

MAURO SALGADO MONASTIER

**“A PRODUÇÃO DE BRITA E A OCUPAÇÃO URBANA NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE CURITIBA - PROBLEMAS E READEQUAÇÃO”**

Dissertação apresentada ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná como parte integrante dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Geologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Antonio C. Gondim de Andrade e Silva

CURITIBA  
2004

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho foi viabilizada com a importante colaboração, críticas construtivas e sugestões ao longo das diversas etapas de seu desenvolvimento e desta forma torna-se necessário o registro de agradecimento às pessoas e instituições que em muito contribuíram para tal.

- À Universidade Federal do Paraná, que através de seu curso de Pós Graduação do Departamento de Geologia, facultou a oportunidade da realização deste trabalho.

- Ao Professor Dr. Antônio Carlos Gondim de Andrade e Silva, um agradecimento muito especial pela paciência e dedicação na orientação deste trabalho, pelo apoio, amizade e sobretudo pelo incentivo pelo avançar no conhecimento.

- Aos meus colegas e amigos Geólogos Carlos Augusto Santos Silva, João Tadeu Nagalli, Airton Alba, Luciana S. Silveira e Fernando School Bettega pelas valiosas informações técnicas fornecidas.

- À SUDERSHA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento, pela doação das aerofotos coloridas em meio digital de 2000, que permitiram a análise cronológica e comparativa de dados.

- À bibliotecária da MINEROPAR - Minerais do Paraná S/A, Marlene Marteli pelo empréstimo para reprodução das aerofotos p&b de 1980.

- À COMEC - Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba, pela doação das cartas topográficas digitalizadas que muito auxiliaram na confecção dos mapas temáticos.

- Às Colegas Geólogas Elaine Nogoseke e Sandra Boeira Guimarães pela ajuda na solução dos problemas de informática com geoprocessamento, digitalização cartográfica e pelas boas idéias que sempre sugeriu.

- À bibliotecária da UFPR Eliane Maria Stroparo pelo carinho dispensado no sempre pronto e gentil atendimento na busca e localização de bibliografias.

- Aos alunos do Curso de Geologia, Gabriela Ferreira Santos, Letícia Honório da Silva, Ricardo Wosniak e Clovis Sidney Weber, pelo apoio em algumas etapas do trabalho.

- Finalmente a todos os professores e funcionários do Departamento de Geologia da UFPR que sem se darem conta direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho, pela amizade, incentivo.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
SIGLAS E ABREVIATURAS	iv
FIGURAS	vi
FOTOS	vi
AEROFOTOS	vii
TABELAS	viii
QUADROS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
APRESENTAÇÃO	xii
OBJETIVOS	xiii
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Histórico	3
1.2 - Importância da Mineração	6
1.3 - Características do Setor Mineral	10
1.4 - Mineração e o Meio Ambiente	10
1.5 - Impactos Ambientais e Econômicos da Mineração para Brita	12
1.6 - Legislação e aspectos Jurídicos da Atividade de Mineração	14
2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
2.1 - Situação Geográfica da Área e Acessos	21
2.2 - Fisiografia	22
2.2.1 - Geomorfologia	22
2.2.2 - Clima	25
2.2.3 - Vegetação	27
2.2.4 - Drenagem	27
2.3 - Aspectos Sócio Econômicos	28
2.4 - Populações e Centros Urbanos	29
3 - METODOLOGIA DE TRABALHO	31
4 - GEOLOGIA	35
4.1 - Caracterização Geológica da Área de Estudo	35
4.1.1 - Sedimentos Aluvionares	36
4.1.2 - Formação Guabirota	36
4.1.3 - Intrusivas Básicas	38
4.1.4 - Grupo Guaratubinha	38
4.1.4.1 - Seqüência Sedimentar	39
4.1.4.2 - Seqüência Vulcânica Riolítica	40
4.1.4.3 - Seqüência Vulcânica Andesítica	42
4.1.5 - Granito Anhangava	42
4.1.6 - Grupo Açungui	43
4.1.7 - Migmatitos e Intercalações	43
4.2 - Caracterização Estrutural	47
5 - BRITA	48
5.1 - Conceitos	48
5.2 - Classificações	49

5.3 - Usos	50
5.4 - Locais de Ocorrência	53
5.5 - Locais Favoráveis	56
5.6 - Pesquisa Mineral	59
5.7 - Métodos de Lavra	59
5.8 - Beneficiamento	66
5.9 - Controle ambiental na Usina de Britagem	69
<b>6 - MERCADO PRODUTOR</b>	<b>72</b>
6.1 - Caracterização do Material	72
6.2 - Organização Produtiva do Setor	75
6.3 - Custos e Investimentos	79
6.4 - Situação Legal dos Produtores	81
6.5 - Direitos Minerários	83
6.6 - Licenciamento Ambiental	85
6.7 - Aspectos Tributários	87
<b>7 - MERCADO CONSUMIDOR</b>	<b>88</b>
7.1 - Consumo Mundial e Nacional	88
7.2 - Consumo Regional e Local	92
7.3 - Estimativas de Produção e Consumo de Brita e Areia	97
<b>8 - CONFLITOS ENTRE ATIVIDADES DE OCUPAÇÃO DO SOLO</b>	<b>98</b>
8.1 - Conceituação	98
8.2 - Impactos Ambientais	101
8.3 - Impactos Ambientais Sobre o Meio Físico	106
8.4 - Impactos Ambientais Sobre o Meio Biológico	112
8.5 - Impactos Ambientais Sobre o Meio Sócio Econômico	114
8.6 - Impactos Ambientais Diretos	117
<b>9 - ANÁLISE DE DADOS</b>	<b>124</b>
9.1 - Atividades de Produção de Brita e Ocupação do Terreno	124
9.2 - Síntese do Levantamento de Dados, Atividades e Ocupação do Terreno	173
<b>10 - CONCLUSÕES</b>	<b>180</b>
<b>11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>184</b>
<b>12 - ANEXOS</b>	
12.1 - Mapa de Ocupação de Curitiba e Região Metropolitana	
12.2 - Imagem de Satélite de Curitiba e Região Metropolitana	
12.3 - Mapa Geológico de Curitiba e Região Metropolitana	
12.4 - Modelo Digital de Terreno de Curitiba e Região Metropolitana	

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas e Técnicas.

AMB - Anuário Mineral Brasileiro

ANEPAC - Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil

ANICER - Associação Nacional da Indústria Cerâmica

APA - Área de Proteção Ambiental.

Art. - Artigo.

CCGPR - Comissão da Carta Geológica do Paraná

CE/PR - Constituição do Estado do Paraná.

CEFEM - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-SP.

CF - Constituição Federal.

Cfb - Clima Subtropical Mesotérmico Úmido.

CFEM - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.

CEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente.

CIC - Cidade Industrial de Curitiba.

CM - Código de Mineração.

COFINS - Contribuição Financeira da Seguridade Social.

COMEC - Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil).

CREA - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

CSL - Contribuição Social sobre o Lucro.

DIRAM - Diretoria de Controle de Recursos Minerais

DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral.

EIA - Estudo de Impacto Ambiental.

FIEP - Federação das Indústrias

FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

IAP - Instituto Ambiental do Paraná.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná.

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração.

ICMS - Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços

ILA - Índice de desgaste Los Angeles

IOF - Imposto sobre Operações Financeiras.  
IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados.  
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
IRPJ - Imposto de Renda sobre Pessoas Jurídicas.  
IUM - Imposto Único sobre os Minerais.  
LI - Licença de Instalação  
LO - Licença de Operação  
LP - Licença Prévia  
MINEROPAR - Minerais do Paraná S/A.  
MMA - Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.  
MME - Ministério das Minas e Energia.  
NBR - Norma Brasileira.  
ONG - Organização Não-Governamental  
ONU - Organização das Nações Unidas.  
PAE - Plano de Aproveitamento Econômico de Jazida  
PCA - Plano de Controle Ambiental.  
PIB - Produto Interno Bruto.  
PIS - Programa de Integração Social.  
PROSIG - Processamento de Serviços e Informações Geológicas  
RCA - Relatório de Controle Ambiental  
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental.  
RMC - Região Metropolitana de Curitiba.  
SEMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
SEMA PR - Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná.  
SUDERSHA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (PR).  
UFPR - Universidade Federal do Paraná.  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas  
USP - Universidade de São Paulo.

## FIGURAS

Fig. 01 - Consumo <i>per capita</i> de cimento em países desenvolvidos e em desenvolvimento	07
Fig. 02 - Consumo <i>per capita</i> de cimento nas Américas	08
Fig. 03 - Evolução da produção de brita no Paraná entre 1989 e 2001	09
Fig. 04 - Mapa de Localização da Área de Estudo	21
Fig. 05 - Mapa Hipsométrico da Área de Estudo	23
Fig. 06 - Compartimentação Geomorfológica da Área de Estudo	24
Fig. 07 - Classificação Climática Segundo Köppen	25
Fig. 08 - Temperatura Média Anual	26
Fig. 09 - Precipitação Média Anual	27
Fig. 10 - Mapa Geológico do Estado do Paraná	35
Fig. 11 - Mapa Geológico da Região Metropolitana de Curitiba	37
Fig. 12 - Volume total de brita produzida anualmente no Estado do Paraná	78
Fig. 13 - Mapa de áreas legalizadas junto ao DNPM	84
Fig. 14 - Comércio Exterior do setor mineral brasileiro.	89
Fig. 15 - Consumo e produção de brita por município e regiões do Estado do Paraná.	94
Fig. 16 - Volume de brita de rocha ácida consumida no Estado do Paraná	94
Fig. 17 - Volume de brita de rocha básica consumida no Estado do Paraná	95
Fig. 18 - Valor médio do m <sup>3</sup> de brita comercializada por ano no Paraná	96
Fig. 19 - Mapa de uso e ocupação de Curitiba e Região Metropolitana	126
Fig. 20 - Imagem de satélite de Curitiba e Região Metropolitana	128
Fig. 21 - Modelo digital de terreno de Curitiba e Região Metropolitana	131

## FOTOS

Foto 01 - Pedreira em bancada única com altura acima do ideal.	60
Foto 02 - A espessura do perfil de alteração.	61
Foto 03 - Retro-escavadeira removendo o material estéril de cobertura.	61
Foto 04 - Depósito de rejeitos em pedreira situada no município de Campo Largo.	62
Foto 05 - Compressor de ar movido por motor à diesel e atrelado a uma perfuratriz.	63
Foto 06 - Perfuratriz de carreta em operação, abrindo um furo inclinado.	63
Foto 07 - Malha de furos abertos, aguardando serem carregados com explosivo.	64
Foto 08 - Rompedor utilizado para redução do tamanho de blocos detonados.	65
Foto 09 - Carregamento de rocha detonada, a ser transportada à usina de britagem.	66
Foto 10 - Caminhão de grande porte em processo de descarga.	67
Foto 11 - Britador primário sendo alimentado por uma calha dosadora.	67
Foto 12 - Esteira transportadora e estoque intermediário de rocha britada.	68

Foto 13 - Usina de britagem com equipamentos de controle de poeira desativados.	69
---	----

## **AEROFOTOS**

Aerofoto A - Rodovia da Uva entre Curitiba e Colombo, foto tomada em 1952.	32
Aerofoto B - Mesma região da aerofoto A, tomada em 2.000.	32
Aerofoto - 1 (1980) Pedreiras Campina Grande Engenharia.	134
Aerofoto - 1a (2000) Pedreira da Empresa Campina Grande Engenharia.	134
Aerofoto - 2 (1980) INECOL Ind. Eng. e Comercio.	135
Aerofoto - 2a (2000) INECOL Ind. Eng. e Comercio.	135
Aerofoto - 3 (1980) Pedreira Central.	137
Aerofoto - 3a (2000) Pedreira Central.	137
Aerofoto - 4 (1980) Apmisa Mineração Ltda. Pedreira Maringá.	138
Aerofoto - 4a (2000) Apmisa Mineração Ltda. Pedreira Maringá.	138
Aerofoto - 5 (1980) Pedreira da Construtora Greca.	140
Aerofoto - 5a (2000) Pedreira da Construtora Greca.	140
Aerofoto - 6 (1980) Pedreira da Construtora Pussoli.	141
Aerofoto - 6a (2000) Pedreira da Construtora Pussoli.	141
Aerofoto - 7 (1980) Parque Tanguá.	143
Aerofoto - 7a (2000) Parque Tanguá.	143
Aerofoto - 8 (1980) Pedreira Paulo Leminski.	144
Aerofoto - 8a (2000) Pedreira Paulo Leminski.	144
Aerofoto - 9 (1980) Bosque Zaninelli.	146
Aerofoto - 9a (2000) Bosque Zaninelli.	146
Aerofoto - 10 (1980) Pedreira Greca.	147
Aerofoto - 10a (2000) Pedreira Greca.	147
Aerofoto - 11 (1980) Pedreira do Atuba.	149
Aerofoto - 11a (2000) Pedreira do Atuba.	149
Aerofoto - 12 (1980) CESBE S/A, Pedreira Roça Grande.	150
Aerofoto - 12a (2000) CESBE S/A, Pedreira Roça Grande.	150
Aerofoto - 13 (1980) Raphael F. Greca e Filhos.	152
Aerofoto - 13a (2000) Raphael F. Greca e Filhos.	152
Aerofoto - 14 (1980) Pedreira Cantareira.	153
Aerofoto - 14a (2000) Pedreiras Cantareira.	153
Aerofoto - 15 (1980) Pedreira da J. Malucelli Construtora de Obras.	155
Aerofoto - 15a (2000) Pedreira da J. Malucelli Construtora de Obras.	155
Aerofoto - 16 (1980) Pedreiras 16, 17 e 18.	156



Aerofoto - 16a (2000) Pedreiras 16, 17 e 18.	156
Aerofoto - 17 (1980) Pedreira Argras.	158
Aerofoto - 17a (2000) Pedreira Argras.	158
Aerofoto - 18 (1980) INECOL.	160
Aerofoto - 18a (2000) INECOL.	160
Aerofoto - 19 (1980) Demetrio Rocha e Cia Ltda.	161
Aerofoto - 19a (2000) Demetrio Rocha e Cia Ltda.	161
Aerofoto - 20 (1980) São Sebastião Mineração.	163
Aerofoto - 20a (2000) São Sebastião Mineração.	163
Aerofoto - 21 (1980) Saibreira Nova Prata.	164
Aerofoto - 21a (2000) Saibreira Nova Prata.	164
Aerofoto - 22 (1980) Marck Construtora de Obras.	166
Aerofoto - 22a (2000) Marck Construtora de Obras.	166
Aerofoto - 23 (1980) Saibreira Boa Esperança Ltda.	167
Aerofoto - 23a (2000) Saibreira Boa Esperança Ltda.	167
Aerofoto - 24 (1980) Pedreiras Redran e Tibagi (Morro Redondo).	169
Aerofoto - 24a (2000) Pedreiras Redran e Tibagi (Morro Redondo).	169
Aerofoto - 25 (1980) Saibreira Jofi.	171
Aerofoto - 25a (2000) Saibreira Jofi.	171
Aerofoto - 26 (1980) Saibreira Sant'ana.	172
Aerofoto - 26a (2000) Saibreira Sant'ana.	172

## **TABELAS**

Tabela 01 - Produção de minerais não metálicos no Estado do Paraná	02
Tabela 02 - Reservas de minerais não metálicos no Estado do Paraná	02
Tabela 03 - População total da área, por município da Grande Curitiba	29
Tabela 04 - Evolução demográfica dos municípios da Grande Curitiba.	30
Tabela 05 - Intervalos entre as classes granulométricas da brita	50
Tabela 06 - Avaliação da qualidade do agregado baseado em ensaios tecnológicos.	75
Tabela 07 - Reservas e produção de brita por Estado da Federação.	77
Tabela 08 - Produção de brita por município da Grande Curitiba	79
Tabela 09 - Itens de Custo.	81
Tabela 10 - Centros de Custo.	81
Tabela 11 - Situação legal das empresas produtoras de brita na RMC.	82
Tabela 12 - Produção <i>per capita</i> por ano de agregados de alguns países em 1998.	89
Tabela 13 - Consumo <i>per capita</i> de agregados, para Países Industrializados.	93

Tabela 14: - Materiais utilizados na construção de unidade habitacional de 40 m <sup>2</sup> .	93
Tabela 15 - Produção e Consumo de brita nos municípios da Grande Curitiba.	96
Tabela 16 - Comparação entre os consumos: aparente de cimento, e teórico de brita e areia.	97
Tabela 17 - Capacidade instalada das empresas produtoras de brita da área de estudo.	124
Tabela 18 - Reservas de rocha para brita por município no Estado do Paraná.	130
Tabela 19 - Índice de aerofotos e suas respectivas pedreiras com coordenadas (UTM).	132
Tabela 20 - Possibilidades de conflitos ambientais das empresas produtoras de brita.	173

## **QUADROS**

Quadro 01 - Características do setor mineral	10
Quadro 02 - Regimes de aproveitamento de recursos minerais e aspectos legais	15
Quadro 03 - Possibilidades de inserção da mineração em áreas urbanas	16
Quadro 04 - Tributos sobre o setor mineral	17
Quadro 05 - Tributos sobre o setor mineral - contribuições sociais	17
Quadro 06 - Unidades geomorfológicas, escalas e características das áreas	54
Quadro 07 - Domínios morfolitológicos da Região de Curitiba	58
Quadro 08 - Poluentes das águas mais comuns em mineração	107
Quadro 09 - Principais fontes de particulados em mineração e seu controle	110
Quadro 10 - Níveis típicos de ruído	111
Quadro 11 - Principais impactos da mineração sobre o meio antrópico	117
Quadro 12 - Limites de vibração de partículas	121
Quadro 13 - Proposta de integração da mineração para brita com outros usos do solo na RMC.	178

## **RESUMO**

### **A PRODUÇÃO DE BRITA E A OCUPAÇÃO URBANA NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA - PROBLEMAS E READEQUAÇÃO**

A Região Metropolitana de Curitiba - RMC, possui vinte e sete pedreiras destinadas à exploração de rocha para produção de brita. Estas pedreiras são de médio a grande porte e localizam-se em áreas onde a urbanização e outros usos intensivos do solo, vêm aos poucos ocupando seus entornos. A maioria dessas pedreiras situam-se nos municípios circunvizinhos de Curitiba e encontram-se com a ocupação urbana ou industrial situadas muito próximo dos limites das atividades de mineração e de suas usinas de beneficiamento. Diante do exposto, são freqüentes os conflitos gerados entre a população que gradativamente tende a ocupar o entorno desses empreendimentos, o qual por sua natureza específica, gera algum tipo de desconforto e até mesmo um certo risco para essas populações.

Com a expansão da construção civil, decorrente do aumento populacional, o material "brita" torna-se indispensável no fomento desse setor, necessita portanto de um baixo custo de transporte, forçando a proximidade com o centro consumidor.

Como a necessidade da brita nas obras da construção civil é de grande importância para a manutenção e para a melhoria das condições de vida de uma população, esta atividade de mineração não pode ser simplesmente abolida nas proximidades de um centro urbano. Tratando-se de um bem mineral, este possui limitações naturais de ocorrência e deve ser explorado no local, fato que limita a localização dos empreendimentos minerais, os quais muitas vezes não são passíveis de serem transferidos para um outro local, ao contrário da ocupação urbana.

O presente trabalho está centrado na identificação dos locais onde existe a atividade de mineração de brita na RMC, ocorrendo simultaneamente com a ocupação urbana ou em vias desta situação vir a ocorrer, ou outras formas de ocupação do solo. São também caracterizados os problemas decorrentes destas atividades simultâneas e a identificação das áreas onde os mesmos estão acontecendo. Foram elaboradas propostas para restringir ou minimizar as situações de conflito.

## **ABSTRACT**

### **THE PRODUCTION OF CRUSHED STONE AND THE URBAN OCCUPATION IN THE CURITIBA METROPOLITAN REGION - PROBLEMS AND REORGANIZATION**

The Metropolitan Region of Curitiba - RMC, presents 27 quarries to the production of crushed stone. These quarries are of medium to great dimension and they are located in urban areas or close to them and they compete with other land uses. The majority of these stone quarries are situated in the peripheral counties of Curitiba and the urban or industrial occupation is in the boundary of these mining activity areas. These characteristics often cause conflicts between the inhabitants and the mining companies, since mining activities generate discomfort and risks of accident to the people.

The expansion of construction along with population growth turn the crushed stone into an aggregate raw material strategic to the economic development. Then, since transportation has a great cost, it is very important that the mining of this product be located near the consumption centers.

Considering that the crushed stone is very important in the residential construction to improve people's life quality, the mining activities can not just be given up in the proximities of the urban centers. Similarly to the other mineral products and differently from other economic activities, the crushed stone presents a natural limitation of occurrence and it must be exploited in situ.

This research is focused in the identification of localities where there are crushed stone mining activities in the RMC together with urban occupation or other kinds of land occupation. Some problems due to these simultaneous activities are characterized, and conflict areas are identified. Actions to restrict or to mitigate the conflicts involving mining of crushed stone in the region are suggested.

## APRESENTAÇÃO

Atualmente a Região Metropolitana de Curitiba - RMC, possui um número aproximado de vinte e sete pedreiras destinadas à exploração de rocha para produção de brita. Estas pedreiras são de médio a grande porte, algumas localizam-se em áreas ocupadas posteriormente pela urbanização e outras que encontram-se em situação mais favorável, mas com atividades passíveis de entrarem em conflito com a urbanização que aos poucos destas se aproxima.

