antonio Cedraz Nery, Diretor-Geral
João César de Freitas Pinheiro, Diretor-Geral Adjunto

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E ECONOMIA MINERAL
Antonio Fernando da Silva Rodrigues, Diretor

13° DISTRITO DO DNPM (ESTADO DO PARANÁ)
Wadir Brandão, Chefe

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião, Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL
Luís Mussi, Secretário

MINERAIS DO PARANÁ SA – MINEROPAR
Eduardo Salamuni, Diretor Presidente
Rogério da Silva Felipe, Diretor Técnico
Manoel Collares Chaves Neto, Diretor Administrativo Financeiro

ELABORAÇÃO

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

DIRETORIA EXECUTIVA
Diretor Presidente, Dr. Eduardo Salamuni
Diretor Técnico, Rogério da Silva Felipe
Diretor Administrativo Financeiro, Manoel Collares Chaves Neto

---

Equipe Técnica

Coordenação geral
Geol. Oscar Salazar Jr. e Geol. Marcos Vitor Fabro Dias.

Base de dados
Digitalização, conversão e ajustes das bases cartográficas: Geol. Donaldo Cordeiro da Silva. Serviços de digitalização: Senografia Sensoriamento Remoto S/C Ltda. Conversão dos direitos minerários: Geol. Donaldo Cordeiro da Silva. Compilação dos demais temas, digitalização, conversões, ajustes e organização: Geol. Oscar Salazar Jr. Apoio: Técnico Miguel Ângelo Moretti.

Base de dados em SIG (sistema de informações geográficas)
Organização geral: Geol. Oscar Salazar Jr. Equipamentos: Companhia de Informática do Paraná – Celepar; Softwares: Gempi – Gestão Empresarial & Informática Ltda.

Geologia (capítulo 2)
Compilação dos dados bibliográficos e organização do texto: Geólogos Edir Edemir Arioli, Gil Francisco Piekarz e Oscar Salazar Jr. Dados cartográficos: CPRM, 1989, região central. Demais áreas: MINEROPAR: Geol. Rogério da Silva Felipe e Oscar Salazar Jr.

Cadastro da mineração (capítulo 2)
Coordenação e execução parcial: Geol. Gil Francisco Piekarz. Apoio técnico: Manoel de Cristo. Execução parcial: GeoSistema Terra Pangea S/C Ltda. Coordenação: Eng. de Minas Plinio Cristiano Camboim de Oliveira. Fotointerpretação e compilação de frentes de lavra: Geol. Rogério da Silva Felipe. Organização e tratamento de dados: Geol. Marcos Vitor Fabro Dias.

Perfil dos insumos minerais (capítulo 3)
Compilação, organização de dados, tabulação e relatório final (capítulo 3), incluindo estatísticas e organização da legislação tributária, de mineração e meio ambiente: Geol. Marcos Vitor Fabro Dias.

Indústria cerâmica vermelha (capítulo 3)
Coordenação do cadastro das olarias: Técnico em Geologia Roberto Eustáquio dos Anjos Santiago. Execução: GeoParaná Consultoria Ltda. Organização e tratamento de dados: Geol. Marcos Vitor Fabro Dias.

Engenharia de minas (capítulo 4)
Coordenação: Eng. de Minas Gilmar Paiva Lima. Execução: Eng. de Minas Renato Cesar Reveles Pereira e Eng. de Minas Plinio Cristiano Camboim de Oliveira.

Mineração e meio ambiente (capítulo 5)
Organização geral: Geol. Élbio Pellenz. Compilação e organização de dados: Geol. Ana Lizete Farias. Unidades de conservação: SEMA. Licenciamento ambiental: Geol. Luis Marcelo de Oliveira e Eng. de Minas Gilmar Paiva Lima.

Aspectos institucionais (capítulo 6)
Compilação de dados das unidades de conservação: Geol. Ana Lizete Farias. Legislação mineral e ambiental: Geólogos Marcos Vitor Fabro Dias e Élbio Pellenz. Planos diretores municipais: COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba.

Relatório final
Organização geral, edição e figuras: Geol. Oscar Salazar Jr. Preparação preliminar. Geol. Edir Edemir Arioli.

Apoio técnico e administrativo
Geólogos Edir Edemir Arioli, Katia Norma Siedlecki, Luciano Cordeiro de Loyola, Luis Marcelo de Oliveira, Otavio Augusto Boni Licht, Sérgio Maurus Ribas; Economista Carlos Alberto Pinheiro Guanabara; Contadora Iara Regina da Silva; Bibliotecária Marlene Mengarda Martelli; Administrador de empresas Sérgio Roberto Pegoraro; Técnicos em mineração Clóvis Roberto da Fonseca e José Eurides Langner; Secretárias Beatriz Rodacoski e Norma Hein Campos.

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Editado pela Minerais do Paraná SA - MINEROPAR
Rua Máximo João Kopp, 274, Bloco 3/M
Santa Cândida – (41) 351-6900
82.630-900 – Curitiba– Paraná, Brasil

Fotografias da capa e contracapa

- **Capa: fusão de fotografias de frentes de lavra, obtidas no cadastro da mineração realizado no Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba (pontos CM117, 388 e 273). Fotos de Gil F. Piekarz.**
- **Contracapa: Vista das sedes do DNPM, em Brasília e no Rio de Janeiro.**

Capa: Design gráfico de Izabel Portugal.

Reservados todos os direitos.
É permitida a reprodução, desde que mencionada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral.
Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba : MINEROPAR, 2004.

Convênio DNPM – MINEROPAR
Conteúdo: v.1. – Texto. v.2. – Mapas.

1. Região Metropolitana de Curitiba. 2. Mineração. 3. Meio Ambiente. 4. Legislação Mineral. 5. Economia Mineral. 6. Plano Diretor de Mineração. I. Salazar Jr., O. *et al*. II. Minerais do Paraná S.A. III. Título.

CDU: 622(816.21)

Departamento Nacional de Produção Mineral
DNPM 2004
70 Anos de Mineração e Desenvolvimento Sustentável

Apresentação

O Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, com o objetivo de atender às demandas da sociedade, vem desenvolvendo estudos sistemáticos das regiões metropolitanas do país, visando oferecer indicadores e subsídios ao planejamento estratégico do Setor Mineral Brasileiro.

Importa destacar que os Planos Diretores de Mineração para as Regiões Metropolitanas têm exigido o suporte e a sinergia multidisciplinar das equipes envolvidas nos estudos, na busca para promover um amplo diagnóstico setorial — usando a estratégia participativa e democrática de ampla discussão com representantes de órgãos afins, de entidades representativas do setor e da sociedade organizada — convergindo para a consecução das diretrizes gerais de Política Pública Mineral do Brasil e específica do Estado do Paraná.

Assim, a *Série de Estudos de Planos Diretores de Mineração para as Regiões Metropolitanas do País* reveste-se da maior importância para o planejamento do desenvolvimento da mineração, porquanto procura orientar-se pelo paradigma da sustentabilidade sócio-econômica e ambiental.

Com efeito, é nessa perspectiva que o DNPM tem a satisfação de dispor para a sociedade brasileira o *Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba*.

MIGUEL ANTONIO CEDRAZ NERY
Diretor-Geral do DNPM

Sumário

Introdução
Capítulo 1 – A Região Metropolitana de Curitiba 1
1.1 Localização 3
1.2 População 5
1.3 O Desenvolvimento Humano na RMC 7
1.4 Aspectos Econômicos 9
1.4.1 A Evolução Econômica do Paraná 9
1.4.2 A Fase de Integração à Economia Brasileira 10
1.4.3 Tendências de Inserção da RMC na Economia Paranaense 11
1.5 Infra-Estrutura 13
1.5.1 Energia Elétrica 13
1.5.2 Combustíveis 13
1.5.3 Transportes 14
1.5.4 Abastecimento de Água e Saneamento 15
1.6 Aspectos Fisiográficos 17

Capítulo 2 – A Mineração na Região Metropolitana de Curitiba 19
2.1 A Geologia e os Recursos Minerais 21
2.1.1 Introdução 21
2.1.2 Aspectos Metodológicos 21
2.1.3 Domínios Tectônicos do Embasamento Cristalino 21
2.1.4 Descrição das Unidades Litoestratigráficas (Sumário) 22
2.2 Hidrogeologia 63
2.2.1 Introdução 63
2.2.2 Água Subterrânea para Abastecimento na RMC 63
2.2.3 Distribuição dos Aqüíferos na RMC 65
2.2.4 Água Mineral 66
2.3 Potencial Mineral na RMC 67
2.3.1 Introdução 67
2.3.2 Potencial Mineral para Não-Metálicos 67
2.3.3 Classificação do Potencial Mineral para Não-Metálicos 68
2.3.4 Potencial Mineral para Metálicos 70
2.4 Os Direitos Minerários na RMC 71
2.4.1 Introdução 71
2.4.2 Situação dos Processos em Novembro/2003 72
2.4.3 Substâncias Requeridas 73
2.4.4 Concessões de Lavra e Licenciamentos 74
2.4.5 A Atividade Mineral Irregular 76
2.5 Cadastro da Atividade Mineral 77
2.5.1 Cadastro das Frentes de Lavra Ativas e Desativadas 77
2.5.2 Considerações Sobre as Frentes de Lavra 84
2.5.3 Considerações Sobre os Equipamentos Utilizados 86

Capítulo 3 – Perfil dos Insumos Minerais 87
3.1 Panorama da Produção Mineral na RMC 89
3.1.1 A Base de Dados Utilizada 89
3.1.2 Participação da RMC na Produção Mineral 89
3.1.3 Bens Minerais Produzidos na RMC 90
3.1.4 Destinação das Substâncias Minerais 92
3.1.5 Uso da Produção Mineral por Setor 95
3.1.6 Participação dos Municípios da RMC 96
3.2 Principais Substâncias Minerais da RMC 103
3.2.1 Introdução 103
3.2.2 Argila – Indústria da Cerâmica Vermelha 103
3.2.3 Areia – Indústria de Agregados 109
3.2.4 Brita – Indústria de Agregados 114

3.2.5 A Indústria de Rochas Calcárias 116
3.2.6 A Indústria de Rocha Ornamental 120
3.2.7 Água Mineral 122
3.3 Reservas Minerais na RMC 125
3.4 Estimativas de Demanda por Bens Minerais 127
3.5 Perfil dos Insumos – Considerações Finais 131

Capítulo 4 – Planejamento na Mineração 135
4.1 A Mineração na RMC e o Planejamento 137
4.1.1 Introdução 137
4.1.2 A Importância do Planejamento 137
4.2 Estrutura da Produção Mineral na RMC 139
4.2.1 Aspectos Gerais 139
4.2.2 Metodologia de Avaliação 140
4.3 Métodos de Lavra na RMC 143
4.3.1 Introdução 143
4.3.2 Lavra a Céu Aberto com Bancadas e Desmonte por Explosivos 143
4.3.3 Lavra a Céu Aberto com Bancadas e Desmonte Mecânico 147
4.3.4 Lavra a Céu Aberto com Lavra por Tiras 148
4.3.5 Produção de Rochas Ornamentais e Cantaria 150
4.3.6 Lavra a Céu Aberto por Dragagem 155
4.3.7 Métodos de Lavra Subterrânea 157
4.3.8 Água Mineral 158
4.4 Desmonte de Rochas com Explosivos 161
4.4.1 Necessidade de Planejamento 161
4.4.2 O Plano de Fogo 162
4.4.3 Cuidados Específicos com Explosivos 163
4.4.4 Melhorias e Tendências 165
4.5 Beneficiamento Mineral na RMC 167
4.5.1 Introdução 167
4.5.2 Produção de Brita para Construção Civil 167
4.5.3 Rochas Calcárias e Cal 170
4.5.4 Areias e Argilas 175
4.5.5 Rochas Ornamentais e Cantaria 177
4.5.6 Minerais Metálicos 179
4.5.7 Água Mineral 179
4.5.8 Outros Bens Minerais 180
4.6 Considerações Gerais 183

Capítulo 5 – Mineração e Meio Ambiente 185
5.1 Zoneamento Geoambiental 187
5.1.1 Introdução 187
5.1.2 Descrição dos Domínios Geoambientais da RMC 187
5.2 Impactos Ambientais da Mineração 191
5.2.1 Conceitos Básicos 191
5.2.2 Impactos da Mineração na RMC 192
5.2.3 Impactos Ambientais na Extração de Areia 193
5.2.4 Medidas de Controle e Reabilitação para a Mineração de Areia 196
5.2.5 Impactos Ambientais na Extração de Argila 198
5.2.6 Medidas de Controle e Reabilitação para a Mineração de Argila 200
5.2.7 Impactos na Extração de Rocha para Brita, Ornamental e Cantaria 201
5.2.8 Medidas de Controle e Reabilitação 203
5.2.9 Impactos Ambientais na Extração de Rochas Calcárias 203
5.2.10 Medidas de Controle e Reabilitação na Mineração de Calcários 205
5.2.11 Impactos Ambientais de Outras Substâncias Minerais 206

Capítulo 6 – Aspectos Institucionais 209
6.1 Legislação Mineral e Aspectos Tributários 211
6.1.1 Introdução 211
6.1.2 Instituições Públicas 211
6.1.3 Legislação Mineral 213
6.1.4 Concessões para Aproveitamento de Recursos Minerais 215
6.1.5 Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Hídricos e Minerais 219
6.1.6 Compensação Financeira de Minerais não Energéticos e ICMS 221
6.2 Legislação Ambiental 223

6.2.1 Arcabouço Legal 223
6.2.2 O Código Florestal e Resoluções do CONAMA 225
6.2.3 O Impacto Ambiental da Mineração do Ponto de Vista Legal 226
6.3 As Unidades de Conservação da RMC 227
6.3.1 Aspectos Gerais 227
6.3.2 As Unidades de Uso Sustentável da RMC 227
6.3.3 Outras Unidades de Uso Sustentável 231
6.3.4 Unidades de Proteção Integral 232
6.3.5 Os Mananciais da RMC 233
6.4 Os Planos Diretores Municipais 235
6.4.1 Arcabouço Legal 235
6.4.2 O Plano Diretor Municipal no Contexto da RMC 236
6.4.3 Conteúdo do Plano Diretor Municipal 237

Capítulo 7 – Uso do Solo Metropolitano e a Mineração 239
7.1 Macrozoneamento da Mineração na RMC 241
7.1.1 Zona Preferencial para Mineração (ZPM) 241
7.1.2 Zona Controlada para Mineração (ZCM) 243
7.1.3 Zona Bloqueada para Mineração (ZBM) 245
7.2 Situação por Município 247

Capítulo 8 – Diretrizes e Proposições do Plano Diretor de Mineração 265

Referências 273

Apêndices

Relação de códigos das unidades litoestratigráficas
Ficha de cadastro da mineração
Ficha de cadastro das olarias

Volume II - Anexos
Mapas (1:250.000)

Região Metropolitana de Curitiba
Carta Geológica
Cadastro da Mineração
Direitos Minerários
Potencial Mineral
Unidades de Conservação e Zoneamento Urbano
Macrozoneamento da Mineração

Lista de Figuras

1 Localização da RMC no Estado do Paraná. 3
2 Os municípios da Região Metropolitana de Curitiba. 4
3 Os municípios da RMC e seu respectivo índice de desenvolvimento humano (IDH-M 2000). Mapa gerado a partir de dados do IPARDES (2003a). 7
4 Configuração da rede viária no entorno de Curitiba, com as principais rodovias federais e estaduais que interligam as sedes municipais da RMC ao sistema viário nacional (Fonte: IPEA, 2002). 14
5 Modelo digital de elevação da RMC, obtido a partir das curvas de nível e pontos cotados das cartas topográficas na escala 1:50.000. 17
6 Abrangência das unidades fitogeográficas originais do Paraná (MAACK, 1950, *in* PRÓ-ATLÂNTICA, 2002). 18
7 Poços tubulares e vazão na RMC. Fonte: SUDERHSA (agosto/2003). 64
8 Distribuição e vazão dos poços tubulares da SANEPAR na RMC. Fonte: USHG – Unidade de Serviço de Hidrogeologia da SANEPAR (agosto/2003). 64
9 Mapa da RMC com as unidades litoestratigráficas classificadas como aqüíferos. 65
10 Localização dos processos do DNPM para água mineral (situação em 1/11/03). 66
11 Mapa geológico da RMC com a distribuição das concessões de lavra (DNPM, novembro/2003) 68
12 Mapa do potencial mineral e as minas ativas classificadas pela substância lavrada.. 69
13 Direitos minerários na Região Metropolitana de Curitiba (1/11/03) - Fonte: DNPM. .. 71
14 Distribuição dos processos do Grupo I – Concessões de lavra, requerimentos de lavra, licenciamentos, requerimentos e registros de extração e permissão de lavra garimpeira. Fonte: DNPM. 72
15 Distribuição dos processos do Grupo II – Requerimentos e autorizações de pesquisa, áreas em disponibilidade. Fonte: DNPM. 73
16 Distribuição das concessões de lavra na RMC. Fonte: DNPM. 74
17 Localização dos licenciamentos na RMC. Fonte: DNPM. 75
18 Cadastro das frentes de lavra na RMC. Fonte: PDM. 81
19 Cadastro das frentes de lavra na RMC, por substância mineral. Fonte: PDM. 82
20 Municípios da Região Metropolitana de Curitiba e valor médio da produção mineral (Fonte: IAPSM/MINEROPAR, 1995 a 2000). 97
21 Municípios da Região Metropolitana de Curitiba e valor do ICMS recolhido da produção mineral (Fonte: IAPSM/MINEROPAR, 1995 a 2000). 98
22 Municípios da Região Metropolitana de Curitiba e valor do CFEM recolhido (Fonte: DNPM). 99
23 Localização das empresas de cerâmica vermelha a sul de Curitiba. Fonte: PDM. 104
24 Indústria de cerâmica vermelha e volume de produção Fonte: PDM. 105
25 Principais áreas de produção de areia no Paraná. 113
26 Definições básicas em lavra com bancadas (SOUZA, 1994). 144
27 Operações de lavra a céu aberto por bancadas (SOUZA, 1994). 145
28 Esquema de lavra por tiras (CUMMINS e GIVEN, 1973). 148
29 Tipos de lavra de rocha ornamental (CHIODI FILHO, 1995). 150
30 Esquema geral de lavra de maciço (CHIODI FILHO, 1995). 152
31 Tecnologias de corte de rocha ornamental (CHIODI FILHO, 1995). 153
32 Esquema de lavra por dragagem – sucção direta (modificado de CAVALCANTI, 2002). 156
33 Parâmetros de plano de fogo e amarração (DU PONT, s.d.). 163
34 Fluxograma de beneficiamento de rocha por britagem. 169
35 Fluxograma para tratamento de calcário – corretivo de solo (OLIVEIRA, 2000). 171
36 Fluxograma de beneficiamento para cal virgem. 172
37 Fluxograma de beneficiamento para cal hidratada. 174
38 Localização na RMC das principais minas cadastradas, classificados pelas substância lavradas. 193
39 Esboço de proposta de recuperação das áreas mineradas do Vale do Iguaçu (Fonte: Projeto Rio Limpo, COMEC, 2000). 198
40 Olarias cadastradas na RMC. Fonte: PDM. 199
41 Roteiro básico no regime de autorização de pesquisa e concessão de lavra. 217
42 Roteiro básico no regime de licenciamento. 218
43 Mapa ilustrativo do macrozoneamento da mineração na Região Metropolitana de Curitiba. 242

Lista de Tabelas

1	Municípios da RMC e respectivas áreas em km^2.	4
2	Dados demográficos, com a população separada por sexo, situação do domicílio e taxa de alfabetização (IBGE, 2000).	5
3	Estimativa de consumo de água na RMC (l/s) de 2000 a 2020. Modificado de DALARMI (1995).	16
4	Características dos granitóides do Complexo Granítico-Gnáissico.	26
5	Características gerais das intrusões da Suíte Sienogranitos.	49
6	Características gerais das intrusões da Suíte Sienogranitos (continuação).	51
7	Unidades aqüíferas e potencial hidrogeológico no Paraná (SUDERHSA, 1998).	63
8	Resumo dos poços da SUDERHSA e SANEPAR na RMC.	63
9	Principais aqüíferos da RMC, com base nas unidades geológicas.	65
10	Tipos de aqüíferos e vazão média, dados da SANEPAR.	66
11	Dados de vazão média da SUDERHSA de 1.255 poços, relacionados às unidades litoestratigráficas classificadas como aqüíferos.	66
12	Classificação do potencial mineral na RMC (não-metálicos).	69
13	Classificação de processos do DNPM na RMC (1/11/03) e situação do último evento.	72
14	Classificação dos direitos minerários pela substância requerida (1.489 processos). Fonte: DNPM, 1/11/03.	74
15	Licenciamentos e substâncias requeridas. Fonte: DNPM.	75
16	Cadastro da mineração por município da RMC.	77
17	Empregados por mineradora na RMC.	78
18	Bens minerais explotados na RMC, declarados pelas empresas.	79
19	Total de frentes de lavra cadastradas e substância mineral.	80
20	Estatística das minas cadastradas em atividade e destinação das substâncias na RMC.	83
21	Estatística da produção das minas cadastradas em atividade.	84
22	Sumário do número de bancadas por frente de lavra cadastrada.	85
23	Número e tipo de equipamentos utilizados nas lavras cadastradas.	86
24	Produção mineral na RMC em relação ao Paraná. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	89
25	Produção de substâncias minerais em valor, ICMS e respectivas quantidades, em valores médios de 1995 a 2000. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	91
26	Relação de substâncias minerais produzidas na RMC e sua destinação, na média de 1995 a 2000 – Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	93
27	Uso industrial da produção mineral na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	95
28	Valor da produção mineral dos municípios de maior produção na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	96
29	Valor do ICMS mineral dos 10 municípios de maior produção na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	96
30	Valor do CFEM dos 10 principais municípios da RMC. Fonte: DNPM. Exclusive petróleo e gás.	100
31	Valores de CFEM recolhidos na RMC por substância. Fonte: DNPM .	100
32	Número de empresas e produção de tijolos na RMC. Fonte: cadastro do PDM.	103
33	Resumo da produção de cerâmica vermelha na RMC. Fonte: cadastro do PDM.	104
34	Locais de extração e fornecedores de argila cadastrados no PDM.	106
35	Estimativa de produção por tipo de forno. Fonte: cadastro do PDM.	107
36	Estimativa de produção: médias de referência. Fonte: cadastro do PDM.	107
37	Estatística por tipo de forno. Fonte: cadastro do PDM.	107
38	Tipo de combustível utilizado nos fornos das olarias. Fonte: cadastro do PDM.	108
39	Equipamentos utilizados na indústria de cerâmica vermelha. Fonte: cadastro do PDM.	109
40	Produção de areia na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	110
41	Estimativas de potencial de areia no Vale do Iguaçu. Fonte: RIBAS e SILVA (2000).	112
42	Municípios produtores de brita na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	115
43	Rochas usadas para brita na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	115
44	Relação de empresas produtoras de brita na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	116
45	Produção de rochas calcárias na RMC. Fonte IAPSM/MINEROPAR.	117
46	Municípios produtores de rochas calcárias na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.	117
47	Dados de produção de rochas calcárias por uso na RMC. IAPSM/MINEROPAR.	118
48	Produção de calcário para cimento e indústria cimenteira. Fonte: IAPSM/IPARDES.	119

49 Minas de calcário na RMC e usos, sobre o total considerado de 260 minas ativas. Fonte: PDM. 119
50 Dados da produção de calcário na RMC cadastrada no PDM, comparada com o informado no IAPSM. 119
51 Quantidades de rocha ornamental produzida na RMC (1995 a 2000). Fonte: IAPSM/MINEROPAR. 121
52 Quantidade de água comercializada na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR. 123
53 Empresas engarrafadoras de água mineral na RMC. Fonte : Banco de dados da Federação das Indústrias do Paraná – FIEP. 123
54 Estâncias hidrominerais na RMC. Fonte: Boletim 60 - DNPM. Avaliação do Setor Mineral - Paraná. 123
55 Sumário das concessões de lavra para água mineral na RMC, segundo os direitos minerários do DNPM de novembro/2003. 123
56 Reservas de argilas na RMC. Fonte: DNPM (2001). 125
57 Reservas de areia na RMC. Fonte: DNPM (2001). 125
58 Reservas de brita na RMC. Fonte: DNPM (2001a). 126
59 Reservas de calcário (metacalcário calcítico) na RMC. Fonte: DNPM (2001). 126
60 Reservas de dolomito (metacalcário dolomítico) na RMC. Fonte: DNPM (2001b). 126
61 Comparação de consumo de minerais industriais. Baseado em dados do DNPM, MINEROPAR e “Diretrizes ambientais para o setor mineral”, (projeto BRA/94/016 - MMA, 1997). 128
62 Areia e brita em construções residenciais. (a) Fonte COHAB –(b) Fonte ICC/FIPE (in VALVERDE, 1997). 129
63 Areia e brita em pavimentação urbana. Fonte: Secretaria de Transportes do Estado de São Paulo, PMSP e PM Osasco. (in VALVERDE, 1997). 129
64 Areia e brita em pavimentação de estradas vicinais . Fonte: DER – SP (in VALVERDE, 1997). 129
65 Areia e brita em concreto. Fonte SABESP, Setor de Engenharia PMSP e PM de Osasco (in VALVERDE, 1997). 129
66 Grupos de substâncias/usos conforme o cadastro mineral na RMC. Fonte: PDM. 141
67 Distribuição da compensação financeira. Fonte: decreto lei 01 de 11.01.1991. 219
68 *Royalties* da produção de petróleo e gás entre 1994 e 2001. Fonte: ANP/SPG, conforme as leis 7.990/89 e 9.478/97 e o decreto 2.705/98 (ANP, 2002). 220
69 Resumo dos *royalties* de petróleo e gás (ANP, 2003). 220
70 Resumo das unidades de proteção integral e instrumentos legais de criação. Fonte: Diário Oficial do Estado. 233
71 Resumo da tabela 70 (p. 233) com a relação dos parques estaduais na RMC (unidades de conservação de proteção integral), constituintes da ZBM – Zona Bloqueada para Mineração. 246
72 Municípios da RMC, população e área em km^2 (dados de população do IBGE, 2000). 247

Lista de Fotografias

1 Extração de areia na região de Araucária (Folha COMEC – A133). 194
2 Aspectos dos areais já lavrados e abandonados, com as cavas inundadas (Folha COMEC - A133, região de Araucária). 195
3 Lavra de argila vermelha extraída de forma inadequada, sem planejamento e recuperação. Município de São José dos Pinhais, rio do Despique. (Foto: PDM, ponto CM092a). 200
4 Aspecto da mineração de argila caulinítica para a indústria de cerâmica branca, em Tijucas do Sul (Foto: PDM, ponto CM450). 201
5 Aspecto de lavra no Sienito Tunas, realizada sem o planejamento e controle adequados, pelas irregularidades do maciço lavrado. (Foto: PDM, ponto CM229c). . 202
6 Aspecto de frente de lavra em rocha calcária, na região de Colombo, evidenciando a falta de planejamento mineiro, ausência de bancadas e o abandono da área sem medidas de recuperação. (Foto: PDM, ponto CM764). 205
7 Mina Saivá, metacalcário calcítico. Exemplo de lavra de grande porte, desenvolvida com técnicas adequadas de engenharia de minas (Foto: PDM, ponto CM369). 205
8 Aspecto das pilhas de rejeito de minério de chumbo no Vale do Ribeira, em Adrianópolis (Foto: PDM). 207

Lista de Gráficos

1 Projeção de crescimento da população na Região Metropolitana de Curitiba – Fonte: consórcio COBRAPE – SOGREAH – Hult (COMEC, 2002). 6
2 Participação das substâncias minerais em valor na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR. 92
3 - 4 Produção anual de areia em quantidade e valor na RMC de 1995 a 2000. Fonte: IAPSM/MINEROPAR. 110
5 Produção anual de brita na RMC. Fonte IAPSM/MINEROPAR. 115
6 - 7 Produção de rochas calcárias e principais destinos. Fonte: IAPSM/MINEROPAR. .. 117
8 Outros usos de rochas calcárias, período de 1995 a 2000. Fonte: IAPSM/ MINEROPAR. 118
9 Produção e consumo aparente de cimento no Paraná (1995 a 2001). Fonte: IAPSM - IPARDES. 119
10 Distribuição das empresas de rochas ornamentais na RMC. Fonte: Cadastro FIEP, IAPSM, *in* SIEDLECKI (1999). 121

Siglas e Abreviaturas

ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
ABCP. Associação Brasileira de Cimento *Portland*
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPC. Associação Brasileira dos Produtores de Cal
AEC. *Australian Environmental Council*
APPC. Associação Paranaense dos Produtores de Cal
AEIT. Área Especial de Interesse Turístico do Marumbi
AMAS. Associação dos Mineradores de Areia e Saibro do Paraná
ANP. Agência Nacional do Petróleo
APA. Área de Proteção Ambiental
APPC. Associação Paranaense dos Produtores de Cal
BPFLO. Batalhão de Polícia Florestal
BS. *British Standard*
CE. Constituição Estadual
CEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente
CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CF. Constituição Federal
CFEM. Compensação Financeira Pela Exploração de Recursos Minerais
CIAR. Cidade Industrial de Araucária
CIC. Cidade Industrial de Curitiba
CYTED. *Programa Ibero-Americano de Ciencia e Tecnologia para el Desarrollo*
CNPJ. Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
COBRAPE. Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos
COHAB-CT. Companhia de Habitação Popular de Curitiba
COHAPAR. Companhia de Habitação do Paraná
COMEC. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
COMPAGÁS. Companhia Paranaense de Gás
CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONFEA. Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
COPEL. Companhia Paranaense de Energia
CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CREA. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
DEAM. Delegacia de Armas e Munições
DER. Departamento de Estradas de Rodagem
D.E. Decreto Estadual
D.F.C. Declaração Fisco Contábil
DIN. *Deutsches Institut für Normung*

DIRIN. Diretoria de Desenvolvimento Mineral e Relações Institucionais
D.L. Decreto lei
DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral
DOCEGEO. Rio Doce Geologia e Mineração SA
DPMA. Delegacia de Proteção ao Meio Ambiente
DSG. Diretoria do Serviço Geográfico do Exército
EIA. Estudo de Impacto Ambiental
ESEC. Estação Ecológica de Guaraqueçaba
ETA. Estação de Tratamento de Água
EUA. Estados Unidos da América
FIEP. Federação das Indústrias do Estado do Paraná
FIPE. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
FJP. Fundação João Pinheiro
FNDCT. Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GEEP. Grupo de Estudos Espeleológicos do Paraná - Açungui
GERASUL. *Tractbel* Energia
GLP. Gás Liquefeito de Petróleo
GPS. *Global Positioning System*
IAP. Instituto Ambiental do Paraná
IAPSM. Informativo Anual da Produção de Substâncias Minerais do Paraná
IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPC. Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural
ICC. Índice da Construção Civil
ICMS. Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH-M 2000. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2000)
IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEA. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPPUC. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LI. Licença de Instalação
LP. Licença Prévia
LO. Licença de Operação
MDF. *Medium Density Fiberboard*
ME. Ministério do Exército
MERCOSUL. Mercado Comum do Sul
MINEROPAR. Minerais do Paraná SA
MMA. Ministério do Meio Ambiente
MME. Ministério de Minas e Energia
MP. Ministério Público
NRM. Normas Reguladoras de Mineração
ONG. Organização Não Governamental
ONU. Organização das Nações Unidas
PAE. Plano de Aproveitamento Econômico
PARANASAN. Projeto de Saneamento Ambiental do Paraná
PCA. Plano de Controle Ambiental
PET. Polietileno tereftalato
PETROBRAS. Petróleo Brasileiro SA
PGR. Programa de Gerenciamento de Riscos
PIB. Produto Interno Bruto
PIN. Plano de Impactos Negativos
PDI. Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC
PDM. Plano Diretor de Mineração
pH. Potencial Hidrogeniônico
PMSP. Prefeitura Municipal de São Paulo
PMO. Prefeitura Municipal de Osasco
PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPRA. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

PRAD. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PRÓ-ATLÂNTICA. Programa Proteção da Floresta Atlântica - Paraná
PROSAN. Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba
PVC. Polyvinylchloride
RAL. Relatório Anual de Lavra
RCA. Relatório de Controle Ambiental
REPAR. Refinaria Presidente Getúlio Vargas
RIMA. Relatório de Impacto Ambiental
RMC. Região Metropolitana de Curitiba
RPPN. Reserva Particular do Patrimônio Natural
SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAD *South American Datum*
SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná
SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SERT- PR. Secretaria de Estado do Emprego e Relações do Trabalho - Paraná
SIG. Sistemas de Informações Geográficas
SIMAGRAN – PR. Sindicato da Indústria de Mármores e Granitos do Estado do Paraná
SISNAMA. Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNUC. Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SOGREAH. *Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques*
SPCC*. The State Pollution Control Comission*
SPG. Sociedade Privada de Gás.
SUDERHSA. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
NUCLEBRÁS. Empresas Nucleares Brasileiras SA
UFOP. Universidade Federal de Ouro Preto
UFPR. Universidade Federal do Paraná
UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas
USHG. Unidade de Serviços de Hidrogeologia.
UTM*. Universal Transverse Mercator*
UTP. Unidade Territorial de Planejamento
ZEMC. Zona Especial de Mineração Controlada
ZPM. Zona Preferencial para Mineração
ZBM. Zona Bloqueada para Mineração
ZCM. Zona Controlada para Mineração

Introdução

A Região Metropolitana de Curitiba apresenta grande complexidade nas questões de planejamento, envolvendo acelerada expansão urbana, ocupação de áreas potenciais para mineração, conflitos crescentes dos diferentes usos do solo e o comprometimento dos mananciais superficiais e subterrâneos.

Uma aspiração antiga da comunidade mineral do Paraná, o Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba foi concretizado na forma de um convênio do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, com a Minerais do Paraná SA - MINEROPAR, unindo recursos financeiros e humanos das duas instituições, além da participação efetiva de organismos estaduais voltados ao planejamento regional e ao meio ambiente, como a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba – COMEC, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, e o Instituto Ambiental do Paraná – IAP.

O Convênio de Cooperação Técnica DNPM – MINEROPAR (DNPM/DIRIN n° 17/2002), foi assinado em julho de 2002, com término em outubro de 2003. Este relatório apresenta o diagnóstico da mineração na Região Metropolitana de Curitiba, o conjunto de dados obtidos, as diretrizes e proposições, os mapas na escala 1:250.000 e o macrozoneamento para a mineração.

Considerando a metodologia adotada, o Plano Diretor de Mineração representa mais que um relatório de diagnóstico e proposições, mas a base de um sistema de informações para o gerenciamento da atividade mineral. Desenvolvido com a tecnologia dos sistemas de informações geográficas, permite uma utilização efetiva no processo de tomada de decisões, no dia a dia do planejamento regional, na fiscalização, no processo de licenciamento ambiental e no atendimento às necessidades de informações básicas do setor mineral. A facilidade de inserção de novos temas, atualização dos dados existentes e revisão dos produtos de integração, transforma a base de dados do PDM num instrumento dinâmico de múltiplo uso para o planejamento regional.

Os resultados do PDM são vistos como um incremento importante para as atividades do DNPM e das instituições estaduais relacionadas com a mineração e o planejamento territorial e ambiental na RMC. Esperam-se ações efetivas no setor mineral e resultados positivos no aproveitamento dos recursos naturais, em harmonia com o planejamento territorial e a proteção ambiental, visando em última análise melhorias na qualidade de vida da população.

Capítulo 1

A Região Metropolitana de Curitiba

1.1 – Localização

A Região Metropolitana de Curitiba (RMC) abrange uma área de 15.461 km^2, correspondente a 7,7% da superfície do Paraná, cujo território tem 199.709 km^2 (IBGE, 2000). Situa-se no leste do estado, na maior parte sobre o primeiro planalto, estendendo-se desde a fronteira com São Paulo até a divisa com Santa Catarina (figura 1). O território da RMC encontra-se entre as latitudes de 24°24' e 26°8' sul, e as longitudes de 48°30' e 50°14' oeste.

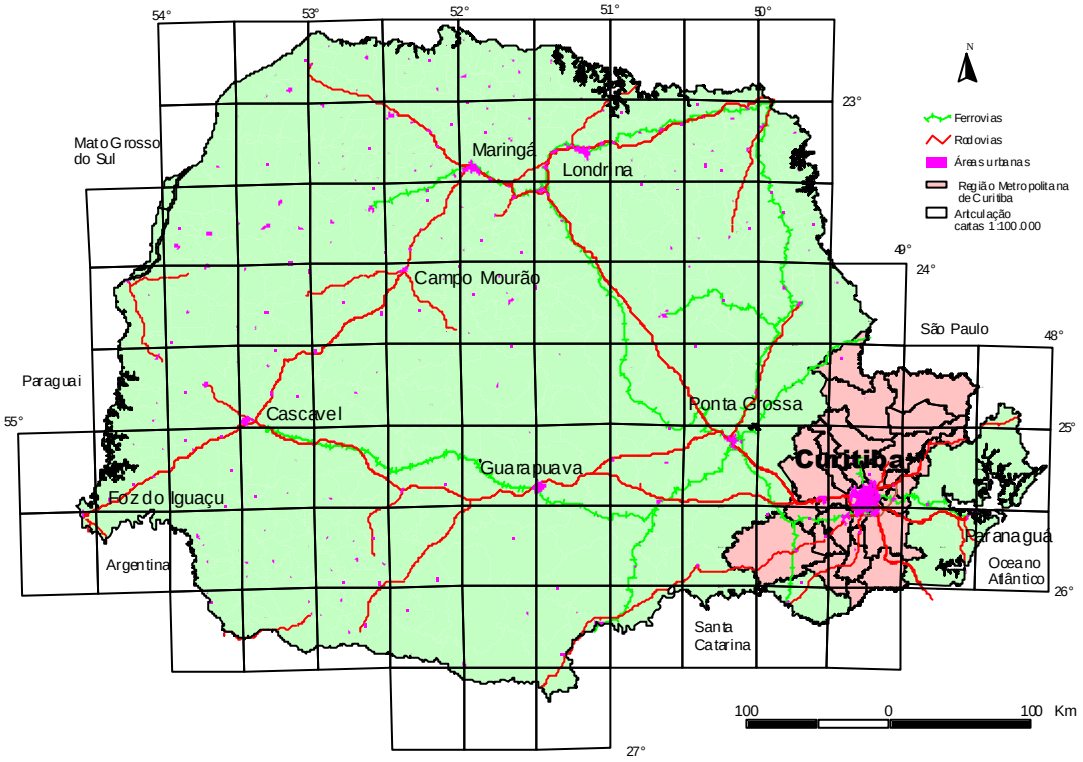


Figura 1– Localização da RMC no Estado do Paraná.

A RMC foi criada em 1973 com outras regiões metropolitanas brasileiras pela lei complementar 14, conforme o artigo 164° da Constituição Federal. Desde os 14 municípios de sua composição original, as incorporações e emancipações municipais e a urbanização acelerada levaram ao conjunto atual de 26 municípios, agrupados em torno de um núcleo urbano central. Em conseqüência à lei federal, o Paraná criou a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba – COMEC, em 1974 (lei estadual 6.517), cuja atribuição principal é promover o planejamento integrado desta unidade territorial (COMEC, 1999).

Na tabela 1 encontra-se a relação dos 26 municípios da Região Metropolitana de Curitiba com suas respectivas áreas. A figura 2 mostra sua distribuição geográfica.

Município	Área (Km^2)
Adrianópolis	1.342
Agudos do Sul	191
Almirante Tamandaré	191
Araucária	471
Balsa Nova	393
Bocaiúva do Sul	826
Campina Grande do Sul	541
Campo Largo	1.252
Campo Magro	278
Cerro Azul	1.341
Colombo	198
Contenda	301
Curitiba	436
Doutor Ulysses	787
Fazenda Rio Grande	115
Itaperuçu	350
Lapa	2.048
Mandirituba	381
Pinhais	61
Piraquara	225
Quatro Barras	182
Quitandinha	446
Rio Branco do Sul	817
São José dos Pinhais	944
Tijucas do Sul	672
Tunas do Paraná	672
Total	**15.461**

Tabela 1 – Municípios da RMC e respectivas áreas em km^2.

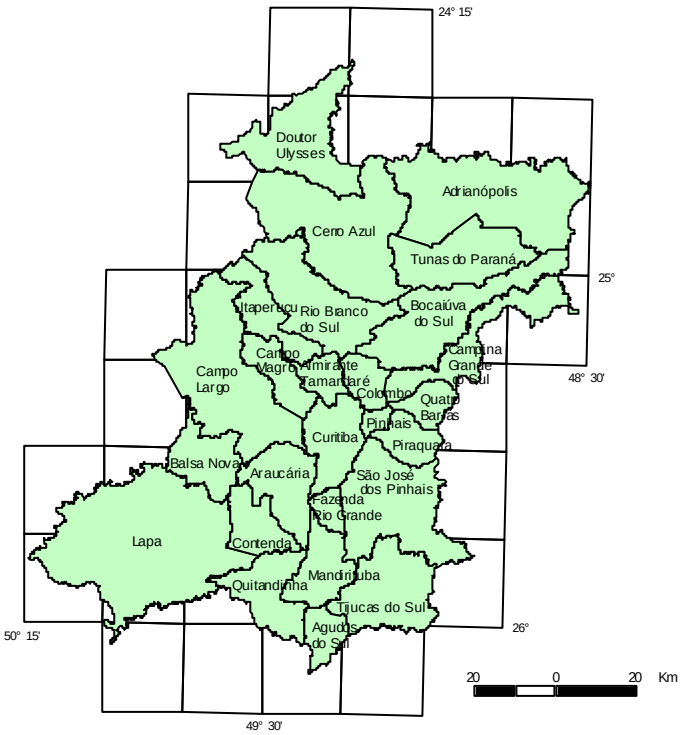


Figura 2 – Os municípios da Região Metropolitana de Curitiba.

1.2 – População

De acordo com o IBGE (2000), os municípios da Região Metropolitana de Curitiba concentram 2.768.394 habitantes, cerca de 29% da população paranaense, com uma densidade demográfica de 179 habitantes/km^2 (tabela 2). O processo de urbanização foi mais intenso nas décadas de 60 e 70, diminuindo substancialmente na década de 80 e praticamente se estabilizando nos anos 90. De acordo com o censo de 1970, a taxa de urbanização nesta unidade territorial era de 74%, passando a 88% em 1980 e estabilizando-se em torno de 91%, conforme os censos de 1991 e 2000 (COMEC, 2002).

Municípios	População residente, sexo e situação do domicílio					População residente com 10 anos ou mais de idade			
	Total	Homem	Mulher	Urbana	Rural	Total	Alfa-betizada	Não alfa-betizada	Taxa de alfabe-tização%
Paraná (total)	**9.563.458**	**4.737.420**	**4.826.038**	**7.786.084**	**1.777.374**	**7.752.774**	**7.088.061**	**664.713**	**91,4**
Adrianópolis	7.007	3.611	3.396	1.613	5.394	5.476	4.224	1.252	77,1
Agudos do Sul	7.221	3.800	3.421	1.466	5.755	5.630	4.983	647	88,5
Alm. Tamandaré	88.277	44.112	44.165	84.755	3.522	67.535	61.481	6.054	91,0
Araucária	94.258	47.504	46.754	86.111	8.147	74.209	70.344	3.865	94,8
Balsa Nova	10.153	5.184	4.969	3.186	6.967	8.183	7.647	536	93,4
Bocaiúva do Sul	9.050	4.766	4.284	3.562	5.488	7.092	6.251	841	88,1
Campina G. do Sul	34.566	17.570	16.996	25.973	8.593	26.907	25.033	1.874	93,0
Campo Largo	92.782	46.466	46.316	77.223	15.559	74.617	70.058	4.559	93,9
Campo Magro	20.409	10.376	10.033	2.501	17.908	15.891	14.521	1.370	91,4
Cerro Azul	16.352	8.483	7.869	3.916	12.436	12.564	9.863	2.701	78,5
Colombo	183.329	91.236	92.093	174.962	8.367	142.891	133.646	9.245	93,5
Contenda	13.241	6.698	6.543	6.320	6.921	10.654	9.940	714	93,3
Curitiba	1.587.315	760.848	826.467	1.587.315		1.328.398	1.286.711	41.687	96,9
Doutor Ulysses	6.003	3.169	2.834	701	5.302	4.464	3.534	930	79,2
Faz. Rio Grande	62.877	31.785	31.092	59.196	3.681	47.745	44.677	3.068	93,6
Itaperuçu	19.344	9.769	9.575	16.234	3.110	14.542	12.512	2.030	86,0
Lapa	41.838	21.180	20.658	24.070	17.768	33.776	31.167	2.609	92,3
Mandirituba	17.540	9.009	8.531	6.268	11.272	13.764	12.500	1.264	90,8
Pinhais	102.985	50.822	52.163	100.726	2.259	82.793	78.434	4.359	94,7
Piraquara	72.886	37.662	35.224	33.829	39.057	55.875	51.526	4.349	92,2
Quatro Barras	16.161	8.140	8.021	14.520	1.641	12.774	11.951	823	93,6
Quitandinha	15.272	7.989	7.283	3.046	12.226	12.221	10.982	1.239	89,9
Rio Branco do Sul	29.341	15.143	14.198	20.049	9.292	22.676	19.324	3.352	85,2
São J. dos Pinhais	204.316	102.412	101.904	183.366	20.950	162.033	153.663	8.370	94,8
Tijucas do Sul	12.260	6.466	5.794	1.846	10.414	9.583	8.446	1.137	88,1
Tunas do Paraná	3.611	1.920	1.691	1.421	2.190	2.690	2.036	654	75,7
RMC (total)	2.768.394			2.524.175	244.219	2.254.983	2.145.454	109.529	95,1

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

Tabela 2 – Dados demográficos, com a população separada por sexo, situação do domicílio e taxa de alfabetização. As cidades grifadas compõem o núcleo urbanizado central da Região Metropolitana de Curitiba. Os dados globais do Paraná estão representados para efeito de comparação.

A relação entre as populações rural e urbana mostra a heterogeneidade da Região Metropolitana de Curitiba, comparando-se os municípios altamente urbanizados do núcleo central (Curitiba, Pinhais, Colombo, Araucária, Campo Largo, São José dos Pinhais, Almirante Tamandaré e Fazenda Rio Grande) com os municípios periféricos, de características predominantemente rurais. Os oito municípios centrais, todos com mais de 50 mil habitantes, englobam mais de 93% da população urbana e cerca de 87% da população total da RMC.

Prevendo-se uma tendência de estabilização no crescimento urbano num cenário de 30 anos segundo uma projeção estatística (gráfico 1), estima-se na primeira década uma taxa média de crescimento de 2,15% ao ano, passando para 1,4% ao ano na segunda década e 0,75% na terceira. A população total se aproximaria de 3,5 milhões em 2010, 4 milhões em 2020 e 4,3 milhões em 2030. Conforme esta projeção a população de Curitiba passaria para 1,8 milhão de habitantes em 2010, 1,95 milhão em 2020 e 2,23 milhões em 2030. Apenas ao redor de 2020 a população dos demais municípios ultrapassaria a da capital (COMEC, 2002).

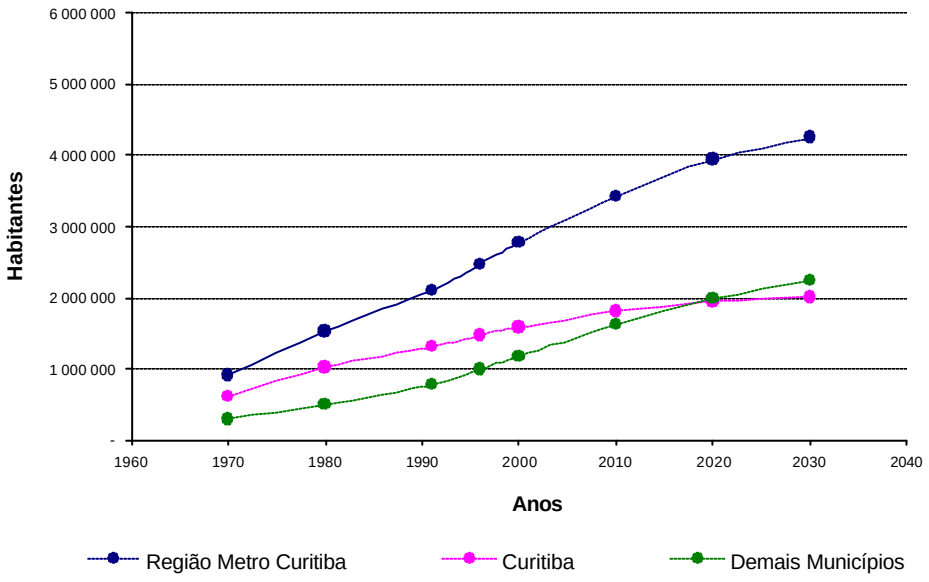


Gráfico 1 - Projeção de crescimento da população na Região Metropolitana de Curitiba – Fonte: consórcio COBRAPE – SOGREAH – HULT (COMEC, 2002).

1.3 – O Desenvolvimento Humano na RMC

O Estado do Paraná apresentou uma evolução positiva no seu índice de desenvolvimento humano e ocupa hoje a sexta posição no *ranking* brasileiro do IDH-M 2000 (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal), conforme o diagnóstico econômico e social elaborado pelo IPARDES (2003a). Numa visão geral, porém, os índices são inferiores aos dos municípios de estados vizinhos (São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). No Paraná concentra-se um grande número de municípios no recorte inferior ao IDH-M do Brasil (0,764), enquanto nos demais estados há grandes concentrações com índices superiores a 0,800, particularmente nas áreas metropolitanas. A distribuição espacial dos índices de desenvolvimento humano na RMC, segundo o levantamento do IPARDES (2003a), está grafada na figura 3.

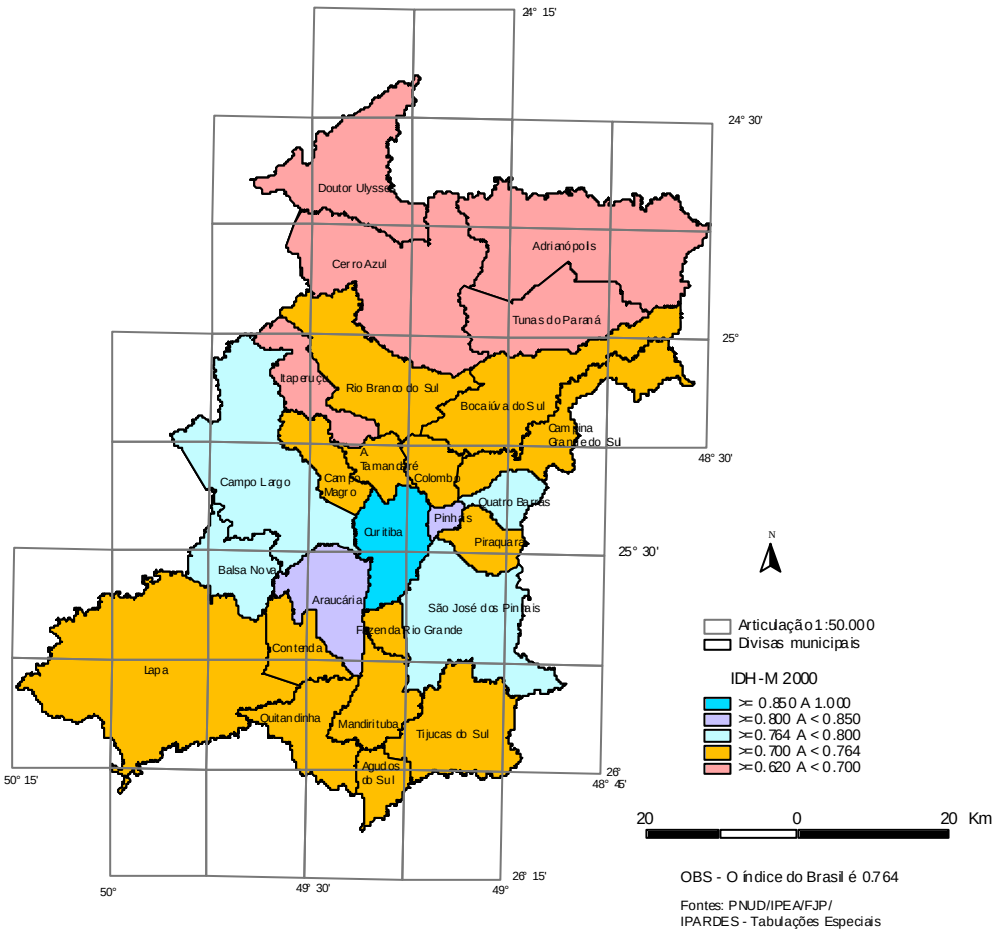


Figura 3 – Os municípios da RMC e seu respectivo índice de desenvolvimento humano (IDH-M 2000). Mapa gerado a partir de dados do IPARDES (2003a).

Em termos de distribuição da população, 33% dos paranaenses vivem em municípios com IDH-M inferior ao do Brasil. Nos estados vizinhos mencionados, os municípios nessa condição abrigam menos de 10% da sua população. Inversamente, no Paraná apenas 36% da população vive em municípios com alto desenvolvimento humano. Nos outros estados essa proporção é superior a 60%, chegando a 72% em Santa Catarina e São Paulo. A evolução do índice nas duas últimas décadas está relacionada ao desempenho da educação e da saúde, entre os elementos que o compõem. No entanto, a renda da população é o fator que melhor espelha os resultados finais do IDH-M, identificando situações de maior heterogeneidade entre os municípios e maior precariedade nas condições de desenvolvimento humano (IPARDES, 2003a).

Na Região Metropolitana de Curitiba, cuja capital apresenta uma projeção nacional e mesmo internacional de alta qualidade de vida, os indicadores do IDH-M 2000 refletem flagrante heterogeneidade e precariedade sócio-econômica. Os municípios com baixo IDH-M estão concentrados a norte, englobando Doutor Ulysses, Adrianópolis, Cerro Azul, Tunas do Paraná e Itaperuçu (na faixa de 0,620 a 0,700). Na faixa de 0,700 a 0,764, ainda abaixo do IDH médio do Brasil (0,764), estão outros 14 municípios. Considerando a faixa da média brasileira para cima, encontra-se Curitiba, isolada com IDH-M > 0,850, Araucária e Pinhais entre 0,800 e 0,850, e depois Campo Largo, Balsa Nova, São José dos Pinhais e Quatro Barras (0,764 - 0.800). Além das disparidades, o quadro é mais preocupante se levarmos em conta que o IDH médio do Brasil não é um fator de comparação favorável, pois situa o país na 74^{a} posição no mundo (ver figura 3).

1.4 - Aspectos Econômicos

Este item foi baseado na resenha econômica que faz parte do diagnóstico do PDI – Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC, realizado pela COMEC e executado pelo consórcio COBRAPE – SOGREAH – HULT (COMEC, 2002). Neste resumo são discutidos aspectos do desenvolvimento metropolitano, a situação atual e as tendências econômicas da RMC.

1.4.1 – A EVOLUÇÃO ECONÔMICA DO PARANÁ

A economia da erva mate, de base extrativista e rural, tornou-se a principal atividade econômica do Paraná na segunda metade do século XIX e início do século XX. Possibilitou a emancipação do Paraná de São Paulo em 1853 e o desenvolvimento e a consolidação de Curitiba como centro regional. Este ciclo econômico viabilizou a ligação ferroviária e a rodovia da Graciosa, entre Curitiba e Paranaguá, e financiou os fluxos migratórios desde o século XIX, principalmente de italianos, poloneses e ucranianos, cujas colônias ao redor da capital começaram a adensar o futuro território da região metropolitana.

O Paraná nesse período estava mais desenvolvido na região centro-sul, estendendo-se ao exterior por Paranaguá e para sudoeste pelo rio Iguaçu, em direção às regiões produtoras de erva mate do interior. No início do século XX Curitiba firmou-se como centro econômico regional. Em 1939 o município já respondia por 26,4% dos estabelecimentos industriais do Paraná, empregava 42,4% das pessoas, pagava 46,7% dos salários da indústria e gerava quase 50% do valor da transformação industrial paranaense.

Os novos rumos da industrialização do Brasil nos anos 70 e 80, com o desenvolvimento da agroindústria e com o aporte de capital privado, estatal e internacional, refletidos nos planos nacionais de desenvolvimento, definiram os limites de ampliação das economias regionais e também induziram um processo de desconcentração econômica relativa a partir do centro dinâmico de São Paulo.

Uma das bases desse modelo foi a modernização da agricultura, a partir da crescente industrialização de seus produtos e da mudança do padrão tecnológico, com a incorporação de tratores, colheitadeiras e insumos industriais. O vetor do processo foi a expansão da produção de soja e um de seus principais impactos consistiu na geração de fortes fluxos migratórios rurais, para outros estados e para a Região Metropolitana de Curitiba.

Outra base do modelo foi a diversificação da estrutura industrial do Paraná, com a incorporação de novos gêneros (ex.: a indústria metal mecânica) e a modernização dos gêneros tradicionais (ex.: produtos alimentares e madeira), através do avanço para estágios tecnologicamente mais sofisticados de processamento de matérias-primas e da ampliação das margens de valor agregado. Na caracterização dessa nova indústria merece destaque o caráter complementar em relação à estrutura industrial do país e a existência de empresas de grande porte voltadas para os mercados nacional e internacional, com tecnologia moderna e grandes escalas de produção.

Em decorrência do intenso processo de crescimento e diversificação, a participação da indústria da RMC no total do estado aumentou de 33,8% em 1970 para 51,2% em 1985. Paralelamente, com o aporte de intensos fluxos migratórios, a participação da população da RMC no total do estado aumentou de 12,6% em 1970, para 24,4% em 1990 e 29% em 2000.

1.4.2 - A FASE DE INTEGRAÇÃO À ECONOMIA BRASILEIRA

Na atual fase de desenvolvimento difuso da economia brasileira começou a definir-se um novo modelo de desenvolvimento regional da economia paranaense, principalmente a partir de meados dos anos 90. Este modelo pode ser caracterizado como de integração à rede de núcleos dinâmicos da economia nacional. Três eixos das transformações estruturais em curso evidenciam a caracterização da RMC, ou mais precisamente, de Curitiba e alguns municípios do círculo imediato, como uma das ilhas de produtividade brasileiras, apresentando crescimento e transformações na estrutura da indústria, expansão do setor de serviços e o desenvolvimento da área de ciência, tecnologia e inovação.

Crescimento e Transformação na Estrutura da Indústria

A intensidade e a natureza do fluxo de novos investimentos que ocorreram na economia paranaense na segunda metade da década de 90 estão redefinindo a forma de inserção da economia paranaense, e em particular da RMC, na dinâmica espacial da economia brasileira. Esses investimentos estão concentrados setorialmente na indústria metal-mecânica - montadoras e fornecedores do setor automotivo - e, espacialmente, na Região Metropolitana de Curitiba.

Diferentemente dos anos 1970-80, os novos segmentos da indústria metal-mecânica instalados na RMC possuem um grau mais avançado de relações interindustriais e, portanto, de sinergia em trajetórias de crescimento. A nova estrutura industrial da RMC contém um elevado potencial de desenvolvimento endógeno, muito superior ao observado no passado.

O perfil dos investimentos automotivos na região, diferente do que aconteceu nos anos 1970, promoveu a vinda de cerca de 46 empresas fornecedoras de primeira camada (sistemistas). Tal característica aumentou as relações interindustriais, abrindo maior possibilidade de interação com os fornecedores locais em condições de atenderem aos novos requisitos de suprimentos (qualidade, produtividade, *just-in-time*, inovação). Estima-se que no período de janeiro de 1996 a janeiro de 2001 os investimentos realizados no segmento automotivo da RMC tenham criado cerca de 12.000 empregos diretos e aproximadamente 30.000 empregos indiretos.

A Expansão dos Serviços

Ampliando essas possibilidades de diversificação das atividades econômicas, a fase atual de desenvolvimento da RMC, e em particular de Curitiba, marca a expansão dos serviços e do comércio, dado não só os efeitos diretos e indiretos dos investimentos realizados, mas também o fortalecimento de suas funções urbanas de metrópole regional.

A importância do setor terciário (comércio e serviços) na economia da RMC é destacada pela sua participação na renda e no emprego, além do elevado potencial de criação de novos negócios, sobretudo de suporte à atividade produtiva e de atendimento à crescente demanda populacional. Entre 1994 e 1999, apesar do intenso crescimento industrial, o valor adicionado nas atividades de comércio e serviços na RMC passou de 34,7% para 39,5% do total. No município de Curitiba esse aumento foi bem maior: de 42,7% para 52,0%.

O Desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação

Na nova dinâmica regional, a Região Metropolitana de Curitiba está se afirmando como um dos núcleos dinâmicos da economia brasileira, da região sul e do MERCOSUL, com tendências de

acentuar a integração externa. O movimento comercial externo da economia paranaense, correspondente ao total das exportações e importações, aumentou 53,3%, de US$ 6,6 bilhões para US$ 10,2 bilhões. A participação das exportações e importações no setor de material de transportes (veículos, autopeças, máquinas e equipamentos) fortemente concentrado na RMC em relação ao total do estado, aumentou respectivamente de 1,3% e 9,8% em 1996, para 23,4% e 25,9% em 2000. No período 1996-2000 esse segmento industrial respondeu por cerca de 85% e 42% do aumento verificado no total das exportações e importações estaduais, respectivamente.

A quase totalidade dos investimentos de natureza estruturante, modeladores das transformações que vão forjar o futuro do estado, está ocorrendo nessa região ou na sua área de influência direta (Ponta Grossa, Irati e Paranaguá, por exemplo). Entre 1996 e 2000, a participação do Produto Interno Bruto – PIB da RMC no total do estado cresceu de 39,3% para 41,8%.

Espacialmente, no interior da RMC novos investimentos estão se concentrando nos contornos sul (Cidade Industrial de Araucária – CIAR e Cidade Industrial de Curitiba - CIC), incluindo Fazenda Rio Grande e Mandirituba, e principalmente no leste, perpassando os municípios de São José dos Pinhais, Curitiba, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e Campina Grande do Sul. A oeste merece destaque a instalação de indústrias em Campo Largo.

Diferentemente dos anos 1970-80, o crescimento industrial recente extrapolou o âmbito da CIC e da CIAR e vem ocupando alguns eixos de forma intensa, cujos nichos fundamentais estão sendo ligados pelo contorno rodoviário: BR-277 (em direção a São José dos Pinhais - Paranaguá e Campo Largo); BR-376 (em direção a São José dos Pinhais e Joinville); BR-476 (Araucária); BR-116 (de Curitiba em direção ao sul para Fazenda Rio Grande e na direção nordeste para Pinhais, Quatro Barras e Campina Grande do Sul), além da Avenida Juscelino Kubitschek, na CIC, ligando a BR-277 - Oeste à BR-116 - Sul.

Verifica-se atualmente uma tendência de ocupação de indústrias e serviços de apoio logístico não somente nesses eixos, mas principalmente nos seus contornos, a exemplo do padrão atual de ocupação da avenida JK, e no futuro cada vez mais no contorno leste, que deve se afirmar como uma nova fronteira para a localização de atividades econômicas, reforçando os eixos já existentes.

1.4.3 - TENDÊNCIAS DE INSERÇÃO DA RMC NA ECONOMIA PARANAENSE

A constatação mais relevante sobre a RMC é a persistente tendência de forte concentração das atividades econômicas, dos postos de trabalho e da população em relação ao estado, já verificadas desde os anos 1970. Vários indicadores confirmam essa tendência:

- A participação do PIB da RMC no total do estado na década de 1990 aumentou de 39,1% em 1991 para 41,8% em 2000, mais concentrado no período 1996-2000;
- A participação da indústria de transformação do Paraná e da RMC na indústria brasileira, aumentou de 5,49% e 2,9% em 1996, para 6,04% e 3,3% em 2000, respectivamente;
- A participação do pessoal ocupado na RMC no total do estado aumentou de 22,47% em 1992 para 26,68% em 1999. No período 1996-1999 o aumento dessa participação foi mais expressivo na indústria de transformação, em outras atividades industriais, prestação de serviços, serviços auxiliares à atividade econômica e administração pública;
- A participação da população da RMC no total do estado na década de 90 aumentou de 24,14% em 1992 para 28,51% em 2000. Entre 1991 e 2000, enquanto a população do Paraná cresceu 13,2%, uma taxa inferior à do crescimento vegetativo da população brasileira, a RMC aumentou 32,3%. Estima-se que entre 2000 e 2005 a população da RMC terá um acréscimo de 61 a 83 mil pessoas/ano. Esse fato mostra a persistência dos fluxos migratórios para a RMC. O município de Curitiba recebe o maior volume populacional, no cômputo geral, mas apresenta uma troca líquida negativa de habitantes, expulsando contingentes populacionais para os municípios vizinhos.

Quando comparada com outras regiões metropolitanas brasileiras é preciso realçar que a RMC é muito heterogênea, pois engloba municípios cujas taxas de urbanização não superam 50% e são caracterizados como eminentemente rurais, a exemplo de Adrianópolis, Agudos do Sul, Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Mandirituba, Quitandinha, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná. A população rural da RMC em 2000 alcançou cerca de 244 mil habitantes, e estima-se que o pessoal ocupado nas atividades agropecuárias situa-se entre 80 e 90 mil pessoas.

A RMC concentra cerca de 33% do total de desempregados existentes no Paraná. Em relação ao total do estado essa proporção é superior à participação da população (27,61% em 1999), à população economicamente ativa (27,26%) e ao pessoal ocupado na RMC (26,68%). Essa proporção também contrasta com o maior dinamismo relativo das atividades econômicas da RMC em relação ao interior. Uma possível explicação decorre de:

- As atividades econômicas mais dinâmicas da RMC geram relativamente poucos empregos em relação ao valor agregado de sua produção;
- Transformações que vêm ocorrendo nos processos de produção e na organização das empresas, pela incorporação de tecnologia e pelas dificuldades de reciclagem de profissionais, gerando aumento de desemprego;
- A persistência de uma onda de migrantes, ainda em grande parte com características pessoais (idade, grau de escolaridade, especialização profissional, etc.) com baixo potencial de empregabilidade.

1.5 – Infra-Estrutura

1.5.1 - ENERGIA ELÉTRICA

O Paraná possui uma capacidade instalada de 19.628 MW, sendo 4.528 MW gerados pela COPEL, 2.500 MW pela GERASUL, e 12.600 MW pela ITAIPU BINACIONAL (Brasil – Paraguai). Esta usina deverá ter sua capacidade ampliada para 14.000 MW em 2004, quando o número de turbinas chegar a 20. A COPEL GERAÇÃO SA conta com 18 usinas, sendo 17 hidrelétricas e uma termelétrica (situada em Figueira). A COPEL TRANSMISSÃO SA coordena um sistema composto por subestações e linhas nas tensões de 69 KV a 500 KV, com mais de 6.763 km de linhas e 122 subestações. A COPEL DISTRIBUIÇÃO SA atende 392 dos 399 municípios do Paraná, com 2.937.575 clientes em 2001 (COPEL, 2001).

Esta capacidade instalada e um eficiente sistema de transmissão disponibilizam energia elétrica para todo o Paraná, além de permitir a exportação do excedente para outros estados. Na Região Metropolitana de Curitiba a COPEL atende 911.992 consumidores, sendo 775.443 residenciais, 102.733 comerciais e industriais e 33.826 consumidores rurais (COPEL, 2001, *in* IPARDES, 2003b).

O consumo de energia elétrica na RMC atinge cerca de 6.221.479 MWH, na maior parte destinado ao consumo industrial. Curitiba, com 3.386.910 MWH, representa 54,43% do consumo. As outras municipalidades com alto consumo de energia elétrica incluem São José dos Pinhais, com 9,89% da RMC, Araucária com 9,75% da RMC e Rio Branco do Sul com 6,92% da RMC (COPEL, 2001, *in* IPARDES, 2003b).

A única usina em operação no território da RMC é a Usina da Chaminé, situada no município de São José dos Pinhais, com capacidade de 36 MW. A Usina Capivari – Cachoeira (260 MW) está situada no município de Antonina, mas conta com o reservatório situado no primeiro planalto, no município de Campina Grande do Sul. Além da energia proveniente dos sistemas hidrelétricos dos rios Iguaçu e Paraná, foi inaugurada recentemente uma usina termelétrica a gás em Araucária, para aproveitamento do gás natural boliviano (COPEL, 2003).

1.5.2 - COMBUSTÍVEIS

No município de Araucária está situada a refinaria Getúlio Vargas da PETROBRAS, com uma capacidade de processamento de 196.000 barris de petróleo/dia, o que perfaz 12% do total nacional. A refinaria iniciou as operações em 1977, com a produção concentrada em Gás Liquefeito de Petróleo - GLP, gasolina, diesel, querosene, asfalto e nafta. A importância econômica do pólo de refino fica evidente no montante anual de R$ 1,3 bilhões em impostos recolhidos (PETROBRAS, 2003). Além da refinaria e dos oleodutos interligando Araucária com Paranaguá e São Francisco do Sul (SC), a RMC conta desde 2000 com a COMPAGÁS, empresa especializada na distribuição de gás natural canalizado proveniente da Bolívia. Atualmente esta empresa possui 250 km de dutos, servindo na RMC às regiões de Curitiba, Araucária, Campo Largo e São José dos Pinhais (COMPAGAS, 2003).

1.5.3 - TRANSPORTES

A Região Metropolitana de Curitiba está integrada ao sistema de transportes nacional com base em quatro rodovias federais e diversas rodovias estaduais (figura 4). A BR-116 representa a principal via de ligação com São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No sentido leste – oeste, a região é atravessada pela BR-277, que demanda Paranaguá a leste e Foz do Iguaçu a oeste, na fronteira com o Paraguai. Outras rodovias federais são a BR-376, que faz ligação com a BR-101 em Santa Catarina, e a BR-476, no sentido sudoeste-nordeste (IPEA, 2002).

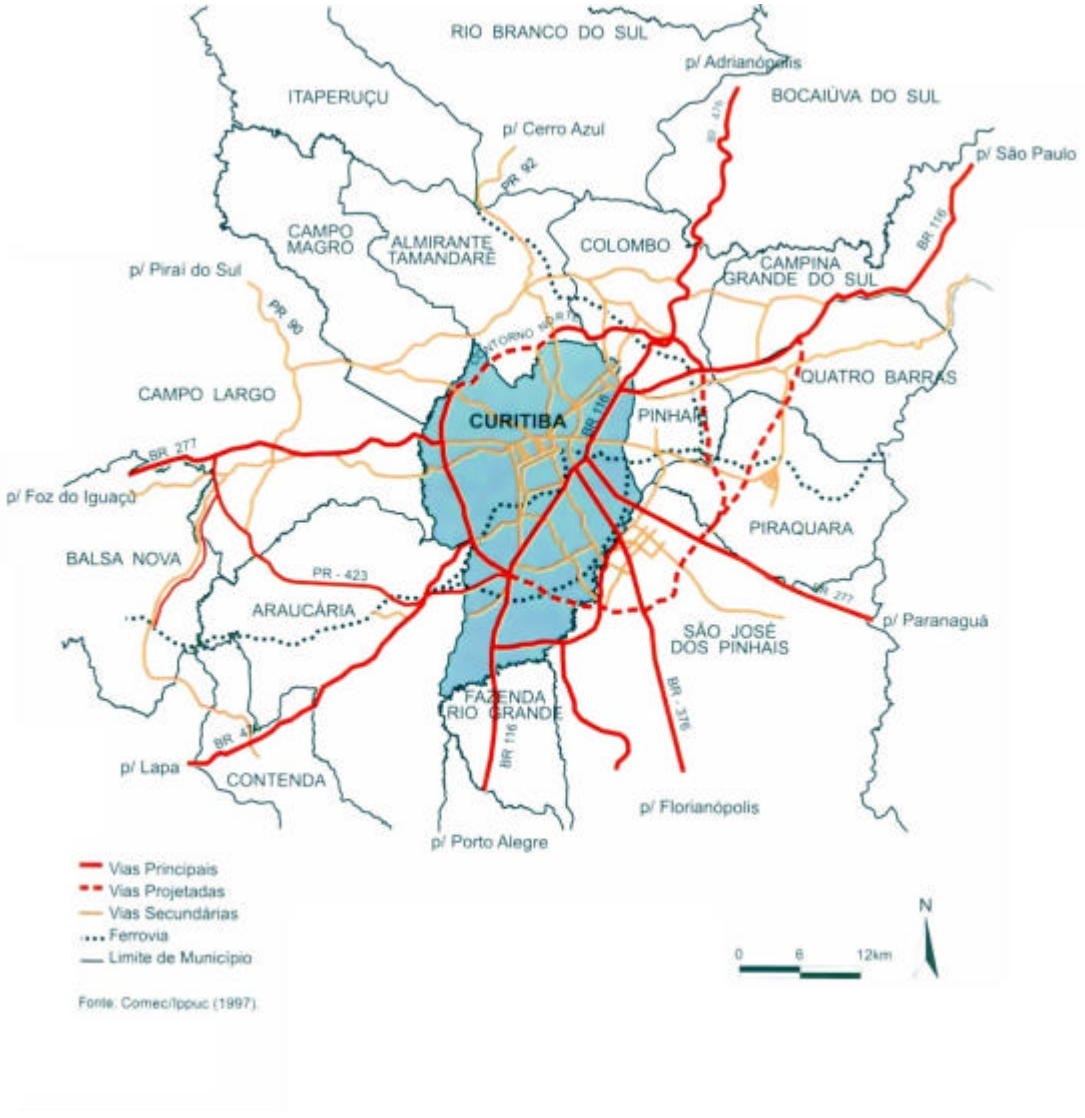


Figura 4 - Configuração da rede viária no entorno de Curitiba, com as principais rodovias federais e estaduais que interligam as sedes municipais da RMC ao sistema viário nacional (Fonte: IPEA, 2002).

Na região de Curitiba está em fase de conclusão o sistema de contorno rodoviário (contornos sul, leste e norte), interligando as rodovias e circundando as principais áreas urbanas para desvio do tráfego pesado. As rodovias federais representaram um fator de indução de crescimento urbano, mas acabaram por criar barreiras físicas que dificultam a expansão das sedes municipais (IPEA, 2002).

Além das rodovias federais, o sistema de transportes é dependente das rodovias estaduais entre as sedes urbanas, como a Rodovia do Cerne (PR-090) ligando Curitiba a Campo Magro, a Rodovia dos Minérios (PR-092) entre Curitiba, Almirante Tamandaré, Rio Branco do Sul e Cerro Azul, e a PR-415 entre Curitiba, Pinhais e Piraquara. A PR-423 interliga Campo Largo e Araucária (ver figura 4). As rodovias estaduais podem ser classificadas como regulares, de modo geral sucateadas, na maior parte com pistas simples e altos volumes de tráfego. O índice de rodovias pavimentadas é relativamente baixo, se comparado com estados como São Paulo e Rio de Janeiro (IPARDES, 2003a).

Recentemente o Estado do Paraná adotou em conjunto com a União um modelo de concessão de rodovias para a iniciativa privada criando o chamado anel de integração, cujos contratos estão sob contestação do atual governo estadual. Na RMC estão inseridos neste modelo os dois trechos da BR-277, de Curitiba a Paranaguá e de Curitiba a Campo Largo e Ponta Grossa, além do trecho Araucária – Lapa da BR-476, que são pedagiados e com boa situação de pavimento. Algumas vias são duplicadas (BR-277, BR-376, BR-116), ou parcialmente duplicadas, em trechos urbanos.

A RMC é cortada por um corredor ferroviário que permite o escoamento de grande parte da produção agroindustrial do terceiro planalto pelo porto de Paranaguá (desde o oeste em Cascavel e desde o norte em Apucarana, passando por Ponta Grossa). Parte deste trajeto está materializado pela histórica ligação Curitiba – Paranaguá, construída no século XIX. Na RMC existe ainda um ramal que liga Pinhais a Rio Branco do Sul, grande produtor de rochas calcárias e um dos maiores pólos cimenteiros nacionais (IPARDES, 2003a). A malha ferroviária paranaense está integralmente concessionada à iniciativa privada e apresentou uma melhoria de produtividade, sem qualquer aumento na extensão da rede. Os ganhos se deram por investimentos em gestão, em logística operacional e em equipamentos de tração (PELLENZ, E. com. verbal, 2003).

1.5.4 - ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO

A SANEPAR é a companhia encarregada do abastecimento de água e saneamento no Paraná, com algumas empresas menores atuando no âmbito de alguns municípios. Na Região Metropolitana de Curitiba os dados da companhia indicam um total de 617.098 ligações de água (SANEPAR, 2002, *in* IPARDES, 2003b).

A empresa tem desenvolvido programas de saneamento ambiental com financiamento internacional em conjunto com outras instituições estaduais, como o PROSAN – Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba. Neste programa, já concluído, foram investidos mais de US$ 250 milhões, com a implantação de 1.290 km de rede de esgoto e a construção da barragem do rio Irai, a leste de Curitiba, além de 20 estações elevatórias e 8 estações de tratamento de esgoto. O programa em andamento, denominado PARANASAN, envolve a continuidade de obras de tratamento e saneamento ambiental na região metropolitana e no litoral, prevendo investimentos externos num total superior a US$ 521 milhões. Além dos programas de investimentos em represas, ocupando gradativamente as áreas de mananciais do entorno de Curitiba, a SANEPAR desenvolve o aproveitamento do aqüífero subterrâneo do karst, nas rochas calcárias do Grupo Açungui, principalmente nos municípios de Colombo e Almirante Tamandaré (SANEPAR, 2003).

A questão do aproveitamento dos mananciais superficiais é fundamental no ordenamento territorial da RMC, conforme ressaltam ANDREOLI *et al* (1999). Segundo estes autores, as projeções para um horizonte de 50 anos indicam que será necessário desenvolver de 83 a 100% da

disponibilidade hídrica da bacia do Alto Iguaçu, se não houver uma degradação destes mananciais, o que lamentavelmente vem ocorrendo. Outras possibilidades futuras incluem os rios da Várzea e Açungui. O consumo de água *per capita* na RMC é calculado em 200 l/hab/dia, devendo declinar até 2020 para cerca de 180 l/hab/dia. A estimativa de demanda total na RMC, projetada até 2020, encontra-se na tabela 3.

Ano	Demanda (l/s)
2000	7.532
2005	8.718
2010	9.806
2015	11.149
2020	12.744

Tabela 3 - Estimativa de consumo de água na RMC (l/s)
de 2000 a 2020. Modificado de DALARMI (1995).

Atualmente o sistema do Alto Iguaçu tem dois locais de captação. A captação Iraí com capacidade de 800 l/s e a captação Iguaçu, com capacidade de 3.000 l/s. Situado na região oeste de Curitiba existe o reservatório do Passaúna, com capacidade de 2.000 l/s. Além destes sistemas, as águas subterrâneas do aqüífero karst estão em regime de aproveitamento com capacidade nominal de 600 l/s (SANEPAR, 2003).

1.6 – Aspectos Fisiográficos

A Região Metropolitana de Curitiba está situada na maior parte sobre o primeiro planalto do Paraná, entre a Serra do Mar a leste e a escarpa devoniana a oeste (MAACK, 1968). A região de maior urbanização situa-se principalmente sobre a bacia de Curitiba (constituída de sedimentos recentes) e sobre os terrenos gnáissico-migmatíticos do sul do primeiro planalto, com relevo plano, suavemente ondulado, onde predominam altitudes em torno de 900 m. Na figura 5 observa-se um modelo digital de elevação da RMC, mostrando os grandes compartimentos geomorfológicos.

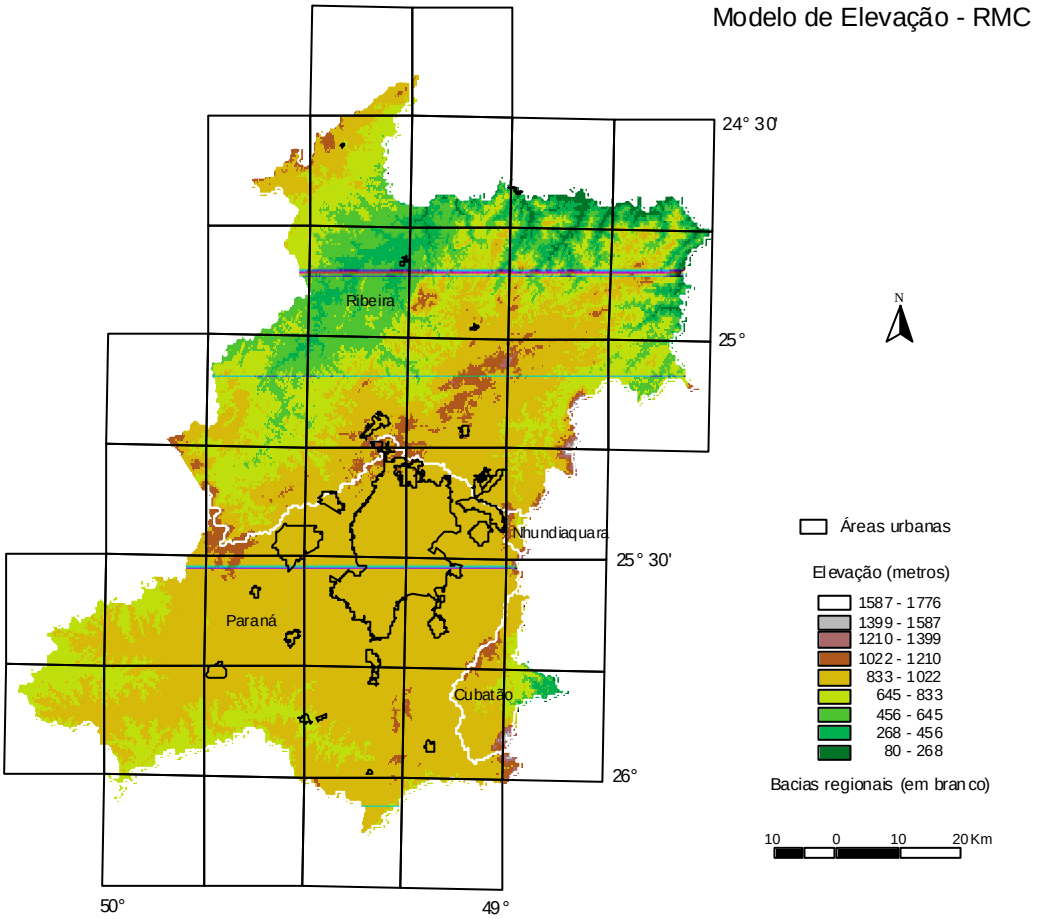


Figura 5 – Modelo digital de elevação da RMC, obtido a partir das curvas de nível e pontos cotados das cartas topográficas na escala 1:50.000. Observa-se a dominância de relevo suave no centro-sul, onde estão as áreas urbanizadas, e o relevo montanhoso a norte, na direção do Vale do Ribeira. A leste encontram-se as maiores elevações da Serra do Mar. No limite oeste estão as áreas mais planas correspondentes ao domínio das rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

A escarpa de São Luís do Purunã, a oeste, é formada pelos sedimentos paleozóicos da Bacia do Paraná, cujas altitudes alcançam cerca de 1.200 m, declinando suavemente para oeste. A norte de Curitiba o relevo é montanhoso e com vales encaixados, desenvolvidos sobre os cinturões metamórficos altamente deformados dos grupos Setuva e Açungui, reduzindo-se as altitudes gradativamente até cerca de 140 m no Vale do Ribeira. Na Serra do Mar as maiores altitudes correspondem aos maciços graníticos (Anhangava, Graciosa, Marumbi e Agudos). Em Campina Grande do Sul encontra-se o ponto mais elevado, o Pico Paraná, no maciço da Graciosa (cerca de 1.850 m de altitude).

O clima da região do planalto pode ser classificado como Cfb – chuvoso, temperado quente, sempre úmido. A norte, no Vale do Ribeira, a situação climática é compatível com Cfa - chuvoso tropical, sempre úmido. A Serra do Mar constitui uma barreira para os ventos de sudeste e sobre esta feição de relevo a temperatura média anual é de 14°C, chegando no planalto a 16°C. Tanto no planalto como na Serra do Mar ocorrem geadas (MAACK, 1968).

A cobertura vegetal original do Paraná era representada na RMC pela floresta de araucárias, na porção do primeiro planalto, ocorrendo em média entre 800 e 1.200 m de altitude. Esta cobertura vegetal tem nas geadas um componente climático determinante para a florística. Sobre as encostas da Serra do Mar e parte do Vale do Ribeira encontra-se a floresta atlântica, subdividida em diversas formações florestais (PRÓ-ATLÂNTICA, 2002). Além das áreas de florestas, a RMC abrange os terrenos de campos naturais da bacia de Curitiba e da escarpa devoniana. Na figura 6, observa-se a distribuição das unidades fitogeográficas mais representativas do Paraná.

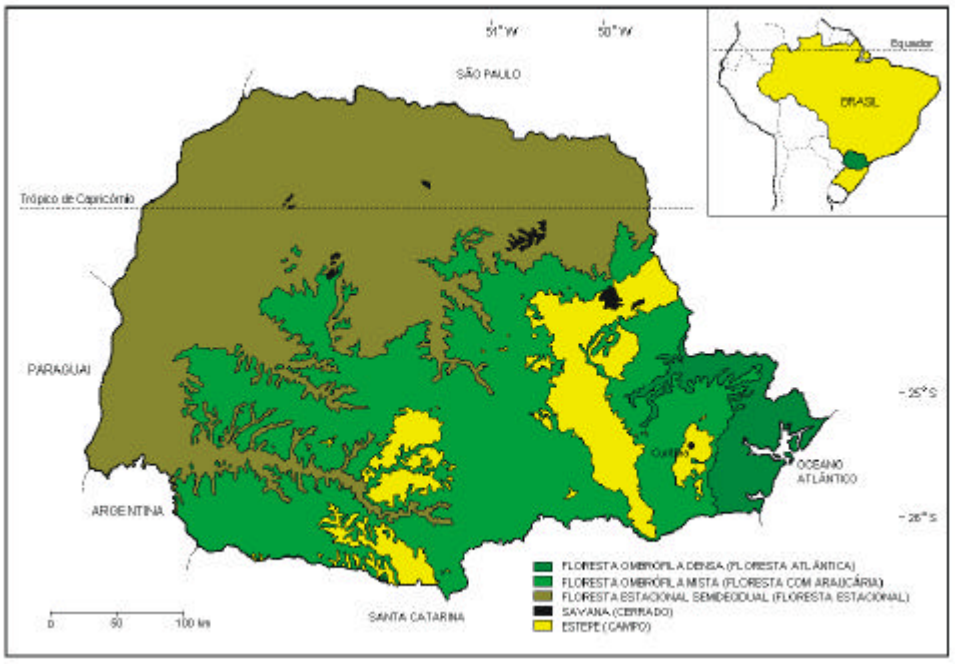


Figura 6 – Abrangência das unidades fitogeográficas originais do Paraná (MAACK, 1950, *in* PRÓ-ATLÂNTICA, 2002).

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 Capiru	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, fuchsita quartzitos, quartzo xistos, metarenitos e metarcósios, com intercalações de magnetita-mica-quartzo xistos, mica-quartzo xistos e metacherts (APIcq);

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 antipertítico 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 brasiliana.

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 cumulatos 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 finas 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 toleiíticas; metaperidotitos, serpentinitos, xistos magnesianos, metapiroxenitos e gabros.

Estruturas. Os metassedimentos do Grupo Açungui, em contato com as rochas deste compartimento, encontram-se efetados 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 porfiríticos, encaixados em xistos aluminosos, seqüências paragnáissicas com biotita gnaisses, mica xistos, quartzitos, e freqüentes intercalações de anfibolitos 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 cataclasado, 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 porfirítica	Idêntico a Nagib Silva e Areia Branca. Microfraturado ou muito cataclasado.
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 caulinização	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 anfibólios 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 gnaisse 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 gnaisse, mica-quartzo xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito (APImge);
- Migmatitos oftálmicos, com paleossoma de biotita gnaisse, biotita-hornblenda gnaisse e hornblenda gnaisse, 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 cataclasados, rosados, com variações locais para gnaisses graníticos e migmatitos cataclasados (APImgc);
- Gnaisses ocelares, interdigitados com migmatitos estromáticos, com ocorrência de gnaisses fitados e leucocráticos e xistos feldspáticos (APImga);
- Migmatitos leptiníticos (APImgl);
- Noritos, enderbitos, charno-enderbitos, gnaisses, meta-quartzo dioritos, metadioritos, metagabros, incluindo serpentinitos e esteatitos (APIgr).

Litologias. Os gnaisses e migmatitos, anfibolitos, 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, anfibolitos 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-alcalinas: uma tonalítica (norito-enderbítica) 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 anfibólios 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-alcalina granodiorítica de médio potássio e cálcio-alcalina 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 calcioalcalina-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 anfibólios de gnaisses produziram idades brasilianas, 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 mármores 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, mármores, 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 (PMspc);

- Mármores calcíticos 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, subsidiriamente 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) mármores puros e impuros, mica xistos (PMsac);
- Fácies vulcano-sedimentar (Fácies São Silvestre), formado por quartzo-mica xistos (biotita, clorita, muscovita), quartzitos, metamargas, mármores impuros, metaandesitos, metatufitos básicos e metabasitos e xistos manganesíferos (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 mármores 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 manganesíferos indica-se uma deposição em ambiente marinho profundo. O fácies carbonático apresenta mármores 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 D_1 e o segundo metamorfismo regional é um retrometamorfismo para o fácies xisto verde inferior, associado ao estágio final da deformação D_1, 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 (Sn) bem desenvolvida e de aspecto anastomosado, com direção NE. Os calcioxistos são constituídos por quartzo, carbonatos, clorita e sericita e exibem uma xistosidade proeminente (Sn) 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 (Sn), 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 (Sn) 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 mármores 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 mármores Água Clara com um granito brasiliano. 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 km^2. 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 rítimicas. 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, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, quartzitos e mica xistos, afetadas por posterior migmatização (gnaisses 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 gnaisses 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 gnaisses calciossilicáticos. Os mármores são esbranquiçados ou róseos, raramente cinzentos. Formam enclaves lenticulares nos xistos e gnaisses, com acamamento concordante com as encaixantes. Além da dolomita, contém flogopita, quartzo, pirita, diopsídio, tremolita, escapolita, clorita, titanita e leucoxênio.

Os xistos e gnaisses 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 gnaisses são homogêneos, de bandamento regular e planar. As bandas essencialmente anfibolíticas 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 gnaisses 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 ectinitos mostram duas orientações regionais predominantes: N70°-90°E e N60°-90°W. O paralelismo de S_o 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 anfibólios dos gnaisses acusaram idades de 1.380 ± 45 m.a. (CORDANI e BITTENCOURT, 1967), o que indica a origem pré-brasiliana 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 brasilianos 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 Brasiliano. Uma sucessão de metarritmitos sílticos, síltico-arenosos e metacalcários representa a maior espessura do pacote, que se estrutura em antiforma 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°5'15" e 25°21'40" de latitude sul e 49°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 trasncorrente 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 anfibolito, 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 km^2, 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^o-70^{o}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 dominantemente calcíticos, com menores proporções de metacalcários dolomíticos, sendo explotados 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 P_2O_5. 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 síltico-argilosos, incluindo metassiltitos, mica xistos, filitos grafitosos, metarritmitos, ardósias, sericita xistos, quartzo xistos, com intercalações de lavas e tufos básicos metamorfizados (PSavs);
- Mármores 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);
- Metagrauvacas 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 estaurolita-muscovita-biotita xistos e mica xistos (PSavx).

A Formação Votuverava foi descrita por BIGARELLA e SALAMUNI (1958), sendo constituída de filitos, metacalcários, mármores, 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) mármores e metapelitos. Os mármores 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, mármores dolomíticos, metadolomitos e metarenitos. Os mármores 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);
- Mármores 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 km^2; e a de Socavão, a norte, com 55,3 km^2. 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 dominantemente por metarenitos arcosianos 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 mármores 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 mármores 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 SiO_2 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 CO_2. 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 D_2, 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 m^3 na área de Itaiacoca e 2,9 milhões de m^3 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 freqüência 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, hornfélsicos (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 toleiítico 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 reliquiares, sendo provavelmente rochas intrusivas e seus protolitos ígneos derivados de fontes mantélicas, possivelmente relacionados ao ambiente geotectônico de bacia de retroarco.

- Metabasitos, anfibolitos e anfibólio xistos (PSmb).

2.1.4.8 - GRANITOS PORFIRÓIDES

Estes corpos formam imensos batólitos de granitos porfiríticos 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 km^2, 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 graisens.

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 porfirítica. 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 km^2, 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 intempérica 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 Itapirapuã 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-alcalinas e uma alasquítica. A primeira aflora no centro-norte e nordeste do complexo, formada por dioritos, quartzo-monzodioritos, granodioritos, monzogranitos e sienogranitos. A outra associação cálcio-alcalina aflora ao sul e engloba granodioritos, monzogranitos e pórfiros. A linhagem alasquítica é formada por álcali-feldspato granitos, representada pelos granitos Carambeí e Joaquim Murtinho.

Petrologia. As rochas das assembléias cálcio-alcalinas 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 alasquítica são fortemente empobrecidas em Ca, Mg, Ba, Sr e P e são enriquecidas em SiO_2, 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 Brasiliano, o que caracteriza um magmatismo pós-colisional. As linhagem cálcio-alcalinas sugerem um ambiente de arco vulcânico, mas as rochas da linhagem alasquítica 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 km^2, 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 porfiríticas, 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 isótropos nas porções mais centrais e mais cataclasados nas bordas. Os litotipos mais comuns apresentam granulação média, equi a inequigranulares, raramente porfiríticos, leucocráticos e de coloração cinza-clara. Essas rochas apresentam normalmente textura granular hipidiomórfica, constituídas por quartzo (5 - 30%), feldspato alcalino (20 - 60%, normalmente pertítico), 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 granitóides 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 Sr^{87}/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 m^3. Na borda SE do maciço, no município de Garuva, são produzidos apenas paralelepípedos. No Quiriri, há explotação de caulim.

GRANITO MARUMBI (PEg6)

Litologias. Descrito originalmente por MAACK (1961) e CORDANI e GIRARDI (1967), ocupa uma superfície de 80 km^2, 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 homogêneos, leucocráticos, 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 pertítico e plagiclásio 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 km^2, distribuindo-se a leste da Formação Guaratubinha. Seus limites foram estabelecidos por MURATORI *et al* (1969). Este granito apresenta fácies leucocráticos, 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 km^2, 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. Acrescente-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-K_2O, 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 Sr^{87}/Sr^{86} 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 Brasiliano.

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-alcalinos, 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-alcalinos 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 correponderia a granitos pós-colisionais (550-500 m.a.), gerados em níveis profundos da crosta, referindo-se à fase francamente distensional. Seriam exemplos os granitos alcalinos 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 km^2 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 K_2O, 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 km^2. Tem forma oval, com eixo maior de direção norte, discordante da estruturação 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
Condiciona-mento 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 Intru-são/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, limoni-tização, cloritização, argilização, piritiza-ção, 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 quartzo-monzonitos e granitos porfiríticos e alaskíticos com textura granofírica. Os tipos porfiríticos 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 km^2. 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 WO_3. A pesquisa foi interrompida nesta fase. (IPT, 1984, *in* MELLO, 1988). Na tabela 6 são resumidas as caraterísticas 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 rúptil. 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, caulinização, 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 dominantemente 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 cataclasados; 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 Capiru. 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 km^2 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 (porfiríticos), 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, porfiríticos 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 porfiríticos 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

síltico-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 arcosianos (PEcs);
- Conglomerados polimíticos com matriz arcosiana e arenitos arcosianos (PEcg).

Esta sequência sedimentar molássica ocorre a noroeste de Campo Largo, contígüa 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 Brasiliano. As litologias da Formação Camarinha compreendem siltitos, conglomerados polimíticos, arcósios e argilitos, exibindo passagens rítmicas entre si. Sem evidências de metamorfismo e recristalização, esta seqüência mostra-se dobrada em estruturas dos tipos anticlinal e sinclinal, cujos eixos têm caimento para NE e os flancos mergulham em ângulos de 30^{o} a 80^{o} 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 Brasiliano.