A grande maioria dessas pedreiras situadas nos municípios circunvizinhos de Curitiba, encontram-se atualmente com algum tipo de problema com a ocupação urbana, visto que diversas áreas urbanizadas situam-se muito próximo dos limites das atividades de mineração e de suas usinas de beneficiamento. Decorrente disso, são freqüentes os conflitos gerados entre a população que gradativamente tende a ocupar o entorno desses empreendimentos, o qual por sua natureza específica, gera algum tipo desconforto e até mesmo um certo risco para essas populações.

Com a expansão da construção civil, em decorrência do aumento populacional e a atual tecnologia de construção, com o grande uso de estruturas de concreto, o material "brita" torna-se cada vez mais indispensável no fomento desse setor. Para tanto, é necessário um baixo custo de transporte, forçando a proximidade da lavra com o centro consumidor.

Como a necessidade da brita nas obras da construção civil é de grande importância para a manutenção e para a melhoria das condições de vida de uma população, esta atividade de mineração não pode ser simplesmente abolida nas proximidades de um centro urbano. Tratando-se de um bem mineral, este possui limitações naturais de ocorrência e deve ser explorado no local onde ele se encontra, ao contrário da ocupação urbana, que pode ser planejada com diversas alternativas de localização. Este fator limita a localização dos empreendimentos minerais, pois não são passíveis de serem transferidos para um outro local.

As rochas do Embasamento Cristalino, também chamado de Complexo Costeiro e Complexo Atuba (Fuck 1967c) na RMC, são ideais para o fornecimento da matéria prima e é na área de ocorrência dessa Unidade geológica, que situam-se os empreendimentos de mineração para rocha britada, que abastecem a grande região urbana de Curitiba. Esta unidade geológica está constituída principalmente por migmatitos e gnaisses.

## OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho estão centrados em:

- Identificar os locais onde a atividade de mineração para produção de brita existiu no passado, bem como os locais onde este tipo de empreendimento está ativo;
- Identificar além da mineração, outros tipos de atividades ou forma de uso do solo;
- Identificar os locais onde a mineração ocorre simultaneamente com outros usos de solo;
- Caracterizar as áreas geológicas mais favoráveis à produção de brita;
- Caracterizar os diversos tipos de conflitos envolvendo a mineração com outras formas de uso do solo.
- Propor medidas de planejamento para minimizar os conflitos de uso do solo;
- Propor formas de compatibilizar a mineração com outras atividades de uso do solo.

Esta dissertação apresenta um diagnóstico da atividade de mineração de rochas para produção de brita na RMC, procurando contemplar aspectos geológicos, técnicos, sociais, comerciais e de conflitos com a ocupação territorial.

As disputas existentes entre a mineração e outras atividades é uma constante no cotidiano não só do nosso país como do mundo e ocorre também com outros usos do solo, como ocupação urbana, industrial ou agrícola e de restrições ambientais.

Como a questão meio ambiente versus mineração é cada vez mais emergente na sociedade como um todo e de maneira muito especial para a RMC, o estudo é oportuno e importante para auxiliar em planejamentos de ocupação urbana para a região.

No planejamento da ocupação urbana deve haver uma ação integrada com a participação de órgãos públicos das diferentes esferas administrativas (Municipais, Estaduais e Federais), sociedade civil organizada e representações das comunidades técnico-científicas.

## 1 - INTRODUÇÃO

*"Por trás de uma pedra estão escondidos milhões de anos de evolução onde, através da inteligência do homem, foi destinada a ela uma importante missão: a de construir e dar sempre mais conforto, segurança e progresso às cidades e às pessoas que nelas vivem".* (Revista Areia & Brita nº 2, autor desconhecido)

A humanidade não teria chegado à atual situação de desenvolvimento caso não pudesse suprir suas diversas necessidades, sem o aproveitamento dos insumos minerais utilizados com a denominação de agregados na construção civil. Desde os primórdios da civilização estas matérias primas vêm contribuindo decisivamente para o conforto do ser humano, para o desenvolvimento de cidades e regiões.

Sob o título de insumos minerais para agregados com emprego na construção civil encontram-se o bem mineral areia e as rochas para a produção de brita, matérias-primas que na maioria das vezes, situam-se em áreas urbanas ou muito próximas destas. A lavra para obtenção destes insumos minerais interfere no uso e ocupação do solo das regiões urbanizadas, no meio ambiente e gera conflitos de convivência com a população.

Segundo estatísticas do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, a mineração de areia e brita tornou-se uma das mais importantes do setor mineral nacional, quer pelo volume de produção, que se equipara ao minério de ferro (são produzidas cerca de 150 milhões de toneladas anuais de areia e brita no Brasil), quer pelos empregos diretos e indiretos gerados, na mineração e na construção civil.

Contudo, quando se compara o consumo *per capita* de insumos minerais em alguns países desenvolvidos com os observados no Brasil, constata-se que aqui existe uma demanda reprimida.

Em termos de produtividade, a mineração de materiais de emprego imediato na construção civil (areia e brita) é relativamente baixa, devido a falta de treinamento e qualificação da mão de obra, agravada pelas dificuldades de investimentos para modernização de equipamentos na atividade extratora.

No Brasil, este é um dos segmentos da indústria mineral que comporta o maior número de empresas e de trabalhadores, sendo que esta atividade existe em todos os Estados da Federação e está localizada na maioria das vezes junto aos principais centros urbanos, geralmente próxima de rodovias e eventualmente de ferrovias.

No Estado do Paraná, o setor mineral possui atualmente uma relevante

expressão econômica, quase que exclusivamente na produção de bens minerais não metálicos. Grande parte desta produção destina-se principalmente para os produtos de emprego direto na construção civil tais como a areia, a brita e as argilas usadas na produção da cerâmica vermelha, e rocha calcária industrializada como cal ou cimento, conforme pode-se observar na Tabela 01.

Tabela 01 - Produção de minerais não metálicos no estado do Paraná.

Produção Mineral Substância	Ano de 2000		
	Valor Total (R\$) comercializado	Quantidade comercializada	Unidade de medida
Água Mineral	24.335.790	133.718.593	L
Areia *	25.277.782	1.746.628	m <sup>3</sup>
Argila	5.348.762	1.803.236	t
Calcário Dolomítico	13.029.799	2.551.650	t
Calcário Calcítico	24.610.623	4.813.599	t
Carvão	6.820.682	86.034	t
Caulim	1.347.327	31.388	m <sup>3</sup>
Feldspato	360.000	36.000	t
Folhelho Betuminoso	20.033.620	2.688.884	m <sup>3</sup>
Rocha Ornamental	642.820	392.640	m <sup>3</sup>
Ouro	5.925.652	326.735	t
Saibro*	1.487.260	394.524	m <sup>3</sup>
Sericita	472.744	11.952	t
Talco	3.141.272	95.170	t
Rocha Britada*	18.090.952	1.592.071	m <sup>3</sup>

\* Uso direto na construção civil - Fonte dos Dados: Mineropar (2004).

As reservas medidas dos bens minerais que existem no Estado, da mesma forma, refletem as substâncias que são comercializadas e caracterizam um patrimônio que não deve ser desperdiçado ou desconsiderado. Na tabela 02 pode-se observar os montantes conhecidos destas reservas, por substância mineral.

Tabela 02 - Reservas de minerais não metálicos no Estado do Paraná.

Substancia Mineral	Quantidade (T)		
	Medida	Indicada	Inferida
Areia e Cascalho m <sup>3</sup>	46.871.292	992.260	
Areia Industrial	1.715.845	329.468	
Argilas comerciais e plásticas	162.497.421	11.084.092	1.309.804
Argilas refratárias	1.651.400		
Bário (barita)	173.450	135.851	
Calcário	3.674.975.743	780.679.319	542.612.397
Caulim	34.227.810	8.347.484	11.726.334
Dolomito	535.534.321	9737263271	11.853.287
Feldspato	11.870.401	586.375	
Filito	28.586.595	6.024.559	104.571
Fluorita e criolita	6.530.505	644.140	1.148.823
Granito ornamental m <sup>3</sup>	107.755.983	115.458.174	2.425.660
Mármore ornamental m <sup>3</sup>	45.617.662	629.051	1.315.000
Pedras britadas m <sup>3</sup>	400.404.237	225.754.466	197.861.442
Quartzito industrial	105.586.248	3.051.679	400.000
Quartzito ornamental	360.899	175.700	
Serpentinito industrial	64.531.886	1.800	39.486.420
Talco	17.414.694	4.010.274	3.979.613

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - DNPM (2000).



## 1.1 - Histórico

O homem tem feito uso dos recursos minerais desde o período Pré-Histórico e sua evolução dependeu em muito desses bens naturais. Os primeiros seres humanos, no princípio de sua existência, já utilizavam diversos tipos de bens minerais tais como o sal, na sua alimentação e na conservação de alimentos; o quartzo, o sílex e o vidro vulcânico eram lascados, afiados e utilizados para produzir ferramentas de corte ou pontas de armas. Na Idade Antiga, a argila passou a ser utilizada para confecção de peças cerâmicas; a pedra sabão foi entalhada para elaboração de utensílios; jade, talco, mármore, micas e outros minerais foram sendo incorporados às atividades do homem. Desta forma, diversos tipos de rochas e de minerais não metálicos passaram a ser utilizados pelo homem ao longo de seu desenvolvimento antes mesmo da descoberta dos metais e dos combustíveis fósseis. A relação entre homem e utilização de recursos minerais é tão marcante que passou a definir estágios de conhecimento ou evolução na história da humanidade, conhecida como a Idade da Pedra (do aparecimento do homem até cerca de 10.000 A.C.), a Idade do Bronze (10.000 a 1.500 A.C.) e a Idade do Ferro (a partir de 1.500 A.C.).

As necessidades do homem tornaram-se cada vez maiores, principalmente quando abandona a situação de nômade e passa a se fixar em determinadas regiões, principalmente dedicado à agricultura e em seguida concentrando-se em aglomerações urbanas. O desenvolvimento de cidades possibilitou a fixação em organizações sociais onde é cada vez mais crescente a necessidade por moradias com maior conforto e isto gera uma maior demanda por recursos minerais.

Na primeira revolução industrial (meados do século XVIII), o ferro e o carvão foram a base para o desenvolvimento do novo modo de produção. Na segunda revolução industrial, eram ainda utilizados em grande escala o ferro e o carvão, sendo destacada a introdução do petróleo dentre os recursos energéticos utilizados. Atualmente, com a terceira revolução industrial, representada pela indústria da informação, o caráter estratégico da economia se desloca para a tecnologia dos minerais industriais. Não obstante, os recursos minerais menos elaborados, destinados à construção civil, preservam uma grande importância para atender a demanda sempre crescente por moradias na evolução dos centros urbanos.

Dentre os bens minerais industriais, a brita em parceria com a areia, tem sido um dos insumos mais utilizados no setor da construção civil, sendo considerados o alicerce responsável pelo desenvolvimento de muitos parques industriais do mundo, inclusive

possibilitando a construção de rodovias e a intensa verticalização de grandes metrópoles.

A história brasileira no setor de mineração sempre foi marcada por políticas públicas inconstantes e muitas vezes incoerentes, podendo ser dividida em dois momentos: Período Colonial e Era Pós Industrial a partir de 1930 (Machado, 1989).

No Período Colonial não se observou uma política pública que englobasse todos os tipos de exploração mineral, sendo que, a maioria das disposições legais eram voltadas para o aproveitamento de metais e de pedras preciosas destinadas ao abastecimento do mercado de consumo europeu. Os materiais utilizados para construção civil eram considerados um produto comum, um mero acessório do solo, tal qual a maioria dos minerais industriais, sendo que a sua exploração poderia ser realizada sem maiores restrições legais. Nessa época, a economia brasileira centrava-se na agricultura, o que refletia grande desinteresse do governo e dos agentes econômicos em aplicar recursos no setor da mineração, devido ao alto custo dos equipamentos necessários à lavra de minerais, sem mencionar a ausência de uma rede de transporte eficiente, bem como o desconhecimento das técnicas de mineração por parte dos proprietários rurais. A partir de 1930, com o desenvolvimento do processo da industrialização brasileira, o aumento do consumo de bens minerais forçou a implementação de políticas adequadas à uma nova realidade. Em 1932 foi elaborado o Código de Minas, representando uma modernização na política mineral Brasileira.

A ocupação do território paranaense teve início em meados do século XVII e a motivação principal era a busca pelo ouro, iniciando a partir do seu litoral, deslocando-se com o passar do tempo para o interior.

No período de extração aurífera entre 1680 e 1730, os aluviões dos rios da vertente Atlântica foram em grande parte muito trabalhados, a lavra foi de tal forma intensa que a estratigrafia dos depósitos sedimentares destas planícies restaram por vezes invertidos, com os materiais finos na base e os grosseiros no topo. Passados 300 anos, detecta-se em superfície, raros vestígios desta forma de ocupação territorial, a qual constitui o primeiro impacto ambiental da região (Pellenz, 2001).

A ocupação do Primeiro Planalto do Estado do Paraná também teve sua origem na busca do ouro, mas com a descoberta de jazimentos mais ricos na região de Minas de Cataguases no Estado de Minas Gerais, uma parcela dos primeiros mineradores de ouro, optaram por permanecer na terra dos pinheirais, dedicando-se à agricultura e criação de gado. Com isto, diversificando seus interesses e fixando residência no

planalto em habitações construídas de pedra, madeira e cobertas de telhas de argila. Era o início do que viria a ser o segmento mais forte da mineração no Estado Paraná, a qual ganhou expressão com as imigrações, com a conseqüente concentração urbana e posteriormente dando início ao processo de industrialização.

A identificação dos impactos ambientais significativos e dos respectivos passivos, decorrentes da extração de minérios e minerais ao longo dos últimos séculos, pode ser muito difícil, ou mesmo impossível, caso não se disponha de registros adequados destas atividades. A administração pública, seja a municipal, a estadual ou a federal, não tem monitorado de forma eficiente os impactos ambientais das diversas atividades de extração mineral. A mineração constitui uma atividade característica extremamente pontual, diminuindo a repercussão de seus impactos ambientais, quando comparado com atividades extensivas como a agricultura.

No início do século XX, o termo "pedra britada" era um vocábulo que ainda iria demorar algum tempo para fazer parte do vocabulário da construção civil e principalmente a sua utilização como agregado, destinado à produção do concreto. Na época a quantidade de construções não era em número elevado e os seixos de rio eram fartos e largamente utilizados. As lascas ou sobras de pedra, quando do corte para confecção de paralelepípedos e das rochas aparelhadas, eram refugos, sendo seu uso desconsiderado e não possuindo valor comercial.

A partir da Segunda Guerra, ocorre uma intensificação da extração mineral no Estado, sendo que só a partir da década de 80, ocorre uma certa preocupação com a regulamentação e aplicação da legislação ambiental. Durante muito tempo, a cultura extrativista foi cristalizada e materializada por processos de mineração onde prevalecia a despreocupação com o meio ambiente, com a continuidade da atividade e com a ocupação territorial.

No final dos anos quarenta, com o final da Segunda Guerra, iniciou-se um novo ciclo de expansão das cidades. Com esse crescimento acelerado da construção civil, os seixos de rio não eram mais suficientes para suprir a demanda do mercado, iniciando-se então o uso intensivo da brita na fabricação do concreto.

A exploração de rocha para produção de brita na RMC, portanto adquire expressão na década de 40 e desde aquela época até a atualidade, em decorrência do aumento na demanda dos recursos, observa-se a disputa por jazidas melhor localizadas, bem como por uma melhor qualidade do material produzido.

## 1.2 - Importância da Mineração

Para poder satisfazer suas necessidades com relação a utensílios, ferramentas, armas, construção de moradias, e implantação de infra-estrutura, as sociedades tiveram que desenvolver muito suas técnicas em atividades extrativas básicas. Sempre dependendo das substâncias minerais, no início devido a uma questão de sobrevivência e na seqüência, com o objetivo de melhorar suas qualidades de vida.

O termo recurso natural não renovável é assim usado, por estar relacionado às características da escala de tempo geológico e são particularmente inerentes ao volume da produção e ao tipo de uso. A exaustão de recursos naturais não renováveis depende não somente da regulação da demanda mas também das condições geológicas do bem mineral. Deste modo, a pesquisa e a exploração mineral podem aumentar o número de jazidas disponíveis mas nem por isso, deixam de eliminar o caráter finito desses recursos (Machado, 1989).

Os diversos tipos de minerais industriais não metálicos, excedem em volume os minerais metálicos, em termos de quantidades explotadas. Esses minerais industriais, são relativamente abundantes e essenciais para o setor industrial de um país. Nos EUA o consumo de cada cidadão é de cerca de 800 kg de metais e 4.000 kg de minerais industriais a cada ano (Magalhães, 2002).

A crescente preocupação com a melhoria de "qualidade de vida" passou também a ser relacionada ao aumento dos diversos tipos de poluição e de degradação ambiental, isto pelo fato de que algumas sociedades desenvolvidas já ultrapassaram o nível de satisfação das necessidades básicas de sua população, passando portanto da quantidade para a qualidade.

Pode-se caracterizar a qualidade de vida no ambiente urbano através do conjunto de elementos que o constituem, tais como o abastecimento de água, de rede de esgoto e de eletricidade, dos meios de comunicação, da educação e da saúde, entre outros parâmetros.

Estudos do "American Mining Congress" (Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM, 1994 in Fabianovicz, 1998) concluem que para ter acesso ao conforto propiciado pela tecnologia atual, cada indivíduo precisa de cerca de 10 t/ano de bens minerais: brita (4,2 t), areia e cascalho (3,9 t), cimento (363 kg), argila (222 kg), sal (200 kg), rocha fosfática ( 140 kg), outros não metálicos (486 kg), ferro e aço ( 547 kg) (Fabianovicz, 1998).

Destes recursos minerais destacam-se aqueles utilizados diretamente na construção civil e também conhecidos como agregados (areia e brita), que são os componentes básicos para a maioria das construções, tais como rodovias, prédios, conjuntos habitacionais, obras de infra-estrutura e de saneamento básico. Essa demanda por recursos minerais, evidencia sua importância para o desenvolvimento sócio-econômico e de urbanização. É possível se estabelecer um relacionamento direto entre o consumo de bens minerais e o nível de desenvolvimento sócio econômico de um país.

O aumento crescente da renda *per capita* nos países em desenvolvimento implica em um aumento no consumo de minerais industriais, mas ao se atingir um máximo adequado de uso, esta demanda por bens minerais tende a diminuir. Este fato pode ser verificado quando se compara o consumo *per capita* de cimento em países de renda alta, renda média e de renda baixa, conforme pode-se observar na Figura 01. O consumo de cimento é um bom indicativo ou referencial para se estimar a quantidade de rocha britada e de areia, que foi consumido em um país, visto ser o cimento um produto que passa por um processo mais complexo de industrialização, com um número restrito de fabricantes e portanto com estatísticas de valores mais confiáveis.

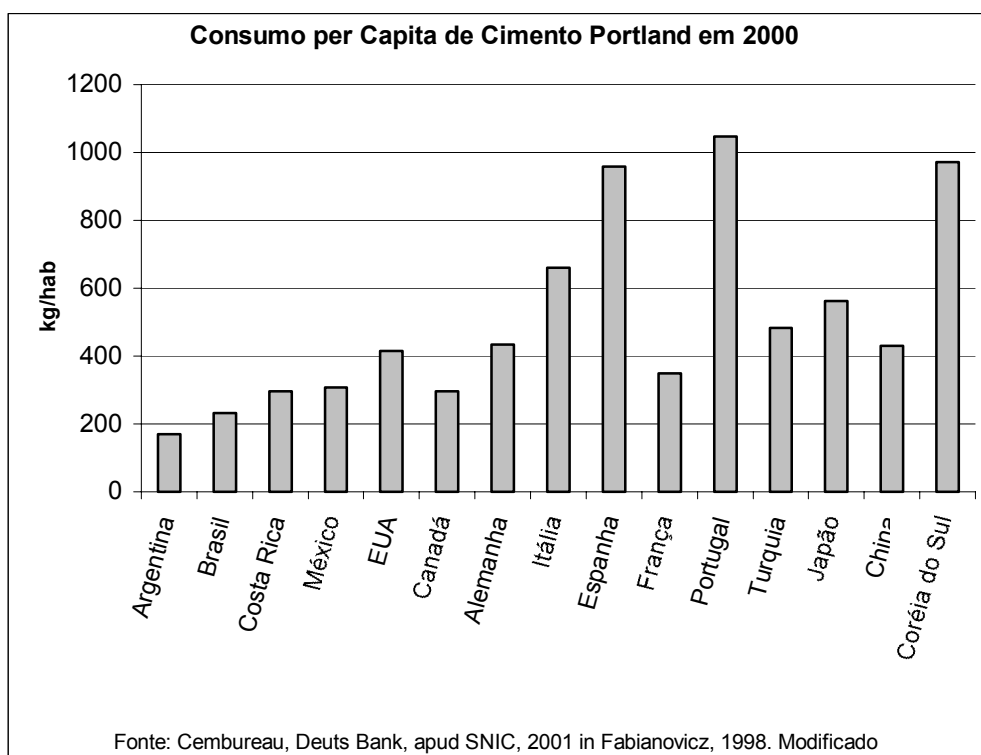


Figura 01 - Consumo *per capita* de cimento em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Este mesmo tipo de análise também pode ser feita de forma comparativa, para alguns dos países da América Latina, conforme observa-se na Figura 02.

Países europeus de renda alta, como a Itália e a Espanha, possuem um alto consumo *per capita* de cimento (entre 500 e 700 kg). Em outros países onde a infraestrutura encontra-se praticamente pronta, como os Estados Unidos e a Alemanha, o consumo *per capita* fica entre 300 e 500 kg. Nestes países pode-se considerar que a demanda pelo uso de materiais para construção já atingiu seu valor máximo. O alto consumo *per capita* de cimento na Coréia do Sul foi gerado a partir de 1991 devido ao desenvolvimento de um programa habitacional no país, o qual chegou a consumir mais de 1 tonelada/habitante/ano (Fabianovicz, 1998).

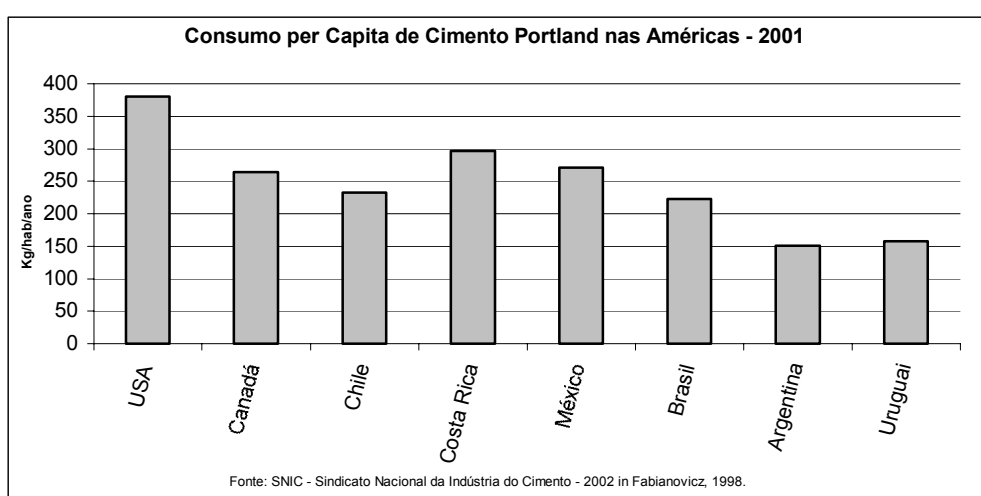


Figura 02 - Consumo *per capita* de cimento nas Américas.

No Brasil verifica-se um consumo *per capita* de cimento inferior à media dos países da América Latina, tais como Venezuela, Costa Rica, Colômbia e Equador, os quais apresentam um PIB (Produto Interno Bruto) *per capita* semelhante ou até menor que o do Brasil.

Levando-se em conta que atualmente o Brasil necessita de aproximadamente 212 mil salas de aula; 216 mil leitos hospitalares; 21 milhões de casas; 14 milhões de ligações de água potável e 19 milhões de ligações de esgoto (Brasil, 1994a) pode-se concluir que há uma grande demanda reprimida por cimento e outros insumos minerais utilizados diretamente na construção civil.

Embora ainda que abaixo do ideal, o consumo *per capita* de cimento teve um aumento no transcurso da última década, passando de 184 para 221 kg por habitante. Este aumento de consumo deve-se à discreta retomada do crescimento da economia a partir de 1995. A relativa estabilização da economia permitiu um pequeno aumento do

poder de compra do consumidor, favorecendo um consumo em pequenas construções.

A rocha britada é utilizada principalmente na construção civil, sob a forma de concreto quando combinada com o cimento e a areia, na construção e manutenção de rodovias e ou ferrovias. Devido a esse importante uso, os agregados são os maiores constituintes das obras civis, tanto em peso como em volume, atingindo cerca de 60%. Os materiais destinados para uso imediato na construção civil, cujo baixo valor unitário não comporta grandes distâncias de transporte, entre o produtor e o consumidor, são a exceção a este contingenciamento, pois afinal, mesmo os países mais desenvolvidos, continuam investindo e melhorando sua própria infra-estrutura, motivo pelo qual este segmento da mineração está presente em todas as regiões do planeta.

É este mercado de uso direto e ou indireto na construção civil que constitui, atualmente, o principal segmento da indústria de mineração no Estado do Paraná, não só pelo potencial do seu arcabouço geológico, mas também pelo atual estágio de seu desenvolvimento urbano e social.

A figura 03 ilustra a evolução da produção de brita no Estado do Paraná entre os anos de 1989 e 2001, onde pode-se observar a estabilidade na produção e conseqüentemente no consumo, embora a população do estado tenha aumentado sistematicamente durante estes anos, o que indiretamente aponta para uma queda na sua qualidade de vida.

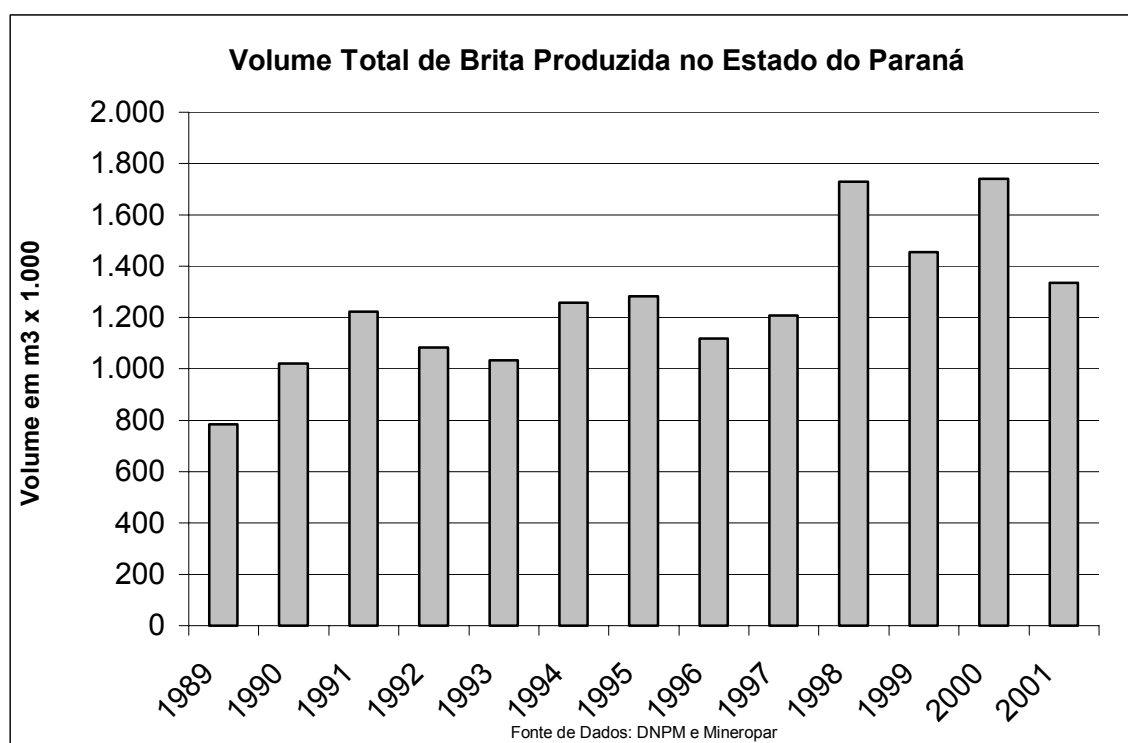


Fig. 03 - Evolução da produção de brita no Paraná entre 1989 e 2001.

### 1.3 - Características do Setor Mineral

O setor mineral de certa forma possui algumas características que são muito particulares da atividade, fato este que o diferencia de outros setores ligados às cadeias produtivas convencionais. Com base nisso, é possível agrupar de forma resumida as principais características deste setor, representando-as no Quadro 01. Esta forma de representação baseia-se exclusivamente em características relativas à extração de rocha para produção de brita, insumo mineral utilizado mais diretamente na construção civil.

Quadro 01 - Características do Setor Mineral

<b>Exauribilidade</b>	Os bens minerais se esgotam com a produção, por isso os recursos minerais são considerados como recursos naturais não renováveis
<b>Rigidez de localização</b>	As substâncias minerais encontram-se onde as condicionantes físicas, químicas e geológicas permitiram sua formação.
<b>Monitoramento ambiental</b>	A mineração é uma atividade modificadora do meio ambiente; assim, necessita de um acompanhamento técnico e sistemático.
<b>Porte</b>	As empresas extratoras de rocha para brita são em sua maioria constituídas por empresas de pequeno e médio porte de operação.
<b>Capital</b>	A magnitude de capital gasto é alto, mas a de risco é muitas vezes menor para uma extratora de rocha para brita, quando comparado à atividades de mineração para outras substâncias minerais.
<b>Mercado</b>	O mercado para brita geralmente é local.
<b>Abundância relativa</b>	Devido sua ampla distribuição geográfica, muitos acreditam que é possível encontrar rocha para brita em qualquer lugar, fato que não é verdadeiro.
<b>Volume de rejeitos</b>	Na atividade de extração de rocha para brita, o volume de rejeitos é pequeno, com índices da ordem de 5%.
<b>Lavra e beneficiamento</b>	A produção de brita depende de uma certa complexidade de operações de lavra, de beneficiamento e de equipamentos.

Fonte: Buck (1972); Wilson (1993); Rossete (1996) in (Fabianovicz, 1998) modificado.

### 1.4 - Mineração e Meio Ambiente

Ao mesmo tempo que a mineração é importante para manter ou melhorar a qualidade de vida do homem, a sua existência no meio social e sob a ótica ambiental é algo perturbador, principalmente por parte dos que desconhecem o meio em que vivem. Muitas vezes associa-se a atividade de mineração com degradação ambiental, por um lado como resultado de uma visão bastante estreita sobre a sua necessidade e motivado por outro lado, porque esta atividade esteve por durante muito tempo, baseada em métodos pouco adequados e até mesmo por uso de técnicas predatórias.



Essa indiferença de alguns mineradores para com o meio ambiente se deve a uma falta de consciência ecológica, de concorrência desmedida entre produtores e da ausência e ou despreparo de fiscalização.

A mineração em áreas urbanas deve ser motivo de preocupação por parte da administração pública e de produtores, buscando minimizar conflitos e equilibrar a necessidade do consumo com a dificuldade de produção. A produção possui uma rigidez locacional, enquanto o consumo, normalmente está localizado em todos centros populacionais e em seus acessos, os quais podem ser planejados e redirecionados.

A partir da década de 70, por motivos vários, começam a surgir com certa intensidade, movimentos favoráveis a uma preocupação com as condições do meio ambiente, principalmente com relação a todas as atividades de mineração desenvolvidas no país como um todo, mas mais intensos para com os das regiões metropolitanas.

Em anos mais recentes, após a consolidação da legislação ambiental, principalmente a partir de 1980, a Constituição Federal - CF de 1988, torna-se obrigatória a elaboração de estudos prévios de impacto ambiental e de planos de controle e recuperação das áreas que sofreram ou sofrem impactos significativos.

Entidades dos três níveis da administração pública possuem atribuições no licenciamento e fiscalização das atividades que impactam o meio ambiente. Evidentemente, nem todos os municípios estão aparelhados para exercerem com efetividade estas atribuições, motivo pelo qual os órgãos estaduais no Paraná, Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA e Instituto Ambiental do Paraná - IAP, centralizam este papel. Na outra ponta, o órgão Federal - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, tem delegado para a estrutura estadual o exercício destas atribuições, reservando para si apenas as áreas com outras ingerências federais (parques nacionais, reservas indígenas, faixas de fronteiras, etc.).

Existem várias definições para meio ambiente. Algumas consideram apenas os componentes naturais, outras consideram que o meio ambiente é um sistema no qual se interagem fatores físicos, químicos, biológicos, espaciais e sócio-econômicos (Pacheco e Mendonça, 1992).

De acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente, Lei Federal nº 6.398/81, o meio ambiente compreende determinado espaço, onde o:

"conjunto de condições, leis, influências e interação de ordem física, química e

biológica que permite, abriga e rege em todas as suas formas".

O meio ambiente, além de sua evolução natural, está sujeito a constantes alterações provocadas pelo homem. Em decorrência disto, a legislação federal define o impacto ambiental como sendo:

"toda alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante da atividade humana, que, direta ou indiretamente, afetem a segurança, e 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" (Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 001/86, Art. 1º).

### **1.5 - Impactos Ambientais e Econômicos da Mineração de Rocha para Brita**

A extração e o aproveitamento de bens minerais pelo homem é, e sempre foi, uma atividade muito importante para atender as suas necessidades básicas. No passado, os bens minerais tinham o objetivo de garantir a sobrevivência do homem e na atualidade, tais substâncias são utilizadas para melhorar a sua qualidade de vida.

A manutenção da qualidade de vida do ser humano, dentro de padrões modernos de consumo, é um dos maiores desafios da sociedade atual, uma vez que isto acarreta em problemas relacionados à uma degradação ambiental e a um conseqüente aumento de algum tipo de poluição. Estudos realizados pela "*American Mining Congress*", sobre a manutenção do padrão de vida atual em países já desenvolvidos, como os EUA exige um consumo de 10 t/ano de bens minerais por indivíduo, assim distribuídos: brita (4,2 t), areia e cascalho (3,9 t), cimento (363 kg), argila (222 kg), sal (200 kg), rocha fosfática (140 kg), outros não metálicos (486 kg), ferro e aço (547 kg) (Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM, 1994 in Fabianovicz, 1998).

A atividade de mineração, apesar de em alguns casos ser poluente, se for bem gerenciada tecnicamente e com um adequado controle dos impactos ambientais, pode ser perfeitamente desenvolvida em qualquer situação.

Ao se considerar a quantidade de infra estrutura que o Brasil necessita para resolver a questão do déficit habitacional, ampliação de leitos hospitalares, salas de aula, saneamento básico, abastecimento de água potável, construção de hidrelétricas, rodovias e ferrovias, faz-se necessário obter um grande aumento na produção de cimento e de minerais de uso imediato na construção civil, em especial a brita e a areia. A atividade de mineração de rocha para brita representa um importante

segmento do setor mineral, comporta um grande número de empresas, com um volume considerável de mão de obra e está concentrada junto aos principais centros urbanos, sendo bastante intensa nas regiões metropolitanas.

A poluição visual decorrente, ocorre geralmente nas áreas de entorno onde se desenvolve a atividade de lavra ou em depósitos de rejeitos dos empreendimentos. Nestes locais é de certa forma, comum a existência de conflitos da atividade de mineração com a população local, a qual com freqüência, registra protestos junto aos meios de comunicação e alerta às autoridades competentes quanto aos problemas de convivência ali existentes. A poluição é caracterizada pela degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudicam a saúde, a segurança e o bem estar da população.

A mineração é uma atividade extrativa que retira um recurso natural do sub solo e por conseqüência, embora de forma pontual, tende a agredir o meio ambiente. O impacto ambiental causado pela mineração pode ser minimizado, com trabalhos de recuperação ou reabilitação da área minerada. Esses impactos ambientais estão relacionados diretamente com a degradação do solo, a poluição do ar e das águas como segue:

- Do solo: através do desmatamento, deposição de estéreis e rejeitos, ação da erosão e desfiguração paisagística;
- Do ar: devido ao aumento da concentração de material particulado e/ou gases na atmosfera e a emissão de ruídos decorrentes das detonações do desmonte de rochas;
- Das águas: ocasionada pelo assoreamento dos cursos d'água devido ao arraste de sedimentos, bem como a contaminação dos mananciais, em função da descarga de efluentes (combustível, óleo e graxa utilizados nos equipamentos).

Em alguns casos a atividade da mineração se desenvolve de maneira conflitante com os princípios de proteção ao meio ambiente e de uso do solo. Este fato também ocorre com as atividades de ocupação urbana ou agrícola. Todas estas atividades são regulamentadas e controladas por uma série de legislações e órgãos das três esferas de governo.

## **1.6 - Legislação e Aspectos Jurídicos da Atividade de mineração**

No Brasil existe uma amplitude relativamente grande de leis que regulamentam ou dizem respeito à atividade de mineração, sendo a maioria delas de âmbito federal.

### **Da Constituição Federal**

- A Constituição Federal - CF, sancionada em 05/10/88, com relação ao ordenamento jurídico do setor mineral, enfatiza os seguintes aspectos:

- Os recursos minerais são bens da União (Art. 20 - IX);

- A participação no resultado da exploração de recursos minerais em favor dos Estados, Distrito Federal e Municípios em seus territórios (Art. 20, §1);

- Compete à União legislar sobre os recursos minerais ( Art. 22 - XII); sendo de competência comum entre União, Estado, e Município registrar, acompanhar e fiscalizar a concessão de direito de pesquisa e exploração de recursos minerais, nos respectivos territórios (Art. 23 - IX);

- Compete à União, Estados e Municípios legislar corretamente sobre a defesa do solo, conservação da natureza e recursos minerais, proteção do meio ambiente e controle da poluição (Art. 24 - VI);

- Compete à União autorizar ou conceder a pesquisa e a lavra de recursos minerais (Art. 176, §1). Assegurando ao proprietário do solo a participação nos resultados da lavra (Art. 176, §2).

### **Do Código de Mineração e Legislação Correlata**

- As atividades de mineração são regidas pelo Decreto-Lei nº 227 de 28/02/67 (alterado recentemente pela Lei nº 9.314 de 14/11/96), denominado "Código de Mineração" - CM, o qual é regulamentado pelo Decreto nº 62.934, de 02/07/68 e por diversas Leis posteriores.

- Conforme o seu Art. 2º, os recursos minerais no Brasil são explorados de acordo com um dos seguintes regimes jurídicos (quadro 2).

Quadro 02 - Regimes de aproveitamento de recursos minerais e aspectos legais.

<b>Tópicos</b>	<b>Autorização de Pesquisa</b>	<b>Concessão de Lavra</b>	<b>Licenciamento</b>
Titulares	Brasileiro, naturalizado, firma individual, empresa habilitada, mediante requerimento (CM, Art. 15; Lei 9314/96, Art. 1º)	Firma individual ou empresa legalmente habilitada, mediante requerimento (CM, Art. 38, inciso I; Lei 9314/96, Art. 1º)	Proprietário do solo ou quem dele tiver autorização (Lei 6567/78, Art. 2º)
Autoridade Concedente	Diretor Geral do DNPM (CM, Art. 2º; II, Lei 9314/96, Art. 1º)	Ministro de Estado de Minas e Energia (CM, Art. 2º, I; Lei 9314/96, Art. 1º)	Autoridade Local e Registro no DNPM (CM, Art. 2º.; Lei 9314/96, Art. 1º; Lei 6567/78, Art. 3º)
Duração	Prazo de 2 anos (Portaria DNPM nº 16/97), possibilidade de prorrogação (CM, Art. 22, III; Lei 9314/96, Art. 1º)	Prazo indeterminado	Prazo variável em função das diretrizes municipais
Substância Mineral	Todos os minerais, exceto garimpáveis, (CM, Art. 3º, Lei 8982/95, Art. 1º)	Todos os minerais, exceto os garimpáveis, (CM, Art. 3º, Lei 8982/95, Art. 1º)	Minerais de uso imediato na construção civil; argila para cerâmica vermelha; calcário para corretivo (Lei 6567/78, Art. 1º; Lei 8982/95, Art. 1º)
Titulo	Alvará de autorização de Pesquisa (CM, Art. 7º, Lei 9314/96, Art. 1º)	Portaria de Concessão de Lavra (CM, Art. 7º, Lei 9314/96, Art. 1º)	Registro de Licença (Lei 6567/78, Art. 6º)
Área por requerimento	Até 50 hectares (Portaria DNPM nº 16/97, 1.2)	Variável, respeitada a área de pesquisa (CM, Art. 37,II)	Até 50 ha (Lei 6567/78, Art. 5º)
Direitos do Proprietário do solo	- Renda pela ocupação efetiva do terreno a quem esteja na superfície do imóvel, e uma indenização pelos danos e prejuízos que possam ser causados (CM, Art. 27)	- Renda pela ocupação ao superficiário; indenização por danos e prejuízos causados (CM Art.27) - Pagamento ao superficiário nos resultados da lavra (CM, Art. 7º; Lei 9314/96, Art.1º)	- Renda pela ocupação ao superficiário; indenização por danos e prejuízos, (CM, Art. 27; Lei 6567/78, Art. 11) - Pagamento ao superficiário nos resultados da lavra (CM, Art. 7º; Lei 9314/96, Art. 1º)
Penalidades	- Advertência; Multa, Anulação, Caducidade do Alvará (CM Art. 63, 64, 65, 66) - A extração do produto mineral sem autorização expressa, constitui crime contra o patrimônio, sujeito o infrator à pena de prisão e Multa (Lei 8176/90, Art. 2º)	- Advertência; Multa; Caducidade; Anulação do Alvará (CM, Art. 63, 64, 65, 66) - A extração do produto mineral sem autorização expressa, constitui crime contra o patrimônio, sujeito o infrator à pena de prisão (até cinco anos) e Multa (Lei 8176/90, Art. 2º)	- Advertência; Multa; Caducidade; Cancelamento do Registro (Lei. 6567/78, Art. 10; CM, Art. 63, 64, 65, 66) - A extração do mineral sem autorização expressa, constitui crime contra o patrimônio, sujeito à pena de prisão e Multa (Lei 8176/90, Art. 2º)
Exigência relacionada ao meio ambiente	- Proteção ao meio ambiente (CF, Art. 225; Lei 4771/65, Art. 2º, Art. 3º, Art. 26; Lei 6902/81, Art. 7º; Constituição do Estado do Paraná - CE/PR, Art. 27; Lei Est. 11054/95, art. 5º; Dec. Est. 2964/80, Art. 1º) - Estudo Prévio de Impacto Ambiental (CF, Art. 225; Lei. 6938/81, Art. 10; Resolução CONAMA 001/86, Art. 2º e 3º; Resolução CONAMA 009 e 010/90. - Obrigatoriedade de recuperação (CF, Art.225, §2º; Lei 6938/81, Art. 14; Dec. 97632/88, Art. 1º) - Restrição à atividades poluidoras (CF, Art.225, III; CM, Art. 47; Lei 6902/81; Dec. 89336/84; 97632/88, Art. 1º)		

Fonte: Chaves & Serra (1997), modificado.