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 arcosianos 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 Brasiliana. 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 km^2, 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, palinomorfos, 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 dominantemente 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 ritmito 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 palinomorfos, que situam a formação no Permiano Médio.

2.1.4.17 - GRUPO GUATÁ

Este grupo foi denominado por GORDON Ɉ. (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 pesquisou de detalhe sore 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 pulasquitos. 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);
- Fonolitos, tinguaítos 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 semidetalhe 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 arcosiana.

Lentes de arcósios e areias arcosianas, 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 dominantemente 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 sequência 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 dominantemente 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 síltica 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 aqüíferas e o respectivo potencial hidrogeológico do estado são as seguintes (SUDERHSA, 1998):

Unidades aqüíferas	Exposição Km^2	Potencial hidro-geológico $l/s/km^2$	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 aqüíferas e potencial hidrogeológico no Paraná (SUDERHSA, 1998).

Nesta classificação, o aqüífero 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 aqüífero karst abrange as rochas carbonáticas indiscriminadas das Formações Capiru, Votuverava e Itaiacoca. Nos aqüíferos 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 $l/s/km^2$, bem superior às demais unidades referidas. Na Região Metropolitana de Curitiba já existe aproveitamento parcial deste aqüífero 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.

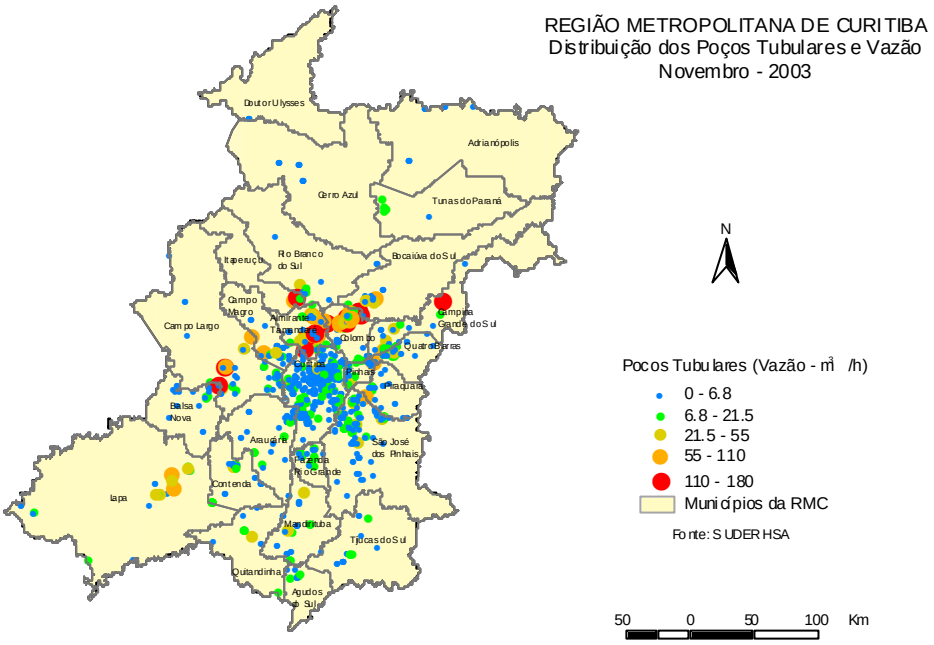


Figura 7 – Poços tubulares e vazão na RMC. Fonte: SUDERHSA (agosto/2003).

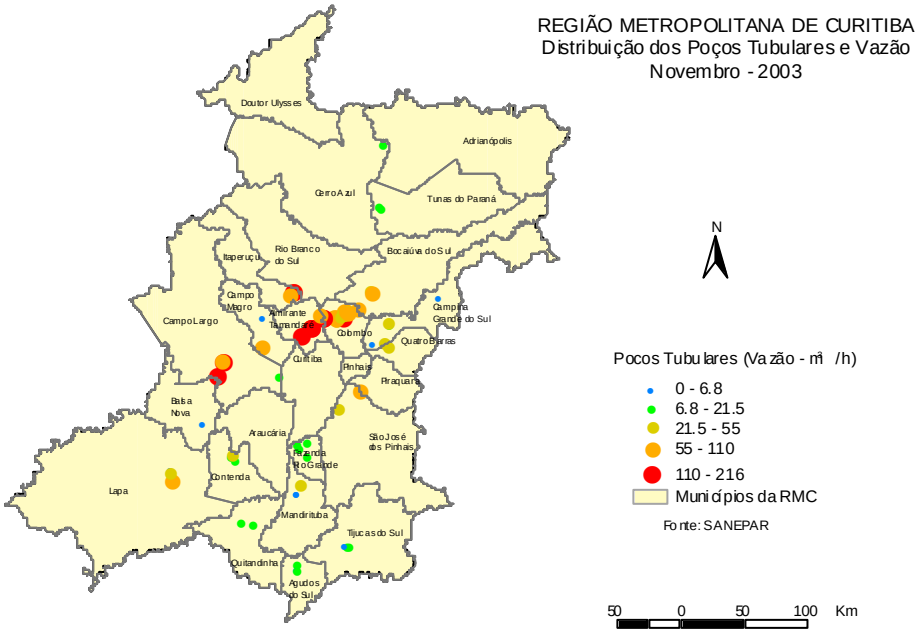


Figura 8 - Distribuição e vazão dos poços tubulares da SANEPAR na RMC. Fonte: USHG – Unidade de Serviço de Hidrogeologia da SANEPAR (agosto/2003).

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 aqüífero karst, a norte de Curitiba, ou nas rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

2.2.3 – DISTRIBUIÇÃO DOS AQÜÍFEROS NA RMC

Considerando o conteúdo litológico das unidades geológicas da RMC, foi feito um enquadramento das várias seqüências e interpretada uma classificação de aqüíferos. 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 aqüíferos.

As vazões demonstram a compartimentação hidrogeológica, com os maiores valores no aqüífero 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 aqüífero denominado cristalino, ou Pré-Cambriano, com vazões médias de 9,73 m^3/h. Os dados de vazões fornecidos pela SANEPAR e pela SUDERHSA, discriminados por aqüífero, encontram-se nas tabelas 10 e 11.

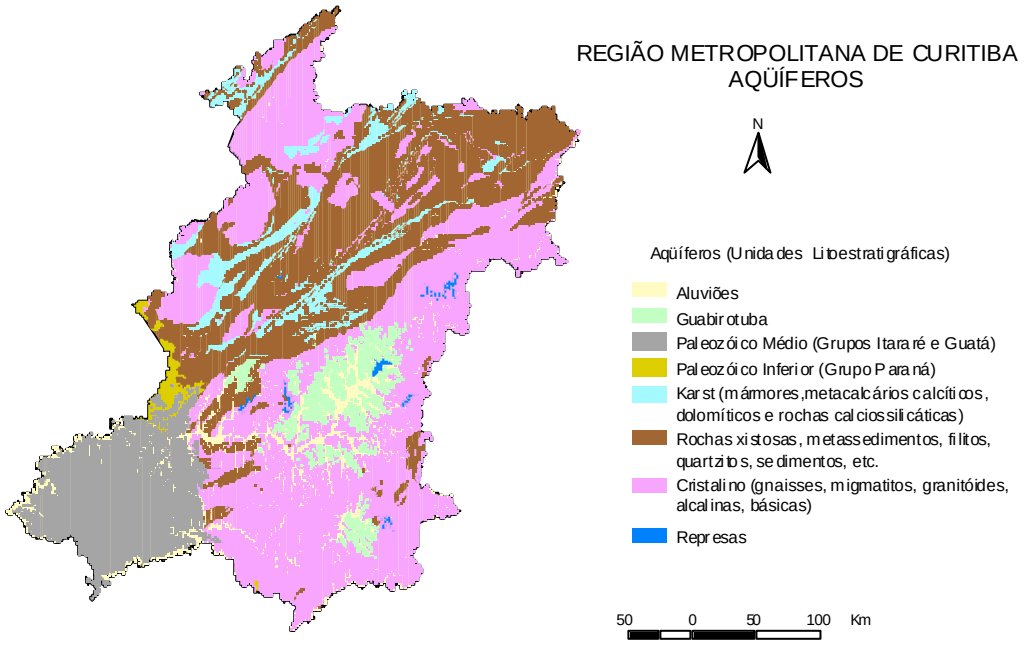


Figura 9 – Mapa da RMC com as unidades litoestratigráficas classificadas como aqüíferos.

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

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

Aqüífero	N° 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 aqüíferos e vazão média; dados da SANEPAR.

Aqüífero	N° 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 aqüíferos.

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).

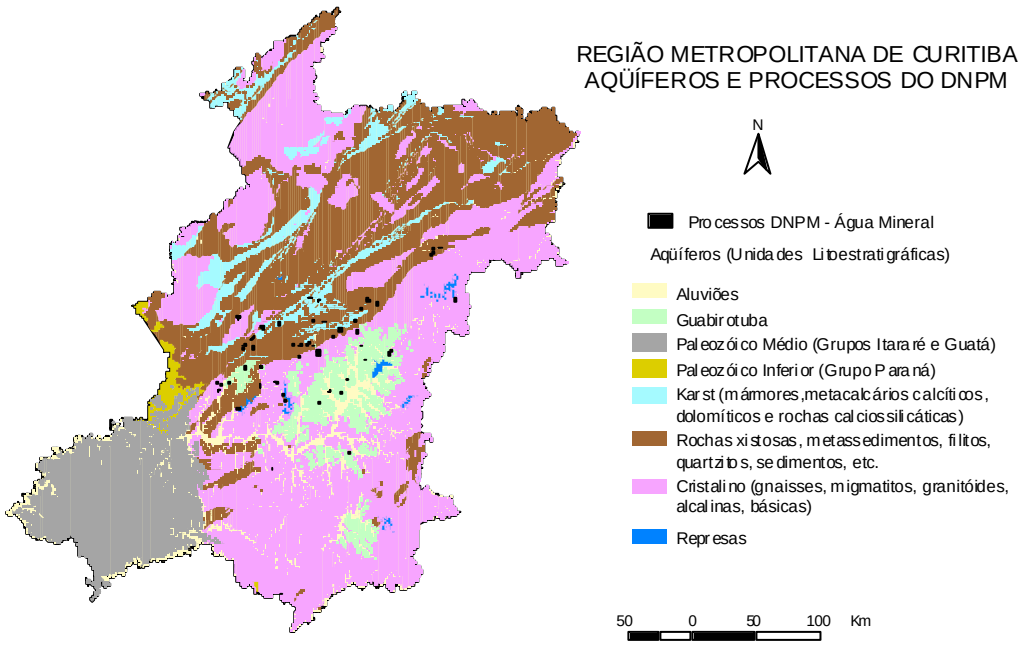


Figura 10 – Localização dos processos do DNPM para água mineral (situação em 1/11/03).

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 km^2 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 m^3 de areia e 280 milhões de m^3 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 explotação 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 empreeendedores 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 explotada 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 explotação de água mineral se distribui nos diferentes tipos de aqüíferos (ver Item 2.2), com destaque às rochas carbonáticas do aqüífero 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.

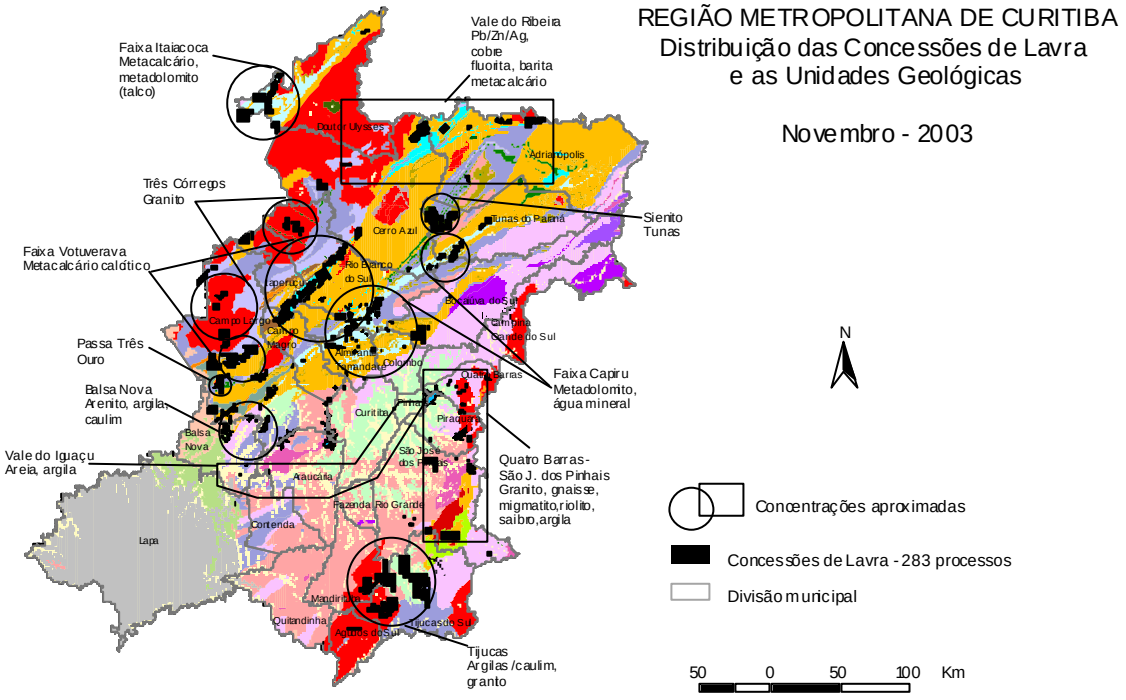


Figura 11 – Mapa geológico da RMC com a distribuição das concessões de lavra (DNPM, novembro/2003).

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 calcíticos, 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).

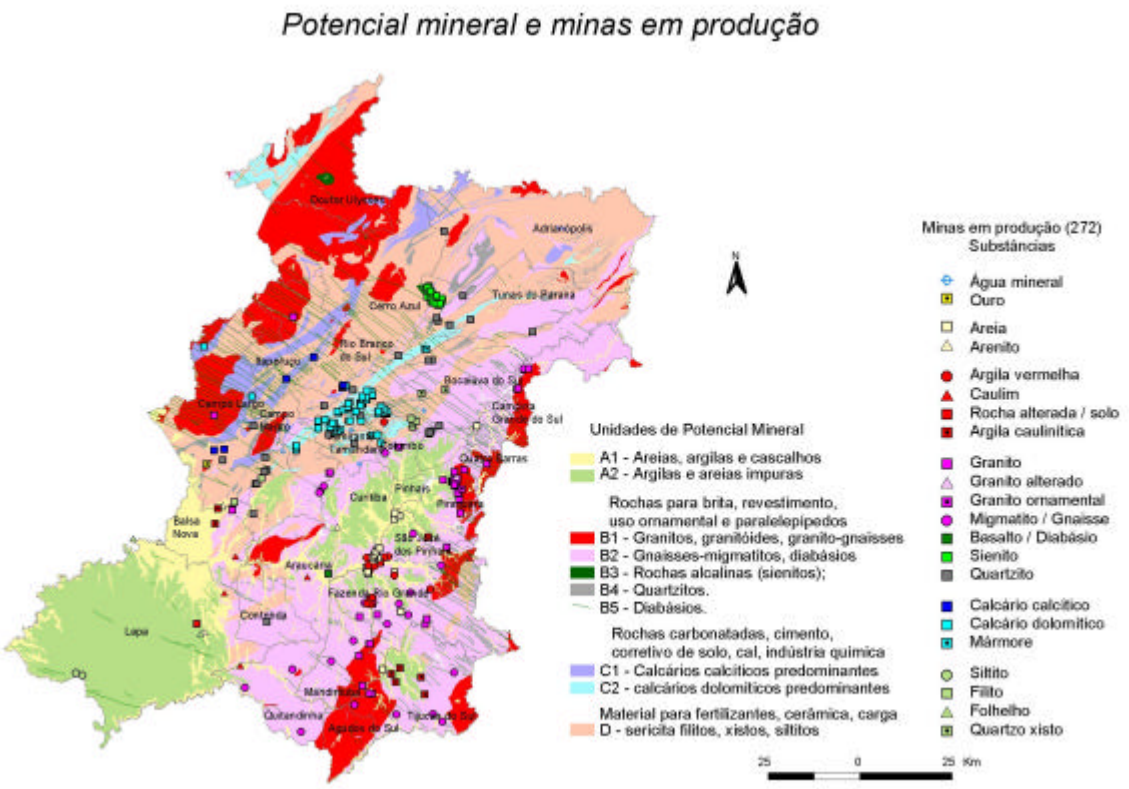


Figura 12 – Mapa do potencial mineral e as minas ativas classificadas pela substância lavrada.

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 13° Distrito do DNPM, atualizados até 1° 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).

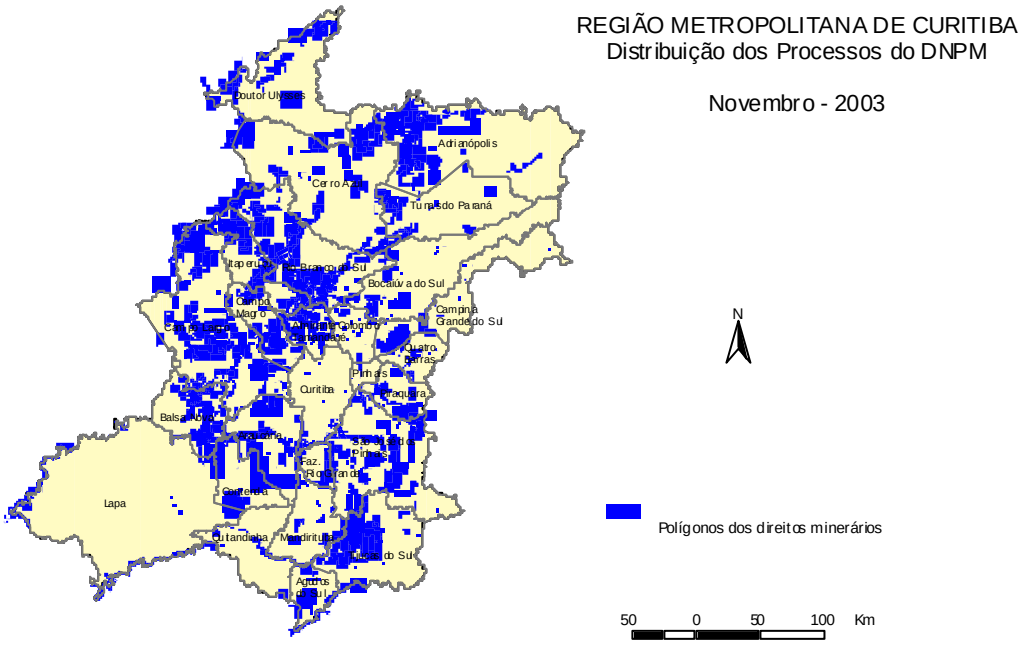


Figura 13 - Direitos minerários na Região Metropolitana de Curitiba (1/11/03). Fonte: DNPM.

2.4.2 – SITUAÇÃO DOS PROCESSOS EM NOVEMBRO/2003

Os 1.489 processos do DNPM na Região Metropolitana de Curitiba, conforme dados de novembro de 2003, foram classificados pelo último evento, gerando os agrupamentos indicados na tabela 13. A distribuição dos processos classificada pela situação do último evento está grafada nas figuras 14 e 15:

Situação do último evento em 1/11/03	N° de processos
Concessão de lavra	283
Licenciamento	31
Registro de extração	3
Permissão de lavra garimpeira	1
Requerimento de lavra	148
Requerimento de extração	2
Autorização de pesquisa	831
Requerimento de pesquisa	163
Área em disponibilidade	27
	1.489

Tabela 13 - Classificação de processos do DNPM na RMC (1/11/03) e situação do último evento.

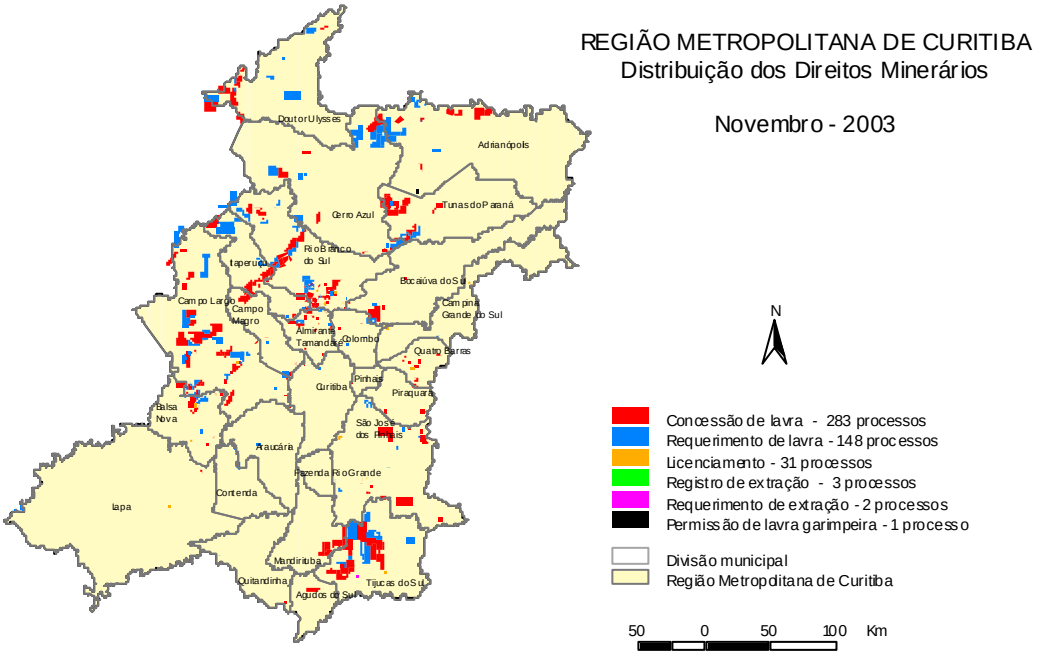


Figura 14 – Distribuição dos processos do Grupo I – Concessões de lavra, requerimentos de lavra, licenciamentos, requerimentos e registros de extração e permissão de lavra garimpeira. Fonte: DNPM.

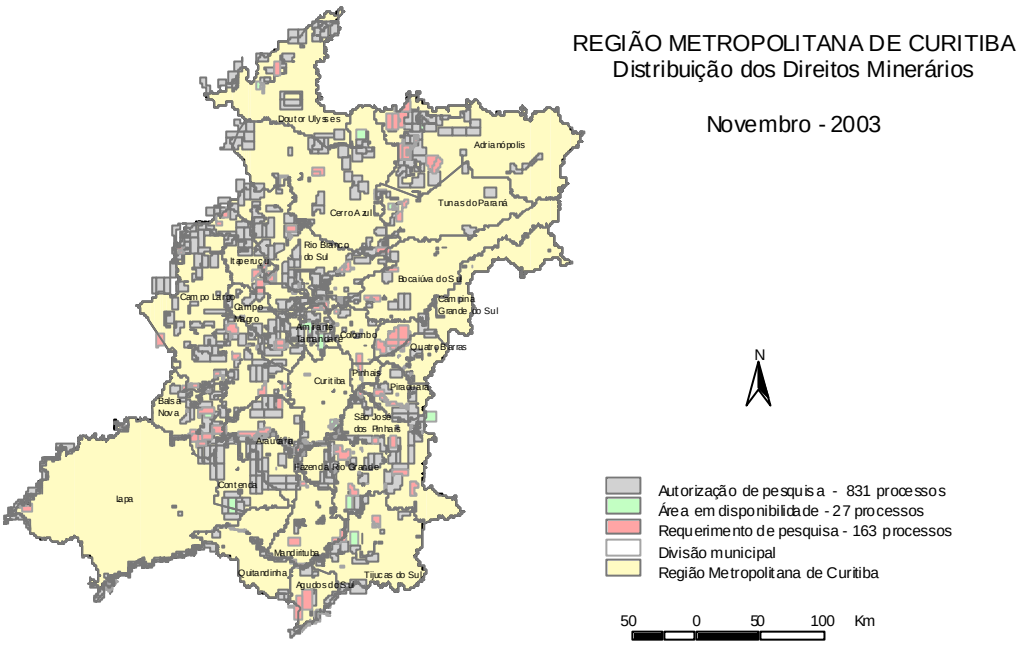


Figura 15 – distribuição dos processos do Grupo II – Requerimentos e autorizações de pesquisa, áreas em disponibilidade. Fonte: DNPM.

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	N° 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
Agua 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	N° 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
Foiaíto	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.

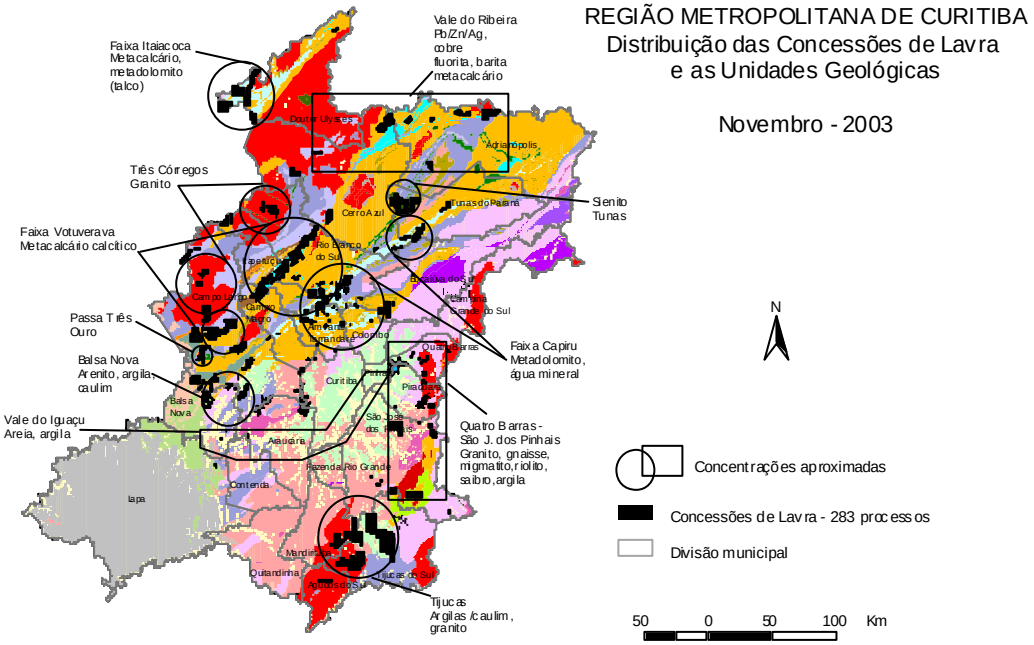


Figura 16 - Distribuição das concessões de lavra na RMC. Fonte: DNPM.

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 explotação de granitos.

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

Substância	N° de processos
Calcário	9
Areia	8
Saibro	6
Granito	6
Argila	2

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

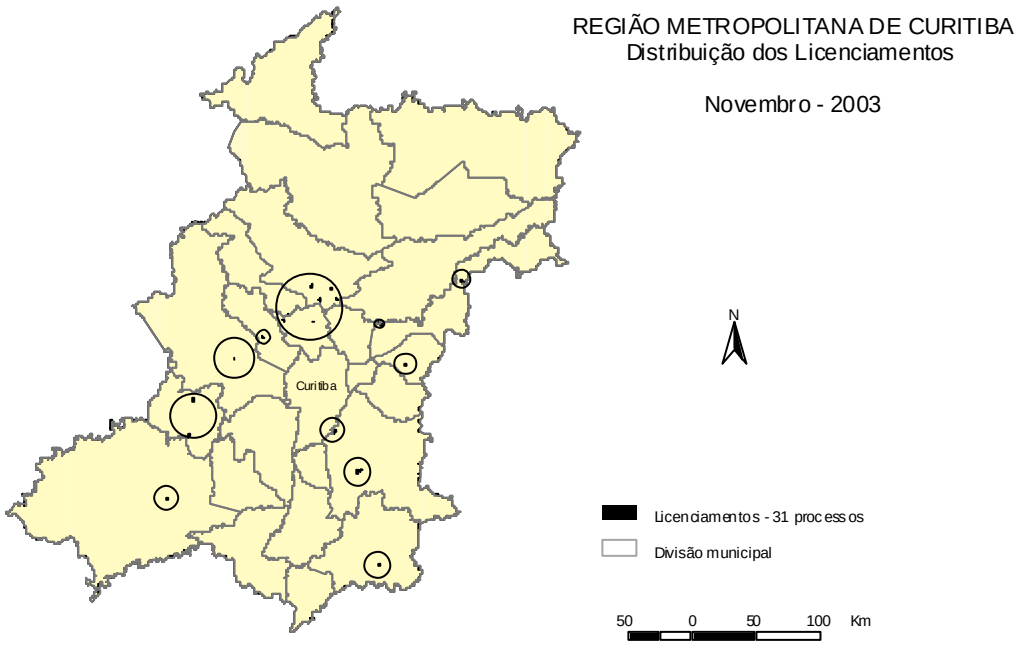


Figura 17 - Localização dos licenciamentos na RMC. Fonte: DNPM.

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 Iguaçu não foi cadastrada nesta fase, sendo utilizadas as informações do projeto "Levantamento Geoambiental do Alto Rio Iguaçu" (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 explotadas 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 explotadas 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 explotados						
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 explotado especificamente para esta função/uso, ou ser resultante da britagem sem peneiramento, tipo “bica corrida”, produzida a partir da mineração de bens minerais explotados para outras finalidades, mas com especificação suficiente para atender este uso.

Tabela 18 – Bens minerais explotados 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 explotação 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 / Gnaisse	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		Siltito	3	0,4
Calcário calcítico	17	2,4		Quartzo xisto	3	0,4
Mármore	15	2,1		Calcita	2	0,3
Argila caulinítica	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.

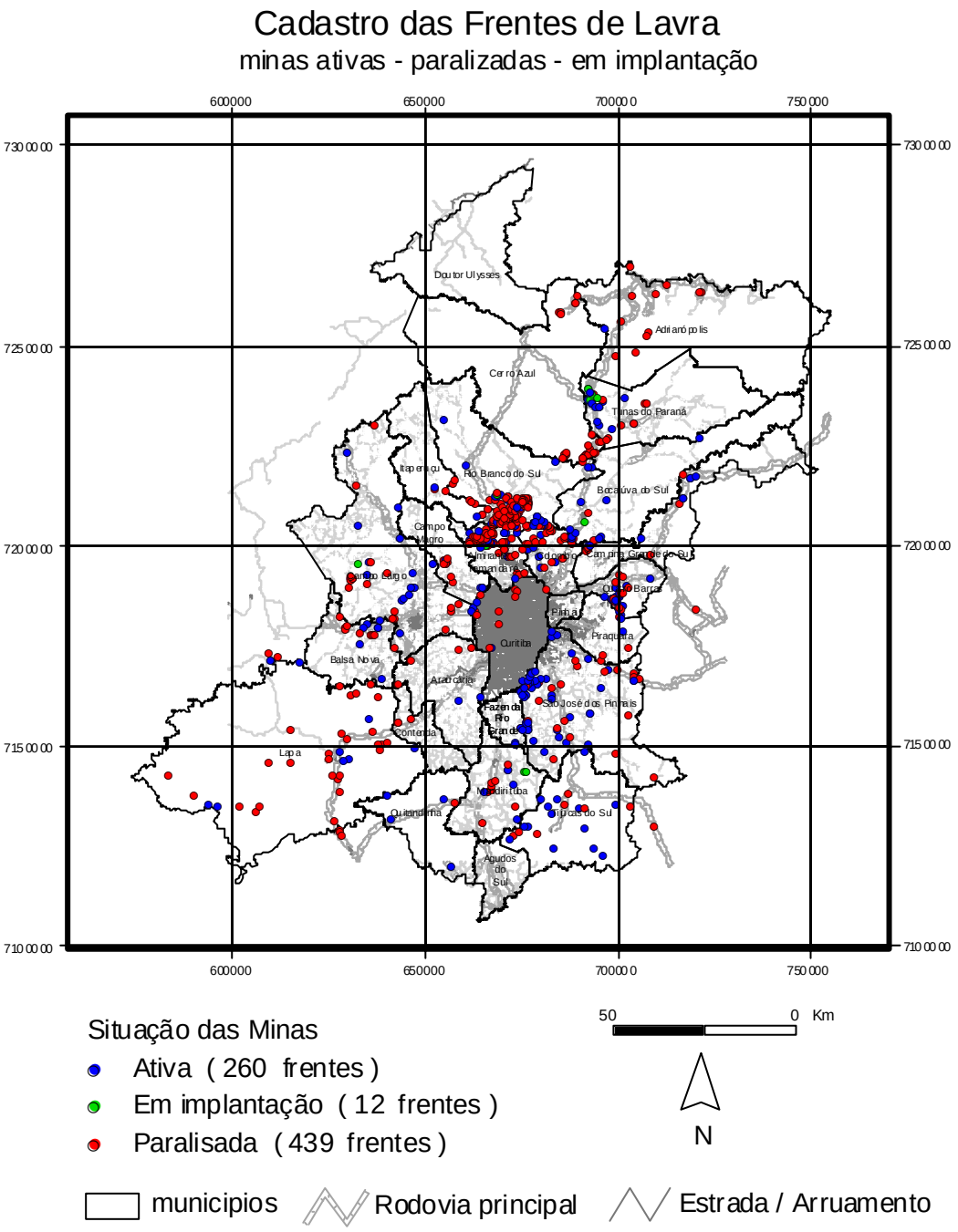


Figura 18 – Cadastro das frentes de lavra na RMC.

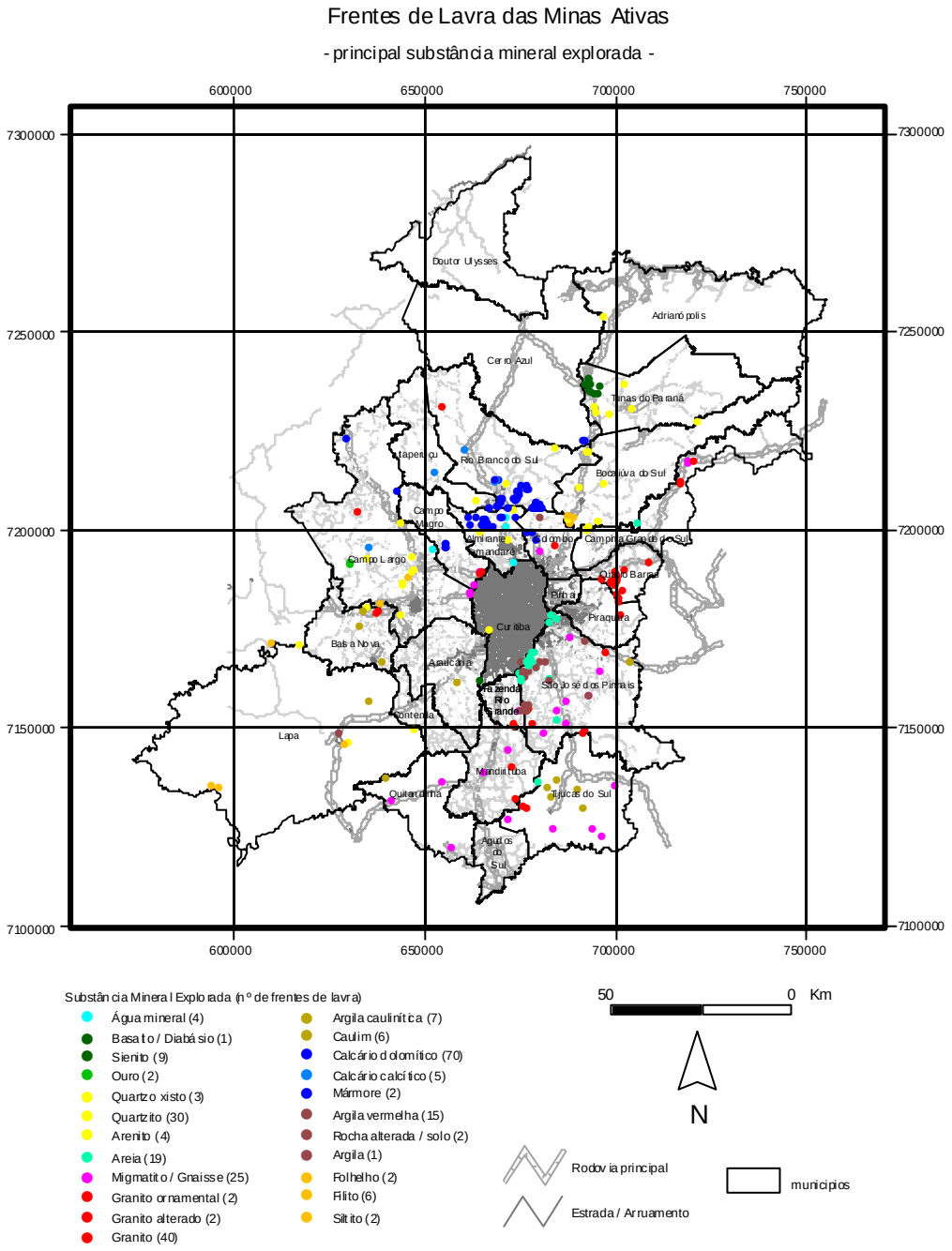


Figura 19 – Cadastro das frentes de lavra na RMC, por substância mineral.

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-gnaisse	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 caulinítica	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, gnaisse 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-gnaisse	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	-
Siltito	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 m^2 de área para as 27 lavras com bacias de decantação, com um máximo individual de 12.000 m^2;
- Foi estimada em 539.650 m^2 a área total de rebaixamento verificada em 50 frentes, com máxima individual de 100.000 m^2, 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 m^2, 250.000 m^2 e 40.000 m^2;
- 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 freqüentes 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)-

Número de equipamentos	Número de minas	%
1	12	7,8
2	26	17,0
3	22	14,4
4	26	17,0
5	16	10,5
6	7	4,6
7	10	6,5
8	8	5,2
9	8	5,2
10	7	4,6
11	3	2,0
12	3	2,0
13	3	2,0
14	2	1,3
768	153	100,0

Tipo de equipamentos utilizados na lavra, no beneficiamento e no transporte - informação de 153 minas ativas -

Equipamentos	Número	%
Pá-carregadeira	118	15,4
Caminhão basculante trucado	84	10,9
Compressor	83	10,8
Perfuratriz manual	53	6,9
Retroescavadeira	47	6,1
Caminhão basculante toco	45	5,9
Britador de mandíbula	44	5,7
Trator de esteiras	40	5,2
Peneira vibratória	35	4,6
Carreta de perfuração	33	4,3
Britador girosférico	31	4,0
Veículo utilitário	29	3,8
Escavadeira hidráulica	28	3,6
Caminhão fora de estrada	27	3,5
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.

Capítulo 3

Perfil dos Insumos Minerais

3.1 – Panorama da Produção Mineral na RMC

3.1.1 – A BASE DE DADOS UTILIZADA

Os dados da produção mineral paranaense aqui considerados resultam da declaração de cerca de 600 empresas, que anualmente informam as quantidades e os valores produzidos e o valor recolhido do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS. A declaração é prestada através do Informativo Anual Sobre a Produção de Substâncias Minerais no Paraná – IAPSM (2003), obrigatório para os mineradores conforme o decreto estadual 7.589, de 16/01/91. O procedimento é feito via internet, juntamente com a Declaração Fisco Contábil – DFC, e encontra-se disponível no *site* http://www.pr.gov.br/mineropar. O tratamento das informações fica a cargo da MINEROPAR, órgão do governo do Paraná com a missão de fomento ao setor mineral.

Em função da indisponibilidade não foram tratados os dados provenientes do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, constantes do Relatório Anual de Lavra – RAL, exceto pelos dados de 2000, disponíveis no anuário mineral. Uma comparação entre os dados constantes no IAPSM e no RAL é desejável para mostrar a consistência entre estas diferentes fontes de informações, o que não foi possível realizar neste projeto.

3.1.2 - PARTICIPAÇÃO DA RMC NA PRODUÇÃO MINERAL

Para dar robustez às informações e consolidar os números de produção, tanto da RMC em relação ao estado, quanto da participação entre as substâncias, serão utilizados os números relativos à média da produção anual no período 1995 a 2000.

Na média de 1995 a 2000, o valor anual da produção mineral paranaense ficou em torno de R$ 131 milhões, a arrecadação do ICMS em R$ 9 milhões, e o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração Mineral – CFEM, em R$ 0,83 milhão. A quantidade média anual produzida foi de 20 milhões de toneladas e o valor médio da tonelada produzida foi de R$ 6,50. O ICMS recolhido resultou em cerca de 7% do valor da produção mineral e a CFEM em cerca de 0,7% deste valor (tabela 24).

Participação da Região Metropolitana na produção mineral paranaense - média 1995 a 2000 - valores correntes

	Valor da produção R$	ICMS recolhido R$	Quantidades t	CFEM R$
PARANÁ	131.109.362,00	8.799.635,00	20.169.721	831.396,00 (*)
RMC	74.894.884,00	5.182.595,00	11.685.418	585.259,00 (*)
% RMC/PR	**57**	**59**	**58**	**70**

Tabela 24 – Produção mineral na RMC em relação ao Paraná. Fonte: IAPSM/MINEROPAR - (*) média 96/00.

A participação média anual da Região Metropolitana de Curitiba na produção mineral paranaense no período de 1995 a 2000 ficou em 57% do valor da produção (R$ 75 milhões), 59% do ICMS recolhido (R$ 5 milhões), 58% da quantidade (12 milhões de toneladas) e 70% da CFEM recolhida (R$ 0,59 milhão).

Não estão englobados nestas estatísticas a quantidade, o valor, o ICMS e o CFEM da produção de petróleo e gás da plataforma continental, na parte correspondente ao estado. O CFEM relativo à explotação de petróleo e gás, na média do período de 1996 a 2000 para o Paraná e seus municípios, foi de cerca de R$ 3 milhões/ano, ou seja, 3,5 vezes mais que o CFEM das demais substâncias no mesmo período, o que deve representar um valor médio da produção de cerca de R$ 60 milhões/ano e uma quantidade média equivalente a 558.458 t/ano. O valor da produção no setor de petróleo e gás apresenta um peso bem superior aos demais bens minerais. A cobrança da CFEM encontra-se em disputa entre o Paraná e Santa Catarina no Supremo Tribunal Federal, pela necessidade de definição do mar territorial de cada estado para efeito do pagamento de *royalties*.

3.1.3 - BENS MINERAIS PRODUZIDOS NA RMC

De todos os bens minerais produzidos no Paraná, a Região Metropolitana de Curitiba responde pela totalidade do calcário calcítico, considerando aqui todos os tipos declarados, além da totalidade de feldspato, fluorita, gnaisse, mármore, migmatito, ouro, quartzito, saibro, sericita, e turfa. Participa ainda em termos quantitativos com 87% do granito produzido no Paraná, 83% de toda água mineral envasada, 80% do filito, 74% do caulim, 72% do calcário dolomítico, 49% da argila, 37% do cascalho, 31% da areia, 10% do talco e 5% do basalto (diabásio). Esta participação percentual quantitativa é normalmente acompanhada em termos de valor. De todos os bens produzidos no estado, a RMC só não produz carvão, ametista, ágata e folhelho pirobetuminoso.

As rochas carbonáticas (calcário calcítico, calcário dolomítico e/ou mármores diversos) são os principais bens minerais produzidos na Região Metropolitana de Curitiba, tanto em termos de quantidade como em valor da produção mineral.

Vale destacar a grande variação dos valores declarados de comercialização para os diferentes bens minerais produzidos na RMC, onde o valor médio é estimado em cerca de R$ 6,50/t. A variação nos valores unitários declarados pode ser explicada pelo valor intrínseco do bem mineral, ou pelo estágio de beneficiamento ou industrialização em que o minério se encontra no momento da venda, acrescido das condições específicas de venda. Como exemplo podemos citar o ouro, comercializado com valor médio de R$ 15 milhões a tonelada, ou da fluorita a R$ 215,00/t, comparativamente ao valor do saibro ou da argila, cujos valores de comercialização estão próximos de R$ 3,00/t.

Considerando o estágio de beneficiamento do bem mineral comercializado, o valor declarado de R$ 198,00/t da água mineral é relativo ao produto envasado. Já o preço da areia, cotado a R$ 6,00/t, é referente ao produto lavado, comercializado para ser carregado na mina. Todas estas peculiaridades dos diferentes tipos de bens minerais, aspectos de comercialização, destino do bem mineral na indústria, etc, levam a diferenças substantivas entre a participação no valor da produção e no ICMS recolhido. A água mineral é destaque na participação no valor da produção e no ICMS recolhido, respondendo respectivamente por 19% e 48% do total, embora só participe com 1% do total no tocante à quantidade produzida.

A tabela 25, a seguir, apresenta relacionadas as substâncias minerais produzidas na RMC em comparação com o Paraná, na média de 1995 a 2000. O gráfico 2, na seqüência, mostra a participação das substâncias minerais produzidas, considerando o valor da produção mineral da RMC.

Produção mineral da Região Metropolitana de Curitiba comparada ao estado Média 1995 a 2000 (valores correntes)									
SUBSTÂNCIA / USO	**VALOR - R$**	**ICMS - R$**	**QTD - (m^3)**	**QTD - (t)**	**R$/$m^3$**	**R$/t**	**VLR %**	**ICMS_%**	**QTD %**
CALCÁRIO DOLOMÍTICO	20.687.587	904.019	1.821.227	2.731.841	11	8	28	17	23
% RMC/PR	**73**	**78**	**72**	**72**					
CALCÁRIO CALCÍTICO	15.077.123	25.683	3.893.634	5.840.451	4	3	20	0	50
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
AGUA	14.118.890	2.462.788	71.323	71.323	198	198	19	48	1
% RMC/PR	**86**	**89**	**83**	**83**					
AREIA	5.353.844	159.441	641.427	962.140	8	6	7	3	8
% RMC/PR	**37**	**10**	**31**	**31**					
OURO	4.466.812	246.102	0	0			6	5	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
FLUORITA	4.014.172	461.868	12.436	18.654	323	215	5	9	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
GRANITO	3.608.647	402.987	310.480	465.720	12	8	5	8	4
% RMC/PR	**82**	**79**	**87**	**87**					
ARGILA	2.104.862	97.763	504.342	756.512	4	3	3	2	6
% RMC/PR	**48**	**73**	**49**	**49**					
SAIBRO	1.862.123	98.273	403.454	605.181	5	3	2	2	5
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
GNAISSE	1.201.679	171.815	19.920	29.880	60	40	2	3	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
BASALTO	674.132	85.791	45.295	67.942	15	10	1	2	1
% RMC/PR	**7**	**7**	**5**	**5**					
SERICITA	483.388	24.308	10.507	15.760	46	31	1	0	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
QUARTZITO	401.870	13.102	24.906	37.358	16	11	1	0	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
MIGMATITO	251.184	25.570	17.660	26.490	14	9	0	0	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
FELDSPATO	162.140	0	10.339	15.509	16	10	0	0	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
CAULIM	159.595	486	13.726	20.589	12	8	0	0	0
% RMC/PR	**32**	**2**	**74**	**74**					
TALCO	134.896	852	4.486	6.729	30	20	0	0	0
% RMC/PR	**9**	**1**	**10**	**10**					
FILITO	127.595	1.747	7.989	11.984	16	11	0	0	0
% RMC/PR	**80**	**17**	**80**	**80**					
TURFA	3.284	0	519	778	6	4	0	0	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
MARMORE	681	0	3	5	204	136	0	0	0
% RMC/PR	**100**	**100**	**100**	**100**					
CASCALHO	382	0	382	573	1	1	0	0	0
% RMC/PR	**11**	**0**	**37**	**37**					

Tabela 25 – Produção de substâncias minerais em valor, ICMS e respectivas quantidades, em valores médios de 1995 a 2000. Fonte: IAPSM/MINEROPAR. (Obs. Porcentagens com arredondamentos).

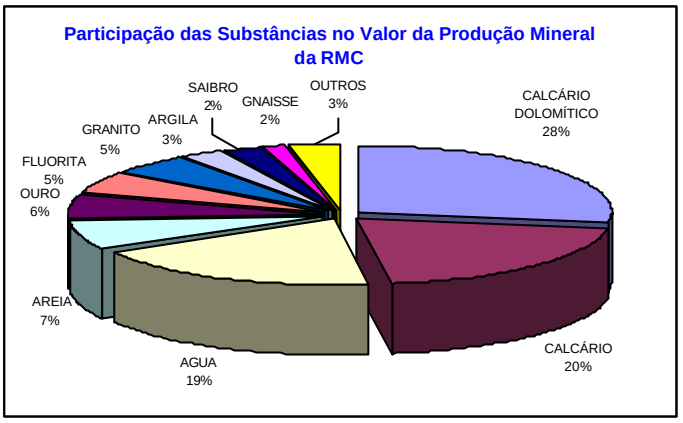


Gráfico 2 – Participação das substâncias minerais em valor na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

3.1.4 - DESTINAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS

Considerando as substâncias minerais produzidas na RMC e o respectivo uso declarado, quase toda a produção declarada como calcário (99%) é destinada à indústria cimenteira, da qual é seu principal insumo. O restante do calcário é utilizado para diversos fins, como cal, ração, *petit-pavé,* entre outros. O preço declarado para o calcário fica em torno de R$ 3,00/t quando destinado para cimento e ração, e de R$ 7,00/t para cal. A indústria cimenteira consome ainda 74% do total de filito e 1% do quartzito.

A principal destinação do calcário dolomítico é para corretivo agrícola (72%), seguida da produção de cal (23%), indústria química (1%) e o restante para diversos usos. O preço é bastante variável, desde R$ 15,00/t quando destinado para a indústria química, R$ 7,00/t para cal, R$ 6,00/t para corretivo, R$ 9,00/t para *petit-pavé* e R$ 36,00/t para granilha.

Todo o feldspato e talco produzidos são destinados para a indústria de cerâmica branca, que consome ainda 61% do quartzito, 26% do filito e 20% do caulim. Os preços dos minerais destinados para cerâmica branca também são bastante variáveis: R$ 30,00/t para o caulim, R$ 20,00/t para o talco, R$ 16,00/t para o filito e R$ 10,00/t para o feldspato e quartzito.

Das 756.512 toneladas anuais de argila produzida, 74% se destinam à produção de cimento e agregados leves, 16% para a indústria de cerâmica vermelha e cerca de 10% para a cerâmica branca. O preço de R$ 22,00/t da argila para cerâmica branca é muito superior ao da destinada para outros usos, que oscilou entre R$ 1,00 e 3,00/t.

Para uso como pedra ornamental foram destinados todo o mármore e 0,6% do granito produzido. O preço médio declarado para esta finalidade foi de R$ 130,00/t. Cerca de 38% de todo quartzito produzido é destinado para construção e manutenção de estradas, a um preço de R$ 12,00/t.

Para produção de brita foram destinados todo o basalto e migmatito produzidos, praticamente todo o gnaisse e 93% do granito. Pelo preço declarado de R$ 40,00/t, provavelmente parte do gnaisse informado como brita foi utilizado para revestimento. De um modo geral o preço das rochas destinadas para brita gira em torno de R$ 9,00/t, ou cerca de R$ 13,50/m^3.

A fluorita é utilizada na indústria química para produção de ácido fluorídrico, o que perfaz 81% da quantidade, comercializada a R$ 221,00/t, e para metalurgia, onde é utilizada como fundente (19%) e comercializada a R$ 189,00/t.

Todo o cascalho produzido foi destinado à construção civil, assim como 97% da areia. Já o saibro foi praticamente todo destinado à pavimentação. Toda água mineral produzida é envasada e destinada ao consumo humano. O sumário da destinação da produção mineral encontra-se na tabela 26.

Destinação das substâncias minerais produzidas na RMC - média 1995 a 2000									
SUBSTÂNCIA / USO	VLR_R$	ICMS_R$	QTD(m^3)	QTD(t)	R$/$m^3$	R$ / t	VLR	ICMS	QTD
OURO total	4.466.812	246.102	0	0			6	5	0
AGUA total	14.118.890	2.462.788	71.323	71.323	198	198	19	48	1
AREIA para artefatos de cimento	4.626	0	0	0			0	0	0
AREIA para construção	5.247.925	148.508	624.188	936.282	8	6	7	3	8
AREIA para outros usos	101.293	10.934	17.239	25.858	6	4	0	0	0
AREIA total	5.353.844	159.441	641.427	962.140	8	6	7	3	8
BASALTO para brita	674.132	85.791	45.295	67.942	15	10	1	2	1
BASALTO total	674.132	85.791	45.295	67.942	15	10	1	2	1
CASCALHO para construção	382	0	382	573	1	1	0	0	0
CASCALHO total	382	0	382	573	1	1	0	0	0
GNAISSE para brita	1.201.659	171.812	19.919	29.878	60	40	2	3	0
GNAISSE para pedra ornamental	20	3	1	2	17	11	0	0	0
GNAISSE total	1.201.679	171.815	19.920	29.880	60	40	2	3	0
GRANITO para brita	3.037.465	389.402	288.123	432.185	11	7	4	8	4
GRANITO para outros usos	185.924	7.458	20.370	30.554	9	6	0	0	0
GRANITO para pedra ornamental	385.258	6.127	1.988	2.982	194	129	1	0	0
GRANITO total	3.608.647	402.987	310.480	465.720	12	8	5	8	4
MARMORE para pedra ornamental	681	0	3	5	204	136	0	0	0
MARMORE total	681	0	3	5	204	136	0	0	0
MIGMATITO para brita	251.184	25.570	17.660	26.490	14	9	0	0	0
MIGMATITO total	251.184	25.570	17.660	26.490	14	9	0	0	0
SAIBRO para outros usos	85	15	17	26	5	3	0	0	0
SAIBRO para pavimentação	1.862.038	98.258	403.437	605.155	5	3	2	2	5
SAIBRO total	1.862.123	98.273	403.454	605.181	5	3	2	2	5
TURFA para uso agrícola	3.284	0	519	778	6	4	0	0	0
TURFA total	3.284	0	519	778	6	4	0	0	0
ARGILA para cerâmica branca	1.092.714	86.980	49.811	74.717	22	15	1	2	1
ARGILA para cerâmica vermelha	313.024	10.768	80.254	120.382	4	3	0	0	1
ARGILA para cimento e agregados leves	698.343	0	373.986	560.979	2	1	1	0	4
ARGILA para outros usos	781	16	290	435	3	2	0	0	0
ARGILA total	2.104.862	97.763	504.342	756.512	4	3	3	2	6

Tabela 26 – Relação de substâncias minerais produzidas na RMC e sua destinação, na média de 1995 a 2000 - Fonte IAPSM/MINEROPAR. (As diferenças nas porcentagens devem-se a arredondamentos).

Tabela 26 – Continuação:

Destinação das substâncias minerais produzidas na RMC - média 1995 a 2000									
SUBSTÂNCIA / USO	VLR_R$	ICMS_R$	QTD(m^3)	QTD(t)	R$/$m^3$	R$/t	VLR	ICMS	QTD%
CALCÁRIO para cal	88.541	4.412	8.562	12.844	10	7	0	0	0
CALCÁRIO para cimento	14.831.310	19.093	3.861.388	5.792.082	4	3	20	0	49
CALCÁRIO para ração	33.176	0	7.819	11.728	4	3	0	0	0
CALCÁRIO para outros usos	35.427	514	9.522	14.283	4	2	0	0	0
CALCÁRIO para *petit-pavé*	88.668	1.664	6.343	9.515	14	9	0	0	0
CALCÁRIO total	15.077.123	25.683	3.893.634	5.840.451	4	3	20	0	50
DOLOMITO para cal	4.582.912	346.406	427.786	641.680	11	7	6	7	5
DOLOMITO para corretivo agricola	12.378.280	273.483	1.312.525	1.968.787	9	6	17	5	17
DOLOMITO para indústria química	452.508	33.985	19.570	29.355	23	15	1	1	0
DOLOMITO para outros usos	3.273.887	250.145	61.346	92.019	53	36	4	5	1
DOLOMITO total	20.687.587	904.019	1.821.227	2.731.841	11	8	28	17	23
CAULIM para cerâmica	124.010	486	2.766	4.149	45	30	0	0	0
CAULIM para outros usos	35.585	0	10.960	16.440	3	2	0	0	0
CAULIM total	159.595	486	13.726	20.589	12	8	0	0	0
FELDSPATO para cerâmica branca	162.140	0	10.339	15.509	16	10	0	0	0
FELDSPATO total	162.140	0	10.339	15.509	16	10	0	0	0
FILITO para cerâmica	49.751	1.747	2.069	3.103	24	16	0	0	0
FILITO para cimento	77.844	0	5.920	8.880	13	9	0	0	0
FILITO total	127.595	1.747	7.989	11.984	16	11	0	0	0
FLUORITA para indústria química	3.356.438	385.058	10.122	15.183	332	221	4	7	0
FLUORITA para metalurgia	657.734	76.810	2.314	3.471	284	189	1	1	0
FLUORITA total	4.014.172	461.868	12.436	18.654	323	215	5	9	0
QUARTZITO para cerâmica	227.811	12.085	15.184	22.776	15	10	0	0	0
QUARTZITO para cimento	4.625	0	308	463	15	10	0	0	0
QUARTZITO para revestimento	169.434	1.017	9.413	14.120	18	12	0	0	0
QUARTZITO total	401.870	13.102	24.906	37.358	16	11	1	0	0
SERICITA para outros usos	483.388	24.308	10.507	15.760	46	31	1	0	0
SERICITA total	483.388	24.308	10.507	15.760	46	31	1	0	0
TALCO para cerâmica	134.896	852	4.486	6.729	30	20	0	0	0
TALCO total	134.896	852	4.486	6.729	30	20	0	0	0
TODOS OS USOS	74.894.884	5.182.595	7.814.053	11.685.418	10	6	100	100	100

Tabela 26 – Relação de substâncias minerais produzidas na RMC e sua destinação, na média de 1995 a 2000 - Fonte IAPSM/MINEROPAR. As diferenças nas porcentagens devem-se a arredondamentos.

3.1.5 - USO DA PRODUÇÃO MINERAL POR SETOR

A RMC, a exemplo do estado, é importante produtora de insumos minerais para a construção civil, setor que consome 80% da quantidade e 50% do valor mineral. Neste segmento se destacam os insumos minerais destinados à indústria cimenteira, que sozinha responde por 54% da quantidade e 21% do valor. Esta indústria, nesta etapa, se vale do diferimento do ICMS que consiste no adiamento do recolhimento para a etapa seguinte.

O segundo principal destino da produção mineral na RMC é a agricultura, onde o bem mineral é utilizado para fins de corretivo de solo e responde por 17% do valor e da quantidade produzida. A construção civil, agricultura e a indústria de bebidas, são os segmentos industriais para as quais é destinada a quase totalidade da produção mineral da RMC, com participações de 98% da quantidade produzida, 87% do valor e 88% do ICMS recolhido. Na tabela 27 estão discriminados os principais usos dos insumos minerais, por segmento econômico.

Uso industrial da produção mineral da Região Metropolitana de Curitiba - média 1995 a 2000 (valores correntes)

USO	SUBSTÂNCIA	VLR - R$	ICMS - R$	QTD(m^3)	QTD(t)	VLR %	ICMS_%	QTD %
Agrícola	Calcário dolomítico, turfa	12.381.564,00	273.483,00	1.313.044	1.969.565	17	5	17
Artefato de cimento	Areia	4.626,00	0,00	0	0	0	0	0
Brita	Basalto, gnaisse, granito, migmatito	5.164.440,00	672.574,00	370.996	556.494	7	13	5
Cal	Calcário dolomítico, calcário calcítico	4.671.454,00	350.818,00	436.349	654.523	6	7	6
Cerâmica Branca	Caulim, feldspato, filito, quartzito, talco, argila	1.791.322,00	102.150,00	84.656	126.983	2	2	1
Cerâmica Vermelha	Argila	313.024,00	10.768,00	80.254	120.382	0	0	1
Cimento	Calcário, filito, quartzito, argila	15.612.122,00	19.093,00	4.241.602	6.362.404	21	0	54
Construção Civil	Areia, cascalho	5.248.307,00	148.508,00	624.570	936.855	7	3	8
Indústria de bebidas	Água	14.118.890,00	2.462.788,00	71.323	71.323	19	48	1
Indústria Química	Calcário dolomítico, fluorita	3.808.946,00	419.043,00	29.692	44.537	5	8	0
Joalheria	Ouro	4.466.812,00	246.102,00	0	0	6	5	0
Metalurgia	Fluorita	657.734,00	76.810,00	2.314	3.471	1	1	0
Nutrição animal	Calcário	33.176,00	0,00	7.819	11.728	0	0	0
Pavimentação	Saibro	1.862.038,00	98.258,00	403.437	605.155	2	2	5
Pedra Ornamental	Gnaisse, granito, mármore	385.959,00	6.130,00	1.992	2.988	1	0	0
Calçamento	Calcário	88.668,00	1.664,00	6.343	9.515	0	0	0
Revestimento	Quartzito	169.434,00	1.017,00	9.413	14.120	0	0	0
Outros Usos	Areia, argila, calcário, caulim, dolomito, granito, saibro, sericita	4.116.368,00	293.390,00	130.250	195.375	5	6	2
TOTAL GERAL		***74.894.884,00***	***5.182.595,00***	***7.814.053***	***11.685.418***	***100***	***100***	***100***
CONST. CIVIL		***39.120.340,00***	***1.830.023,00***	***6.289.304***	***9.433.956***	***51***	***35***	***80***

Tabela 27 – Uso industrial da produção mineral na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

Este quadro evidencia como o setor mineral é dependente da construção civil, sua principal demandante. A pressão pelo aumento da produção mineral é derivada deste segmento da economia, que pode ser impulsionada por políticas governamentais de incentivo (habitação, saneamento básico, etc.), de exportações para alguns segmentos industriais, em especial da cerâmica branca e pedras ornamentais, assim como ações no setor agrícola. Neste caso, programas de incentivo ao corretivo agrícola aumentam a demanda mineral. Para o caso da água

mineral, outros fatores influenciam a demanda como a qualidade da água ofertada pelo poder público, o poder aquisitivo da população, os hábitos alimentares, etc.

3.1.6 - PARTICIPAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA RMC

Com relação à participação dos 26 municípios na produção mineral na RMC, apenas 10 respondem por 98% do valor da produção, 96% do ICMS e 64% da Compensação Financeira pela Exploração Mineral – CFEM, exclusive petróleo e gás (tabelas 28, 29 e 30). O valor global do CFEM com petróleo e gás encontra-se na tabela 31. Destes 10 municípios, Campo Largo, Rio Branco do Sul, Almirante Tamandaré e Cerro Azul concentram 79% do valor da produção, 82% do ICMS e 52% da CFEM, o que demonstra a forte concentração da atividade em termos geográficos. Os mapas respectivos encontram-se nas figuras 20, 21 e 22.

Valor da produção mineral dos 10 principais municípios produtores da RMC - Média 1995 a 2000 (valores correntes) -

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Média	Média
MUNICÍPIOS	**R$**	**R$**	**R$**	**R$**	**R$**	**R$**	**R$**	**%**
Campo Largo	17.214.129	20.788.324	24.860.310	27.479.574	32.324.676	28.675.779	25.223.799	34
Rio Branco do Sul	16.416.145	18.882.391	21.271.370	23.324.310	24.793.385	19.712.375	20.733.329	28
Almirante Tamandaré	6.428.034	8.327.696	9.183.163	8.670.854	9.952.530	12.191.349	9.125.604	12
Cerro Azul	5.139.982	3.389.017	6.694.236	5.746.085	3.190.184		4.026.584	5
São José dos Pinhais	684.277	2.158.843	3.130.747	5.608.266	4.731.956	5.370.835	3.614.154	5
Colombo	2.132.102	4.142.339	4.192.415	4.451.200	1.898.174	3.987.097	3.467.221	5
Curitiba	1.493.718	1.874.977	2.375.607	2.173.340	2.061.350	1.372.798	1.891.965	3
Balsa Nova	462.518	954.567	1.538.939	1.055.404	1.612.904	1.953.574	1.262.984	2
Fazenda Rio Grande	407.880	1.179.520	1.734.799	2.345.616	1.020.054	625.063	1.218.822	2
Quatro Barras	513.093	460.134	737.409	2.053.725	1.907.693	1.232.551	1.150.768	2
							TOTAL	***98***

Tabela 28 – Valor da produção mineral dos municípios de maior produção na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

Valor do ICMS recolhido pelos 10 principais municípios produtores da RMC - Média 1995 a 2000 (valores correntes) -

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Média	Média
MUNICÍPIOS	**R$**	**R$**	**R$**	**R$**	**R$**	**R$**	**R$**	**%**
Campo Largo	1.798.499	1.730.429	2.816.985	3.268.065	3.620.933	4.400.097	2.939.168	56
Cerro Azul	610.811	404.554	789.683	646.254	319.907		461.868	9
Rio Branco do Sul	275.936	281.512	272.180	648.468	748.035	486.388	452.087	9
Almirante Tamandaré	142.183	266.281	261.337	542.194	509.239	793.847	419.180	8
Colombo	130.117	339.052	374.883	475.323	156.435	224.569	283.397	5
Quatro Barras	81.113	78.243	93.637	280.237	196.693	135.115	144.173	3
São José dos Pinhais	54.565	94.569	91.511	208.141	100.516	247.640	132.824	3
Curitiba	50.012	49.278	36.147	111.451	74.409	55.649	62.824	1
Balsa Nova	17.803	53.027	52.935	66.770	57.806	119.055	61.233	1
Fazenda Rio Grande	17.368	26.883	47.750	95.554	26.562	32.587	41.117	1
							TOTAL	***96***

Tabela 29 – Valor do ICMS mineral dos 10 municípios de maior produção na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

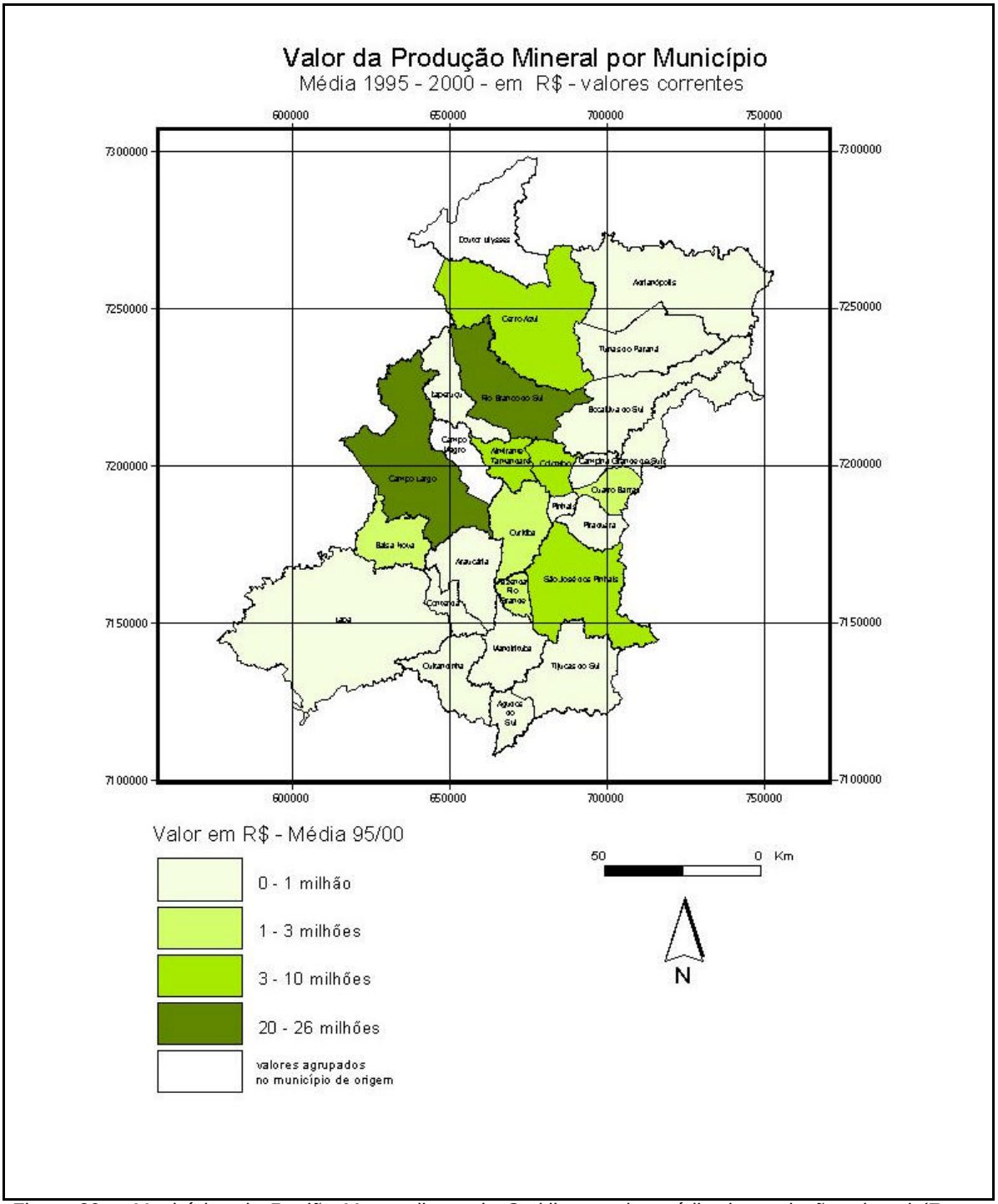


Figura 20 – Municípios da Região Metropolitana de Curitiba e valor médio da produção mineral (Fonte: IAPSM/MINEROPAR, 1995 a 2000).

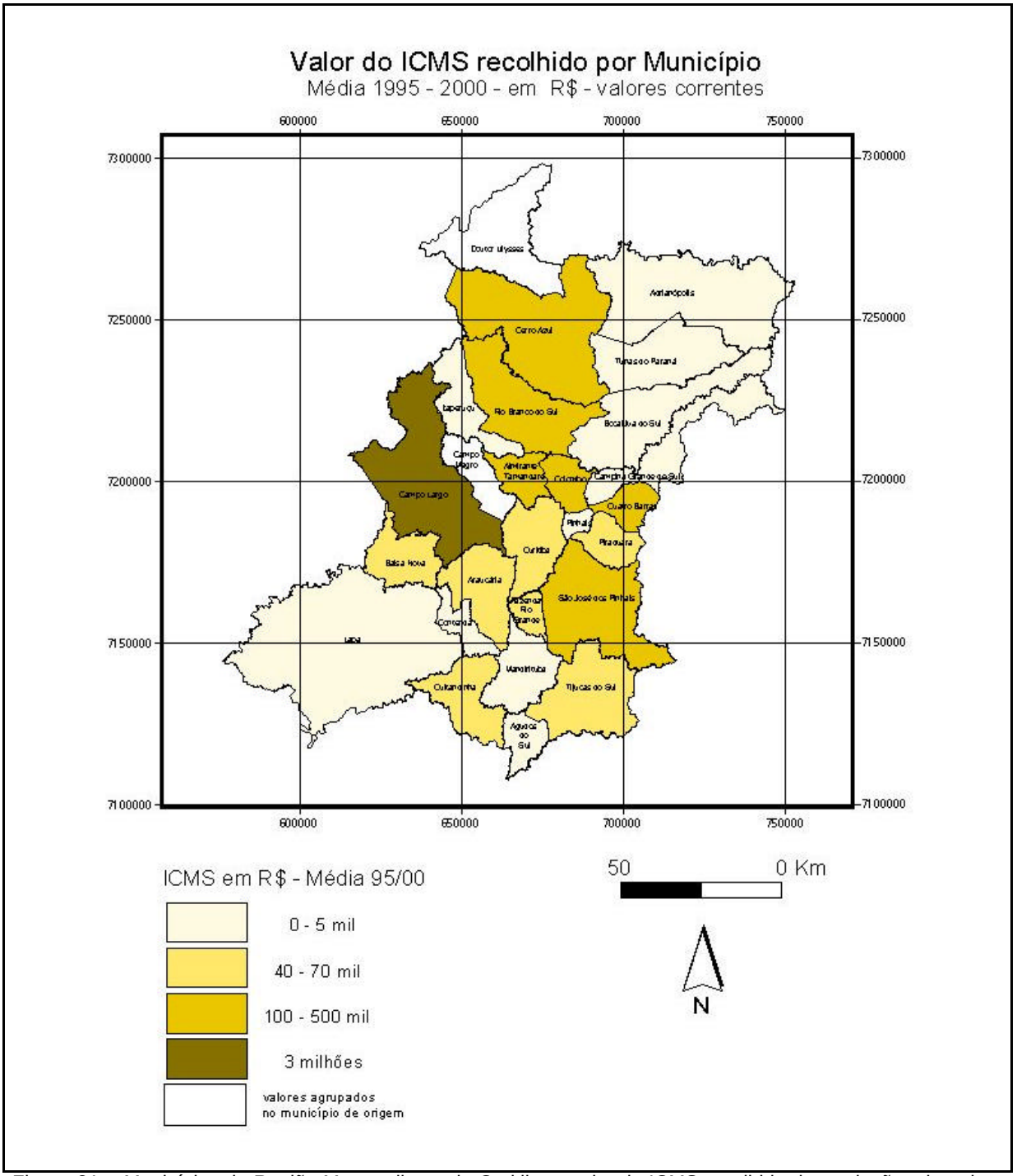


Figura 21 – Municípios da Região Metropolitana de Curitiba e valor do ICMS recolhido da produção mineral (Fonte: IAPSM/MINEROPAR, 1995 a 2000).

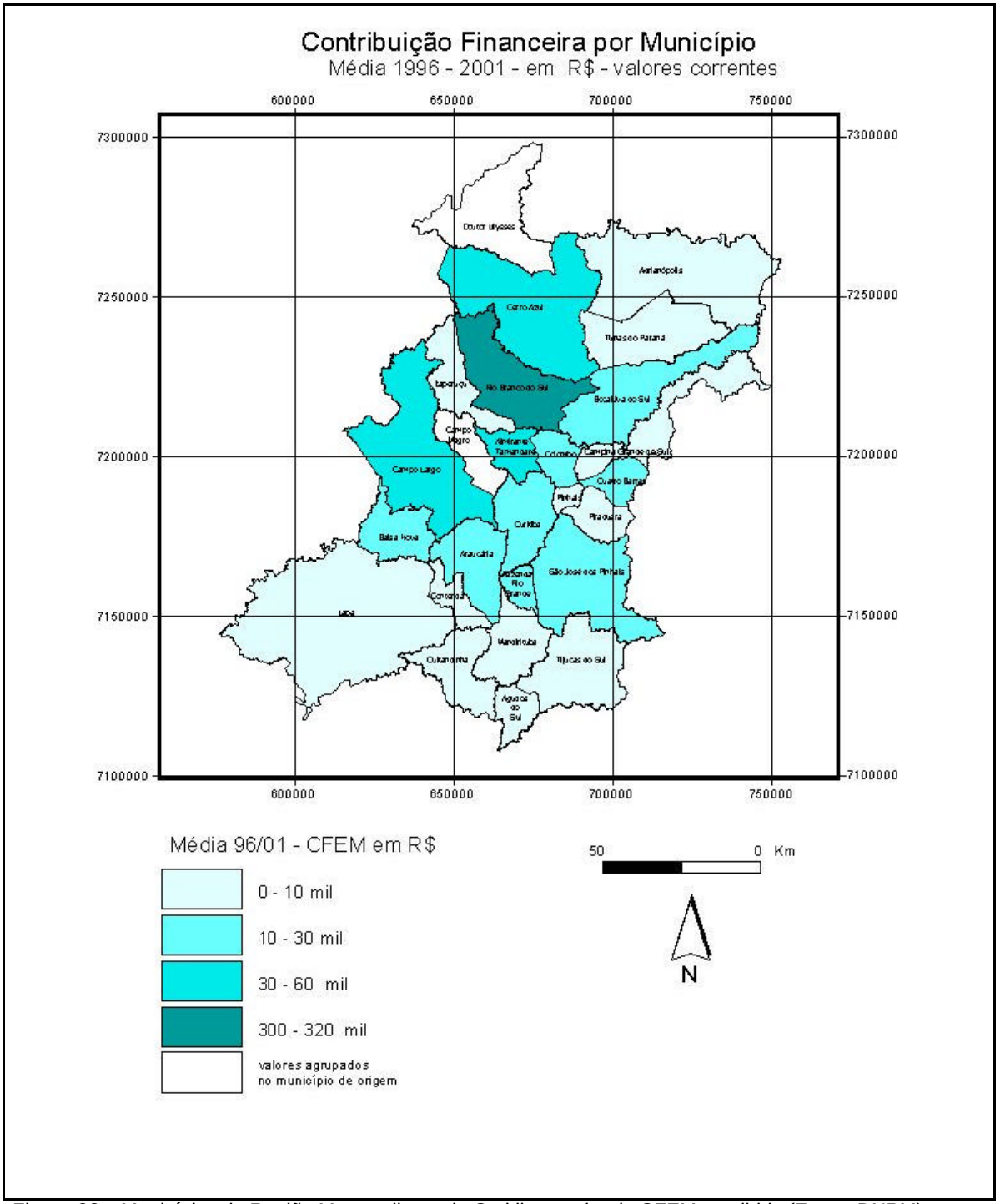


Figura 22 – Municípios da Região Metropolitana de Curitiba e valor do CFEM recolhido (Fonte: DNPM).

Valor do CFEM (*) recolhido pelos 10 principais municípios produtores da RMC Média 1996 a 2001 (valores correntes)								
MUNICÍPIO	1996 R$	1997 R$	1998 R$	1999 R$	2000 R$	2001 R$	média 96/01	% Média
Rio Branco do Sul	279.593	288.413	307.962	286.033	327.463	390.002	313.245	36
Campo Largo	42.138	39.592	41.646	48.095	85.218	83.322	56.668	6
Cerro Azul	44.366	100.528	89.637	71.293	0	1.102	51.154	6
Almirante Tamandaré	16.877	40.079	41.087	46.510	52.495	19.830	36.146	4
Curitiba	25.335	26.405	31.581	26.173	32.091	26.246	27.972	3
Quatro Barras	1.390	10.792	35.415	24.501	25.345	27.258	20.784	2
São Jose Dos Pinhais	2.229	9.330	23.477	29.689	26.232	26.924	19.647	2
Balsa Nova	10.849	12.597	10.955	11.998	25.824	27.063	16.548	2
Fazenda Rio Grande	24.923	16.545	31.005	7.278	7.009	10.988	16.291	2
Colombo	5.961	10.479	14.605	11.354	12.198	9.202	10.633	1
							TOTAL	***64***

Tabela 30 – Valor do CFEM dos 10 principais municípios da RMC. Fonte: DNPM. (*) Exclusive petróleo e gás.

Valor do CFEM recolhido para a RMC em 2001, por substância (valores correntes)		
Substância Mineral / Uso	***R$***	***%***
Petróleo e gás	2.539.944,90	100,0
Subtotal (petróleo e gás)	**2.539.944,90**	**100,0**
Calcário calcítico	322.536,90	47,0
Calcário dolomítico	77.749,50	11,3
Basalto, dolomita, granito e mármore para brita	57.643,3 00	8,4
Ouro	55.726,10	8,1
Areia lavada	50.176,30	7,3
Argila para cerâmica	34.201,40	5,0
Granito para revestimento	16.867,30	2,5
Feldspato	12.802,60	1,9
Caulim	11.943,10	1,7
Sericita	8.175,30	1,2
Saibro	7.927,50	1,2
Água mineral	4.834,70	0,7
Sienito	4.403,60	0,6
Talco	3.687,00	0,5
Filito	3.033,20	0,4
Dolomito para metalurgia	3.000,90	0,4
Calcário para corretivo	2.554,90	0,4
Calcário metalúrgico	2.367,90	0,3
Quartzo, quartzo róseo e quartzito	2.229,30	0,3
Mármore para revestimento	2.206,10	0,3
Mica	910,50	0,1
Pedras para construção civil	897,40	0,1
Bórax (boro)	436,70	0,1
Magnetita	32,50	0,0
Subtotal (minerais metálicos e não-metálicos)	**686.343,70**	**100,0**
TOTAL	***3.226.288,60***	

Tabela 31 – Valores de CFEM recolhidos na RMC por substância. Fonte: DNPM.

Em 2001 o Estado do Paraná recolheu a título de compensação financeira pela exploração mineral cerca de R$ 6,29 milhões (tabela 31), dos quais R$ 5,2 milhões relativos a petróleo e gás (82,7%) e R$ 1,1 milhões relativos a bens minerais não-metálicos (17,3%).

Em 2001 os municípios pertencentes a RMC receberam R$ 3,23 milhões a título de CFEM, dos quais R$ 2,54 milhões relativos a petróleo e gás e R$ 0,69 milhão relativo a bens minerais não-metálicos. Esta participação resulta em cerca de 51% do total da CFEM recolhida no estado (49% da CFEM de petróleo e gás e 63% da CFEM de minerais não-metálicos).

Com relação aos bens minerais não-metálicos, a CFEM recolhida em 2001 pela explotação do calcário calcítico responde sozinha por 47% do total arrecadado nesta categoria, seguida do calcário dolomítico com 11,3%. As rochas explotadas para brita (basalto/diabásio, dolomito, granito e mármore) vêm em terceiro lugar, com 8,4%, seguidas do ouro (8,1%). Estas substâncias minerais acrescidas da areia (7,3%) e argila para cerâmica vermelha (5,0%) respondem por 87% do total arrecadado.

3.2 - Principais Substâncias Minerais da RMC

3.2.1 - INTRODUÇÃO

Em complementação ao panorama econômico da mineração na Região Metropolitana de Curitiba, serão abordados a seguir aspectos relativos às principais substâncias minerais, que representam a maior parte da produção em quantidade e valor. Com relação à indústria de cerâmica vermelha, no decorrer do PDM foi feito um cadastramento de olarias e obtidos dados mais detalhados sobre este segmento econômico. No tocante à brita, areia, pedra ornamental, rochas calcárias e água mineral, os dados foram resumidos de projetos específicos da MINEROPAR e outras fontes.

3.2.2 – ARGILA - INDÚSTRIA DA CERÂMICA VERMELHA

O levantamento dos dados sobre a indústria de cerâmica vermelha na Região Metropolitana de Curitiba foi contratado junto à empresa GEOPARANÁ Engenharia e Meio Ambiente, com recursos do PDM. A pesquisa abrangeu os municípios de Curitiba, Fazenda Rio Grande e São José dos Pinhais, que concentram a maior parte destas indústrias (GEOPARANÁ, 2002).

Os dados levantados incluíram a localização geográfica através de GPS e obtenção de dados cadastrais (razão social, CNPJ, endereço, telefone, proprietário), informações quantitativas sobre a produção, tipos de produtos, processos de secagem, número e tipo de fornos com suas quantidades, capacidade de carga, fornadas/mês e combustíveis usados. Coletaram-se ainda informações quantitativas sobre equipamentos, procedência da matéria prima e fornecedores, e a situação legal da jazida quando constatada lavra própria. Também foram obtidas fotografias das olarias. Estas informações foram armazenadas em banco de dados Access, na base de dados do PDM. A ficha de cadastro encontra-se no apêndice 2 deste volume.

O resultado da pesquisa mostra a existência de 304 indústrias cerâmicas, das quais 237 estão ativas e 67 desativadas, apresentando-se sua localização na figura 23. Das 237 ativas, 217 prestaram informações. A maioria das indústrias produz tijolos de 6 furos (202 em 237 empresas). Entre estas, 182 produzem menos de 200 milheiros/mês, 20 produzem mais de 200 e apenas 3 empresas produzem mais de 400 milheiros/mês. A média mensal é de 125 milheiros/mês e o volume global das olarias cadastradas perfaz 25.298 milheiros/mês.

No total, as indústrias produzem 26.058 milheiros de peças de cerâmicas/mês (tijolos de 6 furos, tijolos maciços, capa de laje, bloco estrutural e telha), uma produção média por olaria de 120 milheiros de peças/mês. O consumo total de argila é de 83.902 t/mês o que significa cerca de 42.000 m^3 se considerarmos a densidade da argila *in situ* de 2 t/m^3. Na tabela 32 encontra-se, a classificação das empresas pelo volume de produção de tijolos de 6 furos, e na tabela 33 a produção global.

Volumes de produção das empresas - tijolos de 6 furos		
Produção em milheiros/mês	**Número de olarias**	**%**
1 - 100	106	52,5
101 - 200	76	37,5
201 - 400	17	8,5
401 - 600	3	1,5

Tabela 32 – Número de empresas e produção de tijolos na RMC. Fonte: cadastro do PDM.

Resumo da produção industrial de cerâmica vermelha na RMC- por tipo de produto – em milheiros/mês			
Tipos de Produtos	**Número de olarias produtoras**	**Total da produção**	**%**
Tijolos de 6 furos	202	25.298	97,1
Tijolos maciços	5	105	0,4
Capas de laje	7	395	1,5
Blocos estruturais	3	230	0,9
Telhas	1	30	0,1
	Total	***26.058***	***100***
Consumo de argila em toneladas		***83.902***	

Tabela 33 – Resumo da produção de cerâmica vermelha na RMC. Fonte: cadastro do PDM.

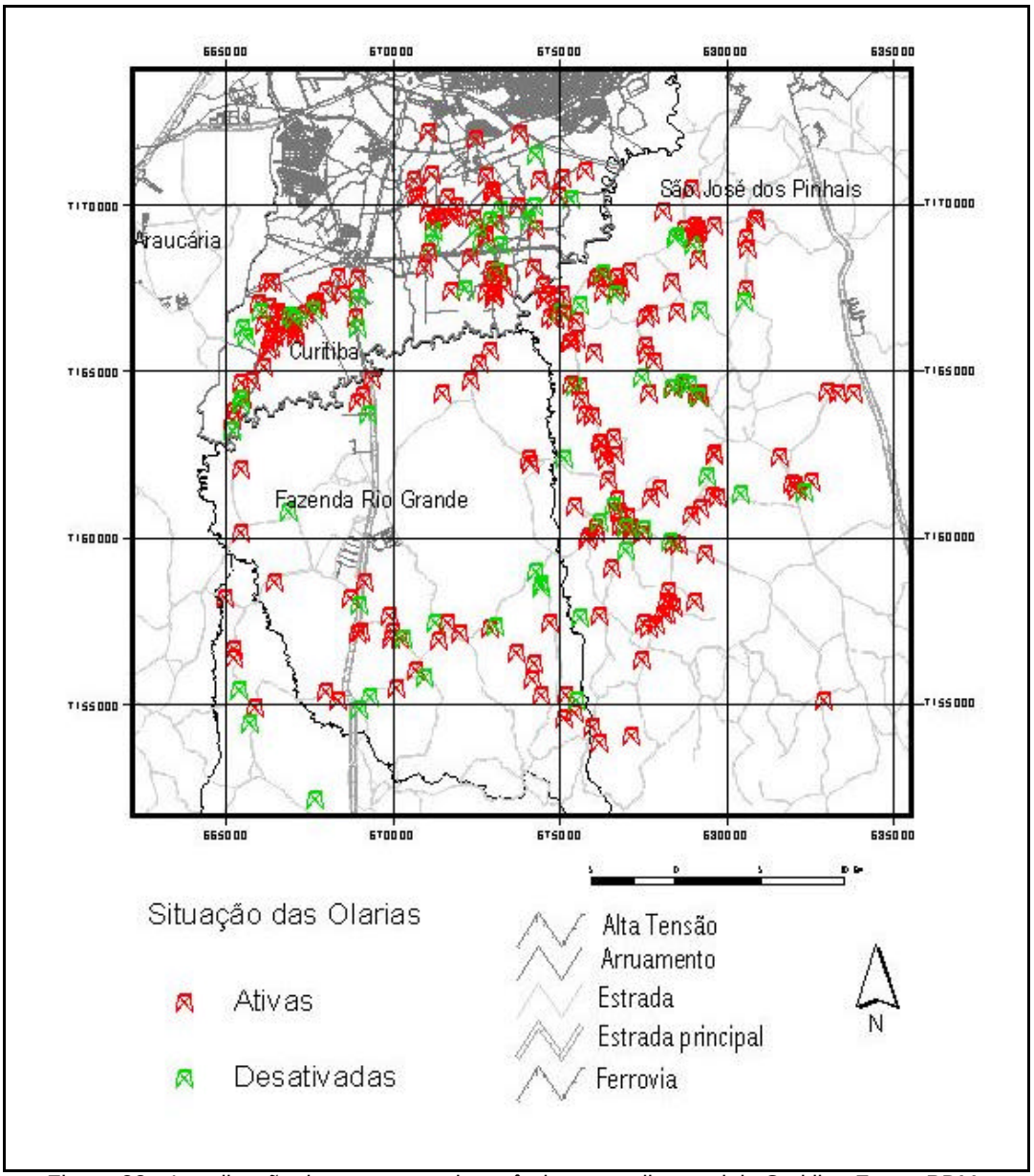


Figura 23 – Localização das empresas de cerâmica vermelha a sul de Curitiba. Fonte: PDM.

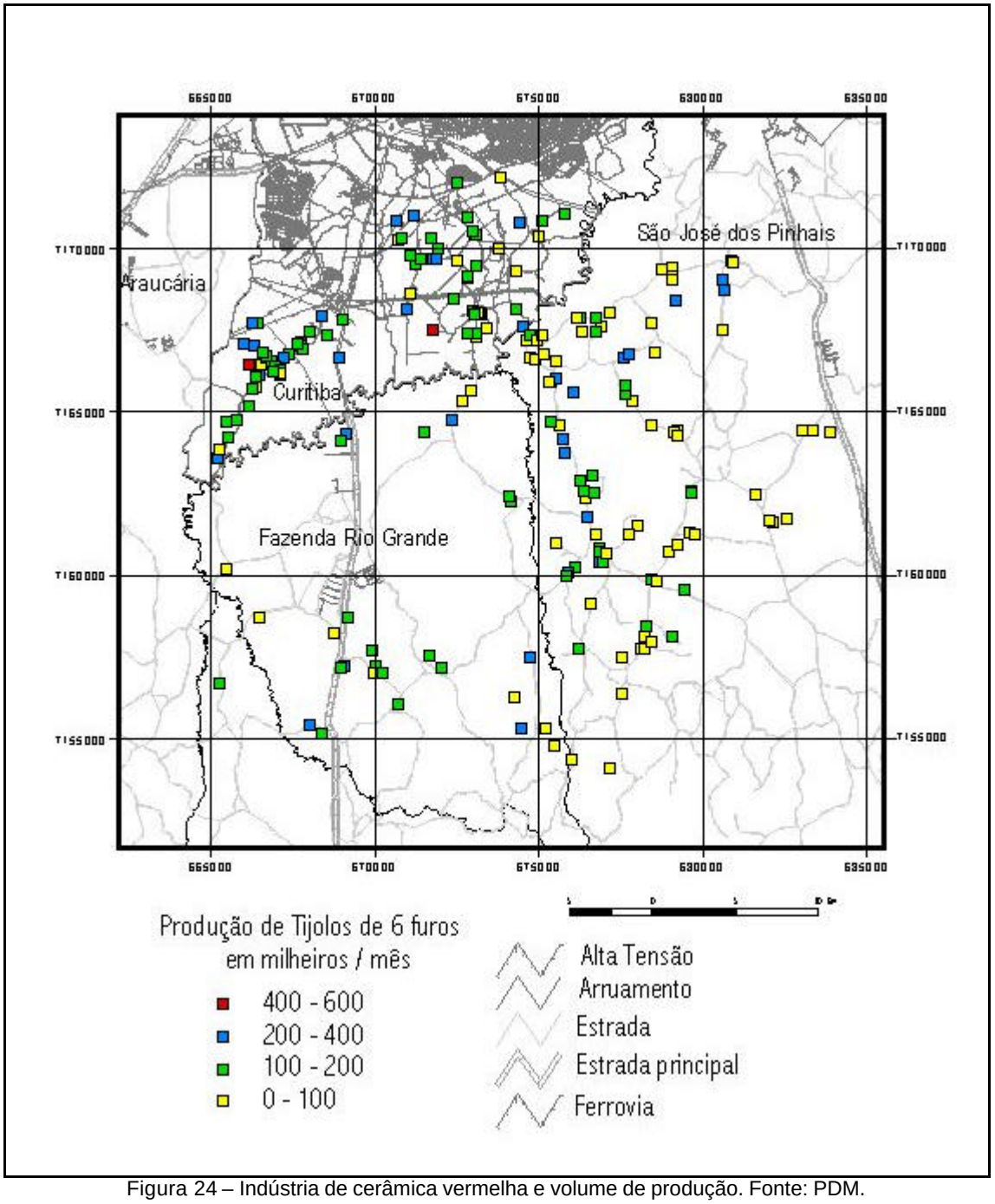


Figura 24 – Indústria de cerâmica vermelha e volume de produção. Fonte: PDM.

Argila Utilizada Pelas Indústrias

As indústrias de cerâmica vermelha da RMC utilizam dois tipos de argilas denominadas “gorda” e “magra”. A argila gorda é mais plástica, moldando-se com facilidade, tendo praticamente só minerais na fração argila. A argila magra tem menor plasticidade e minerais em frações não argilosas. A proporção de uma e outra varia entre zero e 100%. Na média utiliza-se uma mistura de 52% de argila gorda e 48% de argila magra.

A argila gorda tem como procedência os aluviões do rio Iguaçu. Ocorre capeando os depósitos de areia e é retirada e comercializada como subproduto da mineração desta substância. As coberturas de argila decapeadas apresentam volume muito superior ao consumo das indústrias de

cerâmica vermelha. A argila magra é proveniente do solo de alteração das rochas do embasamento. São explotadas ao longo das estradas e em partes mais elevadas do terreno, sendo também conhecidas como “argilas de barranco”.

Fornecedores de Argila

Foram registrados quase 60 fornecedores de argila para a indústria de cerâmica vermelha, de cerca de 25 locais diferentes. Esta diversidade tem implicação na qualidade da matéria prima mineral utilizada pelas indústrias cerâmicas. Além de a argila ser parcialmente subproduto da mineração de areia, a diversidade dos locais de procedência é um agravante. A grande maioria declara comprar argila de terceiros e em três casos declararam possuir requerimento de pesquisa junto ao DNPM, mas verificou-se que são processos inativos. Nenhum produtor de argila possui licença ambiental. Na tabela 34 estão relacionados os fornecedores e respectivos locais de extração.

	Locais de extração
1	Agaraú
2	Cachimba
3	Cachoeira
4	Campestre
5	Campina do Taquaral
6	Campo da Cruz
7	Campo Santana
8	Colonia Rio Grande
9	Colônia Rio Grande
10	Colonia Zacarias
11	Cotia
12	Cotia-Queimada
13	Fazenda Iguaçu
14	Fazendinha
15	Ganchinho
16	Ganchinho
17	Guamirim
18	Miringuava
19	Passo Amarelo
20	Tietê
21	Tupi
22	Umbará
23	Várzea do rio Maurício
24	Vila Nova
25	Vila Osternack

Fornecedores de argila			
1	Airton Princival	30	Belinoski
2	AJW Areal	31	Bobato
3	Alcides Nichele	32	Carlito Farias
4	Amauri Baldan	33	Cerâmica Gai
5	Amauro Roik	34	Edinor Orso
6	Antônio Eli Quirino	35	Elizeu Taborda
7	Antonio Gai	36	Eloi Seck
8	Areal Andrade	37	Erminio Belinoski
9	Areal Barbosa	38	Fauri Pilato
10	Areal CEC	39	J. Purkote
11	Areal Chueda	40	João de Barro
12	Areal Costa	41	João Ferreira
13	Areal Excolin	42	José Darci Bobato
14	Areal Gai	43	José Pelanda
15	Areal Gondro	44	Juca Purkote
16	Areal João Wosniak	45	Luis Orso
17	Areal Luis Nabosne	46	Luis Roik
18	Areal Luiz Rocha	47	Luiz Nabosne
19	Areal Micheleto	48	Moisés Gondro
20	Areal Moisés Gondro	49	Nelson Negoseki
21	Areal Negosek	50	Olaria Gai
22	Areal Orso	51	Pampu
23	Areal Rocha	52	Pedro Chueda
24	Areal Taborda (ETJ)	53	Pedro Kowalski
25	Areal Três Rios	54	Purkote
26	Areal Wosniak	55	Tadeu Pilato
27	Areal Zilliotto	56	Triângulo Mat. de Constr.
28	Barreiro Altevir Pereira	57	Zeca Bobato
29	Barreiro André Barbosa	58	Barreiro Lao Pereira

Tabela 34 – Locais de extração e fornecedores de argila cadastrados no PDM.

Fornos da Indústria de Cerâmica Vermelha da RMC

Das 213 empresas que informaram sobre os tipos, quantidade, capacidade de carga e fornadas/mês, somente duas delas possuem dois tipos de fornos diferentes. O restante utiliza somente um tipo de forno, denominado forno caipira.

Dos 620 fornos, 599 (97%) são do tipo caipira. Este tipo de forno possui capacidade de carga média de 17 milheiros/forno, sendo produzidas em média 2,3 fornadas/mês. A produção total somada deste tipo de forno é 23.657 milheiros/mês, o que corresponde a 89% da produção total registrada na pesquisa. O tamanho do forno caipira é muito variável, possuindo uma capacidade de carga mínima de nove milheiros até um máximo de 40 milheiros. Do mesmo modo, o número de fornadas/mês varia de uma até 7,5. Estas variáveis levam a uma produtividade mínima de nove, máxima de 120 e média de 40 milheiros/forno/mês.

A produtividade do forno caipira de 40 milheiros/forno/mês é baixa, no patamar do tipo corujinha (47) e do tipo abóbada (44). As maiores produtividades são atingidas com fornos tipo vagão, que chegam a 325 milheiros/forno/mês, seguido pelo tipo renascer com 245 milheiros/forno/mês.

Pela média geral, pode-se dizer que uma olaria de referência na Região Metropolitana de Curitiba tem três fornos tipo caipira, com produtividade de 40 milheiros/forno/mês, o que resulta numa produção de 120 milheiros/mês de tijolos de seis furos. Todas as empresas utilizam o processo de secagem natural, colocando seus produtos em prateleiras ventiladas naturalmente. As tabelas 35 e 36 apresentam, respectivamente, a estimativa de produção por tipo de forno e os valores médios gerais de referência. A tabela 37 mostra a estatística para os diferentes tipos de fornos.

Estimativa da produção – somatório por tipos de fornos				
Tipos de fornos	**Número de empresas**	**Total de fornos**	**Somatório da produção (milheiros/mês)**	**% Produção total**
Caipira	201	599	23.657	88,9
Vagão	7	7	2.274	8,5
Corujinha	2	4	188	0,7
Contínuo (*)	1	4	56	0,2
Renascer	1	1	245	0,9
Abóbada	1	5	220	0,8
Total	***213***	***620***	***26.640***	***100***

Tabela 35 – Estimativa de produção por tipo de forno. Fonte: Cadastro do PDM. (*) produtor de telhas.

Estimativa da produção – média geral - mínimo e máximo de uma empresa de referência					
		Número de fornos	**Capacidade de carga por forno por empresa (milheiros)**	**Número de fornadas/mês por forno por empresa**	**Produção / empresa (milheiros/mês)**
Média geral		*3*	*17*	*2,3*	*120*
Mínimos – máximos		*1 - 7*	*7 - 40*	*2 - 15*	*56 - 600*

Tabela 36 – Estimativa de produção: médias de referência. Fonte: Cadastro do PDM.

Estatística por tipo de forno												
Tipos de fornos	**N° empresas**	**Total de fornos**	**Média fornos/ empresa**	**Capacidade de carga/forno (milheiros)**			**Número de fornadas/ mês**			**Produtividade por forno/(milheiros/mês)**		
				Média	**Min.**	**Max.**	**Média**	**Min.**	**Max.**	**Média**	**Min.**	**Max.**
Caipira	201	599	3	17	9	40	2,3	1	7,5	40	9	120
Vagão	7	7	1	30	18	40	11	8	15	325	144	600
Corujinha	2	4	2	23	16	30	2	2	2	47	34	60
Contínuo *	1	4	4	7	7	7	2	2	2	14	14	14
Renascer	1	1	1	35	35	35	7	7	7	245	245	245
Abóbada	1	5	5	20	20	20	2,2	2,2	2,2	44	44	44

Tabela 37 – Estatística por tipo de forno. Fonte: cadastro do PDM. (*) produtor de telha.

Cheque de Consistência da Produção e Estimativa de Empregos Gerados

A estimativa da produção calculada pela produtividade dos fornos é bastante consistente com o verificado na produção declarada, ficando em torno de 26.000 milheiros/mês para todos os produtos e para toda a RMC. A produção declarada de cerca de 26.000 milheiros/mês leva a um consumo anual de aproximadamente um milhão de toneladas de argila. Oficialmente, no Informativo Anual Sobre a Produção de Substâncias Minerais no Paraná – IAPSM, se declara uma produção média anual de cerca de 120.000 t de argila para a indústria de cerâmica vermelha (média de 1995 a 2000), ou seja, 8 vezes menor que a estimada nesta pesquisa.

A tabulação dos dados desta pesquisa revela que a indústria média presente na Região Metropolitana de Curitiba produz cerca de 1.440 milheiros de tijolos de seis furos/ano o que leva a um consumo de cerca de 4.600 toneladas de argila em cada uma.

O diagnóstico do setor de cerâmica vermelha no Paraná, executado pela MINEROPAR em convênio com a SERT-PR (LOYOLA, 1997), revela que a indústria cerâmica vermelha média paranaense, situada fora da RMC, produz cerca de 2.520 milheiros/ano e consome cerca de 8.064 t de argila, ou seja, produz e consome quase o dobro do volume estimado para a Região Metropolitana de Curitiba nesta pesquisa.

No restante do Estado do Paraná os dados mostram que em média cada unidade de cerâmica vermelha emprega cerca de 15 pessoas. Na RMC como o porte das indústrias é metade das do estado, pode-se estimar que empregam cerca de sete pessoas por indústria, o que representaria um universo de 1.680 empregos diretos.

Combustível na Indústria de Cerâmica Vermelha da RMC

As 74 empresas que prestaram informações sobre o tipo e quantidade de combustível utilizado usam exclusivamente madeira. O consumo médio de combustível é de cerca de 1 m^3 de madeira por milheiro produzido.

Os principais combustíveis são refil de *pinus* (39%), serragem (35%), lenha (20%), e lixo de madeira em geral (5%). Como lixo de madeira inclui-se refil de serraria, restos de construção civil, qualquer resíduo de madeira derivado tanto da indústria como do comércio de madeira em geral.

O fato de serem utilizados rejeitos industriais, em especial os de serraria, representa um aspecto relevante desta indústria, que contribui para o processo de emissão zero de resíduos aproveitando qualquer tipo de resto de madeira. Se por um lado os fornos utilizados apresentam baixa eficiência, por outro eles permitem alta flexibilidade na forma do combustível que podem utilizar (lenha, refil, serragem, etc). A tabela 38 apresenta o resumo de tipo de combustível usado nos fornos.

Estatística do tipo de combustível utilizado nos fornos			
Tipo de combustível	**Empresas que declararam**	**Quantidade consumida (m^3)**	**Porcentagem %**
Refil de *pinus*	33	4.216	39
Serragem	17	3.805	35
Lenha	19	2.113	20
Lixo de madeira	5	674	6
Total	***74***	***10.808***	***100***

Tabela 38 – Tipo de combustível utilizado nos fornos das olarias. Fonte: cadastro do PDM.

Equipamentos Utilizados na Indústria de Cerâmica Vermelha da RMC

A grande maioria das 206 empresas que prestaram informações sobre equipamentos utilizados na indústria de cerâmica vermelha da Região Metropolitana de Curitiba possui mais de um caminhão (média de 1,7) e utilizam pelo menos 3 equipamentos, geralmente misturador, laminador e conjunto de maromba. A tabela 39 apresenta uma síntese dos equipamentos verificados no cadastramento do PDM.

Estatística dos equipamentos utilizados na indústria de cerâmica vermelha					
Equipamento utilizados	**Quantidade total de equipamentos**	**Número de empresas**	**Média por empresa**	**Mínimo**	**Máximo**
Caminhão	290	169	1,7	0	4
Conjunto de maromba	163	165	1,0	0	2
Laminador	162	155	1,0	1	2
Misturador	148	145	1,0	0	2
Retroescavadeira	67	73	0,9	0	1
Amassador	40	39	1,0	1	2
Pá-carregadeira	27	27	1,0	0	2
Caixão alimentador	23	21	1,1	1	2
Queimadores para serragem	11	2	5,5	2	9
Empilhadeira	9	9	1,0	1	1
Desintegrador	5	5	1,0	1	1
Escavadeira hidráulica	5	5	1,0	1	1
Britador	2	2	1,0	1	1
Moinho	2	2	1,0	1	1
Prensa	2	1	2,0	2	2
Máquina de embalar	1	1	1,0	1	1
Total	**957**				

Tabela 39 – Equipamentos utilizados na indústria de cerâmica vermelha. Fonte: cadastro do PDM.

3.2.3 – AREIA - INDÚSTRIA DE AGREGADOS

A produção anual média de areia na RMC, conforme declarada pelos mineradores no período de 1995 a 2000, foi de 962.140 t/ano (correspondente a cerca de 641.427 m^3). Em valores, o total estimado chega a R$ 5.353.844/ano, com o preço médio de R$ 8/m^3, em valores correntes. Se considerarmos que a RMC é auto-suficiente em areia e que a mesma possui uma população de cerca de três milhões de habitantes, isso resulta num consumo per capita de aproximadamente 0,3 t/ano o que é metade da média nacional e provavelmente reflete uma subestimação da produção.

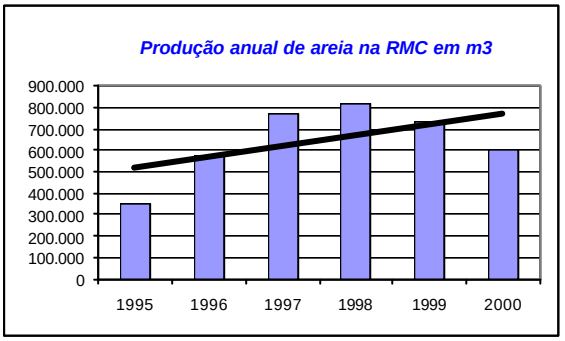
Conforme dados da Associação dos Mineradores de Areia e Saibro do Paraná – AMAS/PR, o número de mineradores de areia da RMC é de 45 produtores, sendo 42 sindicalizados. Os principais municípios produtores são: Curitiba – 31%; São José dos Pinhais – 25%; Fazenda Rio Grande – 23%, Araucária – 16% e Balsa Nova – 4%, registrando-se pequena produção nos municípios de Campo Largo, Lapa, Adrianópolis e Campina Grande do Sul (tabela 40). A produção anual e o valor desta produção estão representados nos gráficos 3 e 4.

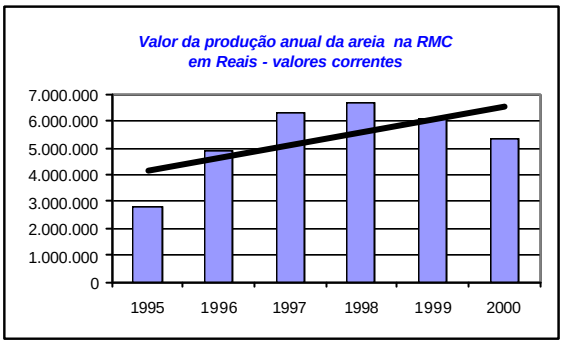
Mineração de Areia nos Aluviões do Rio Iguaçu

A atividade de mineração de areia na RMC se dá quase que exclusivamente nos depósitos aluvionares do rio Iguaçu. Esta característica de limitação geográfica e a situação atual de impasse na atividade por questões ambientais, levaram à decisão de não se realizar o cadastramento das lavras de areia nos termos executados no restante da RMC, no desenvolvimento do PDM.

Produção de areia na Região Metropolitana de Curitiba		
Município	**Quantidade produzida(toneladas)**	**%**
Curitiba	299.446	31,1
São José dos Pinhais	239.233	24,9
Fazenda Rio Grande	222.033	23,1
Araucária	158.090	16,4
Balsa Nova	38.260	4,0
Campo Largo	2.975	0,3
Lapa	1.285	0,1
Adrianópolis	809	< 0,1
Campina Grande do Sul	9	< 0,1
Total	***962.141***	***100***

Tabela 40 – Produção de areia na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.





Gráficos 3 e 4 – Produção anual de areia em quantidade e valor na RMC de 1995 a 2000. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

Desde os primórdios da colonização, a areia utilizada na RMC provém destes depósitos aluvionares. A planície aluvionar estende-se da região leste de Curitiba, circundando a cidade pelo sul e a oeste. Pela extensão dos depósitos, as lavras sempre foram condicionadas por questões como a proximidade das áreas urbanas, acordos com superficiários e logística, pois teoricamente a extração de areia pode ser feita na maior parte da citada planície. Nesse quadro, a problemática da mineração de areia pode ser resumida num mapeamento das áreas já lavradas, das áreas potenciais e das áreas com fatores impeditivos, como reservas florestais e áreas urbanizadas.

Mais recentemente, em função de um posicionamento do Ministério Público, o Instituto Ambiental do Paraná – IAP, suspendeu a liberação de licenças ambientais para a exploração de areia nos aluviões do rio Iguaçu, estabelecendo um sério conflito com a atividade mineral. O principal fator ambiental em questão é decorrente do Código Florestal, que considera como áreas de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, numa faixa marginal variável de 30 a 500 metros de largura, a depender da largura do curso d'água. O Código Florestal estabelece que a supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do poder executivo federal, quando isso for necessário à execução de obras, planos, atividades ou projetos

de utilidade pública ou interesse social. Constitui contravenção penal extrair minerais de áreas de florestas de domínio público, ou consideradas de preservação permanente, sem prévia autorização.

Em 2003 foi iniciado o processo de elaboração de um termo de ajuste de conduta entre os mineradores, por meio da Associação dos Mineradores de Areia e Saibro, o Instituto Ambiental do Paraná e o Ministério Público, para definir em que condições a extração de areia no vale do Iguaçu poderá ser realizada. Foi decidida a elaboração de um EIA-RIMA, sob responsabilidade dos mineradores, que deve estar concluído em meados de 2004. Com base neste estudo deverão ser delimitadas áreas para extração, áreas indicadas à preservação e as regiões com necessidade de recuperação. Enquanto isso, a atividade de mineração prossegue, embora sem licenciamento ambiental, numa situação de transição.

No capítulo 5, onde se discute a problemática ambiental em relação à mineração, serão abordados elementos adicionais da extração de areia neste contexto.

Estimativas de Reservas de Areia nos Aluviões do Rio Iguaçu

Os dados aqui apresentados foram obtidos do anteprojeto Levantamento Geoambiental do Alto Rio Iguaçu (RIBAS e SILVA, 2000), sem a compilação de dados individuais por frente de lavra. O trabalho referido teve como propósito o levantamento do potencial de areia da planície aluvionar do Iguaçu e também subsidiar a recuperação das áreas degradadas pela mineração, além de sugerir ações de controle para permitir que a atividade continue a ser exercida na área, dentro de um novo modelo de gerenciamento do meio físico.

As exigências ambientais não permitem mais a prática da mineração sem um plano adequado de reabilitação da área lavrada. Nesta região em especial foi buscado um modelo na qual a mineração possa funcionar como motor da implementação de um parque linear com atividades econômicas e de lazer. O órgão gestor do meio ambiente concederia a licença ambiental para o minerador de areia, ajustando um plano de reabilitação da área para prepará-la para outros usos, incluindo piscicultura, lagoas de decantação, lagos para práticas náuticas, etc.

Os trabalhos realizados pela MINEROPAR (RIBAS e SILVA, 2000), contemplaram as seguintes atividades:

- Análise e fotointerpretação de aerofotos tomadas em 2000, escala 1:30.000, do Vale do Iguaçu, entre a rodovia BR-277 (Curitiba – Paranaguá), nas imediações da estação de tratamento de água da SANEPAR e a região de Balsa Nova, num total de 291 Km^2;
- Delimitação das áreas mineradas, áreas com potencial para mineração, matas e feições relevantes da planície aluvionar do Iguaçu.
- Transferência das feições fotointerpretadas para bases da COMEC em escala 1:20.000, de 1976;
- Montagem de arquivo digital planimétrico;
- Digitalização das feições delimitadas em mapas.

O trecho estudado tem 76 Km de extensão e vai da rodovia BR-277 (trecho Curitiba – Paranaguá) até Balsa Nova, cortando alguns dos núcleos urbanos e industriais mais importantes da RMC. Neste trecho o leito do rio Iguaçu, em sua forma meandrante, apresenta 108 Km de comprimento, uma extensão quase 45% maior que a dimensão da área avaliada. A largura média da planície aluvionar é de 1,5 km, com trechos de estrangulamento e espraiamento. A largura média do leito do rio é de cerca de 56 metros.

Estimativas do potencial de areia para a planície aluvial do rio Iguaçu		
Referência:	**Área em m²**	**%**
Área ocupada pela calha aluvionar	109.747.194	100,0
Área ocupada pelo leito do rio	5.620.697	5,1
Área já lavrada	22.084.594	20,1
Área atualmente em lavra	11.282.720	10,3
Área total ocupada pelas cavas (já lavradas e em lavra)	33.367.314	30,4
Áreas de aluvião com cobertura vegetal de floresta e mata	16.560.567	15,1
Área remanescente total, com potencial para explotação de areia e argila incluindo área com cobertura vegetal de floresta e mata	70.759.183	64,5
Área potencial para explotação de areia, sem cobertura vegetal de floresta e mata	54.198.616	49,4
	Volume em m³	
Volume total potencial de areia considerando a área total potencial (70 milhões de m²), e a espessura média ***nas cavas de 1,75 m***	123.828.570	
Volume total de areia considerando a área total potencial (70 milhões de m²) e a espessura média ***nos aluviões de 1,0 m***	70.759.183	
Volume total de areia nos aluviões, passível de extração preservando a cobertura vegetal de florestas e matas	54.198.616	
Volume total de areia já extraída considerando área lavrada de 22 milhões de m² e espessura de 1,75 m	38.648.039	
	Espessura em m	
Estimativa de espessura média da areia nas cavas (m)	1,75	
Estimativa de espessura média da areia nos aluviões (m)	1,00	
Estimativa de espessura média da cobertura (argilas) (m)	1,50	
Estimativa de espessura média de areia e argila nas cavas (m)	3,25	

Obs:- Estimativas baseadas em observações de campo e análise de imagens aéreas.

Tabela 41 – Estimativas de potencial de areia no Vale do Iguaçu. Fonte: RIBAS e SILVA (2000).

A planície aluvionar da área estudada tem cerca de 110 milhões de m^2 e o leito do rio ocupa 6 milhões de m^2 (5%). As áreas já mineradas somam cerca de 22 milhões de m^2 (20%) e as em lavra (na época do trabalho referido, em 2000) 11 milhões de m^2 (10%), ou seja, 30% do total já foi minerado ou está em processo de lavra, conforme a tabela 41.

A planície apresenta 16,5 milhões de m^2 de cobertura vegetal florestal (15% em área) e cerca de 54 milhões de m^2 sem cobertura, estimando-se reservas mínimas de 54 milhões de m^3 de areia e 81 milhões m^3 de argila nestes terrenos.

Com base nas declarações do IAPSM, a produção média anual no período 1995 a 2000 foi de 641.427 m^3. Estimando-se uma produção de areia de 2 milhões de m^3/ano, cerca de 3 vezes a produção média informada, tem-se uma reserva para 35 anos se toda área for minerada, ou de 27 anos, preservando-se aquelas com cobertura vegetal.

No tocante aos títulos minerários verifica-se a discrepância de poucos direitos efetivos, comparando-se com a intensa atividade ao longo do rio, predominando a fase de requerimento e alvará de pesquisa, ao invés de concessões de lavra ou licenciamentos.

As características e dimensões obtidas no citado estudo são fruto de estimativas baseadas em trabalhos de interpretação de imagens aéreas, aliadas a observações de campo. O dimensionamento preciso só poderá ser obtido com trabalhos específicos de pesquisa mineral.

Fontes Alternativas de Suprimento de Areia Para RMC

Considerando-se as dificuldades enfrentadas pela mineração de areia no Vale do Iguaçu, frente aos condicionantes ambientais e urbanos, é necessário avaliar alternativas de jazidas para o abastecimento de areia para a Região Metropolitana de Curitiba. Algumas possibilidades estão

resumidas a seguir. Na figura 25 observa-se a localização das principais fontes de areia no Paraná.

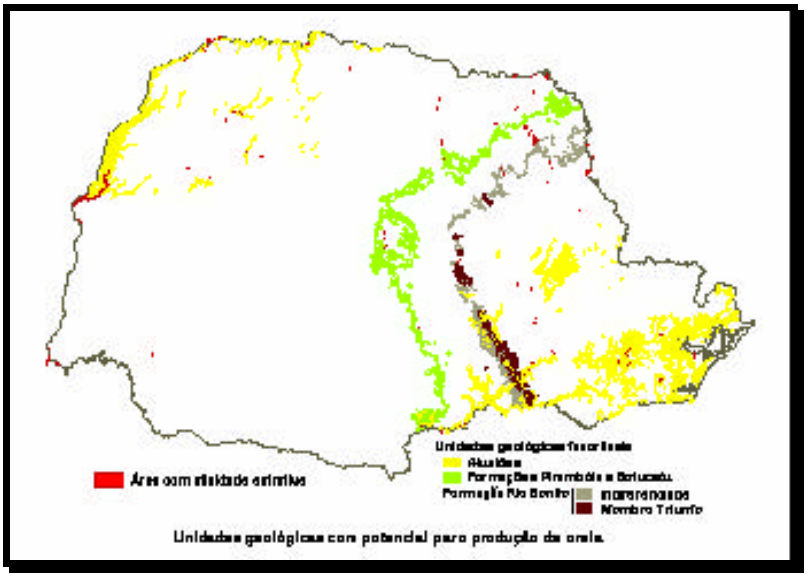


Figura 25 – Principais áreas de produção de areia no Paraná.

Nos limites da RMC, as fontes mais próximas são os outros afluentes do rio Iguaçu, embora neste caso existam os mesmos problemas ambientais, como os rios da Várzea, Despique e Maurício. Na região oeste da RMC, uma alternativa para suprimento de areia é a Formação Furnas, na Serra de São Luís do Purunã. Neste caso, a mineração de areia é condicionada pela alteração intempérica, que permite que as areias sejam escarificáveis e explotadas com equipamentos convencionais, sem necessidade de desmonte por explosivos, britagem e moagem.

Uma alternativa testada com sucesso pela MINEROPAR, em associação com a SANEPAR, foi a explotação de aluviões nas áreas de futuros reservatórios de água para abastecimento público. Normalmente estas áreas se localizam próximas dos centros urbanos, o que as torna atrativas como fonte de suprimento de insumos “minerais sociais”. Esta estratégia viabilizou em 1998 a extração de areia nos aluviões onde se localiza o reservatório do rio Iraí, no município de Pinhais, durante a construção da represa homônima, com recursos do Banco Mundial (Projeto PROSAN).

A área foi lavrada pela iniciativa privada, por meio de licitação. A MINEROPAR fiscalizou o processo, controlando a lavra e o tratamento das águas de rejeito, com técnicas de baixo custo para decantação, correção de turbidez e pH, o que permitiu a operação de lavra e beneficiamento a 1,5 km a montante da captação de água da SANEPAR (ETA Tarumã).

O aproveitamento de recursos minerais nas áreas a serem alagadas por barramento para o abastecimento público, com conseqüente esterilização destas jazidas minerais após o preenchimento dos reservatórios, é extremamente racional, com vantagens econômicas e ambientais. Estas áreas normalmente estão posicionadas próximos aos centros consumidores, exigem transportes em curtas distancias, o que barateia o insumo mineral, além de onerar menos a infra-estrutura viária. Os trabalhos de desmatamento e o fornecimento de materiais de empréstimos necessários à construção da barragem podem ser feitos pelos próprios mineradores e extraídos no próprio local. A mineração neste local ainda ajuda a aumentar o volume de água a ser reservada e evita a exploração de outras áreas virgens.

Outra alternativa de suprimento de areia é a Formação Guabirotuba, onde predominam sedimentos argilosos, com intercalações subordinadas de areias, arcósios e cascalhos. Em algumas áreas, as camadas de arcósios podem apresentar até 15 m de espessura. Os resultados obtidos não são satisfatórios, com baixo rendimento minério/estéril em função da alta presença de finos, mas pode ser uma alternativa em casos especiais.

Fora dos limites da RMC podem ser consideradas algumas alternativas importantes para fornecimento de areia. No litoral, há abundantes reservas de areias de origem marinha na planície litorânea, onde já existe intensa explotação no entorno de Paranaguá. Para estes depósitos o custo final é maior, pela logística de transporte subindo a Serra do Mar, além dos problemas ambientais expressivos nas áreas de floresta atlântica.

Nos terrenos da Bacia do Paraná podem ser considerados principalmente os arenitos do Membro Triunfo (Formação Rio Bonito) e da Formação Botucatu. Também nestes casos a distância é crítica, além da necessidade de ação do intemperismo para permitir o desmonte sem explosivos. Na Formação Rio Bonito, a MINEROPAR pesquisou e licitou uma área em 1999 às margens da BR 277, a 130 km de Curitiba, a 100 Km de Ponta Grossa, 50 km de Palmeira e a 17 km de Irati.

Na Formação Rio Bonito, os depósitos de areia são formados por camadas extensas, contínuas e relativamente homogêneas, com siltitos e folhelhos na base e topo (aqüífero confinado). As espessuras das camadas de areia e de cobertura são variáveis em função do nível de erosão local, predominando camadas com 10 metros de espessura e de 2 a 3 metros de capeamento na faixa de afloramento. O minério mostra-se facilmente escarificável com ferramentas de mão. De acordo com amostras coletadas e analisadas, o minério possui uma boa distribuição granulométrica, enquadrando-se na categoria de areia média/grossa a média/fina.

3.2.4 –BRITA - INDÚSTRIA DE AGREGADOS

A brita responde por 5% da quantidade dos bens minerais produzidos na RMC, por 7% do valor da produção e por 13% do ICMS recolhido. São cerca de 16 as empresas que informam ao IAPSM a produção. O valor médio anual computado no período de 1995 a 2000 é de cerca de R$ 5 milhões, com recolhimento de ICMS de R$ 670 mil, correspondente a 13% do valor. A quantidade produzida é de aproximadamente 560 mil toneladas/ano, geralmente transportadas por caminhões de 15 toneladas, o que representa uma média de 3.100 viagens/mês ou 155 por dia, em 20 dias úteis por mês.

Os principais municípios que respondem pelo valor da produção de brita na RMC (tabela 42) são Quatro Barras (21%), Colombo (18%) e Piraquara (15%). Proporcionalmente, o menor ICMS recolhido encontra-se no município de Piraquara, que apresenta a menor porcentagem do valor da produção com 7%, contra uma média de 13% nos demais, podendo ocorrer diferimento. Em termos de quantidade os principais municípios produtores são: Colombo (27%), Piraquara (24%) e Quatro Barras (21%), que juntos produzem 72% de toda a brita da RMC. O comportamento da produção anual é bastante irregular, porém mostrando uma tendência de crescimento.

As principais rochas utilizadas para produção de brita são o granito, que responde por 78% da produção, seguido do basalto/diabásio, com 12%, e gnaisses e migmatitos (10%). O preço médio da brita fica em torno de R$ 9,00/t. O preço médio de R$ 40,00/t para brita de gnaisse, (tabela 43), está superestimado, devido a disparidades entre a quantidade produzida e o valor da produção.

A brita teve dois picos de produção, em 1998 e 2000, sem que se tenha explicação para este fato, como a construção de uma grande obra. A menor produção deu-se em 1996 com 290 mil toneladas. A produção em 2000 foi de cerca de 831 mil toneladas, equivalente a 55 mil viagens de caminhões de 15 t/ano, ou 4.600/mês (gráfico 5).

Municípios produtores de brita na RMC							
Municípios	Valor da produção (R$)	% Valor	ICMS recolhido (R$)	Quantidade produzida (m^3)	Quantidade produzida(t)	% t	R$/t
Quatro Barras	1.088.359,00	21	140.141,00	76.715	115.072	21	9,00
Colombo	953.030,00	18	159.631,00	99.981	149.972	27	6,00
Piraquara	778.613,00	15	55.762,00	89.312	133.967	24	6,00
Campo Largo	753.465,00	15	127.352,00	6.411	9.616	2	78,00
São José dos Pinhais	656.690,00	13	76.697,00	34.431	51.646	9	13,00
Quitandinha	558.054,00	11	69.177,00	35.736	53.604	10	10,00
Balsa Nova	249.483,00	5	25.570,00	17.558	26.336	5	9,00
Araucária	109.424,00	2	15.482,00	9.123	13.685	2	8,00
Almirante Tamandaré	17.015 ,00	0	2.764 ,00	1.641	2.462	0	7,00
Rio Branco do Sul	308,00	0	0,00	89	134	0	2,00
TOTAL	**5.164.441,00**	**100**	**672.574,00**	**370.996**	**556.494**	**100**	**9,00**

Tabela 42 – Municípios produtores de brita na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

A Região Metropolitana de Curitiba, pelos dados oficiais de produção, tem um consumo *per capita* de brita igual ao do Paraná, de cerca de 0,2 t/ano. Este consumo é 3,5 vezes menor que a média nacional que é de 0,7t/ ano por pessoa, o que sugere problemas com as quantidades declaradas. São cerca de 65 as frentes de lavras ativas produzindo brita na RMC, além de outros materiais utilizados diretamente na construção civil (pavimentação, calçamento, guias e subsidiariamente rochas para uso ornamental). Na tabela 44 encontra-se uma relação de empresas produtoras.

Dados sobre a produção de brita na Região Metropolitana de Curitiba - média 1995 a 2000 – (valores correntes)							
ROCHAS	Valor da produção (R$)	ICMS recolhido (R$)	Quantidade produzida (m^3)	Quantidade produzida(t)	%	R$/$m^3$	R$ / t
GRANITO	3.037.465,00	389.402,00	288.123	432.185	78	11,00	7,00
GNAISSE	1.201.659,00	171.812,00	19.919	29.878	5	60,00	40,00
BASALTO	674.132,00	85.791,00	45.295	67.942	12	15,00	10,00
MIGMATITO	251.184,00	25.570,00	17.660	26.490	5	14,00	9,00
TOTAL	***5.164.440,00***	***672.574,00***	***370.996***	***556.494***	100		

Tabela 43 - Rochas usadas para brita na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

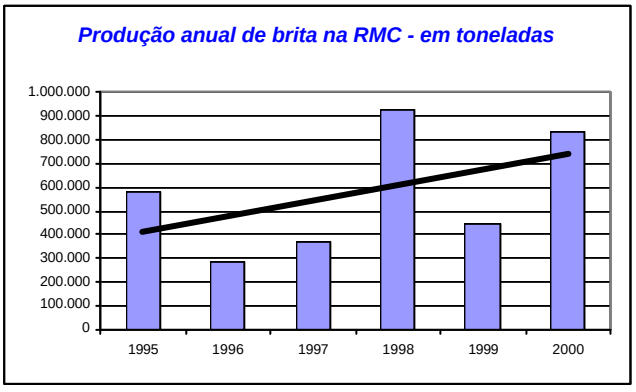


Gráfico 5 – Produção anual de brita na RMC. Fonte IAPSM/MINEROPAR.

Cadastro dos produtores de brita da Região Metropolitana de Curitiba, que declararam pelo menos uma vez de 1998 a 2000			
MUNICÍPIO	**RAZÃO SOCIAL**	**ENDEREÇO**	**TELEFONE**
Almirante Tamandaré	Industria de Calcareo São Jose Ltda	Rua Pedro Teixeira Alves, Sn – Centro	(41)757-1118
Almirante Tamandaré	Pedreira Botiatuva Ltda	Rod dos Minérios Sn – Rural	(41)757-1207
Balsa Nova	Jorge Eugenio Faisst & Cia Ltda	Rod Br 277, Sn – Km.135 – Nova Serrinha	(41)292-1282
Campo Largo	Pedreira Central Ltda	Rod Br 277, - Km 7,5 – Ferraria	(41)223-4257
Campo Largo	Pedreira Matias Ltda	Est do Cerne, Sn – Km.27 – Bateias	(41)848-1122
Colombo	Pedreira Roca Grande Ltda	Rua Leopoldo Apel 10 – Roca Grande	(41)332-2277
Colombo	Raphael F Greca & Filhos Ltda	Rua Raphael Francisco Greca, 1330 – Itajacuru	(41)656-3200
Piraquara	Pedreiras Boscardin Ltda	Rua Redondo Sn – Redondo	(41)224-5567
Quatro Barras	Pedreira Ytapoá Ltda.	Rua Principal, Sn – Distrito Tronqueira	(41)335-5464
Quatro Barras	Pedreira Piramirim Ltda	Rua Borda do Campo, Sn – Borda do Campo	(41)772-1619
Quitandinha	Ita Serviços de Britagem Ltda	Rod Br 116, Km 172 – Rodovia Br/116	(41)262-2553
Rio Branco do Sul	Cimento Rio Branco S/A	Est de Itacuri, Sn	(41)355-1122
São José dos Pinhais	Boza Extração e Comercio de Areia Ltda	Rua Cel Quadros 501 – Cidade Jardim	(41)283-3205
São José dos Pinhais	Com e Transp. De Areia Santo Antonio Ltda	Col Rio Grande Sn – Cachoeira	(41)282-3010
São José dos Pinhais	Saibreira Boa Esperança Ltda	Est Velha de Joinville Sn – Campina Grande	(41)834-1155
São José dos Pinhais	Construtora Mirantes Ltda	Rua Dr Motta Junior 2450 – Aristocrata	(41)283-4342

Tabela 44 - Relação de empresas produtoras de brita na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

3.2.5 - A INDÚSTRIA DE ROCHAS CALCÁRIAS

As rochas calcárias foram referenciadas neste trabalho como calcário calcítico ou simplesmente calcário, quando apropriadas para uso na fabricação de cimento (menos de 6% de óxido de magnésio), e calcário dolomítico ou dolomito quando apropriadas para uso em corretivo agrícola.

São 104 as empresas mineradoras de rochas calcárias que declararam oficialmente ao IAPSM (tabela 45). Destas, 22 produzem calcário e cerca de 82 produzem dolomito. A produção média anual no período de 1995 a 2000 foi de 8,6 milhões de toneladas, com valor estimado em R$ 35,8 milhões e preço médio de R$ 4,00/t. As rochas calcárias representam 73% dos bens minerais explotados na RMC e 48% do valor, sendo o principal bem mineral produzido na região. Os três principais usos são: fabricação de cimento (41,5% - calcário), corretivo agrícola (34,6% - dolomito) e fabricação de cal (12,8% - dolomito).

Quase todo o calcário calcítico (99,2%) é destinado para fabricação de cimento. Os outros destinos industriais representam somente 0,2% cada, para *petit-pavé*, cal, ração e outros usos. O preço declarado para o calcário fica em torno de R$ 3,00/t quando destinado para cimento e ração, R$ 7,00/t para cal e R$ 9,00/t para *petit-pavé*. A principal destinação do dolomito produzido é para corretivo agrícola (72,1%), seguido da cal (23,5%), outros usos (3,4%) e indústria química (1,1%). O preço é bastante variável, desde R$ 36,00/t para os outros usos, R$ 15,00/t quando destinado para a indústria química, R$ 7,00/t para cal e R$ 6,00/t para corretivo agrícola.

Os municípios produtores de rochas calcárias na Região Metropolitana de Curitiba, em número de 8, estão listados na tabela 46. A concentração da produção se dá em 4 municípios, com Rio Branco do Sul responsável por 68,1% da quantidade, seguido de Campo Largo (13,5%), Almirante Tamandaré (13,2%) e Colombo (4,6%). Estes municípios respondem por 99,4% da quantidade e valor das rochas calcárias produzidas na RMC, e por 99,8% do ICMS recolhido nesta etapa. Os preços e ICMS recolhidos por município são variáveis em função dos diferentes usos industriais do minério e da aplicação de diferimento no recolhimento do ICMS.

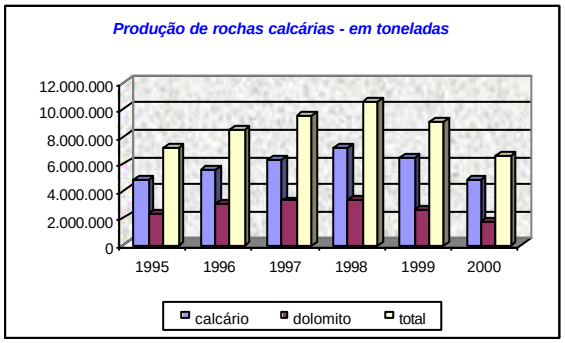
Produção de rochas calcárias e sua participação na Região Metropolitana de Curitiba - Média 1995 a 2000 -												
Substância/Uso	**Nº empr.**	**Quantidade produzida (t)**	**% do total**	**% subs-tância**	**Valor (R$)**	**% do total**	**ICMS (R$)**	**% do total**	**R$/t**	**% do valor da RMC**	**% do ICMS da RMC**	**% da qtd. da RMC**
										Participação na RMC		
CALCÁRIO												
para cimento	8	5.792.082	67,6	99,2	14.831.310,00	41,5	19.093,00	2,1	3,00	20	0	49
para petit-pavé	8	9.515	0,1	0,2	88.668,00	0,2	1.664,00	0,2	9,00	0	0	0
para cal	2	12.844	0,1	0,2	88.541,00	0,2	4.412,00	0,5	7,00	0	0	0
para outros usos	7	14.283	0,2	0,2	35.427,00	0,1	514,00	0,1	2,00	0	0	0
para ração	3	11.728	0,1	0,2	33.176,00	0,1	0,00	0,0	3,00	0	0	0
Calcário Subtot.	22	5.840.451	68,1	100,0	15.077.123,00	42,2	25.683,00	2,8	3,00	20	0	50
DOLOMITO												
p/ corretivo	55	1.968.787	23,0	72,1	12.378.280,00	34,6	273.483,00	29,4	6,00	17	5	17
para cal	42	641.680	7,5	23,5	4.582.912,00	12,8	346.406,00	37,3	7,00	6	7	5
para outros usos	6	92.019	1,1	3,4	3.273.887,00	9,2	250.145,00	26,9	36,00	4	5	1
para ind. química	4	29.355	0,3	1,1	452.508,00	1,3	33.985,00	3,7	15,00	1	1	0
Dolomito Subtot.	82	2.731.841	31,9	100,0	20.687.587,00	57,8	904.019,00	97,2	8,00	28	17	23
Total										0	0	0
Rochas calcárias	**104**	**8.572.292**	**100,0**		**35.764.710,00**	**100**	**929.702,00**	**100**	**4,00**	**48**	**17**	**73**

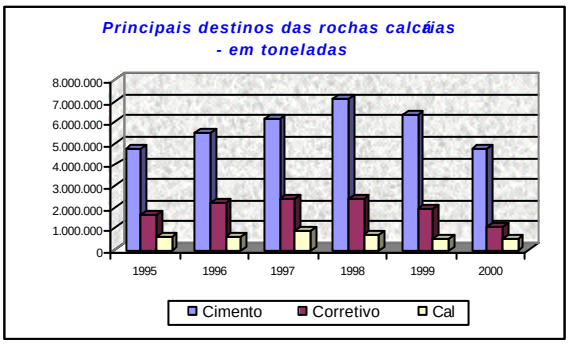
Tabela 45 – Produção de rochas calcárias na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

Municípios produtores de rochas calcárias na RMC - Média 1995 a 2000							
Município	**Quantidade (t)**	**%**	**Valor da prod. (R$)**	**%**	**ICMS (R$)**	**%**	**R$/t**
Rio Branco do Sul	*5.836.809*	68,1	*20.257.074,00*	56,6	*452.087,00*	48,6	3,50
Almirante Tamandaré	*1.131.933*	13,2	*8.770.830,00*	24,5	*367.514,00*	39,5	7,70
Campo Largo	*1.158.363*	13,5	*4.504.044,00*	12,6	*9.405,00*	1,0	3,90
Colombo	*395.759*	4,6	*2.030.054,00*	5,7	*99.408,00*	10,7	5,10
Itaperuçu	*31.426*	0,4	*141.005,00*	0,4	*1.289,00*	0,1	4,50
Bocaiúva do Sul	*11.533*	0,1	*47.698,00*	0,1	-		4,10
Araucária	*6.012*	0,1	*12.302,00*	0,0	-		2,00
Tunas do Paraná	*458*	0,0	*1.704,00*	0,0	-		3,70
Total	***8.572.292,00***	***100,0***	***35.764.710,00***	***100,0***	***929.702,00***	***100,0***	***4,20***

Tabela 46 - Municípios produtores de rochas calcárias na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

A produção de rochas calcárias cresceu até 1998 e a partir daí houve queda, atingindo em 2000 quantidades menores que em 1995 (gráfico 6). Este desempenho foi acompanhado nos principais usos (cimento, corretivo e cal - gráfico 7). Nas indústrias químicas, de ração e para calçamento, não se verifica uma tendência, mas registra-se crescimento acentuado dos outros usos (gráfico 8).





Gráficos 6 e 7 - Produção de rochas calcárias e principais destinos. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

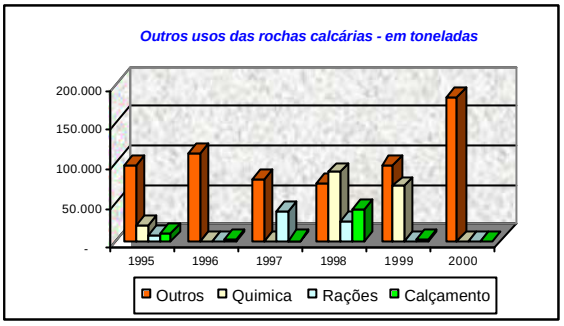


Gráfico 8 – Outros usos de calcários, período de 1995 a 2000. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

Na tabela 47 encontra-se um detalhamento da produção de rochas calcárias discriminadas por uso nos 5 principais municípios produtores da RMC. A tabela 48 traz a estatística da indústria cimenteira no estado e a produção de calcário, no período de 1995 a 2001, e o gráfico 9 reflete esta estatística, com a produção e o consumo aparente de cimento no período considerado.

Produção de rochas calcárias por uso nos principais municípios – Média 1995 a 2000 -

Município	Substância	Uso	Quantidade (t)	Valor (R$)	ICMS (R$)
Rio Branco do Sul	Calcário	Cimento	4.848.538	11.859.615,00	15.673,00
	Calcário	Pedras para calçamento	6.491	22.007,00	0,00
	Calcário	Cal	1.343	37.371,00	4.412,00
	Calcário	Outros	744	3.080,00	514,00
	Calcário	Nutrição animal (rações)	550	688,00	0,00
	Calcário dolomítico	Corretivos agrícolas	694.804	4.201.476,00	118.537,00
	Calcário dolomítico	Cal	182.996	665.517,00	31.275,00
	Calcário dolomítico	Outros	72.072	3.015.073,00	247.747,00
	Calcário dolomítico	Indústria Química	29.273	452.248,00	33.929,00
Rio Branco do Sul	***Total***		***5.836.809***	***20.257.074,00***	***452.087,00***
Almirante Tamandaré	Calcário	Cal	11.501	51.171,00	0,00
	Calcário	Nutrição animal (rações)	11.178	32.488,00	0,00
	Calcário	Pedras para calçamento	1.662	47.450,00	0,00
	Calcário	Outros	1.442	3.170,00	0,00
	Calcário	Cimento	1.234	11.117,00	0,00
	Calcário dolomítico	Corretivos agrícolas	868.650	5.859.723,00	153.459,00
	Calcário dolomítico	Cal	217.916	2.525.188,00	212.916,00
	Calcário dolomítico	Outros	18.350	240.524,00	1.139,00
Almirante Tamandaré	***Total***		***1.131.933***	***8.770.830 ,00***	***367.514,00***
Campo Largo	Calcário	Cimento	940.202	2.949.737,00	3.420,00
	Calcário	Pedras para calçamento	1.328	17.771,00	1.462,00
	Calcário	Outros	117	1.292,00	0,00
	Calcário dolomítico	Corretivos agrícolas	184.339	1.382.377,00	0,00
	Calcário dolomítico	Cal	31.671	151.446,00	4.295,00
	Calcário dolomítico	Outros	625	1.161,00	172,00
	Calcário dolomítico	Indústria Química	82	260,00	56,00
Campo Largo	***Total***		***1.158.363***	***4.504.044 ,00***	***9.405,00***
Colombo	Calcário dolomítico	Corretivos agrícolas	201.475	857.802,00	1.487,00
	Calcário dolomítico	Cal	194.284	1.172.252,00	97.921,00
Colombo	***Total***		***395.759***	***2.030.054 ,00***	***99.408,00***
Itaperuçu	Calcário	Outros	11.747	26.948,00	0,00
	Calcário	Cimento	2.108	10.842,00	0,00
	Calcário	Pedras para calçamento	34	1.440,00	202,00
	Calcário dolomítico	Cal	10.620	50.694,00	0,00
	Calcário dolomítico	Corretivos agrícolas	6.168	34.719,00	0,00
	Calcário dolomítico	Outros	749	16.363,00	1.087,00
Itaperuçu	***Total***		***31.426***	***141.005 ,00***	***1.289,00***

Tabela 47 – Dados de produção de rochas calcárias por uso na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

Estatística da indústria cimenteira no Paraná – 1995 a 2001 (t)			
Ano	**Produção de calcário p/ cimento no PR**	**Produção de cimento (PR)**	**Consumo aparente de cimento (PR)**
1.995	4.737.782	2.727.517	2.331.338
1.996	5.491.190	3.280.441	2.393.306
1.997	6.196.230	3.746.625	2.417.505
1.998	7.145.200	3.992.108	2.481.071
1.999	6.395.178	3.792.606	2.250.090
2.000	4.786.912(*)	3.814.596	2.271.786
2.001	-	4.099.856	2.237.992

Fonte: baseado em dados do IAPSM/MINEROPAR e IPARDES. * verificou-se ausência de informação de uma empresa.

Tabela 48 - Produção de calcário para cimento e indústria cimenteira. Fonte: IAPSM - IPARDES.

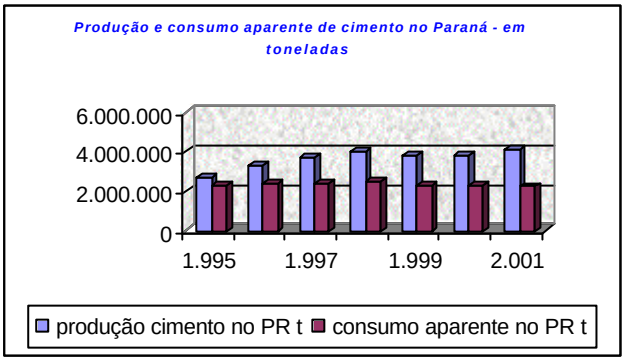


Gráfico 9 – Produção e consumo aparente de cimento no Paraná (1995 a 2001). Fonte: IAPSM - IPARDES.

No cadastro do PDM foram registradas 75 frentes de lavras ativas produzindo rochas calcárias na RMC. Destas, 39 informaram a produção na pesquisa de campo, cuja totalização já supera a produção média informada no IAPSM no período 1995 a 2000 (tabelas 49 e 50).

Estatística das minas ativas produzindo rochas calcárias na RMC			
Substância Mineral	***Frentes de lavra***	***%***	***Usos***
Calcário dolomítico	70	26,9	Corretivo agrícola, cal, pavimentação, granilha, pedra para revestimento, calçamento e ornamental.
Calcário calcítico	5	1,9	Cimento, corretivo agrícola, brita, nutrição animal, rações.

Tabela 49 - Minas de calcário na RMC e usos, sobre o total considerado de 260 minas ativas. Fonte: PDM.

Estatística das 39 minas ativas que informaram a produção de rochas calcárias na RMC - 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)**	**Somatório da 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
Total	***39***				***17.970.804***	***12.115.968***

Tabela 50 - Dados da produção de calcário na RMC cadastrada no PDM, comparada com o informado no IAPSM.

3.2.6 – A INDÚSTRIA DE ROCHA ORNAMENTAL

De acordo com perfil elaborado pela MINEROPAR (SIEDLECKI, 1999), as rochas ornamentais e de revestimento abrangem tipos litológicos que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados e beneficiados a partir de granitos, migmatitos, gnaisses, sienitos, gabros ou rochas calcárias. Seus principais campos de aplicação incluem peças isoladas (esculturas, tampos de mesas, balcões) e materiais para edificações, com revestimentos de paredes, pisos, colunas e soleiras. O setor engloba uma cadeia produtiva de mineradoras, serrarias, marmorarias e a comercialização do produto final.

Até os anos 50, o meio mais avançado de extração de blocos nas jazidas era o fio helicoidal. Nessa época ocorreu a introdução de fio e serra diamantados. No Brasil, a maior parte das lavras ainda é feita sobre matacões, com baixa recuperação, além de gerar dificuldades na homogeneização dos padrões cromáticos e texturais, o que é negativo frente às exigências de mercado. A Itália controla 50% do mercado mundial, sendo também a maior consumidora e maior exportadora de produtos acabados, além de líder na venda de equipamentos e serviços (CHIODI e PAULA RODRIGUES, 1999). No mundo, são produzidas mais de 40 milhões de toneladas, que geram 25 milhões de toneladas de produtos acabados, equivalentes a cerca de 460 milhões de m^2 e movimentam aproximadamente US$ 20 bilhões/ano (BERNARDINI, 1997).

O setor de rochas ornamentais tem hoje expressão na economia brasileira, gerando centenas de milhões de dólares/ano de exportações, sendo uma significativa fonte de geração de renda e empregos. O país tem mais de 500 tipos de materiais, das mais variadas colorações, com cerca de 2.000 nomes comerciais. Ocupa a 4.ª posição no *ranking* dos maiores exportadores de blocos, mas é o 24º entre os exportadores de produtos acabados. Consome-se no Brasil mais de 50 milhões de m^2/ano de rochas ornamentais, entre mármores, granitos, ardósias, quartzitos, basaltos, serpentinitos e rochas brutas para revestimento, sendo considerado um dos melhores mercados mundiais. Além disso, o país importa mais de 1 milhão de m^2 em mármore e outras rochas.

O Paraná está entre os 10 primeiros no *ranking* nacional, conforme o perfil analítico das rochas ornamentais brasileiras (SUMÁRIO MINERAL, 1998). Em uma década, o universo de empresas vinculadas ao setor de mármores e granitos no Estado do Paraná saltou de 75 para 329. Em 1995, o número divulgado pelo SIMAGRAN - Sindicato de Mármores e Granitos, era de 180 empresas, assim distribuídas: 98 micro-marmorarias, 16 pequenas marmorarias, 6 de médio porte, 6 serrarias e 5 mineradoras, com cerca de 1.500 trabalhadores.

Poucas empresas dominam a linha completa de produção. A maior parte das marmorarias é abastecida por depósitos ou revendas, principalmente de material importado (mármores da Itália e Espanha e granitos do Espírito Santo). Os granitos paranaenses perdem em economicidade para similares do Espírito Santo, por serem mais resistentes (quartzosos), causando maior desgaste de serras e abrasivos. Também se destaca o crescimento dos empreendimentos de revenda de chapas polidas, que favorece a atividade informal de fundo de quintal.

Considerando dados do Informativo Anual da Produção de Substâncias Minerais – IAPSM, no período 1995 – 2000 a produção média declarada na RMC foi de 2.988 toneladas (tabela 51), o que representa um volume extremamente subestimado. Não existem informações sobre as quantidades importadas e beneficiadas na RMC. Em relação às empresas, verifica-se que 59% estão localizadas no interior do Estado e 41% na Região Metropolitana de Curitiba, dos quais 20% no município de Curitiba (gráfico 10). Em contraste, a grande maioria das jazidas encontra-se localizada na RMC.

Uso industrial da produção mineral - RMC - Rocha ornamental - - Média 1995 a 2000, valores correntes -								
USO	SUBSTÂNCIA	VLR - R$	ICMS - R$	QTD(m3)	QTD(t)	VLR %	ICMS_%	QTD %
Rocha ornamental	Gnaisse, granito, mármore	385.959,00	6.130,00	1.992	2.988	1	0	0

Tabela 51 - Quantidades de rocha ornamental produzida na RMC (1995 – 2000). Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

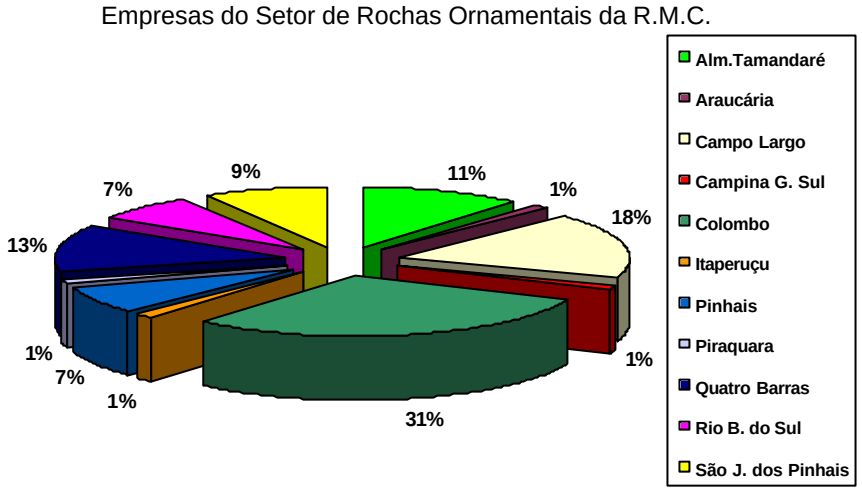


Gráfico 10 - Distribuição das empresas de rochas ornamentais na RMC. Fonte: Cadastro FIEP, IAPSM, in SIEDLECKI (1999).

O valor mercadológico da rocha determina por vezes o emprego de tecnologia mais sofisticada para sua extração. Empresas como a Aco Mineração (mármore Branco Paraná) e a Marmoraria Água Verde (Verde Tunas) valem-se do fio diamantado para otimizar o rendimento da lavra e minimizar as perdas inerentes, que chegavam a alcançar até 70%, nos processos tradicionais.

Embora de aspecto atraente, rivalizando com o mármore Carrara da Itália, o mármore do Paraná apresenta baixo brilho superficial após polimento. Não se dispõe ainda de uma adequada caracterização da rocha, para definir a razão que impede a obtenção do brilho. Outra característica é a alta resistência oferecida ao corte pelo granito paranaense, relacionada à elevada quantidade de quartzo. Porém, poucos granitos em explotação têm caracterização físico-mecânica completa. A despreocupação do produtor em relação à determinação dos parâmetros característicos da rocha dificulta a habilitação desses materiais a licitações ou exportações, por exemplo.

Além da produção tradicional de blocos de mármores e granitos, subordinada ao regime de concessão, merece avaliação as produções artesanais de paralelepípedos, lousinhas e *petit-pavé*, que geralmente respondem às exigências do regime de licenciamento, ou saem como subproduto da extração de blocos.

O centro produtor de paralelepípedos e lousinhas do Paraná se localiza no município de Quatro Barras (granitos Anhangava e Marumbi). Estima-se que a produção local mensal esteja em torno de 3.000 m^3. Sabe-se que a produção de lousas/homem/mês alcança 5.000 unidades, calculando-se um volume similar de paralelepípedos. A produção de meio-fio é avaliada linearmente: um homem é capaz de cortar 250 m/mês. Um milheiro de lousinhas cobre 50 m^2 quando aplicadas. O

preço de varejo para o milheiro de lousinhas é R$ 350,00, e R$ 240,00 para o milheiro de paralelepípedos.

Os municípios de Almirante Tamandaré e Rio Branco do Sul detêm aproximadamente 30 pontos de quebra artesanal de rocha calcária e diabásio para produção do *petit-pavé*, também conhecido como mosaico português. A produção por homem/mês é avaliada em torno de 20 m^3, segundo informações de campo. Os quebradores de pedra geralmente trabalham de modo autônomo, recebendo semanalmente pelo volume gerado. São trabalhadores que conhecem as características da rocha e dominam a técnica correta de quebra, garantindo a qualidade do produto final, bastante conceituado no âmbito nacional.

Estima-se que a produção global atinja 1.200 m^3/mês. São revestidos 15 m^2 com 1 m^3 de *petit pavé*. Dependendo da qualidade do material, o preço do metro cúbico varia entre R$ 70,00 e R$ 100,00.

De forma geral, este setor apresenta uma série de problemas de planejamento e conhecimento tecnológico, tanto na fase de extração quanto na fase de beneficiamento e caracterização da matéria prima, fatores estes determinantes na conquista e manutenção de mercados. Uma série de iniciativas pode ser encaminhada pelos órgãos governamentais, em conjunto com a associação de mineradores, para estímulo à atividade, como um maior investimento em estudos geológicos e de caracterização de jazidas, *marketing*, programas de treinamento, elaboração de catálogos, disseminação de informações e incentivos à exportação, entre outros.

3.2.7 – ÁGUA MINERAL

Abastecimento Público por Água Subterrânea

O abastecimento público de água potável no Paraná é feito principalmente pela SANEPAR, que produz cerca de 380 milhões de m^3/ano. Essa produção global é suprida por 215 estações de captação superficial e aproximadamente 750 poços de captação subterrânea, o que representa cerca de 25% do volume total produzido, cerca de 90 milhões de m^3. Além da produção da SANEPAR, o aproveitamento de água subterrânea é ainda mais expressivo se consideradas as perfurações de particulares e de prefeituras (LICHT e SOUZA CRUZ, 1999).

Na Região Metropolitana de Curitiba a produção de água subterrânea se faz em diversos aqüíferos, com destaque para o karst, conforme discutido no item 2.2 deste relatório. A ação governamental tem sido dirigida ao estudo e delimitação deste aqüífero, em consonância com a expansão urbana metropolitana. O entendimento atual é de redefinação das áreas oficiais dos mananciais superficiais e subterrâneos, para enfrentar as pressões de expansão urbana que se verificam na região de Colombo, Almirante Tamandaré, Campo Magro e Bocaiúva do Sul, que abrangem uma parte expressiva do karst.

Água Mineral e Água Potável de Mesa

O Código de Águas Minerais (artigo 1º) define como águas minerais as provenientes de fontes naturais ou de fontes artificiais captadas, ou em termos físico-químicos, aquelas distintas das águas comuns, com características que lhes conferem ação medicamentosa. O artigo 3º do Código de Águas Minerais denomina água potável de mesa as águas de composição normal, provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas, que preencham, tão somente, as condições de potabilidade para a região. Os limites de potabilidade estão estabelecidos na portaria 36/90 do Ministério da Saúde.

Produção de Água Mineral

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro de 2001, a indústria engarrafadora de água mineral chegou ao final de 2000 com uma produção de 5,2 bilhões de litros. O Paraná foi responsável por uma produção de 191 milhões de litros, o que representa 3,6% do total nacional. Segundo os dados do Informativo Anual Sobre a Produção de Substâncias Minerais – IAPSM, compilados pela MINEROPAR, na Região Metropolitana de Curitiba as médias de valores de 1995 a 2000 estão expressas na tabela 52, correspondendo a uma média anual de 71 milhões de litros. As empresas engarrafadoras e estâncias hidrominerais estão relacionadas nas tabelas 53 e 54.

Uso industrial da produção mineral da Região Metropolitana de Curitiba - média 1995 a 2000 (valores correntes)								
USO	SUBSTÂNCIA	VLR - R$	ICMS - R$	QTD(m3)		VLR %	ICMS_%	QTD %
Indústria de bebidas	Água	14.118.890,00	2.462.788,00	71.323		19	48	1

Tabela 52 - Quantidade de água comercializada na RMC. Fonte: IAPSM/MINEROPAR.

Empresa	Município
Empresa de Águas Ouro Fino Ltda	Curitiba
Empresa de Águas Ouro Fino Ltda	Campo largo
Água Mineral Timbu Ltda	Almirante Tamandaré
Ribas Mineracão Ltda	Curitiba
A. B. Administração de Serviços Ltda	Almirante Tamandaré

Tabela 53 - Empresas engarrafadoras de água mineral na RMC. Fonte : Banco de dados da Federação das Indústrias do Paraná – FIEP.

Empresa	Municipio	Tipo	Observações
Águas Minerais Ouro Fino	Campo Largo	Alcalino-terrosa (19° C)	
Águas AB	Almirante Tamandaré	Alcalino-terrosa (18° C)	Associação Banestado - (cliente cativo)

Tabela 54 - Estâncias hidrominerais na RMC. Fonte : Boletim 60 - DNPM. Avaliação do Setor Mineral - Paraná.

Considerando os direitos minerários do DNPM (atualizados até novembro/2003), há 66 processos em tramitação para água mineral, sendo 10 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. Na tabela 53 encontra-se a relação de empresas com processos na fase de concessão de lavra, conforme os direitos minerários do DNPM.

Titular	Local	Área (ha)
Mocellin e CIA Ltda	Ouro fino	50
Banestado S/A – Reflorestadora	Tranqueira	15.90
Água Mineral Timbu Ltda	Tranqueira	4.00
Quadrado Filhos & Cia Ltda	Pedra Branca	49.70
Estância Hidromineral W. S. Ltda.	Ribeirao das Oncas	18.78
Estância Hidromineral W. S. Ltda.	Ribeirao das Onças	18.78
Distribuidora de Bebidas Baggio Ltda	Aterrado Alto	49.00
Companhia Brasileira de Bebidas	Jardim Monte Rei	49.00
Água Mineral Frescale Ltda	Juriqui	45.05
José Maurilio Maciel Água Mineral		49.00

Tabela 55 – Sumário das concessões de lavra para água mineral na RMC, segundo os direitos minerários do DNPM, de novembro/2003.

3.3 - Reservas Minerais na RMC

Uma constante nos trabalhos de avaliação econômica do setor mineral, conforme reafirmado ao longo deste capítulo, é a dificuldade de obtenção de informações mais precisas, dependendo do período considerado e da fonte da informação. Para efeito de complementação e comparação com as declarações de mineradores e estimativas feitas por outros meios, são relacionados a seguir os dados de reservas oficiais, conforme tabulados a partir dos relatórios anuais de lavra do DNPM.

Os dados estão disponíveis para consulta no anuário mineral brasileiro, publicado pelo DNPM e com acesso pela *internet* (www.dpnm.gov.br). Considerando as principais substâncias minerais, foram relacionados a seguir os dados oficiais de reservas de argilas (tabela 56), areia (tabela 57), pedras britadas (tabela 58), calcário calcítico (tabela 59) e calcário dolomítico (tabela 60).

Reservas de argilas comuns e plásticas na RMC em 2000 – em t			
Município	**Medida**	**Indicada**	**Inferida**
Campo Largo	65.731.340		
Quatro Barras	16.620.463	687.942	
Itaperuçu	15.331.396	2.457.245	819.081
Balsa Nova	12.959.992	278.540	71.272
São José dos Pinhais	5.190.983		
Araucária	2.552.763	40.748	
Tijucas do Sul	2.194.262	57.238	419.451
Curitiba	1.139.060		
Bocaiúva do Sul	438.500		
Campina Grande do Sul	235.720	6.292.494	
Total	***122.394.479***	***9.814.207***	***1.309.804***

Tabela 56 – Reservas de argilas na RMC. Fonte: DNPM (2001).

Reservas de areia na RMC em 2001 – (m^3 e t)			
Município	**Medida (m^3)**	**Medida (t)**	**%**
Lapa	739.233	1.108.850	9
Balsa Nova	669.785	1.004.678	27
São José Dos Pinhais	575.881	863.822	30
Quatro Barras	262.836	394.254	11
Araucária	213.500	320.250	23
Total	***2.461.235***	***3.691.853***	***100***

Tabela 57 - Reserva de areia na RMC (densidade 1,5 t / m^3). Fonte: DNPM (2001).

Reservas de pedras britadas na RMC em 2000 (m^3)			
Município	**Medida**	**Indicada**	**Inferida**
Rio Branco do Sul	39.793.351	2.714.280	
Almirante Tamandaré	38.158.418		
São José dos Pinhais	25.249.539	28.778.987	
Quatro Barras	18.832.068	17.808.108	
Balsa Nova	14.531.250		
Campo Largo	1.198.430	733.904	
Colombo	563.798	650.799	556.992
Paranaguá	540.191		
Curitiba	441.324		
Campina Grande do Sul	149.040		
Total	***139.457.409***	***50.686.078***	***556.992***

Tabela 58 - Reservas de brita na RMC. Fonte: DNPM (2001a).

Reservas de calcário calcítico na RMC em 2000 (t)			
Município	**Medida**	**Indicada**	**Inferida**
Adrianópolis	1.005.246.302	14.800.000	
Campo Largo	945.739.878	244.463.953	11.873.394
Rio Branco do Sul	882.136.542	339.144.631	444.690.531
Bocaiúva do Sul	234.229.470	1.809.825	181.900
Cerro Azul	136.262.776	117.414.932	25.969.020
Almirante Tamandaré	119.721.073	6.976.997	10.197.765
Tunas	47.873.807	19.661.309	
Campo Magro	19.920.296		
Itaperuçu	11.356.472		
Colombo	11.351.124	987.303	
Balsa Nova	1.656.822	1.011.043	
Total	***3.415.494.562***	***746.269.993***	***492.912.610***

Tabela 59 – Reservas de calcário (metacalcário calcítico) na RMC.
Fonte: DNPM (2001).

Reservas de calcário dolomítico na RMC 2000 (t)			
Município	**Medida**	**Indicada**	**Inferida**
Almirante Tamandaré	150.166.315	12.298.370	5.152.931
Rio Branco do Sul	120.603.387	62.135.189	3.148.279
Bocaiúva do Sul	77.094.079		
Colombo	16.395.006	3.524.281	
Itaperuçu	8.475.900	1.695.000	2.118.000
Campo Largo	4.929.538	1.309.000	
Balsa Nova	3.657.510	1.835.819	19.500
Adrianópolis	3.264.000		
Campo Magro	3.166.501	1.216.100	
Cerro Azul	201.015		
Total	***387.953.251***	***84.013.759***	***10.438.710***

Tabela 60 – Reservas de dolomito (metacalcário dolomítico) na RMC.
Fonte: DNPM (2001, 2001b).

3.4 - Estimativas de Demanda por Bens Minerais

A agricultura e a mineração são os dois setores básicos da economia, essenciais para o desencadeamento dos processos de transformação, fornecendo matéria prima, seja diretamente para o consumo, seja para industrialização, de modo que a sociedade sempre demandará esses insumos.

Para efeito de comparação, a safra agrícola do Paraná de 2000 foi de cerca de 46 milhões de toneladas, com a cana de açúcar respondendo pela metade desta produção (23 milhões de toneladas). Grande parte do restante da safra é de milho (7 milhões de t), soja (7 milhões t), mandioca (3,8 milhões de t) e outros produtos (5,2 milhões de t). A produção mineral neste mesmo ano foi de cerca de 18 milhões de toneladas (sem considerarmos água e petróleo), o que é equivalente à produção somada dos principais produtos agrícolas, demonstrando os grandes volumes envolvidos.

Estimativas de demanda, de uma maneira geral, se apóiam no desempenho dos índices econômicos como o PIB e a renda *per capita*, que, na essência, traduzem o enriquecimento ou empobrecimento da população. Para o caso do setor mineral, que tem na construção civil a destinação da maior parte de sua produção, e tendo em conta a forte correlação entre o comportamento deste setor e o desempenho da economia, estes índices servem sobremaneira. Outro aspecto que reforça a eficiência de se utilizar estes índices é a enorme carência de infra-estrutura e moradias. Qualquer aumento na renda *per capita* da população rapidamente resulta na melhoria da habitação ou no sonho da casa própria. A infra-estrutura, de responsabilidade do poder público, é sempre uma prioridade nacional.

Segundo dados da publicação “Diretrizes ambientais para o setor mineral” (projeto BRA/94/016 - MMA, BRASIL, 1997), que contou com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, as sociedades mais evoluídas apresentam alto consumo de minerais e praticamente toda a indústria depende direta ou indiretamente do setor mineral. Segundo esta publicação, nas sociedades industrializadas cada indivíduo consome cerca de 10 t/ano de minerais e produtos de base mineral, sendo que 87% destes minerais são destinados diretamente para a construção civil, também conhecidos como “bens minerais de uso social”, em função de sua importância para os setores de habitação, saneamento e transporte. No caso paranaense, oficialmente o consumo *per capita* por insumos minerais gira em torno de 2 t/ano, com cerca de 80% destinados para a construção civil.

Este consumo, cinco vezes menor no caso paranaense comparativamente aos países desenvolvidos, demonstra o quanto ainda haverá pressão pela demanda por bens minerais se evoluirmos para um nível de vida similar aos países industrializados.

Sem considerar questões de sonegação, o que é um fato, e da confiabilidade dos dados analisados, que sempre poderão ser questionados, apenas fazendo um comparativo entre o consumo *per capita* paranaense com o caso brasileiro para os mais importantes insumos minerais em termos de quantidade consumida (areia, brita e argila), já é possível fazer uma previsão de forte demanda de bens minerais. Na estatística nacional para estes insumos minerais o consumo é de 1,7 t *per capita*, mais que o dobro do consumo paranaense que é de 0,7 t. A tabela 61 mostra este comparativo.

Comparativo do consumo *per capita* de areia, brita , argila e cimento - *em t/ano*			
Substância	***Países Industrializados (*)***	***Brasil***	***Paraná / RMC***
Areia e cascalho	3,9	0,6	0,3
Brita	4,2	0,7	0,2
Argila	0,2	0,4	0,2
Subtotal	***8,3***	***1,7***	***0,7***
Cimento	0,4	0,2	0,3

Tabela 61 – Comparação de consumo de minerais industriais. Baseado em dados do DNPM, MINEROPAR e "Diretrizes ambientais para o setor mineral" (* Projeto BRA/94/016 - BRASIL, 1997).

Segundo estatística do Sumário Mineral (DNPM, 2001a), o destino da pedra britada nacional é de 50% para a produção de concreto, 30% para pavimentação asfáltica; 13% para a produção de artefatos de cimento e pré-moldados; outros usos como lastro de ferrovia e contenção de taludes, respondem pelos restantes 7%. Para o caso da areia a destinação é de 50% para a fabricação de concreto e os 50% restantes para a produção de agregados diversos.

Baseado em dados da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2003), pode-se estimar em média para cada volume de cimento, 5 volumes de areia para a produção de argamassa. Para a produção de concreto, utilizam-se cerca de 3,3 volumes de areia acrescido de 4,1 de brita, para cada unidade de volume de cimento utilizado. Se todo o cimento produzido for destinado para concreto e argamassa, estimativamente pode se dizer que para cada unidade de volume de cimento consumido utilizam-se cerca de seis (6) unidades de volume de agregados (areia mais brita).

Se considerarmos que toda areia e brita produzidas se destinam para fabricação de argamassa e concreto e que os produtos possuem densidade similar, teremos que o consumo *per capita*, estimado com base no consumo de cimento, deveria ser de pelo menos 1,8 toneladas/ano. Esta relação é verificada no caso do consumo *per capita* brasileiro (1,3 t/ano). Estes índices podem ser utilizados tanto para aferir a confiabilidade dos dados trabalhados, como para estimar demanda com base nas projeções da indústria cimenteira.

Incluindo a água na estatística dos insumos minerais mais consumidos, de maneira geral cada indivíduo consome em média de 100 a 250 litros de água por dia, o que resulta em um consumo variável de 36.000 a 91.000 l/ano/*per capita*. A água é de longe o mais importante insumo mineral consumido pela sociedade.

Uma estimativa para a demanda dos principais insumos minerais para a construção de moradias pode ser feita com base nas casas de 44 m^2, construídas no projeto de Vilas Rurais. Nestas edificações são utilizadas 19 t de areia, 14 t de argila (para produção de 3.750 tijolos e 1.200 telhas), 11 t de brita e 5,6 t de calcário para produção de cimento (2,6 t) e cal (1,1 t), ou seja, cerca de 50 t de insumos minerais, sem considerarmos a construção de calçadas, ruas e esgotos. Assim, neste projeto, para cada m^2 foram empregadas 0,43 t de areia, 0,32 t de argila, 0,25 t de brita e 0,13 t de calcário.

Na pavimentação urbana pode-se estimar o uso de 0,35 t de brita por m^2 de rua pavimentada, ou seja uma demanda de 3.500 t/km de rua pavimentada com 10 m de largura, ou o equivalente a 117 carretas de 30 t.

De qualquer forma, a melhor previsão de demanda por bens minerais na RMC resulta das previsões de desempenho da indústria da construção civil, acrescidas das previsões de consumo de corretivo agrícola. Por outro lado, é difícil realizar estas previsões, já que a construção civil e a agricultura são fortemente dependentes das políticas governamentais e do estabelecimento de linhas de créditos para o fomento destes setores. Previsão de recursos para estas finalidades ficam vulneráveis em função das outras prioridades nacionais, além da situação econômica nacional, variável no cenário internacional.

Outros coeficientes podem ser utilizados para o exercício destas previsões de demanda, conforme tabelas apresentadas a seguir, compiladas do trabalho "Bases para o planejamento da mineração de areia na Região Metropolitana de São Paulo". Coordenado por VALVERDE (1997), com o envolvimento de várias empresas e profissionais e publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM e Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo. O trabalho é bastante abrangente, inclusive com previsões de demanda mineral com base no comportamento da construção civil (tabelas 62, 63, 64 e 65).

Coeficientes de utilização de areia e brita em construções residenciais - m^3/m^2			
	Habitações populares (a)	**Habitações populares (b)**	**Autoconstrução**
Areia	0,214 (*)	0,487	0,214
Brita	0,142 (*)	0,312	0,142

Tabela 62 – Areia e brita em construções residenciais. (a) Fonte COHAB –(b) Fonte ICC/FIPE (in VALVERDE, 1997) - (*) índices válidos para construções não residenciais.

Coeficientes de utilização de areia e brita em pavimentação urbana – obras novas (para manutenção gasta-se cerca de 30% destes valores)		
	Cidades de menor densidade m^3/m^2	**Cidades de maior densidade m^3/m^2**
Brita no pavimento	0,100	0,300
Areia no pavimento	0,006	0,016
Brita nas guias, sarjetas e drenos	0,005	0,005
Areia nas guias, sarjetas e drenos	0,005	0,005

Tabela 63 – Areia e brita em pavimentação urbana. Fonte: Secretaria de Transportes do Estado de São Paulo, PMSP e PM Osasco (in VALVERDE, 1997).

Coeficiente de utilização de areia e brita em pavimentação de estradas vicinais nas obras novas	
Areia	0,005 m^3/m^2
Brita	0,230 m^3/m^2

Tabela 64 – Areia e brita em pavimentação de estradas vicinais. Fonte: DER – SP (in VALVERDE , 1997).

Coeficiente de utilização de areia e brita em concreto	
1 m^3 de concreto magro	0,698 m^3 de areia
	0,263 m^3 de brita 1
	0,615 m^3 de brita 2
1 m^3 concreto estrutural	0,638 m^3 areia
	0,263 m^3 brita 1
	0,615 m^3 brita 2

Tabela 65 – Areia e brita em concreto. Fonte SABESP, Setor de Engenharia PMSP e PM Osasco (in VALVERDE, 1997).

Previsão de Demanda Mineral com Base no Plano de Governo

O Plano de Governo Roberto Requião (2003 – 2006) registra que de 1991 a 1994 a COHAPAR formulou e desenvolveu o programa “Casa da Família”, construindo 67.531 casas. No atual mandato a previsão é de retomar a meta e ampliá-la para construção de casas em alvenaria com 52m^2. A adoção de sistemas construtivos em alvenaria e cerâmica vermelha é justificada por ser uma tecnologia tradicionalmente adotada pela população, além de propiciar incentivo à produção de olarias em todo o Estado, mantendo e gerando empregos. A previsão no plano de governo da atual gestão é de construção no período 2003-2006 de 80.000 casas populares, mais a

autoconstrução de 20.000, acrescidas de 20.000 casas rurais e 1.000 habitações indígenas. Isto totaliza 121 mil casas com 52 m^2, ou cerca de 6,3 milhões de m^2.

Considerando o consumo estimado para o projeto Vilas Rurais de 0,43 t de areia, 0,32 t de argila, 0,25 t de brita e 0,13 t de calcário para cada m^2 de área construída, teremos um consumo de cerca de 7 milhões de toneladas de minério só para esta finalidade no período de 4 anos, de 2003 a 2006.

Tributação dos Insumos Minerais Produzidos e Consumidos na RMC

Como forma de estímulo para o crescimento da economia, o governo do Paraná assinou o decreto 1.246 em 12/05/2003, que reduz a alíquota do ICMS de 18% para 7% na comercialização de insumos para a construção civil. Os produtos incluídos são areia, argila, saibro, pedra britada, pó de pedra, brita graduada e pedra marruada. A medida também passa a incluir o minerador como beneficiário do regime fiscal das microempresas, mais conhecido como "regime simplificado". Segundo o governo, o objetivo do decreto também é baratear e incentivar a construção de casas populares, reduzindo o *deficit* habitacional no Paraná. O governo reconhece que o setor da construção civil é um dos que mais geram empregos e por isso a medida é considerada de grande impacto social.

Outros produtos utilizados na construção civil já contam com redução na base de cálculo do ICMS no Paraná. Estão incluídos produtos como tijolos, telhas, tubos e manilhas, todos da indústria da cerâmica vermelha. Para estes produtos, a alíquota é de 12%.

Estas decisões governamentais vão causar um impacto significativo na produção de bens minerais, trazendo redução de custos e também tornando os produtos regionais mais competitivos frente aos similares importados de outras regiões ou outros estados.

3.5 – Perfil dos Insumos - Considerações Finais

Os bens minerais areia, brita, argila vermelha e água, acrescidos das rochas calcárias para a produção de cimento, cal e corretivo agrícola, são aqueles que a sociedade necessita em grande quantidade para manter e melhorar sua qualidade de vida. Estes bens minerais são utilizados para a construção da infra-estrutura, habitação, saneamento básico, produção de alimentos e uma gama de artefatos de cimento e fibrocimento.

Outra particularidade destes insumos é o fato do poder público ser o principal demandante, seja diretamente na construção da infra-estrutura, ou pela contratação da iniciativa privada para a mesma finalidade. Estes insumos minerais são relativamente abundantes e possuem baixo valor intrínseco, com o custo do transporte representando grande participação no preço final. Segundo o sumário mineral de 2000, o transporte responde por 2/3 do preço final da areia e pedra britada. A melhor política para o barateamento destes insumos é a reserva de áreas o mais próximo possível dos centros de consumo. Um aumento no custo do produto será arcado por toda a sociedade.

Algumas instituições como COHAB e ICC/FIPE estimam que a areia responde por cerca de 2,7% do custo final do m^2 da construção de residências populares e de 7,7% do custo do m^3 do concreto estrutural convencional.

Outro aspecto importante a ser considerado é que no setor mineral a explotação e industrialização destes insumos minerais apresentam as maiores repercussões nas economias locais e regionais. No processo de industrialização destes insumos é que acontece a maior agregação de valor e geração de emprego e renda, comparativamente a industrialização dos outros tipos de minerais.

Por estas particularidades, substâncias minerais como a água, as areias, cascalhos, saibros de uso direto na construção civil; rochas a serem aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins; as argilas para cerâmica vermelha; as rochas para brita e os calcários para corretivos, cal e cimento, entre outros, podem ser considerados como "bens minerais sociais" ou “de interesse social”. O fato de serem relativamente abundantes, de estarem presentes em grande número de municípios e de uma frente de lavra poder abastecer várias indústrias, são aspectos relevantes para o estabelecimento de políticas futuras que busquem a garantia de abastecimento da sociedade por estes insumos a preços vantajosos.

No caso especifico da mineração de argila e areia, associadas em grande número dos casos às áreas aluvionares, é importante destacar alguns aspectos:

- Áreas aluvionares são inapropriadas para habitação por estarem sujeitas a inundações periódicas. De um modo geral, nas grandes metrópoles como Curitiba, onde a disputa pelos espaços urbanos é bastante acirrada, a lavra em aluviões limita as invasões destas áreas, o que muitas vezes leva à favelização, além da conseqüente degradação ambiental.

- Evitar a ocupação destas áreas inadequadas é economizar recursos públicos que sempre são requeridos pela Defesa Civil para socorrer vítimas das enchentes ocasionais. As inundações periódicas da planície aluvionar são previsíveis e não acidentais. No caso de se consolidar a ocupação das áreas aluvionares o desperdício de recursos é grande, pelas inundações, dificuldades de implantação do saneamento básico e também pela perda dos recursos minerais.

Sobre a Indústria de Cerâmica Vermelha

A indústria cerâmica vermelha da Região Metropolitana de Curitiba é bastante concentrada, situada a sul de Curitiba e nos municípios de São José dos Pinhais e Fazenda Rio Grande, principalmente. A maioria das empresas só produz tijolos de 6 furos e somente uma empresa produz telhas.

Estimando a produção total das 237 empresas ativas com base na produção média mensal por olaria de 125 milheiros, constatada na pesquisa do PDM, isso resulta numa produção total de 356 mil milheiros/ano e no consumo de cerca de 1 milhão de toneladas de argila/ano. Considerando que a maior parte da argila provém dos aluviões do rio Iguaçu, com camadas de espessura média de 1,5 m e densidade *in situ* aproximada de 2 t/m^3, deduz-se que para abastecer a industria cerâmica é necessário lavrar anualmente cerca de 334.000 m2, totalizando aproximadamente 500 mil m^3/ano.

A função da mineração de prover de matéria prima a indústria dá a exata medida do poder impactante desta atividade. Além das medidas convencionais de diminuição dos impactos sobre o meio ambiente, uma maneira efetiva de diminuí-la do ponto de vista de espaço vazio gerado, é disponibilizando áreas para mineração com maior concentração de bens minerais por unidade de área. Uma jazida de argila com 3 metros de espessura, por exemplo, já reduz pela metade a necessidade de área para abastecer a mesma indústria. No caso da mineração de argila para o abastecimento da indústria cerâmica da RMC este raciocínio remete à mineração de areia, já que a argila é um subproduto desta mineração.

Do ponto de vista econômico, o faturamento bruto médio das indústrias cerâmicas da RMC é bastante baixo, pois cerca de 90% das empresas apresentam faturamento inferior a R$ 20 mil/mês, considerando R$ 100,00 o preço do milheiro do tijolo de 6 furos (produzem menos que 200 milheiros/mês/olaria). Estes valores dão a medida da baixa capacidade de investimento do setor.

A abertura de linhas de crédito para a modernização desta indústria poderia surtir bons efeitos sobre o aumento da produtividade. Um aumento substantivo da produtividade pode advir da mudança do tipo de forno utilizado, por exemplo, ou mudanças no sistema de secagem ou aumentando o número de equipamentos na produção. A ampla maioria das indústrias usa o forno caipira, que possui baixa produtividade, o processo de secagem é natural e o número de equipamentos utilizados é bastante baixo. A produtividade média das indústrias cerâmicas da RMC é metade da média do restante do Estado.

Outro tipo de ação que pode melhorar o desempenho destas indústrias, é a introdução de uma central de massa cerâmica. Esta unidade teria a função de homogeneizar a qualidade da matéria prima utilizada, que responde por grandes perdas no processo de produção. Finalmente, a atração de empresa de maior porte, com alta produtividade, tradição em melhor uso de matérias primas e com tecnologia de ponta, pode melhorar a cultura dos produtores da região.

Sobre o Cadastro das Frentes de Lavra

A atividade mineral na Região Metropolitana de Curitiba está presente em praticamente todos os municípios, não sendo praticada, oficialmente, somente em Doutor Ulisses onde não se constata produção declarada no IAPSM, não há recolhimento de CFEM e não foram encontradas frentes de lavra no decorrer do presente trabalho. Em Agudos do Sul e Pinhais, muito embora não tenha sido cadastrada nenhuma frente de lavra, existe declaração oficial de produção no IAPSM. Em Agudos do Sul existe inclusive recolhimento da CFEM.

A atividade mineral é relativamente concentrada geograficamente, com a maior parte sendo praticada em 10 municípios que apresentam 77% das frentes de lavra (ativas e desativadas), num

total de 555 frentes. Apenas dois municípios, Rio Branco do Sul e Almirante Tamandaré concentram 35% destas frentes.

A maioria da atividade extrativa é desenvolvida pelo próprio empreendedor, existindo porém mineração terceirizada, o mesmo valendo para o desmonte.

Existe um grande passivo ambiental já instalado com mais de 400 frentes de lavra paralisadas.

Nas minerações ativas, a baixa presença de canais de drenagem para captação da água pluvial, associado ao também baixo número de bacias de decantação, indica que a mineração pode estar contribuindo para o aumento da turbidez nas bacias de drenagens das áreas em mineração.

Existe um conjunto de medidas de baixo custo que poderiam contribuir e muito para melhoria desta situação, inclusive com ganhos de produtividade. A diminuição do impacto cênico, assim como o da poluição dos recursos hídricos poderiam ser minimizados com: a implantação de cortinas vegetais e de bancadas nas frentes de lavra; a implantação de canais de drenagem e bacias de decantação para tratamento das águas pluviais; a destinação de áreas apropriadas para o “bota fora” com um mínimo de planejamento e cuidados na sua disposição final. Se medidas simples e de baixo custo forem tomadas neste sentido, certamente a mineração terá menos problemas com o meio ambiente.

Não existem grandes conflitos entre a mineração e a presença de cavernas, fato só verificado em 3 situações no cadastramento realizado no PDM. O mesmo pode ser dito quanto aos conflitos com o uso e ocupação do solo no entorno da mineração, com a ampla maioria sendo praticada no meio rural. Em 29 frentes o entorno da mineração é área urbana ou industrial, e neste caso pode haver conflitos desta natureza.

Capítulo 4

Planejamento na Mineração

4.1 – A Mineração na RMC e o Planejamento

Para avaliação da questão do planejamento na mineração na Região Metropolitana de Curitiba, como uma das atividades do Plano Diretor de Mineração, foram contratados os serviços dos engenheiros de minas da empresa Geossistema Terra Pangea S/C Ltda. O relatório específico desta atividade foi adaptado com algumas modificações para inserção no relatório final do PDM, como segue.

4.1.1 - Introdução

A região de Curitiba, como outros lugares do Brasil, foi palco da busca de riquezas pela coroa portuguesa no período colonial, em especial o ouro e as pedras preciosas. A busca dos portugueses pelo ouro e pelos índios promoveu a ocupação do litoral de Paranaguá e dos campos de Curitiba no século XVII. Há evidências documentais de que Ébano Pereira esteve na região de Curitiba em 1639, em busca de ouro. Na região que hoje é a RMC teriam se formado arraiais de mineradores em meados do século XVII, como o Arraial Queimado em Bocaiúva do Sul, Borda do Campo em São José dos Pinhais e Barigüi e Tidiqüera em Araucária (COMEC, 1999a).

A povoação de Curitiba passou à condição de Cidade em 1842. Para seu desenvolvimento, a população necessitou de tijolos e telhas produzidos a partir do barro das várzeas, da extração de areias e cascalhos, bem como do preparo da cal a partir de ostras no litoral. Em grande parte, os materiais necessários à construção do que é hoje a grande metrópole de Curitiba, foram obtidos desde os tempos remotos do sistema fluvial formado pelo rio Iguaçu, seus afluentes e várzeas (RIBAS e SILVA, 2000).

Junto a este desenvolvimento da RMC, outras substâncias minerais foram sendo descobertas e explotadas, como o calcário, água mineral, fluorita, barita, caulim, além do próprio ouro, como se pode observar dos dados de compilação da geologia e do cadastro mineral executado para o Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba.

Conforme demonstrado nos perfis dos insumos minerais (capítulo 3), a mineração é uma atividade essencial para a população da RMC e para a economia em geral. Dela vem praticamente todas as substâncias necessárias para a qualidade de vida da população. Seja oferecendo materiais para uso na construção civil – brita, areia, tijolos, cal, cimento, para agropecuária – corretivos de solo, rações ou outros mais diversos usos. Também é uma indústria que gera empregos, impostos e renda. Como exemplo, no Brasil a transformação mineral representa 8,5% do PIB, gera 500 mil empregos diretos e 2,5 milhões indiretos e teve um crescimento médio anual do produto mineral de 8,2% no período 1995-2000 (SÁ e LINS, 2001).

4.1.2 - A Importância do Planejamento

Pode-se afirmar que o planejamento é indispensável, seja qual for a atividade. Sem uma previsão das variáveis envolvidas e as soluções, todo empreendimento tende a ter maiores dificuldades para se desenvolver, ou está fadado a fracassar na sua implementação. Do mesmo modo, o planejamento urbano é importante para a gestão do desenvolvimento municipal, prevendo tanto a preservação de seus recursos naturais, como as áreas propícias para habitações e indústrias.

Um exemplo da importância do profissionalismo e planejamento na mineração encontra-se na origem dos cursos de engenharia de minas no Brasil. O início do ensino referente à mineralogia e à metalurgia é o alvará de 13 de maio de 1803, promulgado pelo príncipe regente D. João VI, onde, além de providências relativas à mineração e a moedagem em Minas Gerais, recomendava "o emprego de meios para o estabelecimento de escolas mineralógicas e metalúrgicas semelhantes às de Freyberg e Chemnitz, na Alemanha". Esta estratégia se justificou no Brasil colônia, pois as lavras de fácil extração de ouro e pedras preciosas, do tempo dos bandeirantes, já apresentavam decréscimo na produção e conseqüente queda de arrecadação para a coroa portuguesa. Assim, era necessário planejar as prospecções e lavras minerais, para o seu melhor aproveitamento e rendimento.

Atualmente, além dos aspectos de viabilidade técnica e econômica para a explotação mineral, existe também o aspecto da conservação ambiental no planejamento. Então, independentemente do porte de cada mineração, o planejamento dos trabalhos de prospecção, pesquisa mineral, lavra e beneficiamento, é essencial para o melhor resultado, tanto do aproveitamento racional de recursos não renováveis, como do resultado financeiro para a empresa e a satisfação das demandas da sociedade, via empregos, impostos e responsabilidade social.

Por outro lado, o planejamento estratégico dos municípios tem a ver com a mineração, pelos conflitos na ocupação do solo. As diversas legislações existentes, em particular a legislação mineral, fundamentada no axioma "o subsolo é propriedade da União", geram incompreensão nas pessoas alheias ao setor. Outro ponto a considerar é que muitas vezes a atividade mineral já estava instalada, e com o crescimento das cidades – muitas vezes desordenado – ocorreu a ocupação ao seu redor, gerando as demandas individuais, contrariando a rigidez locacional intrínseca das jazidas minerais. No cerne da questão, entre a mineração e o desenvolvimento urbano, estão as características geológicas da região, que devem ser avaliadas a partir de dois pontos básicos:

- A atividade de mineração está baseada nas características geológicas, ou seja, os jazimentos estão condicionados à evolução geológica, onde o homem não tem influência na sua formação, podendo somente buscar a melhor forma de aproveitamento;
- A ocupação dos municípios também está condicionada pelo substrato geológico, pois é este que indicará os melhores locais para a implantação de indústrias, residências, áreas de preservação e outros serviços urbanos.

Assim, o planejamento da atividade de mineração propriamente dita (lavra e beneficiamento), além de sua inserção no contexto urbano, é de suma importância. Sendo elaborada com critérios técnicos, a convivência da mineração com quaisquer outras atividades é plenamente viável, trazendo benefícios para todos.

4.2 - Estrutura da Produção Mineral na RMC

4.2.1 – ASPECTOS GERAIS

Na estrutura da produção mineral na RMC existem desde pequenas empresas de estrutura familiar até grandes grupos empresariais, que utilizam as melhores técnicas de mineração para a explotação mineral e excelentes suportes administrativos e comerciais. Destacam-se os minerais utilizados na construção civil (britas, areias e argilas) e os calcários.

No caso do calcário, o início do aproveitamento no Paraná surgiu para obtenção de cal. O processo DNPM de número 317/41 foi o primeiro referente à lavra de calcário, datado de 1941 e pertencente à Companhia de Cimento Portland Rio Branco. São comuns na região os primeiros fornos de barranco, ainda hoje em uso. Posteriormente, a partir da década de 60, com a introdução da agricultura mecanizada, houve aumento da produção para uso como corretivo de solo (OLIVEIRA, 2000).

No setor de corretivo de solos e cal as empresas são familiares, em sua maioria quase absoluta. Atualmente, nestas empresas, a segunda ou terceira geração está no comando (OLIVEIRA, 2000). Nesta mudança de gerações pode-se perceber que novas idéias de administração começam a surgir, agregando profissionalismo e tecnologia.

Este quadro se repete no setor de extração de insumos para a construção civil, que também provou um crescimento exponencial, paralelo à explosão urbana e populacional da RMC nas décadas de 70 e 80.

Infelizmente, uma parcela menor, mas significativa de empresas, mantém-se agregada aos procedimentos e técnicas ancestrais, negando-se à aceitação dos novos paradigmas da mineração e do meio ambiente, tratando o atendimento às legislações específicas como um aspecto meramente burocrático, sem vínculo com as boas práticas da indústria de extração mineral.

Além dos fatores acima descritos, verificados durante a execução do cadastro mineral integrante do PDM, pôde-se constatar algumas evidências reveladoras do grau de estruturação da indústria de extração mineral, particularmente para calcários, quartzitos e granitos, corroborados na experiência profissional dos autores do presente capítulo, como se descreve a seguir:

- A Região Metropolitana de Curitiba mostra um elevado potencial mineral, comparando-se com outras regiões similares do país. Isso porque além dos minerais de uso direto na construção civil, como areia e brita, existe a produção de várias outras substâncias como água mineral, rocha ornamental, calcário para cimenteiras, cal e corretivo de solo, argilas para cerâmica vermelha e branca, barita e ouro, além de filitos e quartzitos.

- Nestas circunstâncias é crescente o conflito entre a ocupação urbana e a explotação mineral, que além dos casos tradicionais das pedreiras para construção civil já está se estendendo para o calcário para corretivo de solo e cal, localizadas um pouco mais distantes.

- É fácil constatar que grande parte das minerações, principalmente de calcário, não está completamente regularizada, seja com relação ao DNPM (legislação mineral), ao IAP (legislação ambiental), ou ao CREA-PR (legislação profissional), entre outros órgãos reguladores;

- Há um grande número de lavras paralisadas na região do distrito calcário. As maiores frentes estão paralisadas na maior parte devido a condicionantes ambientais (proximidade de rios, cavernas, etc.). As de pequeno porte, em sua maioria estão paralisadas por apresentarem material insatisfatório à explotação ou por terem sido objeto de lavra predatória (extração apenas das porções superiores aflorantes das jazidas). É bastante comum empresas atacarem algumas dessas frentes, de modo rápido e pontual, durante o período de plantio na agricultura, quando há um pico nas vendas de calcário corretivo de solo.

- Na maioria das lavras em atividade é flagrante o descaso com a segurança dos operários, a ausência de equipamentos de proteção, falta de conscientização e procedimentos operacionais incorretos. Alguns exemplos: a derrubada de blocos soltos das bancadas sem a retirada do pessoal abaixo; a não utilização de qualquer fixação pelos operários que realizam a derrubada de blocos ou a perfuração com marteletes em locais muito altos, sem cinto de segurança.

- Há falta de critérios técnicos na execução da lavra e do beneficiamento. É pouco comum encontrar uma empresa que execute sua lavra seguindo todos os preceitos técnicos e de segurança. A maior parte das mineradoras cadastradas explota o material sem qualquer planejamento, despeja o estéril em locais inadequados, implanta bancadas irregulares com alturas elevadas e com alto risco de desmoronamento. Existe a execução de fogos de desmonte e fogachos em horários inadequados, e em alguns casos, sem nenhum bloqueio das vias de acesso nas proximidades da área de risco.