### Da Legislação Urbana

- Apesar de a Constituição Federal assegurar o direito de propriedade, estabelece, também, a sua função social (Art. 5º, inciso XXII e XXIII).

- Assim, a propriedade está sujeita às restrições de uso e ocupação, ficando subordinada à sua função social e à defesa do meio ambiente (Art. 170).

- A Constituição Federal define diversos instrumentos legais para planejamento urbano, tais como: Plano Diretor, Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do solo Urbano, Lei de Parcelamento do Solo Urbano.

- O Art. 182 da Constituição Federal considera que a política de desenvolvimento urbano deve ordenar as funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. O Plano Diretor, obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento.

No Quadro 03 é possível serem agrupadas algumas formas de inserção da atividade mineral nos instrumentos de gestão municipal em áreas urbanas.

Quadro 03 - Possibilidades de inserção da mineração em áreas urbanas.

<b>Instrumentos Legais</b>	<b>Características</b>	<b>Inserção na Mineração</b>
Plano Diretor (CF, Art. 182) Lei Orgânica (CF, Art.29)	Instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.	Identificar áreas potenciais para mineração e propor zoneamentos minerais.
Lei de Uso e Ocupação do solo.	Regulamenta a utilização do solo em todo o território municipal.	Regular a extração de recursos naturais.
Lei de parcelamento do solo urbano (Lei 6766/79).	Estabelece diretrizes para projetos de parcelamento de glebas urbanas, em conformidade com interesses municipais.	Fixar normas para evitar ou permitir a mineração em áreas urbanas, com a implantação de projetos de parcelamento.
Código de Obras	Disciplina as edificações com o fim de garantir condições de higiene, saúde e segurança.	Fixar normas técnicas de edificações para equipamentos e combustíveis utilizados pela mineração.
Código Tributário	Estabelece a política municipal de tributação.	Prever incentivos tributários e contribuição para atividade de mineração.
Legislação Orçamentária	Estabelece diretrizes orçamentárias, prevendo receitas e fixando as despesas necessárias.	Prever a origem e aplicação de recursos financeiros em projetos de controle ambiental na mineração.

Fonte: Rossete (1996), p. 102, modificado.

### **Da Legislação Tributária Mineral**

- A exploração de bens minerais sempre esteve associada à cobrança de impostos. Entretanto o Brasil a partir da Constituição de 1988 não dispõe de legislação específica sobre tributação na mineração.

- Os principais tributos sobre o setor mineral (quadros 04 e 05) podem ser divididos em dois tipos: os que incidem sobre a receita, e os que incidem sobre o lucro.

- Receita: Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, Programa de Integração Social - PIS, Contribuição Financeira da Seguridade Social - COFINS, Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI (impostos federais que incidem sobre o valor adicionado gerado na transformação e no processamento industrial), Imposto sobre Operações Financeiras IOF (imposto federal, envolvendo o ouro, como ativo financeiro);

- Lucro: Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica - IRPJ e a contribuição Social sobre o Lucro - CSL.

Quadro 04 - Tributos sobre o setor mineral.

Encargos	ICMS	IRPJ
Definição	Imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicações; Constituição Federal de 1988, Art. 155.	Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica.
Incidência	Sobre operações relativas à circulação de mercadorias e às prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicações.	Incide sobre pessoa jurídica, tem por base o lucro tributável.
Alíquotas	7 a 18% em função da natureza das operações.	25%
Distribuição	75% Estado 25% Município	União

Fonte: Ferreira e Albuquerque (1997), modificado.

### Das Contribuições Sociais

- A Constituição federal de 1988, em seu Artigo 195, estabelece que seguridade social deve ser financiada pela sociedade mediante recursos provenientes dos orçamentos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e das contribuições sociais dos empregadores, trabalhadores e da receita de concursos de loterias.

Quadro 05 - Tributos sobre o setor mineral - contribuições sociais

Contribuição Social			
Encargos	PIS	Confins	CSL
Definição	Programa de Integração Social; Lei Complementar n° 7 de 07/09/70.	Contribuição Financeira de Seguridade Social; Lei Complementar n° 70 de 30/12/93.	Contribuição Social entre o Lucro; Lei n° 7.689 de 15/12/88.
Incidência	Sobre a receita operacional bruta da empresa.	Sobre as vendas.	Sobre o lucro líquido antes do imposto de renda.
Alíquota	Contribuição mensal de 0,65%; Decreto-Lei n° 2.449 de 21/07/88.	Taxa de 2%.	Taxa de 8%.

Fonte: Ferreira e Albuquerque (1997)

### Dos Outros Encargos

- Relacionados aos regimes de autorização e concessão mineral existem os seguintes encargos: pagamento de taxas e emolumentos ao DNPM sobre os títulos e áreas concedidas e o pagamento da participação ao proprietário do solo pelas atividades de produção mineral praticada em terreno de terceiros.

- Contribuição Financeira pela Exploração Mineral - CFEM (CF, Art. 20; Leis n° 7.990/89 e 8.001/90 e Decreto n° 01/91). Mesmo não sendo definida como um imposto, a CFEM é vista como tal, pois tem base de cálculo definida, alíquotas, e prazo para recolhimento e tem a definição do sujeito passivo (Ferreira e Albuquerque, 1997).

- O percentual da CFEM é calculado sobre o valor do faturamento líquido e varia em função da substância mineral. O faturamento líquido citado é obtido deduzindo-se

do total das receitas de venda, os tributos incidentes sobre a comercialização do produto mineral, as despesas de transporte e de seguro. No caso da substância mineral consumida, transformada ou utilizada pelo próprio titular, considera-se como faturamento líquido o valor industrial.

- Embora a CEFEM seja variável em função do bem mineral e o ICMS em função do destino das vendas, a oneração fiscal e extrafiscal sobre o valor de venda pode chegar a 23,65%: 18% de ICMS + 3% de CEFEM + 2% de COFINS + 0,65% de PIS (Teixeira, 1996).

### **Dos Aspectos Institucionais**

- A atividade de mineração do ponto de vista institucional, (Frischenbruder, 1995), é um setor bastante complexo pois é regido principalmente por legislação federal, ocorre geralmente em território local e implica em ações de fiscalização e controle principalmente no âmbito estadual e municipal.

- Na esfera federal os principais órgãos relacionados à atividade mineral são:

**A)** - Ministério de Minas e Energia - MME e Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. O MME é responsável pela política de exploração de recursos minerais e energéticos no país, estabelecendo diretrizes e elaborando planos plurianuais de mineração; o DNPM é o órgão responsável pela execução das normas previstas no Código de Mineração e tem a finalidade de fiscalizar as atividades relativas à mineração, à indústria e ao consumo de matérias primas (Decreto-Lei nº 62.934/68); além de promover o planejamento e o fomento da exploração e do aproveitamento dos recursos minerais, gerenciar as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral (Lei nº 8.876/94) (Herrmann, 1992).

**B)** - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA: vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA, é responsável pela fixação de parâmetros básicos que devem constar nos Estudos de Impacto Ambiental - EIA e dos seus respectivos Relatórios de Impacto Ambiental - RIMA (Herrmann, op. cit.); além de ser responsável pelo licenciamento para atividades em áreas de preservação permanente e para desmatamento.



No Estado do Paraná e na Região Metropolitana de Curitiba os principais órgãos que atuam junto á atividade de extração de bens minerais são:

- Instituto Ambiental do Paraná - IAP: órgão vinculado à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, responsável pelo licenciamento e fiscalização ambiental de atividades potencialmente poluidoras. Para a extração de rocha para produção de brita, o licenciamento ambiental constitui-se de: licença prévia, licença de instalação e licença de operação;

- Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA: responsável pela outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio estadual, bem como de gestão de recursos hídricos;

- Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba - COMEC: tem por atribuição formular diretrizes da política de desenvolvimento da RMC, inclusive as relativas à questão do planejamento, uso e ocupação do solo;

- Prefeituras (Secretaria Municipal de Meio Ambiente): o empreendedor precisa de autorização da prefeitura para exercer sua atividade. No caso do município de Curitiba e com a criação de Áreas de Proteção Ambiental - APA's, o licenciamento ambiental para a atividade de extração de rocha para brita deve ser do órgão municipal. Para o licenciamento ambiental o processo deveria referir-se apenas à licença de operação. A legislação federal define que apenas o IBAMA e os órgãos estaduais é que possuem competência para licenciar, entretanto o DNPM reconhece as licenças ambientais municipais.

- Promotoria de Meio Ambiente: é um órgão vinculado ao Ministério Público e tem o poder de instalação de ações civis públicas (Lei 7.347/85). Na RMC demonstra-se bastante eficaz e rigoroso na interdição das atividades que a seu ver não cumprem com o estabelecido nos Planos de Controle Ambiental ou que não possuam autorização ambiental para a atividade.

Nos países desenvolvidos, considera-se a mineração como uma possível forma de ocupação em projetos de zoneamento ambiental. Porém, estes países apresentam contextos sócio-econômicos muito diferentes do Brasil: as taxas de natalidade, o déficit habitacional e de infra estrutura, as taxas de analfabetismo e o custo de vida e principalmente os impostos, a renda *per capita*, a saúde pública, e o nível cultural dos mineradores é substancialmente superior se comparados aos do Brasil.

Embora o amplo aparato institucional no Brasil dê a entender que os empreendimentos minerários possuem um funcionamento perfeito, o setor mineral no país não encontra o devido suporte numa estrutura operacional. As instituições limitam-se, na prática e com grandes dificuldades a gerenciar o cumprimento das rotinas e exigências legais, devido principalmente à escassez de profissionais habilitados. Os atropelos à legislação e ao bom senso são freqüentemente verificados tanto da parte dos empreendedores como por parte das populações que necessitam de um poder público e eficiente do ponto de vista técnico e com equipes profissionais suficientes para o volume de trabalho.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 - Situação Geográfica da Área e Acessos

A área abrangida neste trabalho limita-se pelas coordenadas geográficas dos paralelos 25°15' e 25°45' de latitude Sul e pelos meridianos 49°00' e 49°30' de longitude Oeste ilustrada na figura 04. Compreendida na RMC, a área em estudo abrange os municípios de Curitiba e Pinhais, incluindo parcialmente os municípios limítrofes de Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Contenda, Fazenda Rio Grande, Piraquara, Quatro Barras, e São José dos Pinhais.

A região é cortada por rodovias federais, como a BR-116, BR-277, BR-376, BR-476, além de outras rodovias estaduais e uma densa malha de vias secundárias.

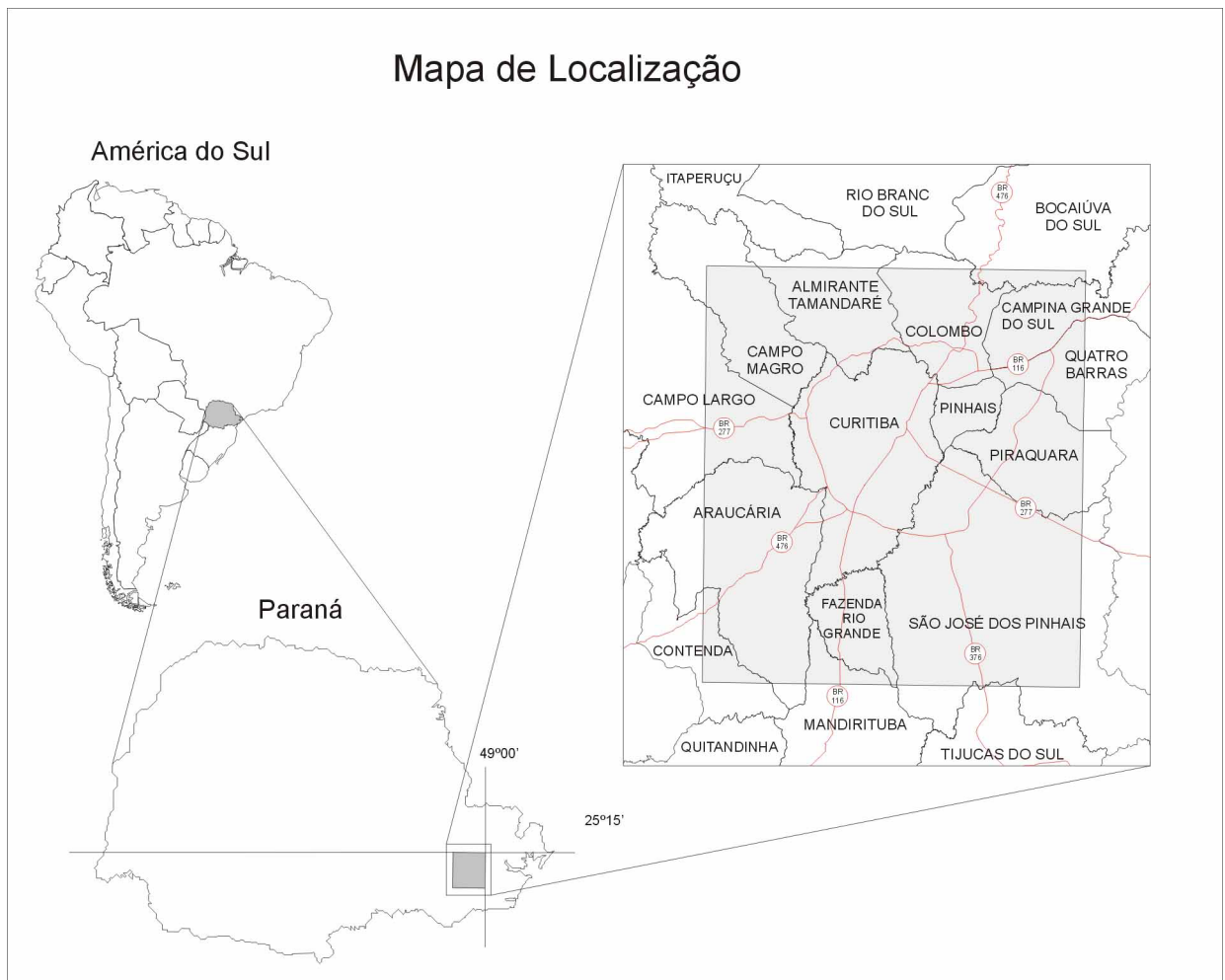


Figura 04: Mapa de localização da área de estudo

A Região Metropolitana de Curitiba foi criada em 1973 pela lei complementar nº 14 e conta atualmente com 25 municípios, ocupando uma área de 13.230 Km<sup>2</sup>. A maior parte do território da RMC, cerca de 70 %, é considerada como zona de mananciais ou de preservação ambiental. Desta forma, as questões ambientais permeiam todas as ações de planejamento para uso e ocupação territorial dentro desta região.

## **2.2 - Fisiografia**

A área de estudo apresenta aproximadamente 80 % de sua extensão no Primeiro Planalto Paranaense, ou Planalto de Curitiba e 20 % na Serra do Mar.

O Planalto de Curitiba possui altitudes médias de 850 a 950 m e limita-se a leste com a Serra do Mar, a qual é formada por um conjunto de blocos isolados em cordões de picos com altitudes superiores a 1000 m e é limitado a oeste, pela abrupta escarpa devoniana da Bacia Sedimentar do Paraná.

### **2.2.1 - Geomorfologia**

A área em estudo apresenta características próprias, como altitude média entre 850 a 950 m, e as mais altas cristas atingem altitudes de 1.200 chegando a 1.400 m acima do nível do mar. De um modo geral, nesta região existe um predomínio do relevo com pequenas variações altimétricas, com no máximo 100 m de desnível, representado por planícies aluvionares e relevos pouco acidentados, sendo que é nesta área que há uma maior ocupação urbana. As maiores variações altimétricas, acima de 100m de desnível, são de ocorrências locais nas porções norte, leste e principalmente na sudeste, onde os relevos chegam a apresentar uma variação de até 400m entre topo e a base, conforme pode ser observado na figura 05, Mapa Hipsométrico da RMC. Este mapa foi elaborado em meio digital com a utilização dos programas Auto Cad™ 2000 e Surfer™ 8, tendo como base as cartas topográficas na escala de 1/50.000 confeccionadas pela COMEC.

Estas áreas de relevo acentuado são ideais para a atividade de mineração de rocha para produção de brita e pouco adequadas para a ocupação urbana ou a atividade agrícola.

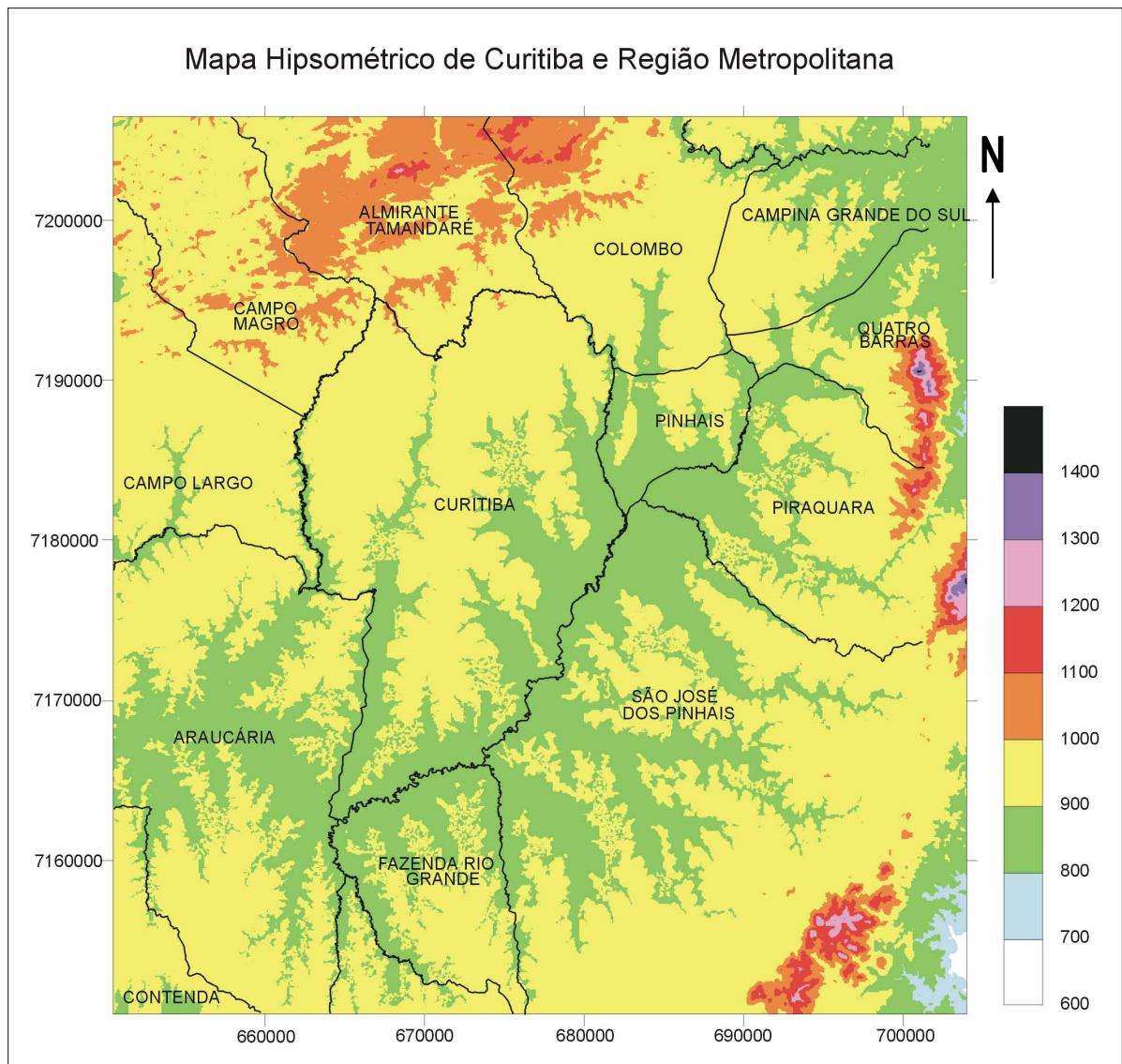


Figura 05: Mapa hipsométrico da área de estudo.

Uma análise mais detalhada do relevo permite dividir a área em quatro compartimentos geomorfológicos distintos, ilustrados na figura 06. Esses estão intimamente correlacionados às litologias sobre as quais foram esculpidos.

O compartimento 1, situado a noroeste da área, é caracterizado por um relevo marcado por fortes lineamentos estruturais e cristas alongadas com direção preferencial NE. Geologicamente representado principalmente pelos metassedimentos do Grupo Açungui, os quais apresentam um relevo acidentado, compreende as altitudes entre 900 e 1.000 m, com topos que chegam a alcançar pouco mais de 1.100 m acima do nível do mar.