- A recuperação ambiental das lavras é muitas vezes inadequada ou inexistente. Na maioria das lavras de calcário não se percebe nenhuma preocupação com questões ambientais. Normalmente a estabilização de uma área se dá por revegetação espontânea em um longo período de tempo e sem interferência humana.

- A maioria das minas trabalha em uma única bancada, quase sempre utilizando marteletes manuais, comprometendo a segurança, dificultando o avanço e conseqüentemente com baixa produtividade. Além disso, a maioria das empresas adota operadores e motoristas para coordenarem os trabalhos, ao invés de técnicos especializados.

- Ao contrário das lavras de calcário, que em sua grande maioria se localizam afastadas de suas instalações de beneficiamento, as pedreiras para brita em atividade estão localizadas mais próximas das áreas urbanas, e seu entorno é alvo de invasões de ocupação urbana irregular. As pedreiras para agregados são em geral melhor planejadas e executadas, além de manterem programas de minimização de riscos e recuperação ambiental.

- As saibreiras ativas apresentam um regime sazonal de atividade, ficando paralisadas a maior parte do tempo. Sua atividade é notada por apresentar cortes recentes e pelo relato de moradores próximos. A demanda é função principalmente do ritmo de obras públicas de infraestrutura viária e de saneamento.

4.2.2 – METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Em virtude da grande gama de minerais extraídos na RMC, cada um com particularidades próprias quanto aos métodos de explotação – lavra e beneficiamento, decidiu-se separá-los por grupos de substâncias/usos. Assim podem ser descritos os métodos de lavra e beneficiamento de forma genérica, abrangendo a maior parte da produção mineral da RMC (tabela 66).

Minerais agrupados	Denominação comercial	Usos principais
Calcários dolomíticos, calcíticos, mármores	Calcários	Cal, corretivo de solo, cimento, rações, cargas, rochas ornamentais, etc.
Granitos, gnaisses, migmatitos, sienitos, basalto	Granitos	Britas, rocha ornamental e pedras de cantaria
Quartzitos, rochas alteradas, saibros, arenito	Saibro	Pavimentação, aterros e uso industrial
Argilas, caulins, filitos, siltitos	Argilas	Cerâmica vermelha e cerâmica branca
Areias	Areias	Construção civil
Água mineral	Água mineral	Água para consumo humano
Diversos	Ouro, fluorita, barita, etc	Usos diversos

Tabela 66 - Grupos de substâncias/usos conforme o cadastro mineral na RMC. Fonte: PDM.

É importante ressaltar que o cadastramento da mineração foi feito por frente de lavra e não por mina, que pode incluir várias frentes. Assim, as frentes paralisadas não necessariamente implicam que a mina, como empreendimento, também está inativa, pois o desenvolvimento pode estar sendo direcionado a outra porção da mesma jazida.

4.3 – Métodos de Lavra na RMC

4.3.1 - INTRODUÇÃO

Quase a totalidade das minas da RMC é lavrada pelo método a céu aberto, diferenciando-se os tipos conforme as substâncias minerais. No cadastro mineral constatou-se que 3% das minas utilizam métodos de lavra subterrânea. A maioria está paralisada, restando em atividade somente as lavras de ouro e de fluorita (estas últimas em vias de retomada da produção). O outro método particular é utilizado para a água mineral.

As tecnologias de lavra a céu aberto podem ser classificadas de acordo com o uso de métodos mecânicos ou hidráulicos, HARTMAN (1987). Nos métodos mecânicos pode-se ter a lavra por bancadas com desmonte por explosivos ou desmonte mecânico, lavra por tiras, lavra de rochas ornamentais e cantaria e por métodos auxiliares (SOUZA, 1994). Os métodos hidráulicos em sua maioria não são utilizados na RMC. Apenas a lavra por dragagem já foi utilizada mais largamente, tendo hoje aplicação restrita.

Ressalta-se que os métodos são aqui descritos de forma genérica, não se esgotando os temas nesta apresentação, devendo cada mineração aplicar as melhores técnicas para seu planejamento e operação, estudando todas as variáveis envolvidas para cada situação específica, através de pessoal técnico especializado, tendo em conta as observações de campo e as orientações da literatura especializada.

4.3.2 – LAVRA A CÉU ABERTO COM BANCADAS E DESMONTE POR EXPLOSIVOS

A lavra por bancadas é aplicada quando a jazida tem dimensões verticais e horizontais grandes, obrigando a retirada do minério em bancadas, bancos ou degraus. Apresenta grande vantagem econômica, pois a drenagem é natural por gravidade (no caso de lavra em encosta), o transporte é geralmente descendente e os volumes de decapeamento são pequenos, embora isso não ocorra sempre (SOUZA, 1994).

A lavra por bancadas pode ser tanto em encosta quanto em cava. A lavra em encosta está acima do nível de escoamento da drenagem, e se faz sem acumular água. Já a lavra em cava está abaixo da cota topográfica original, tornando a mina um grande reservatório, necessitando-se de bombeamento para o esgotamento da água.

O uso de explosivos e sua correta aplicabilidade é que vão proporcionar a fragmentação da rocha na granulometria desejada e permitir a conformação das bancadas e demais parâmetros inerentes a este método. Na lavra a céu aberto por bancadas alguns parâmetros básicos precisam ser conceituados, e podem ser observados nas figuras 26 e 27.

Ângulo de Talude - Por princípio, um ângulo de talude deve ser tal que permita a continuidade das operações que se realizam em seu nível ou em níveis inferiores e superiores. Ou, em outras palavras, um talude deve permanecer estável enquanto durarem as operações de lavra e após seu fechamento.

Berma - A berma é feita para a divisão do talude geral, quebrando sua continuidade, com dimensões e posicionamento em níveis adequados, também servindo de acesso aos diferentes níveis.

Praça - A praça da mina é a maior área de manobras dos equipamentos ou a área de cota inferior e que dá acesso a todas as frentes da mina. Em uma mesma mina pode haver mais de uma praça, localizadas em cotas diferentes.

Bancada - Porção da rocha formada por duas bermas consecutivas, tendo um ângulo de talude próprio e onde é possível realizar o desmonte da rocha.

Ângulo geral de talude (α**)** - É definido como o ângulo que uma reta que passa pelas cristas dos bancos faz com a horizontal. Este ângulo é calculado com base na mecânica das rochas, e o seu cálculo foge aos objetivos aqui propostos.

Ângulo de talude entre bermas, ou bancos de lavra (β**)** - É definido como o ângulo que a face do banco faz com a horizontal. O seu valor é definido em função do equipamento de escavação e do material a ser escavado, e deve ser de tal grandeza que a face do banco permaneça estável por um período no mínimo igual ao período de operações naquele banco.

Ângulo da berma (γ**) -** É definido como o ângulo que o piso da berma faz com a horizontal. O seu valor deve ser tal que permita o escoamento das águas de chuva e subterrâneas para a canaleta "C", sem provocar erosão do piso da berma.

Canaleta (C) - É posicionada longitudinalmente ao pé de cada banco, destinada a coletar as águas acima referidas e conduzí-las para fora da área de lavra. Estas canaletas devem ser posicionadas em uma distância adequada dos pés dos bancos de tal maneira que não sejam obstruídas por um eventual desmoronamento da face do banco superior.

Largura da berma (L) - É dimensionada de maneira tal que permita o acesso de equipamentos destinados à remoção dos materiais desmontados, mas evitando que os materiais desmontados atinjam níveis inferiores.

Altura da bancada (H) - Parâmetro de grande importância na segurança e economicidade das operações. Deve ser tal que qualquer perturbação do equilíbrio dos níveis tenha efeitos apenas locais, além de adequado ajuste entre a escala de produção desejada e os equipamentos de lavra disponíveis.

Ângulo de caída das canaletas (δ**)** - É dimensionado de tal forma que as águas coletadas nos pisos das bermas possam ser conduzidas para fora da área da mina sem erodir o fundo das canaletas.

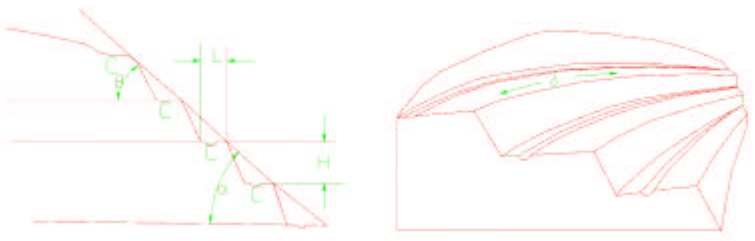


Figura 26 – Definições básicas em lavra com bancadas (SOUZA, 1994).

A seqüência clássica das operações unitárias deste método é a seguinte:

a) Desmatamento: retirada da vegetação conforme o avanço da lavra;
b) Decapeamento: retirada de material estéril - cobertura de solo, argila ou rocha alterada;
c) Desmonte de rocha: perfuração, carregamento com explosivos e detonação da rocha;
d) Carregamento da rocha desmontada em caminhões ou equivalentes;
e) Transporte da rocha até a usina de beneficiamento ou pátio de estocagem e também o transporte de material estéril até o depósito de estéril (bota-fora) retirado no decapeamento.

Os principais equipamentos e insumos utilizados nestas operações são: tratores, escavadeiras (*shovel* ou retro); pás-carregadeiras; perfuratrizes pneumáticas ou martelos manuais, caminhões (fora-de-estrada ou urbanos adaptados); explosivos e acessórios.

As principais vantagens da lavra por bancadas são a drenagem natural e transporte descendente quando em encosta; alta produtividade (grande mecanização e pouca mão de obra); baixo custo operacional; produção em grande escala, período em geral curto para início das operações; mão-de-obra não especializada; cadência flexível; desenvolvimento e acessos simples; permite boa estabilidade dos taludes; segurança e higiene satisfatórias, SOUZA (1994).

As desvantagens do método são: limitado pela profundidade; limitado pela relação estéril/minério; grande investimento de capital; problemas ambientais; mais adequado a grandes jazidas; sujeito a condições climáticas, SOUZA (1994).

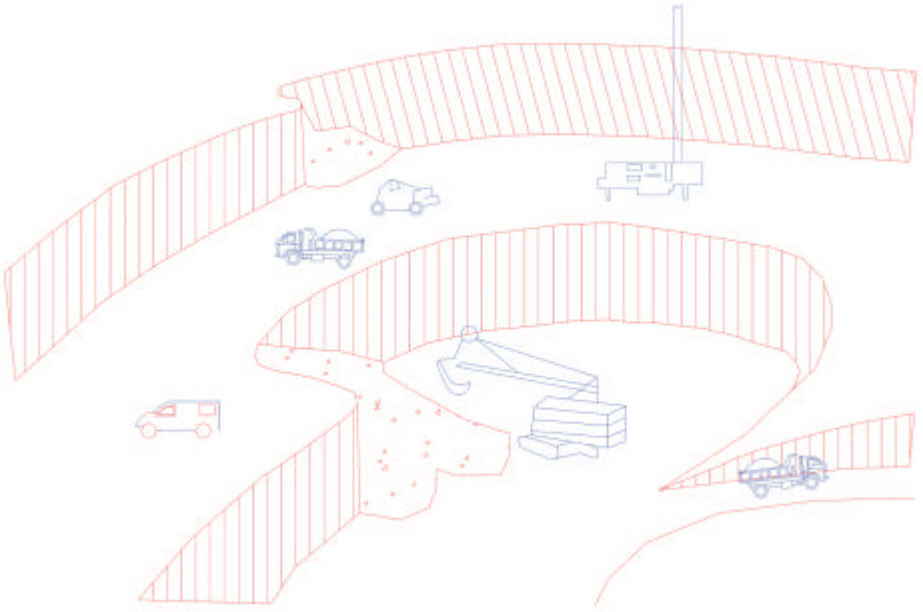


Figura 27 – Operações de lavra a céu aberto por bancadas (SOUZA, 1994).

Prática Atual nas Classes de Substâncias

O método de lavra a céu aberto, com aberturas de bancadas através do desmonte de rocha por explosivos é o mais aplicado na RMC. Este método é aplicado para as lavras de calcário, granitos e por vezes saibro, quando o material apresenta-se mais coeso ou quando sua lavra é feita juntamente com a rocha.

O que se percebe atualmente da aplicação deste método na RMC é que sua correta aplicação restringe-se às empresas bem estruturadas e que acreditam na tecnologia de mineração. Ou seja, observa-se sua aplicação nas cimenteiras, em algumas pedreiras de granito operadas por construtoras e concreteiras e nas melhores lavras de calcário para corretivo de solo e cal.

No entanto, na grande maioria dos casos o método não é seguido corretamente, iniciando-se pela falta de pesquisa geológica e do planejamento da lavra. É comum serem feitos grandes taludes, muitas vezes únicos, com alturas de até 70 m, que não oferecem segurança, economia e operacionalidade nas atividades.

Outros erros constatados: má conservação de acessos; descuidos ambientais; praças irregulares; variações de alturas de bancadas; depósitos de estéril (bota-fora) não projetados e colocados aleatoriamente ao redor das frentes de lavra.

A operação de desmonte de rocha com explosivos tem sido terceirizada, o que por um lado é positivo, pois utiliza mão de obra mais especializada, mas por outro lado pode trazer problemas pois não existe um comprometimento formal da empresa executora do desmonte com o planejamento global (que nem sempre existe) da lavra. Assim cria-se uma incompatibilidade do que se quer atingir e como atingir.

Também existe uma certa defasagem em equipamentos. Ou são mal dimensionados, ou são equipamentos antigos, com má conservação, ou ainda são usados equipamentos em operações não indicadas para sua finalidade.

Estes seguramente são os motivos que levaram muitas minas a serem paralisadas ou abandonadas, como é comum ocorrer na região da extração dos calcários.

Em outros casos observam-se os princípios do método de lavra a céu aberto por bancadas implantados, mas não de forma condizente. Existem erros no dimensionamento de alturas, taludes, equipamentos, etc, apesar da evidente intenção de trabalhar corretamente. Nestes casos também podem ser incluídas lavras que estavam sem planejamento, sem definições de parâmetros (bancadas, bermas, etc) e que estão procurando melhorar suas operações. Assim, é um trabalho cuidadoso e que leva tempo para as correções necessárias.

Melhores Práticas e Tendências

As principais melhorias que devem ser adotadas nas lavras a céu aberto com bancadas e desmonte por explosivos na RMC, para se alcançar uma qualidade maior na explotação, são basicamente as seguintes:

- Pesquisa mineral adequada e com melhor base topográfica;
- Planejamento de lavra com dimensionamento correto de equipamentos e parâmetros da lavra (bancadas, taludes, etc.);
- Planejamento de controle ambiental, minimizando impactos tanto em áreas verdes e rios, como em áreas urbanas próximas;
- Planejamento detalhado do plano de fogo, adotando-se em áreas de conflito (áreas urbanas e grutas), o levantamento geofísico e o acompanhamento sismográfico;
- Abandono total da prática do perigoso desmonte secundário através de fogacho (ver item 4.4.3), adotando-se somente o desmonte por rompedor hidráulico, *drop-ball* ou tecnologias alternativas.

Por ser um método largamente aplicado e visado nas áreas de conflito (urbano e ambiental), a tendência é que cada vez mais as exigências de melhores práticas sejam formalizadas pelos órgãos fiscalizadores, ou exista uma pressão para a paralisação das atividades por parte de associações, ONGs ou mesmo o Ministério Público. Com isso as melhorias citadas acima são de

suma importância para a continuidade das atividades de lavra e melhor convívio com áreas do entorno. A tendência de uma maior profissionalização nas atividades é essencial, principalmente no planejamento e execução da lavra.

4.3.3 – LAVRA A CÉU ABERTO COM BANCADAS E DESMONTE MECÂNICO

Este método tem os mesmos princípios e parâmetros do descrito anteriormente. Sua variação está justamente na forma do desmonte da rocha. Enquanto na metodologia anterior aplicam-se os princípios e a força dos explosivos, neste método somente a força mecânica das escavadeiras, pás-carregadeiras ou tratores, é suficiente para desagregar o insumo mineral.

As operações unitárias também se concentram no desmatamento, decapeamento, desmonte do bem mineral por escavação direta, carregamento e transporte. Os equipamentos utilizados também são os mesmos, sem a necessidade de explosivos e seus acessórios.

Prática Atual nas Classes de Substâncias

Sua aplicação na RMC se dá principalmente nas lavras de saibro, destinados a uso como pavimentação e ou quartzitos industriais. Também se pode verificar seu uso em algumas lavras de argilas ou alterações de rocha destinadas a uso na cerâmica branca.

Observam-se também muitas lavras de saibro abandonadas, que foram abertas somente para revestimento de estradas próximas. Também é normal verificar que são atacadas várias frentes dentro de uma mesma mina, mas sem critérios mais detalhados de sua seleção ou ordem de desenvolvimento.

A falta de pesquisa, planejamento, mau dimensionamentos de equipamentos e alturas elevadas de bancadas também são corriqueiros, ocorrendo exemplos de taludes únicos muito elevados, sujeitos a escorregamentos. Exemplos positivos podem ser observados em saibreiras de maior porte, implantadas para mineração continuada, e não somente para uso nas proximidades para revestimento de estradas. Também em algumas lavras de argila desenvolvidas em encosta observa-se uma organização melhor.

Melhores Práticas e Tendências

Como no caso anterior as melhorias para as lavras de saibro, quartzitos e argilas na RMC pelo método de bancadas, estão fundamentadas inicialmente em melhor pesquisa mineral, seguidas de um bom planejamento da lavra e da preservação ambiental, definindo-se previamente todos os parâmetros envolvidos e o dimensionamento de equipamentos. Neste planejamento é importante frisar a potencialidade do mercado e uso principalmente nas saibreiras, evitando-se as paralisações constantes ou utilização somente para pequenas obras passageiras, situação em que resta apenas o passivo ambiental.

A tendência para as lavras de quartzito e argilas é que aumente seu controle de qualidade em termos de especificações para usos industriais, através de padrão rigoroso de qualidade dos materiais. Assim o planejamento de mina baseado na caracterização da jazida tende a ser cada vez mais necessário, permitindo agregação de valor ao produto.

4.3.4 – LAVRA A CÉU ABERTO COM LAVRA POR TIRAS

A lavra a céu aberto por tiras é utilizada principalmente em jazidas com predominância de camadas horizontais (*stratabound*), com espessuras de minério menores em relação às grandes dimensões laterais. É semelhante à lavra por bancadas, diferindo num aspecto: o capeamento não é transportado para um bota-fora ou pilhas de estéril, mas depositado diretamente nas áreas adjacentes já lavradas. Às vezes a mesma máquina faz a escavação e o transporte do estéril, em uma operação unitária. Em alguns casos parte do estéril é transportado por caminhão para fora da mina, como a cobertura vegetal, para uso posterior na recuperação da área (SOUZA, 1994).

A deposição do estéril na cava faz com que este método seja de alta produtividade e de custo mais baixo. Outra vantagem é que o corte fica aberto por um tempo relativamente curto, permitindo trabalhar com um ângulo de talude maior. Da mesma forma, o estéril que será depositado nas áreas escavadas fica por um curto período em espera, possibilitando também o trabalho com um ângulo maior do que o na lavra por bancadas.

As dimensões típicas de uma mina lavrada por tiras variam conforme a geometria das camadas de minério e do capeamento, as características geomecânicas, a produção desejada e equipamentos dimensionados. A lavra por tiras pode ser aplicada tanto para rochas coesas, que necessitam de desmonte de rocha por explosivo, quanto para rochas friáveis ou brandas, que podem ser escavadas diretamente. A seqüência de operações unitárias é: desmate, decapeamento, desmonte de rocha (com ou sem explosivo), carregamento e transporte. A figura 03, mostra o esquema geral da lavra por tiras nas maiores empresas, usual na RMC para lavra de argilas. Os equipamentos e insumos mais utilizados são: tratores, escavadeiras (*shovel* ou retro), pás-carregadeiras, *drag-lines*, *buckets-wheel*, perfuratrizes pneumáticas ou martelos manuais, caminhões (fora-de-estrada ou urbanos adaptados); explosivos e acessórios.

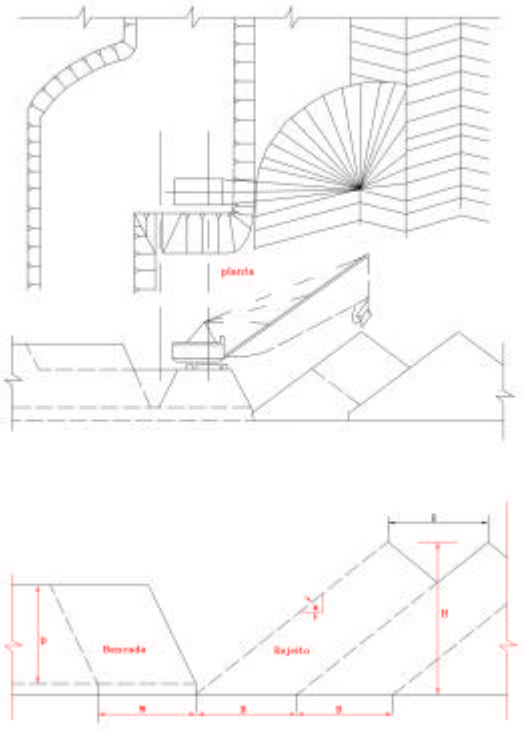


Figura 28 – Esquema de lavra por tiras (CUMMINS e GIVEN, 1973).

As principais vantagens da lavra por tiras são:

- O capeamento não é transportado para as pilhas de estéril, mas depositado diretamente nas áreas adjacentes já lavradas;
- Maior produtividade;
- Pouco intensivo em mão-de-obra;
- Produção em larga escala;
- Custo de lavra baixo;
- Mão-de-obra não especializada, exceto alguns operadores chave (perfuratriz, *dragline*, *bucket-wheel*);
- Cadência flexível (menos flexível que na lavra por bancadas);
- Permite boa estabilidade dos taludes, (o corte fica aberto por pouco tempo);
- Desenvolvimento e acessos simples;
- Segurança e higiene satisfatórias;
- Atrativo em termos de meio ambiente.

As principais desvantagens da lavra por tiras são:

- Limitado pela profundidade (< 9 m) – limites impostos pelos equipamentos;
- Limitado pela relação estéril/minério;
- Grande investimento de capital;
- Produção dependente de um só equipamento;
- Necessita de operações sincronizadas;
- Mais adequado a jazidas com grandes extensões laterais;
- Sujeito a condições climáticas adversas (inundações);
- Meio ambiente: gera grandes áreas a serem recuperadas;
- Necessidades de bombeamento onde o nível do lençol freático seja alcançado ou devido às águas pluviais.

Prática Atual nas Classes de Substâncias

Face às características dos jazimentos de argilas e areias, a lavra por tiras na RMC é aplicada nestes casos. Entretanto, como nas situações anteriores, há lavras que aplicam bem os princípios deste método, e a maioria, onde os trabalhos não são devidamente orientados.

No caso das areias, a principal falha que se verifica é o dimensionamento das cavas, não obedecendo a padrões geométricos e sendo de extensões muito amplas. Isto implica em dificuldade de recuperação ambiental, maior custo de lavra e dificuldade no traçado do trajeto dos equipamentos.

Para algumas minas de argilas, lavradas em várzeas, também se observa falta de organização no desenvolvimento das operações. Isto pode ser atribuído a uma falta de pesquisa mineral criteriosa, para verificação das características da jazida e assim permitir um planejamento com várias frentes de lavra, que propiciem a mistura para a composição ideal da massa argilosa para o beneficiamento. Em termos de equipamentos, em geral estão bem estruturadas, com escavadeiras e caminhões apropriados.

Melhores Práticas e Tendências

Como é o caso geral da mineração na RMC, as melhores práticas passam pela maior profissionalização das atividades de pesquisa mineral, planejamento da lavra e controle ambiental.

Nas áreas de várzeas, a atividade tem causado grande impasse ambiental e a solução pode advir do correto planejamento das atividades – baseado em profissionalismo e agregação tecnológica – além do comprometimento com a execução do projetado.

Também podem ser obtidas melhorias no setor das argilas através de associações de mineradores, principalmente na indústria de cerâmica vermelha, pois boa parte das empresas do setor é de pequenas empresas de cunho familiar sem capacidade técnica e econômica para acessar tecnologias de produção e de conservação ambiental. Por meio de associações é possível viabilizar o acompanhamento de profissionais do setor, para melhorar a produtividade e a preservação ambiental, bem como instalar centrais coletivas de produção de matéria-prima (massa cerâmica).

4.3.5 – PRODUÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS E CANTARIA

A lavra de rochas ornamentais apresenta várias modalidades. Pode ser dividida em duas modalidades principais, a lavra a céu aberto de matacões e a lavra a céu aberto de maciços. Internacionalmente aplicam-se também os métodos subterrâneos, que fogem ao escopo desta apresentação. Os principais tipos são apresentados no fluxograma da figura 29.

Com as etapas gerais iguais ao método a céu aberto em bancadas, tem-se o desmatamento, decapeamento, desmonte de rocha, carregamento e transporte. É justamente no desmonte de rocha que se tem a maior diferenciação com os outros métodos.

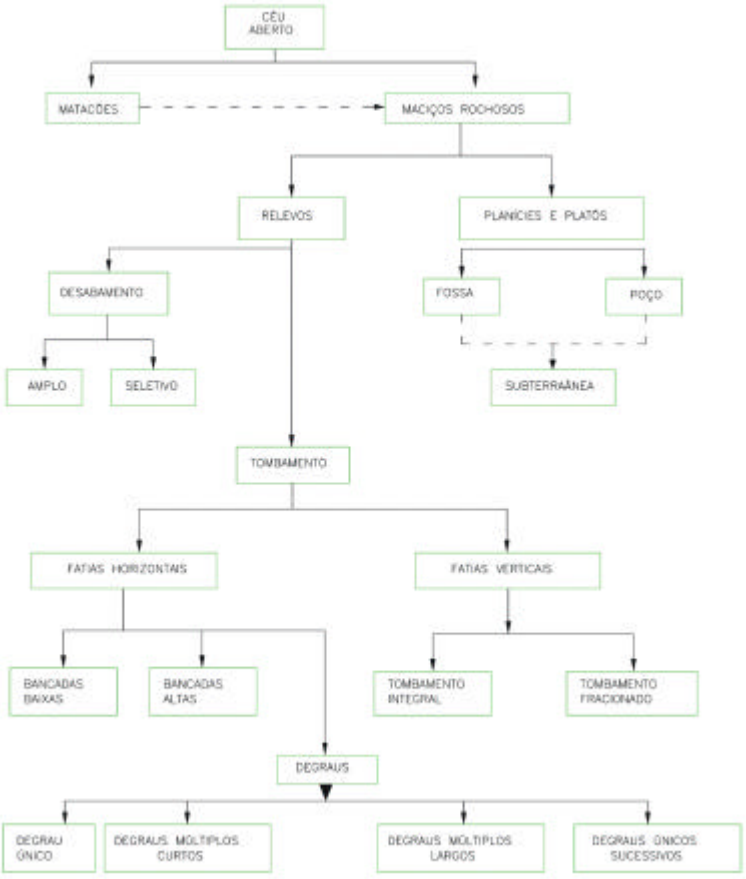


Figura 29 – Tipos de lavra de rocha ornamental (CHIODI FILHO, 1995).

Lavra por Matacões

O método de lavra de matacões é ainda largamente utilizado nos países em desenvolvimento, principalmente na faixa tropical e subtropical onde existem matacões de grandes dimensões, geralmente mais preservados dos fenômenos de alteração, como acontece na RMC.

O método é bastante simples e pode ser operado com mão-de-obra pouco especializada. Geralmente a porção de rocha destacada do corpo principal é dividida em duas partes, mediante o emprego de pólvora negra, carregada em dosagens crescentes em furo central, localizado no plano preferencial de clivagem do bloco. As duas porções de rocha são sucessivamente subdivididas e esquadrejadas no próprio local, até atingir a dimensão de bloco para serragem. O que se verifica neste método é a grande quantidade de rejeito produzido no esquadrejamento de um bloco nas dimensões usuais.

Os equipamentos normalmente utilizados são as pás-carregadeiras, tratores, perfuratrizes manuais, compressores portáteis, guinchos, cunhas, explosivos, e mais recentemente o emprego da argamassa expansiva em substituição aos explosivos.

Lavra de Maciços

Quando o jazimento mineral tem características homogêneas, sem a grande presença de fraturas, indica-se a lavra de maciços (figura 30).

De princípio igual ao da lavra de bancadas, a lavra de maciços tem os componentes funcionais como bancadas, praça principal, praças secundárias, acessos e frentes de lavra. Nas lavras de maciços a jazida é subdividida em praças, que constituem planos horizontais subparalelos. As bancadas são lavradas seguindo uma determinada seqüência lógica e hierárquica, utilizando-se as praças que, dimensionadas adequadamente, oferecem os espaços operacionais necessários à realização dos trabalhos de extração das diferentes frentes de produção ativas. As praças podem ser horizontais ou levemente inclinadas, e as espessuras (alturas) são definidas com base nas características da jazida e nas tecnologias de extração adotadas (ALENCAR, 1996).

O fato da altura da bancada corresponder a uma das dimensões do bloco, normalmente a maior, é uma característica do método de lavra por bancadas. Neste caso, o método é conhecido como lavra por bancadas baixas e consiste na extração de blocos de dimensões finais diretamente do maciço rochoso, sem a necessidade de recorrer a processos de subdivisões sucessivas. O desenvolvimento da frente de lavra pode ser extenso ou articulado, principalmente nos casos de elevados níveis de produção. O método de lavra por bancadas baixas se aplica perfeitamente aos casos onde a jazida possui conformação tabular e planos de descontinuidades paralelos sub-horizontais.

Esse método de lavra oferece vantagem do ponto de vista da segurança do trabalho, pois reduz a exposição ao risco de quedas de pessoas e equipamentos com conseqüências graves, além de permitir um controle apurado da estabilidade das frentes. Do ponto de vista ambiental, o método oferece menor impacto visual sobre o meio devido a uma reduzida superfície exposta, além de possibilitar a recuperação da área degradada, mesmo quando a atividade de lavra se encontra em pleno processo produtivo (ALENCAR, 1996). Segundo CHIODI FILHO (1995), na lavra de maciços existem subtipos como a lavra tipo fossa e poço, lavra por desabamento e lavra por tombamento. O esquema geral encontra-se na figura 30.

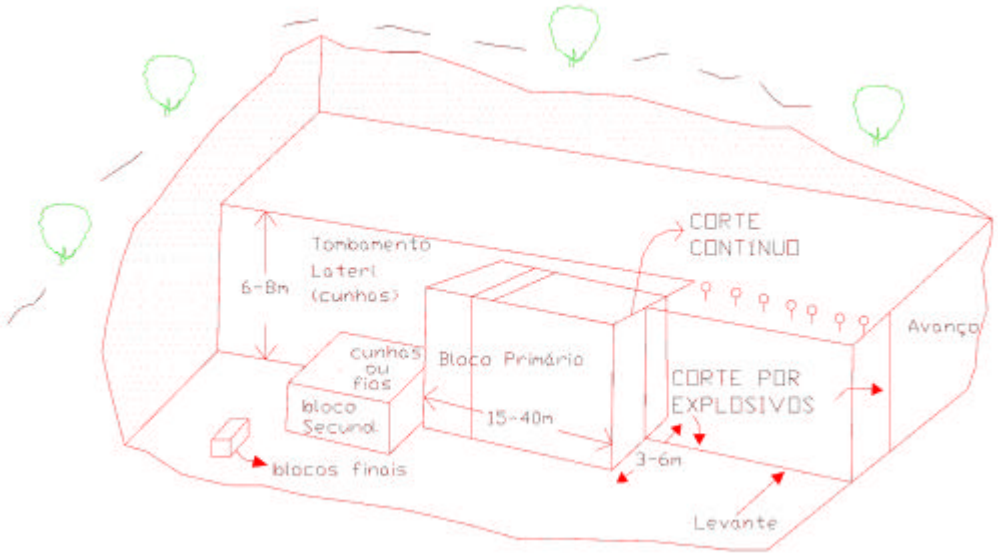


Figura 30 – Esquema geral de lavra de maciço (CHIODI FILHO, 1995).

Tecnologias de Corte para Desmonte

O desenvolvimento tecnológico aprimora as alternativas operacionais dos métodos de lavra, permitindo que estes sejam otimizados em função da morfologia da jazida, das reservas, das características mineralógicas, petrográficas e estruturais da rocha, da infra-estrutura local, do valor de mercado do produto e da dimensão do projeto em termos de escala de financiamento. As técnicas de corte para desmonte de rochas podem ser basicamente enquadradas como de corte em costura e corte contínuo, conforme indicado na figura 31 (CHIODI FILHO, 1995).

O uso de furos espaçados é o mais comum, tanto para as lavras de maciços como no esquadrejamento de blocos da lavra de matacões. O maior cuidado deve existir na utilização de explosivos, visto que para a rocha ornamental a manutenção de sua padronagem é fundamental. Assim, o uso errado de explosivos pode potencializar o surgimento de fissuras na rocha. Principalmente no que se refere à realização dos cortes primários e secundários, assume vital importância o critério de escolha do tipo de explosivo, o dimensionamento dos parâmetros que vão definir o plano de fogo e, de modo particular, o espaçamento entre os furos e a razão de carga.

A técnica baseada na utilização de explosivos carregados em furos próximos entre si, que definem um plano de corte, encontra-se muito difundida e de certa forma é preferida pela maioria das empresas voltadas à produção de blocos. Devido a sua versatilidade, facilidade de execução e custos normalmente inferiores, suplanta as técnicas alternativas para o caso de pedreiras cuja produção varia de média a baixa. Além dos motivos citados acima, a referida técnica tem como característica a fácil adaptação às mais variadas configurações de projetos de pedreira, mesmo quando as bancadas não obedecem a um padrão de regularidade (ALENCAR, 1996).

Para o corte contínuo as técnicas mais utilizadas são o fio helicoidal, fio diamantado, jato d'água *(water jet)*, jato de chama *(flame jet)* e cortadores de correia. O corte com fio diamantado, a partir da sua introdução na jazidas de calcários, realizou progressos notáveis nestas duas últimas décadas, substituindo progressivamente a tecnologia até então dominante do fio helicoidal (ALENCAR, 1996). A utilização de fios diamantados mostra uma ótima produtividade, tanto pela velocidade de corte quanto pelo melhor esquadrejamento dos blocos, com menores perdas na lavra e beneficiamento. Definindo-se a aplicabilidade do fio diamantado a uma rocha de interesse,

sempre é recomendada sua utilização, pois o custo dos equipamentos não é muito elevado e proporciona rápido retorno de investimento. Tal aplicação deve ser preferencialmente condicionada a pedreiras que já tenham certo grau de desenvolvimento, com bancadas já iniciadas (CHIODI FILHO, 1995).

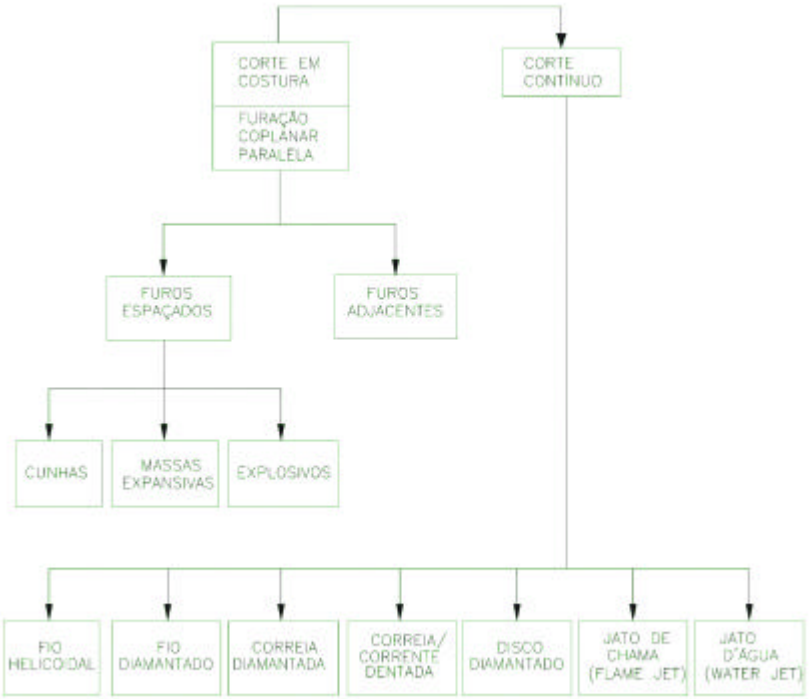


Figura 31 – Tecnologias de corte de rocha ornamental (CHIODI FILHO, 1995).

Pedras de Cantaria

Entende-se por pedras de cantaria os produtos conhecidos por paralelepípedos, lousinhas e *petit-pavé*, destinados principalmente para pavimentações em pátios e acessos ou construção de muros, e também aplicados às esculturas de portais, escadarias, etc. Sua lavra na maioria das vezes é artesanal, sendo extraídos de pequenos matacões no caso de granitos ou de rejeitos no calcário. Basicamente a seqüência é separar o matacão, dividir o bloco sucessivamente em tamanhos menores para o beneficiamento final, através de cunhas, punções, pixotes e marretas.

Para o caso dos mármores e calcários, o material ainda provém da lavra a céu aberto por bancadas, separando-se os rejeitos ou destinando-se parte da produção para *petit-pavé.*

Prática Atual nas Classes de Substâncias

A RMC tem grande potencial para o mercado de rochas ornamentais, destacando-se o Sienito Tunas, os mármores das faixas calcárias e os granitos da região de Quatro Barras e Três Córregos. Um dos maiores problemas nas lavras é a enorme quantidade de rejeito gerado no aproveitamento do bloco em lavras de matacões. A prática mais utilizada é simplesmente empurrar o material para frente da praça de operações da mina, quase sempre em encostas. Isto

traz problemas, com a deposição desordenada dos rejeitos e a própria restrição ao aproveitamento racional da jazida, pelo bloqueio de reservas minerais potenciais situadas a jusante.

Especificamente no maciço Tunas, pela complexidade do jazimento, observam-se lavras sem definição clara de desenvolvimento, onde apesar de tratar-se de um maciço predomina a característica de matacões. As empresas instaladas usam a tecnologia de furos espaçados com explosivos ou argamassa, e onde a rocha permite, o fio diamantado para corte. Além de perfuratrizes manuais, usam perfuratrizes em coluna e boas máquinas de apoio, como pás-carregadeiras de grande porte, escavadeiras e ponte rolante para estoque e carregamento de blocos. A prática usual na região sempre foi a deposição do rejeito nas frentes de lavra, mas ultimamente tem se observado uma conscientização ambiental maior. Nisto insere-se a preocupação de melhorar a recuperação do material extraído, que é bastante baixa, como em aproveitar os rejeitos em outras aplicações. Também se nota a conformação de depósitos de rejeitos em áreas que não prejudiquem a lavra atual e futura, com a deposição controlada dos materiais.

Nos mármores que historicamente foram lavrados com a tecnologia do fio helicoidal, hoje a utilização do fio diamantado é uma realidade, evidenciando o melhor rendimento da aplicação desta tecnologia.

A região de Três Córregos não exibe atualmente uma produção de blocos expressiva, concentrando-se na produção de paralelepípedos. De qualquer forma a aplicação maior é a lavra de matacões com corte por furação espaçada com explosivos ou cunhas.

A região de Quatro Barras também concentra sua produção em pedras de cantaria, mas também tem a explotação de blocos de tonalidades rosa e cinza. O método aplicado também é o de matacões com corte por furação espaçada com explosivos ou cunhas. Destaca-se que uma das empresas atuantes na região já foi premiada pelo excelente trabalho de recuperação e controle ambiental. Basicamente isso consiste no aproveitando ao máximo da rocha, minimizando a produção de rejeitos e tendo um programa permanente de revegetação em áreas descartadas.

Melhores Práticas e Tendências

As melhorias para o setor de blocos de rochas ornamentais também se fundamentam na base de dados geológicos e planejamento de lavra, sustentados por perspectivas de mercado para cada tipo de material. O controle de qualidade das rochas através de ensaios tecnológicos também é um fator que contribui no aumento de qualidade do produto e da imagem das empresas e no preço de venda destes materiais.

A busca de aplicação de novos equipamentos e tecnologias também é importante, como a utilização do fio diamantado nas operações que assim o permitirem, bem como o uso de argamassa expansiva, por exemplo. Também se deve incrementar o esforço na busca de soluções para os rejeitos gerados. Seja na utilização de blocos menores para talha-blocos, britagem ou desenvolvimento de uso em aplicações mais nobres, como o feldspato e substâncias fundentes em geral.

A tendência do setor é de crescimento constante como se verifica no Brasil, e com o potencial da RMC novos materiais podem surgir, ou lavras paralisadas podem ser retomadas. Portanto, é preciso buscar o controle da lavra e do meio ambiente através de projetos específicos para cada mina, adequando-se as restrições locacionais de jazidas portadoras de rochas de qualidade à legislação vigente.

Para o caso das pedras de cantaria uma melhoria das atividades pode ser conseguida através de associações de mineradores, pois são caracteristicamente pequenas empresas, de cunho familiar

e que não possuem acesso à melhor orientação, tanto em questões de tecnologias de produção, preservação ambiental e até mesmo a legislação mineral/ambiental. Com a organização de associações para esses mineradores pode-se viabilizar o acompanhamento de profissionais do setor para melhorar a produtividade e as condições de recuperação ambiental.

4.3.6 – LAVRA A CÉU ABERTO POR DRAGAGEM

As dragas são provavelmente os primeiros equipamentos de lavra contínua. Um equipamento deste tipo foi inicialmente usado na Holanda em 1565. A operação de dragagem de um *placer* é feita por uma draga que pode ser equipada com instalações de tratamento que incluem dispositivos de descarte do rejeito. O local para a operação de uma draga pode ser natural ou artificial. O volume de água necessário depende do tamanho da draga e do porte do depósito, (SOUZA, 1994).

Existem tanto dragas mecânicas como as de arraste (*bucket-line*), *bucket-wheel* de sucção e com *dragline* ou *shovel* montada sobre balsa. As dragas hidráulicas são de sucção direta ou *cutterhead*. As dragas hidráulicas foram adaptadas à lavra de *placers* depois de comprovada eficiência na escavação e limpeza de canais. A do tipo de sucção direta é de uso mais restrito à areia e cascalho, enquanto a *cutterhead* pode explotar materiais consolidados.

O método de sucção direta é relativamente simples em sua concepção e desenvolvimento. Com o equipamento de draga montado sobre balsas ou barcos, as etapas seqüenciais básicas são:

- Verificação das condições de navegabilidade no rio e da faixa granulométrica da areia que se quer produzir, definindo-se o local propício para a explotação;
- Deslocamento da embarcação com a draga auto-carregável e propelida (*hoper*) até o local definido para explotação;
- Dragagem por sucção do depósito de areia e estocagem deste na própria embarcação ou em chatas de depósito (batelão), caso a draga em operação não tenha reservatório de depósito;
- Após enchimento dos reservatórios, deslocamento da embarcação (*hoper*) ou dos batelões até a margem do porto de areia;
- Conexões das tubulações para transferência do reservatório de areia para o depósito do material no pátio do porto;
- Injeção de água nos reservatórios de areia para fazer a polpa de minério e conseqüentemente seu bombeamento até o depósito no pátio do porto;
- Drenagem natural da polpa através de gravidade, permanecendo somente a areia seca a semi-úmida na pilha de estocagem;
- Carregamento em caminhões de compradores através de pá-carregadeira, finalizando-se as etapas de lavra/carregamento;
- Recuperação ambiental - Os trabalhos de controle e recuperação ambiental, devem ser realizados concomitantemente com todos os trabalhos desenvolvidos.

A maior dificuldade em manter o aproveitamento planejado do minério deve-se às variações de nível do rio e a impossibilidade de ver diretamente os depósitos, acompanhando sua evolução, o que é possível somente com o uso de sonares e através da experiência do operador da draga.

Também podem ser utilizadas dragas próximas às margens dos rios, montadas em cima de flutuantes, evitando-se as etapas de navegação e transferência. Em compensação, após exaurir o depósito de areia é preciso mudar todo o porto para outro local, dificultando operações ambientalmente mais adequadas. Um exemplo esquemático encontra-se na figura 32.

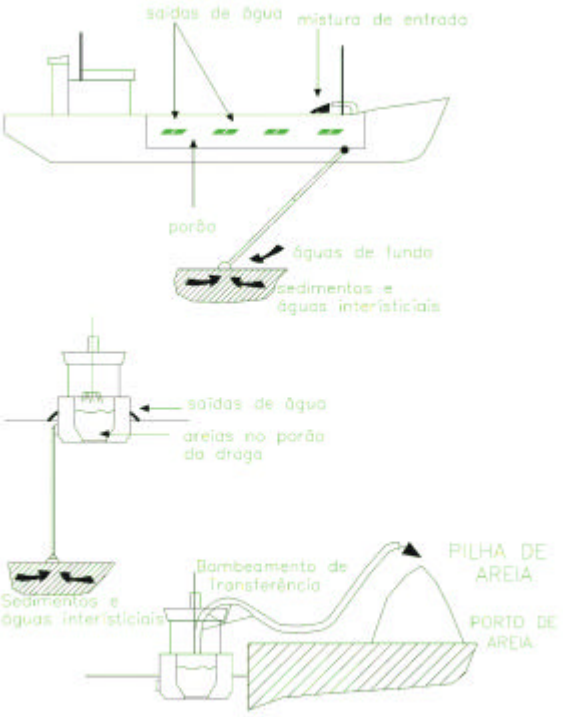


Figura 32 – Esquema de lavra por dragagem – sucção direta. Modificado de CAVALCANTI (2002).

As vantagens da lavra por dragagem são:

- Método de produtividade alta;
- Baixo custo de lavra;
- Ciclo de operações e equipamentos simples;
- Não existe operação de desmonte;
- Tratamento do minério por concentração por densidade, via úmida e a bordo;
- Pouco intensivo em mão-de-obra;
- Recuperação elevada (até 90%);
- Operação contínua;
- Possibilita a lavra de depósitos submersos.

As desvantagens da lavra por dragagem são:

- Necessidade de quantidade moderada de água;
- Limitado a depósitos não consolidados;
- Alto investimento de capital em grandes dragas;
- Método não flexível e não seletivo;
- Meio ambiente – risco de grandes danos se não houver trabalho de preservação das margens.

Prática Atual nas Classes de Substâncias

A lavra por dragagem tem uso restrito na RMC. Ela foi muito usada para a lavra de areia, tanto no canal dos rios quanto nas várzeas. Neste caso após a conformação da cava, formava-se o lago para colocar a draga e proceder à lavra pela sucção direta dos depósitos de areia.

Ainda existem algumas lavras realizadas nos leitos dos rios, utilizando-se deste método. Em função dos entraves ambientais, onde a lavra nas várzeas não está sendo permitida, pode haver uma tendência a retomar em maior escala a lavra de areia em leito de rio, o que com certeza fará aumentar a aplicação deste método.

Melhores Práticas e Tendências

Importante é o dimensionamento correto dos equipamentos e a implantação de um porto de areia que seja operacionalmente limpo. Evitando-se grandes supressões de vegetação nas margens e controlando as águas da polpa que retornam à drenagem. Isto pode ser conseguido com uma disposição organizada das pilhas de produtos e sistema de drenagem e decantação da água percolada.

Como citado acima, com o impasse atual de permissão de lavras de areia nas várzeas, este método poderá ter sua aplicabilidade aumentada, mas só se justificará se os trabalhos tiverem um bom planejamento com a conservação e controle ambiental. Neste aspecto, as entidades públicas ambientais devem considerar a existência de boas práticas que permitem lavra racional e ambientalmente correta, mesmo nas várzeas, evitando proibições generalizadas e absolutas, que não distinguem entre as boas e más práticas de mineração.

4.3.7 – MÉTODOS DE LAVRA SUBTERRÂNEA

Os métodos de lavra subterrânea são aplicados basicamente quando o corpo de minério está em profundidade tal que se torna antieconômica sua extração a céu aberto, pelo grande volume de estéril a ser removido e/ou quando existem restrições ambientais ou urbanísticas para a lavra a céu aberto, e o alto custo da lavra em subsolo é suportado pelo valor do minério.

São muitos os métodos de explotação dentro da lavra subterrânea e vão depender basicamente da geometria do corpo de minério, da competência da rocha mineralizada e da encaixante, da escala de produção e dos custos envolvidos. Como exemplo têm-se os métodos de câmaras e pilares *(room and pillar)*, *sub level stoping, sub level shrinkage, longwall, shrinkage stoping, post pillar* e corte e preenchimento (VAZ, 1997).

Após a definição do método de extração, muitos projetos detalhados para acessos e condicionamento das minas têm que ser desenvolvidos e executados. As etapas básicas diferindo conforme o método escolhido são:

- Acesso ao corpo de minério, através de galerias, poços (*shaft*) ou rampas inclinadas;
- Desmonte de rocha com explosivos, executando a perfuração, carregamento e detonação;
- Saneamento da frente desmontada (lavagem e ventilação);
- Carregamento e transporte do minério;
- Precauções de segurança.

As vantagens da lavra subterrânea são a minimização de interferências ambientais e independência das condições climáticas, não se podendo esquecer que seu planejamento e operação são atividades que exigem alto grau de especialização técnica, acompanhamento e levantamento de dados específicos permanentes, sempre executados por profissionais habilitados e experientes.

Prática Atual nas Classes de Substâncias

Entre os métodos de lavra subterrânea adequados para os tipos de jazimentos existente na RMC, com corpos mineralizados de origem filoneana, usualmente estreitos e com mergulho acentuado (maior que 45º), destacam-se os seguintes grupos:

- Câmaras e pilares com realces abertos;
- Corte e preenchimento (*cut and fill)*;
- Método de recalque (*shrinkage*).

Este é o caso da mineração de ouro atualmente existente na RMC e das antigas minas de chumbo, prata, cobre e zinco, atualmente paralisadas no Vale do Ribeira, onde alterações nas condições futuras de mercado podem viabilizar sua reabertura.

A mineração de ouro tem destaque, executada através do método de câmaras e pilares com realces abertos. Iniciada após o abandono do local pelos garimpeiros que faziam a extração a céu aberto, as atividades iniciaram-se em 1987. Hoje usa as melhores tecnologias, com equipamentos adequados e projetos detalhados de toda a mina e com alto grau de trabalhos de conservação ambiental. Atualmente o nível mais baixo encontra-se a 240 m de profundidade, acessada por rampa trilhada. Desde o início teve o acompanhamento técnico nas pesquisas geológicas, planejamento da lavra e operações mineiras, o que foi seu diferencial em relação a outras empresas que explotavam ouro na região e não subsistiram, pois não conduziram de forma profissional as atividades de mineração.

Melhores Práticas e Tendências

Como melhorias a serem adotadas, destaca-se sempre o acompanhamento da evolução de equipamentos e técnicas para explotação. Para as minas paralisadas (mineralizações metálicas no Vale do Ribeira) é necessário observar as condições gerais do mercado para decidir a reabertura ou não das frentes de lavra, baseando-se numa reavaliação e adequação das antigas lavras com metodologias mais recentes em equipamentos e operações.

Não há tendências nem razões técnicas que justifiquem no momento a implantação de métodos de lavra subterrânea em outras substâncias, além das citadas acima, pois os tipos de jazimento, preços do minério e situações locacionais não ensejam esta opção.

4.3.8 – ÁGUA MINERAL

A explotação de água mineral tem dois métodos básicos, a captação superficial em surgência natural ou a captação através de poço tubular profundo. De princípio bastante simples, tanto a captação por poço profundo ou a surgência natural têm como pontos fundamentais a determinação de seu regime ótimo de explotação através dos estudos hidrogeológicos e sua construção, dentro das normas do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas), que visam assegurar a preservação das características e da qualidade da água.

Essas normas, em especial as portarias do DNPM como a de número 222/97 que aprova o regulamento técnico nº 001/97 e dispõe sobre as especificações técnicas para o aproveitamento das águas minerais e potáveis de mesa, e a portaria 231/98, que dispõe sobre a determinação da área de proteção da fonte, garantem qualidade quanto aos tipos de material para construções das captações, regimes de aproveitamento e proteção da fonte.

Apesar de uma conceituação simples, a lavra de água mineral necessita de um bom planejamento, visando inicialmente, no caso de poço tubular, sua locação e projeto de construção

conforme as normas citadas. Além das características geológicas o *lay-out* da fábrica deve obedecer critérios de higiene e limpeza, além de rigoroso controle de qualidade.

Basicamente as etapas de lavra por poço tubular profundo são:

- Pesquisa e locação do poço;
- Projeto, perfuração e desenvolvimento do poço;
- Construção de fontanário/casa do poço;
- Determinação do regime de vazão;
- Dimensionamento da bomba submersa;
- Determinação da área de proteção da fonte;
- Colocação do sistema de distribuição com tubulação inox ou pvc geomecânico;
- Monitoramento dos níveis estático e dinâmico da água e das condições gerais do poço;
- Monitoramento da qualidade mineral e bacteriológica da água;
- Enchimento do reservatório de água.

Para a produção por surgência natural as mesmas etapas são seguidas, excluindo-se a etapa de pesquisa e perfuração do poço, mantendo-se a construção do fontanário de captação. A vantagem da lavra por poço tubular é ter uma garantia maior quanto a contaminações, pois dependendo do local da surgência natural, há maior susceptibilidade a contaminações de solo e material orgânico em períodos de chuva intensa. Outra vantagem é permitir um controle do regime de explotação, aumentando ou diminuindo, dentro do regime de vazão, a quantidade de água requerida.

Também existe uma relativa flexibilidade locacional em relação a surgência natural, visto que, tendo-se uma área promissora geologicamente para água mineral, pode haver mais de um local para a locação do poço, ao contrário da surgência que é pontual.

Prática Atual nas Classes de Substância

Como no restante do país, a indústria de água mineral na RMC tem observado um acréscimo considerável de empresas e principalmente de requerimentos de pesquisa mineral, o que indica o grande interesse dos empresários. Na RMC existem boas empresas neste setor, que seguem via de regra as exigências e normas estabelecidas. A explotação se dá tanto por captação por poço tubular quanto por surgência natural e as indústrias têm em geral boas condições higiênicas.

Suas produções atendem tanto o mercado local, estadual, regional e até a exportações. Seu aproveitamento é todo direcionado para o envase, não ocorrendo o aproveitamento para instalações de balneário com complexo hoteleiro. Existem somente estâncias para visitação. Isto ocorre principalmente pela água mineral da RMC serem classificadas como de temperaturas frias e hipotermais, não tendo características termais como ocorre em grandes balneários.

Sendo o aqüífero karst a fonte principal de água mineral, onde existe grande número de indústrias em geral, áreas urbanas e o interesse de produção desta água para abastecimento público por parte da SANEPAR, é bastante importante seu ordenamento de ocupação/aproveitamento para não haver riscos de contaminação e níveis exagerados de vazão de produção.

Melhores Práticas e Tendências

As melhorias para a lavra de águas minerais estão nas próprias instalações, procurando-se sempre manter a qualidade de materiais que evitem contaminações e controle da vazão de explotação.

Com o crescimento de interesse no setor, há uma tendência de novas indústrias se instalarem e a concorrência ser maior. Por isso, considerar os aspectos técnicos e mercadológicos, manter o padrão de higiene e controle das fontes nas operações é essencial, além dos aspectos relacionados à logística de distribuição e comercialização.

4.4 - Desmonte de Rochas Com Explosivos

4.4.1 – NECESSIDADE DE PLANEJAMENTO

Atualmente na mineração são comuns os problemas no relacionamento com a comunidade próxima à região de lavra devido aos reflexos do processo de perfuração e desmonte de rochas. Estes reflexos podem ser decorrentes de excessiva vibração, do lançamento de material particulado na atmosfera, de ruído ou do ultralançamento de fragmentos rochosos (SILVA, 2003).

A maioria das reclamações diz respeito a possíveis danos estruturais provocados por vibrações terrestres e aéreas, além do desconforto ambiental, que ocorre em função da alta sensibilidade do ser humano a níveis de vibração relativamente baixos e sobrepressão acústica, o que torna difícil estabelecer uma norma de controle (NOJIRI, 2001).

As vibrações dos terrenos geradas pelos desmontes de rochas por explosivos se transmitem através dos materiais como ondas sísmicas, cuja frente se desloca radialmente a partir do ponto de detonação (SILVA, 1998). Este efeito de vibração torna-se muitas vezes intolerável para humanos em níveis abaixo daqueles relacionados a danos estruturais, traduzindo porquê as reclamações ocorrem freqüentemente devido à resposta humana e não necessariamente devido a situações que possam oferecer perigo (IRAMINA, 1997).

A presença de poeira em suspensão deve ser controlada, não só pelo incômodo à população vizinha à pedreira, mas também pela segurança dos operadores. A poeira é um material particulado de dimensões reduzidas, que pode fazer parte da fração respirável pelos operadores ou ser carregada pelo vento, podendo atingir as residências que cercam a pedreira (SILVA, 2003).

A sobrepressão atmosférica ou ruído consiste de uma onda de concussão inicial que dura poucos milissegundos. Estudos a respeito dos incômodos decorrentes de detonação são subjetivos, não existindo nenhum número que possa quantificar esses incômodos (IRAMINA, 1997). O fato principal é que o ruído por si não é indício de vibração excessiva ou ultralançamento de material (PEREIRA e OLIVEIRA, 1998). O ultralançamento é o lançamento indesejável de fragmentos rochosos muito além da área de desmonte, representando um grande perigo para as pessoas que vivem fora do limite da mina (SILVA, 1998). Ele tem sido um sério problema desde o início do desmonte por explosivos. Em virtude de desmontes mal planejados, não é difícil um fragmento de rocha ser lançado a várias centenas de metros, pondo em risco vidas humanas, edificações e equipamentos e criando sérios problemas de relacionamento com a comunidade (SILVA, 2003).

Estes sérios efeitos decorrentes dos trabalhos de desmonte de rocha com uso de explosivos, são a principal causa dos conflitos existentes entre a comunidade e a mineração, quase sempre em áreas urbanizadas. Vale frisar que na maioria das vezes, a mineração já existia antes da ocupação tanto legal quanto ilegal de áreas próximas às minas. Também se salienta que a população que se instalou nas proximidades desconhecia os efeitos dos trabalhos mineiros, ou achava que acabaria por obter a paralisação das atividades minerárias.

Mas o ponto principal é a importância do planejamento correto para as atividades de desmonte de rocha. Com as técnicas hoje existentes, todos os problemas acima descritos podem ser atenuados e/ou mesmo sanados, não trazendo incômodo ou risco para a população local. Para isso são necessários estudos e acompanhamentos, exercidos por profissionais habilitados, qualificados e conduzidos dentro da melhor técnica.

4.4.2 - O PLANO DE FOGO

Sendo a base para o correto procedimento de desmonte de rocha com uso de explosivos na mineração, o plano de fogo traz as informações necessárias para melhor executar a tarefa. As variáveis que devem ser consideradas na elaboração de um plano de fogo dependem do próprio projeto da lavra e britagem, dos equipamentos utilizados, das condições geológicas (tipo de rocha, fraturas, descontinuidades, etc), condições ambientais (áreas urbanas, presença de grutas e cavernas, áreas de preservação, etc.), explosivos e acessórios disponíveis.

A técnica tradicional de desmonte com explosivos começou a ser utilizada no século XVII e ocorreu simultaneamente ao início do desenvolvimento dos explosivos (IRAMINA, 1997). No decorrer desses anos muitos avanços foram conseguidos nesta área, tanto no desenvolvimento de explosivos e acessórios quanto nas técnicas para a determinação do plano de fogo.

Hoje existem várias metodologias para a determinação da malha de perfuração e carregamento de explosivos, inclusive com vários *softwares* e aparelhos específicos, utilizados para medições de desvio de furos e levantamentos sismográficos. Entre as várias metodologias pode-se citar as de Daw, Bickford, Fraenkel, Gillette, Langefors e Allsman (SILVA, 1994). De conhecimento e divulgação mais ampla, existe a metodologia publicada por HERRMANN (1972), que seguramente é o método mais aplicado na RMC. Os parâmetros básicos de um plano de fogo para lavra a céu aberto são os seguintes, podendo ser visualizados na figura 33.

- Afastamento – distância entre a face livre da rocha e a primeira linha de furação e/ou entre linhas de furação consecutivas;
- Espaçamento – distância lateral entre furos consecutivos na mesma linha;
- Diâmetro – diâmetro do furo utilizado para carregamento com explosivos;
- Altura da bancada – altura projetada para a bancada;
- Inclinação do furo – ângulo formado com a vertical, que deverá ser executado o furo para carregamento dos explosivos;
- Comprimento do furo – distância do furo entre a superfície até atingir a altura projetada da bancada;
- Sub-furação – comprimento adicional do furo além da linha da cota da praça ou de seu comprimento projetado, visando garantia de fragmentação no fundo do furo;
- Comprimento final – comprimento do furo mais o da subfuração;
- Carga de fundo – local no fundo do furo destinado geralmente a um carregamento mais adensado de explosivo;
- Carga de coluna – local na coluna do furo destinado geralmente a um carregamento menos adensado de explosivo;
- Tampão – local da parte superior do furo, destinado a ser preenchido com pó da perfuração, pó de pedra ou outro material que venha a confinar o carregamento e impedir que os gases se expilam facilmente;
- Razão de carregamento – quantidade de explosivo necessário para detonar certo volume de rocha;
- Número de linhas e furos – em razão da produção de minério projetada;
- Carga máxima de espera – carga total de explosivo que será detonado ao mesmo instante;
- Amarração – sistema a qual será dada seqüência à detonação.

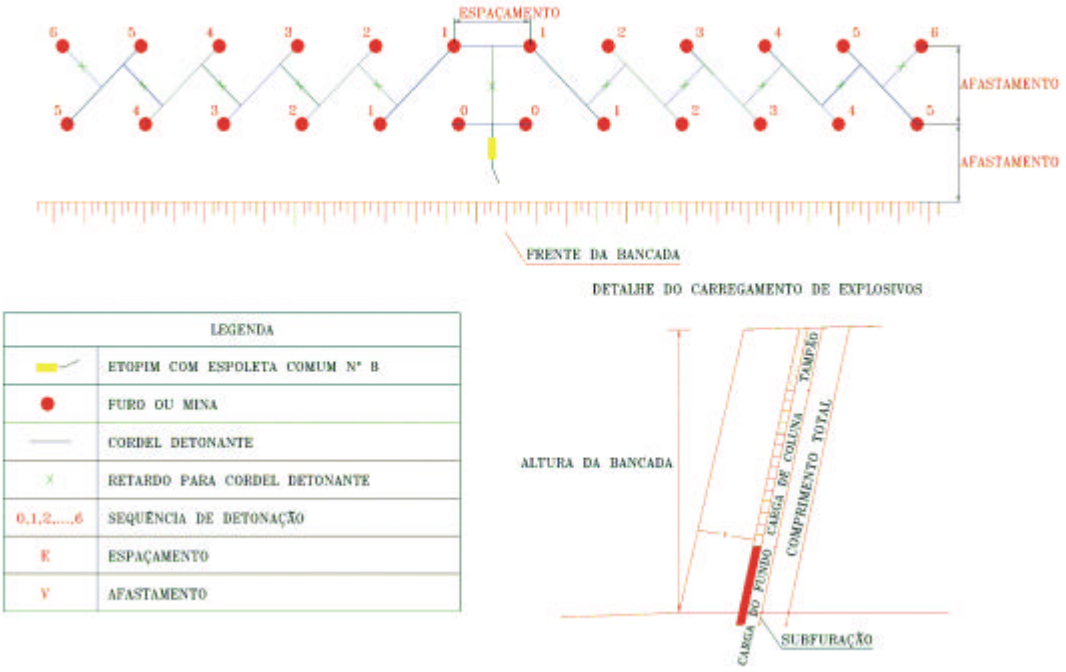


Figura 33 – Parâmetros de plano de fogo e amarração (DU PONT, s.d.).

Avaliando-se estes parâmetros a partir das características de cada mina, obtém-se um plano de fogo seguro, econômico e viável, mesmo em áreas urbanas ou de preservação ambiental, onde a presença de moradias e pessoas não necessariamente impede a continuidade da mineração exercida com responsabilidade e técnica.

4.4.3 – CUIDADOS ESPECÍFICOS COM EXPLOSIVOS

Conforme exposto, todas as atividades relacionadas com o uso de explosivos no desmonte de rocha necessitam de cuidados especiais, por segurança. Para exemplificar melhor, coloca-se a seguir a definição de explosivos, acessórios e suas propriedades. Ressalta-se que a matéria sobre explosivos é muito mais complexa, sendo apresentados aqui somente alguns tópicos principais para ilustrar o assunto.

Explosivos

São substâncias ou misturas de substâncias capazes de se transformarem quimicamente em gases, com extraordinária rapidez e com desenvolvimento de calor, produzindo elevadas pressões e considerável trabalho (WEYNE, 1980). Os explosivos, de acordo com sua composição, apresentam propriedades diversas e são a base para uma escolha tecnicamente correta para cada tipo de uso. As principais propriedades são a força, densidade, velocidade de detonação, gases, resistência à água, coesão, resistência ao congelamento e sensibilidade.

Os explosivos possuem várias classificações: a classificação teórica tem por base a constituição dos componentes; a classificação prática leva em consideração seu emprego; também existe a classificação fundamentada no estado físico dos explosivos; a classificação de Monroe e a classificação comercial (WEYNE, 1980). Comercialmente os explosivos podem ser discriminados como segue, segundo REIS (s/d):

Explosivos deflagrantes – são explosivos de baixa velocidade de decomposição, e que mesmo quando confinados queimam-se progressivamente em um intervalo de tempo muito longo, quando comparados com os explosivos detonantes. Ex. pólvora negra.

Explosivos detonantes – são explosivos rápidos e violentos, e quando confinados se decompõem com velocidade superior à velocidade do som na massa explosiva, produzindo ondas de choque. Ex. dinamites, nitroglicerinados, explosivos à base de nitrato de amônia, lamas, gelatinas, *slurries* ou explosivos bombeados.

Explosivos de segurança – são aqueles que, sob determinadas especificações, podem ser usados em ambientes inflamáveis, como na presença de grisu (metano misturado com o ar) ou poeiras carbonosas.

Acessórios - Os chamados acessórios de detonação são sempre consumidos na explosão e tem a finalidade de iniciar uma carga explosiva, fornecer ou transmitir chama para iniciar explosão e propagar onda explosiva de um ponto para outro, ou de uma carga para outra. Entre os acessórios mais comuns tem-se o estopim de segurança, a espoleta comum, a espoleta elétrica instantânea, a espoleta elétrica de espera o cordel detonante, o retardo de cordel e os reforçadores.

Desmonte Secundário

Muitas vezes por falhas na execução do plano de fogo, seja por erro de cálculo, furação, carregamento, amarração, defeito nos explosivos e acessórios, ou pela condição de variáveis geológica da rocha, não se obtém 100 % de sucesso na fragmentação do material. Resultam daí repés (ressaltos) nas bancadas ou blocos de rocha com dimensões maiores, os chamados matacões.

Para a reparação desses defeitos utiliza-se o desmonte secundário, com a finalidade de cominuir os matacões e repés, possibilitando seu manuseio com equipamentos de carga e transporte. Sempre foi usado o chamado fogacho, que consiste na perfuração e detonação da massa rochosa com carregamento mínimo de explosivo. No entanto, este é exatamente um dos maiores problemas na execução do desmonte de rocha. Em virtude de se tratar de um bloco de rocha ou repé, não existe uma face livre preferencial, ou seja, não se tem o controle da detonação, ao contrário de quando o fogo é dado na bancada. Assim, muitos dos ultralançamentos que existem, provêm exatamente da utilização desta metodologia para o desmonte secundário por explosivo.

Nas últimas décadas a evolução de equipamentos fez surgir o rompedor hidráulico ou martelo rompedor e a *drop-ball*. São equipamentos que permitem quebrar a rocha através somente do esforço mecânico, não utilizando explosivos, o que garante segurança e economia na operação. Atualmente na RMC muitos utilizam os equipamentos mecânicos citados, mas ainda existe corriqueiramente a prática do fogacho, que é contra-indicada principalmente em áreas urbanas.

Normas de Aplicabilidade

No Brasil oficialmente se aplica a norma ABNT 9653 para avaliação de dano estrutural e outros, na avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas, cujos limites podem ser considerados altos se utilizados como parâmetros de avaliação do conforto ambiental, causando impasses entre os órgãos ambientais fiscalizadores, a comunidade e o empresariado mineral (NOJIRI, 2001).

Mundialmente existem várias normas para criar parâmetros de segurança na aplicação de explosivos. Entre elas a DIN 4150 (Alemanha), *The State Pollution Control Commission* (SPCC) *of New South Wales Environmental Noise Control Manual - 1980* (Austrália), *The Environmental Noise Control Committee of the Australian Environmental Council* (Austrália), a BS 5228 *Noise*

and Vibration Control on Construction and Open Site, a BS 6472 *Guide to Evaluation of Human Exposure to vibration in buildings* (a BS 6472/1992, discute a percepção humana), e a BS 7385 *Evaluation and measurement for vibration in buildings* (todas da Inglaterra) (NOJIRI, 2001).

Apesar deste conjunto de normas não existe um consenso sobre valores admissíveis de vibração em função da resposta humana, e em geral as normas internacionais, assim como as existentes em nosso país, não tratam com bases claras as relações de causa e efeito, não existindo uma definição precisa do que realmente é desconforto ambiental e dano estrutural, em diferentes níveis e que normas se aplicam dependendo-se da análise de caso a caso (NOJIRI, 2001).

Normas de Segurança

Os explosivos, por serem material de uso bélico, estão sujeitos a uma legislação específica regida pelo Ministério do Exército, o Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados - R-105, através do decreto n° 2.998 de 23/03/99 (BRASIL, 1999). Entre outros aspectos este regulamento trata das obrigatoriedades das empresas de mineração para exercer a compra e utilização dos explosivos, dizendo respeito a seu acondicionamento em paióis, destruição de embalagens e explosivos vencidos, transporte, construções de paióis e responsáveis pelo manuseio (cabo de fogo – *blaster*). Na mesma linha, existem as normas da Delegacia de Armas e Munições – DEAM da Polícia Civil, que juntamente com o exército tem função fiscalizadora. Outras normas de segurança e uso estão contidas em normas do Ministério do Trabalho e na NRM – Normas Reguladoras de Mineração do Departamento Nacional de Produção Mineral.

Normas de Habilitação Profissional

Em relação à fabricação de explosivos e a sua aplicação industrial (desmonte de rocha), a legislação que rege as atribuições e o exercício profissional é do CONFEA, através de decretos, leis e resoluções específicas.

4.4.4 – MELHORIAS E TENDÊNCIAS

O uso de explosivos no desmonte de rocha sempre foi uma matéria que envolveu muitos estudiosos e que vem evoluindo, com novas técnicas, novos produtos e novas ferramentas como *softwares* e equipamentos. Muitas vezes a denominação “desmonte de rocha com explosivos” é suficiente para gerar impacto em leigos. As técnicas são complexas e adquiridas com estudos específicos. Deve-se frisar que existem bases técnicas para uma operação segura e confiável, que pode ser aplicada em várias situações, desde lugares remotos até zonas residenciais.

Muitas melhorias têm ocorrido gradativamente, não só nos tipos de explosivos e acessórios, mas também em métodos alternativos de desmonte. Nisto destacam-se os aplicados para o desmonte secundário como citado acima. Já são comuns o uso do rompedor hidráulico, da *drop ball* e métodos mais recentes, como a argamassa expansiva e o plasma.

O controle sismográfico das detonações é uma tendência em áreas conflituosas, podendo não somente retirar e/ou confirmar suspeitas de danos causados pelos desmontes, como também ser uma ferramenta no seu planejamento. Com esta evolução de produtos e técnicas tem-se que o desmonte de rocha com explosivos ou métodos alternativos não é impedimento para a atividade mineral em áreas de preservação ambiental e zonas urbanizadas, sendo necessários estudos detalhados para cada caso, além da avaliação econômica de seus procedimentos.

4.5 – Beneficiamento Mineral na RMC

4.5.1 - INTRODUÇÃO

Os processos de beneficiamento mineral na RMC são tradicionais, geralmente adequados aos fins produtivos, mas precisam se adaptar às novas necessidades de otimização em todas as fases dos processos, visando melhor performance energética, melhor recuperação da matéria prima e subprodutos, com conseqüente redução de custos e minimização de resíduos.

Na maioria das empresas familiares as usinas de beneficiamento são antigas, montadas de forma improvisada, isto é, não resultam de um projeto integrado, mas de sucessivas adaptações em resposta a demandas específicas, seja do mercado consumidor, seja de órgãos ambientais, ou mesmo de adaptação dos equipamentos inicialmente instalados substituídos por outros maiores e/ou mais modernos.

Como resultado as usinas são ineficientes, de alto custo operacional e baixa confiabilidade, gerando produtos com especificações técnicas sofríveis, além do excesso de rejeitos. No entanto, com adequado enfoque técnico e visão global estas usinas podem ser melhoradas, com impactos positivos de desempenho para os produtores, mais proteção ao meio ambiente e custos mais baixos para os consumidores, o que se enquadra nos objetivos deste Plano Diretor de Mineração.

4.5.2 – PRODUÇÃO DE BRITA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

São consideradas aqui as usinas destinadas à produção de rocha britada em geral, independentemente da classificação geológica da rocha, seja granito, gnaisse, riolito, basalto/diabásio ou similares.

Prática Atual

O fluxograma de beneficiamento usual para este tipo de material, nas pedreiras pequenas de estrutura familiar, é constituído de:

- 01 britador de mandíbulas primário (marroeiro);
- 01 britador de mandíbulas secundário;
- 01 peneira vibratória classificadora primária (*02 decks*);
- 01 britador (cônico ou de mandíbulas) terciário;
- 01 peneira vibratória classificadora secundária (*03 decks*);
- diversas correias transportadoras e pilhas cônicas finais e intermediárias.

São produzidos nestas unidades os produtos comerciais conhecidos como brita # 1, #2, # 3 e pedrisco. Os principais problemas destas plantas são:

- Britador primário geralmente pequeno, com necessidade de marroamento manual dos matacões ou exigindo maior fragmentação no plano de fogo;
- Baixa flexibilidade para alterações das quantidades produzidas de cada produto comercial;

- O pedrisco e pó de pedra geralmente são considerados rejeitos, face à aplicabilidade mais restrita em asfalto e artefatos de concreto, formando pilhas, com potencial poluidor de cursos d'água;
- Baixo controle de qualidade nas especificações dos produtos, tornando-os inadequados para aplicações mais rígidas, como os concretos especiais para obras de arte, construções arrojadas e similares.

Em empresas maiores, geralmente de grandes construtoras, as usinas em geral são mais modernas e utilizam incrementos otimizadores, necessários sobretudo para o atendimento de especificações mais rígidas de mercado, com os seguintes equipamentos:

- Alimentadores vibratórios com grelhas em diversas pontos do processo;
- Britadores (cônico ou tipo *barmak*) quaternários;
- Peneira vibratória classificadora terciária (*04 decks*);
- Lavador para produção de areia artificial;
- Aspersores de neblina para contenção de poeiras.

O emprego de melhores tecnologias, como nas plantas completas mostradas esquematicamente no fluxograma da figura 34, contempla os seguintes aspectos:

- Britador primário adequado à fragmentação do plano de fogo e aos equipamentos de carregamento, não constituindo gargalo de produção;
- Flexibilidade nas quantidades produzidas em cada produto, adequando a operação às demandas sazonais do mercado e diminuindo a quantidade de rejeitos não comerciais;
- Adequado controle de qualidade nas especificações dos produtos, tornando-os aceitáveis para aplicações mais nobres.

Melhores Práticas e Tendências

Nas empresas maiores, as usinas mais modernas e completas são capazes de produzir os produtos comerciais conhecidos como britas #0, # 1, #2, # 3 e #4, rachão, rachãozinho, pedrisco e pó de pedra, sendo estes últimos transformáveis em areia artificial pela remoagem e classificação em meio úmido, em lavadores já em operação em algumas unidades na região.

O emprego de melhores tecnologias permite ainda a diminuição ou eliminação de rejeitos não comerciais, pela produção de areia artificial, esta ainda em fase de aceitação pelo mercado. A tendência do setor é pelo emprego de tecnologias que permitam menor consumo energético e de materiais de desgaste, resultando em maior produção e eficiência de quebra e/ou classificação, a menores custos por tonelada, como é o caso de uso de:

- Inversores de freqüência para economia de energia na partida e operação dos equipamentos de grande porte;
- Britadores impactores tipo b*armak*;
- Peneiras de alta eficiência tipo simplex ("banana");
- Geração em médio prazo de areia artificial, suprindo uma demanda crescente em face da diminuição acentuada de jazidas lavráveis de areia natural, notadamente em função de restrições ambientais nas áreas de várzeas e leitos ativos de rios.

Na questão ambiental, destaca-se a construção de cortinas arbóreas no entorno das usinas, aspersores de neblina ou sistema coletores de pó nos pontos de maior geração de poeira e busca do ideal de "resíduo zero", via utilização plena da valiosa matéria prima mineral não renovável.

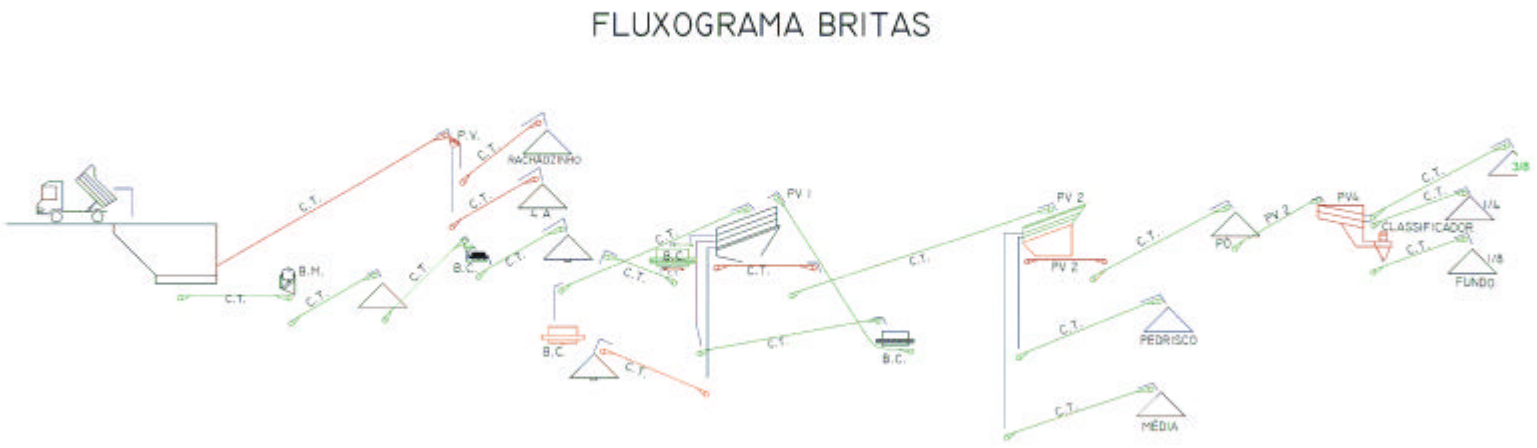


Figura 34 – Fluxograma de beneficiamento de rocha por britagem.

4.5.3 – ROCHAS CALCÁRIAS E CAL

Estes materiais têm aplicações variadas, destacando-se no Paraná:

- Fabricação de cimento;
- Corretivo de solo para fins agrícolas;
- Calcário para ração animal;
- Fabricação de cales;
- Usos industriais nobres, que demandam por seu lado tecnologia mais sofisticada.

Trata-se aqui das usinas destinadas à produção de corretivos e cales, que representam a maioria das empresas, todas de porte pequeno ou médio, geralmente geridas por uma estrutura familiar e em geral utilizando tecnologia ultrapassada.

As unidades cimenteiras são de grande porte e associadas a grandes grupos, já apresentando performances de nível global, não necessitando de orientação técnica, antes servindo de *benchmark* para qualquer empresa do ramo.

Já as usinas de produtos nobres são em menor número, voltadas a mercados específicos e sua tecnologia constitui segredo de negócio, não havendo interesse em divulgação pública.

Prática Atual

Corretivos de Solo

O fluxograma de beneficiamento básico para este tipo de material, é constituído dos seguintes equipamentos, conforme representado no fluxograma da figura 35:

- 01 alimentador vibratório com grelha (remoção de terra/pedrisco);
- 01 britador de mandíbulas primário;
- 01 britador de mandíbulas secundário ou cone;
- Moinhos de martelos;
- Diversas correias transportadoras e pilhas finais e intermediárias;
- Armazéns, ensacadeiras e balanças rodoviárias.

O produto comercial obtido, que é o corretivo agrícola, deve seguir especificações mínimas do Ministério da Agricultura e garantidas pelo produtor, conforme a matéria prima seja de natureza predominantemente calcítica ou magnesiana. O subproduto é o pedrisco, que é comercializado quando possível, como material de aterro ou como revestimento primário de estradas, ruas e pátios, diminuindo a geração de resíduos.

Indústria de Cal

O fluxograma de beneficiamento básico para este tipo de material, é constituído dos seguintes equipamentos, conforme ilustrado na figura 36:

a) Preparação da Carga dos Fornos de Cal

Seleção manual na lavra ou preparação mecânica constituída de:

- 01 alimentador vibratório com grelha (remoção de terra/pedrisco);
- 01 britador de mandíbulas primário;
- 01 britador de mandíbulas secundário;
- Peneira classificatória.

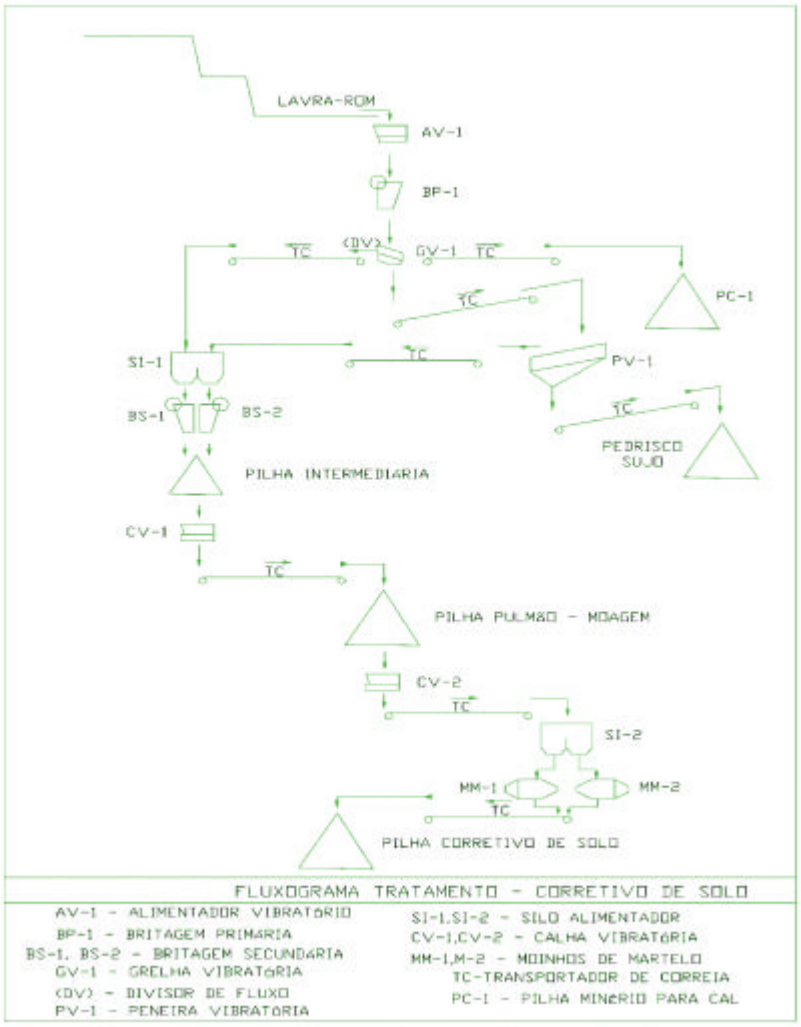


Figura 35 – Fluxograma para tratamento de calcário – corretivo de solo (OLIVEIRA, 2000).

b) Produção das Cales

A maioria das indústrias, familiares e de pequeno porte, adota:

- Forno de barranco, feito geralmente com blocos de cantaria, em bateladas, sendo a energia de queima fornecida por lenha ou serragem;
- Britadores de mandíbulas;
- Moinhos de martelo;
- Ensacadoras de produtos.

Os produtos usuais são cales virgens dolomíticas, geralmente ensacadas em embalagens de 20 kg, contendo produto moído a menos 60 mesh (0,25 mm). As especificações constantes das embalagens geralmente referem-se à nomenclatura comercial dos produtos (própria de cada empresa) e uso principal proposto, para pintura (mais fina de melhor alvura), ou uso como argamassa. Estas especificações são empíricas em sua maioria e relacionam-se mais com as características químicas da jazida do que com especificidades do beneficiamento a que foi submetido.

O controle de qualidade também é usualmente empírico, baseado em experiências de pessoal prático, havendo poucas empresas com efetivo controle quantitativo de processo. Como conseqüência observa-se grande variação na qualidade final, com reflexos negativos na aceitação dos produtos junto aos consumidores mais exigentes (leia-se grandes construtoras e indústrias, que necessitam de constância nos parâmetros químicos e físicos para seus processos construtivos, de fabricação ou de tratamento de água ou efluentes).

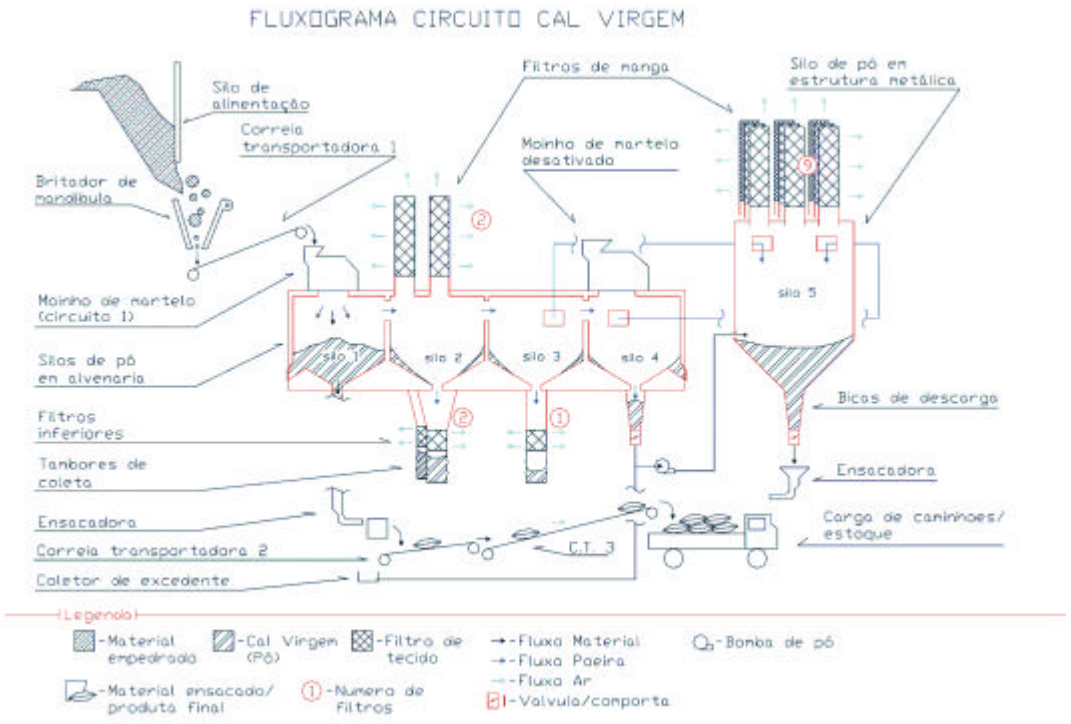


Figura 36 – Fluxograma de beneficiamento para cal virgem.

Melhores Práticas e Tendências

Corretivos de Solo

Nas empresas mais bem estruturadas as usinas são mais modernas, adotando-se processos mais sofisticados, que em essência se aproximam das melhorias indicadas para a brita, com a ressalva que se buscam produtos mais finos. Isso implica em maior consumo de energia, ganhando então maior importância os processos mais eficazes e aparatos de controle de consumo energético, destacando-se:

- Inversores de freqüência em equipamentos de alta potência;
- Controladores para “picos” de demanda elétrica;
- Uso de britagem terciária (inclusive com *barmak*) antes da alimentação dos moinhos;
- Peneiramento pré-moagem, retirando-se frações finas já prontas;
- Uso de classificadores modernos em circuito fechado pós-moagem, garantindo especificações rígidas ao produto final;
- Uso de sistemas coletores de poeiras como filtros de manga, ajudando o meio ambiente e evitando perdas de matéria prima;
- Algumas indústrias têm buscado a alternativa de produção de britas calcárias, mantendo a atividade da usina durante a entressafra;
- *Softwares* de controle de produção e laboratórios técnicos para controle químico e granulométrico.

Estas usinas produzem produtos legalmente classificados como corretivos de solo – calcário dolomítico, havendo a tendência de se produzir similares com matéria prima calcítica, produto mais escasso e com melhor valor no mercado, além de eventualmente britas comerciais, neste caso ainda enfrentando resistência não justificada do mercado consumidor, acostumado a produtos a partir de granitos e gnaisses.

Nos últimos anos observa-se uma concentração no segmento de corretivos, onde apenas 20% das empresas são responsáveis por 80% da produção. Este fenômeno deve-se principalmente à redução drástica sofrida nos últimos anos no preço de venda destes produtos, obrigando as empresas a ganharem escala de produção e produtividade. Nas empresas que cresceram nestes últimos anos observa-se também uma preocupação maior com o meio-ambiente e com o uso de conhecimento técnico e equipamentos de mineração mais modernos.

Na questão ambiental destaca-se a tendência de construção de cortinas arbóreas, aspersores de neblina e/ou sistema coletores de pó. Ressaltam-se aqui as reclamações empresariais quanto à atuação mais punitiva do que orientativa pelos órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental.

Outros entraves da legislação ambiental existem. O primeiro é a legislação e regulamentação sobre grutas. A legislação atual não especifica quais grutas tem interesse espeleológico, culturais, científicos e outros, como seria desejável. Impedindo-se de lavrar áreas com grutas que não apresentam nenhum tipo de interesse aumenta-se a necessidade de degradação de outras áreas ainda não exploradas. O segundo fator é a necessidade de adaptação do Código Florestal referente a áreas de maior declividade. Na questão das jazidas, destacamos o licenciamento e/ou a invasão de áreas com ocorrência de calcário, para uso e ocupação urbana, o que deveria ser coibido pelos poderes públicos.

As empresas tendem a expandir seu mercado para outros estados, visto a excelente qualidade do minério, volume das reservas e grande capacidade instalada. Os maiores óbices residem na deficiência do estado quanto à logística rodoviária para acesso ao norte do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, além de entrepostos com outros modais, como ferrovias e hidrovias.

Entre outros obstáculos destaca-se em primeiro lugar, a não conclusão do contorno norte, no trecho da Rodovia dos Minérios até Santa Felicidade, dificultando a saída dos caminhões carregados com calcário em direção ao interior do estado. Igualmente o ramal ferroviário Rio Branco do Sul – Curitiba, que atravessa o núcleo urbano de Curitiba, cuja capacidade está esgotada. Em seguida a necessidade de duplicação da Rodovia dos Minérios no trecho Abranches - Rio Branco do Sul. Também cita-se o pedágio, que em alguns casos soma mais que o valor da carga de calcário. Em seguida existe a pesagem em São Luiz do Purunã, fazendo com que clientes do Norte do Paraná, de São Paulo e Mato Grosso do Sul optem por outros trajetos, levando excesso de peso.

Além das dificuldades logísticas, um outro entrave que o setor enfrenta diz respeito ao aproveitamento dos créditos de ICMS. O calcário é um produto diferido, logo as empresas

produtoras são credoras de ICMS, e o objetivo deste diferimento é reduzir-se o custo para os produtores rurais, mas à medida que as indústrias de calcário não conseguem repassar estes créditos, esta redução de custos acaba não acontecendo por excesso de burocracia. Sem o devido aproveitamento destes créditos as empresas ficam sem recursos para investirem em equipamentos que melhorem seu parque produtivo, em recuperação ambiental e também na valorização dos seus trabalhadores, permanecendo assim com baixo nível tecnológico.

Indústria de Cal

Nas melhores indústrias de cal, o fluxograma de beneficiamento (figura 37) inclui:

- Preparação mecânica da carga dos fornos, buscando granulometria adequada aos tipos de fornos mais modernos;
- Substituição dos fornos descontínuos por fornos contínuos (tipo *azbe*); buscando melhor eficiência térmica, maior produtividade e melhor controle de qualidade;
- Hidratadores de cal;
- Instrumentação adequada nas fases chave do processo;
- Sistema de coleta de pó e ensacamento automatizado;
- Laboratórios próprios para garantir qualidade aos produtos finais.

Existe a tendência de se otimizar a questão energética, com eliminação do consumo de lenha e produtos florestais. Do lado da qualidade dos produtos, a APPC- Associação Paranaense dos Produtores de Cal tem buscado homogeneizar os produtos e criou o “selo de qualidade” para usinas certificadas, de forma a destacar os bons produtores (já que a certificação garante ainda o cumprimento da legislação trabalhista, tributária e ambiental) e buscar mercados mais sofisticados.

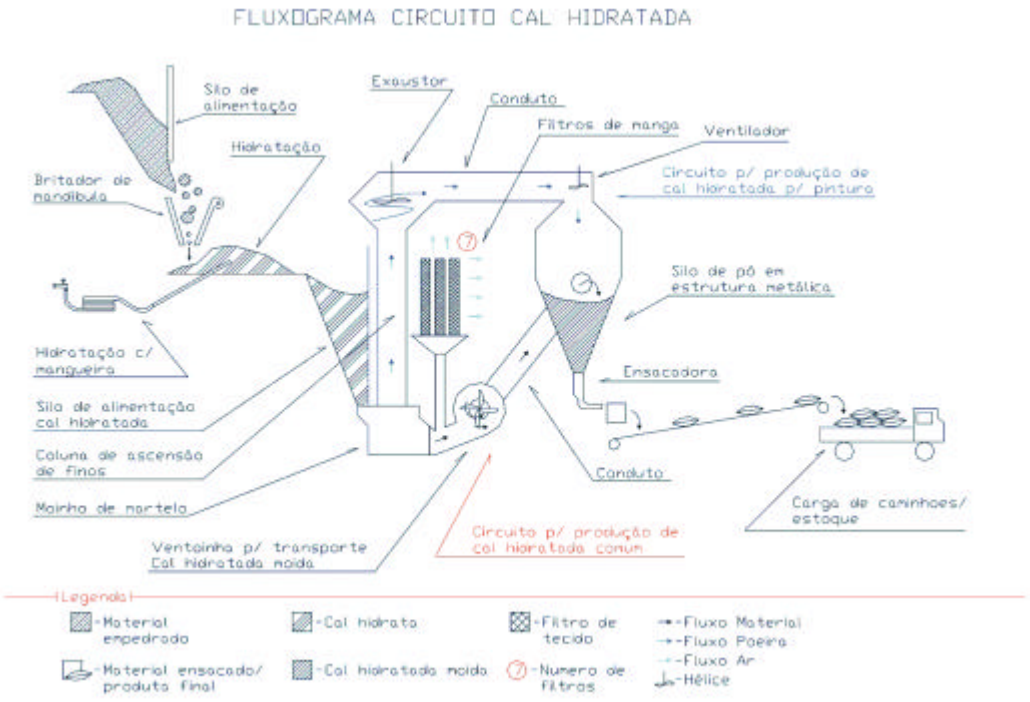


Figura 37 – Fluxograma de beneficiamento para cal hidratada.

As empresas melhor posicionadas no mercado também produzem cales hidratadas, seguindo a tendência nacional, visto ser produto de maior valor agregado, mais seguro quanto ao manuseio e que confere melhor garantia de qualidade e custos na aplicação final. A certificação das cales hidratadas se dá pela ABPC - Associação Brasileira dos Produtores de Cal, com sede em São Paulo.

Outra forma de melhorar o desempenho do setor é a de desenvolver métodos e processos capazes de produzir cal calcítico, mais exigente em termos de especificações, mas de maior valor no mercado, e que atualmente é importado de outros estados, principalmente com a finalidade de tratamento de água em concessionárias e indústrias.

4.5.4 – AREIAS E ARGILAS

Na RMC o beneficiamento de areias e argilas se dá geralmente de forma bastante convencional e com baixa tecnologia agregada, visto seu uso imediato, a natureza dispersa das ocorrências e focada em pequenos e médios produtores, geralmente em empresas familiares.

Considera-se aqui areia o produto destinado ao uso imediato na construção civil, e argilas tanto as de cerâmica vermelha, destinados ao fabrico de tijolos, telhas e congêneres, quanto às argilas ditas brancas, com uso em porcelanas, louças domésticas e refratárias, entre outras dezenas de aplicações específicas, geralmente produzidas em leito ativo de rios, várzeas ou barrancos.

Prática Atual

Areia

Normalmente o beneficiamento se restringe ao peneiramento em tela fixa do material escavado, visando exclusivamente à retirada de resíduos orgânicos, pedregulhos e torrões de argilas. O material passante é decantado em tanques, até que a umidade dos sólidos permita carregamento mecânico sobre caminhões. A classificação comercial em areia grossa, fina ou média se dá exclusivamente de forma visual em função das características geológicas da jazida. Os rejeitos normalmente retornam às cavas, sendo a água de bombeamento recirculada, no caso de operações em várzeas ou barrancos.

Argilas

O beneficiamento se restringe à seleção manual dos blocos contaminados por resíduos (areias), deixando-se secar o produto bom até a umidade ideal de processamento em marombas semimecanizadas, existindo ainda seleção visual/táctil do material apropriado para tijolos ou telhas ou manilhas.

Argila Vermelha

O beneficiamento se restringe a:

- Escolha baseada na experiência dos tipos de argilas que devem compor a massa cerâmica;
- Seleção manual dos blocos contaminados por resíduos, em geral areias;
- Mistura semimecanizada dos diferentes tipos de argilas que irão compor o produto final;

- Formação das peças em marombas semimecanizadas, tijolos, telhas ou manilhas, seguido de secagem natural, e queima, em diversos tipos de fornos, usualmente rudimentares;
- Controle visual da queima, observação visual e classificação quanto à qualidade das peças produzidas.

Argila Branca

O beneficiamento aqui pode ser mais sofisticado, em face da diversidade dos materiais genericamente classificados como argilas, que na verdade podem ser argilas, caulins, filitos, feldspatos e outros. Entretanto, de forma genérica, pode-se distinguir:

Processamento a Seco

- Escolha dos tipos de argilas que devem compor a massa cerâmica;
- Seleção manual dos blocos contaminados por resíduos (areias);
- Mistura em pátio dos diferentes tipos de argilas;
- Formação das pilhas compostas, com emprego de tratores, carregadeiras e/ou escavadeiras, que são consideradas produtos comerciais vendáveis.

Processamento a Úmido, (em geral caulins e feldspatos)

- Alimentação em desagregadores mecânicos (*scrubber*), com adição de água;
- Separação das partículas grossas (areias e siltes) em peneiras cilíndricas rotativas (*trommel*), em diversas etapas;
- Decantação da fração fina em tanques;
- Filtragem semimecanizada, com formação da torta úmida;
- Secagem natural em galpões.

Melhores Práticas e Tendências

Areia

Instalações melhores já praticam reprocessamento dos rejeitos da fase inicial, aumentando a recuperação em cerca de 80 %, utilizando o seguinte circuito:

- Desagregação dos torrões de argila, em peneiras vibratórias;
- Formação de pilhas de materiais classificados em areias fina, média e grossa;
- Venda adicional deste material antes descartado.

A oportunidade do setor está na evolução destes procedimentos, talvez desde o processamento inicial que, se feito em peneiras vibratórias pode produzir material classificado, e mediante adequado controle de qualidade pode ser novamente misturado, fornecendo produtos sob medida para consumidores específicos, como grandes concreteiras, além de outros segmentos, como filtros para poços artesianos, tratamento de água, extração de petróleo e afins.

Argilas

Argila Vermelha

- O beneficiamento melhorado inclui apenas fornos mais modernos, de características contínuas, com menor consumo energético final, além de melhorias de *layout*, minimizando trajetos desnecessários e perdas de calor de processo.

Argila Branca

Processamento a Seco:

- Melhorias no controle de qualidade do processo, via coleta sistemática de amostras e uso de laboratório cerâmico próprio;
- Moagem fina do material, adiantando o que seria uma etapa feita no consumidor, agregando valor do produto, a exemplo do que já é feito em Santa Catarina.

Processamento a Úmido:

Destacam-se as seguintes oportunidades:

- Melhorias de argilas processadas a seco, via desagregação e separação das frações mais grosseiras (resíduos);
- Uso de peneiras vibratórias mais modernas, que têm maior capacidade e eficiência de peneiramento;
- Micronização de materiais mais nobres, atingindo mercados específicos (rações e perfumaria, p. ex.), com grande valor agregado.

4.5.5 –ROCHAS ORNAMENTAIS E CANTARIA

São aqui consideradas as rochas de diversas características petrográficas, cujo uso se dá em dimensões maiores que as britas. Normalmente são lavradas sob a forma de grandes blocos, individualizados conforme os fins a que se destinam, entre os quais destacam-se:

- **Rochas Ornamentais** – uso final como chapas e lajotas para revestimentos de superfícies, obtidas por corte mecanizado.
- **Pedras de Cantaria** – uso em peças menores, usualmente calçamentos, na forma de paralelepípedos e lajotas, confeccionadas de forma manual.

Prática Atual

Rochas Ornamentais

A seqüência usual, não necessariamente em todas as indústrias, é a seguinte:

- Corte do bloco na jazida, geralmente a partir de um matacão aflorante, utilizando pólvora negra e/ou cordel detonante;
- Esquadrejamento manual do bloco, com uso de punção/talhadeira, visando adequação às dimensões dos teares de corte de chapas;
- Classificação do bloco, para fins de venda;

- Partição mecânica dos blocos em teares de fita, granalha ou fios diamantados, gerando chapas dimensionadas conforme tecnologia dos teares ou exigências do mercado;
- Polimento das chapas, visando melhoria no aspecto dimensional e visual das mesmas, com uso de diversas tecnologias, desde manuais até controladas eletronicamente;
- Acabamento das peças, com serras antigas ou modernas fresadoras, seguida de polimento fino;
- Marcação/embalagem, fornecendo informações mínimas como nome comercial, destino e dimensões externas.

Pedras de Cantaria

Trata-se de uma atividade milenar, sem grande evolução ao longo dos séculos. A seqüência usual é a seguinte:

- Corte do bloco na jazida, geralmente a partir de um matacão aflorante, utilizando pólvora negra e/ou cordel detonante;
- Partição manual do bloco, com uso de punção, talhadeira e pixotes, seguindo estruturação petrográfica interna, reconhecida visualmente pelo pessoal prático;
- Seqüência sucessiva de quebra manual do bloco, até atingir dimensões desejadas, seja *petit-pavé*, paralelepípedos, lajotas ou peças especiais sob medida.

Melhores Práticas e Tendências

Rochas Ornamentais

A seqüência não muda, mas mudam os equipamentos e controles. Nas indústrias mais modernas, observa-se a tendência gradual no sentido de:

- Classificação tecnológica do bloco, para fins de adequação e otimização nos processos posteriores;
- Partição mecânica do blocos, em teares de alta tecnologia, que permitem cortes mais finos, com melhor nivelamento da superfície e alto rendimento, com melhor qualidade final das peças, melhor aproveitamento do bloco e menores custos;
- Polimento das chapas, com uso de tecnologias avançadas, controladas eletronicamente e que permitem qualidade internacional, uma vez que corrigem imperfeições naturais ou decorrentes da serragem, além de alta produtividade e controle de qualidade;
- Acabamento final das peças, com modernas fresadoras que permitem personalizar as bordas das peças, seguido de polimento fino, que pode incluir aplicação de resinas especiais, dando maior resistência, impermeabilização e durabilidade ao acabamento das peças;
- Finalmente, nas melhores práticas não pode faltar um rigoroso controle de qualidade em todas as fases do processo, iniciando pelo mapeamento da jazida, planejamento cuidadoso da lavra, com adequação planejada do corte às características petrográficas e mineralógicas do bloco.

Pedras de Cantaria

Trata-se de atividade essencialmente manual, mas a tendência é pela gradual mecanização, já existindo no mercado equipamentos conhecidos como máquinas de paralelepípedos, que reduzem muito o emprego de mão de obra braçal.

4.5.6 – MINERAIS METÁLICOS

O beneficiamento desta classe de substâncias, atualmente se restringe à lavra e beneficiamento de ouro em Campo Largo, operada por uma única empresa. As ocorrências de manganês estão desativadas e as de cobre em fase inicial, ainda em pesquisa mineral por parte de grandes grupos multinacionais.

Prática Atual e Tendências

No caso do ouro, o beneficiamento empregado pode ser considerado na vanguarda do conhecimento para o tipo de minério encontrado, que são veios de quartzo com pirita associada, não refratária. As fases principais do processo são:

- Classificação e remoção visual de grandes blocos estéreis;
- Britagem em quatro estágios, classificação com peneiras vibratórias e telas especiais, visando preparação da carga para moagem, com emprego de circuito adequado e máquinas tipo *barmak*;
- Moagem em moinhos de bolas e classificação, acionados por inversores de freqüência, alimentação dotada de balança contínua;
- Concentração por flotação em células horizontais, com uso de reagentes biodegradáveis;
- Filtragem do concentrado em filtros prensas modernos e remoagem do concentrado;
- Circuito fechado da água de processo, em barragem de rejeito devidamente licenciada e completamente isolada dos cursos de água naturais;
- Lixiviação do concentrado e precipitação com zinco (pelo processo *Merril-Crowe*), também em circuito fechado;
- Fundição e purificação do metal, em laboratórios adequados e dotados de segurança máxima;
- Emprego das melhores práticas referentes aos cuidados com meio ambiente, segurança, medicina e higiene do trabalho (EIA RIMA; PGR; PPRA).

4.5.7 – ÁGUA MINERAL

Trata-se de uma indústria tradicional na Região Metropolitana de Curitiba, que vem apresentando grande avanço no número de fontes produtoras e empresas, além de possuir a unidade de maior produção de água mineral do país (Ouro Fino). Em geral atuam com tecnologia adequada, sintonizadas com as melhores práticas do setor.

Prática Atual e Tendências

Não há um beneficiamento mineral propriamente dito nesta indústria, tratando-se apenas da adequação do bem mineral ao consumo final, num dos raros casos de um bem mineral de consumo de massa.

Tem-se uma imensa gama de alternativas de equipamentos, para as diversas operações unitárias envolvidas, tanto em capacidade de produção quanto em qualidade do produto, segurança de operação e sistemas de higiene adotados. Em geral, as melhores empresas adotam a seguinte linha básica de equipamentos:

- Tanque de reservatório e distribuição às linhas de produção;
- Sistemas automatizados de envase;
- Sistemas de tamponamento, rotulagem e paleteamento;
- Sistemas de lavagem de vasilhames recicláveis e de rinsagem dos vasilhames tipo *one way* (PET e PVC).

Para tendências gerais de modernização do setor, destacam-se:

- Sistema de filtragem inoxidável para eventuais partículas sólidas, com grande capacidade, no final da linha de captação;
- Tanque de captação e distribuição às linhas de produção em aço inoxidável;
- Sistema antigermicida, com emprego de radiação ultravioleta;
- Sistemas automatizados, sem contato manual, de envase, também em aço inoxidável;
- Sistemas automatizados, sem contato manual, de tamponamento, rotulagem e paleteamento;
- Controle permanente das características físicas e microbiológicas, feitas em laboratório próprio;
- Sistemas automáticos de lavagem de vasilhames recicláveis e de rinsagem dos vasilhames *one way* (PET e PVC);
- Controle de qualidade em todas as fases do processo, incluindo controle médico e sanitário do pessoal diretamente envolvido na produção;
- Equipamentos de sopro de PET, visando produção de vasilhames na própria unidade, evitando gargalos de fornecimento nas épocas de alta demanda, também diminuindo custos finais de produção;
- Uso de climatização e pressão positiva nas instalações, mantendo a higiene e esterilidade das unidades fabris;
- Treinamento, aplicação e auditagem de procedimentos padrão do sistema logístico de distribuição do produto, envolvendo acondicionamento dos paletes, cobertura da carga, tempo de transporte, sistema rotativo de estocagem, entre outros, evitando alterações e contaminação entre a fábrica e o consumidor final;
- Diversificação das linhas de produtos, baseados em pesquisas de mercado, *benchmarking* e desenvolvimento profissional de marcas (*design* gráfico moderno, publicidade, campanhas institucionais, acordos estratégicos de distribuição, etc.) visando atendimento pleno das necessidades de mercado, a custos competitivos;
- Busca do mercado nacional e internacional.

4.5.8 – OUTROS BENS MINERAIS

A RMC produz ainda outras substâncias minerais em pequena escala, algumas de forma intermitente, visando mercados muito específicos. Destaca-se o quartzito, sericita, barita, talco e filito, com algumas poucas minas em atividade, e outras substâncias com potencial, como chumbo, prata, cobre e zinco no Vale do Ribeira, minas ora paralisadas, mas com novas pesquisas em andamento, e no caso da fluorita, em processo de retomada.

Por sua natureza e porte, o beneficiamento destas substâncias é bastante rudimentar, sendo comuns apenas a seleção visual, britagem, classificação granulométrica e eventualmente secagem e misturas.

Tendências Gerais do Beneficiamento

Independente da substância em análise pode-se afirmar que a tendência geral da indústria é no sentido de:

- Melhor conhecimento tecnológico da jazida e do minério, aqui incluindo conhecimento das melhores práticas e atualização tecnológica constante, possibilitando atendimento de mercados mais exigentes;
- Adição de novas operações unitárias ao processo (secagem, moagem fina, misturas, etc.), de forma a agregar valor ao produto, pela execução de tarefas que antes eram executadas pela indústria consumidora;

- Controle efetivo de qualidade em todas as fases do processo, minimizando as não conformidades;
- Ações arrojadas de *marketing*, com sofisticação de embalagens, treinamentos de aplicação, assistência pós-venda e outras, de forma a fixar marcas e produtos, aproximando o minerador de seu mercado e tornar o cliente fiel.

4.6 - Considerações Gerais

Como em muitas atividades, nota-se cada vez mais a necessidade de melhores índices de produtividade, qualidade de produtos, preços e da responsabilidade ambiental e social. Para o caso da mineração isto não é diferente. Apesar de muitos exemplos de práticas inadequadas no planejamento da mineração na RMC, existem destaques positivos, inclusive considerados modelos de eficiência e preservação ambiental. Ao mesmo tempo é possível perceber em empresas com uma visão administrativa mais aguçada a preocupação em acompanhar essa evolução e recuperar o tempo perdido.

Além dos aspectos de produção e preservação, observa-se uma tendência para os aspectos relativos ao fechamento de minas ou da desativação industrial. Apesar de ser um tema que sempre fez parte da realidade, somente na última década vem tomando maior consciência entre empreendedores e órgão reguladores.

Assim, inclusive nas novas normas reguladoras de mineração editada pelo DNPM, existe uma determinação para prever o item de fechamento das minas. O assunto também foi amplamente discutido na CYTED – Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento dos Países Ibero-Americanos, através de suas várias subcomissões. Com isso as lavras podem, após seu fechamento, trazer também outros benefícios para a população, como:

- Dependendo do local e das condições geológicas, podem ser áreas adequadas para aterros sanitários;
- Podem se transformar em áreas de lazer. Como exemplos clássicos em Curitiba tem-se a Ópera de Arame, a Pedreira Paulo Leminski e o Parque Tanguá;
- As áreas de cavas resultantes da explotação de areia e argila nas várzeas podem servir para controle de enchentes e piscicultura, ou mesmo área de escape de emergências, como aconteceu no acidente da refinaria da PETROBRÁS em 2000. Na ocasião a mancha de óleo foi desviada para cavas próximas às margens do rio Iguaçu, atenuando os efeitos daquele acidente.
- As empresas de mineração instaladas junto às várzeas podem desestimular ou mesmo impedir as ocupações/invasões ilegais, alvos preferenciais de diversos grupos sociais.

Para as questões operacionais, a tendência crescente de evolução de equipamentos e insumos permite criar novas técnicas de extração, beneficiamento e operações unitárias da mineração, propiciando cada vez mais o convívio equilibrado entre atividades minerárias, ocupação urbana e conservação ambiental.

Neste aspecto destacam-se as técnicas de desmonte de rocha com métodos alternativos ou com explosivos e acessórios mais precisos e avançados. Também se ressalta o conceito do resíduo zero, onde o aproveitamento de todo o material oriundo da lavra tem um destino de uso, como o solo, material de decapeamento e rejeitos. Estas inovações e sua aplicabilidade também tendem a ser planejadas, orientadas e acompanhadas por profissionais da mineração, respaldados sempre em critérios técnico, para poder-se atingir o objetivo de mineração de qualidade com responsabilidade social e ambiental.

Capítulo 5

Mineração e Meio Ambiente

5.1 - Zoneamento Geoambiental

5.1.1 - INTRODUÇÃO

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, publicou em 1998 um projeto de Zoneamento Geoambiental da Região Metropolitana de Curitiba, baseado no método de análise dos sistemas de drenagem e relevo de GUY e RIVERAU (*in* THEODOROVICZ *et al*, 1998). A área estudada cobriu 8.577km^2, na região central. Este estudo será utilizado como base na caracterização do zoneamento geoambiental da RMC.

O referido projeto resultou na identificação de domínios e subdomínios geoambientais a partir da integração dos atributos de solo, relevo, drenagem, substrato, riscos geológicos, adequabilidades e características geotécnicas, com foco na urbanização, na agricultura, na implantação de malhas viárias, infra-estrutura, disposição de rejeitos, quanto ao potencial mineral, à vulnerabilidade de aqüíferos e problemas relacionados ao uso e ocupação atuais. Este diagnóstico do meio físico tem grande utilidade no planejamento regional, em projetos de expansão urbana e ordenamento do território. As principais características dos domínios geoambientais da RMC, como definidas por THEODOROVICZ *et al* (1998), estão relacionadas a seguir.

5.1.2 – DESCRIÇÃO DOS DOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS DA RMC

Domínio 1

Corresponde às planícies de inundação dos rios. São terrenos de alta permeabilidade, com lençol freático subaflorante, configurando aqüíferos livres, com solos compressíveis e baixas declividades. A ocupação é desaconselhada pelos problemas geotécnicos e riscos de enchentes/inundações, sendo áreas indicadas para preservação permanente. Predominam solos hidromórficos.

Domínio 2

Está relacionado aos terrenos da Bacia de Curitiba, sobre a Formação Guabirotuba. Predominam sedimentos argilosos e arcosianos, com relevo suavemente ondulado, predominando declividades médias a baixas. Apresenta problemas de erosão e alta expansividade das argilas montmoriloníticas. Predominam solos podzólicos, cambissolos e latossolos. Este domínio corresponde às áreas mais densamente urbanizadas da RMC, pelas características topográficas favoráveis.

Domínio 3

O domínio 3 corresponde às rochas magmáticas mesozóicas, incluindo diques básicos e intrusivas alcalinas. Os diques formam cristas alongadas SE-NW, configurando barreiras litológicas quando cortam unidades litoestratigráficas que contém rochas calcárias, o que é determinante na dinâmica do aqüífero karst. Além dos diques, este domínio inclui intrusões alcalinas, em geral circulares,

onde são freqüentes blocos e matacões no manto de alteração. Os terrenos apresentam declividades médias mais elevadas, com potencial para movimentos de massa nas declividades superiores a 35-45%. Os solos predominantes são podzólicos (cambissolos e litossolos).

Domínio 4

O domínio 4 corresponde aos terrenos da Bacia do Paraná (Formação Furnas e Grupo Itararé), formados na região da RMC por sedimentos paleozóicos predominantemente arenosos. Apresentam baixa plasticidade, alta ruptibilidade, permeabilidade primária reduzida pela silicificação e permeabilidade secundária conferida pelos fraturamentos. O potencial hidrogeológico é alto, e o relevo predominante é suavemente ondulado. Apresenta solos podzólicos, cambissolos, litossolos e afloramentos de rocha.

Domínio 5

Corresponde aos terrenos pertencentes à Formação Guaratubinha, constituídos por rochas ígneas e sedimentares eo-paleozóicas. Situa-se na região da Serra do Mar, com relevo montanhoso e declividades médias variando de 35 a 45%, com potencial para movimentos de massa. Predominam solos residuais pouco evoluídos, solos podzólicos rasos e afloramentos rochosos.

Domínio 6

Refere-se aos terrenos da Formação Camarinha, predominando rochas sedimentares síltico-argilosas e conglomeráticas, com declividades médias entre 25 e 35%. O relevo é ondulado. Predominam litossolos, cambissolos e em menor proporção solos podzólicos rasos.

Domínios 7 e 8

Estes domínios estão relacionados a rochas granitóides. O domínio 7 inclui os granitos alcalinos e o domínio 8 refere-se ao Complexo Três Córregos e ao Granito Guajuvira, este situado nos limites do embasamento. Em geral o relevo é ondulado a montanhoso, com freqüentes concentrações de blocos e matacões. As declividades em geral são médias a elevadas, muitas vezes superiores a 35 e 45%, com potencial para movimentações naturais de massas. Os solos são residuais e transportados, incluindo cambissolos, podzólicos rasos e litossolos.

Domínio 9

São os terrenos pertencentes aos grupos Açungui e Setuva, com grande variedade de rochas metamórficas de origem sedimentar e secundariamente vulcano-sedimentar. Os principais subdomínios referem-se aos metassedimentos e xistos síltico-argilosos (9a, 9b e 9c). Outros subdomínios apresentam rochas carbonáticas (9d, 9e e 9f), incluindo intercalações de várias dimensões de metassedimentos, metamargas, ou ocorrendo grandes camadas com predomínio de rochas calcárias (dolomíticas e calcíticas).

Onde há predominância de rochas pelíticas e psamíticas (subdomínios 9a, 9b e 9c), o relevo é muito ondulado a montanhoso, com freqüentes movimentações naturais de massa, rochas com baixa permeabilidade e baixa transmissividade, ocorrendo permeabilidade secundária relacionada a fraturas e falhamentos. Os solos são geralmente rasos, incluindo solos residuais pouco evoluídos, como cambissolos, litossolos e mais raramente podzólicos rasos. Também são comuns solos coluviais jovens nos sopés das encostas.

Nos subdomínios com ocorrências de rochas carbonáticas (9d, 9e e 9f), as características principais estão relacionadas às cavidades cársticas, o que significa alto potencial para água subterrânea e também altos riscos geológicos para a ocupação. São terrenos com potencial para colapsos e afundamentos de solo. O terreno pode configurar o relevo cárstico característico, com dolinas, sumidouros e extensas planícies de abatimentos. As áreas podem ser suavemente onduladas, onde predominam solos transportados espessos, ou mostrar relevo montanhoso nas zonas de afloramentos das camadas de calcários intercaladas com outros metassedimentos. Assim, as declividades variam de médias a elevadas. O nível freático é muito oscilante em função da periodicidade climática. Os solos são residuais, argilosos, predominando solos podzólicos e latossólicos, quase sempre profundos. São comuns áreas deprimidas com grandes acúmulos de solos transportados espessos, desenvolvidos sob regime climático semi-árido, distinto do clima úmido atual, onde a ocupação humana se desenvolve com freqüência.

Domínios 10, 11, 12 e 13

O domínio 10 inclui terrenos sustentados por rochas granitóides leucocráticas, gnaissificadas ou não, em geral associadas ao embasamento cristalino; o domínio 11 corresponde a rochas granitóides e gnaisses; o domínio 12 inclui as rochas supracrustais do Complexo Turvo-Cajati, inseridas em seqüências do embasamento; o domínio 13, com várias subdivisões, refere-se aos diversos complexos de rochas gnáissico-migmatíticas do embasamento, com intercalações de quartzitos e rochas básico-ultrabásicas.

Estes terrenos mostram-se suavemente ondulados a montanhosos, estendendo-se desde o sul da RMC até os limites com a Serra do Mar, a leste e nordeste. São freqüentes as declividades médias superiores a 35%, com intenso sistema de escoamento superficial, potenciais para movimentações naturais de massa. O potencial hídrico está relacionado principalmente à permeabilidade secundária.

Os solos são podzólicos, residuais e pouco evoluídos, como cambissolos, litossolos e às vezes afloramentos do substrato rochoso. As espessuras de solo podem ser significativas, eventualmente com níveis erosivos, dependendo da composição da rocha original.

5.2 - Impactos Ambientais da Mineração

5.2.1 – CONCEITOS BÁSICOS

A mineração tem como objetivo a apropriação do recurso mineral, procurando máximas quantidades nos menores prazos e com menores custos, em busca de maiores taxas de retorno, independentemente de alguma função social. A atividade pode se relacionar a situações históricas de demanda ou a fatores locais de suprimentos de matérias primas. Neste contexto a indústria extrativa funciona como fornecedora e também como consumidora, sobretudo de energia, assumindo um grande potencial indutor de transformações do meio ambiente. Entre os aspectos característicos da mineração, relacionados a seguir, alguns são mencionados como justificativa para um tratamento diferenciado face às resultantes ambientais da mineração (PELLENZ, 2001):

- Caráter estratégico do controle dos minerais para a soberania dos estados;
- Caráter temporário da extração mineral e possibilidade de reutilização do sítio minerado para outras finalidades, após a exaustão ou abandono da área;
- Caráter de anomalia geológica dos jazimentos, onde cada projeto é singular;
- Caráter de incerteza do desenvolvimento da mina, ligado a fatores internos (variações da jazida) ou externos (fatores econômicos e de mercado);
- Por fim, o caráter de rigidez locacional dos jazimentos minerais.

Considerando ainda alguns conceitos básicos, para a discussão ambiental:

O conceito de **risco** está ligado à noção de perigo e/ou probabilidade de que ocorram prejuízos à vida humana, ou danos materiais à propriedade pública. Vincula-se com o conceito de alteração ambiental, na medida em que modificações nas condições do meio ambiente podem gerar alterações nos processos do meio físico e biótico e, a partir daí, potencializar os riscos aos diferentes ecossistemas. O risco pode envolver as condições dos trabalhadores envolvidos na mineração e as comunidades humanas e/ou ecossistemas atingidos ou ameaçados por processos produtivos, opções técnicas ou concepções ultrapassadas de produção, inadequadas ou impróprias.

O sentido básico de **conflito** envolve a idéia de confronto entre partes. Do ponto de vista social e político, conflito também envolve o acesso e a distribuição de recursos, incluindo neste caso os recursos minerais, solo urbano, terras rurais e recursos hídricos.

Efeito ambiental é um processo, conseqüência de uma alteração provocada pela ação humana, como a erosão, a dispersão de poluentes, a alteração no regime hídrico, o deflorestamento, a remoção do solo, etc.

Impacto ambiental é a alteração cujos efeitos resultam em mudanças na qualidade do meio ambiente e incluem a noção de julgamento de valor, sendo assim um valor relativo. Nesse sentido, impacto ambiental é a alteração julgada significativa para um determinado analista baseado em critérios previamente estabelecidos. A resolução CONAMA n° 001/86 define como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afeta a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades sociais e

econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

O termo **poluição** significa qualquer forma de matéria ou energia lançada ao meio ambiente que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos. Assim, o conceito de poluição é mais restrito que o do impacto ambiental e um empreendimento pode, de fato, causar impacto sem poluir. Exemplo: o impacto visual causado pelas minas a céu aberto.

Dentre os impactos geralmente relacionados às atividades de mineração, podemos considerar principalmente os impactos sobre o meio físico. Nestes, podem ser considerados os impactos sobre as águas, que incluem aspectos relativos à poluição das águas e da drenagem superficial das minas; os resíduos sólidos e seu gerenciamento, com ênfase nos estéreis e rejeitos; impactos sobre a atmosfera, incluindo a poluição do ar, ruído e sobrepressão acústica; e vibrações no solo causadas pelo desmonte com explosivos.

5.2.2 – IMPACTOS DA MINERAÇÃO NA RMC

A mineração marca a história da Região Metropolitana de Curitiba, seja aquela intensiva, a de caráter especulativo, ou aquela puramente destinada ao abastecimento local. Considerando o longo período de tempo envolvido, a identificação dos impactos decorrentes da extração de minérios pode ser difícil ou mesmo impossível, caso não existam registros adequados das atividades. Desde a intensificação da extração mineral a partir da segunda guerra mundial, até a época da regulamentação e aplicação da legislação ambiental no estado, se identifica uma cultura extrativista ligada de forma marcante ao abandono e degradação das áreas mineradas.

Das atividades de extração mineral que constroem a economia paranaense e deixam suas "cicatrizes" de maior ou menor impacto no ambiente, os minerais não-metálicos, cuja destinação final, direta ou indireta, é a construção civil (habitação, saneamento, transporte), ocupam de longe o maior destaque.

Em anos mais recentes, após a consolidação da legislação ambiental, o nível de consciência em relação à conservação e recuperação do meio ambiente aumentou, tornando obrigatória a elaboração de estudos prévios de impacto ambiental e de planos de controle e recuperação de áreas que sofreram ou sofrem degradação significativa.

O maior problema reside no fato de o aparato legal não encontrar suporte numa estrutura operacional que materialize o dia-a-dia das economias e das empresas, limitando-se, na prática a gerir o cumprimento das rotinas e exigências legais, fatos hoje denunciados pelo Ministério Público e organizações civis não governamentais.

No mapa da figura 38 observam-se as minas ativas e paralisadas distribuídas no território da RMC, classificadas pela substância, conforme cadastro realizado no decorrer do PDM. O mapa ilustra a ampla distribuição geográfica e a vocação regional de alguns bens minerais, e sugere ainda que a concentração da atividade pode representar uma concentração de impactos ambientais, significativa em termos regionais.

Em 2001 a MINEROPAR realizou um diagnóstico preliminar dos impactos ambientais da mineração no Paraná (PELLENZ, 2001). Utilizando este trabalho como base, serão descritos os principais impactos ambientais com relação aos principais insumos minerais explorados na RMC.

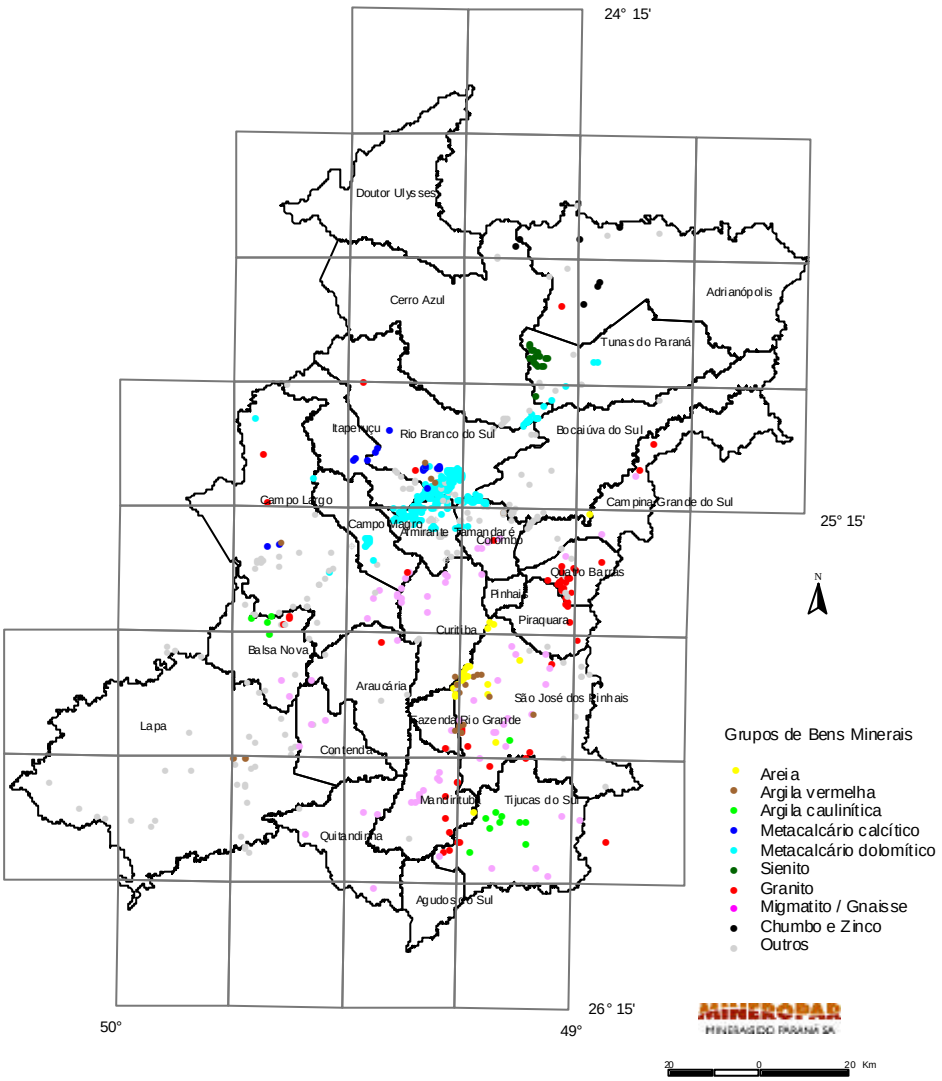


Figura 38 - Localização na RMC das principais minas cadastradas, classificadas pelas substâncias lavradas.

5.2.3 – IMPACTOS AMBIENTAIS NA EXTRAÇÃO DE AREIA

Embora a avaliação de impactos possa ser feita com base nos métodos de lavra, pelas similaridades observadas em diferentes depósitos, a abordagem neste relatório foi direcionada aos principais bens minerais, devido a algumas características específicas de cada um.

Os depósitos de areia são constituídos de sedimentos aluvionares recentes. A área de produção se inicia nas cabeceiras do Iguaçu, em Piraquara, estendendo-se pelos municípios de Pinhais, Curitiba, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande, Araucária e, em anos mais recentes, Balsa Nova, apesar da distância média de transporte.

Este pólo de produção se constitui numa amostra representativa dos acertos e desacertos da indústria extrativa de areia, desde a prospecção e pesquisa, lavra e beneficiamento, distribuição,

alterações, efeitos e impactos ambientais decorrentes, além de impasses administrativos e conflitos internos (entre produtores) e externos (com outros grupos e outros usos do solo).

Em Piraquara, Pinhais e Curitiba, as possibilidades de extração estão praticamente eliminadas pelas restrições ambientais, pela criação de áreas de mananciais, além dos conflitos com outros usos, bem como a própria exaustão das reservas. Em São José dos Pinhais ainda existem áreas potenciais de exploração, mas os conflitos com outros usos e a legislação ambiental são reforçados pelas exigências da municipalidade local. Em Fazenda Rio Grande ainda existem áreas potenciais, mas também há extensos passivos ambientais das antigas lavras. Em Araucária existe um processo de recuperação das matas ciliares que vem sendo acompanhado de expressiva participação de organizações não governamentais. A fronteira de exploração deste pólo é Balsa Nova, cujo centro consumidor é Curitiba.

A areia é extraída das planícies de inundação do rio Iguaçu e alguns afluentes, onde o relevo é plano, com inundações periódicas. As lavras exibem cavas inundadas como característica comum, de tamanho e forma variáveis, separadas por faixas de terra, e não raramente preenchidas por dejetos diversos. Salvo algumas poucas exceções, as áreas são abandonadas pelos mineradores criando uma paisagem bastante degradada.

A extração de areia, conforme descrito no capítulo 4, é feita basicamente por três métodos: garimpagem, desmonte a seco com equipamentos pesados e dragagem. A garimpagem é feita por canoa, com dois a três garimpeiros, com produção marginal e impactos inexpressivos. O segundo método é o desmonte a seco, utilizando-se escavadeiras hidráulicas, pás carregadeiras e caminhões, removendo o capeamento e transferindo-se a areia aos caminhões. Quando é o caso, usam-se plantas de lavagem e peneiramento. O terceiro método é a dragagem, realizada no leito ou fora dele, com o uso de escavadeiras e pás carregadeiras, com escavação até o nível freático e depois o uso de uma balsa de sucção de 4 a 8 polegadas. O material dragado é transferido diretamente para um pátio e para os caminhões, ou jogado sobre uma peneira. Nas fotografias 1 e 2, a seguir, são observados aspectos característicos da extração de areia na planície do Iguaçu.

Fotografia 1 - Área com extração de areia na região de Araucária (Folha COMEC - A133). Pode-se observar o perfil típico do pacote aluvionar do rio Iguaçu, com argila turfosa no topo, argila branca caulinítica intermediária e areia e/ou cascalho na base. A área foi escavada, drenada com dragas e minerada com retroescavadeira e caminhões. (Foto: MINEROPAR).

Fotografia 2 - Aspecto dos areais já lavrados e abandonados, com as cavas inundadas. (Folha COMEC - A133, região de Araucária. Foto: MINEROPAR).

Em função dos métodos descritos, podem ser relacionados os seguintes impactos:

- Impacto visual (paisagístico) gerado pela formação de grande número de cavas, pela inexistência de projetos de recuperação da área minerada;
- Aumento de turbidez dos corpos d'água, pela remobilização de finos;
- Perda do solo vegetal, pela disposição inadequada no decapeamento e falta de conservação antes dos trabalhos de mineração;
- Desmatamento da vegetação de várzea e mata ciliar;
- Desequilíbrio do fluxo hidráulico dos cursos d'água, pelas alterações nos canais e na planície de inundação;
- Poluição das águas pelo eventual lançamento de combustíveis, óleos, graxas e esgoto sanitário;
- Inviabilização do uso futuro do solo para outros fins, pela inexistência de projetos de recuperação da área;
- Impactos sociais derivados. Após a lavra, as áreas degradadas são objeto de ocupação irregular e favelização, além de acúmulo de esgotos e lixo.

Os Impactos Sociais Derivados

Apesar de serem consideradas áreas de risco para enchentes/inundações, as áreas situadas na planície de inundação do rio Iguaçu são freqüentemente invadidas e ocupadas por loteamentos irregulares, atendendo a uma demanda gerada por fluxos migratórios da população de baixa renda. Os diversos conflitos da mineração com a expansão urbana foram detalhados em estudo de FABIANOVICZ (1998).

A maior parte das famílias carentes concentra-se em áreas de risco em São José dos Pinhais e sul de Curitiba. As casas ocupam até a faixa de proteção do rio, têm baixa metragem e são desprovidas de infra-estrutura que garanta qualidade de vida aos moradores. Onde os "lotes" são adjacentes às cavas, ocorre o franco comprometimento da qualidade das águas ali armazenadas, em razão da disposição direta de resíduos sólidos e esgotos. Existe um entendimento da população de que as cavas se prestam naturalmente a depósitos de lixo. Assim, os próprios moradores contribuem para o entulhamento indiscriminado com lixo orgânico e materiais passíveis de reciclagem, acreditando que este procedimento pode contribuir para a drenagem do terreno e à ampliação da área disponível para ocupação.

Nas margens do Iguaçu, próximo à ponte da BR-277, os moradores chegam a construir "diques" com lixo para evitar a invasão das águas. A degradação visual é amplificada pelo modo como a

retirada da areia é feita, sendo comum que o capeamento argiloso seja abandonado em montes ao redor da cava.

Outro aspecto sócio-ambiental está relacionado à qualidade das águas para abastecimento da população. Com freqüência os sistemas de tratamento dos rios Iraí e Iguaçu são paralisados devido à qualidade inadequada da água *in natura.* Em parte o problema é causado pelo despejo clandestino de rejeitos da mineração de areia, diretamente nestes rios. Segundo a SANEPAR, as alterações de cor e turbidez causadas pelos efluentes das cavas de areia impossibilitam a obtenção da água tratada dentro dos padrões de potabilidade.

Para o tratamento da água em situações normais são consumidas como coagulante 1,14 t e 7,25 t de sulfato de alumínio por dia, nos sistemas Iraí e Iguaçu, respectivamente. Nos dias em que há interferências oriundas do despejo dos efluentes das minerações, o consumo de reagentes na estação do Iraí chega a 1,6 t/dia, e na estação Iguaçu o consumo atinge 16,49 t/dia. Quando as estações chegam ao limite de suas capacidades técnicas é necessário diminuir o volume de água tratado ou até paralisar completamente os sistemas (ROCHA, 1996).

5.2.4 – MEDIDAS DE CONTROLE E REABILITAÇÃO PARA A MINERAÇÃO DE AREIA

Nos Trabalhos de Extração

As medidas mitigadoras nos trabalhos de extração de areia devem ser adotadas como procedimentos operacionais, visando maior racionalidade e diminuição dos danos ambientais decorrentes do método de lavra adotado, compreendendo:

- Deve-se evitar a mineração em áreas com cobertura vegetal, mantendo uma distância mínima de segurança entre as cavas e as áreas de mata;
- Deve-se realizar a operação de lavra com decapeamento progressivo e o armazenamento do material removido da cobertura (solo orgânico e argilas), para a recomposição posterior da área;
- Deve-se adotar uma distância mínima entre as cavas e o limite legal da área (direito minerário);
- Deve-se estabelecer uma distância mínima, obedecendo a legislação federal, entre as cavas e o curso atual do rio. As zonas em processo de extração deverão ser isoladas do curso do rio, para evitar o aumento de turbidez;
- A área do empreendimento deve ser demarcada com marcos resistentes e de fácil visualização. A área também deve ser cercada para evitar os problemas de acesso da população local e os riscos de segurança decorrentes;
- Durante o período de extração e na finalização do empreendimento as áreas mineradas deverão passar por um processo de reconformação topográfica. Os materiais estéreis de cobertura armazenados previamente, e mesmo materiais inertes de outra procedência, poderão ser usados para preenchimento das cavas. Como este processo representa um custo elevado, os mineradores deverão considerá-lo no próprio processo de lavra, para amortização de custos ao longo da vida do empreendimento. Na finalização o solo orgânico deve ser reutilizado para cobertura final das cavas.

Na Redução da Turbidez

O objetivo da redução do índice de turbidez (precipitação forçada de partículas) é limitar o aporte de sedimentos gerados pela mineração à drenagem de captação, (SIEDLECKI e LIMA, 2001). A resolução CONAMA n° 20/86 classifica os usos preponderantes das águas doces, salinas e salobras. Os parâmetros estabelecidos devem ser considerados na compatibilização das águas residuárias da atividade de extração de matéria-prima mineral.

O respeito aos parâmetros definidos exige um programa de controle de poluição, sustentado por coleta sistemática de amostras para ensaios físico-químicos de monitoramento. Os mecanismos eletroquímicos que regem a interação das partículas dos argilo-minerais com a água, respondem a fatores que regulam a estabilidade das suspensões, tais como: pH, concentração e tamanho do argilo-mineral, natureza e teor dos cátions trocáveis, teor e concentração de sais solúveis e presença de matéria orgânica (SIEDLECKI e LIMA, 2001).

A adição de determinadas substâncias químicas à suspensão (água + partículas) provoca a diminuição do potencial eletrocinético, diminuindo também a repulsão entre os argilo-minerais. Formam-se assim, aglomerados de partículas que sedimentam sob a ação da própria massa, por floculação ou precipitação.

No Impacto Visual

A mitigação dos impactos visuais passa pela adoção de medidas complementares ao do processo de extração. O objetivo é atenuar, à percepção humana, o contraste das áreas desnudadas e as áreas circunvizinhas. Algumas medidas podem ser destacadas:

- Adoção de barreiras vegetais, com o plantio de espécies vegetais arbóreas ou arbustivas alinhadas, formando uma ou mais linhas paralelas entre as zonas mineradas e as propriedades vizinhas;
- Arborização dispersa na área da mineração, com plantio nas zonas de recomposição das cavas;
- Reconformação topográfica, já referida acima.

Na Recuperação das Áreas Degradadas

Para a recuperação das áreas degradadas, ou das cavas abandonadas, poderá ser usada a revegetação, a suavização de taludes e/ou preenchimento das cavas com materiais inertes, conforme descrito no item relativo às medidas mitigadoras.

A recuperação e o uso futuro das áreas ainda permanece um encargo majoritariamente reservado ao poder público, cujos critérios de priorização de ações não são completamente transparentes. As propostas que atualmente são previstas como formas de recuperação/reabilitação prevêem a utilização das áreas como parques para o lazer, pesque-pague, etc., que raramente têm sido incorporadas pelos mineradores. Na RMC existem algumas iniciativas nesse sentido, com destaque para o Areal Costa na região do Umbará (sul de Curitiba), mas a maior incidência destas ações se concentra na região oeste do estado, que por sinal representa a região produtora mais recente.

Conforme ressaltado por BITAR (1997), em tese relativa à recuperação de áreas degradadas em São Paulo, é notável a ausência de políticas públicas específicas para recuperação de áreas deste tipo no país, em que pese a freqüência dos conflitos da mineração com a ocupação urbana nas áreas metropolitanas. É evidente a oportunidade de estabelecer critérios de recuperação destes terrenos, que muitas vezes podem assumir um grande valor para as políticas de planejamento regional pela sua localização geográfica.

A questão da recuperação da área degradada é essencial para evitar a ocupação irregular e assegurar a reutilização para outros fins. Após o acidente de derramamento de óleo do oleoduto da PETROBRAS, em julho de 2000, o governo do Estado lançou um projeto de reabilitação do Alto Iguaçu, que pode representar o caminho mais racional para se integrar um conjunto de soluções de ordenamento territorial, com a reutilização das áreas lavradas, manutenção da qualidade das águas, impedimento de ocupações irregulares e melhoria no sistema hídrico do

Iguaçu. A figura 39 apresenta um esboço da conformação final e consolidação do espaço, conforme o Projeto Iguaçu Rio Limpo, hoje no âmbito da SUDERHSA.

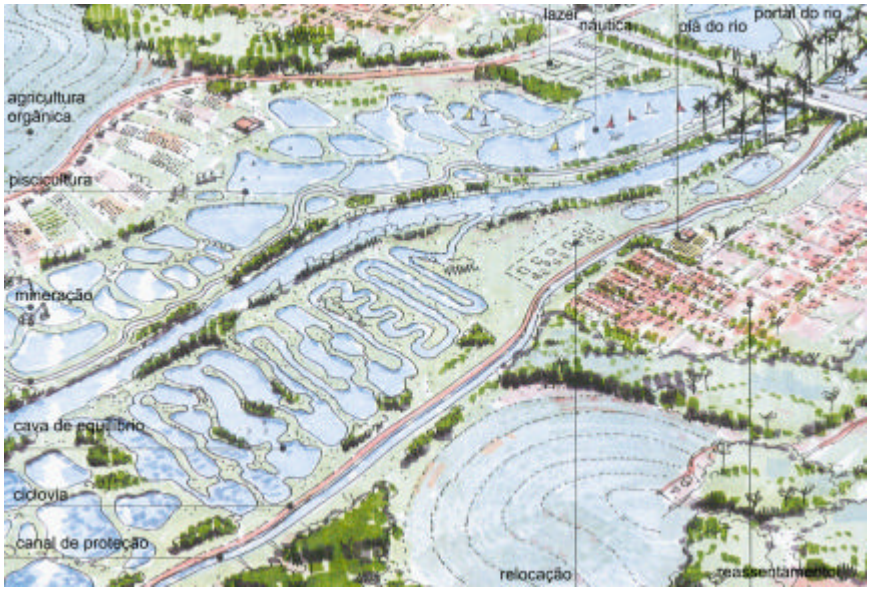


Figura 39 – Esboço de proposta de recuperação das áreas mineradas do Vale do Iguaçu, incluindo agricultura orgânica, conformação de cavas, criação de áreas de lazer, náutica e piscicultura, delimitação de áreas para relocação e reassentamentos populacionais. Neste projeto a mineração tem o espaço preservado, seguindo critérios técnicos (Fonte: Projeto Rio Limpo, COMEC, 2000).

5.2.5 – IMPACTOS AMBIENTAIS NA EXTRAÇÃO DE ARGILA

A Região Metropolitana de Curitiba tem o maior número de olarias e o maior consumo de argila, mas as empresas são de menor porte quando comparadas com outras regiões do estado. Na RMC as olarias concentram-se na parte sul de Curitiba, Fazenda Rio Grande, São José dos Pinhais e Balsa Nova, sendo empresas familiares, sem traços significativos de modernização, com muitas dificuldades relacionadas com o fornecimento e a qualidade da matéria prima.

A questão das olarias foi tratada neste Plano Diretor na análise da economia mineral, incluindo o cadastro de mais de 300 empresas concentradas na região a sul de Curitiba. Os dados econômicos podem ser apreciados em detalhes no capítulo 3. Na figura 40 estão representadas as olarias cadastradas no decorrer do PDM.

A argila como insumo mineral constitui a principal matéria prima para indústria cerâmica e pode ser subdividida em dois grandes grupos:

- Depósitos de argilas transportadas, representadas pelas acumulações sedimentares atuais e subatuais, associadas aos aluviões, chamadas de argilas de várzea;
- Argilas residuais ou primárias: aquelas extraídas no local em que se formaram, pela ação do intemperismo sobre a rocha matriz que lhes deu origem.

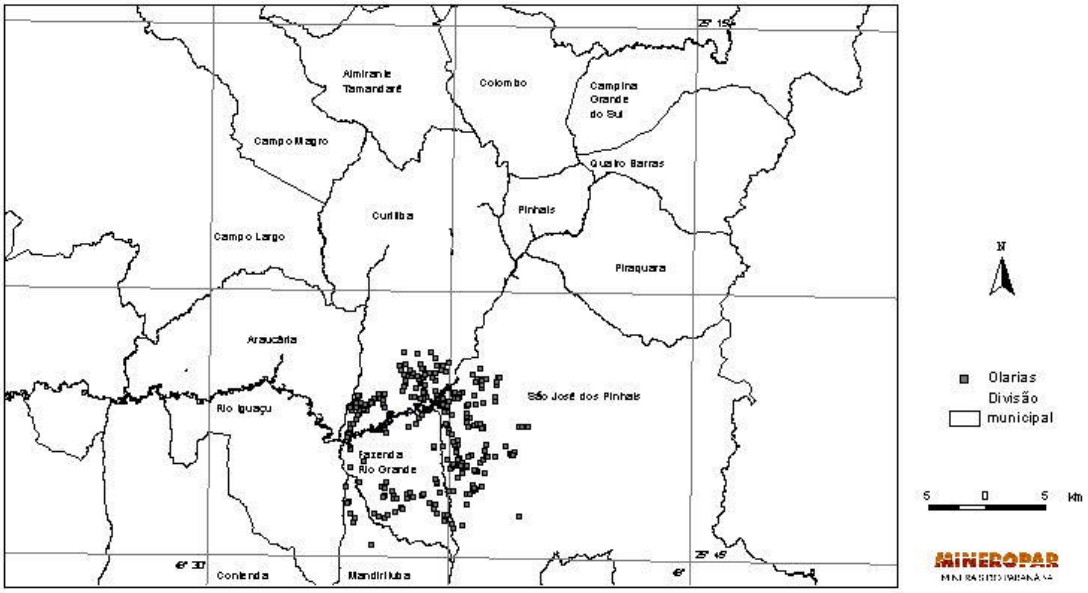


Figura 40 – Olarias cadastradas na RMC. Fonte: PDM.

Inicialmente, a argila era obtida em várzeas e extraída para uso direto na moldagem das peças, sem mistura. Na bacia do Alto Iguaçu, principal pólo de produção da cerâmica vermelha, a argila utilizada pelas olarias era proveniente exclusivamente das jazidas de areia, o que ainda é feito em parte. Com a evolução da tecnologia de produção e a necessidade de atendimento a novas especificações, a produção de argila se diversificou até a situação atual, onde podem ser misturados materiais provenientes de até quatro jazidas diferentes para obter a massa industrial.

Os conflitos existentes, mais evidentes, acontecem nas áreas de produção periférica aos grandes centros urbanos e dizem respeito ao uso competitivo do solo com os loteamentos, e também com relação às áreas degradadas pela lavra que dão origem a ocupações irregulares. As alterações ambientais produzidas pelas lavras de argila em áreas de várzea são semelhantes àquelas produzidas pela extração de areia nas mesmas áreas:

- Desmatamento;
- Perda de solo vegetal pela sua não remoção e correta disposição antes do início dos trabalhos de mineração para uso na recuperação posterior;
- Aumento da turbidez dos corpos d'água pela remobilização de finos;
- Perda da mata ciliar pelas quedas das margens por solapamento;
- Desequilíbrio do fluxo hidráulico dos cursos d'água pela modificação do regime hidrodinâmico;
- Poluição e assoreamento hídricos produzidos pela erosão da frente de lavra e pilhas de rejeito e minério;
- Formação de grandes lagoas e inviabilização do uso futuro do solo (cavas) pela inexistência de projetos de recuperação da área minerada/degradada;
- Poluição das águas pelo eventual lançamento de combustível, óleos, graxas e esgoto sanitário;
- Descaracterização da paisagem pela implantação da mina e pela criação de taludes de solo e construção de bacias de decantação para retenção de finos;
- Danos à flora e fauna.

Para as lavras em barranco as alterações são praticamente as mesmas, com uma abrangência menor e impactos e passivos menos significativos. Tecnicamente a recuperação das áreas degradadas é mais fácil. Por outro lado, a intensificação destas áreas de extração está ampliando

a distribuição das áreas degradadas (fotografia 3), sem identificação dos responsáveis e sem recuperação. A mistura das matérias-primas, como as argilas provenientes das lavras da areia com argilas de solos de alteração da Formação Guabirotuba e das rochas gnáissico-migmatíticas, tem causado uma busca generalizada por fontes de insumos para as olarias e intensificado estas lavras de barrancos e de encostas (LOYOLA, 2000).

Fotografia 3 –. Lavra de argila vermelha extraída de forma inadequada, sem planejamento e recuperação. Município de São José dos Pinhais, rio do Despique (Foto: PDM, ponto CM092a).

As características atuais da extração de argila são as incontáveis pequenas lavras, com grande distribuição geográfica, conforme foi explicitado acima. A operação típica de uma lavra de argila envolve um ou dois equipamentos (pá-carregadeira e/ou retroescavadeira e escavadeira hidráulica) e caminhões alimentando o estoque das olarias, geralmente em períodos descontínuos.

Um impacto paralelo à mineração da argila é o desmatamento destinado à produção de lenha, que num passado não muito distante se servia de qualquer reserva florestal para cobrir a demanda, gerando um passivo ambiental difícil de quantificar. Na RMC o consumo de lenhas pelas olarias e também pelas “caieiras” (produção de cal) originou a atividade de reflorestamento com bracatinga destinada à produção de lenha. Atualmente a tecnologia de queima de resíduos da indústria da madeira (serragem) vem substituindo a queima da bracatinga nas caieiras e nas olarias, situação que pode mudar com a recente instalação da indústria de moldados de produtos florestais (MDF) que não geram resíduos, aproveitando integralmente a biomassa florestal.

5.2.6 – MEDIDAS DE CONTROLE E REABILITAÇÃO PARA A MINERAÇÃO DE ARGILA

Trabalhos de controle e/ou recuperação dos impactos ambientais são praticamente desconhecidos, ocorrendo apenas a formação de parques de lazer, tanques de piscicultura e/ou pesque – pague. Os impactos ambientais da mineração de argila acabam sendo pulverizados, no tempo e no espaço, e em muitos casos são mascarados pela própria natureza, com alguma regeneração vegetal natural e estabilização de processos erosivos.

Conforme ressaltado no capítulo 4, relativo ao Planejamento na Mineração, as principais medidas de controle envolvem a capacitação técnica dos mineradores. Na fase de extração, a recuperação tem de ser desenvolvida ao longo do empreendimento, usando horas ociosas de máquinas e

empregados. Ressalta-se que o processo de recuperação adiado para o final do empreendimento pode se tornar inviável LOYOLA (2000). Entre as medidas passíveis de aplicação, ressaltam-se:

- Suavização de cortes e aterros;
- Atenuação de taludes;
- Replantio da vegetação com preparação prévia de solo;
- Controle na extração indiscriminada de material argiloso, sem qualquer tipo controle;

A argila apresenta dificuldades pela dependência da mineração de areia, como fonte de matéria-prima. O esgotamento e a migração das empresas extrativas de areia ao longo do Vale do Iguaçu gera problemas de logística e transporte. Ultimamente, além deste aspecto, uma parte da mineração de areia está em suspenso pelo contencioso ambiental, estando em andamento um processo de ajustamento de conduta dos mineradores com os órgãos ambientais e o Ministério Público, para decidir os termos em que a atividade pode vir a se desenvolver nesta região.

Outro pólo de produção de argila é Tijucas do Sul, onde a produção atende à indústria de cerâmica branca e apresenta áreas de mineração intensiva, com equipamentos pesados, grandes volumes de material e atividades de recuperação sendo desenvolvidas de forma adequada (fotografia 4). Neste caso, ainda, os direitos minerários são parte do processo, em contraste com as pequenas lavras de argila para cerâmica vermelha, clandestinas na maior parte.

Fotografia 4 – Aspecto da mineração de argila caulinítica para a indústria de cerâmica branca, em Tijucas do Sul (Foto: PDM, ponto CM450).

5.2.7 – IMPACTOS NA EXTRAÇÃO DE ROCHA PARA BRITA, ORNAMENTAL E CANTARIA

Pedra Britada

As litologias principais usadas para produção de brita são granitos, gnaisses-graníticos, vulcânicas ácidas, gnaisse-migmatitos e diabásios. A brita resulta da cominuição de blocos obtidos do desmonte com explosivos de maciços de rocha dura, através de britadores, sendo largamente empregada na confecção de concretos estruturais, pavimentos e obras de infra-estrutura.

Na Região Metropolitana de Curitiba as pedreiras se concentram nos granitos da Serra do Mar (Quatro Barras) e nos complexos de rochas gnáissico-migmatíticas, a sul de Curitiba, geralmente localizadas próximas das grandes vias rodoviárias. As lavras nas pedreiras seguem as seguintes

etapas: desmatamento, decapeamento, desmonte a fogo (perfuração, carregamento com explosivos e detonação), que pode incluir o desmonte secundário ou fogacho, britagem, classificação ou peneiramento, carregamento e transporte.

As pedreiras começam a operar afastadas dos núcleos urbanos, mas com o tempo as áreas desvalorizadas do entorno acabam ocupadas. São áreas consideradas de risco, com o desconforto causado pela poeira, ruídos, vibrações e a possibilidade de ultralançamentos, principalmente onde se usa o fogacho para redução de matacões. Um conjunto de problemas técnicos e operacionais é comum na maioria das lavras existentes no Paraná, em particular as de menor porte ou que ocupam mercados menos competitivos.

Pedra de Cantaria e Rochas Ornamentais

A RMC é produtora de rochas para fins ornamentais e de cantaria, principalmente no Sienito Tunas (Verde Tunas), em rochas graníticas nas regiões de Quatro Barras e Três Córregos e rochas carbonáticas. Também são aproveitadas, em menor escala, rochas gnáissico-migmatíticas e diabásios. As lavras se desenvolvem em maciços ou matacões.

Na Serra do Mar subsiste uma atividade semi-artesanal de corte de blocos, paralelepípedos, guias e lousinhas, às vezes em áreas de preservação ou com restrições ambientais. Esta mineração de pequeno porte opera em regime familiar ou em associações, utilizando métodos manuais e a pólvora negra para o rompimento dos blocos. Também subsiste o talhe de pedra para utilização no revestimento de vias urbanas e rurais.

A região de maior importância econômica é a do Sienito Tunas, com intensa atividade de lavra, na maior parte em blocos e matacões, para obtenção da rocha comercializada com a denominação de Verde Tunas para fins ornamentais (fotografia 5).

As etapas são similares às demais lavras a céu aberto, com desmatamento, decapeamento, desmonte a fogo (perfuração, carregamento com explosivos e detonação), que pode incluir o desmonte secundário ou fogacho. Eventualmente se emprega fio diamantado, onde a conformação da rocha permite o seu uso com eficácia.

Fotografia 5 — Aspecto de lavra no Sienito Tunas, realizada sem o planejamento e controle adequados, pelas irregularidades do maciço lavrado (Foto: PDM, ponto CM229c).

Os principais impactos decorrentes das atividades de lavras, tanto nas pedreiras para brita, quanto nas lavras de rocha ornamental e de cantaria são similares, diferindo na escala da operação, envolvendo:

- Desmatamento;
- Remoção da cobertura de solo que pode chegar a vários metros;
- Operação de britagem, normalmente processada junto à área de lavra, agrava os problemas de ruídos e poeiras, acentuando os efeitos negativos para a vizinhança e os operários;
- Desmontes mal dimensionados, proporcionando ultralançamento e vibrações resultantes da propagação de ondas liberadas pelas explosões. Inclui a utilização sistemática e perigosa de fogos secundários (fogacho);
- Destinação não controlada de estéreis, com erosão associada e o aumento da carga sólida das drenagens adjacentes, causando desequilíbrio do fluxo hidráulico dos cursos d'água e modificação do regime hidrodinâmico;
- Entulhamento eventual de cabeceiras de drenagem, pela falta de planejamento na lavra.

5.2.8 – MEDIDAS DE CONTROLE E REABILITAÇÃO

A mitigação dos passivos gerados e a recuperação ou reabilitação das áreas (adequação das áreas mineradas para outros usos) tem bons exemplos na cidade de Curitiba (Pedreira Paulo Leminski, Ópera de Arame, Parque Tanguá, Universidade Livre do Meio Ambiente), mas todas se referem a iniciativas da administração pública, às vezes até beneficiando os detentores das áreas circunvizinhas pela valorização das áreas remanescentes da extração mineral (e esta é uma questão crítica nas iniciativas públicas de recuperação ambiental em geral).

A implantação de atividades rotineiras de monitoramento dos índices da qualidade ambiental, como o nível da propagação de ruídos e deslocamento de ar, partículas em suspensão, qualidade das águas drenadas durante a operação, programas de treinamento em meio ambiente, segurança do trabalho e saúde ocupacional, permitiriam ajustar os processos aos parâmetros aceitáveis.

Um aspecto essencial é a emissão de particulados e o desmonte de rocha, que têm recebido maior atenção por parte das pedreiras, antecipando a necessidade de trabalhar com melhor tecnologia para melhores resultados econômico-financeiros. A minimização de rejeitos é extremamente necessária, o que pode ser auxiliado pelo aproveitamento de blocos menores, por exemplo. Isso pressupõe medidas de planejamento da lavra, implantação de bancadas e conformação dos depósitos de rejeitos e adoção de tecnologias de corte. O abandono da prática de fogacho é outra medida de grande importância na minimização dos riscos de ultralançamentos.

Outros aspectos envolvem:

- Suavização de cortes e aterros;
- Atenuação de taludes;
- Replantio da vegetação com preparação prévia de solo.

5.2.9 – IMPACTOS AMBIENTAIS NA EXTRAÇÃO DE ROCHAS CALCÁRIAS

No Paraná as rochas carbonáticas (calcíticas e dolomíticas) são lavradas intensamente nos terrenos metamórficos do primeiro planalto, nas faixas noroeste, central e sudeste. A produção é na maior parte realizada nos limites da Região Metropolitana de Curitiba. São calcários destinados preferencialmente à produção de cimento, corretivo de solos, cal, cal calcítica, ração animal, granilha e outros usos menores (PELLENZ, 2001).

Segundo DIAS (1995), a extração do calcário para o setor cimenteiro é processada em larga escala e totalmente mecanizada, com bancadas de 10 a 20 metros de altura e taludes de 70 a 90 graus, enquanto na mineração de dolomito (em menor escala), as frentes de lavra apresentam bancadas únicas, cuja altura pode atingir até 60 metros, com inclinação próxima da vertical, o que dificulta a extração e resulta em maior custo de produção e decréscimo da produtividade.

O ponto central, sob o enfoque dos eventuais impactos e passivos produzidos pela indústria de extração de rochas carbonatadas, ressalvadas as proporções das lavras destinadas à indústria cimenteira, é que elas trabalham de forma muito semelhante às pedreiras para brita. Em ambos os casos as lavras são implantadas a céu aberto, cuja operação inicial se faz com supressão da vegetação e remoção da camada estéril, e continua com perfuração, detonação e desmonte secundário, britagem e moagem, transporte, vibrações, ruídos e poeiras, além de provocar erosão e assoreamento.

O pó de calcário e principalmente o de óxido de cálcio (cal virgem) são altamente higroscópicos, combinando-se facilmente à umidade do ar, podendo causar queimaduras na pele e mucosas, além de problemas oftalmológicos e pulmonares. Os gases expelidos pelos fornos de calcinação são constituídos de anidrido carbônico, composto extremamente tóxico. É uma característica das pedreiras de cal o grande número de lavras embocadas e abandonadas pelos mineradores, reveladoras do empirismo da atividade, que até o início da década de 70 desconhecia ou ignorava a prospecção e a pesquisa mineral.

Verifica-se um crescente conflito pelo avanço da urbanização em direção às minas, ou mais freqüentemente em direção às áreas de beneficiamento, que nos calcários geralmente são mais distantes e nas pedreiras para brita geralmente são contíguas às frentes de lavra. Existe conflito em áreas de interesse e/ou de proteção ambiental, que abrigam relevos cársticos e áreas de interesse espeleológico. A atividade de aproveitamento de calcários é muito antiga na Região Metropolitana de Curitiba, registrando-se que o povoado de Rio Branco do Sul surgiu em 1790 em torno de arraiais de mineração. Relatos de moradores dão conta que no século XIX a extração de calcário iniciava-se nas entradas das cavernas. Há algumas décadas praticava-se também a cata de calcita dos espeleotemas, como ocorreu nas grutas da Piedade e Jesuítas/Fadas. Na década de 1960 a determinação de locais potenciais para preservação acabou por estimular a destruição de muitas grutas, pois os proprietários temiam perder áreas altamente promissoras para a mineração (SESSEGOLO *et al*, 1996).

Por conta do intenso trabalho desenvolvido pelo Grupo de Estudos Espeleológicos do Paraná GEEP-Açungui muitas cavernas foram localizadas, identificadas e mapeadas, sendo necessário incluir um reconhecimento espeleológico nos requerimentos de licenciamento ambiental de empreendimentos mineiros envolvendo rochas carbonatadas.

A rigor, as minerações de calcário calcítico e de calcário dolomítico produzem a mesma resultante de impactos ambientais, padecem dos mesmos conflitos e geram os mesmos tipos de passivos. A grande diferença que pode ser apontada é a estrutura e a tecnologia de produção aplicada pelas empresas menores, geralmente operadas diretamente por familiares, ao contrário das empresas vinculadas a grupos econômicos de maior porte que têm sua administração profissionalizada, como é o caso das cimenteiras.

Na seqüência, a fotografia 6 mostra um aspecto característico de uma frente de lavra de calcário dolomítico, situada na Formação Capiru, na região de Colombo, para produção de cal e corretivo de solo, onde se registram centenas de cavas similares abandonadas. A fotografia 7, em contraste, mostra a situação da mineração de grande porte do calcário calcítico na Formação Votuverava, produzindo insumos para a indústria cimenteira de Rio Branco do Sul.

Fotografia 6 – Aspecto de frente de lavra em rocha calcária, na região de Colombo, evidenciando a falta de planejamento mineiro, ausência de bancadas e o abandono da área sem medidas de recuperação (Foto: PDM, ponto CM764).

Fotografia 7 - Mina Saivá, metacalcário calcítico – Exemplo de lavra de grande porte, desenvolvida com técnicas adequadas de engenharia de minas (Foto: PDM, ponto CM369).

5.2.10 – MEDIDAS DE CONTROLE E REABILITAÇÃO NA MINERAÇÃO DE CALCÁRIOS

Da mesma forma que nas lavras de rocha para brita ou para usos ornamentais, as lavras de rochas calcárias desenvolvidas a céu aberto, devem ser conduzidas com base no planejamento da mineração, com o conhecimento da jazida, adequação de equipamentos, planejamento e dimensionamento das bancadas, planejamento dos planos de fogo, abandono do desmonte secundário por meio de fogacho e correta disposição dos materiais de cobertura e dos rejeitos da

mineração, com especial atenção à rede hidrográfica vizinha, bem como às possíveis formações espeleológicas.

Considerando que muitas vezes são minas de grandes dimensões (ver fotografia 7), é difícil viabilizar a reabilitação da área ao final das atividades minerais, mas podem ser estudadas alternativas de uso no esgotamento das reservas, em conjunto com a comunidade. Estes usos podem envolver a deposição de materiais inertes e mesmo de outros resíduos sob condições controladas, uso para reserva de água, áreas de lazer, etc.

Outros aspectos envolvem:

- Suavização de cortes e aterros;
- Atenuação de taludes;
- Replantio da vegetação com preparação prévia de solo;
- Melhor aproveitamento e minimização de rejeitos.

5.2.11 – IMPACTOS AMBIENTAIS DE OUTRAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS

Chumbo/Prata

A mineração de chumbo da região de Adrianópolis encontra-se paralisada há mais de meia década. Desde 1939 a região de Panelas centralizava a lavra e a metalurgia de chumbo, com outros metais como subproduto, como a prata. Em termos de impactos ambientais, apesar dos perigos conhecidos dos efeitos cumulativos do chumbo sobre a fisiologia humana, nunca se exigiram medidas de controle mais adequadas por parte do empreendedor, quanto às normas de saúde do trabalho e também no tocante à contaminação ambiental.

De 1978 a 1985, a CETESB – Companhia de Saneamento Ambiental de São Paulo, procedeu a amostragens sistemáticas da água e de sedimentos do rio Ribeira para detecção de metais pesados, para monitoramento do sistema estuarino de Iguape-Cananéia. Foi constatado que o nível de chumbo era 550 vezes superior ao limite recomendado para água e 100 vezes para os sedimentos. Em 1989 a SUREHMA – Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Paraná, determinou a paralisação da usina de metalurgia. Mais tarde a usina voltou a funcionar com dois pequenos tanques de rejeitos localizados na margem do rio Ribeira, que estavam no limite da capacidade por ocasião da paralisação completa da usina em 1995. A paralisação da lavra e beneficiamento se fez por contingências do mercado internacional de metais, sem qualquer influência das eventuais restrições ambientais.

Em 2001, a geoquímica Fernanda Cunha da CPRM, em pesquisa de doutorado na Unicamp, detectou índices de contaminação por chumbo em um grupo de 355 crianças avaliadas, com uma média de teor de 11,89 microgramas por decilitro de sangue. Esta contaminação, segundo a pesquisadora, indica que o processo de contaminação ainda está atuando hoje, vários anos depois da desativação da usina de beneficiamento em 1995, já que o chumbo tem uma meia vida curta no sangue. Este índice é superior ao limite de 10 microgramas por decilitro de sangue, estabelecido pelo Centro de Controle de Doenças dos EUA (UNICAMP, 2003). Em reação a estas denúncias, o governo do estado autuou e multou o proprietário do espólio da Plumbum, pela presença de pilhas de rejeito no pátio da indústria desativada, e pelo transporte de parte deste rejeito para ser retrabalhado em São Paulo.

O fato concreto é que o passivo ambiental da mineração de chumbo do distrito do Vale do Ribeira é significativo, não apenas na antiga planta de Panelas, e precisa ser reconhecido na sua real extensão. Na fotografia 8 pode-se observar uma das pilha de rejeitos da mineração de chumbo na região de Adrianópolis.

Fotografia 8 – Aspecto das pilhas de rejeito de minério de chumbo no Vale do Ribeira, em Adrianópolis (Foto: PDM).

Água Minerais

A legislação trata de forma diferenciada a exploração de água mineral da captação de água para o abastecimento público, o que traz conseqüências no aproveitamento das águas subterrâneas, quando classificadas de uma ou outra forma. Dentro deste quadro, as fontes de água mineral no Paraná, registradas perante o DNPM em 1999 são apenas 17, enquanto os dados obtidos junto à SUDERHSA, mostram que até junho de 1998 foram outorgados por aquela instituição 2.938 poços para usos variados.

Um número desconhecido de poços tubulares profundos contratados por particulares também opera sem qualquer registro. Muitos destes poços se enquadram na categoria das águas minerais, como é o caso das águas bombeadas do karst pela SANEPAR, na região de Almirante Tamandaré, Colombo, Bocaiúva do Sul e Campo Magro, para o sistema de abastecimento da RMC.

A produção de água subterrânea para uso no sistema de abastecimento de água da RMC acabou por gerar grandes conflitos de uso do solo entre os agricultores e a SANEPAR. A exploração intensa e contínua provocou acidentes geotécnicos, com colapsos e afundamentos de solos causados pelo rebaixamento rápido e excessivo do nível freático nas áreas de captação. A origem destes acidentes deveu-se, fundamentalmente, à ausência de estudos prévios suficientes e a problemas de calibragem das quantidades produzidas, o que foi resolvido em parte com um monitoramento adequado dos níveis do aqüífero, atualmente em vigor.

Estes impactos motivaram revisões de estratégia para o aproveitamento do aqüífero, frente aos diferentes usos do solo na região e aos altos riscos geológicos induzidos pela exploração de água, preocupação que está presente nos estudos em andamento na COMEC para redefinição dos mananciais que incluem os limites do aqüífero karst.

Outro impacto previsível é a contaminação de reservatórios subterrâneos naturais por poluentes originados de ações antrópicas (efluentes industriais, agroquímicos, etc.), sejam elas de natureza causal ou acidental. No limite máximo, um aqüífero pode ser destruído (tornar-se improdutivo), como resultado de aproveitamento ambicioso e predatório das suas reservas e/ou uso imprevidente e descuidado das suas áreas de recarga.

Capítulo 6

Aspectos Institucionais

6.1 – Legislação Mineral e Aspectos Tributários

6.1.1 - INTRODUÇÂO

A gestão do setor mineral está inscrita em vasta e diversificada legislação que regulamenta essa atividade, pelos muitos fatores que influenciam a mineração, particularmente próxima de áreas urbanas. Este capítulo versa sobre os aspectos institucionais da mineração na Região Metropolitana de Curitiba, e foi elaborado a partir de um diagnóstico da questão ambiental organizado pela MINEROPAR (PELLENZ, 2001) e uma avaliação da legislação e das questões tributárias (MINEROPAR, 2003a). Das unidades de conservação foram compilados dados a partir dos decretos de criação. Dados sobre os mananciais foram fornecidos pelo setor jurídico da COMEC, assim como a discussão dos planos diretores municipais, com uma síntese dos critérios e a situação atual dos municípios da RMC (COMEC, 2002a).

6.1.2 – INSTITUIÇÕES PÚBLICAS

O arcabouço constitucional para o setor mineral está assentado em três artigos (20°, 22° e 23°), definindo os recursos minerais como bens da União, a competência da União de legislar sobre “jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia"; e a competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios de "registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios".

É a partir deste conceito de propriedade dos recursos minerais, definido nestas bases desde a Constituição de 1967, que a tutela da União, dos estados e municípios sobre os recursos minerais se materializa, reforçada em 1981 com a criação do CONAMA e ratificada pela Constituição de 1988, com a introdução de matéria ambiental especifica. De lá para cá, através da aplicação das leis e regulamentos administrativos pelos diferentes órgãos governamentais, nas distintas esferas de poder, um tortuoso caminho legal tem que ser percorrido pelos empreendedores. Os órgãos federais envolvidos, direta ou indiretamente, na atividade de extração mineral são:

1) Ministério de Minas e Energia - MME: cuida da parte política da exploração e aproveitamento dos recursos minerais e energéticos do país. Estabelece as diretrizes principais da política nacional de mineração, elaborando os planos plurianuais de mineração, de recursos hídricos e dos minerais energéticos.

2) Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM: de acordo com a lei 8.876 de 02/05/94, é uma autarquia federal, com personalidade jurídica de direito público e com autonomia patrimonial, administrativa e financeira. Está vinculado ao MME, e tem como objetivo “promover o planejamento e o fomento da exploração e do aproveitamento dos recursos minerais, e superintender as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral, bem como assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional na forma que dispõe o Código de Mineração, o Código de Águas Minerais e os respectivos regulamentos e a legislação que os complementam”.

3) Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA: é um órgão consultivo, deliberativo e integrante do SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente, que propõe, regulamenta e implementa as diretrizes para a política nacional do meio ambiente, estabelece normas e

critérios gerais para o licenciamento das atividades potencialmente poluidoras, além de estabelecer normas e padrões nacionais de controle da poluição.

4) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA: é uma autarquia federal de regime especial, dotada de personalidade jurídica de direito público, e de autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. Tem como objetivo assessorar a formulação e coordenação, bem como executar e fazer cumprir a política nacional do meio ambiente e da preservação, conservação e uso racional, fiscalização e controle dos recursos naturais renováveis.

5) Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural – IBPC: substituiu o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN. Cuida da conservação do patrimônio histórico, artístico e paisagístico. No setor mineral pode estabelecer restrições variadas onde haja riscos para a preservação de aspectos da memória nacional.

6) Ministério do Exército - ME: fiscaliza a aquisição, a guarda e o uso dos explosivos necessários para o desmonte das rochas duras, sendo a sua autorização medida indispensável para as empresas de mineração adquirirem e utilizarem esse insumo básico.

7) Ministério do Trabalho: fiscaliza assuntos ligados à tributação previdenciária e à saúde do trabalhador mineiro e dos moradores de áreas vizinhas às minas. Sua atuação está voltada para os aspectos de segurança do trabalho e saúde pública, com ação corretiva.

8) Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA: autarquia federal instituída pelo decreto 23.569 de 1933. Tem ação descentralizada, realizando a fiscalização do exercício das profissões regulamentadas na área mineral.

Assim como os órgãos federais, os estaduais também atuam, direta ou indiretamente, sobre as atividades de extração mineral:

1) A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA: formula e executa políticas ambientais paranaenses através de uma estrutura básica formada pelos órgãos vinculados, como o Instituto Ambiental do Paraná – IAP, e a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA.

2) Instituto Ambiental do Paraná – IAP: autarquia estadual, órgão executivo da administração indireta, vinculado à SEMA, criado pela lei estadual 10.066/92 e alterado pela lei estadual 11.352/96, tem seus objetivos apontados no decreto 1.502 de 4/08/92.

3) Superintendência de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA: autarquia estadual, órgão executivo da administração indireta, vinculada à SEMA, responsável pela realização de serviços técnicos de engenharia no controle da erosão e recuperação de áreas degradadas, obras de saneamento, programas de resíduos sólidos e gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no estado.

4) Conselho Estadual do Meio Ambiente – CEMA: órgão de caráter consultivo/deliberativo. Segundo a legislação em vigor (leis estaduais 7.978/84, 8.289/86, 8.485/87, 1.1352/96 e decreto estadual 2.376/00), integram o CEMA, como membros natos, oito secretários de estado, o procurador geral, o diretor-presidente do IAP e o diretor-presidente da SUDERHSA; além de representantes de instituições universitárias, classes patronais, laborais e associações conservacionistas não-governamentais.

5) Conselho do Litoral: vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, o Conselho do Litoral é um órgão colegiado, criado pelo decreto estadual 4.605/84, com composição e atribuição definidas pelo decreto 2.154/96.

6) Batalhão da Polícia Florestal – BPFLO: componente da força da Polícia Militar, é vinculado à Secretaria de Estado da Segurança Pública, como unidade especializada na proteção ao meio ambiente. A lei estadual 6.774/76, da organização básica da Polícia Militar, transformou o Corpo de Polícia Florestal em Batalhão de Polícia Florestal.

7) Delegacia de Proteção ao Meio Ambiente – DPMA: componente da policial civil, vinculada à Secretaria da Segurança Pública e adota as medidas necessárias para investigação, prevenção, repressão e apuração das infrações penais lesivas ao meio ambiente.

8) Comissão de Ecologia e Meio Ambiente da Assembléia Legislativa do Estado do Paraná: a ela compete manifestar-se sobre as atividades humanas que interferem ou alterem o meio ambiente, que visem à conservação da natureza e evitem a depredação.

9) Ministério Público Estadual – MP: Instituição permanente, essencial à função jurisdicional do estado, incumbindo-lhe a defesa da ordem jurídica, do regime democrático e dos interesses sociais e individuais indisponíveis (artigo 127° da Constituição Federal de 1988).

O encaminhamento efetivo das ações e processos ambientais, no Estado do Paraná, materializa-se dentro da estrutura organizacional do IAP, a quem está delegado um extenso rol de atribuições:

- Propor, coordenar, executar e acompanhar as políticas de meio ambiente, recursos hídricos, de cartografia e agrário-fundiária do estado;
- Cumprir a legislação ambiental, exercendo o poder de polícia administrativa, controle, licenciamento e fiscalização;
- Conceder licenciamento ambiental prévio para instalação, operação e ampliação de atividades poluidoras ou perturbadoras do meio ambiente;
- Licenciar empreendimentos florestais e autorizar desmates;
- Estudar e propor normas, padrões e especificações de interesse para a proteção da qualidade ambiental;
- Analisar e emitir pareceres em projetos, relatórios de impacto ambiental e de riscos;
- Elaborar, executar e controlar planos e programas de proteção e preservação da biodiversidade e a integridade do patrimônio genético;
- Participar da administração de parques e reservas de domínio dos municípios ou da União, mediante convênios;
- Incentivar e assistir as prefeituras municipais no tocante à implementação de bosques, hortos e arborização urbana e repovoamento de lagos e rios;
- Executar e fazer executar a recuperação florestal de áreas de preservação permanente degradadas e de unidades de conservação, diretamente ou por convênios e consórcios;
- Fiscalizar, orientar e controlar a recuperação de áreas degradadas por atividades econômicas de qualquer natureza;
- Promover, coordenar e executar a educação ambiental formal e não formal;
- Executar o monitoramento ambiental, em especial da quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, do ar e do solo;
- Controlar e fiscalizar os agrotóxicos e afins e produtos perigosos, quanto ao transporte e destinação final de resíduos, nos termos da legislação específica vigente;
- Cadastrar os produtos agrotóxicos utilizados no Estado, quanto ao seu aspecto ambiental;
- Definir a política florestal do estado.

6.1.3 - LEGISLAÇÃO MINERAL

As atividades ligadas à mineração são regulamentadas por normas legais estruturadas a partir da Constituição Federal, que estabelecem as condições, deveres e direitos, tanto para a administração quanto para os mineradores. A legislação integral está disponível no *site* do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. A legislação inclui além dos aspectos constitucionais o Código de Mineração – decreto lei 227, de 27/02/67, e o Código das Águas –

decreto lei 7.841 de 8/08/45, e um vasto conjunto de leis, decretos, portarias e instruções normativas interministeriais, do diretor-geral do DNPM e do Ministro de Minas e Energia, além da igualmente vasta e complexa legislação ambiental. Não é intenção abordar exaustivamente toda a legislação mineral no presente relatório, mas ressaltar alguns aspectos constitucionais, federais e estaduais, para a compreensão de sua administração.

Considerações gerais

A União é a administradora dos recursos minerais, é detentora de sua propriedade, autoriza/concede o direito à exploração, legisla privativamente sobre a matéria e também assegura a participação dos demais entes federados nos resultados da exploração. A interferência estadual se dá de maneira decisiva, na concessão da licença ambiental para a exploração mineral, sem a qual a União não concede o direito de lavra. O estado também legisla concorrentemente sobre os recursos naturais, e em comum com a União acompanha os registros e fiscaliza as concessões de direitos de pesquisa concedidos em seu território. Aos municípios compete o ordenamento territorial, incluindo a exploração mineral. O município concede licença para exploração no regime de licenciamento, que terá validade após registro no DNPM. A incumbência dos poderes federais, estaduais e municipais pode ser assim resumida, de maneira geral:

Competência da União (Constituição Federal)

a) A propriedade dos recursos minerais e o aproveitamento econômico dos monopólios do petróleo e do urânio (art. 20°, IX; art. 177°, I, V, parágrafo 1° e art. 21°, XXIII);

b) Autorizar ou conceder a pesquisa e a lavra de recursos minerais (art. 176°, parágrafo 1°);

c) Organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia e cartografia, de âmbito nacional (art.21°, XV);

d) Instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de direitos de seu uso (art. 21°, XIX);

e) Estabelecer as áreas e as condições para o exercício da atividade de garimpagem em forma associativa (art. 21°, XXV);

f) Legislar privativamente sobre água, energia, jazidas, minas, outros recursos minerais, metalurgia, sistema estatístico, cartográfico e de geologia nacionais (art. 22°, IV, XII e XVIII);

g) Assegurar participação no resultado da exploração de recursos minerais em favor dos estados, Distrito Federal e dos municípios nos respectivos territórios (art. 20°, parágrafo 1°).

Competência do Estado - Constituição Estadual

a) Organizar e manter serviços de geologia e cartografia de âmbito estadual (art. 164°, I, II);

b) Promover e incentivar a pesquisa do solo e subsolo e o aproveitamento adequado dos seus recursos naturais (art. 164°);

c) Fornecer documentos e mapeamentos geológicos e geotécnicos necessários ao planejamento e ocupação do solo e subsolo, nas áreas urbana e rural, no âmbito regional e municipal (art. 164°, II);

d) Instituir e manter sistema de gerenciamento dos recursos naturais (art. 161°, I).

Competência comum entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios

a) Registrar, acompanhar e fiscalizar concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios (art. 23°, XI, da C.F. e art. 12°, XI, da C.E.);

b) Legislar concorrentemente sobre defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição (art. 24°, VI, da C.F. e art. 13°, VI, da C.E.).

Competência dos Municípios

a) Promover, no que couber, o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano e dos recursos naturais (art. 30°, VIII, da C.F. e Art. 17°, VIII, da C.E.);

b) O aproveitamento mineral por licenciamento é facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele tiver expressa autorização, salvo se a jazida situar-se em imóveis pertencentes a pessoa jurídica de direito público, bem como na hipótese prevista no § 1° do art. 10° (art. 2°, lei 6.567/78);

c) O licenciamento depende da obtenção pelo interessado, de licença específica, expedida pela autoridade administrativa no município da jazida, e da efetivação do registro no DNPM, mediante requerimento que será disciplinado em portaria do diretor-geral, a ser expedida no prazo de 60 dias da publicação desta lei. (art. 3°, lei 6.567/78).

6.1.4 - CONCESSÕES PARA APROVEITAMENTO DE RECURSOS MINERAIS

Conforme referido anteriormente, os recursos minerais são da União, que concede a sua exploração em diferentes regimes, através do DNPM. Neste relatório, descrevemos com mais detalhes três regimes de aproveitamento das substâncias minerais: licenciamento, autorização de pesquisa/concessão de lavra e registro de extração.

Regime de Licenciamento

Concedido para áreas máximas de 50 hectares (500.000 m^2) e exclusivo para o aproveitamento das seguintes substâncias minerais:

- Areias, cascalhos, saibros de uso direto na construção civil; no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;
- Rochas a serem aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;
- Argila para cerâmica vermelha;
- Rochas para brita;
- Calcários para corretivos de solo na agricultura.

Neste regime, o requerente deverá ser proprietário do solo ou ter a expressa autorização deste para em seguida obter a licença concedida pelo prefeito municipal. A prefeitura concede a licença por prazo determinado ou indeterminado. Após a licença, o requerente deverá registrar o pedido junto ao DNPM, que condiciona o registro da licença à apresentação da licença de instalação,

emitida pelo órgão ambiental estadual, o Instituto Ambiental do Paraná – IAP. De acordo com a legislação, a licença concedida é válida pelo menor prazo constante em qualquer das licenças.

Autorização de Pesquisa e Concessão de Lavra

Concedido para áreas máximas de até 2.000 hectares, onde se incluem todas as substâncias, inclusive as de regime de licenciamento, com exceção dos monopólios (petróleo e urânio) e os explorados pelo regime de permissão de lavra garimpeira. Neste regime o requerente não precisa ser proprietário do solo, mas ter a sua autorização para adentrar na propriedade e cumprir com o plano de pesquisa estabelecido no requerimento, feito diretamente junto ao DNPM.

Após o requerimento de pesquisa aprovado pelo DNPM, o requerente recebe um alvará de pesquisa, com o prazo de 2 a 3 anos para executá-la, apresentando relatório após a conclusão. Sendo positivo, deverá requerer a concessão de lavra. Acompanha o requerimento da concessão de lavra, o respectivo Plano de Aproveitamento Econômico – PAE, onde são estabelecidas as metodologias e condicionantes. Na seqüência o requerente obtém a **concessão de lavra**, por portaria assinada pelo Ministro de Minas e Energia, condicionada à apresentação da licença de instalação pelo órgão ambiental estadual . Cumpridas todas as exigências legais, o titular receberá a **imissão de posse da jazida.**

Registro de Extração

Para resolver problemas da administração da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, foi instituído o **registro de extração** que confere aos mesmos a permissão de lavra de substâncias minerais de uso imediato na construção civil, em obras públicas por eles executadas diretamente, respeitados os direitos minerários em vigor e vedada sua comercialização. A área neste regime fica adstrita a um máximo de 5 hectares e será admitido, em caráter excepcional, o registro de extração em área onerada, desde que o titular do direito minerário pré-existente autorize expressamente. A extração só será permitida após a autorização do órgão ambiental estadual.

- Consideram-se substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, para fins do registro de extração;
- Areia, cascalho e saibro, quando utilizados *in natura* na construção civil e no preparo de agregado e argamassas;
- Material síltico-argiloso, cascalho e saibro empregados como material de empréstimo;
- Rochas, para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões ou lajes para calçamento;
- Rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil.

A seguir, encontram-se dois roteiros (figuras 41 e 42), elaborados pela MINEROPAR para divulgação junto aos empreendedores, prefeituras municipais e outros órgãos da administração pública. O primeiro com a seqüência de eventos sob o regime de autorização de pesquisa e concessão de lavra, e o segundo com o roteiro básico pelo regime de licenciamento. Ressalta-se a tramitação em paralelo das exigências ambientais.

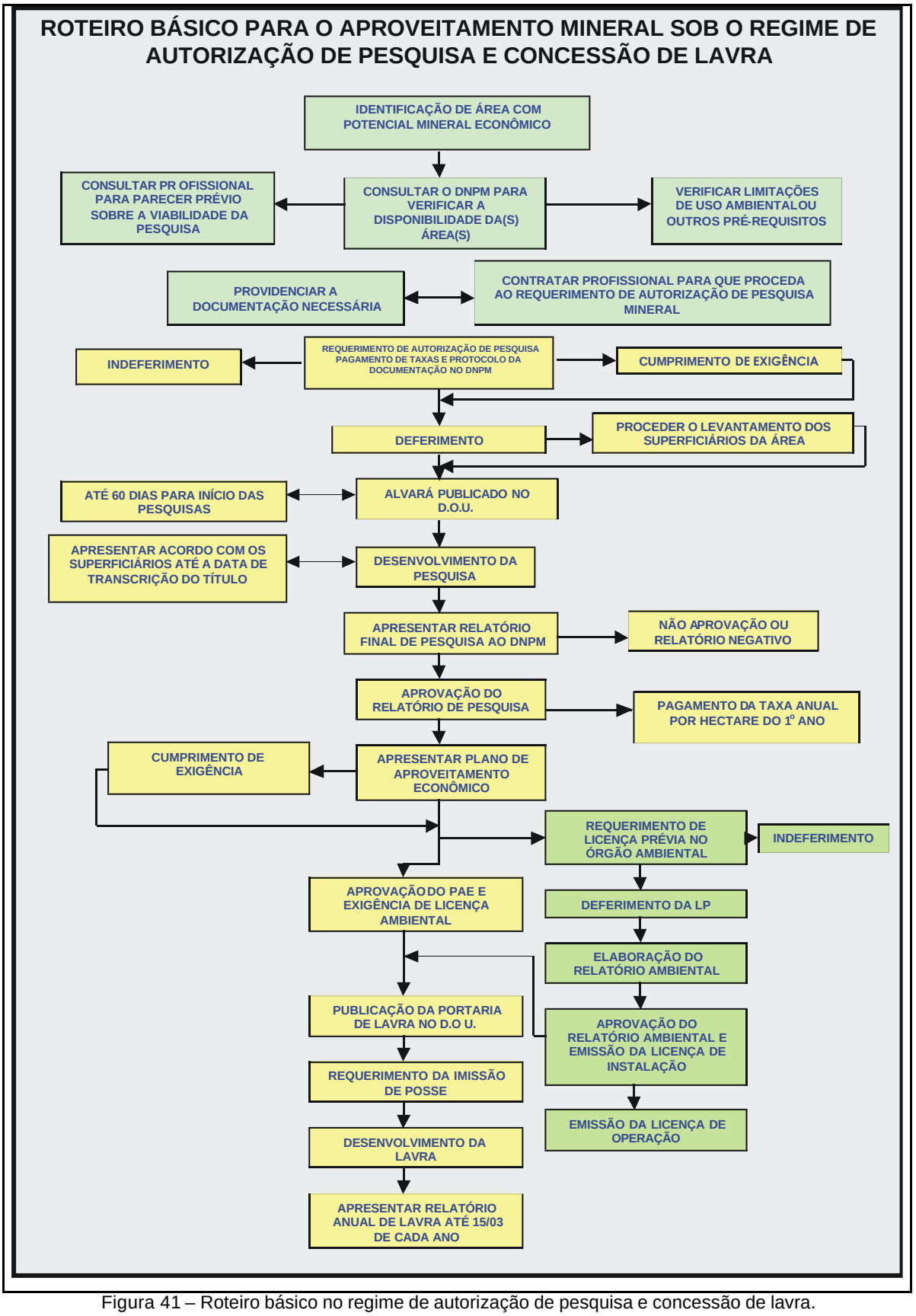


Figura 41 – Roteiro básico no regime de autorização de pesquisa e concessão de lavra.

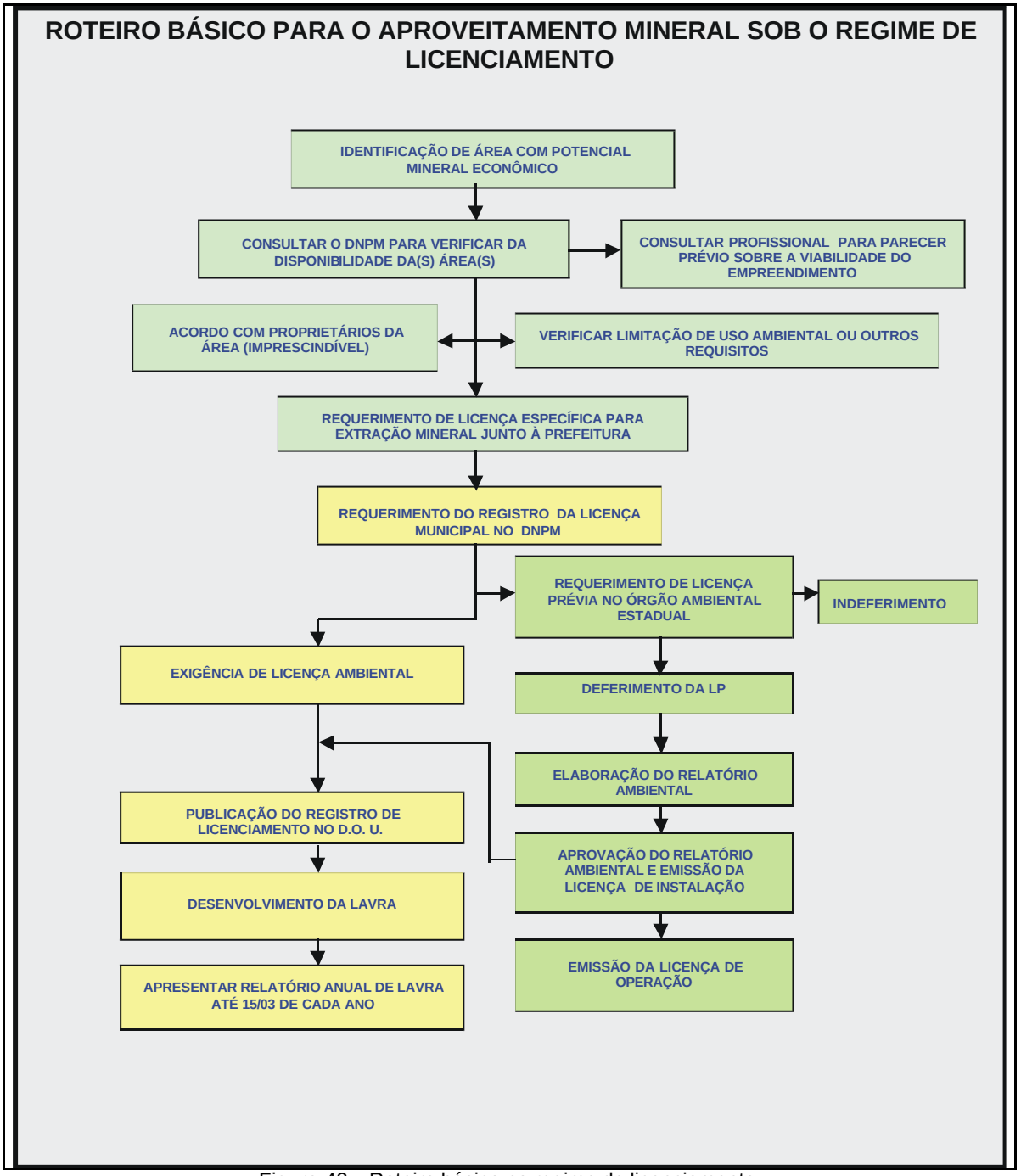


Figura 42 – Roteiro básico no regime de licenciamento.