O compartimento 2, ocorre em duas faixas uma ao sul do compartimento 1, com direção NE, e a outra na parte sul da área de estudo. Na geologia deste compartimento

predominam rochas do Embasamento Cristalino, sendo o relevo mais acidentado, com vales mais íngremes, porém compreendidos entre as altitudes de 800 e 1.000 m.

O compartimento 3, ocorre na porção central ocupando a maior parte da área, o qual é representado principalmente pelas rochas sedimentares da Formação Guabirota, nesse o relevo é mais plano que nos demais, pois é caracterizado em sua maior parte pela planície aluvionar do Rio Iguaçu e seus tributários.

Por sua vez o compartimento 4, na porção leste, é composto pelos litotipos do Grupo Guaratubinha, onde o relevo é o mais acidentado exibindo as maiores elevações, acima de 1000 m, as quais são caracterizadas pelas intrusões ígneas graníticas, que chegam a apresentar uma variação entre topo e base de até 500 m.

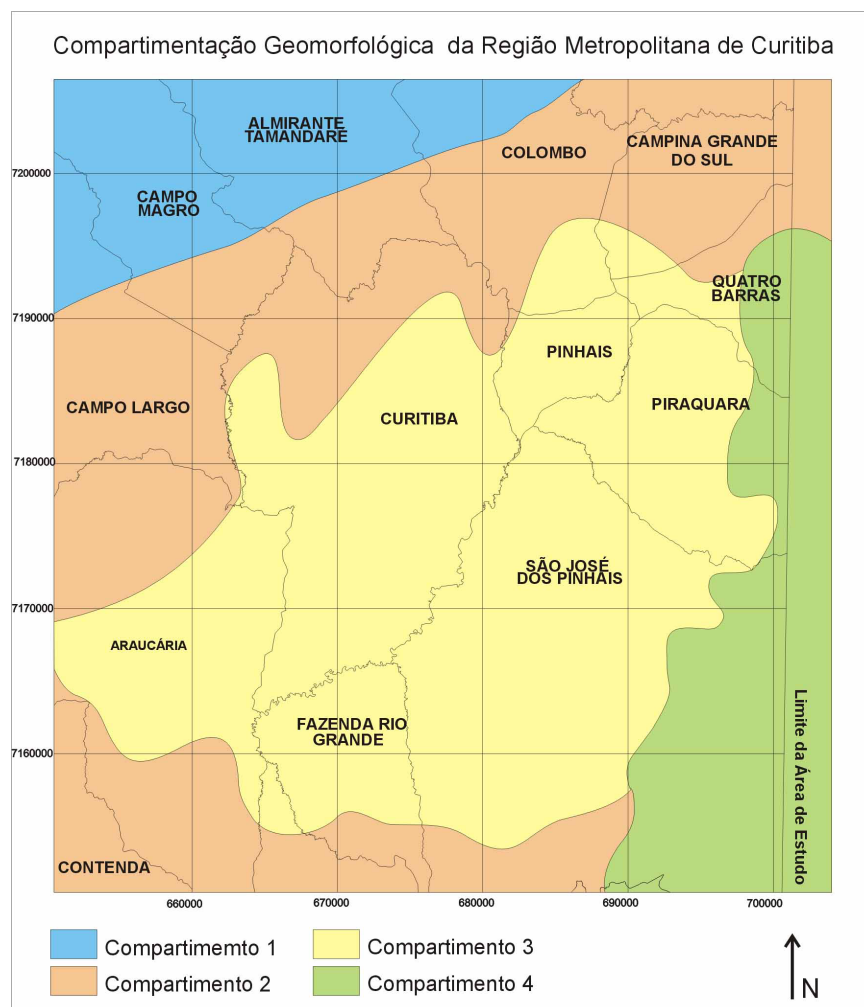


Figura 06: Compartimentação geomorfológica da área de estudo.

Os compartimentos 1, 2 e 3 são parte integrantes do Primeiro Planalto Paranaense, sendo que o compartimento 4 corresponde à Serra do Mar, definidos por Maack (1968).

### 2.2.2 - Clima

O conhecimento do tipo climático de uma região fornece indicativos de larga escala sobre as condições médias de pluviosidade e temperatura. Representa um primeiro indicativo para se planejar todas as atividades humanas como os tipos de construção, de vestuário, de alimentação, dos meios de transporte etc., além de explorações de atividades produtivas, tipos de vegetais e de espécies animais.

O clima na área em estudo, segundo Maack (1968) está compreendido em Clima Subtropical Mesotérmico Úmido - Cfb da classificação de Köppen. Caracterizado por climas pluviais quente-temperados, onde a temperatura nos meses mais frios oscila em torno de  $+18^{\circ}$  e  $-3^{\circ}\text{C}$  e nos meses mais quentes dificilmente ultrapassa a média de  $22^{\circ}\text{C}$ , tratando-se de uma região sempre úmida, com chuva em todos os meses do ano.

As variações climáticas do Estado do Paraná, ilustradas na figura 07, estão relacionadas às altitudes nos diversos planaltos e ao ângulo de incidência da irradiação solar, este é responsável também pela variação das correntes de ar que determinam as estações do ano no Estado.

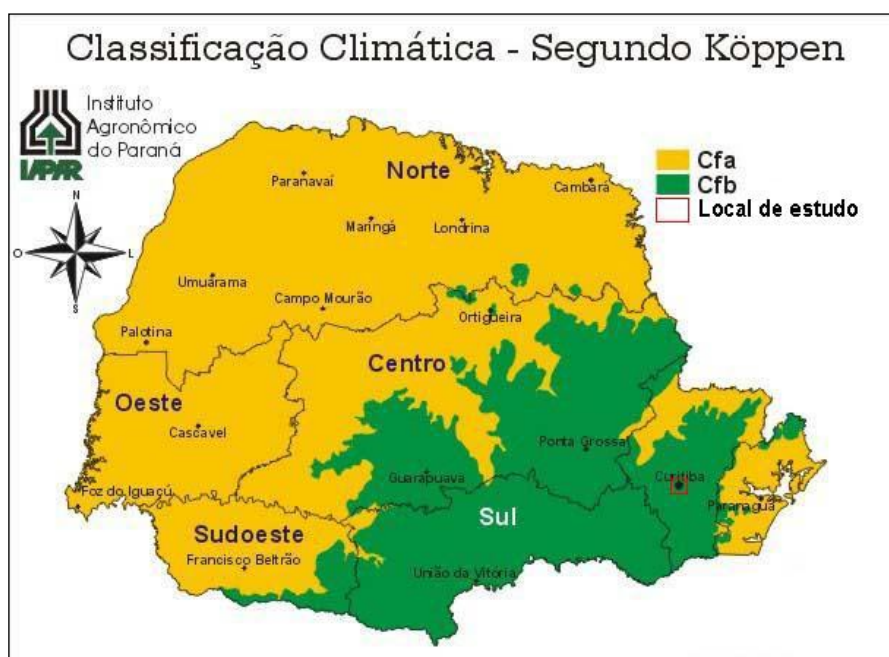


Figura 07: Classificação climática segundo Köppen. Fonte IAPAR 2003

A precipitação é um elemento que afeta consideravelmente as atividades do setor primário da economia. A quantidade e a distribuição da precipitação que incide anualmente sobre uma certa região é bastante importante, determinando o tipo de vegetação, condicionando a programação das atividades agrícolas e influenciando as atividades de mineração a céu aberto. Assim, épocas de plantio e colheita, atividades mecanizadas e mesmo escolha de espécies e variedades de plantas estão intimamente relacionadas com o padrão de precipitação local (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, 2003). O clima condiciona os tipos de construção e por conseguinte o tipo de matéria prima mineral empregada.

A figura 08 ilustra a temperatura média anual do estado, sendo que para a área de estudo, esta fica compreendida na faixa dos 16 aos 18° C.

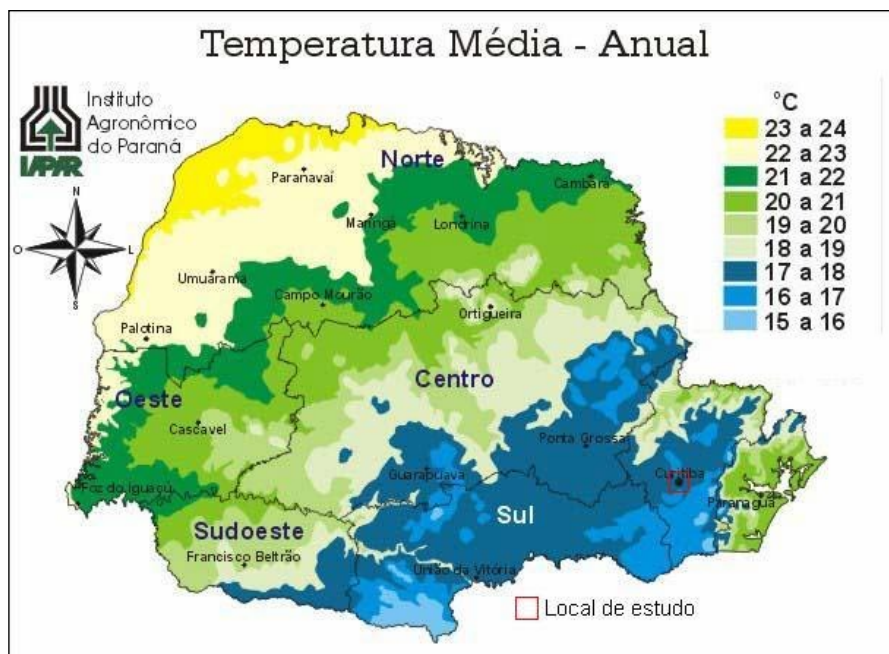


Figura 08: Temperatura Média Anual. Fonte IAPAR, 2003.

Na área em estudo a precipitação média anual apresenta variações de 1.600 a 3.500 mm, estando na Serra do Mar a maior porcentagem de precipitações, conforme figura 09. Esta, segundo Maack (1968), está sob influência freqüente de chuvas orográficas ou de ascensão.



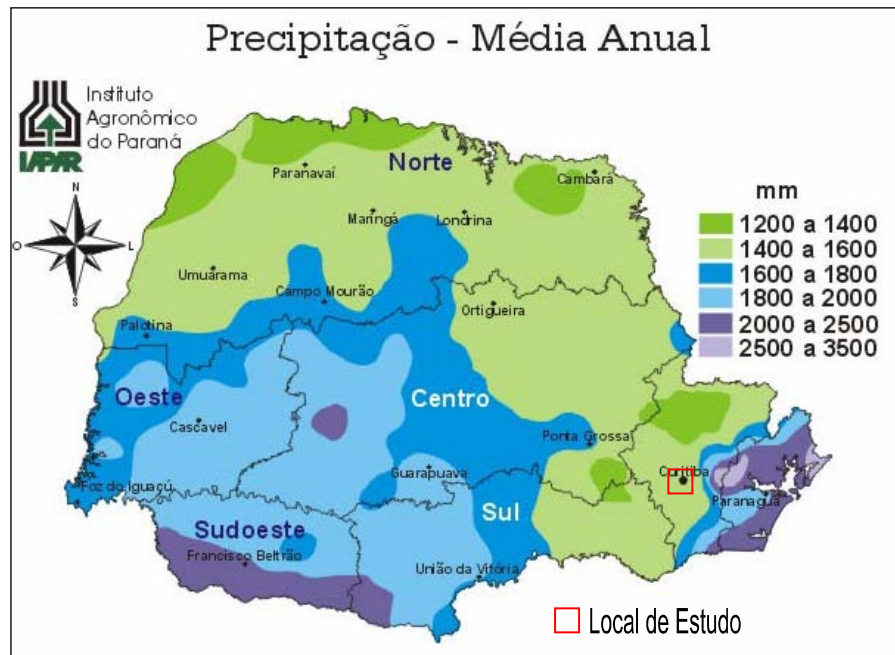


Figura 09: Precipitação Média Anual. Fonte IAPAR, 2003.

### 2.2.3 - Vegetação

A área faz parte da primitiva floresta subcaducifolia subtropical com *Araucária angustifolia*. Atualmente apresenta extensos segmentos tomados pela prática do devastamento desordenado.

De acordo com o Atlas Geoambiental da Região Metropolitana de Curitiba (Theodorovicz, *et al* 1999b), a vegetação da área é representada por mata pluvial tropical e subtropical do litoral e Serra do Mar, a qual é caracterizada por formações diversificadas, compreendendo árvores de grande porte entre plamáceas, lianas e epífitas. Além de mata pluvial tropical dos planaltos do interior, que se desenvolvem em solos de terras férteis.

### 2.2.4 - Drenagem

A conjugação de fatores físicos e naturais, propiciam ao Paraná uma densa e perene rede hidrográfica, que em função de sua geomorfologia apresenta dois conjuntos de bacias hidrográficas que se diferenciam pela direção geral do curso dos rios. Há os compreendidos pelos rios que correm no sentido de oeste para leste desaguando no Oceano Atlântico e os rios do interior, cujos cursos principais correm predominantemente no sentido de leste para oeste, que direta ou indiretamente são afluentes do Rio Paraná. O grande divisor nesses dois conjuntos de redes hidrográficas do Paraná é a Serra do Mar, que separa a Planície Litorânea das demais regiões

geomorfológicas do Estado, que compreendem o Primeiro, o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense. (Canali *et al*, 1981)

A rede hidrográfica compreendida na área de estudo, corre de leste para oeste, é representada em grande parte pelo rio Iguaçu e subordinadamente pelos rios Passaúna, Barigui, Piraquara, Pequeno, Irai, Belém, Rio Verde e seus tributários.

Os principais problemas ambientais da Região Metropolitana de Curitiba estão relacionados à poluição das águas, sobretudo dos recursos hídricos superficiais, decorrentes dos lançamentos nos rios de esgotos domésticos e industriais não tratados, utilização intensiva de agrotóxicos em terrenos de alta susceptibilidade a poluição de aquíferos, técnicas de manejo inadequadas às características do meio físico. Estes fatores provocam o carreamento de poluentes agrícolas para as drenagens locais, além de disposição de lixo em cabeceiras de drenagens, leitos de rios e em terrenos do substrato rochoso muito percolativo e/ou de solo depurador muito pouco espesso. Deve ser considerado como de alta relevância, a ocupação urbana e industrial de forma desordenada e em áreas impróprias para este processo.

### **2.3 - Aspectos Sócio Econômicos**

Dentre as principais atividades econômicas dos municípios da região metropolitana de Curitiba destaca-se em primeiro lugar com participação em 40% dos municípios, a indústria de transformação representada pelas indústrias das áreas da metalurgia, química, mecânica, elétrica, transporte, alimentação, moveleira, bebidas, extração e transformação de bens minerais não metálicos. Em seguida, em 20% dos municípios está a agricultura e o setor de comércio e serviços. Sendo que a principal atividade econômica de 13% dos municípios consiste na mineração e na silvicultura. E por último a criação de animais com a participação de 7% dos municípios (Theodorovicz *et al*, 1999).

No estado do Paraná a Região Metropolitana de Curitiba é a mais densamente povoada, reunindo cerca de 30% da população total. É nesta região que encontram-se as duas maiores densidades demográficas do Estado. Curitiba se destaca com 3.674 habitantes por km<sup>2</sup>, concentrando a população economicamente ativa e que atua principalmente na indústria de transformação e no setor terciário. Em seguida à cidade de Curitiba, está a de Pinhais, com a segunda maior densidade demográfica do estado, com 1.560 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE 2000).

## 2.4 - Populações e Centros Urbanos

Dados a respeito do Censo Demográfico executado no Estado do Paraná no ano de 2000, pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, indicam que a população total da RMC concentra Cerca de 30 % da população total do Estado. A Cidade de Curitiba e os municípios limítrofes, concentram aproximadamente 90% de toda a população da RMC, formando praticamente uma única e contínua área de ocupação urbana. Esta distribuição de áreas tomadas pela ocupação urbana e industrial, será objeto de análise e discussão no item 8 da presente dissertação.

A tabela 03 apresenta a distribuição desta população, em número de habitantes por município da região estudada. A urbanização da Cidade de Curitiba, ocupa toda a superfície de seu município e possui a maior população, seguido do Município de São José dos Pinhais e do de Colombo.

Tabela 03 - População total da área, por município da Grande Curitiba.

<b>Município</b>	<b>Área em km<sup>2</sup></b>	<b>População</b>	<b>Hab/km<sup>2</sup></b>
Almt. Tamandaré	523	88.277	168,8
Campo Largo	1.252	92.782	74,1
Campo Magro	268	20.409	76,1
Colombo	199	183.329	921,3
Curitiba	432	1.587.315	3.674,2
Pinhais	66	102.985	1.560,4
Piraquara	225	72.886	323,9
Quatro Barras	180	16.161	89,8
S. J. dos Pinhais	899	204.316	227,3
Totais	4.044	2.368.460	3.805,9

Fonte de dados: IBGE (Censo - 2000)

Durante os últimos trinta anos, a Cidade de Curitiba e região de entorno, recebeu um grande aporte populacional, oriundo do interior do Estado, sendo que mais recentemente, esta contribuição tem sido de outros estados do país, mais especialmente do de São Paulo. Esse processo migratório onerou o custo do solo urbano e provocou a transferência da população de menor renda para uma periferia cada vez mais distante, atingindo áreas dos municípios limítrofes de Curitiba. Esta ocupação urbana ocorreu e ainda ocorre de certa forma, de maneira desordenada na maioria destes municípios, resultando na inadequação do uso do solo, onde a urbanização avança sobre áreas com potencial agrícola, de interesse para mineração, de reserva e de preservação ambiental ou de abastecimento de água.

Na tabela 04 é possível se visualizar para cada uma das últimas quatro décadas, a evolução da expansão demográfica na região urbana da Grande Curitiba. O índice de aumento da população da região para o período, foi de aproximadamente cinco vezes.

Tabela 04 - Evolução demográfica dos municípios da Grande Curitiba.

Município	População				
	1960	1970	1980	1991	2000
A. Tamandaré	10.102	15.299	34.168	66.034	88.277
Araucária	16.526	17.117	34.799	62.581	94.258
Campo Largo	7.964	34.405	54.839	72.067	92.782
Campo Magro	-	-	-	12.129	20.409
Colombo	32.071	19.258	62.881	117.937	183.329
Curitiba	356.830	609.026	1.024.975	1.315.035	1.587.315
Faz. Rio Gnd.		4.500	6.302	25.065	62.877
Pinhais		7.972	35.406	75.536	102.985
Piraquara	11.554	13.281	35.234	31.346	72.886
Quatro Barras	-	-	-	10.007	16.161
S. J. Pinhais	28.735	34.124	70.634	127.413	204.316
Total	463.782	754.982	1.359.238	1.915.150	2.525.595

Fonte: Censo Demográfico IBGE - 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000.

Os processos de ocupação sem um efetivo acompanhamento técnico e até mesmo com algumas áreas de invasão, bem como de uso incorreto das áreas de proteção de mananciais, provocou a deterioração de rios e da qualidade de vida de um modo geral. A ocupação de áreas impróprias para urbanização ou conflitantes com outras importantes atividades, resulta em problemas técnicos de difícil solução, no momento que se faça necessário executar obras de infraestrutura básica, tais como o abastecimento de água e energia elétrica, o saneamento e a pavimentação.

### **3 - METODOLOGIA DE TRABALHO**

#### **- Estudos em nível de Reconhecimento Regional**

A RMC onde atualmente ocorre a atividade de exploração de pedreiras para brita, possui uma área de aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup>. Estas pedreiras situam-se ao redor do grande centro urbano formado pela Cidade de Curitiba e demais sedes municipais vizinhas.

Os estudos em nível de reconhecimento regional visaram integrar e avaliar os dados históricos, geográficos, geológicos e de depósitos minerais, existentes na área de influência. Para tanto foram cartografadas as antigas frentes de lavra e os diversos estágios da evolução de ocupação urbana no entorno desses empreendimentos.

Nesta etapa foi elaborado um mapa-base planialtimétrico na escala 1:50.000, com delimitação das unidades geológicas, onde também foram plotadas as áreas ocupadas pela urbanização e os locais de atividade de mineração, objetivando a melhor visualização de suas correlações.

Para tanto, tornou-se necessária a análise e interpretação de imagens de satélite e de aerofotografias, para identificar as regiões mais vulneráveis aos conflitos de ocupação. Para melhor definir parâmetros nessa fase de investigação, foi necessária a realização de alguns roteiros de campo através de estradas da região, para verificação através de amostragem, dos dados retirados das imagens.