6.1.5 - COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS

A Constituição assegura aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios, ou órgãos da União, participação nos resultados da exploração de petróleo, gás natural, recursos hídricos para geração de energia e recursos minerais, ou compensação financeira por essa exploração, no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva. A compensação financeira foi instituída pela lei 7.990/89, com percentuais definidos pela lei 8.001/90 (ANP, 2003b).

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Hídricos para Geração de Energia é de 6% do valor da energia gerada e destinada em 45% aos estados; 45% aos municípios; 3% ao Ministério do Meio Ambiente; 3% ao Ministério das Minas e Energia; e 4% ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT. O total de *royalties* pago por Itaipu desde 1985, quando a usina entrou em operação comercial equivale a US$ 2,29 bilhões. Até 1991, Itaipu gerou créditos ao Tesouro Nacional. Com a lei dos *royalties* (1991), foram contemplados outros órgãos federais, os governos do Paraná e Mato Grosso do Sul, 15 municípios paranaenses e um sul-mato-grossense, afetados pela formação do reservatório. O Estado do Paraná recebeu mais de US$ 1,28 bilhões desde 1991 (ITAIPU, 2003).

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais Energéticos é de 10%, podendo ser reduzida até 5% sobre o valor do bem, dependendo das características do depósito. Nos casos de grande volume de produção e rentabilidade, pode ser implementado um pagamento especial, a ser regulamentado pela Presidência da República. A distribuição dos recursos arrecadados é feita conforme segue (tabela 67):

Distribuição da Compensação Financeira p/ Exploração de Recursos Minerais Energéticos		
Quando extraído na plataforma continental		
Os 5% serão distribuídos:	**O que exceder aos 5%:**	**Nos casos de grande volume:**
• 1,5% ao estado; • 1,5% aos municípios confrontantes e suas respectivas áreas geoeconômicas; • 0,5% ao município onde se localizam as instalações; • 0,5% ao fundo especial a ser distribuído entre todos os estados e municípios ; • 1,0% ao Ministério da Marinha;	• 22,5% para os estados confrontantes produtores; • 22,5% para os municípios produtores; • 7,5% para os municípios afetados; • 7,5% ao fundo especial para os estados e municípios; • 15% para o Ministério da Marinha; • 25% para o Ministério da Ciência e Tecnologia.	• 40% ao Ministério de Minas e Energia para estudos geológicos para petróleo; • 10% ao Ministério do Meio Ambiente para preservação do meio ambiente em acidentes causados pelo petróleo; • 40% ao estado onde ocorrer a produção; • 10% aos municípios.
Quando extraído no continente		
Os 5% serão distribuídos:	**O que exceder aos 5%:**	
• 3,5% aos estados produtores; • 1,0% aos municípios produtores; • 0,5% aos municípios onde se localizam as instalações.	• 52,5% ao estado onde se dá a produção; • 15% ao município onde se dá a produção; • 7,5% aos municípios afetados; • 25% ao Ministério da Ciência e Tecnologia.	

Tabela 67 – Distribuição da compensação financeira. Fonte: decreto lei 01 de 11.01.1991.

A legislação prevê ainda o pagamento de taxa pela ocupação da área. Na fase de exploração a taxa varia *de* R$ 10,00 a R$ 500/km^2. Na prorrogação da fase de exploração e na de desenvolvimento, varia de R$ 20,00 a R$ 1.000/km^2 e na fase de produção varia de R$ 100 a R$ 5.000/km^2**.** Aos proprietários da terra o pagamento equivale a um percentual variável entre 0,5 a 1,0% da produção de petróleo ou gás natural, a critério da Agência Nacional do Petróleo. A participação será distribuída na proporção da produção realizada nas propriedades regularmente demarcadas. Em termos de *royalties* da exploração de recursos minerais energéticos, o Paraná recebeu, de 1994 a 2001, cerca de R$ 22 milhões, dos quais R$ 8 milhões destinados diretamente ao estado e R$ 14 milhões aos seus municípios (tabela 68).

***Royalties* recebidos pelo Paraná da produção de petróleo e gás - 1994-2001- em mil R$ -**

Beneficiários	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
Total	***803***	***1.387***	***1.838***	***2.072***	***1.682***	***2.958***	***6.094***	***5.198***	***22.032***
Estado do Paraná	419	721	924	966	617	1.019	2.151	1.496	8.313
Municípios do Paraná	384	666	914	1.106	1.065	1.939	3.943	3.702	13.719

.

Tabela 68 - *Royalties* da produção de petróleo e gás entre 1994 e 2001. Fonte: ANP/SPG, conforme as leis 7.990/89 e 9.478/97 e o decreto 2.705/98 (ANP, 2002).

Em 2001**,** o Estado do Paraná recebeu de *royalties* relativos a produção de minerais energéticos cerca de R$ 5,2 milhões, sendo R$ 1,5 milhões para o Estado e R$ 3,7 milhões aos municípios. O município que mais recebeu foi o de Araucária, onde está localizada a refinaria, cerca de R$ 2,22 milhões. Os municípios pertencentes à Região Metropolitana de Curitiba ficaram com 68,6% da cota destinada aos municípios paranaenses (tabela 69).

***Royalties* de petróleo e gás creditados aos municípios do Paraná em 2001**
- (R$ - últimos 12 meses de repasse) -

Município	*Últimos 12 meses*		*Município*	*Últimos 12 meses*
Araucária	2.221.336,72		Campo Magro	10.826,96
Matinhos	604.712,89		Itaperuçu	10.703,09
Guaratuba	454.135,83		Cerro Azul	10.589,23
Pontal do Paraná	35.129,65		Mandirituba	10.263,15
Colombo	17.655,38		Morretes	10.149,29
Curitiba	17.655,38		Quitandinha	10.149,29
São Jose dos Pinhais	17.655,38		Quatro Barras	9.938,16
Paranaguá	17.428,52		Contenda	9.710,45
Pinhais	16.002,72		Tijucas do Sul	9.385,45
Campo Largo	15.888,86		Balsa Nova	8.946,56
Almirante Tamandaré	15.563,83		Adrianópolis	8.822,67
Piraquara	14.473,90		Agudos do Sul	8.822,67
Fazenda Rio Grande	13.910,11		Bocaiúva do Sul	8.822,67
Lapa	13.357,35		Campo do Tenente	8.822,67
Campina Grande do Sul	12.469,64		Doutor Ulysses	8.822,67
Rio Negro	12.030,78		Guaraqueçaba	8.822,67
Rio Branco do Sul	11.704,69		Pien	8.822,67
Antonina	11.028,10		Porto Amazonas	8.822,67
			Tunas do Paraná	8.822,67
			Total	***3.702.205,39***

Municípios pertencentes a RMC

Tabela 69 – Resumo dos *royalties* de petróleo e gás (ANP, 2003).

6.1.6 - COMPENSAÇÃO FINANCEIRA DE MINERAIS NÃO ENERGÉTICOS E ICMS

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM, estabelecida pela Constituição de 1988, em seu Art. 20°, § 1º, é devida aos estados, ao Distrito Federal, aos municípios e aos órgãos da administração da União, como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios (DNPM, 2001c). Os percentuais foram definidos de acordo com as substâncias minerais extraídas, e são os seguintes, sendo que a maioria dos bens minerais produzidos na Região Metropolitana de Curitiba se enquadra na alíquota de 2%:

- Minério de alumínio, manganês, sal-gema e potássio: 3%;
- Ferro, fertilizantes, carvão e demais substâncias minerais: 2%;
- Pedras preciosas e coradas lapidáveis, carbonados e metais nobres: 0,2%;
- Ouro: 1%, sendo isenta a produção dos garimpeiros.

A distribuição da CFEM obedece aos seguintes percentuais:

- Estados e Distrito Federal: 23%;
- Municípios: 65%;
- DNPM e IBAMA: 12% (2% desta cota parte – 0,2% cabe à proteção ambiental em regiões mineradas, por intermédio do IBAMA); e 2% para um fundo nacional de desenvolvimento científico e tecnológico do setor mineral.

Lei 8.901/94 – Define a participação do proprietário do solo nos resultados da lavra. Todo minerador é obrigado a pagar ao proprietário do solo (superficiário), 50% da compensação financeira – CFEM – devida às entidades públicas acima mencionadas.

Constitui fato gerador da CFEM a saída por venda do produto mineral das áreas da jazida, mina, salina ou outros depósitos minerais, além da transformação industrial do produto mineral ou mesmo o seu consumo por parte do minerador.

A compensação financeira é calculada sobre o valor do faturamento líquido, obtido por ocasião da venda do produto mineral. Para efeito do cálculo da CFEM considera-se faturamento líquido o valor da venda do produto mineral, deduzindo-se os tributos que incidem na comercialização, como também as despesas com transporte e seguro.

Quando não ocorre a venda porque o produto mineral é consumido, transformado ou utilizado pelo próprio minerador, então se considera como valor para efeito do cálculo da CFEM a soma das despesas diretas e indiretas ocorridas até o momento da utilização do produto mineral.

O pagamento da compensação financeira deve ser efetuado mensalmente até o último dia útil do segundo mês subseqüente ao fato gerador, devidamente corrigido. O Banco do Brasil S.A. efetua o recebimento relativo à compensação financeira por meio da guia de recolhimento/CFEM. Os estados e municípios serão creditados com recursos da CFEM, em suas respectivas contas de movimento específicas, no sexto dia útil que sucede ao recolhimento por parte das empresas de mineração.

Os recursos originados da CFEM não poderão ser aplicados em pagamento de dívida ou no quadro permanente de pessoal da União, dos estados, Distrito Federal e dos municípios. As respectivas receitas deverão ser aplicadas em projetos que direta ou indiretamente revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infra-estrutura, da qualidade ambiental, da saúde e da educação.

Sobre as atividades de extração mineral incidem onerações e participações, definidas em leis específicas e também na legislação tributária, comum às demais atividades econômicas, conforme se discrimina na seqüência.

ICMS – é o imposto estadual incidente sobre o valor adicionado gerado nas operações de circulação de mercadorias e na prestação de serviços de transporte e de comunicação. As alíquotas típicas do ICMS em função da natureza das operações são:

- 17% para as operações dentro de uma mesma unidade da federação e para as importações;
- 12% para as operações interestaduais;
- 7% para as operações interestaduais originárias nas regiões sul e sudeste e destinadas às regiões norte, nordeste e centro oeste e ao Estado do Espírito Santo;
- 13% para as exportações de um modo geral.

6.2 - Legislação Ambiental

6.2.1 - ARCABOUÇO LEGAL

O meio ambiente é contemplado no Capítulo VI da Constituição Federal de 1988, de onde se destaca o artigo 225°: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". No § 1º , inciso IV, este artigo incumbe ao poder público "exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade". O § 2º determina: "Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei".

Uma ampla legislação, incluindo-se neste universo as regulamentações e resoluções do CONAMA e os instrumentos estaduais e municipais equivalentes, constituem o arcabouço legal complementar ao determinado na Constituição. Deve-se ressaltar que muitas destas leis têm origem anterior a Constituição de 1988, não tendo sido posteriormente adaptadas às novas bases legais. Por outro lado, leis complementares previstas na Constituição ainda não foram editadas. Estes fatores concorrem para diversas indefinições, sendo a mais grave a sobreposição de competência. Neste aspecto são claros os artigos 22º e 23º da Constituição. Compete à União legislar sobre o tema, ressalvada a competência comum federal, estadual e municipal para o registro, acompanhamento e fiscalização do setor mineral, conforme normas de cooperação a serem definidas em lei complementar ainda não existente.

A Constituição do Estado do Paraná de 1989, no capítulo da ordem social, em seu artigo 207° reafirma o artigo 225° da Constituição Federal, ao dispor: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao estado, aos municípios e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presente e futuras, garantindo-se a proteção dos ecossistemas e o uso racional dos recursos ambientais”. O meio ambiente ainda é especificamente mencionado em capítulos relativos ao desenvolvimento urbano, planos diretores e aproveitamento de recursos naturais.

Os municípios devem se ater aos limites de sua competência, prevista no artigo 23° da Constituição Federal. É competência comum da União, dos estados e dos municípios “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”. Caberá aos municípios “legislar sobre assuntos de interesse local e suplementar a legislação federal e estadual no que couber, ao adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” através dos instrumentos legais de implantação de uma política municipal de meio ambiente. Esses instrumentos estão descritos na seqüência:

- Lei de uso e ocupação do solo: de acordo com o CONAMA, essa lei tem por objetivo regulamentar a utilização do solo. Por se tratar de matéria de interesse local é de competência exclusiva do município. Na lei devem ser determinadas as exigências fundamentais de ordenação do solo para evitar a degradação do meio ambiente e os possíveis conflitos de uso e ocupação e serem previstos os requisitos mínimos para exploração dos recursos naturais. Ao município cabe licenciar no interesse local, as atividades de extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, exigindo laudo prévio do órgão especializado, para garantir as características naturais da

área explorada. As vantagens para o município que se preocupa com a regulamentação dessa atividade são: aumento da arrecadação tributária; aumento na oferta de empregos; redução dos conflitos de competências; proteção ambiental. A importância de inserir as atividades de extração mineral no plano de diretor ou na lei de uso e ocupação do solo está no fato de ambos serem instrumentos de planejamento e gestão. A mineração é especial pela rigidez locacional e a singularidade de cada jazida.

- Plano diretor: instrumento "obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana" (C.F., art. 182° e C.E., art. 152°). Recentemente o Estatuto da Cidade (ver item 6.6) ampliou esta obrigatoriedade, incluindo as cidades componentes de regiões metropolitanas, mesmo que não tenham mais de 20.000 habitantes. Para elaborar um plano diretor é necessário considerar as relações entre o homem, a sociedade e a natureza.

Além destes aspectos de cunho eminentemente constitucional, existe extensa legislação complementar, sobre a gestão do meio ambiente ou ecossistemas específicos.

Código Florestal: lei federal 4.771/65, alterada pelas leis 7.803/89 e 7.875/89, acentua a idéia de conservação e preservação de coberturas arbóreas devido as suas funções protetoras. Não se restringe somente às florestas, mas também às demais formas de vegetação nativa ou vegetação existente sem a intervenção do homem. Nas áreas de preservação permanente não é permitido qualquer tipo de extração mineral.

Lei 5.197/67: dispõe sobre a proteção à fauna.

Lei 997/76: dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente, com redação alterada pela lei 8.943/94.

Lei 6.766/79: dispõe sobre o parcelamento do solo urbano.

Lei 6.902/81: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental.

Lei 6.938/81: dispõe sobre a política nacional do meio ambiente. Dentre os instrumentos instituídos destacam-se o zoneamento ambiental, a avaliação de impacto ambiental e o licenciamento ambiental, como pré-requisitos para o financiamento e a implantação de quaisquer atividades potencialmente poluidoras ou modificadoras.

Lei 9.605/98: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. No capítulo V, seção III, art. 55º, define que "executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida, acarreta pena de detenção, de seis meses a um ano e multa". Em parágrafo único explicita que "nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente".

Decreto federal 97.632/89: regulamentou a lei 6.938/81, explicitando em seu artigo 1º que os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do EIA - Estudo de Impacto Ambiental e do RIMA - Relatório de Impacto Ambiental, submeter à aprovação do órgão ambiental competente o Plano de Recuperação de Área Degradada e para os empreendimentos já existentes, deverá ser apresentado ao órgão ambiental competente, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a partir da data de publicação deste decreto, um Plano de Recuperação da Área Degradada.

Decreto 99.274/90: regulamentou a lei 6.902/81 e a lei 6.938/81 e condicionou o licenciamento à elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. O mesmo decreto instituiu três tipos de licenças:

- Licença Prévia (LP), correspondente à fase de planejamento, análise de viabilidade e projeto básico do empreendimento. Para sua obtenção, é necessária a apresentação do EIA/RIMA e de uma certidão da prefeitura municipal, declarando que as características e a localização do empreendimento estão de acordo com as leis e regulamentos administrativos. No caso específico dos minerais de Classe II, a resolução 010 de 1990 permite a dispensa de EIA/RIMA, a critério dos órgãos competentes, que neste caso é substituído pelo RCA (Relatório de Controle Ambiental);
- Licença de Instalação (LI) corresponde à fase de projeto executivo e de instalação do empreendimento. Para sua concessão, é necessária a apresentação de um PCA (Plano de Controle Ambiental), que contemple, na forma de projetos executivos, as proposições conceituais de controle e reabilitação ambiental do EIA/RIMA. Nesta etapa, é necessária a apresentação da licença para desmate (se for o caso) e, para os minerais concedidos no sistema de portaria de lavra, de cópia da aprovação do PAE (Plano de Aproveitamento Econômico) pelo DNPM;
- Licença de Operação (LO) é concedida mediante comprovação da implantação dos sistemas projetados no PCA e apresentação de cópia da portaria de lavra ou do registro do licenciamento no DNPM (para classe II). Esta etapa do licenciamento corresponde a etapa de implantação final, operação e desativação do empreendimento. No Paraná, a rotina dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos minerários se faz por meio do IAP pela resolução SEMA 031/98, modificada pela resolução 005/2001.

Decreto 750/93: dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da mata atlântica.

Resoluções CONAMA: o Conselho Nacional do Meio Ambiente emitiu diversas resoluções que têm reflexo na mineração, dentre as quais se destacam as comentadas a seguir.

- Resolução 004/85 - define as reservas ecológicas;
- Resolução 010/90 - alterada pela lei 9.314/96, baseia-se na necessidade de se estabelecerem critérios específicos para o licenciamento ambiental de lavras de substâncias minerais de uso imediato na construção civil, visando o melhor controle dessa atividade conforme preconizam as leis 6.567/78, 6.938/81, 7.804/89 e 7.805/89;
- Resolução 002/96 - fundamenta-se na necessidade de implantação de unidades de conservação/compensação de domínio público e uso indireto, para fazer face à reparação dos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas na operação de empreendimentos de relevante impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento no EIA-RIMA;
- Resolução 237/97 - define competências ao órgão ambiental municipal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo estado por instrumento legal ou convênio. Esta resolução é conflitante com a Constituição Federal e resolução CONAMA 001/86.

6.2.2 – O CÓDIGO FLORESTAL E RESOLUÇÕES DO CONAMA

Um dos principais conflitos da mineração com o meio ambiente deve-se ao Código Florestal (lei 4.771 de 15/09/65 e alterações posteriores). Pelo Código Florestal, consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, numa faixa marginal variando de 30 a 500 metros de largura, a depender da largura do curso d'água; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", num raio mínimo de 50 metros de largura; no topo de morros, montes, montanhas e serras; nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.

No caso de áreas urbanizadas e em regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo. A supressão de florestas de preservação permanente é admitida em determinadas circunstâncias, conforme o artigo 3°, com

prévia autorização do poder executivo federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

Definições sobre área de preservação permanente, utilidade pública, interesse social e critérios para autorização de supressão de vegetação em áreas de preservação permanente, vieram posteriormente através de medida provisória. A medida provisória 2166-67 de 24 de agosto de 2001 alterou artigos e acresceu dispositivos à lei 4.771/65 (Código Florestal). São consideradas áreas de preservação permanente aquelas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem e a estabilidade geológica, entre outros objetivos. A supressão da vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou social, caracterizada em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa locacional ao empreendimento proposto. A supressão dependerá de autorização do órgão ambiental competente.

Por fim o Código Florestal (lei 4.771/65 e alterações posteriores) estabelece que constitui contravenção penal, extrair, sem prévia autorização, bens minerais de áreas de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente. Esta contravenção é punível com prisão ou multa, conforme prevê o Código Florestal.

A Resolução 303 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 20 de março de 2002, estabelece parâmetros, definições e limites referentes às áreas de preservação permanente. Estas definições praticamente impedem a prática da mineração na RMC, caso esta atividade não seja considerada de interesse social ou de utilidade pública. Esta resolução define como “nível mais alto”, a partir do qual se estabelecerá a faixa marginal de preservação permanente, o nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d’água, o que equivale praticamente a todo a planície aluvionar, já que não estabelece periodicidade para esta ocorrência. Define morro a elevação do terreno com cota do topo em relação à base entre 50 e 300 metros com declividade superior a 30% na linha de maior declividade, o que deve enquadrar neste conceito grande parte da mineração concentrada, por exemplo, nos distritos calcários de Morro Azul e Morro Grande.

6.2.3 - O IMPACTO AMBIENTAL DA MINERAÇÃO DO PONTO DE VISTA LEGAL

A extração mineral, como várias outras atividades antrópicas, é potencialmente degradadora do meio ambiente. Uma característica da mineração é o recurso natural não renovável, e por mais que se desenvolva dentro dos melhores padrões de controle ambiental, sempre resultará num impacto residual, que pode ser corrigido através da reabilitação de áreas degradadas.

Este fato é reconhecido na Constituição Federal no artigo 225°, que determina a recuperação das áreas degradadas pela extração mineral. Se, por um lado, isto significa uma obrigação, também configura o reconhecimento de que a atividade mineral pode degradar o meio ambiente. Esta permissão está condicionada à alteração temporária do uso da área da mina e ao cumprimento dos quesitos de manutenção dos padrões de qualidade ambiental (ar, água, solo, ruídos, vibrações, etc) e de conservação da flora e da fauna. Esta menção está contida na publicação “Diretrizes ambientais para o setor mineral”, (projeto BRA/94/016 - MMA, 1997), que contou com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD (BRASIL, 1997).

A contrapartida dada pela mineração à “permissão de degradar”, é a apresentação de um compromisso de recuperar a área através de um plano de reabilitação da área. Em alguns países, esta contrapartida é garantida por uma caução, no valor equivalente ao custo da reabilitação pretendida. Em atendimento ao dispositivo constitucional citado, foi instituído o decreto 97.632/89, que exigia de todos os empreendimentos de extração mineral em operação no país a apresentação de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, num prazo máximo de 180 dias. Este decreto estabeleceu ainda que, para novos empreendimentos do gênero, o PRAD deve ser apresentado durante o processo de licenciamento ambiental.

6.3 - As Unidades de Conservação da RMC

6.3.1 - ASPECTOS GERAIS

As unidades de conservação são contempladas na lei 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, estabelecendo critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação. As unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas:

I - Unidades de proteção integral; onde o objetivo básico é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos em lei. É composto pelas seguintes categorias: estação ecológica; reserva biológica; parque nacional; parque estadual, monumento natural e refúgio de vida silvestre.

II - Unidades de uso sustentável, ou seja, onde se pode compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

O artigo 27° da lei 9.985/00 estabelece que as unidades de conservação devem dispor de um plano de manejo abrangendo a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.

O artigo 28° define que são proibidas, nas unidades de conservação, quaisquer alterações, atividades ou modalidades de utilização em desacordo com os seus objetivos, o seu plano de manejo e seus regulamentos.

A Região Metropolitana de Curitiba contempla 23 unidades de conservação que abrangem as categorias definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação -SNUC. Algumas não se encontram integralmente inseridas dentro da RMC conforme pode ser visto no mapa em anexo (Volume II).

6.3.2 - AS UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL DA RMC

As Áreas de Proteção Ambiental – APAs, são unidades de conservação que têm como objetivo assegurar o bem estar das populações humanas e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais. Assim, as APAs são espaços territoriais sujeitos a uma série de leis, resoluções e decretos nos três níveis administrativos. A disciplina específica das áreas de proteção ambiental também está prevista na lei federal 6.902/81. Este diploma legal traz as características básicas das APAs em seu art. 15°.

No caso específico da mineração nas Áreas de Proteção Ambiental, a resolução 10/88 do CONAMA não proíbe expressamente a sua prática, mas dispõe que sua exploração depende da comprovação pelo interessado de que não será causado nenhum dano ambiental.

A lei federal 7.805/89 alterou o Código de Mineração e criou o regime de permissão de lavra garimpeira, extinguindo o regime de matrícula. Esta lei determina também que o órgão público que administre ou fiscalize qualquer das unidades de conservação – em que se incluem as áreas de

proteção ambiental - está vinculado constitucionalmente às finalidades dessas unidades e, portanto, deve ser o responsável pela autorização da prática da mineração nessas áreas.

Também é preciso destacar que nas áreas de preservação permanente (artigos 2° e 3° da lei 4.771/65 – Código Florestal) a atividade da mineração (como extração de areia ou a exploração de jazidas em encostas) pode acarretar danos à vegetação de preservação permanente, para o que devem obrigatoriamente atentar o DNPM e os órgãos ambientais estaduais.

A seguir são descritas as principais características das unidades de uso sustentável dentro da Região Metropolitana de Curitiba.

APA Federal de Guaraqueçaba

A Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba foi criada pelo decreto lei 90.883/85, e se localiza no litoral norte do Estado do Paraná, com apenas uma parte dentro do conjunto da RMC, abrangendo a extensão total de 291.500 ha e um contingente populacional da ordem de 9.500 habitantes. Os objetivos desta APA são: *"*Assegurar a proteção de uma das últimas áreas representativas da Floresta Atlântica, onde se encontram espécies raras e ameaçadas de extinção, bem como do complexo estuarino da Baia de Paranaguá, os sítios arqueológicos, as comunidades caiçaras integradas no ecossistema regional; normalizar e garantir a aplicação das diretrizes que indiquem as formas de uso dos recursos naturais na APA (agricultura, pecuária, turismo, silvicultura, pesca, extrativismo florestal, etc.); e proteger o entorno da Estação Ecológica de Guaraqueçaba –ESEC*"*.

Atualmente a APA de Guaraqueçaba conta com um zoneamento elaborado e proposto pelo IPARDES, que apesar de apresentar um conjunto orientações técnico-econômicas não foi normalizado e nem homologado em portaria pelo IBAMA, devendo embasar um futuro plano de manejo.

As orientações gerais que constam no documento citado acima em relação à mineração dizem que a atividade de mineração poderá ser desenvolvida, considerando o que segue:

- A adoção de medidas de tratamento de efluentes para que seu lançamento se dê em qualidade compatível com a classificação das bacias receptoras;
- A execução dos dispositivos hidráulicos, no caso de lançamento de efluentes, que assegurem a estabilidade à erosão dos pontos de lançamento e corpos receptores;
- A obrigatoriedade de que a disposição de estéreis e rejeitos de mineração seja feita em local adequado, sem implicar a contaminação de mananciais, corpos e cursos d'água;
- A recomposição florística de quaisquer áreas desmatadas, mediante emprego diversificado de essências nativas adequadas pertencentes à mata original;
- O recobrimento das áreas de disposição de estéreis e rejeitos de mineração por espécimes autóctones adequados;
- A realização de estudos especiais para garantir a preservação de áreas e locais de ocorrência de conjuntos de importância histórica, artística, etnológica e/ou paisagística.

Na APA de Guaraqueçaba, a mineração não será permitida:

- Nas áreas de ocorrência de associações vegetais relevantes, bem como em áreas e sítios de importância para a reprodução e sobrevivência de espécies animais raras, endêmicas e/ou ameaçadas de extinção;
- Nas áreas e locais de ocorrência de sítios históricos e/ou sítios arqueológicos, incluindo seus entornos imediatos, que não deverão ser inferiores a 80 metros;
- Nas faixas de proteção dos mananciais, corpos e cursos d'água, como preconiza a legislação vigente.

O Relatório de Impacto Ambiental (Rima), exigido para qualquer atividade mineral pela resolução do CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986, deverá conter no Plano de Impactos Negativos (PIN):

- Projeto de separação e estocagem do solo orgânico, que será decapeado para vir a ser reutilizado na restauração das superfícies mineradas;
- Projeto de retenção de estéreis e rejeitos;
- Estudos específicos sobre a aplicabilidade dos rejeitos;
- Plano de tratamento dos rejeitos que venham a ser despejados diretamente nos rios;
- Projeto de recuperação da paisagem e do solo, que atue concomitantemente com os trabalhos de extração.

APA Estadual de Guaratuba

A Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, criada pelo decreto estadual 1.234, de 27 de março de 1992, abrange parte dos municípios de Guaratuba, Matinhos, Tijucas do Sul, São José dos Pinhais, Morretes e uma pequena porção de Paranaguá, cobrindo 137.187 ha. Foi criada para "compatibilizar o uso racional dos recursos ambientais da região, e a ocupação ordenada do solo, proteger a rede hídrica, os remanescentes da floresta atlântica e de manguezais, os sítios arqueológicos e a diversidade faunística, bem como disciplinar o uso turístico e garantir a qualidade de vida das comunidades caiçaras e da população local".

Atualmente existe um zoneamento proposto e encaminhado ao Instituto Ambiental do Paraná pelo Programa Pró-Atlântica que dispõe que as atividades de mineração deverão ser submetidas, além do atendimento à legislação vigente, também aos comitês locais ou ao conselho gestor que emitirá parecer acerca da possibilidade de sua implementação ou não, conforme seu porte, localização e os objetivos da APA.

APA Estadual da Escarpa Devoniana

A Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana foi criada pelo decreto estadual 1.231, de 27 de março de 1992, com o objetivo de assegurar a proteção do limite natural entre o primeiro e o segundo planalto paranaense, inclusive à faixa de campos gerais, que se constituem em ecossistema peculiar que alterna capões da floresta de araucária, matas de galerias e afloramentos rochosos, além de locais de beleza cênica como os *canyons* "e vestígios arqueológicos e pré-históricos". Atualmente encontra-se em fase de elaboração o plano de manejo desta APA.

Estão incluídos dentro desta unidade de conservação, que extrapola a RMC, parte dos municípios da Lapa, Porto Amazonas, Balsa Nova, Palmeira, Ponta Grossa, Castro, Tibagi, Piraí do Sul, Jaguariaíva e Sengés, perfazendo uma área total de 392.363,38 hectares.

APA Estadual do Passaúna

Esta unidade de conservação foi estabelecida pelo decreto estadual 458, de 05 de junho de 1991, localizada nos municípios de Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo e Curitiba com área de 16.020,04 ha. Tem por objetivo a proteção e a conservação da qualidade ambiental e dos sistemas naturais ali existentes, em especial a qualidade e a quantidade da água para fins de abastecimento público, estabelecendo medidas e instrumentos para gerenciar todos os fenômenos e seus conflitos advindos dos usos variados e antagônicos na área contígua ao reservatório da barragem de captação do rio Passaúna.

O decreto 5.063 de 20.11.2001 altera e atualiza o zoneamento ecológico econômico da APA do Passaúna. Com relação às atividades de mineração consta no Capítulo VI, artigo 15°, a seguinte

disposição: “As atividades de mineração já licenciadas devem atender às recomendações das medidas ambientais pertinentes e/ou Plano de Recuperação Ambiental além do atendimento à legislação ambiental aplicável”.

APA Estadual do Pequeno

Foi instituída pelo decreto 1.752, publicado no Diário Oficial em de 06 de maio de 1996, na área de manancial da bacia hidrográfica do rio Pequeno, sendo denominada de APA Estadual do Pequeno, localiza-se no município de São José dos Pinhais, com área aproximada de 6.200 hectares.

Tem por objetivo a proteção e a conservação da qualidade ambiental e dos sistemas naturais existentes, em especial a qualidade e a quantidade d’água para fins de abastecimento público, estabelecendo medidas e instrumentos para gerenciar os fenômenos e conflitos advindos dos usos variados e antagônicos na bacia hidrográfica do rio Pequeno, em particular o reservatório para abastecimento público.

Situa-se na área leste da Região Metropolitana de Curitiba abrangendo parte do município de São José dos Pinhais e compreende as áreas a montante da barragem, em área de contribuição hídrica da represa do Pequeno. A APA já dispõe de um zoneamento aprovado.

APA Estadual de Piraquara

Criada pelo decreto 1.754, em 06 de maio de 1996, a APA de Piraquara também tem como objetivos aqueles discriminados para as APAs do Passaúna e do Pequeno.

Localizada no município de Piraquara possui área aproximada de 8.881 hectares, dispondo de zoneamento ecológico econômico aprovado pelo decreto 6.706, de 9.12.02, contendo apenas especificações gerais para atendimento da legislação ambiental no que tange ao item mineração.

APA Estadual do Iraí

Instituída pelo Decreto 1.753 de 06 de maio de 1996, a APA do Iraí também tem os mesmos objetivos discriminados para as APAs do Passaúna, do Pequeno e de Piraquara.

Situa-se nos municípios de Colombo, Piraquara, Pinhais, Campina Grande do Sul e Quatro Barras, numa área aproximada de 11.536 hectares, tendo seu zoneamento ecológico econômico aprovado pelo decreto 2.200 de 12.06.00.

Com relação às atividades minerárias, o zoneamento da APA do Iraí estabeleceu a ZEMC – Zona de Extração Mineral Controlada, compreendendo as áreas onde atualmente se desenvolve a explotação no distrito mineiro de Quatro Barras. Estas zonas estão dentro das áreas de restrição à ocupação cuja delimitação foi feita a partir das áreas de interesse de preservação com o objetivo de promover a recuperação e a conservação dos recursos naturais, assegurando a manutenção da biodiversidade e a conservação do ecossistema. Além disso, o artigo 9°, item 3, relaciona que as atividades de mineração já licenciadas devem atender às recomendações das medidas ambientais pertinentes e/ou plano de recuperação ambiental além do atendimento à legislação ambiental aplicável.

APA Estadual do Rio Verde

Instituída pelo decreto 2.375, de 28 de julho de 2000, a APA do Rio Verde está localizada nos municípios de Araucária e Campo Largo, com uma área aproximada de 147,56 km^2, possuindo os mesmos objetivos discriminados para as APAs do Passaúna, do Pequeno, Piraquara e Iraí. O zoneamento ecológico econômico da APA encontra-se em fase de aprovação.

APA da Serra do Mar

A APA da Serra do Mar ainda não está constituída legalmente, correspondendo na realidade à Área Especial de Interesse Turístico do Marumbi - AEIT, e abrangendo uma superfície de 66.732,99 hectares. Cobre parte dos municípios de Campina Grande do Sul, Antonina, Morretes, São José dos Pinhais, Piraquara e Quatro Barras. O plano de manejo da futura APA encontra-se atualmente em fase de elaboração.

A AEIT foi criada pela lei estadual 7.389, em 12 de novembro de 1980, e regulamentada pelo decreto 2.722, de 14 de março de 1984, que disciplinou o controle e as condições para a ocupação do solo considerando os aspectos referentes aos bens de valor histórico, artístico, arqueológico ou pré-histórico, à proteção dos recursos naturais renováveis, às paisagens notáveis e às localidades e acidentes naturais adequados ao repouso e à pratica de atividades recreativas, desportivas e de lazer. A lei estadual 12.243/98 revogou a lei 7.389, mas manteve a AEIT instituída bem como o decreto regulamentador 2.722.

Na área da APA da Serra do Mar estão inseridos seis parques estaduais, denominados respectivamente de Pico do Marumbi, Graciosa, Pau-Oco, Engenheiro Roberto Ribas Lange, Serra da Baitaca e Pico do Paraná. Dentre os parques citados, apenas o Pico do Marumbi foi contemplado com um plano de manejo e que se mantém atual. Dentro da RMC, a maioria destes parques aparece em pequenas porções nos limites da Serra do Mar.

6.3.3 – OUTRAS UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL

Floresta Nacional do Açungui

A Floresta Nacional do Açungui, criada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, através da portaria 559 de 25 de outubro de 1968, localiza-se no município de Campo Largo, distrito de Três Córregos, perfazendo uma área de 728,78 ha.

Floresta Estadual do Passa Dois

A Floresta Estadual do Passa Dois foi criada pelo decreto 6.594, de 23 de fevereiro de 1990, no município da Lapa, com área total de 275,61 hectares.

Floresta Estadual Metropolitana

A Floresta Estadual Metropolitana foi criada pelo decreto 4.404, de 14 de dezembro de 1988, no município de Piraquara com a área total de 455,2970 hectares.

Tombamento da Serra do Mar

Deve ser considerado ainda o Tombamento da Serra do Mar, realizado pela Coordenadoria do Patrimônio Histórico, Artístico e Cultural do Paraná, buscando garantir a preservação das paisagens naturais de grande valor histórico e cultural, e assegurar a manutenção das matas nativas, que representam a maior reserva de floresta original do Paraná (decreto estadual 2290, de 05/06/86).

A área do tombamento abrange uma superfície aproximada de 386.000 ha, disposta em faixa S-NE. Com relação às atividades de mineração, estas poderão ser desenvolvidas mediante observância dos seguintes princípios gerais (inciso 1°):

- Adoção de medidas de tratamento de efluentes para que o lançamento se dê em qualidade compatível com a classificação das bacias receptoras;
- A execução dos dispositivos hidráulicos no caso de lançamento de efluentes que assegurem a estabilidade à erosão dos pontos de lançamento e corpos receptores;
- A disposição dos rejeitos de mineração deverá ser feita em local adequado, sem implicar alterações significativas dos caracteres dominantes da paisagem, na contaminação de mananciais, corpos e cursos d'água, e com recobrimento vegetal por espécimes autóctones adequadas;
- Recomposição florística de quaisquer áreas desmatadas, mediante emprego diversificado de essências nativas adequadas pertencentes à mata original.

Inciso 2º: Além dos princípios gerais observados no inciso 1°, aplicam-se às áreas de serra, de encostas intermediárias e de planalto dissecado, os seguintes:

- A alteração dos caracteres dominantes de paisagem estará condicionada à apreciação quanto à relevância;
- A adoção de critérios geológicos e execução de obras de contenção que assegurem a estabilidade das encostas exploradas e/ou afetadas no decorrer do período de exploração e após o seu término;
- Nos casos de exploração a céu aberto será obrigatória a recomposição do terreno que se dará concomitantemente ao aproveitamento comercial da jazida.

Inciso 3º: Não será concedida anuência prévia para desenvolvimento de atividades minerárias nos seguintes casos:

- Nas áreas de ocorrência de associações vegetais relevantes, bem como em áreas e sítios de importância para reprodução e sobrevivência de espécies animais ameaçadas de extinção;
- Nas áreas e locais de ocorrência de conjuntos de importância histórica, artística, etnológica, paisagística e/ou sítios arqueológicos , incluindo seus entornos imediatos cujas dimensões e características serão estabelecidas caso a caso;
- Nas faixas de proteção dos mananciais, corpos e cursos d'água como preconiza a legislação vigente.

6.3.4 - UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL

Além do Parque das Lauráceas, situado no município de Adrianópolis na área montanhosa do Vale do Ribeira, com floresta atlântica preservada, existe uma série de parques estaduais nos maciços da Serra do Mar, circunscritos pela AEIT do Marumbi. São os Parques do Pico Paraná, Pico Marumbi, Pau Oco, Serra da Baitaca, Roberto Ribas Lange e da Graciosa, já referidos na descrição da futura APA da Serra do Mar.

Outras unidades menores são encontradas na RMC, contemplando rochas calcárias (Parque Estadual de Campinhos) e os arenitos da Lapa (Parque Estadual do Monge). As menores unidades são: Parque João Paulo II, situado na área central de Curitiba e o Parque Wachowicz, em Araucária. Este parque não está representado na carta de unidades de conservação em anexo (Volume II), pois não foram fornecidos os seus limites pela Secretaria do Meio Ambiente e pela Prefeitura de Araucária.

Por definição, nestas unidades não é permitida a mineração, a não ser em casos excepcionais que poderão ser avaliados pelas autoridades ambientais. As unidades referidas estão resumidas na tabela 70.

Unidade de conservação	Data e instrumento de criação	Descrição	Situação atual
Parque Estadual da Graciosa	Decreto estadual 7.302 de 24.09.90.	Localizado no município de Morretes com área de 1.189,5804 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual das Lauráceas	Decreto estadual 729 de 27.06.79, alterado pelo decreto estadual 5.894 de 10.10.89.	Localizado no município de Adrianópolis com área de 23.863,4859 ha.	Plano de manejo entregue, em processo de avaliação
Parque Estadual de Campinhos	Decreto estadual 31.013 de 20.07.60.	Localizado no município de Bocaiúva do Sul com área de 204, 41 ha, com o fim de proteger as grutas calcárias da região.	Plano de manejo em fase de aprovação
Parque Estadual do Monge	Lei estadual 4.170 de 22.02.60.	Localizado no município da Lapa com uma área de 371,6 ha.	Plano de manejo em revisão
Parque Estadual Pau-Oco	Decreto estadual 4.266 de 21.11.94.	Localizado no município de Morretes com área de 905,5820 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual Pico do Marumbi	Decreto 7.300 de 24.09.90.	Localizado no município de Morretes com área de 2.342,4148 ha.	Com plano de manejo
Parque Estadual João Paulo II	Lei estadual 8298 de 08.05.86	Localizado no município de Curitiba com área de 46.337 m^2.	Consolidado – área urbana
Parque Estadual Serra da Baitaca	Decreto estadual 5.765 de 05.06.02.	Municípios de Quatro Barras e Piraquara, com uma área de 3053,21 ha. com objetivos básicos de conservar amostras do bioma floresta ombrófila densa, fauna, solo e águas interiores e promover atividades que não provoquem alteração no ecossistema e dar sustentabilidade à preservação.	Sem plano de manejo
Parque Estadual Pico Paraná	Decreto estadual 5.679 de 05.06.02.	Localizado no município de Morretes com uma área de 2.342,4148 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual Roberto Ribas Lange	Decreto estadual 4.267 de 24.11.94.	Localizado nos municípios de Morretes e Antonina com área total de 2.698,6886 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual Professor José Wachowicz	Decreto estadual 5.766 de 05.06.02.	Localizado no município de Araucária (área de 119,05 há) com objetivo de preservar a *Araucaria angustifolia* (pinheiro do Paraná) bem como ambientes fluviais ligados ao rio Iguaçu proporcionando a proteção integral da biodiversidade.	Sem plano de manejo

Tabela 70 - Resumo das unidades de conservação integral e instrumentos legais de criação. Fonte: Diário Oficial do Estado.

6.3.5. - OS MANANCIAIS DA RMC

A preservação dos mananciais é crucial e desempenha papel fundamental no planejamento metropolitano. Para preservação das fontes de água na Região Metropolitana de Curitiba, foi criado o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais. Assim, segundo o decreto

estadual 1.751 de 06 de maio de 1996, ficaram declaradas como áreas de proteção especial as áreas de mananciais delimitadas, com base na lei federal 6.766 de 19 de dezembro de 1999, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, atribuindo aos estados a responsabilidade de disciplinar a aprovação pelos municípios de áreas de interesse especial.

As áreas de mananciais da RMC encontram-se sob forte pressão de ocupação, pela expansão do núcleo urbano central da RMC, principalmente na porção a leste e norte de Curitiba, que atinge mais intensamente os municípios de Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais e Campina Grande do Sul, Colombo e Almirante Tamandaré. Os interesses e conflitos são centrados na disputa territorial, envolvendo incorporadoras imobiliárias e os interesses de zoneamento municipal, obras de infra-estrutura e de distritos industriais, além das próprias obras de represas para captação de água (represas existentes: Passaúna, do Iraí e Piraquara I; represa em construção: Piraquara II; além de outras unidades projetadas).

Nos últimos anos grandes alterações foram implementadas. Em 1996 foi projetado um distrito industrial às margens da BR-277, no município de São José dos Pinhais, dentro das áreas de manancial, abrigando a montadora Renault do Brasil e outras unidades industriais. Também foi construído e terminado recentemente o contorno leste da BR-116, obra rodoviária realizada pelo governo federal com recursos do Banco Mundial, parte do projeto de melhoria e duplicação da Rodovia do Mercosul no trecho paranaense. Além destas grandes intervenções, a área sofreu grandes processos de invasão ilegal de terras. Nesta situação, a COMEC viabilizou Unidades Territoriais de Planejamento (UTP's), buscando disciplinar a ocupação.

Em função destes eventos e das intensas modificações territoriais, as áreas de mananciais estão em processo de redefinição por meio de um colegiado de instituições estaduais, como a COMEC, que detém as atribuições de planejamento regional, a SANEPAR, que detém a concessão de abastecimento de água e saneamento, a SUDERHSA, que detém as atribuições de gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. A MINEROPAR também participa deste processo, na questão do aqüífero subterrâneo do karst. Esta discussão iniciada em outubro de 2003, deverá resultar na delimitação e redefinição das áreas de mananciais, devendo seguir na seqüência para um estabelecimento jurídico final.

6.4 – Os Planos Diretores Municipais

6.4.1 – ARCABOUÇO LEGAL

A descrição da problemática dos planos diretores municipais e a situação na Região Metropolitana são descritas a seguir, com algumas adaptações de texto, baseada em documento da COMEC relativo aos critérios de elaboração destes planos diretores (COMEC, 2002a).

O Artigo 182° da Constituição Federal, no capítulo que trata da política urbana, define como obrigatoriedade os planos diretores para as cidades com população acima de 20.000 habitantes e dispõe que o plano diretor será o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Não lhe dá contornos rígidos, mas explicita, entretanto, como pretende atingir a propriedade urbana. Vincula a esta o cumprimento de sua função social, devendo assim atender às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor a ser elaborado.

O Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/01) reafirma a obrigatoriedade do artigo 182° da Constituição e amplia esta obrigatoriedade para as cidades: (i) integrantes de regiões metropolitanas ou aglomerados urbanos; (ii) integrantes de áreas de especial interesse turístico; (iii) inseridas na área sob influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional. Ainda que o município não se inclua em nenhuma das categorias acima citadas, precisa dispor obrigatoriamente de um plano diretor se o poder público pretender aplicar os instrumentos urbanísticos disponíveis no Estatuto da Cidade: edificação ou parcelamento compulsórios; imposto sobre a propriedade progressivo no tempo; desapropriação para fins de reforma urbana e a outorga onerosa do direito de construir.

Cabe ressaltar que os municípios com mais de 20.000 habitantes e os integrantes de regiões metropolitanas e aglomerados urbanos que não tenham planos diretores aprovados deverão fazê-lo no prazo de cinco anos. E os que já tem o plano diretor, mas que não atendam aos requisitos do artigo 182° da Constituição Federal e as exigências do Estatuto da Cidade com relação aos critérios de aprovação (artigo 40°), conteúdo mínimo (artigo 42°) e a participação da população (artigo 40°), terão um prazo de cinco anos para revisá-lo.

A obrigatoriedade da elaboração e implementação do plano diretor municipal é clara, sendo um instrumento que busca sinalizar o futuro da cidade e não escrevê-lo, como um documento estanque, mas precisa ser capaz de assimilar as mudanças de rumo que poderão ocorrer.

O Estatuto da Cidade define que o plano diretor municipal é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana do município, e ainda, a obrigatoriedade do plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporarem as diretrizes e as prioridades nele contidas. O Estatuto da Cidade apresenta quatro conceitos básicos que, obrigatoriamente deverão estar contemplados no plano diretor municipal:

- **Gestão democrática**, isto é, o formato político que permita a participação efetiva de todos na elaboração do planejamento urbano;
- **Sustentabilidade ambiental, social e econômica**, que é a garantia do direito das gerações futuras de usufruir um ambiente sem degradação;
- **Regularização fundiária**, isto é, a lei permite a titularização da propriedade de várias formas para se contrapor à ilegalidade e para a regularização da posse;

- **Função social da propriedade urbana**, que embora prevista na Constituição Federal, foi agora revitalizada mudando o caráter de propriedade absolutamente privada. Hoje há a visão que a propriedade privada só se justifica se ela cumprir a uma função social, expressa no plano diretor, isto é se a coletividade for beneficiada.

Embora a Constituição Federal privilegie a área urbana, o município não deverá restringir seu plano ao ordenamento desta, já que a sua organização e o seu funcionamento, além de traduzir o seu dinamismo próprio, decorrem de processos externos a essas áreas, vinculados ao desenvolvimento das forças produtivas, às novas formas de produção e consumo.

6.4.2 - O PLANO DIRETOR MUNICIPAL NO CONTEXTO DA RMC

A Constituição outorgou aos municípios um papel específico na promoção do desenvolvimento econômico e social do País, e a partir da descentralização de encargos e recursos e da redistribuição de competências entre os três níveis de governo (federal, estadual e municipal), torna-se maior a responsabilidade do município na gestão urbana, aqui entendida como prática de governo que envolve planejamento e ação sobre todas as funções e atividades públicas e privadas, que ocorrem no espaço urbano.

Assim, o aperfeiçoamento dos instrumentos legais, técnicos e financeiros existentes, indispensáveis à implementação de políticas urbanas, deve ser uma preocupação dos governos, em especial, de elaborar ou rever sua legislação urbanística.

Segundo o levantamento de dados realizados pela Fundação IBGE através da Pesquisa de Informações Básicas Municipais 1999, a distribuição dos instrumentos de gestão urbana difere significativamente entre os municípios brasileiros: a lei do perímetro urbano é encontrado em 67,1% dos municípios; o código de posturas é encontrado em 56,2% dos municípios; o código de obras em 40,3% dos municípios; a lei de parcelamento do solo em 28%; a lei de zoneamento em 21,6% e o plano diretor em 15,3% (IBAM/BNDES).

A situação dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba frente a alguns dos instrumentos de gestão urbana é a seguinte: a lei do perímetro urbano é encontrada em 84,61% dos municípios; o código de posturas é encontrado em 65,3% dos municípios; o código de obras em 73,1% dos municípios; a lei de parcelamento do solo em 84,61%; a lei de zoneamento em 84,61%, e o plano diretor em 26,92%.

Pelo inciso II do artigo 41° do Estatuto da Cidade, é estabelecida a obrigatoriedade de haver plano diretor para os municípios integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas. De acordo com o artigo 25° da Constituição Federal, os estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões constituídas por agrupamento de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum. Foram definidos como interesse metropolitano: (i) planejamento integrado do desenvolvimento econômico; (ii) saneamento básico, notadamente abastecimento d'água, rede de esgotos e serviços de limpeza pública; (iii) uso do solo metropolitano; (iv) transporte e sistema viário; (v) produção e distribuição de gás canalizado; (vi) aproveitamento dos recursos hídricos e controle da poluição ambiental.

Estas questões que extrapolam para o nível metropolitano devem ser tratadas no plano regional. A revisão do Plano de Desenvolvimento Integrado – PDI, da Região Metropolitana de Curitiba em elaboração pela COMEC, selecionou como temas estruturantes os relativos ao **uso e ocupação do solo, desenvolvimento econômico, sistema viário e transportes públicos –** considerados do ponto de vista da acessibilidade da população e das atividades econômicas; **aspectos legais e institucionais** – visto como a avaliação da gestão metropolitana e suas implicações no conjunto de leis que regem o assunto; **habitação social –** considerando-se o déficit habitacional, as questões sociais daí recorrentes e a implicação no uso do solo regional; e **recursos hídricos** – tendo em vista a problemática gerada pelo crescimento da malha urbana sobre os mananciais.

Cabe salientar que os critérios para essa seleção dos temas abordados tiveram como fator decisório seu papel estruturador no contexto regional.

O PDI definirá as diretrizes metropolitanas que deverão ser contempladas nos planos diretores municipais. Sem esse esforço, perde a região metropolitana e perde cada um dos municípios em particular, além de não potencializarem recursos que podem atender a interesses comuns, enfrentam as conseqüências negativas dos municípios que extrapolam suas fronteiras e conseqüentemente influenciam na qualidade de vida de todos os moradores.

A ordenação do território muitas vezes extrapola os limites municipais. Por exemplo, as exigências da proteção ambiental que irão requerer uma atuação metropolitana coordenada. Observados os princípios da descentralização político-administrativa, os municípios e os estados devem atuar de forma coerente, guiados por diretrizes previamente discutidas e compatibilizadas. Para que essa ordenação do território se efetive em qualquer nível, deve ser considerada entre os requisitos básicos, a plena aceitação das diretrizes em escala microrregional, que integrarão o plano metropolitano.

Para elaboração ou atualização de seus planos diretores os municípios podem contar com auxílio da COMEC, pois esta é uma das competências entre as dezesseis atividades mencionadas na lei estadual 6.517/74, que criou a coordenação da RMC – “estabelecer diretrizes e normas para os planos municipais de desenvolvimento, bem como colaborar com os municípios em sua elaboração, visando a sua adequação ao planejamento integrado da região metropolitana”.

Finalmente cabe salientar a situação atual dos municípios da RMC frente à obrigatoriedade da elaboração do plano diretor (artigo 41 do Estatuto da Cidade). Frente a cada inciso do artigo 41°, treze municípios da RMC estão contemplados pelo inciso I, pois possuem mais de 20.000 habitantes; os vinte e seis municípios são contemplados pelo inciso II, já que todos estão inseridos na RMC e ainda dez deles formam a aglomeração urbana; quatro municípios estão atingidos pelo inciso IV, que se refere aos municípios integrantes de área especial de interesse turístico; e oito municípios são atingidos pelo inciso V que trata dos municípios inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto regional.

6.4.3 – CONTEÚDO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL

Como o plano diretor é instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, pode-se dizer que essa política é o conjunto de objetivos e diretrizes capazes de orientar o crescimento de uma cidade. Isto significa a formulação de diretrizes gerais de desenvolvimento urbano voltado às áreas social, ambiental, econômica, administrativa e legal; compatibilização das medidas propostas com os agentes políticos, financeiros, executivos e comunitários; elaboração de diretrizes físico-territoriais como referência espacial para alocação de recursos.

Destaca-se ainda a necessidade de serem estabelecidas relações intergovernamentais e interinstitucionais, que levem à colaboração mútua e compatibilização das medidas propostas localmente com as questões metropolitanas. Os municípios que compõem a Região Metropolitana de Curitiba, principalmente os da aglomeração metropolitana (os municípios que tem suas áreas urbanas conurbadas), acabam constituindo uma mesma “cidade”, com problemas e necessidades comuns, como o transporte, o abastecimento de água, o tratamento dos resíduos sólidos e outros. Devido a esta situação de cidades que se interrelacionam, através de fluxos e fixos, não se pode pensar o planejamento municipal isoladamente.

É necessário identificar as limitações ou restrições urbanísticas para o uso da terra, para a localização, finalidade, dimensão e volume das construções e para a utilização dos espaços de domínio público, visando equilibrar e harmonizar o interesse da coletividade com o direito individual, antecipando-se um bom resultado futuro. Também é importante levar em conta as escalas diversificadas do meio urbano, bem como a diferenciação de situações nestas escalas.

Acredita-se que na espacialização das propostas do plano faz-se necessário trabalhar com duas escalas, apresentadas a seguir.

A primeira grande divisão espacial do município será a delimitação da zona urbana, zona de expansão urbana (facultativa) e a zona rural, definindo para cada uma das áreas seu fim e interesse geral, feito através do macrozoneamento municipal. A lei do perímetro urbano delimitará a zona urbana; e a zona de expansão urbana que representa a área propícia para futuras ampliações do perímetro urbano também deverá ter seu perímetro definido por lei.

Para a área contida no perímetro urbano definem-se primeiramente as macrozonas de usos, partindo-se do princípio da compatibilização entre capacidade da infra-estrutura instalada, as condições do meio físico, as necessidades de preservação ambiental e do patrimônio histórico e as características de uso e ocupação existentes. Estas macrozonas são necessárias para a aplicação de alguns instrumentos do Estatuto da Cidade (parcelamento, edificação ou utilização compulsórios; IPTU progressivo no tempo; desapropriação com títulos da dívida pública; outorga onerosa do direito de construir e direito de preempção).

Em um segundo momento pode-se definir o zoneamento de uso e ocupação do solo urbano, onde serão detalhadas as macrozonas, procurando-se a possibilidade de dar um melhor aproveitamento à infra-estrutura existente e de buscar valorizar e potencializar o que de melhor existe em cada região da cidade.

Cabe salientar que a legislação de uso e ocupação do solo urbano não elimina conflitos de interesse, apenas administra; que o zoneamento tem efeitos preventivos e não corretivos, pois não elimina problemas já consolidados. O Estatuto da Cidade (Artigo 42°) define que o plano diretor deverá conter no mínimo:

- a delimitação das áreas urbanas, onde poderá ser aplicado o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, considerando a existência da infra-estrutura e de demanda para utilização;
- a aplicabilidade e sua espacialização do direito de preempção; da outorga onerosa do direito de construir; da permissão de alteração do uso do solo; das operações consorciadas; transferência do direito de construir;
- o sistema de acompanhamento e controle.

Deverá ser garantida a participação da população e associações representativas de vários segmentos sociais, não apenas no processo de elaboração e votação, mas, sobretudo, na implantação e gestão das decisões do plano. Não pode haver exclusão de qualquer segmento nos processos de tomada de decisão de interesse coletivo. Os instrumentos para garantia da co-participação de todos os agentes e atores são: debates, plebiscitos, referendos, consultas públicas, constituição de colegiados de política urbana, conferências, audiências públicas, e planos e projetos de lei de iniciativa popular.

Compatibilização com os demais instrumentos do planejamento; legitimidade social e política; capacitação técnica e institucional; reforço das instâncias metropolitanas; ação consorciada entre os municípios para a resolução dos problemas comuns e o melhor aproveitamento dos recursos; potencialização de recursos que podem atender a interesses comuns entre os municípios; compatibilização dos investimentos públicos e privados; ampla divulgação e conhecimento das principais propostas; sustentabilidade financeira do plano diretor mediante a aplicação dos instrumentos previstos, que poderão gerar fontes de recursos e continuidade do processo de planejamento.

Capítulo 7

Uso do Solo Metropolitano e a Mineração

7.1 – Macrozoneamento da Mineração na RMC

O Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba tem como objetivo realizar um diagnóstico da atividade mineral no contexto metropolitano, considerando as principais condicionantes regionais de uso do solo e meio ambiente, a localização das minas, o arcabouço geológico, os direitos minerários e o potencial mineral. A consolidação do diagnóstico encontra-se no macrozoneamento da mineração, apresentado no mapa em anexo, em escala 1:250.000 (volume II), ressaltando-se que grande parte dos dados é compatível com a escala 1:50.000.

O macrozoneamento resulta da integração do cadastro das áreas de lavra com as unidades de conservação e as áreas urbanas. Foram utilizados dados oficiais da Secretaria do Meio Ambiente - SEMA, para as unidades de conservação, e da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba - COMEC, para as leis de zoneamento municipal. Outras variáveis relacionadas à infraestrutura, como a hidrografia e a rede viária, não foram consideradas de forma mais efetiva nas análises, pela heterogeneidade e desatualização das cartas topográficas. O trabalho de macrozoneamento foi inspirado nos planos diretores já efetivados pelo DNPM, como o trabalho realizado na Região Metropolitana de São Paulo (DNPM, 1980) e na Região Metropolitana de Fortaleza (DNPM, 1998), além do grande acervo gerado pela CPRM na RMC (KAEFER *et al*, 1991).

As conclusões do PDM, com o macrozoneamento da mineração, serão encaminhadas para a COMEC, que tem as atribuições de planejamento regional, para inserção nas políticas metropolitanas. Além da COMEC, as informações serão encaminhadas aos municípios para subsidiar a revisão ou elaboração dos planos diretores municipais. Os resultados do PDM poderão, assim, ser transformados em ações efetivas de planejamento regional, além do uso pelo próprio DNPM como instrumento de diagnóstico e fiscalização.

A seguir serão apresentados os resultados finais do macrozoneamento da mineração, com a delimitação na RMC de três zonas diferenciadas (Preferencial para Mineração, Controlada para Mineração e Bloqueada para Mineração), incluindo uma síntese relativa a cada município. No mapa da figura 43 está grafada a distribuição das zonas referidas. Em anexo, encontra-se o mapa do macrozoneamento da mineração na escala 1:250.000 (volume II).

7.1.1 - ZONA PREFERENCIAL PARA MINERAÇÃO (ZPM)

Parâmetros Gerais

Abrange os terrenos mais adequados ao desenvolvimento da mineração, do ponto de vista do meio ambiente e da ocupação territorial. Corresponde às áreas sem unidades de conservação, tanto de proteção integral quanto de uso sustentado, e àquelas externas aos perímetros urbanos. Estas áreas cobrem a maior parte da RMC, nas porções a norte, sul e sudoeste do núcleo central.

O princípio básico do zoneamento é de que não existindo sobreposição de áreas de interesse para conservação ou de perímetro urbano restritivo, a atividade mineral pode vir a ser desenvolvida normalmente, cumpridas as exigências legais do Código de Minas e a legislação ambiental pertinente. O empreendimento mineiro tem, obrigatoriamente, de contemplar planos adequados de aproveitamento e beneficiamento do bem mineral em questão, a disposição de rejeitos e a recuperação das áreas degradadas, seguindo todos os trâmites legais junto ao DNPM e os relativos ao licenciamento ambiental.

Macrozoneamento da Mineração - RMC

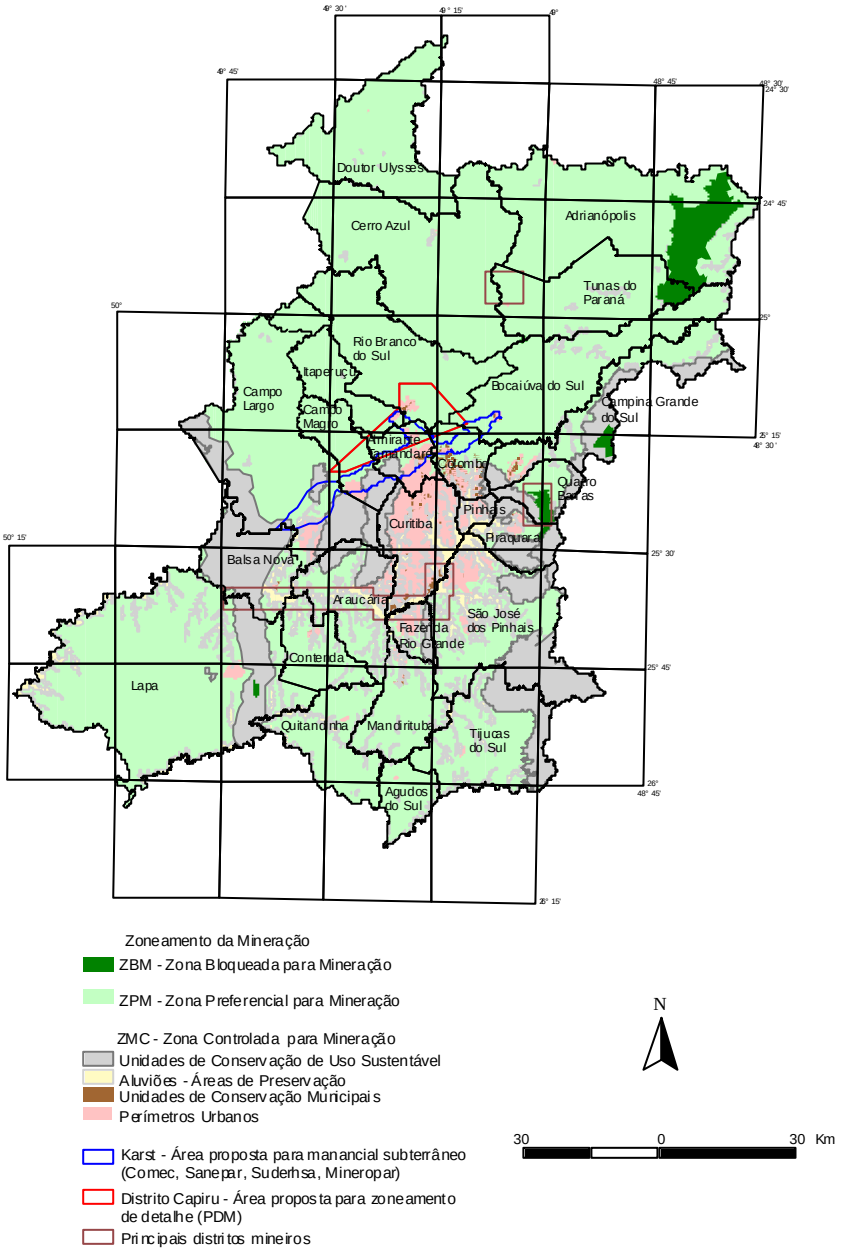


Figura 43 – Mapa ilustrativo do macrozoneamento da mineração na Região Metropolitana de Curitiba.

Podem ocorrer no interior da Zona Preferencial para Mineração áreas de preservação permanente (Código Florestal, lei 4.771/65), não indicadas no mapa de macrozoneamento do PDM, que devem ser objeto de identificação e análise na escala dos empreendimentos por ocasião dos respectivos licenciamentos ambientais, incluindo as áreas de proteção nas margens dos rios, os topos de morros e áreas de alta declividade.

Podem ocorrer, ainda, cavernas em áreas kársticas de interesse para preservação, sendo indicadas no mapa de macrozoneamento as principais ocorrências cadastradas pelo GEEP - Grupo de Estudos Espeleológicos do Paraná - Açungui. Estas e outras cavernas também devem ser consideradas na escala do empreendimento, por ocasião dos licenciamentos ambientais.

Geologia e Potencial Mineral

A ZPM abrange as unidades geológicas do embasamento (complexos Gnáissico-Migmatítico e Granítico-Gnáissico), as seqüências supracrustais metavulcano-sedimentares (grupos Açungui e Setuva) e inúmeros corpos graníticos intrusivos, além de intrusivas básicas, rochas alcalinas e sedimentos recentes. Inclui o distrito mineiro de Tunas (extração de sienito para uso como rocha ornamental), e parte do distrito mineiro Capiru, com as importantes áreas de produção de calcário dolomítico para corretivo agrícola e cal. Também inclui o distrito mineiro de calcário calcítico, usado para fabricação de cimento, além da mineração tradicional do distrito mineiro do Vale do Ribeira, para chumbo, zinco, prata, ouro, cobre e barita (minas paralisadas) e fluorita, em operação. Além disso, apresenta um conjunto de minas esparsas de granito, saibro, argila e quartzito, a sul e a norte do núcleo urbano central da RMC. O potencial mineral diversificado inclui todas as classes de substâncias mineradas na RMC.

7.1.2 - ZONA CONTROLADA PARA MINERAÇÃO (ZCM)

Parâmetros Gerais

Estas áreas apresentam restrições ao desenvolvimento da mineração, existindo uma ou mais instâncias adicionais de avaliação no processo de licenciamento. O princípio envolvido é permitir o aproveitamento de bens minerais, desde que o empreendedor se comprometa a procedimentos técnicos mais detalhados de planejamento e controle da atividade, que contornem os riscos ambientais inerentes. A definição de uma zona controlada também representa um indicador preliminar ao empreendedor. Caso existam alternativas locacionais, elas devem ser adotadas.

O aproveitamento de depósitos minerais muitas vezes representa um interesse social, que deve ser pesado com outros usos potenciais da área em questão. Muitas vezes um empreendimento pode ser flexível, adotando técnicas alternativas para contornar restrições externas. A questão chave é permitir uma adequada análise das solicitações de concessões, pelos organismos e instituições governamentais, sem criar uma teia de indefinições sobre o empreendimento.

Dentro da ZCM coexistem vários polígonos legais, eventualmente superpostos, como as APAs, os perímetros urbanos, as florestas nacionais ou estaduais, e também as áreas aluvionares, definidas como de preservação permanente de acordo com o Código Florestal. Não foram delimitadas outras zonas de preservação permanente, pela ausência de dados cartográficos adequados para delimitação das áreas de alta declividade e topos de morros. Estes aspectos devem ser avaliados na escala do empreendimento, conforme referido na descrição da ZPM.

As diferentes áreas constituintes da ZCM, delimitadas na carta de macrozoneamento da mineração (ver figura 43 e mapa em anexo na escala 1:250.000 – Volume II) são as seguintes:

APAs - Áreas de Proteção Ambiental

São as APAs de jurisdição federal, estadual e municipal. A mineração pode ser desenvolvida em conformidade com os planos de manejo de cada unidade. Estão representadas na carta todas as unidades estabelecidas legalmente, embora nem todas disponham de planos de manejo: APA Federal de Guaraqueçaba, APAs Estaduais de Guaratuba, da Escarpa Devoniana, do Rio Piraquara, do Passaúna, do Iraí (esta sobrepõe-se à APA Municipal de Pinhais), do Pequeno, do Rio Verde, APA Municipal do Iguaçu (Curitiba), APA Municipal do Rio Despique (Fazenda Rio Grande) e a Área de Especial Interesse Turístico do Marumbi (AEIT), que deverá constituir a APA da Serra do Mar. A instância de encaminhamento dos licenciamentos é o IAP. Quando o empreendimento encontra-se inserido nas unidades de conservação, o processo é encaminhado para análise especial na alçada da Diretoria de Biodiversidade do IAP. Quando existe plano de manejo e Comitê Gestor da unidade de conservação, este define o encaminhamento do processo.

A área do distrito mineiro de Quatro Barras encontra-se sobreposta pela APA do Iraí, que conta com zoneamento estabelecido. Nesta APA, a ZEMC (Zona de Extração Mineral Controlada) engloba a quase totalidade das áreas de mineração nesta região, sendo vetada a concessão de novas lavras, além das áreas delimitadas.

Outras Unidades de Conservação de Uso Sustentável

Inclui a Floresta Nacional do Açungui, a Floresta Estadual Metropolitana e as RPPN (Reservas Particulares do Patrimônio Natural). A tramitação de avaliação dos licenciamentos também ocorre no IAP.

Áreas de Preservação Municipais

Áreas definidas no zoneamento de cada município da RMC (incluindo zonas de preservação especiais, de fundo de vale, parques municipais, etc.). A jurisdição é municipal, mas a tramitação do licenciamento ocorre no IAP.

Perímetros Urbanos

Os perímetros estão definidos nas respectivas leis municipais. As zonas urbanas podem trazer restrições às atividades industriais ou poluidoras, embora a mineração raramente seja citada nas definições legais. A atividade mineral teoricamente pode ser realizada a partir de uma análise das circunstâncias específicas, considerando projetos de lavra, beneficiamento e recuperação das áreas mineradas, utilizando-se técnicas condizentes com a proximidade da ocupação urbana. Conforme se verificou na integração dos dados de cadastro do PDM, as minas em atividade raramente estão inseridas nestes perímetros, mas em vários casos, a proximidade atual e a expansão dos assentamentos indicam futuros conflitos. Esta situação é mais premente na região do distrito mineiro Capiru, envolvendo a proximidade com os perímetros de Rio Branco do Sul, Itaperuçu, Colombo e Almirante Tamandaré. Na área adjacente de interesse para as lavras está sendo proposta uma avaliação detalhada da questão de planejamento regional (ver a descrição da ZPM). A tramitação adicional passa pelos municípios e pelo IAP, no processo de licenciamento.

Áreas de Depósitos Aluvionares

São as zonas de inundação, consideradas como áreas de preservação permanente de acordo com o Código Florestal (lei 4.771/65). A identificação destes terrenos é dependente da escala de trabalho, não estando todos representados na carta do macrozoneamento em anexo, onde foram utilizadas bases geológicas na escala 1:50.000. Apesar da definição de área de preservação permanente, as áreas de várzeas, onde normalmente estão incluídos os depósitos de aluvião com potencial de extração de areia e argila, foram inseridos na ZCM ao invés de serem considerados

parte da Zona Bloqueada para Mineração, em função de alguns aspectos decisivos. A construção civil nas áreas metropolitanas tem grande dependência destes insumos minerais básicos. Em muitos casos, a proibição da atividade extrativa geraria graves problemas de desabastecimento, notadamente na construção civil. Assim, a questão é de grande relevância para a sociedade, o que justificaria a mineração em condições controladas. Na RMC esta tendência se manifesta com a exigência pelo Ministério Público de elaboração de um termo de ajuste de conduta para os mineradores, em conjunto com o Instituto Ambiental do Paraná. Neste plano deverão ser estabelecidas as condições de lavra das áreas aluvionares, justificando sua inserção na ZCM (Zona Controlada para Mineração).

Área do Manancial Subterrâneo do Karst

O polígono da área de influência do karst utilizado no PDM é o resultado das discussões da comissão COMEC, SUDERHSA, SANEPAR e MINEROPAR, a partir de reuniões realizadas no final de 2003 para reavaliação dos mananciais da RMC. Este polígono poderá vir a constituir a área oficial do manancial subterrâneo do karst, para fins de abastecimento público, englobando a área de influência do aqüífero, na maior parte sobre a Formação Capiru (filitos, metacalcários dolomíticos e quartzitos). Em princípio, a maior parte da mineração encontra-se na região a norte desta área de influência do karst, em função das condições topográficas, concentrada no Morro Azul e Bacaetava, enquanto a extração de água subterrânea para abastecimento público está situada a sul, mais próxima às áreas urbanas e sobre as zonas mais rebaixadas dos calcários. Embora a disputa territorial seja intensa, pois ainda existe a pressão crescente da urbanização, é plenamente viável a coexistência da extração mineral com a exploração de água subterrânea.

Geologia, Potencial Mineral

Abrange principalmente as unidades geológicas do embasamento (complexos gnáissico-migmatíticos), corpos graníticos, intrusivas básicas, sedimentos paleozóicos e sedimentos recentes. Inclui parcialmente o distrito mineiro Capiru, de calcário dolomítico para corretivo agrícola/cal, as áreas de mineração de granito para brita e uso ornamental do distrito mineiro de Quatro Barras e o distrito mineiro do Alto Iguaçu de areia e argila, além de outras minas esparsas para diversos bens minerais. O potencial mineral diversificado inclui todas as classes de substâncias mineradas na RMC.

7.1.3 - ZONA BLOQUEADA PARA MINERAÇÃO (ZBM)

Parâmetros Gerais

Refere-se aos terrenos onde existem unidades de conservação definidas como de proteção integral. A mineração não será permitida, correspondendo à Zona de Mineração Bloqueada (ZMB) no macrozoneamento do PDM. O bloqueio pode ser reconsiderado em condições excepcionais, muitas vezes subjetivas, como a existência de uma jazida de grande interesse estratégico, ou de valor e dimensão também extraordinários, ou de relevante interesse social. No entanto, não se recomenda a concessão de direitos de pesquisa mineral sobre a ZBM.

Esta região abrange os parques estaduais relacionados na tabela 71. Pela definição legal, estas unidades de conservação são exclusivas para preservação da natureza, não sendo permitida a mineração. No decorrer do PDM, nenhuma mina ativa ou desativada foi cadastrada no interior das áreas de proteção integral, no levantamento da atividade mineral. Existem, no entanto, 19 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, em diversas fases de tramitação, sendo 10 autorizações de pesquisa, 2 licenciamentos, 1 requerimento de lavra e 6 concessões de lavra, alguns totalmente inserido nas unidades de conservação, que terão de ser revistos pelo DNPM.

Unidade de Conservação	Data e instrumento de criação	Descrição	Situação
Parque Estadual da Graciosa	Decreto estadual 7.302 de 24.09.90.	Localizado no município de Morretes com área de 1.189,5804 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual das Lauráceas	Decreto estadual 729 de 27.06.79, alterado pelo decreto estadual 5.894 de 10.10.89.	Localizado no município de Adrianópolis com área de 23.863,4859 ha.	Plano de manejo entregue, em processo de avaliação
Parque Estadual de Campinhos	Decreto estadual 31.013 de 20.07.60.	Localizado no município de Bocaiúva do Sul com área de 204, 41 ha.	Plano de manejo em fase de aprovação
Parque Estadual do Monge	Lei 4.170 de 22.02.60.	Localizado no município da Lapa com uma área de 371,6 ha.	Plano de manejo em revisão
Parque Estadual Pau-Oco	Decreto estadual 4.266 de 21.11.94.	Localizado no município de Morretes com área de 905,5820 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual Pico do Marumbi	Decreto 7.300, de 24.09.90.	Localizado no município de Morretes com área de 2.342,4148 ha.	Com plano de manejo
Parque Estadual João Paulo II	Lei 8298 de 08.05.86	Localizado no município de Curitiba com área de 46.337 m^2.	Consolidado – Área urbana
Parque Estadual Serra da Baitaca	Decreto estadual 5.765 de 05.06.02.	Municípios de Quatro Barras e Piraquara, com uma área de 3053,21 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual Pico Paraná	Decreto 5.679 de 05.06.02.	Localizado no município de Morretes com uma área de 2.342,4148 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual Roberto Ribas Lange	Decreto 4.267 de 24.11.94.	Localizado nos municípios de Morretes e Antonina com área total de 2.698,6886 ha.	Sem plano de manejo
Parque Estadual Professor José Wachowicz	Decreto estadual 5.766 de 05.06.02.	Localizado no município de Araucária com área de 119,05 ha.	Sem plano de manejo

Tabela 71 – Resumo da tabela 70 (p. 233), com a relação dos parques estaduais na RMC (unidades de conservação de proteção integral), constituintes da ZBM – Zona Bloqueada para Mineração.

7.2 – Situação por Município

O Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba tem como finalidade, além do macrozoneamento da mineração na RMC, apresentar a situação focada por município, para subsidiar as políticas de desenvolvimento regional e local. A base de dados foi constituída na escala 1:50.000, pensando nessa visão municipal, e será repassada aos municípios para utilização na elaboração ou revisão dos respectivos planos diretores, entre outros usos. A síntese apresentada a seguir por ordem alfabética resume algumas características de cada município, os dados obtidos de geologia, potencial mineral, atividade mineral e direitos minerários, além da posição no macrozoneamento da mineração.

Município	População	Área (Km^2)
Adrianópolis	7.007	1.342
Agudos do Sul	7.221	191
Almirante Tamandaré	88.277	191
Araucária	94.258	471
Balsa Nova	10.153	393
Bocaiúva do Sul	9.050	826
Campina Grande do Sul	34.566	541
Campo Largo	92.782	1.252
Campo Magro	20.409	278
Cerro Azul	16.352	1.341
Colombo	183.329	198
Contenda	13.241	301
Curitiba	1.587.315	436
Doutor Ulysses	6.003	787
Fazenda Rio Grande	62.877	115
Itaperuçu	19.344	350
Lapa	41.838	2.048
Mandirituba	17.540	381
Pinhais	102.985	61
Piraquara	72.886	225
Quatro Barras	16.161	182
Quitandinha	15.272	446
Rio Branco do Sul	29.341	817
São José dos Pinhais	204.316	944
Tijucas do Sul	12.260	672
Tunas do Paraná	3.611	672
Total	**2 768 394**	**15.461**

Tabela 72 – Municípios da RMC, população e área em km^2 (dados de população do IBGE, 2000).

ADRIANÓPOLIS

Características - Situado na região norte da RMC, na divisa com São Paulo, Adrianópolis tem uma extensão territorial de 1.342 km^2. Apresenta relevo montanhoso, rede hidrográfica encaixada e condicionada ao rio Ribeira. A infra-estrutura é precária, incluindo até mesmo a principal ligação da sede municipal com Curitiba, pela BR-476, rodovia federal não pavimentada, que chega a ser interrompida em épocas chuvosas. A população registrada pelo censo de 2000 (IBGE), atinge 7.007 habitantes, a maior parte na área rural.

Potencial mineral - O potencial mineral é diversificado, desde o grupo A (aluviões), restrito em ocorrência principalmente ao rio Ribeira e afluentes. O grupo B (rochas para brita, rocha ornamental, areia impura, saibro e caulim) também é de ocorrência restrita, com granitóides, gnaisses-migmatitos, intrusivas alcalinas, metabásicas, rochas básicas e quartzitos. O grupo C (rochas carbonáticas) apresenta seqüências importantes de metacalcários calcíticos, rochas calciossilicáticas e mármores, principalmente na região noroeste do município. A maior parte do território enquadra-se em termos de potencial mineral no grupo D (filitos, xistos), representado por metassedimentos dos grupos Açungui e Setuva (filitos, xistos). Além do potencial mineral para não-metálicos, no município de Adrianópolis ainda ocorrem seqüências geológicas importantes para minerais metálicos, como Pb, Zn, Ag, Au (formações Perau, Água Clara e Votuverava), além de flluorita.

Atividade mineral – Neste município está situado o distrito mineiro do Vale do Ribeira (Pb, Zn, Ag, F), na maior parte paralisado desde meados dos anos 90. O cadastro da mineração realizado pelo PDM não revelou minas em atividade no território deste município, identificando-se 12 minas paralisadas, de Pb/Zn (5), granito (2), fluorita (2), calcita (2) e anfibolito (1).

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, há 72 processos na região de Adrianópolis, alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (47 processos), além de 11 requerimentos de lavra e 12 concessões de lavra. Os restantes envolvem uma área em disponibilidade e uma área de permissão de lavra garimpeira. As substâncias consideradas nos processos de concessão e requerimentos de lavra são: chumbo/prata, fluorita e calcário/dolomito/calcita.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Adrianópolis não apresenta restrições de desenvolvimento mineral, enquadrando-se na ZPM (Zona Preferencial para Mineração). A ZBM (Zona Bloqueada para Mineração) está representada pelo extenso Parque Estadual das Lauráceas, na região leste. A ZCM (Zona Controlada para Mineração) é de ocorrência restrita, sendo representada por ocorrências isoladas de aluviões e pela área urbana de Adrianópolis.

AGUDOS DO SUL

Características - Situado na porção sul da RMC, na divisa com Santa Catarina, Agudos do Sul tem uma extensão territorial de 191 km^2. Apresenta relevo montanhoso, rede hidrográfica encaixada e condicionada ao rio Negro, na divisa com Santa Catarina e ao rio da Várzea, na divisa norte do município, ambos formadores do rio Iguaçu. A infra-estrutura é deficitária, sendo a PR-419 a principal ligação da sede municipal com o restante da RMC.

Potencial mineral - O potencial mineral é representado em grande parte do território pelas rochas granitóides (Granito Agudos), podendo ser enquadrado no grupo B (rochas para brita, paralelepípedo, rocha ornamental, saibro e areia impura). Também existem corpos subordinados de gnaisses, migmatitos e serpentinitos. O grupo A (aluviões) está presente nos aluviões do rio da Várzea e do rio Negro.

Atividade mineral – Não foram cadastradas minas em atividade ou paralisadas no território municipal.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 18 processos na região de Agudos do Sul, alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (15 processos), além de 1 requerimento de extração, 1 área em disponibilidade e 1 concessão de lavra para granito. As substâncias consideradas nos processos são areia, argila, caulim, granito, níquel, saibro e turfa.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Agudos do Sul não apresenta restrições de desenvolvimento mineral, estando situada na ZPM (Zona Preferencial para Mineração), com

algumas partes isoladas na ZCM (Zona Controlada para Mineração), representada por ocorrências isoladas de aluviões, principalmente nos rios da Várzea e Negro, e pela área urbana de Agudos do Sul.

ALMIRANTE TAMANDARÉ

Características - Situado na porção central da RMC, a norte do município de Curitiba, Almirante Tamandaré tem uma extensão territorial de 191 km^2. Apresenta relevo acidentado na maior parte, sobre os cinturões metamórficos do Grupo Açungui. Neste município encontram-se as nascentes dos rios Passaúna, Barigüí e Atuba, da bacia do Iguaçu, e também nascentes de rios que drenam para o Ribeira. O território de Almirante Tamandaré também abrange parte das unidades geológicas relacionadas ao aqüífero karst. O município é cortado pela Rodovia dos Minérios (PR-092), entre Curitiba e Rio Branco do Sul. A área urbanizada é muito extensa, conurbada com a parte norte de Curitiba, e sua população atingiu 88.277 habitantes em 2000, de acordo com o IBGE.

Potencial mineral - O potencial mineral é alto, representado principalmente pelas rochas carbonáticas dolomíticas (grupo C). Subordinadamente ocorrem rochas do grupo B (Complexo Gnáissico-Migmatítico), potenciais para brita, rocha ornamental, saibro e areia impura, do grupo D (filitos e xistos) e restritas ocorrências do grupo A (aluviões).

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 25 minas em atividade no território de Almirante Tamandaré, sendo 19 de calcário dolomítico, 3 de água mineral e 3 de quartzito. As minas paralisadas cadastradas são 65, das quais 53 de calcário dolomítico, 11 de quartzito, 1 de diabásio. A porção norte do município se enquadra no distrito mineiro Capiru, que juntamente com Rio Branco do Sul apresenta as maiores concentrações de minas, tanto em atividade quanto paralisadas da RMC.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, registram-se 88 processos na região de Almirante Tamandaré, cobrindo a maior parte do território municipal, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (49 processos), com 2 licenciamentos, 5 áreas em disponibilidade, 8 requerimentos de lavra e 24 concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos são calcário, dolomito, água mineral, filito, limonita, argila e quartzito.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Almirante Tamandaré encontra-se sobre a ZCM (Zona Controlada para Mineração), ou ZPM (Zona Preferencial para Mineração). As áreas de restrições são a APA Estadual do Passaúna, a sudoeste e as extensas áreas do perímetro urbano, na parte centro-sul do município. Além disso, deve ser considerada a zona proposta para o manancial subterrâneo do aqüífero karst, que atravessa o território municipal numa faixa SW - NE. Pela complexidade da situação regional, o município de Almirante Tamandaré está inserido na área proposta para maior controle da expansão urbana, em função da grande importância econômica da mineração no distrito mineiro Capiru e pela proximidade do perímetro urbano, em franco desenvolvimento, além da problemática do aproveitamento do karst para abastecimento público (ver capítulo 8 – diretrizes do PDM).

ARAUCÁRIA

Características - Situado na porção central da RMC, a sul de Curitiba, o município de Araucária tem uma extensão territorial de 471 km^2. O relevo é ondulado a plano, desenvolvido em grande parte sobre os complexos do embasamento do primeiro planalto (rochas granitóides e gnáissico-migmatíticas), além dos sedimentos da Formação Guabirotuba e da planície aluvionar do rio Iguaçu, que atravessa o território de leste a oeste. Araucária é um dos municípios mais importantes da RMC em termos econômicos, com um distrito industrial e o complexo de petróleo e fertilizantes da Refinaria Getúlio Vargas. A principal via federal é a BR-476, o município é cortado

pelo ramal ferroviário Engenheiro Bley - Pinhais, e tem no seu território parte dos reservatórios do rio Verde (PETROBRAS) e Passaúna (SANEPAR). A população atinge 94.258 habitantes, com predominância da população urbana sobre a população rural (IBGE, 2000).

Potencial mineral - O potencial mineral é médio, representado principalmente pelo grupo A (areias e argilas nos aluviões do rio Iguaçu), além do grupo B (granitóides e Complexo Gnáissico-Migmatítico), potenciais para brita, rocha ornamental, saibro e areia impura. Em que pese a intensa exploração de areia já realizada na planície do rio Iguaçu, com a migração gradativa das minas para oeste, esta região ainda é parte do distrito mineiro do Alto Iguaçu, pólo de mineração para construção civil (areia e argila).

Atividade mineral – Foram cadastradas 2 minas em atividade no território de Araucária, sendo 1 de caulim e 1 de diabásio. Além destes registros, há intensa atividade de mineração de areia no Alto Iguaçu, como citado acima. Também há um grande número de cavas abandonadas. Devido aos problemas ambientais, a extração de areia encontra-se parcialmente em suspenso, na dependência da elaboração de um termo de ajuste de conduta.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 103 processos na região de Araucária, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (95 processos), 1 licenciamento, 5 requerimentos de lavra e 2 concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos são areia, água mineral, argila, caulim, dolomito, feldspato e ouro.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Araucária encontra-se sobre a ZPM (Zona Preferencial para Mineração). A porção norte-nordeste apresenta restrições, e faz parte da ZCM (Zona Controlada para Mineração), pela ocorrência das APAs do rio Verde e do Passaúna, pelas áreas urbanizadas de Araucária e áreas de preservação municipais. As extensas planícies aluvionares do Iguaçu também são áreas restritivas, pela legislação ambiental.

BALSA NOVA

Características - Situado na porção oeste da RMC, o município de Balsa Nova tem uma extensão territorial de 393 km^2. O relevo é plano na parte oeste, após a escarpa de São Luís do Purunã, sustentado pelos sedimentos paleozóicos da Bacia do Paraná (formações Furnas e Itararé). Na região leste, o relevo é ondulado, desenvolvido sobre rochas dos complexos do embasamento do primeiro planalto (rochas granitóides e gnáissico-migmatíticas), além da planície aluvionar do rio Iguaçu, que atravessa o território na porção centro-sul. A BR-277 passa pela parte norte do município. Balsa Nova tem uma população predominantemente rural, num total de 10.153 habitantes em 2000, segundo o IBGE.

Potencial mineral - O potencial mineral é médio, representado principalmente pelo grupo A (aluviões e sedimentos paleozóicos), e subordinamente pelo grupo B (granitóides e gnáissico-migmatíticas), potenciais para areia, brita, rocha ornamental, saibro e areia impura. O distrito mineiro do Alto Iguaçu (areia/argila) também está presente na parte centro-sul do município, representando a última opção para mineração em grande escala, em função da fase de esgotamento das reservas na região a sul de Curitiba. A situação para a mineração na planície aluvionar já foi referida anteriormente, estando na dependência do termo de ajuste de conduta, para adequação ambiental.

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 4 minas em atividade no território de Balsa Nova, sendo 2 de granito, 1 de argila e 1 de caulim. Além destes registros, há a extração de areia no Iguaçu, não cadastrada individualmente no PDM. Uma parte significativa está paralisada, pelos problemas ambientais referidos. As minas desativadas, cadastradas pelo PDM, são de arenito, argila caulinítica, granito, quartzito e gnaisse-migmatito.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 91 processos na região de Balsa Nova, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (66 processos), 3 licenciamentos, 4 requerimentos de lavra, 4 áreas em disponibilidade e 15 concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos de concessões de lavra e licenciamentos são areia, argila, caulim, arenito e quartzito, demonstrando o potencial mineral municipal.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Balsa Nova encontra-se sobre a ZCM (Zona Controlada para Mineração), em função da cobertura na maior parte do território pela APA da Escarpa Devoniana. Além dessa área, ainda existem as extensas planícies aluvionares, onde a mineração também deve ser controlada. A porção leste concentra áreas classificadas como ZPM (Zona Preferencial para Mineração), principalmente nas áreas do embasamento.

BOCAIÚVA DO SUL

Características - Situado no centro-leste da RMC, Bocaiúva do Sul tem uma extensão territorial de 826 km^2. A configuração do território é alongada, desde a divisa com o município de Colombo, até a Serra do Mar. O relevo é ondulado a montanhoso na maior parte, estendendo-se desde a Serra da Bocaina (Anticlinal do Setuva), até a Serra do Mar, a leste.

Potencial mineral - O potencial mineral é médio, representado principalmente pelas rochas do grupo B (granitóides e gnáissico-migmatíticas), subordinamente grupo D (xistos) e restritamente do grupo A (areias e argilas em aluviões). Também existem unidades intercaladas de rochas carbonáticas (grupo C), da Formação Capiru, que não estão individualizadas nos mapas de compilação e, portanto, não foram contempladas no mapa de potencial mineral, mas têm grande importância econômica, pois condicionam as lavras cadastradas e o interesse dos mineradores, conforme demonstrado nas concessões e direitos do DNPM.

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 15 minas em atividade no território de Bocaiúva do Sul, cujas substâncias lavradas são filito, quartzito, quartzo xisto, calcário dolomítico, água mineral e areia. As minas desativadas somaram 8 registros, das mesmas substâncias.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 64 processos no município de Bocaiúva do Sul, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (44 processos), 1 área em disponibilidade, 9 requerimentos de lavra, e 10 concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos de requerimentos e concessões de lavra são principalmente rochas carbonáticas, e secundariamente água mineral, caulim, filito, pirofilita, saibro e andaluzita.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Bocaiúva do Sul encontra-se sobre a ZPM (Zona Preferencial para Mineração). Pequenas porções do território pertencem à ZCM (Zona Controlada para Mineração), em função do zoneamento urbano da sede municipal, áreas aluvionares isoladas e a área de influência do karst, proposta para manancial subterrâneo.

CAMPINA GRANDE DO SUL

Características - Situado no centro-leste da RMC, a sul de Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul tem uma extensão territorial de 541 km^2. A configuração do território é alongada, semelhante à de Bocaiúva do Sul, até a Serra do Mar, no limite da RMC. O relevo é ondulado a montanhoso na maior parte, com uma porção no extremo sul mais plano, sobre os sedimentos da Bacia de Curitiba. A população de Campina Grande do Sul atingiu 34.566 habitantes no censo de 2000, segundo o IBGE.

Potencial mineral - O potencial mineral é médio, representado pelo grupo B (granitóides e Complexo Gnáissico-Migmatítico), cobrindo a maior parte do território, com potencial para brita, rocha ornamental, saibro e areia impura. Também estão presentes os sedimentos do grupo A (aluviões e argilas da Formação Guabirotuba).

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 7 minas em atividade no território de Campina Grande do Sul, cujas substâncias lavradas, em 5 delas, granito e gnaisse-migmatito. Duas lavras são de quartzito. Outros sete cadastros de minas desativadas referem-se a lavra de rocha alterada, solo, cascalho, quartzito, granito e gnaisse-migmatito.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 26 processos no município de Campina Grande do Sul, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (21 processos), 3 licenciamentos, e 2 requerimentos de lavra. As substâncias consideradas nos processos de requerimentos de lavra são água mineral, areia, argila, bentonita, calcário, migmatito, granito, ouro, saibro. Esta lista de substâncias às vezes é incompatível com a geologia regional, o que de resto também acontece nos outros municípios.

Zoneamento mineral – O município de Campina Grande do Sul divide-se entre a ZPM (Zona Preferencial para Mineração), e a ZCM (Zona Controlada para Mineração), na porção limítrofe com a Serra do Mar, pela existência da Área de Especial Interesse Turístico do Marumbi (futura APA da Serra do Mar) e parte da APA federal de Guaraqueçaba. Outras porções da ZCM estão no sul, como o perímetro urbano, zonas de preservação municipais e a APA Estadual do Iraí. A ZBM (Zona Bloqueada para Mineração) está representada pelo Parque Estadual do Pico Paraná na Serra do Mar, situado na região leste de Campina Grande do Sul.

CAMPO LARGO

Características - Situado no centro-oeste da RMC, Campo Largo tem uma extensão territorial de 1.252 km^2, e uma população de 92.782 habitantes (IBGE, 2000). O relevo é ondulado nas áreas do embasamento e do Grupo Açungui, e plano sobre os sedimentos da Formação Guabirotuba e os sedimentos paleozóicos do segundo Planalto. A escarpa de São Luís do Purunã, marcando o limite do Primeiro e do Segundo Planaltos, encontra-se na porção sudoeste do território municipal. Além da BR-277, que atravessa a área urbana, a rodovia estadual PR-090 liga à região noroeste, até Castro.

Potencial mineral – Este município apresenta um alto potencial mineral, sendo um dos mais diversificados da RMC. Tem potencial mineral para todos os grupos considerados: grupo A – areias e argilas, grupo B – rochas ornamentais, brita, saibro e areias impuras; grupo C - rochas carbonáticas, com calcários calcíticos, dolomíticos e mármores; grupo D – siltitos, filitos, metassiltitos e xistos. Além destes grupos de minerais não metálicos, há potencial expressivo para água mineral nas rochas carbonáticas (karst) e também para minerais metálicos, como o ouro na região de Povinho de São João.

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 22 minas em atividade no território de Campo Largo, cujas substâncias lavradas são quartzito (8), calcário calcítico (2), calcário dolomítico (2), ouro (2), granito e gnaisse-migmatito (3), filito, arenito, água mineral e argila. Outros 22 registros de minas desativadas referem-se também a lavras de ouro, calcário, argila, quartzito, rocha alterada/solo, arenito, filito, granito e gnaisse-migmatito. Algumas das mais expressivas minas da RMC encontram-se em Campo Largo, como a Mineração Tabiporã (ouro), Ouro Fino (água mineral) e a Mineração Itambé (calcário calcítico para cimento).

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 209 processos no município de Campo Largo, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (128 processos), 2 licenciamentos, 1 área em disponibilidade, 27 requerimentos de lavra e 51 concessões de lavra. As

substâncias consideradas nos processos de requerimentos de lavra são água mineral, areia, arenito, argila, calcário calcítico e dolomítico, caulim, filito gnaisse-migmatito, granito, ouro, quartzito e siltito.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Campo Largo encontra-se sobre a ZPM (Zona Preferencial para Mineração). No restante, encontra-se a ZCM (Zona Controlada para Mineração), em função da APA da Escarpa Devoniana, a sudoeste, a APA do Rio Verde a sudeste e a Floresta Nacional do Açungui, a norte da área urbana de Campo Largo. Outras porções da ZCM estão representadas pelo perímetro urbano, por zonas de preservação municipais, pela RPPN Tarumã, sobreposta à escarpa devoniana, e pelas áreas aluvionares.

CAMPO MAGRO

Características - Situado na divisa oeste de Curitiba, Campo Magro tem uma extensão territorial de 278 km^2, e uma população de 20.409 habitantes, sendo 85% na área rural, conforme os dados do censo do IBGE (2000). O relevo é ondulado nas áreas do Grupo Açungui e mais suavizado na porção sul, sobre metassedimentos e rochas do embasamento gnáissico-migmatítico. A área urbana municipal é atravessada pela Rodovia do Cerne (PR-090), que liga Curitiba a Castro. Uma expressiva parte do município encontra-se na área de influência do aqüífero karst, inclusive a sede urbana. Nestes compartimentos, as rochas carbonáticas encontram-se recobertas por expressivas camadas de sedimentos coluvionares inconsolidados.

Potencial mineral – Este município apresenta um potencial mineral médio, com tipos litológicos que podem ser enquadrados em todos os grupos considerados: grupo A (aluviões) – areias e argilas; grupo B (granitos, granitóides, gnaisses-migmatitos, diabásios) – rochas ornamentais, brita, saibro e areias impuras; grupo C (rochas carbonáticas) - com calcários calcíticos, dolomíticos e mármores; grupo D – siltitos, filitos, metassiltitos e xistos. De modo geral, predominam as rochas dos grupos D e B. Além destes grupos de minerais não metálicos, há potencial expressivo para água mineral nas rochas carbonáticas do karst.

Atividade mineral – Foram cadastradas 9 minas em atividade no território de Campo Magro, cujas substâncias lavradas são calcário dolomítico (5), granito (2) e gnaisse-migmatito (2). Outros 9 registros de minas desativadas referem-se a calcário dolomítico (7), gnaisse-migmatito e areia.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 57 processos no município de Campo Magro, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (43 processos), 1 licenciamento, 3 requerimentos de lavra e 10 concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos de requerimentos de lavra são calcários e gnaisses-migmatitos.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Campo Magro encontra-se sobre a ZPM (Zona Preferencial para Mineração). Na parte sul ocorre a ZCM (Zona Controlada para Mineração), em função da APA Estadual do Passaúna, o perímetro urbano, e o manancial subterrâneo do karst. Estas áreas se superpõem parcialmente. Parte do território está dentro do distrito mineiro Capiru, para o qual está sendo proposta uma avaliação de detalhe do planejamento regional (ver Capítulo 8).

CERRO AZUL

Características - Situado na porção noroeste da RMC, Cerro Azul tem uma extensão territorial de 1.341 km^2. O relevo é fortemente ondulado, predominando os terrenos dos cinturões metamórficos proterozóicos e graníticos do Complexo Três Córregos e Granito Morro Grande. A área urbana municipal é atingida pela Rodovia dos Minérios (PR-092), desde Rio Branco do Sul, sendo um

município com características rurais predominantes, com apenas 24% da população na área urbana, num total de 16.352 habitantes (IBGE, 2000).

Potencial mineral – O potencial mineral de Cerro Azul é representado principalmente por rochas dos grupos B e D (rochas granitóides, xistos e filitos), e subordinadamente rochas carbonáticas (grupo C). Em Cerro Azul também estão situadas as jazidas de fluorita de Mato Preto e Volta Grande. A fluorita está ligada a rochas alcalinas e carbonatitos, além de ocorrências em restos de teto de rochas carbonáticas em intrusões graníticas. O Paraná tinha grande importância na produção brasileira, além de Santa Catarina e Rio de Janeiro, podendo retomar a posição a partir da reativação destas minas. Também há ocorrências e depósitos de barita, relacionada às seqüências da Formação Perau (Grupo Setuva), atualmente com todas as lavras desativadas. Uma parte do município de Cerro Azul atinge o Sienito Tunas, onde há intensa mineração para fins ornamentais nos municípios vizinhos.

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 5 minas em atividade em Cerro Azul, cujas substâncias lavradas são mármore (2) quartzito (1) e fluorita (Mato Preto e Volta Grande). Outros 22 registros de minas desativadas referem-se também a lavras de calcário dolomítico/mármore (12), barita (6), chumbo/zinco (3) e quartzito (1).

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, existem 103 processos no município de Cerro Azul, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (62 processos), 3 áreas em disponibilidade, 17 requerimentos de lavra e 21 concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos de requerimentos de lavra e concessão de lavra são: barita, calcário, chumbo, mármore, fluorita, granito e sienito.

Zoneamento mineral – A quase totalidade do município de Cerro Azul encontra-se sobre a ZPM (Zona Preferencial para Mineração), devendo esta atividade ser considerada como uma das alternativas econômicas mais importantes.

COLOMBO

Características - Situado na parte central da RMC, Colombo tem uma extensão territorial de 198 km^2. O relevo varia de ondulado a plano, desde as rochas metamórficas da Formação Capiru, até as zonas de sedimentos terciários e rochas gnáissico-migmatíticas na parte sul. Colombo está na influência direta de Curitiba, com vastas áreas urbanizadas em ligação direta com a capital. A população municipal atinge cerca de 183.329 habitantes (IBGE, 2000), sendo mais de 95% na área urbana.

Potencial mineral – O potencial mineral do município de Colombo é representado por todos os grupamentos de minerais não metálicos (A, B, C e D), incluindo argilas, rochas calcárias dolomíticas, quartzitos, rochas gnáissico-migmatíticas, diabásios e água mineral. A parte norte do município faz parte do distrito mineiro Capiru, que apresenta a maior concentração de mineração da Região Metropolitana de Curitiba, conjuntamente com Almirante Tamandaré, Rio Branco do Sul e Itaperuçu. A maior parte da produção desta região se destina à produção de calcário para corretivo de solo e cal.

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 15 minas em atividade em Colombo, a maioria lavrando calcário dolomítico (12 registros), e as demais de granito, gnaisse-migmatito e argila vermelha. Trinta minas desativadas cadastradas referem-se também a calcário dolomítico (10), quartzito (11), gnaisse-migmatito (5), e as demais filito, argila e diabásio.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, existem 51 processos no município de Colombo, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (29 processos), 2 licenciamentos, 8 requerimentos

de lavra e 12 concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos de requerimentos de lavra e concessão de lavra também envolvem água mineral, saibro, filito, gnaisse-migmatito, além do calcário dolomítico.

Zoneamento mineral – Embora uma parte expressiva do território esteja sob áreas classificadas como ZCM (Zona Controlada para Mineração), em função das áreas urbanas, de áreas de preservação municipais, da APA Estadual do Iraí e da zona de influência do karst, que deve constituir em breve um manancial subterrâneo delimitado oficialmente, a porção norte do município pode ser classificada como ZPM (Zona Preferencial para Mineração). As atividades de mineração de calcário dolomítico se desenvolvem nas zonas topograficamente mais favoráveis à implantação da mina, nas zonas com maiores declividades. As áreas onde se assenta a urbanização, e onde se concentra a exploração de água para abastecimento público (karst), são as zonas mais planas. Sendo assim, já existe uma espécie de zoneamento estabelecido pelas condicionantes naturais, o que permite um gerenciamento do território de forma a minimizar os conflitos com a mineração, embora persistam os problemas relativos ao aproveitamento da água subterrânea nas proximidades de zonas urbanas. Dada a grande importância da mineração e a expansão urbana, em conflito, esta área está sendo indicada para uma avaliação de detalhe no planejamento regional (ver capítulo 8 – diretrizes do PDM).

CONTENDA

Características - Situado a sudoeste de Araucária, o município de Contenda tem uma extensão territorial de 301 km^2. O relevo é suavemente ondulado, desenvolvido na maior parte sobre os complexos de rochas gnáissico-migmatíticas do embasamento, com uma pequena porção posicionada sobre a planície aluvionar do Iguaçu. Contenda tem uma população de 13.241 habitantes (IBGE, 2000), dividida em proporções semelhantes na população urbana e rural.

Potencial mineral – O potencial mineral do município de Contenda é representado na maior parte pelos grupos B e D (rochas granitóides, gnáissicas e rochas xistosas indiferenciadas), além de porções subordinadas de sedimentos aluvionares (grupo A), na planície do Iguaçu e seus principais afluentes.

Atividade mineral – No decorrer do PDM foi cadastrada apenas 1 mina em atividade, de quartzito, além das áreas de extração de areia, não consideradas individualmente no cadastramento realizado neste projeto, mas identificadas no levantamento do Alto Iguaçu (RIBAS e SILVA, 2000). Em termos de minas paralisadas, foram identificadas 3 áreas de lavra, de gnaisse-migmatito e quartzito.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, dos 36 processos situados no município de Contenda, alguns compartilhados com os municípios vizinhos, 33 são de requerimentos e autorizações de pesquisa, 1 área em disponibilidade e 2 em fase de requerimento de lavra. As substâncias consideradas envolvem principalmente areia, argila, argila refratária, caulim e quartzito.

Zoneamento mineral – A quase totalidade do município de Contenda é classificada como Zona Preferencial para Mineração (ZPM), com algumas zonas subordinadas classificadas como ZCM (Zona Controlada para Mineração), em função do perímetro urbano e das áreas aluvionares, neste caso situada nas zonas limítrofes.

CURITIBA

Características - Situado no centro da RMC, o município de Curitiba tem uma extensão territorial de 436 km^2, sendo urbanizado na sua quase totalidade. O relevo é plano onde dominam os sedimentos da Formação Guabirotuba na região central, e também nas zonas mais a sul, onde

predominam rochas gnáissico-migmatíticas do embasamento. Nos limites municipais ocorre uma expressiva área de sedimentos aluvionares, principalmente no Vale do Iguaçu, na divisa com Pinhais, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande e Araucária. A porção norte mostra um relevo mais acidentado, também desenvolvido sobre gnaisses-migmatitos. A população de Curitiba em 2000 chegou a 1.587.315 habitantes, segundo o censo demográfico do IBGE.

Potencial mineral – O potencial mineral do município de Curitiba é representado principalmente pela areia e argila das áreas aluvionares do Vale do Iguaçu, em que pese a dificuldade de delimitar novas áreas para extração em função das lavras já realizadas, da ocupação urbana e de invasões, além de rochas gnáissico-migmatíticas (brita, rocha ornamental, saibro) e a água mineral nos aqüíferos fraturados do embasamento.

Atividade mineral – No levantamento realizado no decorrer do PDM foram cadastradas 4 minas em atividade no Vale do Iguaçu, para extração de areia no território de Curitiba. No levantamento de RIBAS e SILVA (2000), foram cadastradas outras lavras nesta planície aluvionar, onde normalmente também se lavra argila como subproduto. Na parte noroeste da cidade foram registradas nove pedreiras desativadas, encaixadas em gnaisses-migmatitos ou quartzitos. Estas áreas acabaram incorporadas na malha urbana e em diversos casos foram destinadas pela municipalidade para o lazer (ex. Parque Tanguá, Pedreira Paulo Leminsky, Universidade Livre do Meio Ambiente).

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, dos 66 processos situados no município de Curitiba, na maior parte compartilhados com municípios vizinhos, 53 encontram-se na fase de requerimentos e autorizações de pesquisa, 1 é licenciamento, 5 são áreas em disponibilidade, 2 encontram-se na fase de requerimento de lavra e 5 são concessões de lavra e. A maior parte dos processos envolve a pesquisa de areia e argila, mas em alguns casos referem-se à pesquisa de água mineral.

Zoneamento mineral – A totalidade do município de Curitiba é classificada como Zona Controlada para Mineração (ZCM), em função da taxa de urbanização e da existência de áreas de preservação municipais. O Parque Estadual João Paulo II classifica-se como ZBM (Zona Bloqueada para Mineração). O foco para mineração continua sendo o Vale do Iguaçu e algumas áreas isoladas para água mineral.

DOUTOR ULYSSES

Características - Situado no extremo noroeste da RMC, a cerca de 100 km de Curitiba, o município de Doutor Ulysses tem uma extensão territorial de 787 km^2, com 6.003 habitantes e mais de 89% da população na área rural, segundo os dados do IBGE (2000).

Potencial mineral – O município de Doutor Ulysses é constituído na maior parte por rochas granitóides (complexos Três Córregos e Cunhaporanga), com um cinturão de rochas metassedimentares da faixa Itaiacoca, no sentido SW-NE. O potencial é predominantemente do grupo B (rochas granitóides), grupo C (faixas carbonáticas, dolomíticas e calcíticas), e grupo D (metassedimentos, filitos, xistos). Ainda são registradas ocorrências restritas de sedimentos aluvionares (grupo A). Além das rochas calcárias, a Faixa Itaiacoca encaixa mineralizações de talco, cujas minas principais estão situadas fora da RMC, principalmente nas proximidades de Socavão, Abapã e Itaiacoca, a sudoeste de Doutor Ulysses.

Atividade mineral – No levantamento realizado no decorrer do PDM não foram detectadas minas em atividade ou paralisadas no território de Doutor Ulysses.

Direitos minerários – Apesar de não ter sido constatada atividade mineral, o território de Doutor Ulysses apresenta 50 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, na maior parte compartilhados com municípios vizinhos. Dos 50 processos, 35 estão na fase de

requerimento e autorização de pesquisa. Dos 15 processos restantes, 2 áreas encontram-se em disponibilidade, 7 são requerimentos de lavra e 6 são concessões de lavra. As áreas com concessões de lavra têm como substância principal calcário dolomítico ou calcítico.

Zoneamento mineral – A quase totalidade do município de Doutor Ulysses é classificada como Zona Preferencial para Mineração. O foco continua sendo a faixa de rochas calcárias e mais recentemente o Granito Três Córregos, para fins de granito ornamental.

FAZENDA RIO GRANDE

Características - Situado a sul do município de Curitiba, Fazenda Rio Grande tem uma extensão territorial de 115 km^2. O relevo é plano, posicionado sobre os sedimentos aluvionares do Vale do Iguaçu e os sedimentos da Formação Guabirotuba. A cidade é atravessada pela BR-116, com uma população de 62.877 habitantes, com grande predominância da população urbana sobre a população rural (IBGE, 2000).

Potencial mineral - O potencial mineral é representado principalmente pelos sedimentos recentes (areias e argilas), do grupo A, fonte de insumos para construção civil, tanto a areia como as argilas provenientes da lavra dos aluviões e também dos solos residuais da Formação Guabirotuba.

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 5 minas em atividade e 1 paralisada no território de Fazenda Rio Grande, de argila e rochas diversas decompostas. As substâncias lavradas em alguns casos são rochas do embasamento, como granitos, gnaisses-migmatitos e quartzitos, em desacordo com o mapa geológico de compilação. No entanto, é preciso considerar que a Formação Guabirotuba é pouco espessa nesta região, podendo ocorrer a lavra das rochas subjacentes, do Complexo Gnáissico-Migmatítico, e também, eventualmente, erros de classificação pela semelhança dos sedimentos arcosianos com gnaisses e migmatitos decompostos. A maior parte da atividade mineral acontece na planície aluvionar do Iguaçu, na divisa com o município de Curitiba, onde foram cadastradas extensas áreas com cavas de areia abandonadas (RIBAS e SILVA, 2000).

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 33 processos na região de Fazenda Rio Grande, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (31 processos), 1 licenciamento e 1 requerimento de lavra. As substâncias consideradas nos processos são areia, argila e caulim.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Fazenda Rio Grande encontra-se sobre a ZCM (Zona Controlada para Mineração). A extensa área urbana, a amplitude da planície aluvionar e a existência da APA Municipal do Rio Despique (limite leste), cobrem a maior parte do território. Além disso, sobre a área aluvionar o zoneamento urbano delimitou um Setor Especial de Preservação.

ITAPERUÇU

Características - Situado na parte centro-oeste da RMC, adjacente a Campo Largo, o município de Itaperuçu tem uma extensão territorial de 787 km^2, com cerca de 19.344 habitantes e mais de 84% da população na área urbana, segundo os dados do IBGE. Itaperuçu tem a sede municipal praticamente contígua à de Rio Branco do Sul.

Potencial mineral – O município de Itaperuçu tem um alto potencial mineral, semelhante ao de Campo Largo, com a predominância de rochas do grupo D (metassedimentos e xistos), grupo C (rochas calcárias calcíticas e dolomíticas) e grupo B (rochas granitóides). Este município é atravessado pelas faixas carbonáticas da Formação Capiru e das formações Votuverava e Antinha.

Atividade mineral – No levantamento realizado no decorrer do PDM foram detectadas 7 minas em atividade, sendo 5 de calcário dolomítico, 1 de calcário calcítico e 1 de quartzito. As 18 minas paralisadas que foram cadastradas também se referem às mesmas substâncias, com mais 1 registro de lavra de filito.

Direitos minerários – O território de Itaperuçu apresenta 85 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, sendo alguns compartilhados com municípios vizinhos. Destes, 56 referem-se a requerimentos e autorizações de pesquisa. Dos processos restantes, 1 é licenciamento, 10 são requerimentos de lavra e 18 são concessões de lavra. As áreas com concessões, requerimentos de lavra e licenciamento têm como substância principal calcário dolomítico, calcítico e argila.

Zoneamento mineral – A quase totalidade do município de Itaperuçu é classificada como Zona Preferencial para Mineração (ZPM). O foco principal continua sendo a faixa de rochas calcárias, tanto calcíticas quanto dolomíticas. O limite sudeste do município está situado no distrito mineiro Capiru, com a predominância de rochas carbonáticas dolomíticas, onde a produção se destina a corretivo de solo e cal, no mesmo condicionamento dos municípios de Almirante Tamandaré, Colombo e Rio Branco do Sul. Na faixa central encontra-se parte do distrito mineiro de calcário calcítico, com minas em menor quantidade, mas com maior expressão econômica, pela destinação do minério para fabricação de cimento pela Votorantim, com fábricas em Itaperuçu e Rio Branco do Sul. Dada a grande importância da mineração e a expansão urbana, em conflito, esta área está sendo proposta para um maior controle do zoneamento da mineração (ver capítulo 8 – diretrizes do PDM).

LAPA

Características- Situado no extremo sudoeste da RMC, o município da Lapa se estende por mais de 2.048 km^2. O relevo é plano na maior parte do território, predominando como substrato os sedimentos paleozóicos do Grupo Itararé (Bacia do Paraná). Uma pequena parte do território, junto ao limite leste, está situada sobre os complexos do embasamento. O município da Lapa tem uma população de 41.838 habitantes e mais de 57% da população na área urbana, segundo os dados do IBGE (2000).

Potencial mineral – O município da Lapa tem um potencial mineral pouco expressivo, majoritariamente para areias e argilas (grupo A), tanto no que se refere ao aproveitamento dos sedimentos paleozóicos como os aluviões do rio Iguaçu e do seu afluente rio da Várzea.

Atividade mineral – No levantamento realizado no decorrer do PDM foram cadastradas 7 minas em atividade, de argila, arenito, siltito caulim e folhelho. Além disso, também foram registradas 24 minas paralisadas, na maior parte das mesmas substâncias. O foco da mineração neste município é a areia aluvionar dos rios mencionados.

Direitos minerários – O território da Lapa apresenta o número expressivo de 90 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, sendo alguns compartilhados com municípios vizinhos. Destes, 78 referem-se a requerimentos e autorizações de pesquisa. Dos processos restantes, 1 área está em disponibilidade, 5 são requerimentos de lavra, 4 licenciamentos e 2 são concessões de lavra. As áreas com concessões, requerimentos de lavra e licenciamento têm como substância principal areia, argila, saibro e caulim.

Zoneamento mineral – A maior parte do município da Lapa é enquadrada na Zona Preferencial para Mineração (ZPM), com exceção da área de perímetro urbano, as zonas aluvionares e a APA da Escarpa Devoniana. Estes diferentes setores são classificados dentro da ZCM (Zona Controlada para Mineração).

MANDIRITUBA

Características - Situado na parte sul da RMC, o município da Mandirituba se estende por mais de 381 km^2. O relevo é ondulado, apresentado como substrato os complexos do embasamento e parte do Granito Agudos. Este corpo granítico apresenta as maiores elevações, chegando a 1.160 m. O município da Mandirituba tem uma população de 17.540 habitantes e mais de 64% da população na área rural, segundo os dados do IBGE (2000). A sede urbana de Mandirituba fica no eixo rodoviário sul da BR-116.

Potencial mineral – O município da Mandirituba tem um potencial mineral pouco expressivo, sendo majoritariamente para o grupo B (rochas para brita, paralelepípedo, rocha ornamental, etc), sobre granitos e gnaisses-migmatitos.

Atividade mineral – No levantamento realizado no decorrer do PDM foram cadastradas 7 minas em atividade, de granito (4), migmatito (2) e areia (1). Além disso, também foram registradas 9 minas paralisadas, na maior parte de gnaisses-migmatitos e granitos.

Direitos minerários – O território da Mandirituba apresenta o número expressivo de 48 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, sendo alguns compartilhados com municípios vizinhos. Destes, 43 referem-se a requerimentos e autorizações de pesquisa. Dos processos restantes, 5 são concessões de lavra, cujas substâncias referidas são: granito, argila e caulim.

Zoneamento mineral – Grande parte do município da Mandirituba se enquadra na Zona Preferencial para Mineração (ZPM), com exceção do perímetro urbano e das zonas aluvionares. Estes diferentes setores são classificados dentro da ZCM (Zona Controlada para Mineração).

PINHAIS

Características - Situado na parte central da RMC, o município de Pinhais se estende por cerca de 61 km^2. O relevo é plano, apresentando como substrato os sedimentos recentes da Formação Guabirotuba e os aluviões do Alto Iguaçu, além de raras exposições do embasamento gnáissico-migmatítico. O município de Pinhais tem uma população de 102.985 habitantes, urbana na quase totalidade (IBGE, 2000). O município de Pinhais faz parte da área conurbada central da RMC, atravessado pela rodovia PR-415 e pela Rodovia da Graciosa na divisa norte. No limite leste do território municipal encontra-se o reservatório da represa do Iraí, para captação de água para abastecimento público.

Potencial mineral – O município de Pinhais tem essencialmente um potencial mineral para areias e argilas (grupo A).

Atividade mineral – No levantamento realizado no decorrer do PDM não foi cadastrada nenhuma mina em atividade ou paralisada. No tocante aos depósitos aluvionares, parte expressiva já foi lavrada, gerando grandes concentrações de cavas abandonadas, principalmente junto à rodovia estadual PR-415.

Direitos minerários – O território de Pinhais apresenta 9 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, sendo alguns compartilhados com municípios vizinhos. Destes, 8 referem-se a requerimentos e autorizações de pesquisa. O único processo com concessão de lavra tem a argila como substância.

Zoneamento mineral – A quase totalidade do município de Pinhais se enquadra na Zona Controlada para Mineração (ZCM). A ZCM está constituída pelo perímetro urbano, pelas áreas aluvionares e pela APA estadual do Iraí. Estes setores eventualmente se superpõem.

PIRAQUARA

Características - Situado na parte leste da RMC, o município da Piraquara se estende por cerca de 225 km^2. O relevo é plano a montanhoso, desde os sedimentos da Bacia de Curitiba até os maciços graníticos da Serra do Mar, no limite leste, chegando a mais de 1.400 m de altitude. O município de Piraquara tem uma população de 72.886 habitantes, com cerca de 53% na área rural (IBGE, 2000). O município liga-se a Curitiba pela PR-415, e no território municipal encontram-se importantes mananciais, incluindo os reservatórios das represas do Iraí e do Piraquara, para captação de água para abastecimento público.

Potencial mineral – O município de Piraquara tem potencial mineral para areias e argilas (grupo A), gnaisses-migmatitos e granitos, para brita, rocha ornamental e paralelepípedo (grupo B), além de saibro e solo/rocha alterada.

Atividade mineral – No levantamento realizado no decorrer do PDM foram cadastradas 2 minas ativas (pedreiras no Granito Anhangava) e 5 minas paralisadas. As lavras cadastradas, ativas e paralisadas, têm como substâncias mineradas granito, gnaisse-migmatito e solo/rocha alterada.

Direitos minerários – O território de Piraquara apresenta 35 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, sendo alguns compartilhados com municípios vizinhos. Destes, 29 referem-se a requerimentos e autorizações de pesquisa. Os demais processos estão em disponibilidade (1), na fase de requerimento de lavra (1), ou concessões de lavra (4). As concessões de lavra têm como substância minerada o granito.

Zoneamento mineral – A quase totalidade do município de Piraquara se enquadra na Zona Controlada para Mineração (ZCM). Existem várias áreas de preservação (APA Estadual do Iraí, APA Estadual do Piraquara, AEIT do Marumbi). Também estão na ZCM o perímetro urbano e as zonas aluvionares. Os Parques Estaduais da Serra da Baitaca e do Pico Marumbi cobrem parcialmente a região montanhosa, sendo classificados como Zona Bloqueada para Mineração (ZBM). A ZPM (Zona Preferencial para Mineração) cobre os remanescentes do território, subordinados.

QUATRO BARRAS

Características– Situado no leste da RMC, o município da Quatro Barras se estende por cerca de 182 km^2. O Condicionamento é semelhante a Piraquara, com relevo plano a montanhoso, desde os sedimentos da Bacia de Curitiba até os maciços graníticos da Serra do Mar (Granitos Anhangava e Graciosa), com mais de 1.400 m de altitude. O município de Quatro Barras tem uma população de 16.161 habitantes, com predominância de população na área urbana (IBGE, 2000). O município liga-se a Curitiba pela BR-116 e pela Rodovia da Graciosa e também é importante em termos de mananciais, com parte do reservatório da represa do Iraí, para abastecimento público.

Potencial mineral – O município de Quatro Barras, de forma similar a Piraquara, tem potencial mineral para areias e argilas (grupo A), gnaisses-migmatitos e granitos, para brita, rocha ornamental e paralelepípedo (grupo B), além de saibro e solo/rocha alterada.

Atividade mineral – A concentração de lavras de granito na Serra do Mar define o distrito mineiro de Quatro Barras, um dos centros tradicionais de extração mineral no entorno de Curitiba. No decorrer do PDM foram cadastradas 19 minas em atividade e 12 minas paralisadas, na face oeste do Granito Anhangava e encaixantes gnáissico-migmatíticas. O minério tem uso como brita, rocha ornamental, paralelepípedos, etc.

Direitos minerários – O território de Quatro Barras apresenta 48 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, sendo alguns compartilhados com municípios vizinhos. Destes, 31 referem-se a requerimentos e autorizações de pesquisa. Os demais processos estão em

disponibilidade (1), na fase de licenciamento (5), 10 concessões de lavra e 1 registro de extração. As concessões de lavra têm como substância o granito, e eventualmente o saibro e argila.

Zoneamento mineral – A situação da mineração de granito em Quatro Barras gerou muitos conflitos com os órgãos ambientais, pela fragilidade da região (encostas da Serra do Mar), a existência de Parque Estadual (Serra da Baitaca) nas proximidades, a AEIT (Área de Especial Interesse Turístico do Marumbi) e na parte oeste a APA Estadual do Iraí. A questão de fundo é que a mineração tem uma longa existência nesta área, e a delimitação posterior das áreas de preservação acabou por levar em conta esta atividade pré-existente. O Parque Estadual ocupa a porção mais elevada do Granito Anhangava, logo acima do polígono envolvente das minas. A APA do Iraí, que cobre grande parte das minas na encosta oeste do Anhangava, também teve a mineração considerada na elaboração do seu zoneamento. Nessa ocasião foram definidas Zonas Restritas de Ocupação que incluem a ZEMC – Zona de Extração Mineral Controlada, com maior controle sobre as atividades minerais licenciadas. Em termos de macrozoneamento da mineração, Quatro Barras tem a maior parte do território na ZCM (Zona Controlada para Mineração), pela disposição do perímetro urbano e as áreas de conservação de uso sustentável (APA do Iraí, AEIT – Marumbi). Uma parte subordinada está na ZBM (Zona Bloqueada para Mineração), representada pelo Parque Estadual da Serra da Baitaca. O restante, cobrindo as rochas gnáissico-migmatíticas, principalmente, encontra-se na ZPM (Zona Preferencial para Mineração).

QUITANDINHA

Características– Situado no sul da RMC, o município da Quitandinha abrange cerca de 446 km^2, com relevo ondulado, característico da região do embasamento gnáissico-migmatítico. Além destas rochas, uma pequena porção a oeste está posicionada sobre os sedimentos da Bacia do Paraná (Grupo Itararé), além de restritas ocorrências de sedimentos aluvionares, ao longo do rio da Várzea, que atravessa o município de leste para oeste, e uma pequena porção do Granito Agudos, no extremo sul. O município da Quitandinha tem uma população de 15.272 habitantes, com grande predominância de população na área rural segundo o IBGE (2000). O município liga-se a Curitiba pela BR-116.

Potencial mineral – Quitandinha tem potencial mineral predominante nos gnaisses-migmatitos e granitóides, para produção de brita, rocha ornamental e paralelepípedo, além de caulim, saibro e solo/rocha alterada (grupo B). Também existe potencial mineral para areias e argilas (grupo A).

Atividade mineral – No cadastramento da mineração realizado no PDM foram identificadas 4 minas ativas e uma paralisada, sendo na maioria pedreiras de gnaisse-migmatito, com uma lavra de caulim.

Direitos minerários – O território de Quitandinha apresenta 24 processos do DNPM, conforme os dados de novembro de 2003, sendo alguns compartilhados com municípios vizinhos. Destes, 20 referem-se a requerimentos e autorizações de pesquisa, quase todos situados ao longo do rio da Várzea (areia e argila). Os demais processos são 1 requerimento de lavra, 2 registros de extração para saibro e 1 concessão de lavra de água mineral. Esta concessão está localizada no limite com o Granito Agudos.

Zoneamento mineral – A maior parte do município está situada na ZPM (Zona Preferencial para Mineração). Áreas restritas se enquadram na ZCM (Zona Controlada para Mineração), no perímetro urbano e ao longo das zonas aluvionares, principalmente ao longo do rio da Várzea.

RIO BRANCO DO SUL

Características - Situado na porção centro-norte da RMC, a norte de Almirante Tamandaré e Curitiba, Rio Branco do Sul tem uma extensão territorial de 817 km^2 e uma população de 29.341

habitantes, segundo o IBGE (2000). Apresenta relevo acidentado, situado na maior parte sobre os cinturões metamórficos do Grupo Açungui. O território de Rio Branco do Sul se situa em grande parte sobre unidades geológicas de metassiltitos e filitos, intercalados por rochas calcárias. O município é cortado pela Rodovia dos Minérios (PR-092), que faz ligação com Curitiba e demanda a norte a cidade de Cerro Azul.

Potencial mineral - O potencial mineral é muito alto, representado principalmente pelas rochas carbonáticas dolomíticas e calcíticas (grupo C), das formações Capiru e Votuverava/Antinha. Também há grandes extensões de rochas granitóides e gnáissicas (grupo B), metassedimentos e xistos (grupo D), além de restritas ocorrências de aluviões (areias e argilas do grupo A).

Atividade mineral – Foram cadastradas pelo PDM 34 minas em atividade no território de Rio Branco do Sul, sendo 25 de calcário dolomítico, todas no entorno do perímetro urbano, do lado sudeste, 4 de calcário calcítico, 4 de quartzito, 1 de granito e e 3 de quartzito. Foram cadastradas 127 minas paralisadas, das quais 106 de calcário dolomítico, 7 de mármore, 9 de calcário calcítico, 6 de quartzito, 4 de argila vermelha, 1 de laterita e 1 de granito.

As minas de calcário calcítico em atividade também estão situadas nas proximidades de Rio Branco do Sul, no lado noroeste, incluindo a mina Saivá da Votorantim. A mina de Itaretama, da mesma empresa, se posiciona a cerca de 12 km a noroeste da sede municipal. A grande concentração das minas de calcário dolomítico no entorno da sede municipal faz parte do Distrito Mineiro Capiru, a sudeste, com continuidade em Itaperuçu, Almirante Tamandaré e Colombo, já mencionado anteriormente. No caso de Rio Branco do Sul, há uma grande proximidade do perímetro urbano com as áreas de extração. Pelo menos 15 lavras abandonadas estão dentro deste perímetro.

A grande importância econômica da mineração em Rio Branco do Sul foi discutida no capítulo 3 (Perfil dos Insumos Minerais), tanto em quantidades quanto em valores.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 230 processos na região de Rio Branco do Sul, cobrindo grande parte do seu território. As substâncias em foco compreendem as rochas calcárias, água mineral, argilas, barita, limonita, quartzito, caulim, feldspato, filito e saibro.

Dos 230 processos, 123 estão na fase de requerimento e autorização de pesquisa. Existem 2 áreas em disponibilidade, 5 licenciamentos e 34 áreas na fase de requerimento de lavra. As concessões de lavra são 66, mostrando a dimensão da atividade mineral neste município. As concessões são para dolomito, calcário dolomítico ou mármore (36), calcário calcítico (24), e 3 de argila.

Zoneamento mineral – A quase totalidade do município de Rio Branco do Sul encontra-se sobre a ZPM (Zona Preferencial para Mineração), que é a grande vocação econômica deste município. Apenas áreas restritas se classificam como ZCM (Zona Controlada para Mineração), pela existência do perímetro urbano e de restritas ocorrências de aluviões. Embora parcialmente fora da área de interesse imediato para o karst, este aqüífero também abrange parte do território, devendo ser considerado na questão do aproveitamento de água subterrânea, além da extração de água mineral. Dada a grande importância da mineração e o conflito com a expansão urbana, esta área está sendo proposta para um detalhamento do zoneamento regional visando a preservação de áreas para mineração (ver capítulo 8 – diretrizes do PDM).

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

Características– Situado na zona central da RMC, a sudeste de Curitiba, São José dos Pinhais é um dos municípios mais importantes em população e do ponto de vista econômico. A cidade tem sua área urbana contígua a Curitiba, separada pelo Vale do Iguaçu, ligando-se à capital pela BR-376 em direção a Santa Catarina. A população de São José dos Pinhais é de 204.316 habitantes,

com cerca de 90% da população na área urbana (IBGE, 2000), distribuída em 944 km^2. O relevo é plano, posicionado sobre os sedimentos aluvionares do Vale do Iguaçu e os sedimentos da Formação Guabirotuba, além das litologias do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Para sudeste, os terrenos são mais acidentados, chegando a um relevo montanhoso sobre as rochas vulcânicas da Formação Guaratubinha, parte das elevações da Serra do Mar, com altitudes de mais de 1.200 m. Esta formação também marca o limite da bacia hidrográfica do Iguaçu com o litoral. Assim, parte da região sudeste do município de São José dos Pinhais drena para a bacia do rio Cubatão, em direção ao Oceano Atlântico. São José dos Pinhais apresenta um perfil econômico desenvolvido, com montadoras e indústrias de autopeças. Neste território também está situado o aeroporto internacional Afonso Pena.

Potencial mineral - O potencial mineral é representado principalmente pelos grupos A (areias e argilas) e B (rochas para brita, ornamental e paralelepípedos). Em termos geológicos, o potencial se refere aos sedimentos recentes do Vale do Iguaçu e da Formação Guabirotuba, e o grupo B se desenvolve sobre os gnaisses-migmatitos e granitóides do embasamento.

Atividade mineral – Um número expressivo de 46 minas ativas foi cadastrado em São José dos Pinhais, sendo 15 de areia (e eventualmente argila como subproduto), 12 de argila vermelha, 2 de caulim, 7 de rocha granitóide, 7 de gnaisse-migmatito, 1 de quartzito e 2 de solo/rocha alterada. Também foram cadastradas 22 minas paralisadas no seu território, principalmente de gnaisse-migmatito, granito, argila caulim e areia. Também nesse caso, no cadastro da mineração realizado no Alto Iguaçu (RIBAS e SILVA, 2000), muitas áreas estavam em lavra nesta planície aluvionar, de forma similar aos municípios vizinhos.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 151 processos na região de São José dos Pinhais, sendo alguns compartilhados com os municípios vizinhos. A maior parte é de requerimentos e autorizações de pesquisa (113 processos), 5 áreas em disponibilidade, 3 licenciamentos e 9 requerimentos de lavra e 21 concessões de lavra. As concessões, licenciamentos e requerimentos de lavra estão focadas em areia, argila, argila branca, caulim, migmatito, riolito, feldspato e saibro.

Zoneamento mineral – O município de São José dos Pinhais se divide em ZCM (Zona Controlada para Mineração) e ZPM (Zona Preferencial para Mineração). Na ZCM estão as APAs Estaduais do Pequeno e de Guaratuba, o extenso perímetro urbano e as áreas aluvionares, além de zonas especiais de preservação, estabelecidas no zoneamento municipal.

TIJUCAS DO SUL

Características - Situado no limite sudeste da RMC, na divisa com Santa Catarina, o município de Tijucas do Sul tem uma extensão territorial de 672 km^2, com 12.260 habitantes (IBGE, 2000). O relevo é plano a montanhoso, desde a planície de sedimentos terciário-quaternários até as elevações de mais de 1.600 m da Serra do Mar.

Potencial mineral - O potencial mineral é representado pelo grupo A (argilas e areias, em aluviões e na Formação Guabirotuba), onde estão situadas as lavras de argila caulinítica, configurando o distrito mineiro de Tijucas do Sul. Aluviões estão presentes nos rios da Várzea e Negro. A maior parte do território é representada pelas rochas granitóides e gnáissico-migmatíticas dos complexos do embasamento e dos granitos Agudos e Morro Redondo, podendo ser enquadrado no grupo B (rochas para brita, paralelepípedo, rocha ornamental, saibro e areia impura). Também existem corpos subordinados de gnaisses-migmatitos e serpentinitos.

Atividade mineral – Foram cadastradas 12 minas em atividade no município de Agudos do Sul, de argila caulinítica, sendo 5 para cerâmica branca, 5 de gnaisse-migmatito e 2 de granito. Estas áreas de extração de argila na maior parte pertencem à Mineração Tabatinga – Grupo Aurora. As extrações de granito são voltadas para fins ornamentais, brita e paralelepípedos. Também foram cadastradas 8 áreas de extração paralisadas, das mesmas substâncias.

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 50 processos na região de Tijucas do Sul, alguns compartilhados com os municípios vizinhos, sendo 25 na fase de requerimentos e autorizações de pesquisa. Duas áreas estão em disponibilidade, 1 é licenciamento, 8 são requerimentos de lavra, 1 é requerimento de extração e 13 são concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos de requerimentos e concessões de lavra são argila, caulim, granito, riolito e saibro.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Tijucas do Sul não apresenta restrições de desenvolvimento mineral, estando situada na ZPM (Zona Preferencial para Mineração), com algumas partes isoladas na ZCM (Zona Controlada para Mineração). Estas áreas são representadas pela APA Estadual de Guaratuba, o perímetro urbano e as planícies aluvionares.

TUNAS DO PARANÁ

Características - Situado no setor nordeste da RMC, Tunas do Paraná tem uma extensão territorial de 672 km^2 e uma população de 3.611 habitantes, predominantemente na área rural. O relevo é ondulado a montanhoso, na maior parte sobre complexos metamórficos (Açungui e Setuva), e também parcialmente sobre o embasamento gnáissico-migmatítico.

Potencial mineral - O potencial mineral é representado principalmente pelas rochas sieníticas do maciço Tunas (grupo B), do distrito mineral homônimo, para fins ornamentais, inclusive com a exportação parcial da produção. Também existe potencial para produção de brita, paralelepípedos (gnaisses-migmatitos, granitóides), rochas carbonáticas (grupo C) e subordinadamente areias e argilas do grupo A e filitos e xistos do grupo D. O território apresenta ainda potencial para água mineral (rochas carbonáticas) e para minerais metálicos, nas litologias da Formação Perau.

Atividade mineral – Foram cadastradas 21 minas em atividade no município de Tunas do Paraná, sendo 15 no Sienito Tunas e 6 em quartzitos. A atividade mineral no Sienito Tunas configura um distrito mineiro, conforme referido, voltado para a produção de rocha ornamental. Também foram cadastradas 11 áreas de extração paralisadas, para calcário dolomítico (6), sienito (4) e barita (1).

Direitos minerários – Conforme os dados do DNPM de novembro de 2003, são registrados 40 processos na região de Tunas do Paraná, alguns compartilhados com os municípios vizinhos, sendo 18 na fase de requerimentos e autorizações de pesquisa. Três áreas estão em disponibilidade, 3 são requerimentos de lavra e há 16 concessões de lavra. As substâncias consideradas nos processos de requerimentos e concessões de lavra são sienito (granito), barita, calcário e dolomito.

Zoneamento mineral – A maior parte do município de Tunas do Paraná não apresenta restrições de desenvolvimento mineral, estando situada na ZPM (Zona Preferencial para Mineração). O extremo leste do município é coberto pelo Parque Estadual das Lauráceas, que corresponde à ZBM (Zona Bloqueada para Mineração). A ZCM (Zona Controlada para Mineração) é bastante subordinada, representada pelo pequeno perímetro urbano de Tunas do Paraná e áreas isoladas de sedimentos aluvionares.

Capítulo 8

Diretrizes e Proposições do Plano Diretor de Mineração

8 – Diretrizes e Proposições do Plano Diretor de Mineração

No Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba foi realizado um diagnóstico da atividade mineral frente às condicionantes regionais, onde a concentração da urbanização, o acirramento da disputa pelo solo metropolitano e a importância cada vez maior da questão ambiental, indicam que novas relações de equilíbrio estão em desenvolvimento e precisam ser consideradas no planejamento.

Aos organismos governamentais cabem ações decisivas no ordenamento da atividade, que passam pelo zoneamento da mineração, pela agilização do licenciamento ambiental, pela delimitação de áreas de interesse estratégico para extração mineral e pela fiscalização do setor. Em muitos casos a mina é um elo fraco na disputa por espaço e na questão ambiental, sobrepondo-se, ainda, as carências de planejamento, os atrasos tecnológicos e o despreparo frente às exigências de mercado por parte dos mineradores. De modo geral, as empresas necessitam urgentemente de avanços de gestão significativos frente à nova realidade.

O Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba foi fundamentado na constituição de uma base de dados digital, com a integração de um grande conjunto de informações. Foi dada prioridade às fontes de dados oficiais, apesar das deficiências eventuais de ordem cartográfica. Na essência, o gerenciamento da mineração se baseia na localização geográfica dos direitos minerários, dos polígonos legalmente estabelecidos das áreas de proteção ambiental e de zoneamento urbano, além dos outros aspectos previstos no Código de Minas e na legislação ambiental.

A base de dados do PDM tem as seguintes aplicações essenciais, conforme já ressaltado ao longo dos outros capítulos deste relatório:

- **Subsidiar o DNPM.** O objetivo básico do PDM, de diagnóstico da situação mineral, permite apoiar as atribuições do DNPM de gerenciamento e fiscalização. A base de dados digital do PDM complementa a base informatizada da instituição no trato com os direitos minerários, permitindo análises conjuntas com a questão urbana e ambiental. O cadastro da mineração traz outro elemento essencial ao DNPM, na comparação com os processos e na identificação da mineração informal, permitindo ações de fiscalização dirigidas.
- **Subsidiar a COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba,** com informações de economia mineral, localização das minas, substrato geológico e potencial mineral. A indicação das áreas de extração mineral e especialmente dos distritos mineiros representa um dos produtos mais importantes do PDM. Isso permite à COMEC considerar efetivamente a questão mineral no planejamento regional. Conforme expresso nos contatos já efetivados com esta instituição, o Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC levará em conta a indústria mineral, a partir dos dados do PDM.
- **Subsidiar os municípios –** Dentro do universo de 26 municípios da RMC existem grandes disparidades na capacidade técnica e financeira das prefeituras. A obrigatoriedade de elaboração ou revisão dos planos diretores para todos os municípios constituintes da Região Metropolitana, conforme estabelecido pelo Estatuto das Cidades, é um dos aspectos legais que traz desafios de gestão, principalmente nas pequenas municipalidades. As informações do PDM, compartilhadas com estes municípios, representarão um apoio importante para estudos do meio físico e sócio-econômico, no tocante à geologia e mineração.

- **Subsidiar o IAP – Instituto Ambiental do Paraná**, nas ações de licenciamento ambiental relativos à mineração. Atualmente o IAP utiliza os serviços de assessoramento técnico da MINEROPAR na agilização destes processos. Os dados do PDM serão integralmente aplicados nesta atividade, bem como em outras ações do IAP.
- **Subsidiar os mineradores –** As informações contidas no relatório do PDM serão disponibilizadas para os empreendedores do setor mineral, com os textos e mapas finais, incluindo o zoneamento da mineração na RMC. Isso permitirá aos empresários a identificação da situação de seus empreendimentos, além de subsidiar a estratégia de investimentos.

Sistema de Informações Georreferenciadas

A adoção da tecnologia dos sistemas de informações geográficas, ou georreferenciadas, em todas as fases de elaboração do Plano Diretor de Mineração para a RMC, representou uma inovação nestes estudos no país. Assim, o diagnóstico da mineração deixa de ser um documento estático, difícil de ser executado e com parcas chances de ser revisto e adaptado no decorrer do tempo.

A informação digital não é apenas uma mudança de mídia, mas uma adaptação tecnológica que amplia imensamente as possibilidades de uso como instrumento efetivo de tomada de decisão. A grande utilização de mapas digitais que se verifica atualmente, nas prefeituras e nos órgãos governamentais estaduais, e também os grandes avanços conseguidos pelo DNPM no trato dos direitos minerários em meio digital, disponibilizando informações e agilizando de forma decisiva as concessões, recebem com a base de dados do PDM um grande impulso para as ações de governo na RMC.

Como exemplo das capacidades de análise espacial, uma simples comparação das minas cadastradas com os direitos minerários permitiu identificar cerca de 20% dos empreendimentos mineiros em atividade como irregulares, no tocante aos processos do DNPM.

A base de dados do PDM se alicerçou em informações oficiais, sempre que possível, como os processos do DNPM, os polígonos de perímetro e zoneamento urbano e as unidades de conservação. Alterações nestes elementos podem ser incorporadas de imediato à base de dados, permitindo revisões freqüentes no macrozoneamento proposto. A integração que já se verifica da MINEROPAR com a COMEC, a SEMA, o IAP e a SUDERHSA, nas suas respectivas áreas, pode viabilizar para o DNPM um processo de atualização bastante efetivo.

Ainda quanto à atualização, restam os elementos de geologia e mineração para equacionar. A compilação e homogeneização da base geológica sempre trazem grandes dificuldades, já que a integração exige trabalhos de campo. No decorrer do PDM este problema tornou-se evidente, pois muitos mapas mais detalhados, na escala 1:20.000, não foram integrados às cartas 1:50.000 pelas incongruências de classificação, contatos e descrição. A própria atividade mineral é dependente de imagens atualizadas periodicamente e trabalhos de campo para seu cadastramento. Uma metodologia deve ser desenvolvida para promover a renovação periódica destes temas, em paralelo com ações de fiscalização e procedimentos definidos de trocas de informações oficiais entre as instituições governamentais.

Os níveis de informação do PDM, constituintes da base de dados, são resumidos a seguir:

- A base cartográfica utilizada como referência se baseia em 39 cartas topográficas DSG e IBGE, na escala 1:50.000. Existem disparidades na densidade de informações, dados de elevação, sistema de projeção e época de atualização.

- A base de dados de geologia representa a compilação de um conjunto de mapas, ajustados à escala 1:50.000. Os mapas provêm de projetos de mapeamento executados pelo DNPM-CPRM, MINEROPAR, UFPr e Comissão da Carta Geológica do Paraná, entre outras instituições. A base

geológica é considerada de referência, pela necessidade de revisão de campo, atualização de conceitos e revisão das definições estratigráficas, como referido acima.

- O cadastro das minas foi realizado no campo em 2002 e parcialmente em 2003, cobrindo mais de 700 lavras em atividade ou paralisadas. Além da localização das áreas foi constituído banco de dados destes empreendimentos, armazenando as informações no *software MS Access*. As lavras de areia do Alto Iguaçu foram compiladas de projeto específico realizado pela MINEROPAR em 2000.

- A compilação das unidades de conservação foi feita a partir de informações cartográficas oficiais fornecidas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMA, incluindo as áreas de proteção ambiental, parques estaduais, florestas nacionais e estaduais e reservas particulares de proteção do patrimônio natural. As unidades de conservação definem limites, no estabelecimento das zonas de mineração bloqueada e controlada.

- Os dados de perímetro e de zoneamento urbano refletem as leis municipais de parcelamento, indicando-se os parâmetros respectivos de cada zona. Os arquivos são oficiais, tendo sido fornecidos pela COMEC. A delimitação dos perímetros urbanos foi utilizada como um dos limitantes da Zona de Mineração Controlada.

- Os dados de direitos minerários foram fornecidos pelo DNPM, convertidos para o formato do *software ArcView* pela MINEROPAR. Embora os processos estejam relacionados ao mês de novembro de 2003, estes dados podem ser atualizados a qualquer momento.

- Os dados de economia mineral foram baseados principalmente nas informações prestadas pelos mineradores ao IAPSM - Informativo Anual da Produção de Substâncias Minerais do Paraná, além do apoio de diversos projetos setoriais específicos, realizados pela MINEROPAR (perfis das rochas calcárias, rocha ornamental, agregados, cerâmica vermelha, água mineral, etc.).

- O cadastro das olarias na região a sul de Curitiba, envolvendo mais de 300 empresas, foi realizado no decorrer do PDM, para complementação das informações sobre a indústria da cerâmica vermelha.

- Outros níveis de informação disponíveis incluem imagens de satélite *Landsat*, localização de cavernas a partir de arquivo fornecido pelo GEEP - Grupo de Estudos Espeleológicos do Paraná - Açungui, as bacias hidrográficas, o levantamento geoambiental da CPRM, a localização dos licenciamentos realizados pelo IAP em convênio com a MINEROPAR e sondagens tubulares da SUDERHSA e SANEPAR para abastecimento público na RMC.

Macrozoneamento da Mineração

No macrozoneamento da mineração, apresentado em anexo na escala 1:250.000 (volume II), a Região Metropolitana de Curitiba foi dividida em três zonas distintas para o desenvolvimento da atividade mineral. A ZPM (Zona Preferencial para Mineração) representa as áreas sem outras restrições, além daquelas previstas na legislação mineral e ambiental. A ZCM (Zona Controlada para Mineração), representa as áreas onde a mineração sofre alguma restrição adicional, pela existência de unidades de conservação de uso sustentável das instâncias federal, estadual ou municipal, perímetros urbanos, áreas aluvionares e a área de manancial subterrâneo do karst. A ZBM (Zona Bloqueada para Mineração) representa áreas de proteção integral, onde a atividade mineral não pode se desenvolver, exceto em casos excepcionais.

Consideradas como parte da Zona Controlada para Mineração (ZCM), as planícies aluvionares foram delimitadas com base na compilação dos mapas geológicos na escala 1:50.000, mas também devem ser analisadas na escala do empreendimento, pois nem todos os aluviões estão delimitados nas cartas geológicas. As áreas aluvionares não foram incluídas na ZBM, como de preservação permanente, pela forte dependência metropolitana de insumos para construção civil

provenientes destes terrenos (produção de areia e argila), justificando a necessidade social de mineração controlada nestas áreas. As unidades de conservação de uso sustentável (APAs, florestas nacionais e estaduais) exigem no processo de licenciamento ambiental a consulta aos seus planos de manejo, de zoneamento e aos respectivos conselhos gestores. O manancial subterrâneo do karst está em processo de delimitação pela COMEC, com a assessoria da SUDERHSA, SANEPAR e MINEROPAR. Este polígono deverá ser definido legalmente, mas já foi considerado como parte da Zona Controlada para Mineração do PDM.

A definição da Zona Bloqueada para Mineração (ZBM), foi baseada nos parques estaduais, cuja delimitação é de responsabilidade da Secretaria de Meio Ambiente -SEMA. Outras áreas indicadas para preservação permanente, como os topos de morros e encostas de altas declividades, previstas no Código Florestal, não foram identificadas na carta apresentada em anexo (escala 1:250.000), mas também devem ser consideradas na escala dos empreendimentos mineiros, sobrepondo-se à definição do macrozoneamento da mineração.

Diretrizes e Proposições

As principais conclusões do Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba estão consubstanciadas neste conjunto de diretrizes e proposições. Representam ações que são necessariamente conjuntas entre as diversas instituições governamentais, do estado e da União. É necessário usar o diagnóstico da mineração e ajustar as políticas governamentais, para uma evolução positiva do setor mineral, buscando-se a preservação de reservas e a continuidade do suprimento de insumos à sociedade, a regularização da atividade econômica, adequação à legislação ambiental e incentivo à busca de novos patamares tecnológicos na produção e na recuperação das áreas mineradas.

As principais diretrizes e proposições do PDM são as que seguem:

1 – Realizar a verificação das áreas de mineração informal, identificadas pela comparação do cadastro da mineração com os direitos minerários. Considerando que podem existir discrepâncias de localização, deve-se assegurar aos mineradores todas as possibilidades de regularização. Esta ação de verificação e fiscalização deve ser levada a efeito de imediato, para adequação da atividade extrativa na Região Metropolitana de Curitiba à legislação mineral, combater a mineração irregular e proteger os empreendedores legalmente estabelecidos.

2 – Repassar ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP, os resultados da verificação e fiscalização da mineração informal, para inserção nos processos de licenciamento ambiental da mineração.

3 – Dar prioridade à regularização da mineração de areia e argila no Vale do Iguaçu, com a disponibilização de dados e apoio técnico aos mineradores, ao Ministério Público e ao Instituto Ambiental do Paraná. Apoiar de forma decisiva a consecução do termo de ajuste de conduta e definição do zoneamento para a mineração neste distrito, cujo EIA-RIMA, elaborado pela Associação dos Mineradores de Areia e Saibro do Paraná – AMAS, está em fase de conclusão.

4 – Em conjunto com a elaboração do EIA-RIMA e definição de um zoneamento para a mineração no distrito mineiro do Alto Iguaçu, desenvolver programa de regularização dos direitos minerários, complementando a adequação da atividade mineral neste distrito.

5 – Elaborar programa de fiscalização da extração de argila na região a sul de Curitiba, face à intensa mineração irregular com extensivos efeitos de degradação ambiental. Apoiar a criação de uma central de massa cerâmica, visando o equacionamento global da questão de suprimento de argila, aproveitando-se as definições previstas para o distrito do Alto Iguaçu, onde a argila é subproduto.

6 – Gestionar junto à COMEC, para ações de ordenamento territorial na região do distrito Capiru, principalmente nos municípios de Rio Branco do Sul, Itaperuçu, Colombo e Almirante Tamandaré,

viabilizando a contenção da expansão urbana sobre as áreas potenciais para mineração de calcário calcítico e dolomítico, que constituem o principal pólo de mineração da Região Metropolitana de Curitiba. Estas ações devem ser paralelas aos processos de revisão dos planos diretores municipais.

7 – Dar continuidade ao assessoramento à COMEC nos estudos de revisão do Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC, para consideração dos resultados do PDM e sua inserção nas políticas de planejamento regional, com ênfase nos distritos mineiros e nas demais áreas de interesse para mineração.

8 - Transferir as informações digitais para o IAP, complementando o assessoramento prestado pela MINEROPAR nas ações de vistoria dos licenciamentos ambientais para a mineração.

9 - Transferir dados e dar apoio às equipes técnicas das 26 prefeituras municipais da RMC, como subsídio aos planejadores na elaboração de estudos de zoneamento, planos diretores e outras ações relacionadas ao meio físico.

10 - Realizar divulgação específica para os mineradores sobre o macrozoneamento da mineração, além de dados de geologia e potencial mineral, como subsídio aos empreendedores.

11 - Apoiar e/ou organizar ações de formação de pessoal, divulgação de informações, discussões técnicas e cursos específicos, em conjunto com outras instituições, dirigidos especialmente para os mineradores, com ênfase nos aspectos de planejamento da mineração e aprimoramento tecnológico.

12 - Preparar resumos dos dados obtidos, cópias de mapas em meio digital e outras formas de divulgação dos dados do PDM, para a comunidade em geral.

Referências

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural 2002.** Disponível em: <http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_estat.asp#>. Acesso em: 05 mai. 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Legislação – Decreto 01/91**. Disponível em: < http://www.anp.gov.br/conheca/decreto_01_91.asp >. Acesso em: 08 mai. 2003a.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Legislação – Lei n. 7.990**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/conheca/lei_7990_89.asp >. Acesso em: 06 mai. 2003b.

ALENCAR, C. R. A. **Tecnologias de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais.** Fortaleza : Instituto Euvaldo Lodi, 1996.

ALMEIDA, F. F. M. Novas ocorrências de fósseis no pré-cambriano brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 54-55, 1956.

ALTHOFF, F. J. **Geologia Estrutural da Antiforma do Setuva - PR**. Belém, 1989. 147 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Setor de Geociências, Universidade Federal do Pará.

ANDRADE e SILVA, A. C. G. de. Controles geológicos nos depósitos de barita da região do Tigre,Vale do Ribeira, PR. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3.,1981, São Paulo. **Atas...** São Paulo : SBG, 1981. v.1, p. 36-41.

ANDREOLI, C. V. *et al*. Limites ao desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água. **SANARE**, Curitiba, v.12, n. 12, p.31-42. jul./dez. 1999.

ANGULO, R. J. Caracterização e reavaliação da Formação Alexandra (Terciário) e dos sedimentos continentais associados a vertentes no litoral do Estado do Paraná, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 4, p. 443-464, 1995.

____. **O Cenozóico do litoral do Estado do Paraná**. Curitiba : Laboratório de Estudos Costeiros, UFPR, 2002. No prelo.

____. **Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná**. São Paulo, 1981. 334 p. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

ARIOLI, E. E. ; FALCADE, D. **Projeto Ferro**: Relatório final da I fase. Curitiba : MINEROPAR, 1980**.** Relatório interno.

____. ; DUSZCZAK, S. C. **Reconhecimento geológico e avaliação da potencialidade das ocorrências minerais da Serra da Prata - Guaratuba - PR**. Curitiba : MINEROPAR, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Mãos à Obra.** Disponível em: < http://www.abcp.org.br/download/M_OBRA.pdf > Acesso em: 28 fev. 2003.

BASEI, M. A. S. ; SIGA JR., O. ; KAWASHITA, K. A. K-Ar profile through the Joinville Massif and Dom Feliciano Belt, Southern Brazil- tectonic implications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOCHRONOLOGY, COSMOCHRONOLOGY AND ISOTOPE GEOLOGY, 7., 1990, Canberra. **Abstracts**. Canberra, 1990. v. 27, p. 8.

BASEI, M. A. S. *et al.* Evolução tectônica dos terrenos entre os Cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR - SC). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 216-221,1992.

BATOLLA JR., F. *et al*. **Projeto Leste do Paraná - Folha de Curitiba**. São Paulo : CPRM, 1977. Escala 1:100.000.

BERG, E. A .T. ; LOYOLA, L. C. de. Contribuição ao estudo do talco do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 31.,1987, Brasília. **Anais...** Brasília : ABC, 1987. v. 2, p. 783-804.

BERNARDINI, M. Mercado de mármore e granito. **Rochas de Qualidade**, v. 26, n. 36, p. 80-82, set./out. 1997.

BIGARELLA, J. J. ; SALAMUNI, R. Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba. **Boletim UFPR - Geologia**, Curitiba, n. 7, p. 1-164, 1962.

____ ; ____. Estudos preliminares na Série Açungui. V – estruturas organógenas nos dolomitos da Formação Capiru, Estado do Paraná. **Dusenia**, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 317-323, 1956.

____ ; ____. Estudos preliminares na Série Açungui. VIII - A Formação Votuverava. **Bol. do Inst. de Hist. Natural - Geologia**, Curitiba, n. 2, 1958.

____ ; ____. **Notas complementares à planta geológica da cidade de Curitiba e arredores**. Curitiba : IBPT, 1959.

____. Nota explicativa acompanhando a folha geológica de Paranaguá. **Boletim UFPR - Geologia**, Curitiba, n. 13, p. 1-5, maio 1965.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo.** São Paulo, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Departamento de Engenharia de Minas, Universidade de São Paulo.

BRASIL. Ministério do Exército. **Regulamento para fiscalização de produtos controlados - R105.** Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Projeto BRA/94/016 - Diretrizes ambientais para o setor mineral**. Brasília : MMA, 1997.

CARUSO, L. G. **Catálogo das Rochas Ornamentais do Estado de São Paulo**. São Paulo : IPT, 1990. 122 p.

CARVALHO, P. F. ; PINTO, E. A. Reconhecimento Geológico na Série Açungui. **Bol. Div. Geol. Min**., Rio de Janeiro, n. 71, p. -1-20,1937.

CASTRO, N. A. ; REIS NETO, J. M. Formação Guaratubinha: a importância das rochas vulcanoclásticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Camboriú. **Boletim de Resumos Expandidos**. Camboriú : SBG, 1994, v. 3., p. 72-73.

CAVA, L. T. ; FALCADE, D. **Projeto Fosforita, Área Campo Magro - Marmeleiro**: Relatório de Etapa. Curitiba : MINEROPAR, 1986. Relatório interno.

CAVA, L. T. **Potencial e perspectivas do carvão mineral do Estado do Paraná**. Curitiba : MINEROPAR, 1985.

CAVALCANTI, V. M. M. A possibilidade de utilização de areias marinhas como agregado na construção civil: um exemplo da plataforma continental de Fortaleza. **Areia & Brita**, São Paulo, n. 20, p.16-27, out/dez. 2002.

CHAPPEL, B. ; WHITE, A. J. R. Two contrasting granite types. **Pacific Geology**, v. b, p. 173-74, 1974.

CHIODI FILHO, C. *et al*. Aspectos geológicos e metalogenéticos dos granitos Morro Grande, Piedade e Varginha - Vale do Ribeira - PR. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG, v. 2, p. 515-542.

CHIODI FILHO, C. **Aspectos técnicos e econômicos do setor de rochas ornamentais.** Rio de Janeiro : CNPq/CETEM, 1995.

____ *et al*. Estudo de elementos terras raras para caracterização e avaliação metalogenética de granitóides no Escudo Paranaense. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 2.,1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro : SBGQ,1989. p. 487-498.

____ ; RODRIGUES, E. P. Quadro setorial brasileiro das rochas ornamentais e de revestimentos. **Rochas de Qualidade**, São Paulo, v. 28, n. 147, p. 86-104, jul./ago. 1999.

CORDANI, U. G. ; BITTENCOURT, I. Determinação da idade K/Ar em rochas do Grupo Açungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21., 1967, Curitiba. **Anais...** Curitiba : SBG, 1967. p. 218-233.

____ ; GIRARDI V. A. V. Geologia da Folha de Morretes. **Boletim UFPR – Geologia**, Curitiba, n. 26, p. 1-40, 1967.

COMPAGAS A Empresa. Disponível em: <http://www.compagas.com.br/port/_gasoduto.shtml> Acesso em: 22 out. 2003.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Leste do Paraná : Folha de Campo Largo**. São Paulo : CPRM, 1977. Escala 1:100.000.

____. **Projeto levantamentos geológicos básicos do Brasil**. São Paulo : DNPN/CPRM, 1989. 25 cartas geológicas de compilação. Escala 1 :50.000.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório da Administração e Demonstrações Contábeis**: Exercício Social 2001. Curitiba : COPEL, 2001.

____. **Usinas**. Disponível em: <http://www.copel.com/pagcopel.nsf> Acesso em: 22. out. 2003.

COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. **IGUAÇU Rio Limpo**. Curitiba : COMEC, 2000.

____. **Plano Diretor - Critérios para Elaboração - Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 2002a, 51 p.

____. **Plano de Desenvolvimento Integrado – PDI/PPART – Plano de Proteção Ambiental e Reordenamento Territorial**. Curitiba : COMEC, 2002. Consórcio COBRAPE/SOGREAH.

____. As regiões metropolitanas brasileiras. **Metrópolis em Revista,** Curitiba, v. 1, n.1, p.1-71, dez. 1999.

____. 25 anos de planejamento metropolitano**.** **Metrópolis em Revista**, Curitiba, v.1, n. 1, dez. 1999a.

CUMMINS, A. B.; GIVEN, I. A. **Mining engineering handbook.** New York : SME, 1973. 2v.

DAITX, E. C. ; CARVALHO, M. A. S. **Projeto geoquímica na área de Guaratubinha - Piên**. São Paulo : DNPM/CPRM,1980. 6 v.

DALARMI, O. Utilização Futura dos Recursos Hídricos da Região Metropolitana de Curitiba. **SANARE**, v.4, n. 4, p. 31-43., abr./jun.,1995.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL**. Agregados p/ Construção Civil** Disponível em:<http://www.dnpm.gov.br/suma2001/AGREGADOS%20PARA%20CONSTR%20CIVIL_Revisado.doc>. DNPM, 2001a. Acesso em: 05 jun. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Brasileiro – 2001 ano base 2000.** Disponível em: < http://www.dnpm.gov.br/amb2001.html >. DNPM, 2001. Acesso em: 09 jun. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Cal.** Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/suma2001/CAL_Revisado.doc>. DNPM, 2001b. Acesso em: 05 jun. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL**. Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza.** Brasília : DNPM, 1998. 192 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL**. Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de São Paulo : diagnósticos e diretrizes.** Relatório Síntese. São Paulo : DNPM/CPRM, 1980. 63 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL**. Tributação da mineração no Brasil.** Disponível em: < http://www.dnpm.gov.br/amb2001.html >. DNPM, 2001c. Acesso em: 13 jun. 2003.

DERBY, O. A. Geologia da região diamantífera da província do Paraná do Brasil. **Arquivo do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, n. 3, p. 89-96,1878.

DIAS, M. V. F. **Caracterização do mercado produtor de cal no Estado do Paraná**. Curitiba : MINEROPAR, 1995.

____ ; SALAZAR Jr., O. **Geologia e potencialidades econômicas da Seqüência Antinha**. Curitiba : MINEROPAR,1983. Relatório interno.

____ ; ____. Geologia da Seqüência Antinha, Grupo Açungui, PR. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG, 1987. v. 1, p. 263-279.

____. **Projeto Canha-Carumbé**: Fase regional e semi-detalhe, relatório de etapa. Curitiba : MINEROPAR, 1985. Relatório interno.

____ ; BONATTO, M. C. C. **Relatório de Etapa do Prospecto São Francisco**. Curitiba : MINEROPAR,1983. Relatório interno.

____. **Relatório de Etapa do Prospecto São Silvestre**: Cheque das Anomalias Arroio Belisário, Arroio Bela Vista, Arroio das Pedras e Pavãozinho. Curitiba : MINEROPAR, 1984. Relatório interno.

DU PONT DO BRASIL S. A. INDÚSTRIAS QUÍMICAS. **Noções preliminares sobre explosivos para o desmonte de pedreiras.** Rio de Janeiro, [19..]. (Boletim Técnico n 17).

EL BOUSEILY, A. M. ; EL SOKKARY, A. A. The relation between Rb, Ba and Sr in granitic rocks. **Chemical Geology**, Amsterdam, v. 16, n. 3, p.207-219, 1975.

EBERT, H. Observações sobre a litologia e subdivisão do "Grupo Setuva" no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25.,1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo : SBG,1971. v.1, p.131-165.

FABIANOVICZ, R. **Conflitos entre a extração de areia e a expansão urbana na região da grande Curitiba (PR).** Campinas, 1998. 105 p., anexos. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

FALCADE, D. **Geologia e potencial econômico da área Capivari-Pardo**. Curitiba : MINEROPAR, 1982. Relatório interno.

FlORI, A. P. **Análise do caráter polidiapírico do Granito Agudos na região de Agudos do Sul, PR**. Curitiba : MINEROPAR,1984. Relatório interno.

____ *et al*. **Aspectos estruturais e estratigráficos do Grupo Açungui e da Formação Itaiacoca no Estado do Paraná**. Curitiba : MINEROPAR/UFPR,1987. Convênio UFPR/MINEROPAR.

____ *et al*. **Estudos geológicos integrados do pré-cambriano paranaense**. Curitiba : MINEROPAR/UFPR, 1985. Convênio UFPR/MINEROPAR.

____ *et al*. **Geologia do Grupo Açungui na Região de Bateias-Bocaiúva do Sul**. Curitiba : MINEROPAR/UFPR, 1989. Convênio UFPR/MINEROPAR.

____ *et al*. **Lineamentos tectônicos e possíveis mineralizações associadas no Pré-Cambria-no paranaense**. Curitiba : UFPR/MINEROPAR,1984. 2 v. Convênio MINEROPAR/UFPR.

____. Tectônica e estratigrafia do Grupo Açungui, PR. **Boletim IG-USP - Série Científica**, São Paulo, v. 23, p. 55-74. 1992.

____. **Tectônica e Estratigrafia do Grupo Açungui a Norte de Curitiba**. São Paulo, 1990. 261 p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

FRITZSONS Jr., O. ; PIEKARZ, G. F. ; FALCADE, D. Geologia e Potencial Econômico do Grupo Setuva (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. **Anais...** Salvador : SBG, 1982. v.3, p 987-1001.

____. **Prospecção de Detalhe no Alvo Sn-Paraíso**: fase 1. Curitiba : MINEROPAR, 1985. Relatório interno.

____. **Prospecção de semidetalhe para Sn, W, Ta e Nb na área do Capivari-Pardo**: Relatório de Etapa. Curitiba : MINEROPAR, 1986. Relatório interno.

____ ; BIONDI, J. C. **Relatório de compilação e síntese sobre as rochas graníticas do Estado do Paraná**. Curitiba : MINEROPAR, 1983. 3 v. Relatório interno.

FUCK, R. A. ; MARINI, O. J. ; TREIN, E. Contribuição ao estudo das rochas graníticas do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 23-25, p. 183-220, 1967a.

____ *et al*. **Folha Geológica da Baía de Guaratuba**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná,1969b. 1 mapa color 46 x 63 cm. Escala 1:70.000.

____ ; MURATORI, A. ; TREIN, E. **Folha Geológica da Baía de Paranaguá**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1969c. 1 mapa: color.; 46 x 63 cm. Escala 1:70.000.

____ ; ____ ; ____. **Folha Geológica da Ilha do Mel**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1968. 1 mapa: color.; 46 x 63 cm. Escala 1:70.000.

____ ; ____ ; ____. **Folha Geológica da Barra de Ararapira**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1969a. 1 mapa: color.; 46 x 63 cm. Escala 1 :70.000.

____ ; MARINI, O. J. ; TREIN, E. A Formação Guaratubinha. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 23-25, p. 237-255, 1967c.

____ ; TREIN, E. ; MARINI, O. J. Geologia e petrografia dos migmatitos do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 23-25, p. 5-41, 1967b.

____. **Geologia da Folha de Piraquara**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1967a. 1 mapa: 55 x 82 cm. Escala 1:50.000.

____. **Geologia da Folha de São José dos Pinhais**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1967b. 1 mapa: 55 x 82 cm. Escala 1 :50.000.

____ ; TREIN, E. ; MURATORI, A. ; RIVEREAU, I. C. Mapa geológico preliminar do litoral, da Serra do Mar e parte do Primeiro Planalto do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 27, p. 123-152, 1969d.

____. Nota explicativa da folha geológica de Quero-Quero. **Boletim UFPR - Geologia**, Curitiba, n. 19, p. 1-21, 1966.

GEOPARANÁ ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE. **Plano diretor de mineração para a Região Metropolitana de Curitiba –** Cadastramento das Indústrias de Cerâmica Vermelha. Curitiba : MINEROPAR, 2002. Convênio DNPM / MINEROPAR.

GEOSISTEMA TERRA PANGEA**. Plano diretor de mineração para a Região Metropolitana de Curitiba – Cadastramento Mineral**. Curitiba : MINEROPAR, 2002. Convênio DNPM / MINEROPAR.

GIRARDI, V. A. V. Os anfibolitos da região de Morretes - Antonina, PR. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, n. 1, v. 1, p. 43-65, 1971.

____. ; ULBRICH, H. H. G. J. Origin and evolution of the Piên Mafic Ultramafic Complex, southern Brazil **Journal of Geology**, Illinois, v. 88, n. 3, p. 251-269, 1980.

____. **Petrologia do Complexo Básico-Ultrabásico de Piên - PR**. São Paulo, 1974. 146 p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

____. **Petrologia das rochas metamórficas da região de Morretes - Antonina, PR**. São Paulo,1969. 131 p. Tese (Doutorado em Petrologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

GORDON JR., M. Classificação das formações gondwanicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Notas preliminares e estudos. **Boletim DNPM - DGM**, Rio de Janeiro, n. 38, p. 1947.

GUIMARÃES, G. B. **O complexo granítico Cunhaporanga na região de Joaquim Murtinho, Piraí do Sul:** Características faciológicas das rochas granitóides. São Paulo, 1995, 144 p,. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de geociências, Universidade de São Paulo.

____. **As rochas granitóides do complexo granítico Cunhaporanga:** aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos. São Paulo, 2000. 230 p. Tese (Doutorado em Geociências) -Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

____ ; ULBRICH, H. G. J. Redefinição e tipologia do granito Joaquim Murtinho, Piraí do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39.,1996, Salvador. **Anais...** Salvador : SBG, 1996. v.6, p. 367 - 369.

HARARA, O. M. **Análise estrutural, petrológica e geocronológica dos litotipos da região de Piên (PR) e adjacências**. São Paulo, 1996. 196 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

HARTMAN, H. L. **Introductory mining engineering.** S.l. : Wiley Interscience Publication John & Sons, 1987.

HASUI, Y. ; CREMONINI, O. A. ; BORN, H. O "Granito Três Córregos" revisado e o Maciço Catas Altas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33.,1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro : SBG, 1984. v.7, p. 3023 - 3031.

____ ; OLIVEIRA, M. A. F. A Província Mantiqueira, Setor Central. In: ALMEIDA, F.F.M. ; HASUI, Y. (Eds). **O Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo : Blücher, 1984. 378 p.

HERRMANN, C. **Manual de perfuração de rocha.** 2 ed. São Paulo : Polígono, 1972.

IAPSM. **Informativo Anual da Produção de Substâncias Minerais**. Disponível em: <www.pr.gov.br/mineropar/> Acesso em: dez. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico Brasileiro,** Dados de população. Rio de Janeiro : IBGE, 2000. 1 CD-ROM.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Cadernos Estatísticos Municipais – RMC:** Base de Dados do Estado. Curitiba : IPARDES, 2003b.

____. **Diagnóstico Social e Econômico: Sumário Executivo**. Curitiba : IPARDES, 2003a.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Instrumentos de planejamento e gestão urbana em aglomerações.** Brasília : IPEA/USP/IPPUC, 2002. v.5.

IRAMINA, W. S. **Desmonte de rocha e controle ambiental.** São Paulo, 1997. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ITAIPU BINACIONAL. **A Empresa – Royalties**. Disponível em: < http://www.itaipu.gov.br/portugues/emp8.htm > . Acesso em: 09 mai. 2003.

KAEFER, L.. Q. *et al*. **Projeto Plano Diretor de mineração para a Região Metropolitana de Curitiba – potencial de não-metálicos**. Curitiba : CPRM, 1991. 2v.

KAEFER, L. Q. ; CUNHA, H. C. S. Geologia da folha de Castro (parcial). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28.,1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre : SBG, 1974. v. 4, p. 184-206.

KAUL, P. F. T. O. ; TEIXEIRA, W. Archean and early proterozoic complexes of Santa Catarina, Paraná and São Paulo states, south-southeast, Brazil: an outline of their geological evolution. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 1/3, p. 172-182, mar./set., 1982.

____. **Magmatismo na Serra do Mar e adjacências (Sul do Brasil) no final do Proterozóico Superior e seus condicionantes tectônicos**. São Paulo, 1997. 291 p. Tese (Doutoramento em Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

KOPS, P. de T. ; EBERT, H. D. Aspectos geológicos das Formações Antinha, Votuverava e Água Clara na Região de Voturuvu dos Cláudios, Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 5., 1993, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG, 1993. p. 3-4.

KOPS, P de T. **Geologia das Formações Antinha, Votuverava e Água Clara a sudeste do Complexo Granítico Três Córregos**. Rio Claro, 1994. 132 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

LAMEYRE, J. ; BOWDEN, P. Plutonic rocks types series: discrimination of various granitoid series and related rocks. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 14, n. 1/2, p. 169-186, 1982.

LICHT, O. A. B. **Levantamento geoquímico de semidetalhe na seqüência vulcano-sedimentar Guaratubinha, PR**. Curitiba : MINEROPAR, 1983. Relatório interno.

____ ; SOUZA CRUZ, A. de. **Perfil do Setor da Água no Estado do Paraná**. Curitiba : MINEROPAR, 1999. Relatório interno.

LOPES, O. Zoneamento metamórfico da Formação Rio das Cobras do Pré-Cambriano no Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3.,1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG, 1987. v. 2, p. 491-496.

LOYOLA, L. C. de ; SILVA, A. C. G. de A. Characterization of lhe Paraná talc deposits, Brazil. **Mineralia Slovaca**, Bratislava, v. 32, n. 6, p. 527-529, 2000.

____. **O distrito de talco do Paraná, gênese e característica dos minérios**. Curitiba, 2003. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Exploratória) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná.

____. Minerais Industriais do Paraná. In: ENCONTRO DE MINERADORES E CONSUMIDORES. 5.,1998, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa : ABC, 1998a. v. 1, p. 3-7.

____. **Programa de capacitação de recursos humanos na indústria cerâmica do estado do Paraná.** Processos Cerâmicos – módulo 2. Curitiba : SERT, 1998.

____. (Coord.). **O setor da Cerâmica Vermelha no Paraná**. Curitiba : IPARDES, 1997. 185 p. Convênio MTb, SEFOR, CODEFAT, SERT-PR.

MAACK, R. **Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina.** Curitiba, 1947. 167 p. (Arquivos de Biologia e Tecnologia, v. 2).

____. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba : BADEP/UFPR/IBPT, 1968.

____. Sobre a ocorrência de granitos alcalinos no Estado do Paraná e sua porção dentro das fases orogenéticas algonquianas. **Boletim UFPR - Geologia**, Curitiba, n. 4, p. 1-52, 1961.

MACHIAVELLI, A. **Os granitóides deformados da Região de Piên (PR)** : Um provável Arco Magmático do Proterozóico Superior. São Paulo, 1991,89 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

MANIESI, V.; OLIVEIRA, M. A. F. Petrogênese dos metabasitos com afinidade dos toleiítos de fundo oceânico das regiões de Adrianópolis e Campo Largo - PR. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 607-614, dez. 2000.

MARINI, O. J. **Geologia da Folha de Rio Branco do Sul- PR**. Rio Claro, 1970. 190 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.

____ ; TREIN, E. ; FUCK, R. A. O Grupo Açungui no Estado do Paraná. In: Geologia do Pré-Devoniano e Intrusivas Subseqüentes da Porção Oriental do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, 1967b, n. 23-25, p. 5-41, 1967.

____ *et al*. Intrusivas básicas Jurássico-cretáceas do Primeiro Planalto do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 23-25, p. 307 - 324, 1967a.

MARTINI, S. L. **Reconhecimento do bordo sudeste do Granodiorito São Sebastião**. Curitiba : MINEROPAR, 1981. Relatório Interno.

____. **Reconhecimento dos granitos Taici e Rio Abaixo**. Curitiba : MINEROPAR, 1982. Relatório Interno.

MELLO, I. S. de C. **Avaliação do Prospecto Itaóca através de dados de subsuperfície**. São Paulo : IPT,1988. 82 p. Relatório Técnico.

MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Mapa Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba : DNPM-MINEROPAR, 1989. 1 mapa: color.; 1,97 x 97 cm. Escala 1 :650.000.

____. **Mineração regularizada:** Manual de orientação. Curitiba : MINEROPAR, 2003a. 29p.

____. **Plano Diretor de Mineração – RMC**. Avaliação preliminar de áreas de mineração em atividade e os direitos minerários. Curitiba : MINEROPAR, 2003. Relatório Interno.

MORAES REGO, L. F. A geologia do petróleo no Estado de São Paulo. **Bol. Serv. Geol. Miner. Brasil**, Rio de Janeiro, n. 46, 105 p., 1930.

MORO, R. P. X. **Respostas de origem e evolução e contexto da Bacia da Formação Camarinha-transição neoproterozóico-eocambriano no Estado do Paraná**. São Paulo, 2000. 167 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

MÜHLMANN, H. *et al*. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. Ponta Grossa : DEXPRO-/DIVEX/DESUL,1974. Relatório DESUL - 444.

MURATORI, A. ; FUCK, R, A. ; BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da Formação Camarinha. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 23-25, p. 221-235, 1967.

____ ; TREIN, E.; FUCK, R. A. **Folha geológica de Pedra Branca do Araraquara**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1969. 1 mapa: color.; 46 x 63 cm. Escala 1:70.000.

____. Nota explicativa da folha geológica de Campo Largo. **Boletim UFPR - Geologia**, Curitiba, n. 21, p. 1- ,1966.

NAGALLI, J. T. **Perfil do setor de granitos e mármores do Estado do Paraná**. Curitiba : MINEROPAR, 1991. 32 p.

NOJIRI, J. Q. **Normas para vibração subsídios para uma nova padronização.** Disponível em:<www.brasilminingsite.com.br>, Acesso em:12 dez. 2001.

OLIVEIRA, E. P. Geologia do Estado do Paraná. **Bol. Min. Agr. Ind. Com**., Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 67- 143, 1916.

____. **Geologia e Recursos Minerais do estado do Paraná**. Rio de Janeiro : Mendonça Machado e Cia.,1927. 172 p.

____. Terreno Devoniano do Sul do Brasil. **Anais da Escola de Minas de Ouro Preto**, Ouro Preto, n. 14, p. 31-41,1912.

OLIVEIRA, L. M. de *et al*. **Perfil da indústria de rochas calcárias.** Curitiba : MINEROPAR, 1999.

____. **Projeto Metais Preciosos**: Prospecto São João: Etapa de avaliação de semidetalhe. Curitiba : MINEROPAR, 1988. 13 p., 16 anexos. Relatório interno.

____. **Prospecção de detalhe no alvo Sn - Cantagalo**: relatório de etapa. Fase II. Curitiba : MINEROPAR, 1987. 42 p., anexos. Relatório interno.

OLIVEIRA, P. C. C. **Produção de agregado como alternativa para produtores de corretivo de solo da grande Curitiba.** São Paulo, 2000. 71 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PEARCE, J. A. ; HARRIS, N. B. W. ; TINDLE, A. G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 25, n. 4, p. 956-983, 1984.

PELLENZ, E. **Diagnóstico Preliminar dos Impactos Ambientais da Mineração no Paraná.** Curitiba : MINEROPAR, 2001.

PEREIRA, R. C. R.; OLIVEIRA, P. C. C. **Plano de aproveitamento econômico - Itacolombo Indústria e Comércio de Minérios Ltda.** Colombo : s.n. 1998. Relatório Interno.

PETROBRAS. **Refinarias**. Disponível em<http://www2.petrobras.com.br/ portugues/ index.asp#> Acesso em: 22 out. 2003.

PIEKARZ, G. F. **Avaliação de alvos na Faixa Perau**. Curitiba : MINEROPAR, 1981a. Relatório interno.

____. **O granito Passa Três - PR e as mineralizações auríferas associadas**. Campinas, 1992. 221 p. Dissertação (Mestrado em Metalogênese) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

____. **Prospecto Betara**: Relatório de Etapa. Curitiba : MINEROPAR, 1983. Relatório interno.

____. **Reconhecimento geológico da região do anticlinal do Setuva**. Curitiba : MINEROPAR, 1982. Relatório interno.

____. Reconhecimento de unidades correlacionáveis à seqüência mineralizada do Perau – Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1981b, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG, 1981. v. 1, p. 148-154.

PINTO COELHO C. V. **O Granito Serra do Carambeí - PR e as anomalias uraníferas associadas**. Brasília, 1986. 308 p. Tese (Mestrado em Petrologia) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.

PONTES, J. B. **Geologia e Potencialidades Econômicas da Formação Água Clara - PR.** Curitiba : MINEROPAR, 1981. Relatório Interno.

____. Geologia e potencialidades econômicas da Formação Água Clara (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32.,1982, Salvador. **Anais...** Salvador : SBG, 1982. v. 3, p. 1002-1016.

____ ; SALAZAR Jr., O. **Geologia e potencialidades econômicas da região de São Silvestre PR.** Curitiba : MINEROPAR,1982. 128 p. Relatório interno.

POPP, J. H. ; ANGULO, R. ; J. BIGARELLA, J. J. Geologia. In: BIGARELLA, J. J. Ed. **Recursos Naturais**: Folha de Ouro Fino. Curitiba : COMEC, 1979. p. 22-26.

PRÓ-ATLÂNTICA. **Caracterização da Atividade Mineral:** Programa Proteção da Floresta Atlântica - Paraná. Curitiba : MINEROPAR, 2002. v.1.

REIS, D. V. **Operações mineiras.** Ouro Preto : Escola de Minas, [19..]. Apostila de curso 42.

REIS NETO, J. M. dos ; SOARES, P. C. Um estudo da caracterização termodinâmica de micro-estruturas dos Grupos Açungui e Setuva (PR). In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG, 1987. v. 1, p. 147-165.

____. **Faixa Itaiacoca:** registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Proterozóico Superior. São Paulo, 1994. 253 p. Tese (Doutorado em Petrologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

RIBAS, S. M. *et al*. **Avaliação metalogenética do Distrito Mineiro do Talco no Estado do Paraná**. Curitiba : MINEROPAR,1999. Convênio DNPM/MINEROPAR.

____ ; SILVA, D. C. da. **Levantamento Geoambiental do Alto Rio Iguaçu.** Curitiba : MINEROPAR, 2000. Publicação interna.

____ *et al*. **Perfil da indústria de agregados**. Curitiba : MINEROPAR, 1999.

____. **Projeto Águas Claras**: Relatório de Etapa - Geoquímica de Solos e Escavações. Curitiba : MINEROPAR, 1985. Relatório interno.

____. **Reconhecimento geológico do Complexo Granítico Cunhaporanga**. Curitiba : MINEROPAR, 1981. não paginado.

ROCHA, A. L. **Caracterização Ambiental, Hidrogeológica e Geoquímica dos Depósitos Aluvionares da Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno Região Metropolitana de Curitiba – PR**. Curitiba, 1996. 157 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná.

RUBERTI, E. **Mineralogia e química dos anfibolitos da região de Morretes - Antonina, Paraná**. São Paulo, 1977. 86 p. Dissertação (Mestrado em mineralogia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

RUBERTI, E. ; GOMES, C. B. Mineralogia e química dos anfibolitos da região de Morretes-Antonina, PR. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, n. 4, p. 325-348, 1977.

SÁ, G.; LINS, F. **Setor mineral: o desconhecimento dos candidatos**. Jornal do Comércio, 2001 Disponível em:<www.ibram.org.br>. Acesso em:11 jul. 2003.

SALAMUNI, E. **Análise estrutural do núcleo Betara, Rio Branco do Sul- PR**. Rio Claro, 1991. 147 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

SALAZAR Jr., O. **Prospecto Rio do Ouro**: Relatório de Etapa de Pesquisa Mineral Preliminar. Curitiba : MINEROPAR, 1988. Relatório interno.

SANEPAR. **Programas**. Disponível em; <http://www.sanepar.com.br> Acesso em: 22 out. 2003

SANTOS, M. J. dos; FELIPE, R. da S. **Granito Serra do Carambeí**: Relatório de Pesquisa. Curitiba, MINEROPAR, 1980. Relatório interno.

SESSEGOLO, G. C. *et al*. A degradação ambiental de cavernas na RMC/PR. In: GEEP **Açungui**: Dez anos de espeleologia..Curitiba, 1996. p. 5-9.

SIEDLECKI, K. N. **Perfil da indústria de rochas ornamentais**. Curitiba : MINEROPAR, 1999 37p , anexos.

____ ; LIMA, G. de P. **Redução do índice de turbidez :** Precipitação forçada de partículas. Mina de Balsa Nova (PR) – Incepa. Curitiba : MINEROPAR,2001. Relatório de consultoria.

SIGA JR., O. **Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina**: Geocronologia e evolução crustal. São Paulo, 1995. 212 p. Tese (Doutorado em geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

____. BASEI, M. A. S. ; MACHIAVELLI, A. Evolução Geotectônica do Maciço de Joinville, PR e SC. **Boletim IG - USP - Publ. Esp**., São Paulo, n.9, p. 67-73, 1991.

____ *et al*. Maciços graníticos da porção sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: geocronologia e implicações tectônicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38.,1994, Camboriú. **Boletim de Resumos Expandidos**. Camboriú : SBG, 1994. v. 2, p. 400-401.

SILVA, A. T. S. F. da ; ALGARTE, J. P. Contribuição à geologia da seqüência Turvo-Cajati entre o Rio Pardo e Pariqüera-Açu, Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG,1981. v. 1, 109-120.

SILVA, D. C. da. **Complexo Alcalino de Tunas**: relatório de etapa. Curitiba : MINEROPAR, 1980. Relatório interno.

____ ; FELIPE, R. da S. ; PONTES, J. B. Notas sobre as ocorrências de fluorita do Vale do Ribeira, PR. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3.,1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba : SBG, 1981. v. 1, p. 21-34.

____ ; OLIVEIRA, L. M. de. **Projeto Barra do Itapirapuã**: Relatório de etapa. Curitiba : MINEROPAR, 1984. 2 v. Relatório interno.

____. **Projeto Barra do Itapirapuã**: Relatório de Pesquisa. Curitiba : MINEROPAR, 1984. Relatório interno.

SILVA, L. M. C. Desmonte não agressivo em zonas residenciais e sensíveis. **Brasil Mineral**, São Paulo, n. 214, p.76-80, mar. 2003.

SILVA, M. A. R. **Contribuição ao estudo da cominuição inicial a partir da malha de perfuração.** São Paulo, 1994. 135 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SILVA, V. C. **Variáveis que interferem nos problemas ambientais gerados durante os desmontes de rochas.** São Paulo, 1998. 135 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, A. **Mapa geológico na escala 1:50.000 e esboço da evolução tectônica e sedimentar do Grupo Itaiacoca nas folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde - SP/PR**. São Paulo, 1990. 200 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

SOUZA, W. T. **Compatibilidade entre equipamentos e tecnologias de escavação a céu aberto.** Ouro Preto : UFOP, 1994. Convênio UFOP/Fundação Gorceix.

SPOLADORE, A. ; HACKSPACHER, P. C. Evolução deformacional progressiva brasiliana do Grupo Açungui na região de Bromado, PR., In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 5., 1993, Curitiba. **Boletim de resumos...** Curitiba : SBG, 1993. p.13-14.

STRECKEISEN, A. To each plutonic rock its proper name. **Earth-Science Review**, v. 12, p. 1-33, 1976.

SUMÁRIO MINERAL 1998. Brasília : DNPM, 1981-.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HIDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná.** Curitiba : SUDERHA, 1998. 32 p.

TEIXEIRA, W. **Projeto RADAMBRASIL Folhas Assunción, Curitiba e Iguape**; Considerações sobre os dados radiométricos e evolução geocronológica. Brasília : DNPM/MME, 1982. 38 p. Relatório interno.

THEODOROVICZ, A. *et al*. **Atlas geoambiental da região metropolitana de Curitiba**: subsídios ao planejamento territorial. São Paulo : CPRM, 1998. 48 p.

TREIN, E. **Geologia da Folha de Itaiacoca**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1966. 1 mapa: 55 x 82 cm. Escala 1:50.000.

____ ; MURATORI, A. ; FUCK, R. A. **Folha geológica de Tijucas do Sul**. Curitiba : Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1969. 1 mapa: 46 x 63 cm. Escala 1:70.000.

____ ; MARINI, O. J. ; FUCK, R. A. Rochas alcalinas do Primeiro Planalto do Estado do : Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 23-25, p.325-347, 1967.

____ ; REIS NETO, J. M. ; BIONDI, J. C. ; MONASTIER, M. Revisão da Formação Itaiacoca: identificação de uma seqüência metavulcano-sedimentar em Abapã (PR). In: SIMPÓSIO

REGIONAL DE GEOLOGIA, 5.,1985, São Paulo. **Atas...** São Paulo : SBG,1985. v. 1, p. 169 - 185.

UNICAMP. **Chumbo contamina crianças no Ribeira**. Disponível em: < http://www. unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/ marco2003/ ju205pg03.htm >Acesso em: nov.2003.

VALVERDE, F. M. (Coord.). **Bases para o planejamento da mineração de areia na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo : CPRM, 1997.

VAZ, C. J. **Planejamento de mina subterrânea.** Ouro Preto : UFOP/Escola de Minas, 1997. Apostila de curso.

WERNICK, E. ; PENALVA, F. Contribuição ao conhecimento das rochas granitóides do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 113 -133, 1978.

WEYNE, G. R. S.; HENNIES, W. T. **Segurança na mineração e no uso de explosivos.** São Paulo : FUNDACENTRO, 1980.

WHITE, I. C. **Relatório sobre as coal measures e camadas associadas ao sul do Brasil**: Rel. Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Parte 1. Rio de Janeiro, 1908. 300 p.

Apêndices

---

1 - CODIFICAÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DO PDM

2 – FICHAS DE CADASTRO DAS OLARIAS E DA MINERAÇÃO

1 - CODIFICAÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DO PDM

Tabela com o resumo da codificação das unidades litoestratigráficas (escala 1:50.000).