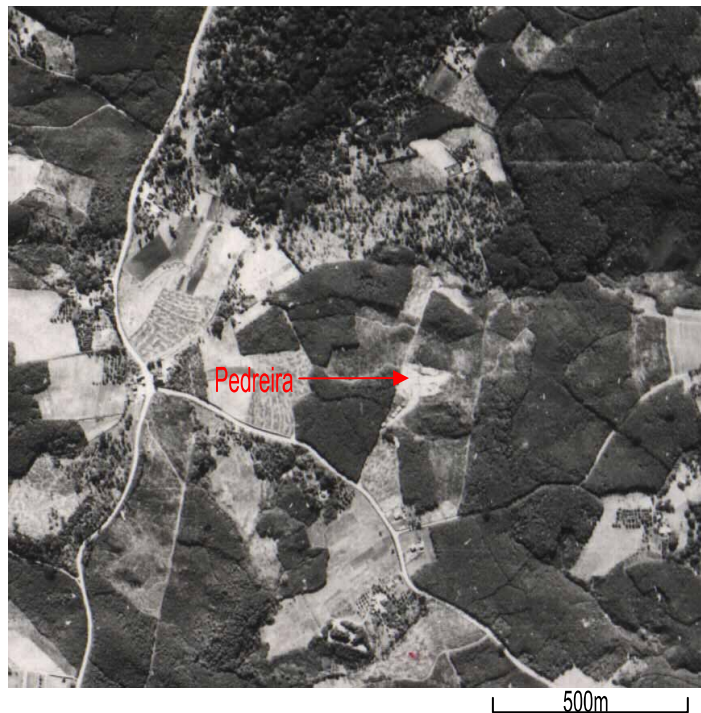
#### **- Estudos em Nível de Detalhe**

Os estudos em nível de detalhe foram realizados em áreas onde localizam-se as pedreiras em atividade, bem como nas frentes de lavra desativadas e sua relação com a cronologia da ocupação urbana.

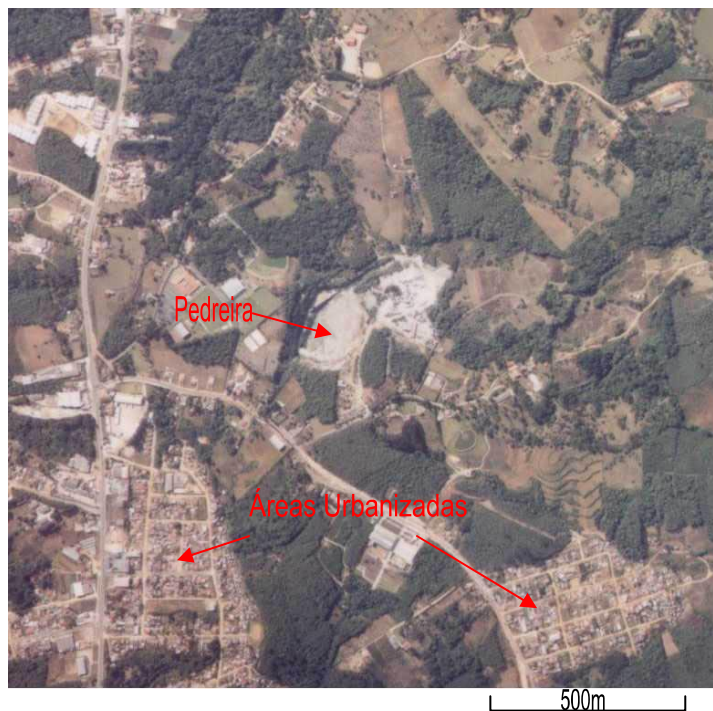
Considerando-se que em detalhe, ocorreram diferentes tipos de situações e níveis de conflitos entre a ocupação urbana e a atividade de mineração, esta etapa de trabalho teve sua abordagem individualizada para cada caso ou situação.

Para tanto, nessa fase de detalhe, foi necessária a reanálise e interpretação de imagens de satélite, de aerofotografias (aerofotos) e também de aerofotos em escalas de mais detalhe, 1:10.000 e 1:8.000. Este procedimento facilitou a identificação dos locais onde os conflitos com ocupação ou problemas ambientais estão ocorrendo, bem como os que estão em vias de acontecer.

As fotografias aéreas são uma importante ferramenta para a análise cronológica da evolução dos diferentes tipos de uso e ocupação do terreno. Nas aerofotos A e B observa-se uma mesma área onde existe um intervalo de 48 anos entre as tomadas.



Aerofoto - A (1952) Rodovia da Uva entre Curitiba - Colombo, onde existia uma atividade de extração de rocha para produção de brita.



Aerofoto - B (2000) Mesma região da aerofoto - A, onde observa-se a expansão da lavra e o avanço da urbanização sobre o entorno da área de mineração.

### **- Materiais e Métodos**

Para se atingir os objetivos propostos de caracterizar os níveis de conflitos decorrentes da ocupação urbana e da atividade de mineração, fez-se necessário o uso de métodos de estudo envolvendo a geologia ambiental e econômicas; a cartografia geológica, cartografia temática: previsional, para uso e ocupação do solo, de planos diretores governamentais, entre outros.

Numa primeira abordagem foram realizados estudos integrados de levantamento de dados bibliográficos, análises e interpretação de imagens de satélite e de aerofotografias em escalas e datas variadas. Nessa fase inicial tornou-se necessário a realização de caminhamentos estratégicos regionais, em nível de reconhecimento, visando a melhor delimitação das áreas tipos para a posterior aplicação de estudos detalhados.

Uma vez delimitadas as áreas tipo ou alvo, nestas foram realizados os trabalhos de investigação, com ênfase na coleta de informações e dados para análise, visando a confecção de cartas temáticas de detalhe.

Para caracterizar os níveis de conflitos decorrentes entre empreendimentos de mineração e a ocupação urbana, foram considerados os volumes de rocha explorados e transformados em brita, seus principais destinos e as localizações dessas atividades mineiras em relação aos seus consumidores. Foram também avaliadas, as demais atividades de uso do solo no entorno destes empreendimentos de extração e beneficiamento mineral, os níveis e a evolução desta ocupação urbana, industrial ou outras. Desta forma, para atender ao proposto, foram executadas as seguintes atividades:

- Aquisição das aerofotografias disponíveis, de diferentes vôos e épocas, que recobrem as áreas alvo de interesse, nas escalas e anos de levantamento: 1:25.000 de 1952; 1:70.000 de 1966; 1:25.000 de 1980; 1:30.000 de 2.000; e uma imagem Landsat 7 ETM com pixel de 30 m - 1999;

- Identificação e locação dos empreendimentos mineiros em base cartográfica digital, na escala de 1:100.000;

- Distinção entre as mineradoras em atividade e as desativadas, com base em diferentes fontes de informação;

- Identificação das possíveis situações de risco e ou de níveis de conflitos, através da análise em aerofotografias, de forma individual, para cada empreendimento.

- Elaboração de um mapa geológico na escala 1/100.000, com as regiões que apresentam potencialidades para produção de brita.
- Elaboração de mapa planimétrico na escala 1/100.000, identificando áreas de uso e ocupação do solo;
- Elaboração de modelo digital tridimensional de terreno, na escala 1/100.000, para análise geomorfológica de áreas favoráveis à mineração;
- Preparação na escala 1/100.000 de imagem de satélite para identificação de áreas modificadas pelos diversos tipos de ocupação:
  - Verificação em campo, das áreas-alvo selecionadas na análise aerofotográfica;
  - Confecção de um mapa litológico com as regiões que apresentam potencialidades para produção de brita e as respectivas áreas de ocupação urbana;
  - Previsão atual e futura das necessidades, em volumes de pedra britada, para o desenvolvimento da região estudada;
  - Determinação de áreas a serem preservadas para a mineração;
  - Readequação ambiental para os locais onde a atividade de extração mineral já tenha ocorrido, com a proposição de alguns usos alternativos.

#### **- Pesquisa bibliográfica**

Muitos dos trabalhos precedentes e de diferentes espectros técnico-científicos, contribuíram não só para a cartografia dos tipos litológicos aflorantes, mas também para a definição das características físicas e químicas necessárias para a exploração de recursos minerais. Esta contribuição estende-se também, à análise sócio econômica da atividade e à sua importância, frente a indústria da construção civil, bem como na avaliação de riscos e impactos ambientais.

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida em todas as fases do projeto, visando principalmente a integração de dados existentes em trabalhos anteriores sobre a área e a evolução da ocupação, bem como de outros aspectos que foram se mostrando pertinentes ao desenvolvimento do projeto. De um modo geral os temas pesquisados estavam relacionados à ocupação urbana, industrial e seus respectivos zoneamentos; recuperação ambiental em empreendimentos de mineração; monitoramento ambiental e produção e consumo de matérias primas para construção civil.



## 4 - GEOLOGIA

### 4.1 - CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana de Curitiba é parte integrante do Estado do Paraná, o qual exhibe feições de uma evolução geológica desde o Arqueano até o Cenozóico, representadas respectivamente por rochas do embasamento cristalino e materiais inconsolidados dos depósitos recentes. A área de estudo aparece em destaque no Mapa Geológico da figura 10, compreendendo rochas das seguintes unidades: Complexo Cristalino do Proterozóico Inferior, Grupo Setuva do Proterozóico Médio e Grupo Açungui do Proterozóico Superior, Granitos Intrusivos do Proterozóico Superior - Paleozóico, Intrusivas Mesozóicas, Grupo Guaratubinha do Paleozóico, Formação Guabirotuba e Sedimentos do Cenozóico.

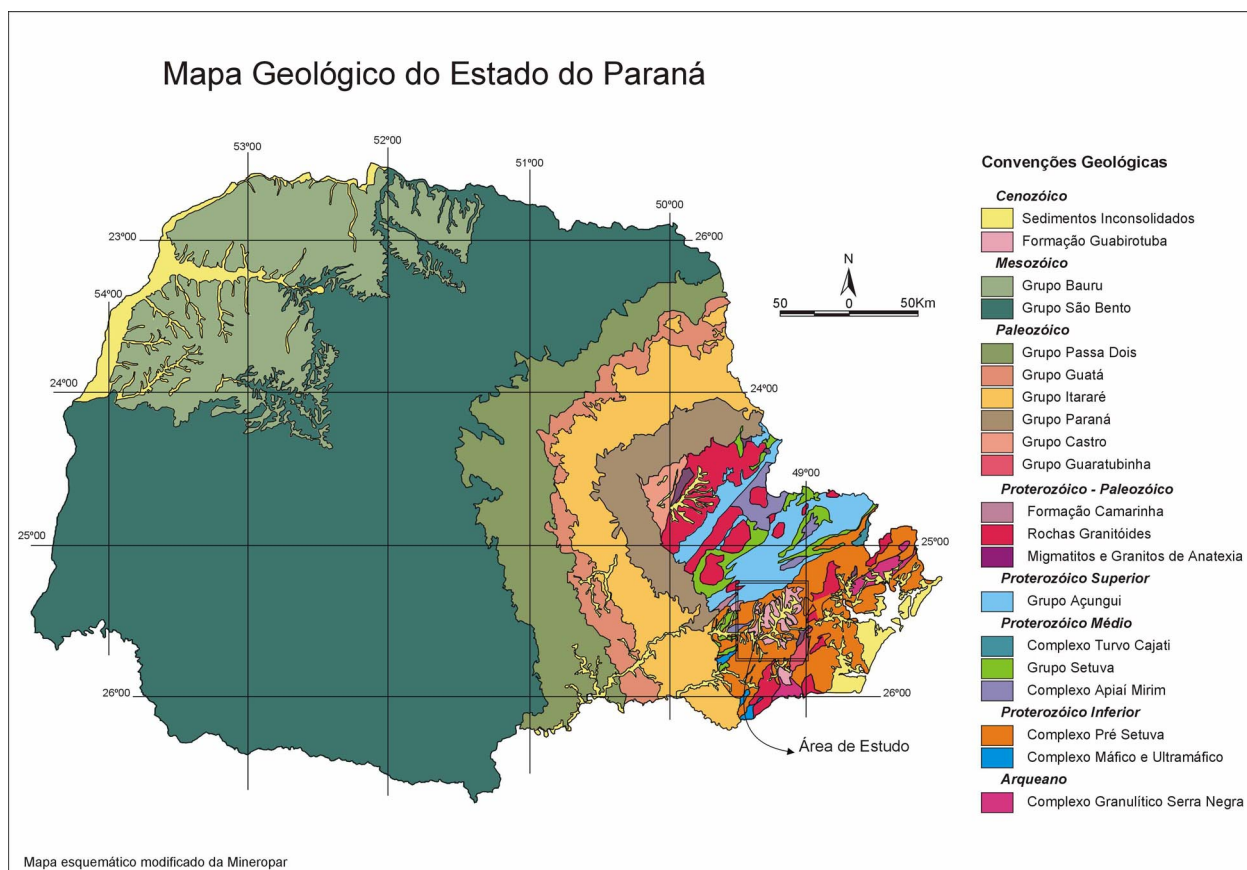


Figura 10: Mapa Geológico do Estado do Paraná

A área compreendida entre as UTM(s) 7.206.500m a 7.151.000m de latitude sul e 700.650m a 656.000m de longitude oeste no SAD 69, engloba a cidade e a Região Metropolitana de Curitiba. Essa é representada por um amplo espectro geológico, o qual envolve desde material proterozóico a material holocênico. Esta evolução

geológica é representada por migmatitos e rochas metamórficas associadas do Proterozóico Inferior e médio, metassedimentares indiferenciadas do Proterozóico Superior, intrusões graníticas e seqüências vulcânicas paleozóicas, corpos ígneos do Cretáceo e rochas sedimentares e sedimentos do Cenozóico. A distribuição espacial dessas unidades geológicas é ilustrada no mapa da figura 11, elaborado a partir de informações dos mapas geológicos publicados pela Comissão da Carta Geológica do Paraná (CCGPR), folhas de Curitiba, Piraquara, São José dos Pinhais e Araucária.

#### **4.1.1 - SEDIMENTOS ALUVIONARES**

Os sedimentos aluvionares ocorrem em grande parte da área, nas extensas planícies de inundação dos rios Iguaçu, Passaúna, Barigui, Belém, Rio Verde e outros.

Compreendem depósitos de sedimentos inconsolidados, com estratificações irregulares, às vezes com uma estratificação cruzada incipiente. São representados por areias, siltes e argilas escuras, sendo também comuns depósitos de turfas, exploráveis, nos aluviões do Rio Iguaçu, aos arredores de Curitiba. As cores são geralmente claras nas camadas de arenitos, avermelhadas nos siltitos e escuras nas argilas orgânicas. As areias são quartzosas, pobres em feldspatos e relativamente ricas em material argiloso.

#### **4.1.2 - FORMAÇÃO GUABIROTUBA**

Ocorre na porção central do mapa geológico, figura 08, sobretudo no município de Curitiba, ocupando uma área equivalente a 900 Km<sup>2</sup>. Seu maior eixo de ocorrência encontra-se orientado aproximadamente a N45°E. A Formação é representada basicamente por argilitos e arcóseos, com restrita ocorrência de conglomerados. Em geral apresentam contato brusco entre as litologias (Bigarella et al., 1967).

#### **ARGILITOS**

São caracterizados pela ausência de estratificação aparente, em geral apresentam acamamento incipiente. Exibem uma coloração cinza-esverdeada quando frescas e verde a vermelha quando estão alterados pelo intemperismo. Localmente apresentam nódulos arredondados a elipsóides de matéria orgânica.

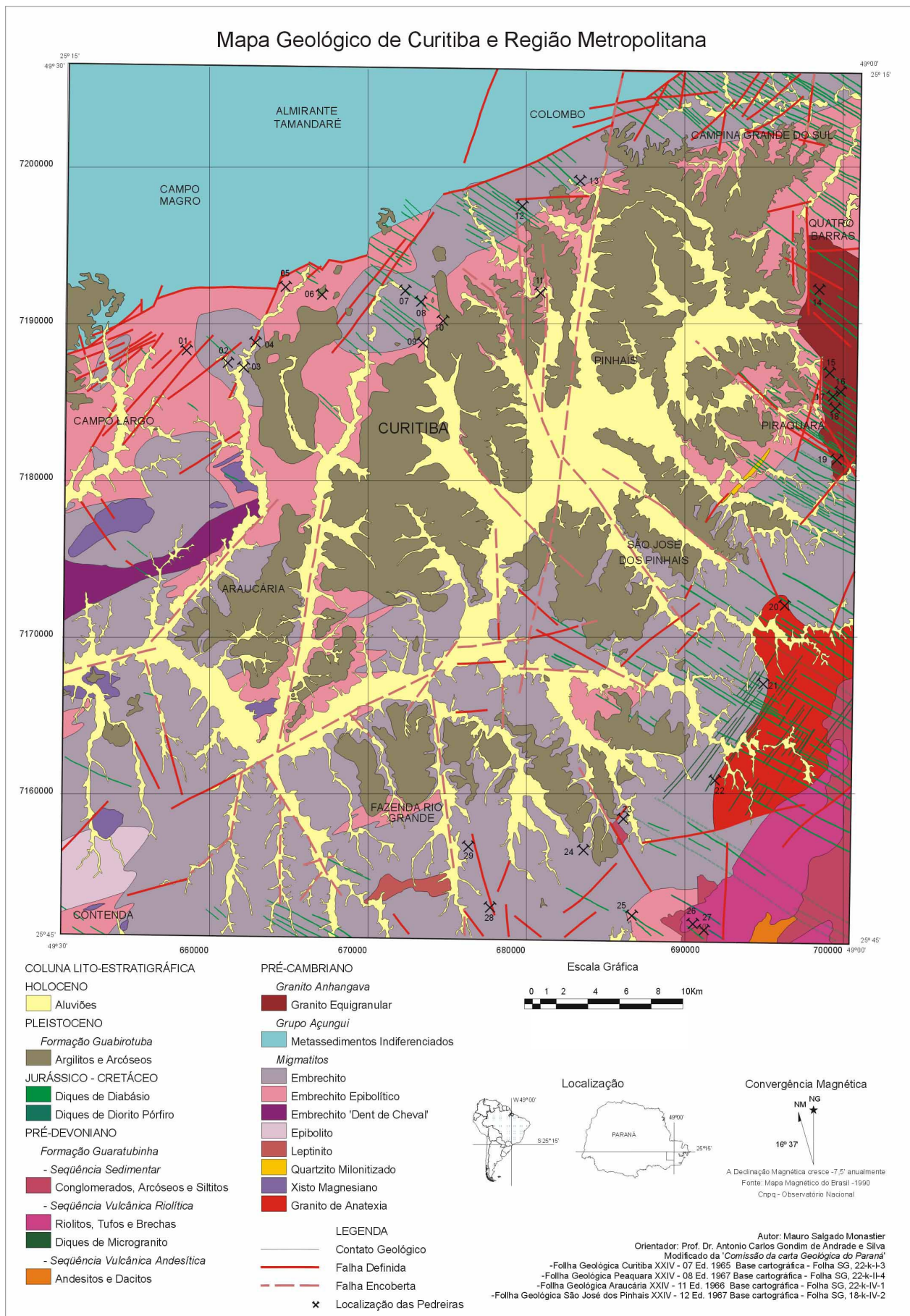


Figura 11: Mapa Geológico da Região Metropolitana de Curitiba.

## ARCÓSEOS

Os arcóseos ou areias arcoseanas ocorrem restritos sob a forma de lentes descontínuas, cujas espessuras são muito variadas, de decimétricas a métricas, ocupando áreas bastante variadas e com distribuição descontínua na região.

## CONGLOMERADOS

Comumente são suportados por grãos, tendo a matriz constituída por areia grossa arcossiana ou argilas esverdeadas; os seixos são subangulosos a subarredondados, variando de 2 a 5 cm, representados por quartzo, feldspato, quartzito, diabásio e rochas do embasamento, sendo estes últimos de modo bastante restrito, com a predominância dos de quartzo. Há a ocorrência de ortoconglomerados em sua maioria ortoquartzíticos, com gradação normal, estrutura plano-paralela horizontal e com matriz de areia fina a silte.

### **4.1.3 - INTRUSIVAS BÁSICAS**

Caracterizam intrusões em forma de diques, com direção noroeste, de idade Juro-Cretácica, estando alojados ao longo de falhas e fraturas NW-SE. Os enxames de diques no domínio do Arco de Ponta Grossa estão associados ao evento Sul-Atlântico de Schoppenhaus et al. (1984, in Silva, 1990) ou reativação Wealdeniana de Almeida (1967, in Silva, 1990). Estas rochas geralmente apresentam uma típica decomposição esferoidal.

#### DIQUES DE DIABÁSIO (MICRO-GABRO)

São representados por rochas melanocráticas cinza-escuras de granulação fina, composta essencialmente por cristais de plagioclásio e piroxênio.

#### DIQUE DE DIORITO PÓRFIRO

Representados por rochas melanocráticas cinza-escuras de granulação fina, diferenciando-se pela presença de megacristais centimétricos de plagioclásio em meio a matriz fina. Representam os diques de maiores espessuras.

### **4.1.4 - GRUPO GUARATUBINHA**

Ocorre a aproximadamente 22 km a sudeste de São José dos Pinhais, sotoposto aos migmatitos com uma discordância angular.

Esta unidade é considerada por alguns autores como sendo uma Formação, embora outros a denominem de Grupo. Esta unidade é caracterizada por três seqüências litológicas distintas, representadas por uma seqüência sedimentar, uma vulcânica riolítica e uma vulcânica andesítica de idade Paleozóica, (Bigarella et al., 1967).

#### 4.1.4.1 - SEQÜÊNCIA SEDIMENTAR

As rochas que constituem esta seqüência ocorrem na porção sudeste da área de estudo. Afloram com sua maior extensão a leste e a nordeste das mais altas montanhas formadas por riolitos, na Serra do Mar e em menores quantidades a oeste e a sudoeste dessas elevações.

A seqüência apresenta uma predominância de arcósios com importantes intercalações de siltitos e argilitos, além de distribuições locais de sedimentos rudáceos.

#### CONGLOMERADOS

Ocorrem em afloramentos isolados, caracterizados por seu desagregamento em grandes matacões de até 3 metros. Os matacões são rugosos e subarredondados e às vezes exibem indícios de arranjo gradacional dos seixos e finos leitões de material arcossiano.

Os conglomerados são polimífticos com matriz predominantemente arcossiana e raros fragmentos líticos do tamanho dos grânulos e areia. A matriz é de origem ígnea e é constituída por grãos de quartzo, microclínio, plagioclásio, opacos, piroxênio, hornblenda, apatita, titanita e zircão. Estes grãos são cimentados por clorita, pistacita e calcita. Em geral os grãos que constituem a matriz encontram-se intensamente fraturados. Os seixos que compõem os conglomerados apresentam uma variação no diâmetro, que vai de 1 a 50 centímetros, predominando os seixos de 5 a 10 centímetros. Os menores seixos e matacões são comumente subarredondados a subangulosos. A natureza dos seixos e matacões é muito variada, representada por rochas graníticas, anfíbolitos, gnaisses, riolito, quartzo, quartzito, feldspato, siltitos e arcósios. As rochas que caracterizam os seixos normalmente apresentam feições de baixo grau de intemperização.

## ARCÓSEOS

São representados por rocha de coloração castanho-avermelhada ou róseo escura, de granulação fina a média, exibindo estratificações plano-paralela, marcas de ondas e microestratificações cruzadas. É comum feições que evidenciam ritmismo na deposição, tais evidências são apresentadas por alternância de camadas com granulações e tonalidades diferentes que se repetem ciclicamente. Assim como feições de estratificação gradacional, demonstrados em bancos de arcósios conglomeráticos gradando para siltitos e argilitos, com representação em ciclos aparentemente regulares. Associados aos arcósios, ocorrem lentes de arcósios conglomeráticos, cuja matriz é constituída por numerosos seixos de riolito, quartzo e feldspato.

## SILTITOS

Encontram-se intimamente associados aos arcósios, às vezes ocorrem em bancos espessos, consolidados e estratificados, intercalados aos sedimentos arcosianos. São representados por rocha de coloração castanho escuro, composto essencialmente por quartzo e minerais micáceos, estes últimos em grande quantidade. Exibem estratificações rítmica e gradacional.

Localmente a rocha apresenta uma coloração cinza escura a verde escura, granulação fina e um bandamento bem marcado. Este é definido por uma repetição rítmica de camadas de material cinza-esverdeado, com raros e diminutos grãos de quartzo e feldspato envolvidos por matriz esverdeada. Este material esverdeado é definido pela presença de clorita, pistacita e opacos.

### 4.1.4.2 - SEQÜÊNCIA VULCÂNICA RIOLÍTICA

As rochas dessa seqüência ocorrem na porção sudeste da área de estudo e sustentam um relevo íngreme e com altitudes elevadas. Esta seqüência é marcada por rochas vulcânicas ácidas do tipo riolitos, com estrutura fluidal, riolitos porfíricos, tufos lapili-tufos, aglomerados e brechas vulcânicas. Localmente há ocorrência de corpos constituídos por rochas piroclásticas e vulcânicas ácidas intercaladas nos sedimentos. Estas rochas vulcânicas são por vezes cortados por rochas sub-vulcânicas riolíticas.

## RIOLITOS

Representados por rochas de coloração avermelhada, variando entre um róseo e vermelho tijolo, assim como castanho escuro a castanho avermelhado.

Há rochas porfíricas compostas por uma massa em vários tons de cinza, passando a esverdeado quando aumenta o teor de clorita. Em geral os riolitos são porfíricos, com fenocristais de quartzo e feldspato, podendo haver fenocristais de ferromagnesianos e metálicos, em meio a uma massa afanítica. É comum a presença de estruturas esferulíticas esféricas ou elipsoidais, com diâmetro variando de 2 a 10 mm. No interior dos esferulitos são encontrados pequenos cristais de quartzo.

### TUFOS

Há raros afloramentos de rochas frescas de tufos, o que em muito dificulta a sua identificação. São representados por rochas esverdeadas, constituídas por fragmentos líticos e fragmentos de cristais em meio a uma matriz criptocristalina. A matriz exhibe em sua composição calcedônia, sericita, clorita, hematita e pistacita. Os fragmentos de cristais, de quartzo, de feldspato potássico, de plagioclásio e de ferromagnesianos, são mais abundantes que os fragmentos líticos de riolitos, os quais variam de angulosos a arredondados.

### BRECHAS

As brechas, comumente de rochas vulcânicas riolíticas, estão associadas aos tufos, com os quais encontram-se intercaladas. Apresentam cor castanha escura a avermelhada e estão constituídas por fragmentos que variam de angulosos a arredondados, dispersos em meio a matriz afanítica esverdeada. Os fragmentos encontram-se com até 5 cm de tamanho e são representados por diversos tipos de riolitos, félsicos, porfíricos com fenocristais de quartzo e feldspato. A matriz exhibe uma coloração esverdeada, apresentando em sua composição essencialmente cristais de quartzo e feldspato.

### DIQUES DE MICROGRANITO

Ocorrem raramente e em pequenas extensões aflorantes, dispostos com orientação nordeste. São representados por rochas castanho-avermelhada, maciça, de granulação fina, composta por quartzo, fenocristais de ortoclásio róseo com até 8 mm de comprimento e raramente cristais de plagioclásio, além de minerais ferromagnesianos cloritizados. Em alguns diques de pequena espessura a rocha é caracterizada pelos fenocristais de quartzo em meio a matriz afanítica.

#### 4.1.4.3 - SEQÜÊNCIA VULCÂNICA ANDESÍTICA

Esta seqüência é caracterizada por rochas vulcânicas de composição andesítica tendendo a dacítica, cuja ocorrência é restrita na porção sudeste da área.

##### ANDESITOS

Representados por rochas de coloração castanha escura ou castanha avermelhada e raramente na cor cinza média escura. Composta essencialmente por fenocristais de feldspato (até 3 mm de comprimento) e cristais prismáticos de piroxênio (até 1 mm de comprimento), de minerais opacos e raramente de quartzo em meio a uma matriz afanítica. Além de vesículas elípticas ou esféricas, comumente orientadas e diâmetro variando de 1 a 15 mm, preenchidas por quartzo, calcita ou clorita e zeólitas, e raramente por epidoto. Apesar dos afloramentos serem raros e comumente intemperizados, a existência de vesículas orientadas, bem como de amígdalas orientadas, preenchidas com quartzo, calcita e clorita, além de andesitos vitrófiros, confirmam se tratar de derrames de lavas andesíticas.

##### DACITOS

Representados por biotita-dacitos, composto por biotita, plagioclásio e minerais ferromagnesianos substituídos por clorita, calcita e anfibólios. Segundo Moorhouse, 1959 (apud Bigarella *et al.*, 1967) a presença de fenocristais de quartzo neste litotipo caracteriza uma tendência à dacitos.

#### 4.1.5 - GRANITO ANHANGAVA

Trata-se de um maciço intrusivo que sustenta a serra da Baitaca e a serra da Boa Vista, pertencentes à serra do Mar, caracterizado por um *stock* de aproximadamente 57 Km<sup>2</sup>, sendo seu comprimento de 15 Km no sentido N-S e sua largura máxima de 6,5 Km no sentido E-W. Situa-se na porção nordeste da área de estudo, estando intrudido em migmatitos, exhibe um contato discordante com as encaixantes (Fuck *et al.*, 1967b).

O Granito Anhangava está representado por rocha cinza a cinza-rósea, pintalgada de manchas pretas esparsas, decorrentes de cristais de biotita e anfibólio. A rocha exhibe uma granulação média a grossa, e é constituída essencialmente por cristais de quartzo, feldspato potássico, oligoclásio, albita, biotita e anfibólio. Tendo como minerais acessórios a fluorita, o zircão, a apatita, a alanita e minerais opacos.



Petroquimicamente varia entre um granito alcalino a um granito sub-alcalino, onde o alcalino apresenta cristais de albita e anfibólio sódico, já o granito sub-alcalino apresenta cristais de oligoclásio.

#### **4.1.6 - GRUPO AÇUNGUI**

O Grupo Açungui ocorre na porção norte-noroeste da área, estando representado pela Formação Capiru, a qual engloba as rochas metassedimentares ao sul da Falha da Lancinha. Estas são aqui abordadas como metassedimentares indiferenciadas e sem detalhamento de suas características, pois não apresentam uma grande importância na produção de brita, utilizada pela indústria da construção civil, nas obras de pavimentação e grandes estruturas armadas de concreto.

As rochas metassedimentares indiferenciadas, são caracterizados por filitos, quartzitos e predominantemente por mármore dolomíticos. Os filitos são de coloração esverdeada a castanho e avermelhada, de granulação muito fina e muito foliados. Já os quartzitos ocorrem como lentes dentro dos filitos, e podem apresentar grãos de quartzo de até 1 cm. Os mármore dolomíticos apresentam cores claras, branco, cinza-azulado a cinza-claro, em geral são maciços de granulação média, exibindo localmente acentuadas feições de dissolução cárstica.

#### **4.1.7 - MIGMATITOS E INTERCALAÇÕES**

Em geral os migmatitos da Região Metropolitana de Curitiba encontram-se em contato ao norte com sedimentos indiferenciados do Grupo Açungui, com um rumo aproximado de N60E, a oeste em contato com o granito Anhangava, e a sudeste com as rochas sedimentares e os riolitos da Formação Guaratubinha, estando parcialmente encobertos pelos sedimentos fracamente consolidados da Formação Guabirotuba na região de Curitiba.

Os migmatitos são de idade arqueana e estão constituídos basicamente por dois tipos: homogêneos e heterogêneos.

Os migmatitos heterogêneos apresentam litologias que se caracterizam pela associação estreita de rochas cristalofílicas e de granitóides em que os paleossomas e neossomas conservam suas identidades petrográficas, podendo ser claramente distinguidos na escala da amostra ou de afloramento. A unidade petrográfica dos migmatitos heterogêneos só transparece através de afloramentos bastante extensos

nos quais se pode observar bem a alternância e o contraste das faixas maciças com filões félsicos. Compreendem os epibolitos e os agmatitos.

Já para os migmatitos homogêneos foram considerados gnaisses de granulação grossa, essencialmente feldspáticos, de aspecto granitóide, possuindo um bandamento irregular e uma xistosidade incipiente ou confusa, apresentando simultaneamente aspectos texturais de rocha cristalofílica e de granito. Os migmatitos homogêneos compreendem embrechitos e anatexitos.

Na Região Metropolitana de Curitiba há ocorrência de ambos os tipos de migmatitos, homogêneos e os heterogêneos, que são respectivamente representados por embrechitos, embrechitos epibolíticos, embrechitos “Dent de Cheval”, epibolitos e lepitinitos.

#### EMBRUCHITO

Representado por rocha leucocrática a mesocrática de granulação grossa, constituída principalmente por cristais de plagioclásio, feldspato alcalino e quartzo, os quais ocorrem em proporções equivalentes. Em menores quantidades há lamelas de biotita e clorita, hornblenda, epidoto e alanita, além de minerais acessórios como apatita, zircão, opacos e esfeno. A rocha exibe um foliação marcante caracterizada pela orientação preferencial das lamelas de biotita e clorita e também pela orientação de minerais prismáticos. Quando intemperizado origina matacões com até 2 m de diâmetro, com superfície rugosa ressaltada pelos cristais de quartzo salientes que se encontram orientados preferencialmente segundo o bandamento gnáissico.

#### EMBRUCHITO EPIBOLÍTICO

Foram assim denominados por apresentarem localmente estrutura típica de embrechitos, e quando em exposições mais extensas exibem aspectos característicos de epibolitos. Em geral são representados por complexos litológicos constituídos por bandas alternadas de gnaiss ou xisto magnesiano constituindo o paleossoma, e por quartzo feldspato constituindo o neossoma, localmente há ocorrência de veios espessos, originando pegmatitos feldspáticos. Ocorrem na porção noroeste da área.

### EMBRECHITO “DENT DE CHEVAL”

A característica marcante destas rochas é a ocorrência de grandes matacões, que chegam a ter 10 m de comprimento e 4 m de largura, além de saliências causadas por cristais de feldspato alcalino com até 3 cm de comprimento.

### EPIBOLITO

São reconhecidos por intercalações de bandas máficas e félsicas sub-paralelas, cuja espessura varia de centimétrica a decimétrica. Possuem um paleossoma que é representado por rochas cristalofílicas de coloração cinza claro a cinza escuro podendo chegar a cor preta, composta essencialmente por hornblenda, quartzo, biotita e plagioclásio. Em geral as bandas máficas ocorrem com uma maior espessura. Já o neossoma ora é constituído por rochas aplíticas, ora por biotita-granitos finos ou porfiroblásticos e ora por pegmatitos quartzo-feldspáticos que exibem lamelas de biotitas de até 3 cm.

### LEPTINITO

Caracteriza-se por rochas bandadas com granulação média. Apresentando em sua assembléia mineral quase que exclusivamente quartzo e feldspato. Os quais ocorrem orientados preferencialmente segundo o bandamento da rocha. Estes ocorrem localmente e restritos ao sul da área.

Associado a estes migmatitos há ocorrência de xistos magnesianos, quartzitos milonitizados e granitos de anatexia, cujas características estão descritas na seqüência.

### XISTOS MAGNESIANOS

São rochas que ocorrem inclusas nos migmatitos, que em geral são pequenos corpos, porém podem chegar até 20 Km<sup>2</sup>. Estes xistos magnesianos são representados por rochas verdes compostas por talco, tremolita, actinolita, hornblenda, clorita, serpentina, enstatita, olivina, diopsídio e carbonatos, decorrentes da migmatização em rochas básicas e ultrabásicas.

Em geral o contato entre os xistos magnesianos e os migmatitos é abrupto e bem marcado, mas há situações em que ocorre uma transição gradual entre eles, evidenciada pela feldspatização. Esta se apresenta diminuindo gradualmente em direção ao centro dos corpos de xistos, ou através de zonas de concentração de

vermiculita ao seu redor, possivelmente resultado da reação entre o material magnésiano com o material feldspático dos migmatitos.

#### QUARTZITOS MILONITIZADOS

Ocorrem como enclaves de pequenas dimensões nos migmatitos, porém sob a forma de lentes, as quais encontram-se entre 0,5 e 4,5 Km de comprimento e largura entre 10 a 200 m e são concordantes com a orientação regional dos migmatitos.

Os quartzitos milonitizados são representados por rocha branca de granulação média a fina, composto essencialmente por quartzo. É observado na composição de muitos corpos a presença de feldspato róseo, biotita e muscovita. Comumente são friáveis o que viabiliza a sua exploração para saibro.

#### GRANITO DE ANATEXIA

Do mesmo modo que as rochas descritas anteriormente, corpos de granitos de anatexia ocorrem associados aos migmatitos. Estes encontram-se representados por rocha de coloração rósea-avermelhada a branca, de acordo com o grau de intemperismo. Apresentam granulação média a grossa, composta por cristais de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, estes intensamente caolinizados, além de minerais máficos em pequena quantidade e sempre oxidados e alterados para clorita e magnetita. Tais minerais se encontram dispostos em uma orientação mais ou menos pronunciada, principalmente nas proximidades das bordas do granito.

O granito de anatexia apresenta-se em um corpo alongado com aproximadamente 60 Km<sup>2</sup>, localizado a alguns quilômetros a sudeste de São José dos Pinhais. Em geral o granito encontra-se fraturado e cataclasado, localmente apresenta-se milonitizado e ultramilonitizado, representado por uma massa esverdeada, constituída de diminutos fragmentos angulares de feldspato e quartzo de neoformação.

Encontra-se em contato com os embrechitos de forma gradual, definida por uma progressiva homogeneização e perda da estrutura gnáissica típica dos embrechitos. Os granitos de anatexia também encontram-se encobertos, em sua porção oriental com discordância angular, pelas rochas sedimentares e vulcânicas riolíticas da Formação Guaratubinha.

## 4.2 - CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

De um modo geral, os litotipos da Região Metropolitana de Curitiba exibem feições tanto de uma tectônica dúctil quanto de uma rúptil. A fase dúctil é caracterizada por migmatização e dobramentos, enquanto a rúptil caracteriza-se por diáclases e falhas transcorrentes (Scholl *et al*, 1980).

A tectônica dúctil registra uma fase de dobramento, evidenciada por duas grandes dobras regionais, as quais são resultantes do condicionamento dos esforços tectônicos vigentes à época da migmatização. Uma das dobras é do tipo sinclinal com eixo ENE-WSW, mergulhando para E, e a outra por uma anticlinal com eixo ENE-WSW mergulhando para SE, esta sofre uma inflexão para E direcionando-se localmente para EW e retornando à sua direção principal.

A tectônica rúptil é caracterizada por no mínimo três fases distintas de falhamento. Um evento, que provavelmente seja o mais jovem, apresenta uma orientação NW-SE e encontra-se evidenciado pelo alojamento de diques de diabásio em falhas NW e pelo desenvolvimento do paisagismo. O suposto evento mais antigo, cujas falhas estão orientadas a NE ou ENE, ocorrem principalmente limitando os migmatitos e encontra-se preenchidos por pegmatitos quartzo-feldspáticos, típicos das últimas manifestações orogênicas. A partir de evidências como diques de diabásio e de microgranito alojados em falhas NW deslocados por falhas NE, acredita-se em uma outra fase tectônica mais recente, ou uma reativação da tectônica NE antiga. Há também um fraturamento NS tão proeminente quanto os outros acima citados, porém, este encontra-se mascarado pelos sedimentos da Formação Guabirota, mas se torna visível quando observa-se o sistema de drenagem nele instalado.

## 5 - BRITA

### 5.1 - Conceitos

Brita ou rocha britada é a denominação dada ao elenco de rochas duras ou semiduras, representadas por granitos, gnaisses, basaltos, diabásios, migmatitos, gabros, calcários e dolomitos, dentre outras que, após desmonte por explosivos, britagem e seleção, podem ser misturadas com outros insumos tais como o cimento e a areia na fabricação de concreto. As britas são utilizadas em diversos tipos de obras da construção civil, sendo empregadas em grande escala na pavimentação e na conservação de rodovias e ferrovias.

Pela NBR 9935/87, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o termo agregado é usado para definir um material sem forma ou volume definido, geralmente inerte quimicamente, de dimensões e propriedades adequadas para produção de argamassas e concreto.

Os agregados podem ser definidos como partículas de rocha ou minerais que, quando consideradas em conjunto, em condições classificadas ou não, formam parte ou o todo de uma estrutura de engenharia ou construção. Segundo a NBR 7211 (EB-4), os agregados são materiais pétreos, obtidos por fragmentação artificial ou já fragmentados naturalmente, com propriedades adequadas, possuindo dimensões nominais máxima inferior a 152 mm e mínima superior ou igual a 0,075 mm.

O termo agregado graúdo, é também usado como referência à rocha britada ou simplesmente para brita, sendo que agregado miúdo normalmente é o termo usado quando se refere à areia. Desempenha uma função econômica de máxima importância, pois geralmente representa o elemento de custo mais baixo por unidade de volume do concreto e do concreto betuminoso. Os agregados atuam de forma decisiva no incremento de certas propriedades, tais como a redução da retração (substancialmente grande no concreto de cimento), aumento da resistência ao desgaste, dentre outras.

Os agregados são substâncias inertes, ou seja, não sofrem transformações químicas dentro dos produtos finais, argamassas e concretos. Os agregados, além de serem resistentes, duráveis e sem ação química nociva sobre o aglomerante, não devem levar para o concreto ou argamassa elementos estranhos ou prejudiciais às reações do aglomerante, tais como matéria orgânica, material pulverulento, partículas fracas, ou que dificultem a aderência da pasta com os fragmentos de rocha.

Agregados de areia natural, pedregulho e pedra britada são essenciais para construção e representam a maior proporção dos materiais usados na indústria da construção civil. A reutilização de agregados está somente agora se tornando uma prática, onde a substituição de agregados naturais por agregados artificiais a partir de resíduos de produtos de outras indústrias, ainda possui pequena aplicação na construção civil. Atualmente o grande volume de agregados para construção é produzido diretamente por britagem de maciços rochosos e de ocorrências naturais de depósitos de areia e pedregulho (Schalch, *et al* 1990).

## 5.2 - Classificações

Para a classificação dos agregados pode-se usar como critério, a origem do material, a massa unitária, o tipo de fragmentação e a granulometria.

- Com relação à origem do material os agregados podem ser classificados em:

Naturais - Provindos de rochas naturais (areia, seixo, pedregulho, rocha britada);

Artificiais - Obtidos a partir de substâncias naturais ou artificiais que passam por vários tratamentos, misturas e fusões (argila expandida, vermiculita, sinter).

- Com relação à massa unitária os agregados são classificados em:

Agregados leves - Empregados atualmente na construção de pré-moldados com vantagens na redução de peso e excelentes qualidades de isolamento térmico e acústico (Ex: pedra-pomes, isopor, styropor, argila expandida, vermiculita, etc);

Agregados normais - Usados em obras correntes (ex: brita, areia, etc.);

Agregados pesados - São utilizados na fabricação de concretos para estruturas especiais, tais como blindagem contra irradiações gama, raios X, etc. Os minerais utilizados para produção desses agregados são: principalmente barita, limonita e magnetita.