Codgeo	Unidade	Litologia	Período/Epoca
QHa	Sedimentos Recentes	Sedimentos de deposição fluvial (aluviões), com areias, silte, argilas e cascalhos, depositados em canais, barras e planícies de inundação	Quaternário / Holoceno
QHc	Sedimentos Recentes	Argilas, silte e areias, seixos e blocos. Depósitos de colúvio e tálus	
QPg	Formação Guabirotuba	Argilas, arcósios, areias e cascalhos	Quaternário/ Pleistoceno
Ki	Intrusivas Alcalinas e Carbonatitos	Carbonatitos, fenitos e lamprófiros da Barra do Itapirapuã (K-Ar 66 - 104 m.a.)	Cretáceo
Kb	Intrusivas Alcalinas e Carbonatitos	Maciço alcalino do Banhadão – Nefelina sienitos, foiaitos, malignitos, ijolitos, essexitos e urtitos (K-Ar - 68 m.a.)	
Kt	Intrusivas Alcalinas e Carbonatitos	Maciço alcalino de Tunas - (K-Ar – 110 m.a.) Sienito alcalino (predominante) na porção externa das estruturas. Na parte interna ocorrem gabros de filiação alcalina, dioritos e sienodioritos, envolvidos por pulasquitos. Diques estreitos de microssienito, traquito e bostonito, com restritas brechas magmáticas, de fase tardia	
Kf	Intrusivas Alcalinas e Carbonatitos	Fonolitos, tinguaítos e nefelina sienitos	
JKdb	Intrusivas Básicas	Diques básicos em geral, incluindo bas altos, diabásios, gabros e dioritos pórfiros, relacionados à Formação Serra Geral	Jurássico / Cretáceo
JKf	Intrusivas Básicas	Complexo gábrico do Bairro da Cruz, constituído predominantemente de fonolito e olivina gabro	
JKjf	Intrusivas Básicas	Gabro José Fernandes	
Prb	Grupo Guatá - Formação Rio Bonito.	Porção basal arenosa (Membro Triunfo) e porção superior de siltitos esverdeados	Permiano
PCia	Grupo Itararé Indiferenciado	Arenitos	Permo- Carbonífero
PCis	Grupo Itararé - Indiferenciado	Siltitos, folhelhos, varvitos e conglomerados	
Df	Grupo Paraná - Formação Furnas	Arenitos brancos, de granulação média a grossa, micáceos, feldspáticos, de matriz caulínica e estratificação cruzada, com níveis conglomeráticos	Devoniano
Egg	Formação Guaratubinha	Diques de riolito pórfiro, felsito e microgranito	Cambriano
Ega	Formação Guaratubinha	Seqüência vulcânica ácida: riolitos, tufos e brechas	
Egs	Formação Guaratubinha	Seqüência sedimentar: arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados	
Egi	Formação Guaratubinha	Seqüência vulcânica intermediária: andesitos e dacitos	
PScs	Formação Camarinha	Siltitos, siltitos argilosos, argilitos e arenitos arcosianos	Proterozóico Superior
PScg	Formação Camarinha	Conglomerados polimíticos com matriz arcosiana e arenitos arcosianos	

PEhf	Fácies Hornblenda-Hornfels	Rochas de fácies hornblenda hornfels, com diopsídio hornfels, microclina-quartzo-anfibólio hornfeis e escarnitos com magnetita	Proterozóico Superior – Cambriano
PEg1	Suíte Alcali – granitos	Granito Anhangava	Proterozóico Superior – Cambriano
PEg2	Suíte Alcali – granitos	Granito Graciosa	
PEg3	Suíte Alcali – granitos	Granito Alto Turvo	
PEg5	Suíte Alcali – granitos	Granito Morro Redondo	
PEg6	Suíte Alcali – granitos	Granito Marumbi	
PEg7	Suíte Alcali – granitos	Granito Serra da Igreja	
PEg8	Suíte Alcali – granitos	Granito Agudos do Sul	
PEgg1	Suíte Sienogranitos	Granito Cerne	Proterozóico Superior – Cambriano
PEgg2	Suíte Sienogranitos	Granito Passa Três	
PEgg3	Suíte Sienogranitos	Granito Chacrinha	
PEgg4A	Suíte Sienogranitos	Granito Piedade – Fácies A	
PEgg4B	Suíte Sienogranitos	Granito Piedade – Fácies B	
PEgg5	Suíte Sienogranitos	Granito Rio Abaixo	
PEgg6	Suíte Sienogranitos	Granito Pula-Sapo	
PEgg7	Suíte Sienogranitos	Granito Itaóca	
PEgc1A	Suíte Monzogranitos	Granito Varginha – Fácies A	Proterozóico Superior – Cambriano
PEgc1B	Suíte Monzogranitos	Granito Varginha – Fácies B	
PEgc1C	Suíte Monzogranitos	Granito Varginha – Fácies C	
PEgc1D	Suíte Monzogranitos	Granito Varginha – Fácies D	
PEgc1E	Suíte Monzogranitos	Granito Varginha – Fácies E	
PEgc2	Suíte Monzogranitos	Granito Taici	
PEgc3	Suíte Monzogranitos	Granito Banhado	
PEgc4	Suíte Monzogranitos	Granito Estrela	
PEgc5A	Suíte Monzogranitos	Granito Morro Grande – Fácies A	
PEgc5B	Suíte Monzogranitos	Granito Morro Grande – Fácies B	
PEgc5C	Suíte Monzogranitos	Granito Morro Grande – Fácies C	
PEgc5D	Suíte Monzogranitos	Granito Morro Grande – Fácies D	
PEgc5E	Suíte Monzogranitos	Granito Morro Grande – Fácies E	
PSgp1	Suíte Monzogranitos e Granodioritos Porfiróides	Granito Três Córregos	Proterozóico Superior
PSgp2	Suíte Monzogranitos e Granodioritos Porfiróides	Granito Cunhaporanga	

PSmb	Metabasitos	Metabasitos, anfibolitos e anfibólio xistos	Proterozóico Superior
PSaaA1	Seqüência Antinha	Unidade A: metassiltitos rítmicos, cinza claros a escuros, localmente maciços	Proterozóico Superior
PSaaA2	Seqüência Antinha	Unidade A: metassiltitos intercalados com metassiltitos nodulosos, de cor cinza, associados a níveis de metaconglomerados e metarenitos finos, esbranquiçados	
PSaaA3	Seqüência Antinha	Unidade A: metarenitos róseo-cinzentos, hornfélsicos	
PSaaA4	Seqüência Antinha	Unidade A: metarritmitos piritosos	
PSaaB	Seqüência Antinha	Unidade B: metarritmitos síltico-arenosos, metarenitos finos a microconglomeráticos, avermelhados, com níveis e/ou camadas de metaconglomerados	
PSaaC	Seqüência Antinha	Unidade C: metacalcários calcíticos cinza claros e escuros	
PSaim	Grupo Açungui - Formação Itaiacoca	Metassedimentos síltico-argilosos, incluindo metarritmitos, ardósias e quartzo-sericita xistos	Proterozóico Superior
PSaid	Grupo Açungui - Formação Itaiacoca	Mármores dolomíticos e metadolomitos, com intercalações de metacherts e metacalcários calcíticos cinza médio a cinza escuros	
PSaix	Grupo Açungui - Formação Itaiacoca	Migmatitos estromáticos com paleossoma de mica xistos predominantes	
PSaic	Grupo Açungui - Formação Itaiacoca	Metacalcários calcíticos	
PSaiq	Grupo Açungui - Formação Itaiacoca	Quartzitos	
PSacm	Grupo Açungui - Formação Capiru	Metassedimentos síltico-argilosos, incluindo metassiltitos, filitos, filitos grafitosos, metarritmitos, ardósias, sericita xistos, quartzo-sericita xistos	Proterozóico Superior
PSacd	Grupo Açungui - Formação Capiru	Mármores dolomíticos e metadolomitos com finas intercalações de quartzitos e metacherts	
PSacq	Grupo Açungui - Formação Capiru	Quartzitos, metarenitos e metarcósios	
PSavs	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Metassedimentos síltico-argilosos, incluindo metassiltitos, mica xistos, filitos grafitosos, metarritmitos, ardósias, sericita xistos, quartzo xistos, com intercalações de lavas e tufos básicos metamorfizados	Proterozóico Superior
PSavc	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Mármores impuros, metacalcários calcíticos, filitos e metassedimentos clásticos não diferenciados	
PSavc1	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Rochas calciossilicáticas, xistosas, coloração verde escura, com bandas mais claras, granulação fina a média	
PSavc2	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Metacalcários calcíticos, metadolomitos e rochas calciossilicáticas	
PSavc3	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Metacalcários calcíticos cinza claros a escuros, intercalados com material impuro	
PSavc4	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Metacalcários rítmicos, acinzentados, com intercalações de metapelitos	
PSavc5	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Metassedimentos síltico-argilosos, com intercalações freqüentes de epicalcários e cálcio xistos	
PSavq	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Quartzitos, às vezes micáceos, metarenitos e metarcósios, com freqüentes intercalações de metassiltitos e metarritmitos	
PSavq1	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Quartzitos maciços, brancos, puros, friáveis, de granulação fina, aspecto sacaroidal e por vezes ferruginosos	
PSavg	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Metaconglomerados	
Psavf	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Filitos e xistos	
PSavgv	Grupo Açungui - Formação Votuv erava	Metagrauvacas constituídas de seixos elipsoidais alinhados segundo a xistosidade, quartzos azulados em matriz clorítica de granulação fina a média	

PSavx	Grupo Açungui - Formação Votuverava	Intercalações de estaurolita-muscovita-biotita xistos e mica xistos	
PMsax	Grupo Setuva - Formação Água Clara	Fácies vulcano-sedimentar (Fácies São Silvestre), formado por quartzo-mica xistos (biotita, clorita, muscovita), quartzitos, metamargas, mármores impuros, metaandesitos, metatufitos básicos, metabasitos e xistos manganesíferos	Proterozóico Médio
PMsaq	Grupo Setuva - Formação Água Clara	Quartzitos cinza- esbranquiçados, calcíferos, com flogopita e/ou epidoto	
PMsac	Grupo Setuva - Formação Água Clara	Fácies carbonático - cálcio xistos, (clorita, biotita, flogopita, muscovita, tremolita-actinolita) mármores puros e impuros, mica xistos	
PMspx	Grupo Setuva - Formação Perau	Quartzo-biotita-muscovita xistos e sericita xistos, com intercalações de xistos com plagioclásio, granada e anfibólio	Proterozóico Médio
PMspx1	Grupo Setuva - Formação Perau	Xistos terrígenos, de cores escuras, com intercalações de calco xistos, quartzitos micáceos e xistos carbonosos	
PMspx2	Grupo Setuva - Formação Perau	Biotita-sericita xistos, clorita-sericita xistos, clorita-biotita-sericita xistos e cálcio xistos	
PMspx3	Grupo Setuva - Formação Perau	Biotita xistos, anfibólio xistos, quartzo xistos e sericita xistos grafitosos, com intercalações de quartzitos	
PMspc	Grupo Setuva - Formação Perau	Intercalações de metacalcários calcíticos, metadolomitos e cálcio xistos com biotita, muscovita e tremolita	
PMspc1	Grupo Setuva - Formação Perau	Mármores calcíticos silicosos de cor cinza a preta, com ocorrências de formações ferríferas, metavulcânicas félsicas e metacherts, sotopostos a cálcio xistos e biotita-cálcio xistos	
PMspc2	Grupo Setuva - Formação Perau	Metacalcários e rochas cálciossilicáticas de cores cinza clara a esverdeadas	
PMspq	Grupo Setuva - Formação Perau	Quartzitos finos eqüigranulares, brancos, plaqueados ou xistosos, por vezes micáceos	
PMspq1	Grupo Setuva - Formação Perau	Quartzitos puros, quartzitos micáceos e quartzo xistos, com freqüentes impregnações de óxido de ferro, de granulometria média a fina, mal selecionadoss	
PMspq3	Grupo Setuva - Formação Perau	Quartzitos de granulação fina, bem recristalizados, normalmente de coloração clara, estrutura maciça, textura granoblástica e equigranular, podendo gradar para quartzo xistos ou apresentar bolsões de quartzo remobilizado	
PMtc	Grupo Setuva – Complexo Turvo-Cajati	Granada-sillimanita-biotita-quartzo xistos, actinolita-biotita xistos albitizados, xistos calciossilicáticos, mármores dolomíticos, muscovita-biotita-quartzo xistos, hornblenda-quartzo gnaisses subordinados	Proterozóico Médio
APlg1	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Pedra Branca de Araraquara (monzogranito e granodiorito gnáissico)	Arqueano–Proterozóico Inferior
APlg2	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Guajuvira (monzogranito e granodiorito gnáissico)	
APlg3	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Miringuava ou São José dos Pinhais (monzogranito e granodiorito gnáissico)	
APlg4	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Areia Branca (monzogranito e granodiorito gnáissico)	
APlg5	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Vaguaçu (monzogranito e granodiorito gnáissico)	
APlg6	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Nagib Silva (monzogranito e granodiorito gnáissico)	
APlg7	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Faxinal (monzogranito e granodiorito gnáissico)	
APlg9	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Quitandinha (monzogranito e granodiorito gnáissico)	
APlg10	CGG – Complexo Granítico-Gnáissico	Serra da Botija (monzogranito e granodiorito gnáissico)	
APlgr	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Noritos, enderbitos, charno enderbitos, gnaisses, meta-quartzo dioritos, metadioritos, metagabros, e subordinadamente serpentinitos e esteatitos	Arqueano–Proterozóico Inferior

APImge	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda gnaisse, mica-quartzo xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito	
APImgm	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Migmatitos oftálmicos, com paleossoma de biotita gnaisse, biotita-hornblenda gnaisse e hornblenda gnaisse, localmente com quartzitos	
APImgr	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Granitos gnáissicos e anatexitos, incluindo biotita-anfibólio tonalitos e biotita-anfibólio granodioritos	
APImgg	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Migmatitos homogêneos constituídos por rochas de granulação grosseira, essencialmente feldspáticos , de aspecto granitóide, com paleossoma representado por gnaisses graníticos	
APImgb	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisses leucocráticos fitados e bandados	
APImgc	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisses cataclasados, rosados, com variações locais para gnaisses graníticos e migmatitos cataclasados	
APImga	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisses ocelares, interdigitados com migmatitos estromáticos, com ocorrência de gnaisses fitados e leucocráticos e xistos feldspáticos	
APImgl	CGM – Complexo Gnáissico-Migmatítico	Migmatitos leptiníticos	
APIcq	Complexo Cachoeira	Muscovita-biotita quartzitos, fuchsita quartzitos, quartzo xistos, metarenitos e metarcósios, com intercalações de magnetita-mica-quartzo xistos, micas-quartzo xistos e metacherts	Arqueano–Proterozóico Inferior
APIrmx	Complexo Metamórfico Indiferenciado	Biotita-muscovita xistos e clorita-biotita-muscovita xistos, com ocorrências locais de quartzo xistos e quartzitos. Clorita-biotita-muscovita xistos e tremolita-actinolita xistos	
APIrms	Complexo Metamórfico Indiferenciado	Serpentinitos-talco xistos, peridotitos serpentinizados e noritos	
APIrmq	Complexo Metamórfico Indiferenciado	Quartzitos de coloração clara, granulometria fina a grossa, com intercalações de finas bandas ferríferas	
APIrmt	Complexo Metamórfico Indiferenciado	Metacherts de granulometria muito fina, coloração branca a negra, textura sacaroidal, com intercalações de bandas ferruginosas	
APIrmg	Complexo Metamórfico Indiferenciado	Gnaisses fitados dominantes, xistos feldspáticos com gradação para quartzitos, anfibolitos e metabasitos	
APIrmh	Complexo Metamórfico Indiferenciado	Anfibolitos e anfibólio gnaisses	
APIrmv	Complexo Metamórfico Indiferenciado	Quartzitos indivisos	
APIrmf	Complexo Metamórfico Indiferenciado	Microgranitos leucocráticos e provável metavulcânica félsica recristalizada	Arqueano–Proterozóico Inferior

2 - FICHAS DE CADASTRO DAS OLARIAS E DA MINERAÇÃO

PROJETO PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO - RMC
CADASTRO DAS INDÚSTRIAS CERÂMICAS

1. Identificação						
Código Olaria:	**Ativa**	**Sim**		**Não**		**Data:**
Coordenadas (UTM –SAD-69)	E:				N:	
Entrevistador:						

2. Identificação da empresa			
Razão Social:			
CNPJ:	Nome de Fantasia:		
Endereço:		n°	CEP:
Bairro:	Município:		UF:
Proprietário:			
Entrevistado:		Cargo:	
Fone:	Fax:	E_mail:	

3. Produção média mensal (milheiros)		
Tipo de Produto	*Quantidade*	*Capacidade*
Tijolo Furado		
Tijolo Maciço		
Elemento Vazado		
Capa de Laje		
Bloco Estrutural		
Telha		
Outros (especificar)		

4. Processos de secagem					
Chão / natural		Chão com ventilação forçada		Vagonete	
Prateleira		Prateleira com ventilação forçada			
Estufa estática		Estufa contínua			

5. Fornos						
Tipo	**Quantidade** *(unidade)*	**Capacidade** *(milheiros por carga)*	**Nº Fornadas** *Unidade / Mês*	**Combustível Utilizado**		
				Lenha	Serragem	Outros (especificar)
Caipira						
Abóbada						
Corujinha (Catarina)						
Hoffman						
Garrafão						
Renascer (chupa cabra)						
Túnel						
Vagão						
Outros (especificar)						

6. Equipamentos utilizados

Lavra – Preparação – Extrusão – Moldagem - Comercialização	Quantidade *(unidade)*
Moinho	
Britador	
Desintegrador	
Caixão alimentador	
Laminador (cilindro)	
Misturador	
Conjunto da maromba	
Prensa	
Empilhadeira	
Caminhão	
Retroescavadeira	
Pá-carregadeira	
Outros (especificar)	

7. Matéria prima mineral

Denominação	Procedência (localidade)	Própria	Terceiros	*% na mistura*		Consumo Médio mensal m^3
				Várzea	Barranco	

* Utilizar para cálculo 01 m^3 equivale a 1;6 ton.

8. Fornecedores

Nome	Endereço

9. Situação legal (Jazida própria)

DNPM nº	RP	AP	RL	CL	L	G	Área (ha)
IAP nº	LP	LI	LO	Data Vencimento			Área (ha)
				/ /			
DNPM nº	RP	AP	RL	CL	L	G	Área (ha)
IAP nº	LP	LI	LO	Data Vencimento			Área (ha)
				/ /			

RP – Requerimento de pesquisa
AP – Autorização de pesquisa
RL – Requerimento de lavra
CL – Concessão de lavra
L – Licenciamento
G – Guia de utilização
LP – Licença prévia
LI – Licença de instalação
LO – Licença de operação

10. Observações

Foto
Legenda:

Foto
Legenda:

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO
CADASTRO DE ATIVIDADES MINERÁRIAS

1.Identificação		
Código Mineral:	**Data:**	
Denominação:		
Endereço local: Bairro: Distrito: Município:		
Coordenadas (UTM / SAD69)	E:	N:
Entrevistador:		

2. Identificação da empresa proprietária/concessionária			
Razão Social:			
Nome de fantasia:			
CGC-CNPJ:			
Endereço:		n°	CEP:
Bairro:	Município:		UF:
Nome para contato:			Fone
Resp. Técnico:			CREA:

3. Dados gerais da lavra													
Mina	Própria		Arrendada		Outro:								
Desmonte	Próprio		Terceirizado		Outro:								
DNPM: nº					RP	AP	RL	CL	L	G	Área (ha)		
IAP: nº					LP	LI	LO	Data Vencimento			Área (ha)		
								/ /					
Minério principal:													
Outros:													
Produção total		m^3/mês:			t/mês:								
Beneficiamento													
Produção		m^3/mês:			t/mês:								
Capacidade instalada		m^3/mês:			t/mês:								
Beneficiamento localizado na área de lavra					Distância (km):								
N°de Empregados:	Administrativo:		Lavra:		Beneficiamento:			Total:					

Produtos gerados / Destino da produção					
Agregados para concreto		Cimento		Joalheria / Artesanato	
Areia artificial		Construção civil (in natura)		Nutrição animal / Rações	
Artefatos de cimento		Corretivo agrícola		Pavimentação	
Brita		Envasamento para consumo		Pedra ornamental	
Cal		Indústria química		Pedra para calçamento	
Cerâmica vermelha		Indústrias diversas		Pedra para revestim ento	
Cerâmica branca		Metalurgia		Pedra para guia	

Destino geográfico da produção:													
Indústria própria		PR		SP		RS/SC		Outra U F		Exportação	

RP – Requerimento de pesquisa
AP – Autorização de pesquisa
RL – Requerimento de lavra

CL – Concessão de lavra
L – Licenciamento
G – Guia de utilização

LP – Licença prévia
LI – Licença de instalação
LO – Licença de operação

4. Atividades na área de lavra

Modalidade da lavra						**Situação**							
Céu aberto		Subterrânea		Mista		Ativa		Paralisada		Em implantação			

Substâncias minerais e/ou tipos litológicos explorados:

Água		Calcita		Fluorita		Rocha gnáissica	
Areia		Carvão		Folhelho		Rocha granítica	
Arenito		Cascalho		Mármore		Rocha xistosa	
Argila caulinítica		Caulim		Ouro			
Argila vermelha		Chumbo		Quartzito			
Calcário		Feldspato		Quartzo			
Calcário dolomítico		Filito		Rocha basáltica			

Dimensões aproximadas da lavra

Comprimento da frente de lavra (m)		Observações
Altura da frente de lavra (m)		
Altura média das bancadas (m)		
n° de bancadas (un.)		
Área total do empreendimento (m2)		
Área do Rebaixamento (m2)		
Profundidade do rebaixamento (m)		

Método de lavra						**Desmonte**							
Manual		Mecanizada		Semi Mecanizada		Manual		Explosivo		Mecânico		Hidráulico	
Observações						Observações							

Equipamentos Utilizados na lavra; no beneficiamento e no transporte (em unidades)

Carreta de perfuração		Escavadeira hidráulica		Britador girosférico	
Perfuratriz manual		Caminhão fora estrada		Britador de mandíbula	
Compressor		Caminhão basculante toco		Moinho	
Trator esteira		Caminhão basculante trucado		Peneira vibratória	
Pá-Carregadeira		Veículo utilitário		Fornos de cal	
Retroescavadeira		Dragline		Usina de asfalto	

Situação topográfica do bota fora

Topo de morro		Base de encosta		Meia encosta		Planície aluvial					

Observações:

Bacia de decantação			**Canais de drenagem de águas pluviais**	
Número		Observações:	Observações:	
Área (m^2)				

5. Condicionantes ambientais na mineração

Situação topográfica da mineração

Topo de Morro		Meia encosta		Base de encosta		Planície Aluvial		Leito ativo	

Uso e ocupação do solo no entorno

Área Rural		Área Urbana		Area Industrial		Area de Preservação	

Impactos ambientais gerados

Assoreamento		Poluição do ar		Geração de sucatas	
Erosão		Poluição visual		Deslizamento	
Desmatamento		Contaminação hídrica		Geração de ruídos	

Observações

Medidas de controle e monitoramento

Qualidade do ar		Preservação e recuperação do solo		Ruído	
Qualidade da água		Preservação e recuperação da vegetação		Vibração	
Cortina vegetal		Instalação de aspersor		Paisagismo	

Observações

Feições cársticas associadas à mineração

Fendas	Condutos	Cavernas	Observações:

Afloramento de nível freático; fontes ou surgências

Fonte		Observações:
Surgência		

Proximidades de cursos de água (distância m)		**Mata ciliar no entorno**	

Observações (cursos d'água e mata ciliar)

6. Observações adicionais / Croquis

Foto
Legenda:

Foto
Legenda:

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Convênio DNPM - MINEROPAR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luís Inácio Lula da Silva
Presidente

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
Dilma Vana Rousseff
Ministra

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giles Carriconde Azevedo
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
Miguel Antonio Cedraz Nery
Diretor-Geral

João César de Freitas Pinheiro
Diretor-Geral Adjunto

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E ECONOMIA MINERAL
Antônio Fernando da Silva Rodrigues

13° DISTRITO
Wadir Brandão
Chefe

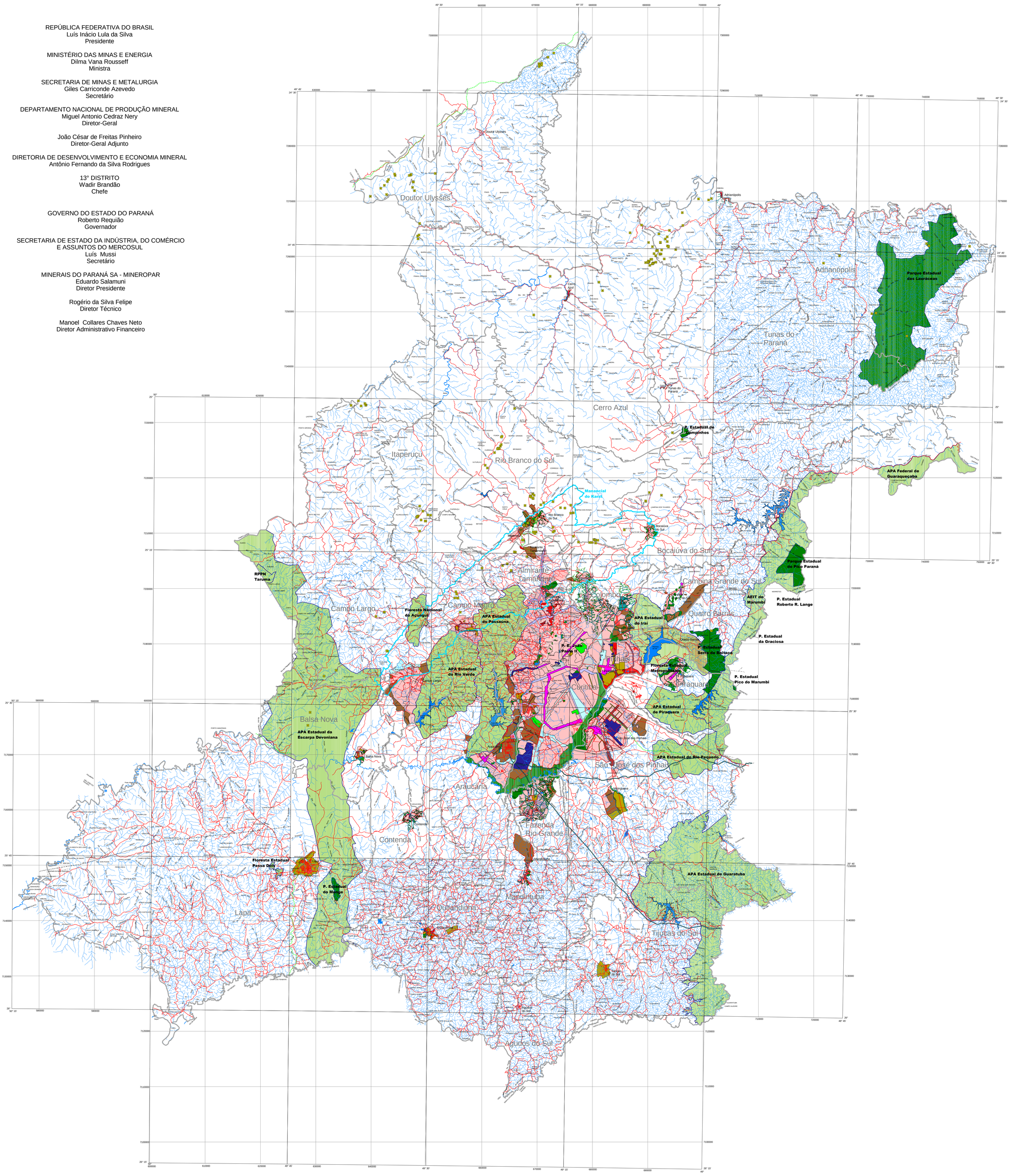
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO
E ASSUNTOS DO MERCOSUL
Luís Mussi
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ SA - MINEROPAR
Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro



Convenções

Convenções Topográficas

- Ferrovia
- Linha de transmissão
- Oleoduto
- Rede viária
- Rede hidrográfica
- Aqueduto
- Represa, lago, corpo d'água
- Cavernas (GEEP)
- Limite de manancial do Karst

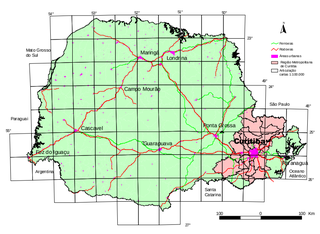
Unidades de Conservação - (SEMA)

- Unidades de Proteção Integral
- Unidades de Uso Sustentável

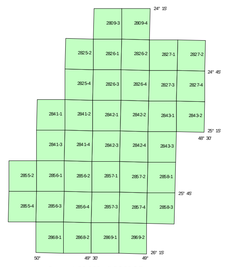
Zoneamento Urbano - (COMEC)
(Agrupado segundo usos principais)

- Residencial
- Comercial/Residencial
- Comercial
- Comercial/Serviços
- Serviços
- Industrial
- Industrial/Serviços
- Mista
- Militar
- Especial
- Restrita
- Rural
- Outros
- Preservação
- Corpos d' Água

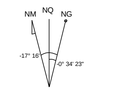
Situação



Articulação



Cartas 1:50.000 - DSG/IBGE



Declinação magnética 2001
e convergência meridiana do
centro da folha.

A declinação magnética cresce
-7.21' anualmente.

Usar exclusivamente os dados
numéricos.

Região Metropolitana de Curitiba - Convênio DNPM - MINEROPAR (17/2002).

Unidades de conservação. Fonte: Secretaria do Meio Ambiente - SEMA (04/2003).

Zoneamento urbano. Fonte: Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba - COMEC.

Cavernas na RMC . Fonte - GEEP - Grupo de Espeleologia Açungui.

Limite do manancial do Karst. Fonte: Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba - COMEC.

Datum vertical: Imbituba (SC)
Datum horizontal: SAD 69
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR" acrescidas as constantes: 10000 e 500 km respectivamente.

Base cartográfica baseada em 39 cartas topográficas 1:50.000 (DSG, IBGE), digitalizadas, convertidas e homogeneizadas no sistema UTM, datum SAD 69.

Software de geoprocessamento - ArcView 3.2a

Unidades de Conservação e Zoneamento Urbano

Escala 1:250.000

5000 0 5000 10000 15000 m

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

JANEIRO - 2004

Arquivo - RMC - Rmc_amb250.prj/pdf

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Convênio DNPM - MINEROPAR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luís Inácio Lula da Silva
Presidente

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
Dilma Vana Rousseff
Ministra

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giles Carriconde Azevedo
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
Miguel Antonio Cedraz Nery
Diretor-Geral

João César de Freitas Pinheiro
Diretor-Geral Adjunto

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E ECONOMIA MINERAL
Antônio Fernando da Silva Rodrigues

13° DISTRITO
Wadir Brandão
Chefe

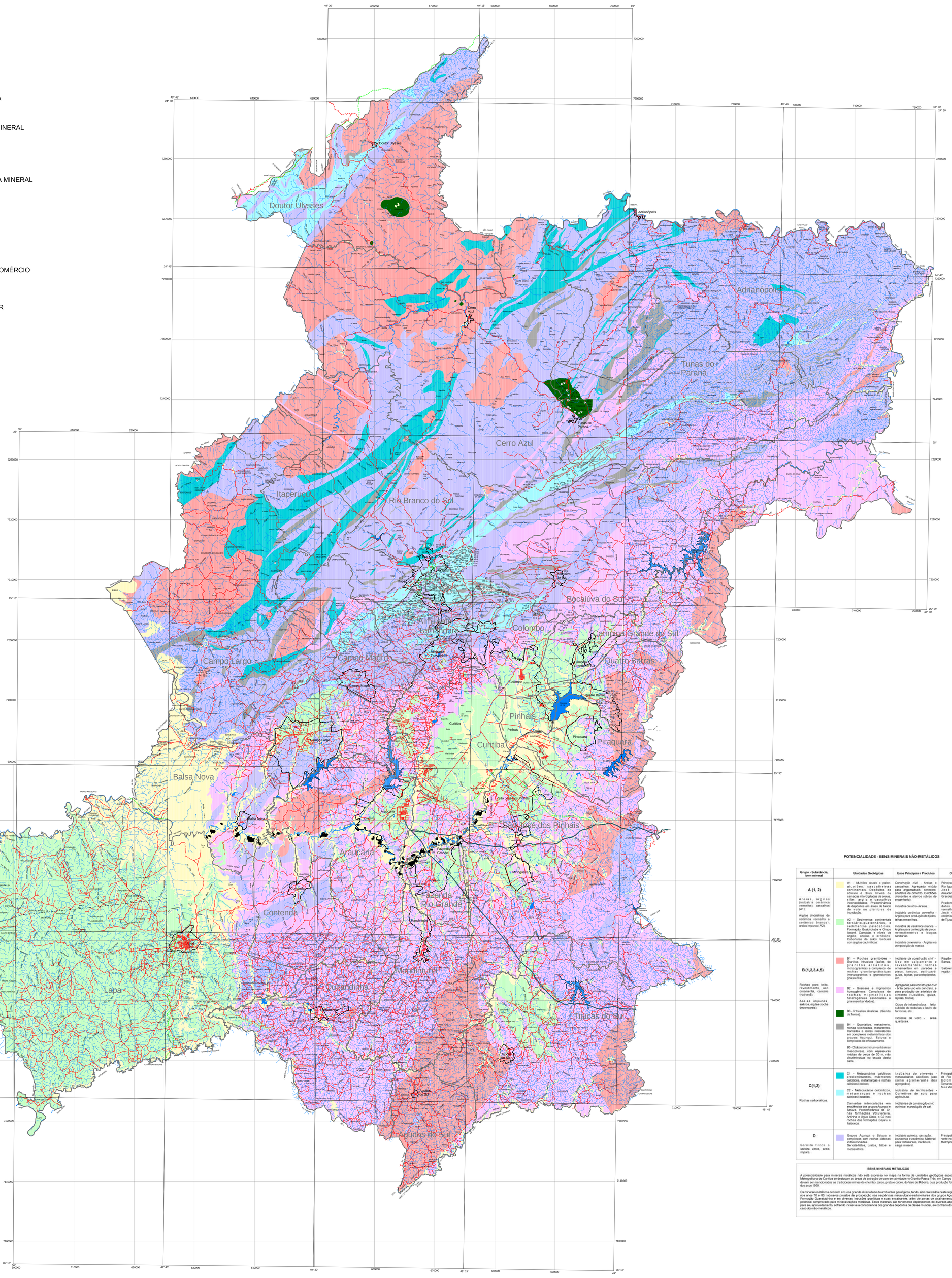
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL
Luís Mussi
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ SA - MINEROPAR
Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro



POTENCIALIDADE - BENS MINERAIS NÃO-METÁLICOS

Grupo - Substância, bem mineral	Unidades Geológicas	Usos Principais / Produtos	Observações
A (1, 2) Areias, argilas (industria cerâmica vermelha), cascalhos (A1). Argilas (industrias de cerâmica vermelha e cerâmica branca); areias impuras (A2).	A1 - Aluviões atuais e paleoaluviões, cascalheiras continentais. Depósitos da planície costeira. Sedimentos cenozóicos indiferenciados, constituídos de areias, silte, argila e cascalhos inconsolidados. Predominância de depósitos em áreas de fundo de vale ou planícies de inundação. A2 - Sedimentos continentais terciário-quaternários, e sedimentos paleozóicos: Formação Guabirotuba e Grupo Itararé. Camadas e níveis de argila, areias e arcósios. Coberturas de solos residuais com argilas caulínicas.	*Construção Civil* - Areias e cascalhos. Agregado miúdo para argamassas, concreto, emboços e chapisco. Confecção de elementos e aterros (obras de engenharia). *Indústria de vidro*- Areias. *Indústria cerâmica vermelha* - Argilas para produção de tijolos, telhas e manilhas. *Indústria de cerâmica branca* - Argilas para confecção de pisos, revestimentos e louças sanitárias. *Indústria cimenteira* - Argilas na composição da massa.	Principalmente no Vale do Rio Iguaçu (Curitiba, São José dos Pinhais, Araucária e Fazenda Rio Grande). Predominância de produtos para cerâmica vermelha na região de São José dos Pinhais e cerâmica branca na região de Tijucas do Sul.
B (1,2,3,4,5) Rochas para brita, revestimento, uso ornamental, cantaria (rocha sã). Areias imaturas, saibros, argilas (rocha decomposta).	B1 - Rochas granitóides - Granitos intrusivos (suítes de granitos alcalinos, monzogranítico) e complexos de rochas granito-gnáissicas (monzogranitos e granodioritos gnáissicos). B2 - Gnaisses e migmatitos homogêneos. Complexos de rochas migmatíticas heterogêneas associadas a gnaisses (bandados). B3 - Intrusões alcalinas (Sienito de Tunas). B4 - Quartzitos, metacherts, rochas silicificadas metamorfos. Camadas e lentes intercaladas em complexos metamórficos dos grupos Açungui, Setuva e complexos do embasamento. B5 - Diabásios (rmtrusivas básicas mesozóicas); com espessuras médias de cerca de 50 m, não discriminadas na escala desta carta.	*Indústria da construção civil* - Uso em calçamento e revestimentos; rochas ornamentais em paredes e pisos, tampos, peitoris para guias, lajotas, paralelepípedos, etc. *Agregados para construção civil* - brita para uso em concreto, e para produção de artefatos de cimento (tubuloões, guias, lajotas, blocos). *Obras de infraestrutura*: leito, subleito de rodovias e leito de ferrovias, etc. *Indústria de vidro* - areia quartzosa.	Região de Tunas e Quatro Barras. Saibreiras dispersas pela região.
C(1,2) Rochas carbonáticas.	C1 - Metacalcários calcíticos predominantes, mármores calcíticos, metamargas e rochas calcossilicatadas. C2 - Metacalcários dolomíticos, metamargas e rochas calcossilicatadas. Camadas intercaladas em esquemicos dos grupos Açungui e Setuva. Predominância de C1 nas formações Votuverava, Antinha e Água Clara, e C2 nas rochas das formações Capiru e Itaiacoca.	*Indústria do cimento* - metacalcários calcíticos (usc como aglomerante dos agregados). *Indústria de fertilizantes* - Corretivos de solo para agricultura. *Indústrias de construção civil, química e produção de cal.*	Principalmente nas regiões de Rio Branco do Sul, Colombo, Almirante Tamandaré, Bocaiúva do Sul e Vale do Ribeira.
D Sericita filitos e sericita xistos, areia impura.	Grupos Açungui e Setuva e complexos com rochas xistosas indiferenciadas. Sericita-filitos, xistos, filitos e metassiltitos.	Indústria química, de ração, borrachas e cerâmica. Material para fertilizantes, cerâmica, carga mineral.	Principalmente na região norte-noroeste da Região Metropolitana de Curitiba.

BENS MINERAIS METÁLICOS

A potencialidade para minerais metálicos não está expressa no mapa na forma de unidades geológicas específicas. Na Região Metropolitana de Curitiba se destacam as áreas de extração de ouro em aluvidade no Granito Passa Três, em Campo Largo. Além desse, devem ser mencionadas as tradicionais minas de chumbo, zinco, prata e cobre, do Vale do Ribeira, cuja produção foi paralisada a partir dos anos 1990.

Os minerais metálicos ocorrem em uma grande diversidade de ambientes geológicos, tendo sido realizados nesta região, principalmente nos anos 70 e 80, inúmeros projetos de prospecção nas seqüências metavulcano-sedimentares dos grupos Açungui e Setuva, na Formação Guaratubinha e em diversas intrusões graníticas e suas encaixantes, além de zonas de cisalhamento, que apresentam potenciais comprovado para mineralizações metálicas. Estes minerais são fortemente dependentes de diversos aspectos conjunturais para seu aproveitamento, solhendo inclusive a concorrência dos grandes depósitos de classe mundial, ao contrário do que se observa no caso dos não-metálicos.

Convenções

Convenções Topográficas

- Ferrovia
- Linha de transmissão
- Oleoduto
- Rede viária
- Rede hidrográfica
- Aqueduto
- Represa, lago, corpo d'água
- Limite aproximado dos perímetros urbanos

Atividade Mineral

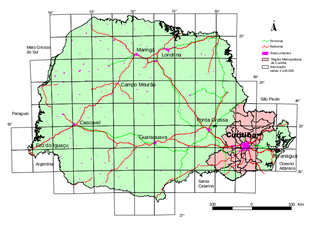
- Mina em atividade ou em implantação (fundo em branco)
- Mina paralisada

257 cd - número de cadastro (CM257) e substância mineral

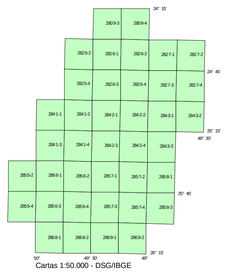
- Lavras de areia em atividade em 2000 - Projeto Levantamento Geoambiental do Alto Rio Iguaçu (Ribas e Silva, 2000)

ag - argila; am - água mineral; ar - areia; au - ouro; ba - barita; ca - metacalcário calcítico; cc - calcita; cd - metacalcário dolomítico; cs - cascalho; cm -caulim; db - diabásio; fl - fluorita; fo - folhelho; ft - filito; ga - granito alterado; go - granito ornamental; gr - granito; lt - laterita; mg - migmatito / gnaisse; mr - mármore; pb/zn - chumbo / blenda; qt - quartzito; qx - quartzo xisto; si - sienito; so - solo/rocha alterada; st - siltito; s/d - sem dados de substância.

Situação



Articulação



Cartas 1:50.000 - DSG/IBGE

Declinação magnética 2001 e convergência meridiana do centro da folha.

A declinação magnética cresce -7.21' anualmente.

Usar exclusivamente os dados numéricos.

Atividade mineral cadastrada no Projeto Plano Diretor de Mineração - RMC.

Localização das minas por GPS. Cadastro em banco de dados Access.

Mineração de areia no Vale do Iguaçu cadastrada pelo Projeto Levantamento Geoambiental do Alto Rio Iguaçu (MINEROPAR, 2000)

Datum vertical: Imbituba (SC)
Datum horizontal: SAD 69
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR" acrescidas as constantes: 10000 e 500 km respectivamente.

Base cartográfica baseada em 39 cartas topográficas 1:50.000 (DSG, IBGE), digitalizadas, convertidas e homogeneizadas no sistema UTM, datum SAD 69.

Software de geoprocessamento - ArcView 3.2a

Potencial Mineral

Escala 1:250.000

5000 0 5000 10000 15000 m

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

JANEIRO - 2004

Arquivo - Geologia da RMC - Geo_psd250.prj/pdf

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Convênio DNPM - MINEROPAR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luís Inácio Lula da Silva
Presidente

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
Dilma Vana Rousseff
Ministra

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giles Carriconde Azevedo
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
Miguel Antonio Cedraz Nery
Diretor-Geral

João César de Freitas PInheiro
Diretor-Geral Adjunto

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E ECONOMIA MINERAL
Antônio Fernando da Silva Rodrigues

13° DISTRITO
Wadir Brandão
Chefe

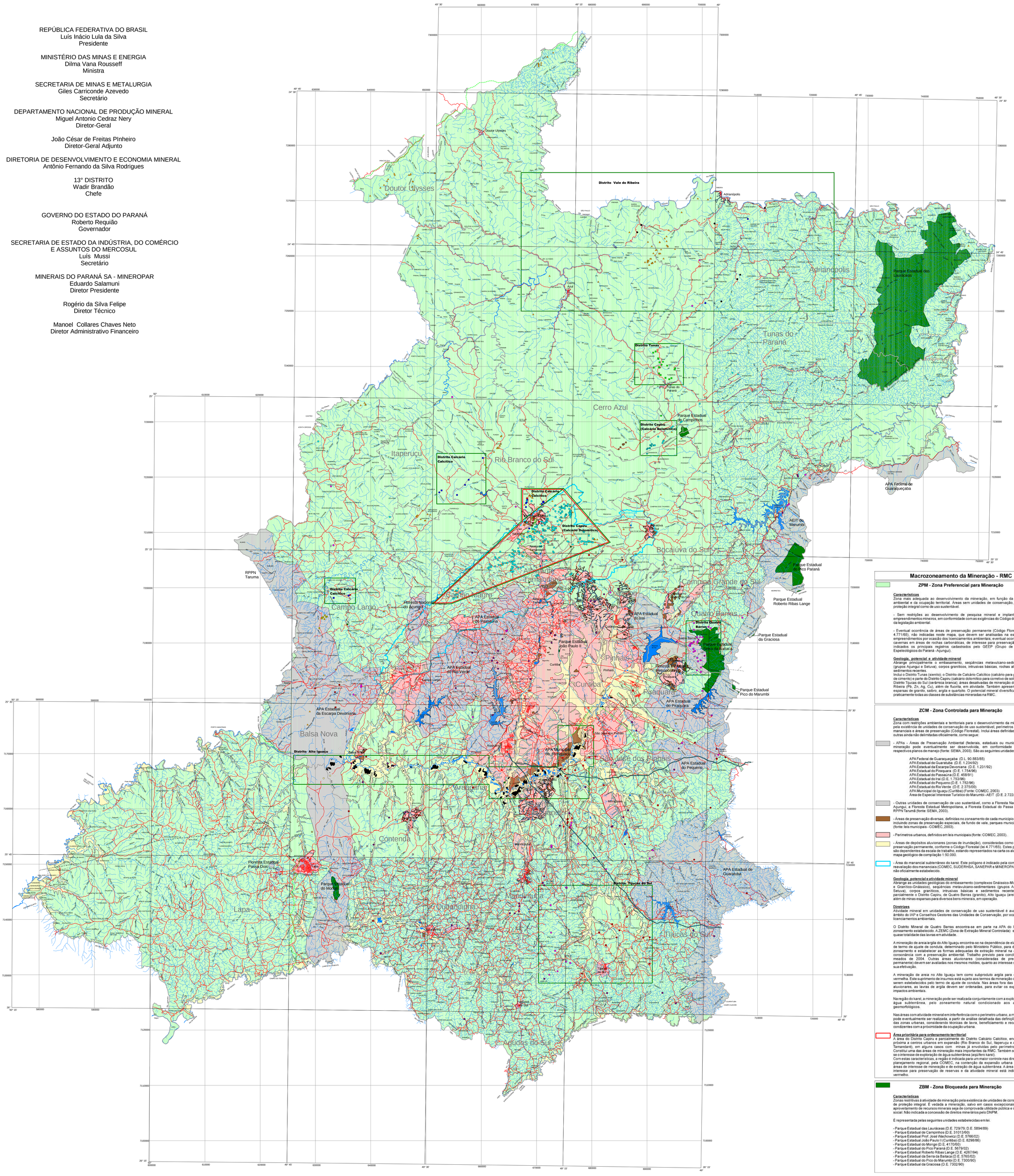
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL
Luís Mussi
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ SA - MINEROPAR
Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro



Macrozoneamento da Mineração - RMC

ZPM - Zona Preferencial para Mineração

Características
Zona mais adequada ao desenvolvimento da mineração, em função da situação ambiental e da ocupação territorial. Áreas sem unidades de conservação, tanto de proteção integral como de uso sustentável.

- Sem restrições ao desenvolvimento de pesquisa mineral e implantação de empreendimentos mineiros, em conformidade com as exigências do Código de Minas e da legislação ambiental.

- Eventual ocorrência de áreas de preservação permanente (Código Florestal - lei 4.771/65), não indicadas neste mapa, que devem ser analisadas na escala dos empreendimentos por ocasião dos licenciamentos ambientais; eventual ocorrência de cavernas em áreas de rochas carbonáticas, de interesse para preservação, sendo indicados os principais registros cadastrados pelo GEEP (Grupo de Estudos Espeleológicos do Paraná - Açungui).

Geologia, potencial e atividade mineral
Abrange principalmente o embasamento, seqüências metavulcano-sedimentares (grupos Açungui e Setuva), corpos graníticos, intrusivas básicas, rochas alcalinas e sedimentos recentes.
Inclui o Distrito Tunas (sienito); o Distrito de Calcário Calcítico (calcário para produção de cimento) e parte do Distrito Capiru (calcário dolomítico para corretivo de solo e cal); o Distrito Tijucas do Sul (cerâmica branca); áreas desativadas de mineração do Vale do Ribeira (Pb, Zn, Ag, Cu), além de fluorita, em atividade. Também apresenta minas esparsas de granito, saibro, argila e quartzito. O potencial mineral diversificado inclui praticamente todas as classes de substâncias mineradas na RMC.

ZCM - Zona Controlada para Mineração

Características
Zona com restrições ambientais e territoriais para o desenvolvimento da mineração, pela existência de unidades de conservação de uso sustentável, perímetros urbanos, mananciais e áreas de preservação (Código Florestal). Inclui áreas definidas em lei e outras ainda não delimitadas oficialmente, como segue:

- APAs - Áreas de Preservação Ambiental (federais, estaduais ou municipais). A mineração pode eventualmente ser desenvolvida, em conformidade com os respectivos planos de manejo (fonte: SEMA, 2003). São as seguintes unidades:

  APA Federal de Guaraqueçaba (D.L. 90.883/85)
  APA Estadual de Guaratuba (D.E. 1.234/92)
  APA Estadual da Escarpa Devoniana (D.E. 1.231/92)
  APA Estadual do Piraquara (D.E. 1.754/96)
  APA Estadual do Passaúna (D.E. 458/91)
  APA Estadual do Irai (D.E. 1.753/96)
  APA Estadual do Pequeno (D.E. 1.752/96)
  APA Estadual do Rio Verde (D.E. 2.375/00)
  APA Municipal do Iguaçu (Curitiba) (Fonte: COMEC, 2003)
  Área de Especial Interesse Turístico do Marumbi - AEIT (D.E. 2.722/84)

- Outras unidades de conservação de uso sustentável, como a Floresta Nacional do Açungui, a Floresta Estadual Metropolitana, a Floresta Estadual do Passa Dois e a RPPN Taruma (fonte: SEMA, 2003).

- Áreas de preservação diversas, definidas no zoneamento de cada município da RMC, incluindo zonas de preservação especiais, de fundo de vale, parques municipais, etc. (fonte: leis municipais - COMEC, 2003).

- Perímetros urbanos, definidos em leis municipais (fonte: COMEC, 2003).

- Áreas de depósitos aluvionares (zonas de inundação), consideradas como áreas de preservação permanente, conforme o Código Florestal (lei 4.771/65). Estes polígonos são dependentes da escala de trabalho, estando representados na carta os aluviões do mapa geológico de compilação 1:50.000.

- Área do manancial subterrâneo do karst. Este polígono é indicado pela comissão de reavaliação dos mananciais (COMEC, SUDERHSA, SANEPAR e MINEROPAR), ainda não oficialmente estabelecido.

Geologia, potencial e atividade mineral
Abrange as unidades geológicas do embasamento (complexos Gnáissico-Migmatítico e Granítico-Gnáissico), seqüências metavulcano-sedimentares (grupos Açungui e Setuva), corpos graníticos, intrusivas básicas e sedimentos recentes. Inclui parcialmente o Distrito Capiru, de Quatro Barras (granito), Alto Iguaçu (areia/argila), além de minas esparsas para diversos bens minerais, em operação.

Diretrizes
Atividade mineral em unidades de conservação de uso sustentável é avaliada no âmbito do IAP e Conselhos Gestores das Unidades de Conservação, por ocasião dos licenciamentos ambientais.

O Distrito Mineral de Quatro Barras encontra-se em parte na APA do Irai, com zoneamento estabelecido. A ZEMC (Zona de Extração Mineral Controlada) engloba a quase totalidade das lavras em atividade.

A mineração de areia/argila do Alto Iguaçu encontra-se na dependência de elaboração de termo de ajuste de conduta, determinado pelo Ministério Público, para definir um zoneamento e estabelecer as formas adequadas de extração mineral na área, em consonância com a preservação ambiental. Trabalho previsto para concluído em meados de 2004. Outras áreas aluvionares (consideradas de preservação permanente) devem ser avaliadas nos mesmos moldes, quanto ao interesse social em sua efetivação.

A mineração de areia no Alto Iguaçu tem como subproduto argila para cerâmica vermelha. Este suprimento de insumos está sujeito aos termos da mineração de areia a serem estabelecidos pelo termo de ajuste de conduta. Nas áreas fora das planícies aluvionares, as lavras de argila devem ser ordenadas, para evitar os expressivos impactos ambientais.

Na região do karst, a mineração pode ser realizada conjuntamente com a exploração de água subterrânea, pelo zoneamento natural condicionado aos aspectos geomorfológicos.

Nas áreas com atividade mineral em interferência com o perímetro urbano, a mineração pode eventualmente ser realizada, a partir de análise detalhada das definições legais das zonas urbanas, considerando técnicas de lavra, beneficiamento e recuperação condizentes com a proximidade da ocupação urbana.

Área prioritária para ordenamento territorial
A área do Distrito Capiru e parcialmente do Distrito Calcário Calcítico, encontra-se próxima a centros urbanos em expansão (Rio Branco do Sul, Itaperuçu e Almirante Tamandaré), em alguns casos com minas já envolvidas pelo perímetro urbano. Constitui uma das áreas de mineração mais importantes da RMC. Também superpõe-se o interesse de exploração de água subterrânea (aqüífero karst).
Com estas características, a região é indicada para um maior controle nas diretrizes de planejamento regional, pela COMEC, na contenção da expansão urbana sobre as áreas de interesse de mineração e de extração de água subterrânea. A área de maior interesse para preservação de reservas e da atividade mineral está indicada em vermelho.

ZBM - Zona Bloqueada para Mineração

Características
Zonas restritivas à atividade de mineração pela existência de unidades de conservação de proteção integral. É vedada a mineração, salvo em casos excepcionais onde o aproveitamento de recursos minerais seja de comprovada utilidade pública e interesse social. Não indicada a concessão de direitos minerários pelo DNPM.

É representada pelas seguintes unidades estabelecidas em lei.

- Parque Estadual das Lauráceas (D.E. 729/79; D.E. 5894/89)
- Parque Estadual de Campinhos (D.E.31013/60)
- Parque Estadual Prof. José Wachowicz (D.E. 5766/02)
- Parque Estadual João Paulo II (Curitiba) (D.E. 8298/86)
- Parque Estadual do Monge (D.E. 4170/80)
- Parque Estadual do Pico Paraná (D.E. 5679/02)
- Parque Estadual Roberto Ribas Lange (D.E. 4267/94)
- Parque Estadual da Serra da Baitaca (D.E. 5765/02)
- Parque Estadual do Pico do Marumbi (D.E. 7300/90)
- Parque Estadual da Graciosa (D.E. 7302/90)

Convenções

Convenções Topográficas

- Ferrovia
- Linha de transmissão
- Oleoduto
- Rede viária
- Rede hidrográfica
- Aqueduto
- Represa, lago, corpo d'água

Classificação por substância mineral

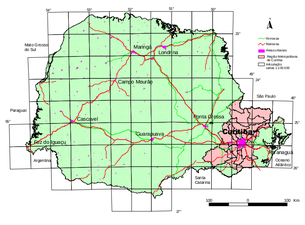
- Água mineral
- Areia, arenito
- Argila vermelha, rocha alterada
- Argila caulinítica, caulim
- Calcário calcítico, calcita
- Calcário dolomítico
- Mármore
- Anfibolito/Metabásica
- Diabásio
- Granito, granito alterado
- Granito ornamental
- Migmatito / gnaisse
- Sienito
- Filito, siltito, folhelho
- Quartzito
- Quartzo xisto
- Ouro
- Galena e Blenda
- Barita
- Fluorita
- Laterita

- Polígonos indicativos dos principais Distritos Mineiros na RMC

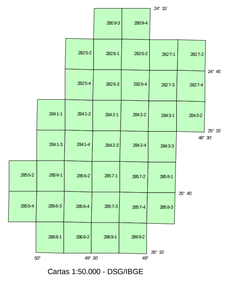
Cadastro da Mineração

- Minas ativas
- Minas desativadas
- Lavras de areia ativas em 2000 (Levantamento Geoambiental do Alto Iguaçu)
- Principais cavernas - Fonte: Cadastro GEEP - Açungui.

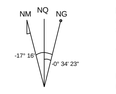
Situação



Articulação



Cartas 1:50.000 - DSG/IBGE



Declinação magnética 2001
e convergência meridiana do centro da folha.

A declinação magnética cresce -7.21' anualmente.

Usar exclusivamente os dados numéricos.

Mapa gerado pela integração dos temas de cadastro da mineração, geologia, perímetros urbanos oficiais e unidades de conservação da RMC.

Cadastro da atividade minerária realizado no Plano Diretor de Mineração.

Cadastro da mineração de areia no Vale do Iguaçu realizado no projeto Levantamento Geoambiental do Alto Rio Iguaçu (MINEROPAR: RIBAS e SILVA, 2000).

Datum vertical: Imbituba (SC)
Datum horizontal: SAD 69
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR" acrescidas as constantes: 10000 e 500 km respectivamente.

Base cartográfica baseada em 39 cartas topográficas 1:50.000 (DSG, IBGE), digitalizadas, convertidas e homogeneizadas no sistema UTM, datum SAD 69.

Software de geoprocessamento - ArcView 3.2a

Macrozoneamento da Mineração

Escala 1:250.000

5000 0 5000 10000 15000 m

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

JANEIRO - 2004

Arquivo - Minas da RMC - Geo_zon250.prn/pdf

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Convênio DNPM - MINEROPAR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luís Inácio Lula da Silva
Presidente

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
Dilma Vana Rousseff
Ministra

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giles Carriconde Azevedo
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
Miguel Antonio Cedraz Nery
Diretor-Geral

João César de Freitas Pinheiro
Diretor-Geral Adjunto

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E ECONOMIA MINERAL
Antônio Fernando da Silva Rodrigues

13° DISTRITO
Wadir Brandão
Chefe

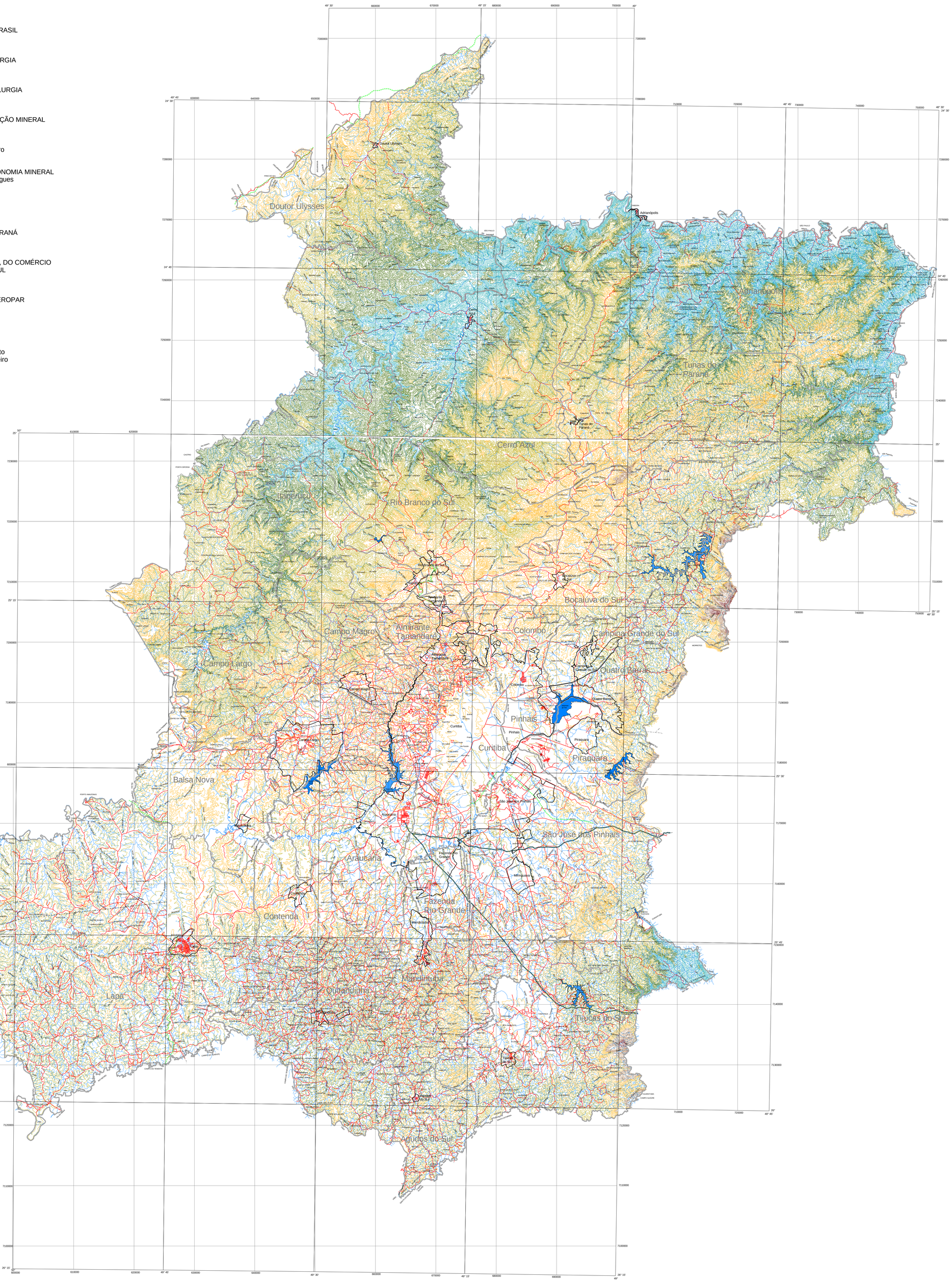
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO
E ASSUNTOS DO MERCOSUL
Luís Mussi
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ SA - MINEROPAR
Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro



Convenções

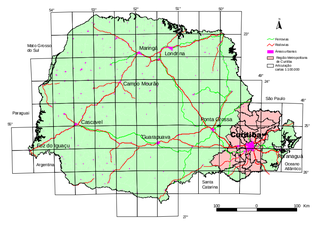
Convenções Topográficas

- Ferrovia
- Linha de transmissão
- Oleoduto
- Rede viária
- Rede hidrográfica
- Aqueduto
- Represa, lago, corpo d'água
- Limite aproximado dos perímetros urbanos

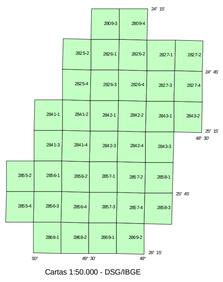
Altimetria - Curvas de Nível (m)

- 80 - 500
- 500 - 700
- 700 - 900
- 900 - 1200
- 1200 - 1500
- 1500 - 1840

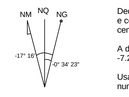
Situação



Articulação



Cartas 1:50.000 - DSG/IBGE



Declinação magnética 2001
e convergência meridiana do
centro da folha.

A declinação magnética cresce
-7.21' anualmente.

Usar exclusivamente os dados
numéricos.

Região Metropolitana de Curitiba - Convênio DNPM - MINEROPAR (17/2002).

Datum vertical: Imbituba (SC)
Datum horizontal: SAD 69
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR" acrescidas as constantes: 10000 e 500 km respectivamente.

Base cartográfica baseada em 39 cartas topográficas 1:50.000 (DSG, IBGE), digitalizadas, convertidas e homogeneizadas no sistema UTM, datum SAD 69.

Software de geoprocessamento - ArcView 3.2a

Região Metropolitana de Curitiba

Escala 1:250.000

5000 0 5000 10000 15000 m

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

JANEIRO - 2004

Arquivo - RMC - Pdm_rmc250.prt/pdf

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Convênio DNPM - MINEROPAR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luís Inácio Lula da Silva
Presidente

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
Dilma Vana Rousseff
Ministra

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giles Carriconde Azevedo
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
Miguel Antonio Cedraz Nery
Diretor-Geral

João César de Freitas Pinheiro
Diretor-Geral Adjunto

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E ECONOMIA MINERAL
Antônio Fernando da Silva Rodrigues

13° DISTRITO
Wadir Brandão
Chefe

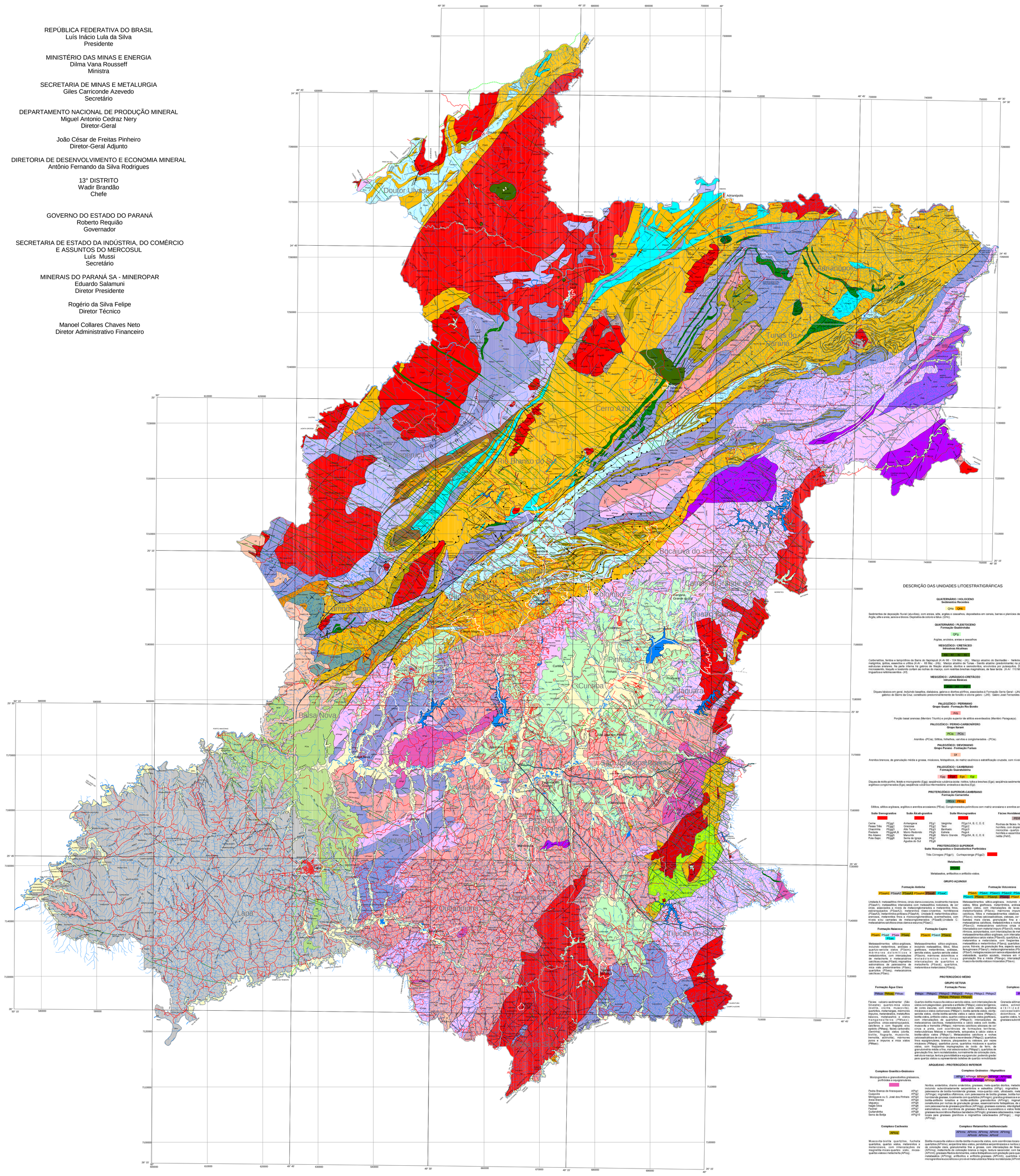
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO
E ASSUNTOS DO MERCOSUL
Luís Mussi
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ SA - MINEROPAR
Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro



DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

QUATERNÁRIO / HOLOCENO
Sedimentos Recentes

QHa QHc

Sedimentos de deposição fluvial (aluviões); com areias, silte, argilas e cascalhos, depositados em canais, barras e planícies de inundação (QHa). Argila, silte e areia, seixos e blocos. Depósitos de colúvio e talus (QHc).

QUATERNÁRIO / PLEISTOCENO
Formação Guabirotuba

QPg

Argilas, arcósios, areias e cascalhos

MESOZÓICO / CRETÁCEO
Intrusivas Alcalinas

Carbonatitos, fenitos e lamprófiros da Barra do Itapirapuã (K-Ar 66 - 104 Ma) - (Ki);. Maciço alcalino do Banhadão - Nefelina sienitos, foiaitos, malignitos, ijolitos, essexitos e urtitos (K-Ar - 68 Ma) - (Kb);. Maciço alcalino de Tunas - Sienito alcalino (predominante) na porção externa das estruturas anelares. Na parte interna há gabros de filiação alcalina, dioritos e sienodioritos, envolvidos por pulaspuítos. Diques estreitos de microsienito, traquito e tostanito cortam as rochas do maciço, com restritas brechas magmáticas, de fase tardia (K-Ar 110 Ma) - (Kt). Fonolitos, tinguaítos e nefelina sienitos - (Kf).

MESOZÓICO / JURÁSSICO-CRETÁCEO
Intrusivas Básicas

Diques básicos em geral, incluindo basaltos, diabásios, gabros e dioritos pórfiros, associados à Formação Serra Geral - (JKdb);. Complexo gabroico do Barro da Cruz, constituído predominantemente de foiaito e olivina gabro - (JKf);. Gabro José Fernandes - (JKd).

PALEOZÓICO / PERMIANO
Grupo Guatá - Formação Rio Bonito

Prb

Porção basal arenosa (Membro Triunfo) e porção superior de siltitos esverdeados (Membro Paraguaçu).

PALEOZÓICO / PERMO-CARBONÍFERO
Grupo Itararé

PCa PCs

Arenitos -(PCa); Siltitos, folhelhos, varvitos e conglomerados - (PCs).

PALEOZÓICO / DEVONIANO
Grupo Paraná - Formação Furnas

Df

Arenitos brancos, de granulação média a grossa, micáceos, feldspáticos, de matriz caulínica e estratificação cruzada, com níveis conglomeráticos.

PALEOZÓICO / CAMBRIANO
Formação Guaratubinha

Egg Ega Egs Egv

Diques de exílito pórfiro, felsito e microgranito ((Egg); sequência vulcânica ácida: riolitos, tufos e brechas ((Ega); seqüência sedimentar: arcosios, siltitos, argilitos e conglomerados ((Egs); seqüência vulcânica intermediária: andesitos e dacitos (Egv).

PROTEROZÓICO SUPERIOR-CAMBRIANO
Formação Camarinha

PEcs PEcg

Siltitos, siltitos argilosos, argilitos e arenitos arcosianos (PEcs); Conglomerados polimíticos com matriz arcosiana e arenitos arcosianos (PEcg).

Suíte Sienogranitos

Cerne	PEgs1	
Passa Três	PEgs2	
Chacrinha	PEgs3	
Piedade	PEgs4A,B	
Rio Abaixo	PEgs5	
Pula-Sapo	PEgs6	

Suíte Álcali-granitos

Anhangava	
Graciosa	
Alto Turvo	
Morro Redondo	
Marumbi	
Serra da Igreja	
Agudos do Sul	

Suíte Monzogranitos

PEg1	Varginha
PEg2	Tanó
PEg3	Banhado
PEg5	Estrela
PEg6	Morro Grande
PEg7	
PEg8	

PEgcrA, B, C, D, E
PEgc2
PEgc3
Pegc4
PEgcSA, B, C, D, E

Fácies Hornblenda hornfels

PEHf

Rochas de fácies hornblenda - hornfels, com disposição hornfels, microclina - quartzo - anfibólio hornfels e essexintos com magnetita (Pehf).

PROTEROZOICO SUPERIOR
Suíte Monzogranitos e Granodioritos Porfiróides

Três Córregos (PSgp1); Cunheporanga (PSgp2)

Metabasitos

Metabasitos, antibolitos e anfibólio-xistos.

GRUPO AÇUNGUI

Formação Antinha

PSaaA1 PSaaA2 PSaaA3 PSaaA4 PSaaM PSaaC

Unidade A: metassiltitos rítmicos, cinza claros a escuros, localmente maciços (PSaaA1); metassiltitos intercalados com metassiltitos nodulosos, de cor cinza, associados a níveis de metaconglomerados e metarenitos finos, estromatolíticos (PSaaA2); metarenitos róseo-cinzentos, homogêneos (PSaaA3); metarenitos portadores (PSaaA4). Unidade B: metarritmitos siltico-arenosos, metarenitos finos a monoconglomeráticos, avermelhados, com níveis e/ou camadas de metaconglomerados (PSaaB);Unidade C: metassiltitos carbonosos cinza claros e escuros (PSaaC).

Formação Itaiacoca

PSiam PSad PSax PSalu PSalc

Metassedimentos siltico-argilosos, incluindo metarritmitos, ardosianos e quartzo-xistosos (PSiam); metassedimentos carbonosos, incluindo metarritmitos, intercalações de metarenitos e metacalcários calcíticos cinzas (PSiad); mignatitos estromatíticos de paleossoma de mica xisto predominantes (PSiax); quartzitos (PSalu); metacalcários calcíticos (PSalc).

Formação Capiru

PSacm PSacd PSacq

Metassedimentos siltico-argilosos, incluindo metassiltitos, filitos, filitos grafitosos, metarritmitos, ardosianos, sericita xistos, quartzitos, com intercalações de metacalcários dolomíticos e metadolomitos com finas intercalações de quartzitos e metacherts (PSacd); quartzitos, metarenitos e metarcoseos (PSacq).

Formação Água Clara

PMsax PMsaq PMsac

Fácies vulcano-sedimentar (São Silvestre): quartzo-mica xistos (biotita-, clorita-, muscovita-), quartzitos, metarenitos, mármores impuros, metandesitos, metafulfiros básicos, metabasitos e xistos manganesíferos (PMsax); quartzitos cinza-esbranquiçados, calcíferos e com fragoata e/ou epidoto (PMaq); fácies carbonática (Serrinha): calcio xistos (clorita, biotita, fengofita, muscovita, tremolita, actinolita), mármores e impuros e mica xistos (PMsac).

Formação Perau

PMspx PMspx1 PMspx2 PMspx3 PMspc PMspc1 PMspc2 PMspq1 PMspq2 PMspq3

Quartzo-biotita-muscovita xistos e sericita xistos, com intercalações de xistos com plagioclásio, granada e anfibólio (PMspx); xistos feldspáticos, de cores escuras, com intercalações de cálcio xistos, quartzitos micáceos e xistos carbonosos (PMspx1); biotita-sericita xistos, clorita-sericita xistos, clorita-biotita-sericita xistos e cálcio xistos (PMspx2); biotita xistos, anfibolio xistos, quartzo xistos e sericita xistos grafitosos, com intercalações de quartzitos (PMspx3); intercalações de metacalcários calcíticos, metadolomitos e cálcio xistos com biotita, muscovita e tremolita (PMspc); mármores calcíticos silicosos de cor cinza a preta, com ocorrências de formações ferríferas, metavulcânicas félsicas e metacherts, sotopostos a cálcio xistos e biotita-cálcio xistos (PMspc1); metassiltitos, ardósias e xistos feldspáticos, com intercalações de metacherts (PMspc2); quartzitos finos equigranulares, brancos, piçarrosos ou xistosos, com finas micáceas (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, bem recristalizados, normalmente de coloração clara, variedura maciça, textura granoblástica e equigranular, podendo gradar para quartzo xistos ou apresentando bolsões de quartzo remobilizado

Complexo Turvo Cajati

PMtc

Granada-ellimanita-biotita-quartzo xistos, estimidá-biotita xistos silitizados, xistos calcissilicáticos, mármores dolomíticos, muscovita-biotita-quartzo xistos, hornblenda-quartzo gnaisses subordinados.

ARQUEANO - PROTEROZÓICO INFERIOR

Complexo Granítico-Gnáissico

Monzogranitos e granodioritos gnáissicos, porfiróides a equigranulares.

Pedra Branca de Araraquara	APg1
Guaporé	APg2
Mimoguara ou S. José dos Pinhais	APg3
Serra Branca	APg4
Vega Dias	APg5
Nagib Silva	APg6
Favinal	APg7
Quitandinha	APg8
Serra da Boiça	APg10

Complexo Gnáissico - Migmatítico

APlg1 APmngx APmngn APmgx APmgn APmgs APmpx APmpn APmmx APmmn

Noritos, enderbitos, charno enderbitos, gnaisses, meta-quartzo dioritos, metadioritos, metagabros, incluindo subordinadamente serpentinitos e xistos (APlg1); migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda gnaisse, mica-quartzo xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito (APmngn); migmatitos oftálmicos, com paleossoma de biotita gnaisse, biotita-hornblenda gnaisse e hornblenda gnaisse, localmente com quartzitos (APmgn); granitos gnáissicos e anatexitos, incluindo biotita-anfibolio tonalitos e biotita-anfibolio granodioritos (APmgx); migmatitos homogêneos constituídos por rochas de granulação grossa, essencialmente feldspáticos, de aspecto granítoide, com paleossoma pouco evidente (APmpx); migmatitos heterogêneos, estromáticos a oftálmicos, estromatíticos, com ocorrência de gnaisses félsicos e leucocráticos e xistos feldspáticos (APmpn); migmatitos homogêneos a heterogêneos, com ocorrência de gnaisses félsicos e leucocráticos a dominantemente máficos e xistos feldspáticos (APmmx); gnaisses leucocráticos félsicos a bandados (APmmn); gnaisses calcissilicáticos (APmgs); gnaisses leucocráticos félsicos a bandados (APmgn); gnaisses calcissilicados, rosados, com variações locais para gnaisses graníticos e migmatitos calcissilicados (APmgc); ; migmatitos leptiníticos (APmng).

Complexo Cachoeira

APcq

Muscovita-biotita quartzitos, fuchsita quartzitos, quartzo xistos, metarenitos e metacoseos, com intercalações de magnetita-micas-quartzo xisto, micas-quartzo xistos e metacherts (APcq).

Complexo Metamórfico Indiferenciado

APImx APIms APImg APImf APImg APImh APImv APImf

Biotita-muscovita xistos e clorita-biotita-muscovita xistos, com ocorrências locais de quartzo xistos e quartzitos (APImx); serpentina talco xistos, peridotitos serpentinizados e noritos (APImx); quartzitos de coloração clara, granulometria fina a grossa, com intercalações de finas bandas ferruginosas (APImg); metacherts de coloração branca a negra, textura sacaroidal, com bandas ferruginosas (APImf); gnaisses félsicos dominantes, xistos feldspáticos com gradação para quartzitos, anfibolitos e metabasitos (APImg); anfibolitos e anfibolito-gnaisses (APImh); quartzitos indivisos (APImv); microgranitos leucocráticos e provável metavulcânica félsica recristalizada (APImf).

Carta Geológica

Escala 1:250.000

5000 0 5000 10000 15000 m

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

JANEIRO - 2004

Convenções

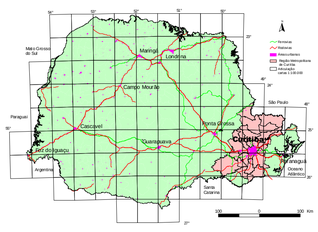
Convenções Topográficas

- Ferrovia
- Linha de transmissão
- Oleoduto
- Rede viária
- Rede hidrográfica
- Aqueduto
- Represa, lago, corpo d'água
- (Traços em branco) Limite aproximado dos perímetros urbanos

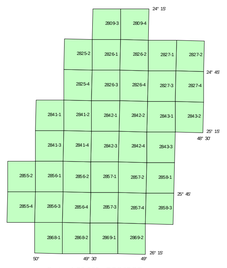
Estruturas Geológicas

- Contato definido
- Contato aproximado
- Contato suposto
- Limite litológico
- Diques básicos
- Falha definida
- Falha aproximada/provável
- Falha de cavalgamento provável
- Falha de cavalgamento
- Falha normal
- Falha transcorrente
- Fraturas
- Zona de cataclase
- Lineamentos estruturais
- Dobras (sinformes, antiformes)
- Dobras com flanco invertido
- Dobras com indicação de caimento do eixo

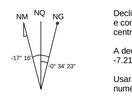
Situação



Articulação



Cartas 1:50.000 - DSG/IBGE



Declinação magnética 2001
e convergência meridiana do
centro da folha.

A declinação magnética cresce
-7.21' anualmente.

Usar exclusivamente os dados
numéricos.

Mapa geológico de compilação do Projeto Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba - Convênio DNPM - MINEROPAR (17/2002).

Dados geológicos homogeneizados a partir das cartas geológicas de compilação da CPRM (1989) na escala 1:50.000, e no restante da RMC de cartas compiladas e digitalizadas pela MINEROPAR.

Datum vertical: Imbituba (SC)
Datum horizontal: SAD 69
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR" acrescidas as constantes: 10000 e 500 km respectivamente.

Base cartográfica baseada em 39 cartas topográficas 1:50.000 (DSG, IBGE), digitalizadas, convertidas e homogeneizadas no sistema UTM, datum SAD 69.

Software de geoprocessamento - ArcView 3.2a

Arquivo - Geologia da RMC - Geo_pdm250.prj/pdf

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Convênio DNPM - MINEROPAR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luís Inácio Lula da Silva
Presidente

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
Dilma Vana Rousseff
Ministra

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giles Carriconde Azevedo
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
Miguel Antonio Cedraz Nery
Diretor-Geral

João César de Freitas Pinheiro
Diretor-Geral Adjunto

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E ECONOMIA MINERAL
Antônio Fernando da Silva Rodrigues

13° DISTRITO
Wadir Brandão
Chefe

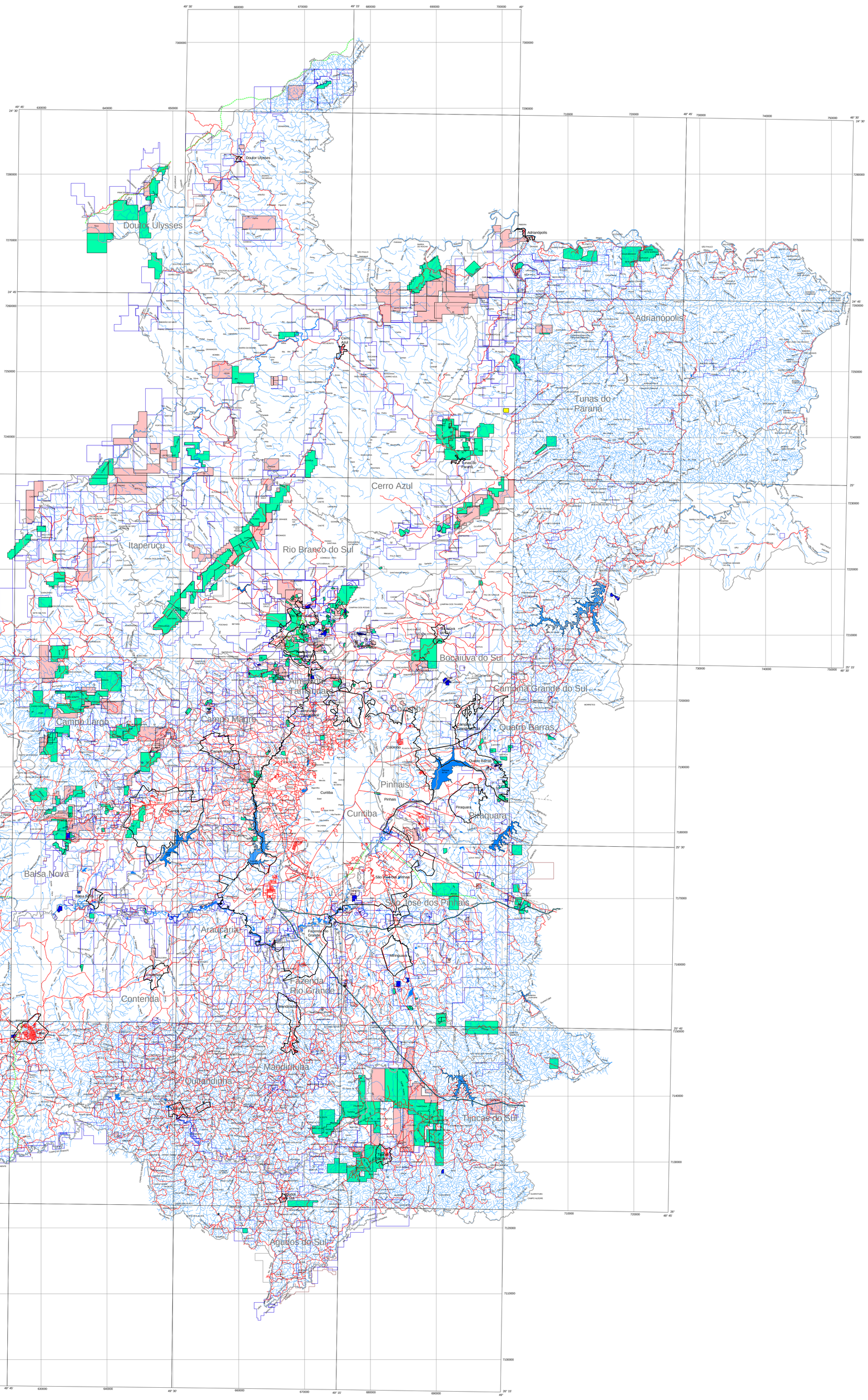
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL
Luís Mussi
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ SA - MINEROPAR
Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro



Convenções

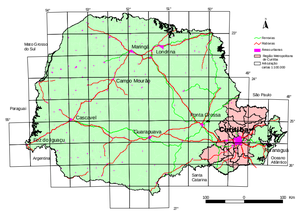
Convenções Topográficas

- Ferrovia
- Linha de transmissão
- Oleoduto
- Rede viária
- Rede hidrográfica
- Aqueduto
- Represa, lago, corpo d'água
- Limite aproximado dos perímetros urbanos

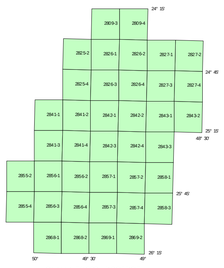
Direitos Minerários (DNPM)
Situação em 01.11.2003

- Concessão de lavra
- Requerimento de lavra
- Licenciamento
- Registro de extração
- Requerimento de extração
- Permissão de lavra garimpeira
- Requerimento de pesquisa
- Autorização de pesquisa
- Área em disponibilidade
- Mina em atividade

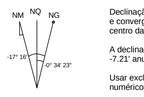
Situação



Articulação



Cartas 1:50.000 - DSG/IBGE



Declinação magnética 2001
e convergência meridiana do centro da folha.

A declinação magnética cresce -7.21' anualmente.

Usar exclusivamente os dados numéricos.

Projeto Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba - Convênio DNPM - MINEROPAR (17/2002).

Direitos minerários convertidos dos arquivos oficiais do DNPM em 1.11.2003, para o formato do software ArcView 3.2a, pela Mineropar.

Datum vertical: Imbituba (SC)
Datum horizontal: SAD 69
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR" acrescidas as constantes: 10000 e 500 km respectivamente.

Base cartográfica baseada em 39 cartas topográficas 1:50.000 (DSG, IBGE), digitalizadas, convertidas e homogeneizadas no sistema UTM, datum SAD 69.

Software de geoprocessamento - ArcView 3.2a

Direitos Minerários

Escala 1:250.000

5000 0 5000 10000 15000 m

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

JANEIRO - 2004

Arquivo - Direitos minerários - DNPM na RMC - Geo_dnpm250.prj/pdf

PLANO DIRETOR DE MINERAÇÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Convênio DNPM - MINEROPAR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luís Inácio Lula da Silva
Presidente

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
Dilma Vana Rousseff
Ministra

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giles Carriconde Azevedo
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
Miguel Antonio Cedraz Nery
Diretor-Geral

João César de Freitas Pinheiro
Diretor-Geral Adjunto

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E ECONOMIA MINERAL
Antônio Fernando da Silva Rodrigues

13° DISTRITO
Wadir Brandão
Chefe

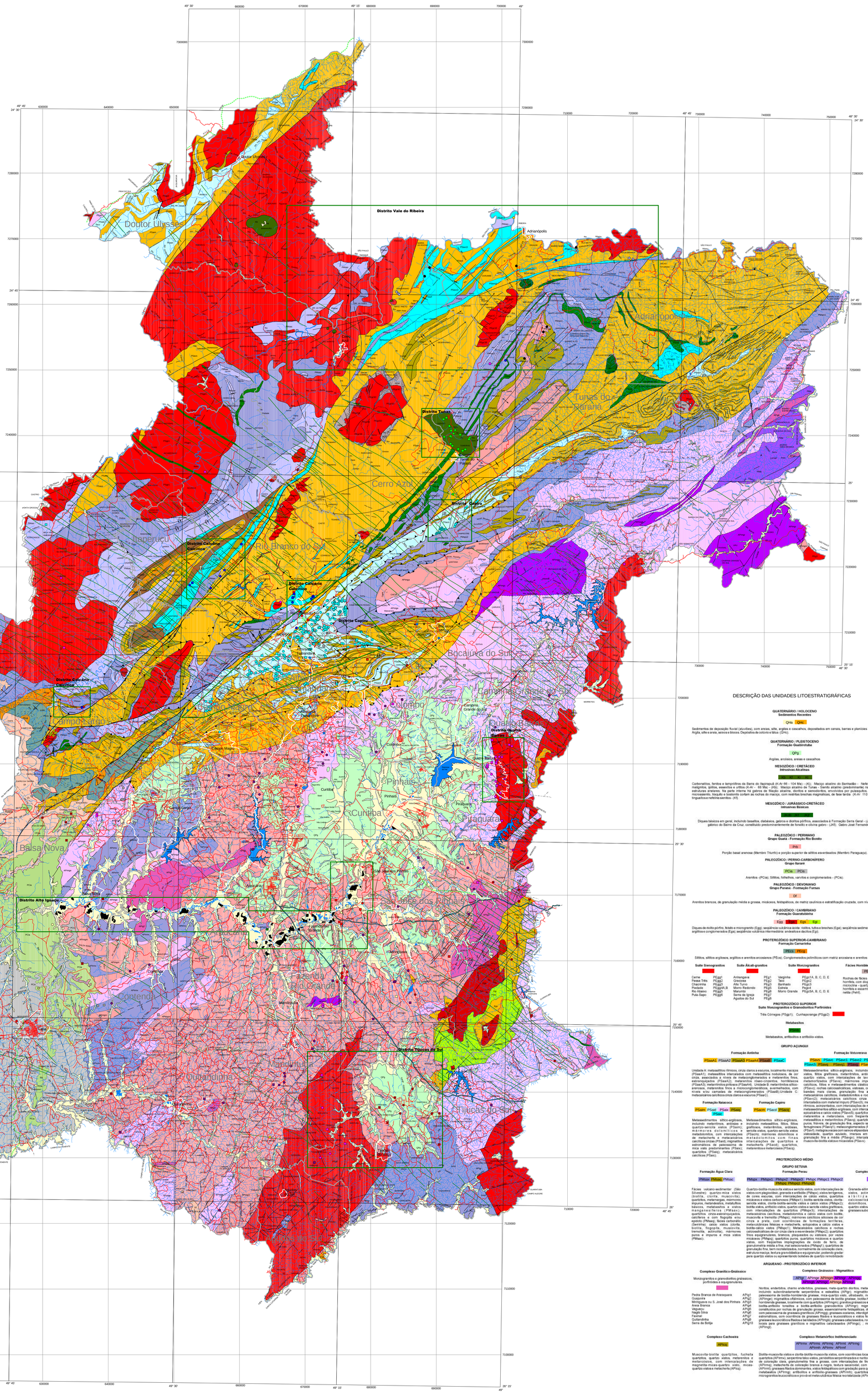
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO
E ASSUNTOS DO MERCOSUL
Luís Mussi
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ SA - MINEROPAR
Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro



DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

QUATERNÁRIO / HOLOCENO
Sedimentos Recentes

QHa QHc

Sedimentos de deposição fluvial (aluviões), com areias, silte, argilas e cascalhos, depositados em canais, barras e planícies de inundação (QHa). Argila, silte e areia, areias e blocos. Depósitos de colúvio e tálus (QHc).

QUATERNÁRIO / PLEISTOCENO
Formação Guabirotuba

QPg

Argilas, arcósios, areias e cascalhos

MESOZÓICO / CRETÁCEO
Intrusivas Alcalinas

Carbonatitos, fenitos e lamprófiros da Barra do Itapirapuã (K-Ar 66 - 104 Ma) - (Ki); Maciço alcalino do Banhadão - Nefelina sienitos, foiaitos, malignitos, ijolitos, essexitos e urtitos (K-Ar - 68 Ma) - (Kb); Maciço alcalino de Tunas - Sienito alcalino (predominante) na porção externa das estruturas anelares. Na parte interna há gabros de filiação alcalina, dioritos e semodioritos, envolvidos por pulaspuítos. Diques estreitos de microsienito, traquito e fonolinito cortam as rochas do maciço, com restritas brechas magmáticas, de fase tardia (K-Ar 110 Ma) - (Kt); Fonolitos, tinguaítos e nefelina sienitos - (Kt).

MESOZÓICO / JURÁSSICO-CRETÁCEO
Intrusivas Básicas

Diques básicos em geral, incluindo basaltos, diabásios, gabros e dioritos pórfiros, associados à Formação Serra Geral - (JKdb); Complexo gábrico do Bairro da Cruz, constituído predominantemente de hornelito e olivina gabro - (JKl); Gabro José Fernandes - (JKj).

PALEOZÓICO / PERMIANO
Grupo Guatá - Formação Rio Bonito

Prb

Porção basal arenosa (Membro Triunfo) e porção superior de siltitos e folhelhos (Membro Paraguaçu).

PALEOZÓICO / PERMO-CARBONÍFERO
Grupo Itararé

PCia PCs

Arenitos -(PCia); Siltitos, folhelhos, varvitos e conglomerados - (PCis).

PALEOZÓICO / DEVONIANO
Grupo Paraná - Formação Furnas

Df

Arenitos brancos, de granulação média a grossa, micáceos, feldspáticos, de matriz caulínica e estratificação cruzada, com níveis conglomeríticos.

PALEOZÓICO / CAMBRIANO
Formação Guaratubinha

Egg Egq Egs Egr

Diques de rocha pórfiro, felsito e microgranito (Egg); sequência vulcânica ácida: riolitos, tufos e brechas (Eqa); sequência sedimentar: arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados (Egs); sequência vulcânica intermediária: andesitos e dacitos (Egr).

PROTEROZÓICO SUPERIOR-CAMBRIANO
Formação Camarinha

PICg PICgr

Siltitos, siltitos argilosos, argilitos e arenitos arcosianos (PICa); Conglomerados polimíticos com matriz arcosiana e arenitos arcosianos (PICg).

Suíte Sienogranitos

Cerne — PEgp1
Pessa Três — PEgp2
Chacrinha — PEgp3
Piedade — PEgpA,B
Rio Abaixo — PEgp5
Rola-Bapo — PEgp6

Suíte Álcali-granitos

Anhangava — PEg1
Grossos — PEg2
Alto Turvo — PEg3
Morro Redondo — PEg4
Marumbi — PEg6
Serra da Igreja — PEg7
Agudos do Sul — PEg8

Suíte Monzogranitos

Varginha — PEgc1A, B, C, D, E
Teiú — PEgc2
Banhado — PEgc3
Estrela — Pegc4
Morro Grande — PEgcSA, B, C, D, E

Fácies Hornblenda hornfels

PEtH

Rochas de fácies hornblenda - hornfels, com dispasão bornítica, microcline - quartzo - anfibolio hornfels e escamitos com magnetita (PeHf).

PROTEROZÓICO SUPERIOR
Suíte Monzogranitos e Granodioritos Porfiróides

Três Córregos (PSgp1); Curiheporanga (PSgp2)

Metabasitos

PSmv

Metabasitos, anfibolitos e anfibolio-xistos.

GRUPO AÇUNGUI

Formação Antinha

PSaaA1 PSaaA2 PSaaA3 PSaaA4 PSaaB PSaaC

Unidade A: metassiltitos rítmicos, cinza claros a escuros, localmente macicos (PSaaA1); metassiltitos intercalados com metassiltitos rosbutosos, de cor cinza, associados a níveis de metaconglomerados e metarenitos finos, estromatolíticos (PSaaA2); metarenitos róseo-cinzentos, homogêneos (PSaaA3); metarritmitos pirilosos (PSaaA4). Unidade B: metarritmitos silício-arenosos, metarenitos finos a microconglomeráticos, com níveis e/ou camadas de metaconglomerados (PSaaB);Unidade C: metassiltitos e metarenitos calcíferos cinza claros e escuros (PSaaC).

Formação Votuverava

PSavx PSavc PSavc1 PSavc2 PSavc3 PSavc4 PSavc5 PSavc6 PSavc7 PSavc8 PSavc9 PSavc10 PSavc11 PSavc12 PSavc13 PSavc14 PSavc15 PSavc16 PSavc17 PSavc18 PSavc19 PSavc20 PSavc21 PSavc22 PSavc23 PSavc24 PSavc25 PSavc26 PSavc27 PSavc28 PSavc29 PSavc30 PSavc31 PSavc32 PSavc33 PSavc34 PSavc35 PSavc36 PSavc37 PSavc38 PSavc39 PSavc40