- Com relação ao tamanho da partícula, os agregados são classificados segundo seus limites granulométricos, expressos em porcentagem das quantidades de grãos ou fragmentos menores que os vários tamanhos considerados, obtidos por peneiramento, também conhecido como graduação de agregados, apresentados na tabela 05.

Agregados miúdos - os grãos, em sua maioria, passam pela peneira ABNT 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 mm (ex: areia e pedriscos);

Agregados graúdos - regulamentados conforme a norma NBR 5734, os grãos em sua maioria, passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira ABNT 4,8 mm, ex: brita, cascalho, pedregulho e seixo rolado (Frazão, 2002).

Tabela 05 – Intervalos entre as classes granulométricas da brita.

Classificação da Brita	Tamanho em mm
1	4,8 – 12,5
2	12,5 – 25,0
3	25,0 – 50,0
4	50,0 – 76,0
5	76,0 – 100,0

Fonte: Faço (in Schalch, *et al* 1990).

Conforme o grau de cominuição a que são submetidas, as rochas proporcionam a produção de britas de dimensões variadas, que são classificadas e numeradas de acordo com seus tamanhos nominais, definidos pela abertura de peneiras de malhas quadradas que são expressas em milímetros.

Os tipos de brita mais comumente produzidos são classificados comercialmente pelos números 1, 2, 3, 4 e pedra de mão ou 5 (tabela 05), usa-se também pedrisco e "pó de pedra". O pedrisco corresponde ao material proveniente da britagem de rocha de dimensão nominal mínima igual ou superior a 0,075 mm. O "pó de pedra" é o material resultante da britagem de rocha de dimensão nominal máxima inferior a 0,075 mm.

### 5.3 - Usos

A produção de concreto consome a maior parte da produção de brita. A razão para se elaborar concreto composto de brita, areia, cimento e aço, prende-se ao fato que o cimento por si só seria muito caro e além disso, não é um material suficientemente resistente e flexível, para suportar grandes estruturas.

A grande utilização da brita ou agregados graúdos é na pavimentação e construção de rodovias e ferrovias, em barragens para hidroelétricas, obras de drenagem e outras de menor porte. Conforme Frazão (2002), as rochas granitóides, granitos e gnaisses, do ponto de vista qualitativo, constituem-se em melhores produtos para brita, algo superiores que as rochas básicas, basaltos e diabásios.



## Concreto

A adequação da brita para produção do concreto, segundo Frazão 2002, depende do tipo de rocha e da sua forma geométrica, da granulometria dos fragmentos ou da aspereza superficial. Portanto, a maior parte das rochas se ligará com o cimento mas elas não produzirão um concreto de boa qualidade a menos que satisfaçam certas características técnicas tais como:

- Forma: é a propriedade do concreto que determina a facilidade com que ele é misturado e aplicado, também conhecida por trabalhabilidade, é caracterizada pelas partículas planas, alongadas ou irregulares e é aumentada pelos fragmentos mais arredondados. Com fragmentos arredondados é mais fácil preencher todos os vazios com cimento e com a areia, sendo que o uso de fragmentos irregulares pode levar à inclusão casual de ar que reduz a resistência à ruptura do concreto;

- Graduação: para a engenharia uma brita bem graduada ou de graduação densa é aquela constituída de partículas ou fragmentos em seqüência contínua de tamanhos, apresentando um mínimo de vazios. Já um agregado de graduação aberta é aquele que não tem a percentagem de finos necessária. Um agregado bem graduado é necessário para reduzir a quantidade de cimento empregada e ajuda a assegurar que todos os fragmentos estejam em contato, conferindo uma maior resistência ao concreto.

- Textura superficial: brita com uma superfície áspera, possui uma melhor aderência que seixos de cascalhos, os quais tendem a ter superfícies lisas, embora proporcionando uma maior trabalhabilidade. Rochas porosas não devem ser usadas como brita em clima frio, pois a água pode penetrar nos poros e o congelamento e degelo sazonais poderão enfraquecer a resistência do concreto.

- Impurezas: os materiais finos são a principal impureza das britas, porque envolvem os fragmentos maiores e inibem a cimentação ou aderência. Impurezas químicas também devem ser evitadas pois podem originar reações no concreto em condições úmidas. As areias de origem marinha devem ser lavadas para a remoção dos sais.

## Pavimentação

Em rodovias adequadamente construídas existem geralmente até quatro camadas ou leitos, as quais são denominadas coletivamente de *pavimento*, o qual

pode ser construído tanto com *asfalto* (brita ligada com material betuminoso) ou de concreto.

- Sub-leito: é a superfície do solo após a terraplenagem, sobre a qual pode ser necessária a colocação de uma camada de reforço e regularização;

- Sub-base: camada de fundação e drenagem feita de brita solta, formada por fragmentos graúdos com pouco finos;

- Base: camada de suporte e distribuição de carga, composta por brita bem graduada, usualmente ligados com betume.

- Revestimento: camada de rolamento, a qual deve fornecer uma superfície lisa, segura, durável, impermeável e antiderrapante.

Em pavimentos ligados por cimento há uma camada única de concreto acima da sub-base, equivalente às duas camadas superiores. Todos os materiais usados para construção de estradas estão sujeitos a normas padronizadas e especificações, baseadas em testes de laboratório.

As principais propriedades dos agregados para rodovias são:

- Granulometria: O limite superior de tamanho é usualmente 38 mm para a camada de sub-base e 19 mm na camada de base, com um limite inferior de 0,075 mm. O agregado deve ser bem graduado, especialmente para a base, para assegurar que os fragmentos se juntem bem e estabilizem quando compactados.

- Forma: Deve ser angulosa para melhor travamento quando compactados. Areia e cascalho também são empregados na base de rodovias, mas devem ser bem graduadas para melhor compactação. Materiais de rejeitos locais também podem ser adequados para a sub-base.

- Aderência: É a facilidade em se aderir ou ligar. O betume adere melhor em rochas com superfícies rugosas como pedra britada, quando comparado com superfície lisa de um seixo rolado de rio.

- Umidade: Os materiais para construção de estradas não devem absorver quantidades excessivas de água, para que não ocorra a expansão e contração, com a conseqüente ruptura do pavimento.

- Densidade: A densidade de uma rocha usada em agregado não é crítica em termos de requisitos para a engenharia, mas pode influir na economicidade da operação. O basalto possui uma densidade de 2.900 Kg/m<sup>3</sup>, sendo que a do calcário é de 2.600 Kg/m<sup>3</sup>. Esta diferença de cerca de 10% em peso resulta em uma economia operacional de transporte.

- Resistência à pressão: A brita usada para pavimentação deve ser resistente para suportar as tensões produzidas por veículos em movimento sem se romperem em fragmentos menores.

- Resistência ao desgaste: O revestimento deve ser resistente à abrasão pelo atrito dos pneus, esse desgaste pode ser medido pelo *índice de desgaste Los Angeles* (ILA). Quanto menor é o ILA maior é a resistência da rocha à abrasão ou desgaste.

- Resistência ao polimento: A brita para uso rodoviário não pode tornar-se polida com o uso contínuo, para manter a aderência entre o revestimento e os pneus dos veículos, evitando derrapagens. São preferíveis agregados de rochas que contenham uma mistura de minerais duros e brandos, os quais se desgastam com taxas diferentes, mantendo sempre uma superfície áspera.

### **Agregados especiais**

São considerados agregados especiais, aqueles que possuem propriedades específicas, requeridas em determinadas obras de engenharia.

### **Agregados leves**

São materiais de baixa densidade, incluem escória porosa de alto forno, cinza volante e cinza de fundo de fornalha de usinas termoeletricas a carvão. Blocos de concreto feitos desses materiais de baixa densidade são fáceis de manusear e tem excelente propriedade isolante, pois tem alta proporção de poros, sendo no entanto relativamente pouco resistentes.

### **Agregados pesados**

Os agregados pesados ou de alta densidade são produzidos pela adição de materiais tais como minério de ferro ou barita. O concreto de alta densidade é usado para lastrear oleodutos conectados a plataformas marítimas de petróleo e à costa, e também para construção de vasos de reatores nucleares (Frazão, 2002).

## **5.4 Locais de Ocorrência**

Existem duas principais fontes de materiais para produção de brita: maciços rochosos compactos principalmente ígneos, metamórficos, eventualmente formações sedimentares de depósitos inconsolidados com concentrações naturais de areia e pedregulhos ou de fragmentos de rochas diversas.

A maioria das rochas duras podem ser usadas como brita, pois a experiência mostra que as mesmas se comportam adequadamente num amplo espectro de aplicações menos rigorosas. Quantidades muito grandes de materiais de boa qualidade são exigidas para concreto estrutural e pavimentação de rodovias, aos quais se aplicam rigorosas especificações. A aplicabilidade de um agregado só pode ser determinada por testes em laboratório. Contudo é geralmente aceito que exista uma correlação aproximada entre a qualidade do agregado e a porosidade da rocha. Pode ser considerado como regra geral, que as rochas com valores de absorção de água menores que 2% produzem brita de boa qualidade e rochas cujo valor ultrapassa a 4%, não são adequadas para brita. Esta correlação é bastante útil na prática para a localização de novas fontes de agregados.

Como são inúmeras as litologias capazes de serem aproveitadas para a produção de brita, em praticamente todo o Paraná existem empreendimentos em produção e em maior número por questões de tamanho de mercado, na Região Metropolitana de Curitiba. Somente no extremo noroeste do Estado, na área de cobertura de solos arenosos finos da formação Caiuá, inexistente a possibilidade de localização de jazimentos com características favoráveis à produção de brita. Não obstante, este tipo de atividade concentra-se principalmente em dois domínios geológicos, nas rochas graníticas do Embasamento Cristalino e nas rochas basálticas da Bacia do Paraná, representados no mapa da figura 10.

De forma genérica, as rochas graníticas do Embasamento Cristalino situadas no Primeiro Planalto Paranaense e em especial na área de estudo, podem ser subdivididas geomorfologicamente em duas unidades menores, conforme o Quadro 06.

Quadro 06 – Unidades Geomorfológicas, escalas e características das áreas.

<b>Unidades</b>	<b>Escalas</b>	<b>Características da área</b>	<b>Localização</b>
Primeiro Planalto Paranaense	Regional	Planalto de Curitiba e escarpas da Serra de São Luiz do Purunã e Serra do Mar	Região da Grande Curitiba
Primeiro Planalto Sul Superfície Alto Iguaçu	Local	Colinas amplas e médias; morrotes alongados e espigões interdigitados com vales dissecados, onde encontram-se os depósitos de rochas para produção de brita	Região da Grande Curitiba
Relevos de agradação continental e planícies aluviais.	Local	Terraços fluviais e planícies aluviais onde se encontram os depósitos de areia.	Vale dos principais rios da região

Fonte: Magalhães, 2002 modificado.

Da análise destes tipos de relevo, observa-se que apenas em nível de escala local, a unidade Superfície Alto iguaçu, que possui um relevo dissecado e com alguma expressão nas diferenças de cota, é a que define os locais mais favoráveis para a exploração de rochas para brita.

### **Brita de rochas ígneas**

Apesar das rochas ígneas exibirem uma grande variedade composicional, sua aplicabilidade como agregados depende de seus minerais constituintes, da sua trama cristalina, da textura e do grau de alteração, os quais estão relacionados com seu modo de ocorrência.

Do ponto de vista químico, a vasta maioria das rochas ígneas são constituídas por combinações de apenas oito elementos. Desses o oxigênio é o dominante, em seguida a sílica e então alumínio, ferro, cálcio, sódio, potássio e magnésio. A sílica ( $\text{SiO}_2$ ) varia de 40% a 75% do total e o seu conteúdo é que classifica a rocha em termos das categorias ácida, intermediária, básica e ultrabásica.

No Estado do Paraná são fornecedores de rocha para pedra britada, os maciços graníticos e granodioríticos do litoral, sendo no Primeiro Planalto, os diques de diorito e diabásio, os granitos intrusivos do Paleozóico e os migmatitos do Embasamento Cristalino, no Terceiro Planalto os basaltos do grande vulcanismo fissural. Os diques de diabásio ou micro-gabros estão presentes nos três Planaltos são fontes de rocha para brita. São também usados, os riolitos vulcânicos do Grupo Castro, nos municípios de Castro e Pirai do Sul, e as rochas ígneas vulcânicas da Formação Guaratubinha, no município de São José dos Pinhais, situadas no Primeiro Planalto.

A produção de britas no domínio da Bacia do Paraná é proveniente de diversos tipos de basaltos originários de derrames extrusivos da Formação Serra Geral e rochas intrusivas básicas a ela associadas, todas de idade Mesozóica (230 a 65 M.a.). Quando na forma de rochas intrusivas, essas rochas básicas aparecem formando sills ou de diques em zonas de fraqueza por fraturas ou contatos entre camadas das várias formações geológicas da Bacia do Paraná, aflorando principalmente, na sua borda, na região também conhecida geologicamente como Arco de Ponta Grossa.

As rochas dominantes na porção do litoral do Estado, são graníticas e granitóides; por esse motivo predomina a produção de britas de granito e gnaisse nos municípios onde há pedreiras instaladas sobre terrenos dessa natureza. A principal unidade desse domínio, cujas rochas são aproveitadas para brita, é o Complexo

Costeiro, de idade arqueana (> 2500 M.a.), e de algumas suítes graníticas de idade fanerozóica (540 a 435M.a.).

#### **Brita de rochas metamórficas:**

No Estado do Paraná e em especial na RMC, os gnaisses além dos migmatitos do Primeiro Planalto e da Serra do Mar, são explorados para utilização como brita.

As jazidas de rochas metamórficas de composição carbonática, representadas por mármore e metacalcários calcíticos e dolomíticos, da RMC, tem sua aplicabilidade quase que exclusivamente no fabrico do cimento, cal e corretivo agrícola, embora exista a possibilidade de uso deste litotipo como brita. Alguns produtores das regiões de Colombo, Almirante Tamandaré e Rio Branco do Sul, vêm tentando, introduzir a brita de metacalcário na indústria da construção civil. Algumas concreteiras têm adquirido este produto, mas ainda assim, o consumidor final, representado por construtoras e lojas de materiais de construção, não demonstram boa aceitação do produto, por considerá-lo pouco resistente e reativo com o cimento.

Este fato demonstra a necessidade de submeter amostras de brita de metacalcário a testes de resistência e aplicabilidade na indústria da construção civil, classificando aquelas que são aptas para uso em agregados. Há vantagens comparativas, no que se refere à economicidade de sua lavra e processamento por meio de britagem, visto serem relativamente mais brandas e frágeis do que as rochas ígneas e as metamórficas comumente utilizadas como brita.

#### **5.5 - Locais Favoráveis**

A exploração de rocha para produção de brita na RMC é definida por fatores geológicos e é rígida a localização dos litotipos com certas características que os tornam adequados para esta finalidade. Além desta restrição natural, existem outras condicionantes de ordem técnica, econômica, política e ambiental.

Do ponto de vista econômico, o centro produtor não deve localizar-se muito distante do centro consumidor, para não encarecer o produto pelo transporte. A brita é um insumo que irá fazer parte da cadeia produtiva, ou seja a indústria da construção civil, influenciando portanto diretamente no custo por metro quadrado de área construída. Por outro lado, do ponto de vista político e ambiental, a localização deste tipo de empreendimento deve se adequar a outros usos dados ao terreno, tais como

parques e ou reservas ambientais, previsão de ocupação urbana ou industrial a curto ou médio prazo, entre outros.

Quanto às condicionantes de ordem técnica, deve-se considerar, que a forma de relevo e a espessura do solo de alteração que recobre o minério, são fatores que em muito influenciam na viabilidade do empreendimento. A espessura do material alterado que recobre a rocha inalterada, também chamado de estéril, representa o volume que será mecanicamente desagregado, carregado e removido do local da atividade, antes mesmo desta atividade ser produtiva financeiramente. Isto representa um custo operacional direto, com pagamento imediato e que somente será amortizado a longo prazo e por ocasião da comercialização do material lavrado e beneficiado. Por outro lado este material em raras ocasiões é utilizado para a finalidade de aterro na regularização topográfica de lotes urbanos ou outra obra de engenharia civil, sendo que geralmente é depositado em local denominado de bota-fora, ocupando portanto uma superfície do terreno que possui um valor comercial como área e que poderia ser utilizado para uma outra finalidade por vezes mais rentável.

Com base nos diversos fatores condicionantes, pode-se fazer uma análise dos locais favoráveis para se implantar esse tipo de empreendimento, na RMC. O fator geológico é o primeiro a ser avaliado, visto que só as áreas onde ocorre o litotipo ideal deve ser considerada, sendo que as demais poderão ter outros usos que não a mineração. Além da existência da rocha adequada, as áreas com menor espessura de solo ou material estéril e com declividades acentuadas, são os locais ideais para a exploração de rocha para produção de brita. Sob essa ótica e analisando a compartimentação geomorfológica da área de estudo contida na figura 06 em conjunto com o mapa geológico da figura 11, depreende-se que dos quatro compartimentos geomorfológicos da região, os compartimentos 2 e 4, possuem rochas e relevos mais adequados para a exploração de rocha para produção de brita.

O compartimento 2 é definido por duas faixas uma ao sul dos metassedimentos do Grupo Açungui, com direção NE, e a outra na porção sul da área de estudo, ambas constituídas por rochas do Embasamento Cristalino, sendo que o relevo apresenta declividade moderada com vales mais íngremes e compreendidos entre as altitudes de 800 e 1.000 m. Neste compartimento a rocha é de boa qualidade porém as espessuras do material de cobertura é relativamente elevada.

Por sua vez no compartimento 4 que ocorre na porção leste da RMC, é composto por rochas do Grupo Guaratubinha, seu relevo é o mais acidentado e exhibe

as maiores elevações e declividades, as quais são caracterizadas por intrusões ígneas que chegam a apresentar uma variação entre topo e base de até 500m. Alguns litotipos desse compartimento são de excelente qualidade para produção de brita, a espessura do material de cobertura é significativamente reduzida e a declividade é acentuada. Estes atributos conferem a estes compartimentos características técnicas de favorabilidade para a atividade de exploração de rocha para produção de brita.

O quadro 07 apresenta uma síntese de domínios geológicos com as características de relevo e de litotipos, suas especificidades de usos e suas potencialidades em termos de recursos minerais.

Quadro 07 – Domínios morfolitológicos da Região de Curitiba.

Domínios	Características	Ocupação Urbana	Recursos minerais
Aluviões Planícies aluviais	- Depressões com declividades entre 0 e 5%; baixa drenabilidade; lençol freático próximo da superfície; presença de sedimentos pouco consolidados; ricos em matéria orgânica.	- inundações frequentes; solo vulnerável à poluição; trincamento de edificações, desestabilização de fundações; proliferação de insetos, fungos e bactérias; maiores gastos em obras de infraestrutura.	- Areia, argila e cascalho para construção civil e para indústria cerâmica; - Turfa para fertilizante; - Água subterrânea.
Formação Guabirota Bacia de Curitiba	- Colinas amplas e suaves; declividade baixa a moderada; - Material detrítico disponível para remoção; sedimentos inconsolidados com argilas expansivas; argilas rijas e conglomerados.	- Possibilidade de ocorrer movimentos de massa; desestabilização de fundações; subsidência e rachaduras nas construções; desestabilização em taludes e aterros.	- Cascalho para construção civil; argila para cerâmica vermelha e água subterrânea associada a lentes de arenito e conglomerados.
Intrusivas Juro-Cretáceas Diques básicos	- Relevo com alinhamento de cristas e sistema de drenagem na direção NW/SE; situam-se em contexto de relevo cárstico.	- Inadequado para assentamento urbano denso, quando associado a rochas carbonatadas e a presença de aquífero.	- Rocha para produção de brita e para cantaria. - Favorece formação de reservatório natural de água subterrânea
Grupo Açungui Metassedimentos indiferenciados Relêvo cárstico	- Rocha carbonática de alta solubilidade; área de descarga e recarga de aquíferos. - Terrenos montanhosos, instáveis, sujeito a movimentos de massa; forte escoamento superficial, com enxurradas e potencial erosivo; solo raso e coluvionar.	- Área não adequada ao processo de urbanização densa. - Recomendação de nenhuma forma de adensamento urbano.	- Água subterrânea. - Quartzito para uso industrial e material argiloso para cerâmica; Barita, minerais sulfetados, talco, mármore.
Fm. Guaratubinha Riolitos Granito intrusivo	- Relevo montanhoso com declividade acentuada, aliado à natureza arenosiltosa do material de alteração das rochas; presença de solos coluvionares.	- Fragilidade moderada a alta.	- Rocha para produção de Brita e rocha para cantaria. - Baixo potencial para Água subterrânea.
Compl. Cristalino Migamatitos	- Relevo montanhoso, declividade moderada, solos de alteração areno siltoso. - Presença de solos coluvionares profundos, evoluídos e de natureza argilosa.	- Fragilidade baixa a moderada.	- Rocha para produção de Brita. - Baixo potencial para Água subterrânea.

Com base nos dados apresentados pode-se efetuar um planejamento da exploração mineral evitando ou minimizando conflitos com demais usos do terreno.



## 5.6 - Pesquisa Mineral

A etapa de investigação da reserva mineral, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo, é denominada de pesquisa mineral. Envolve alguns aspectos técnicos e o atendimento a algumas exigências legais para se obter o título legal junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral, órgão federal subordinado ao Ministério das Minas e Energia, que é a quem cabe autorizar a pesquisa e a exploração do bem mineral por uma determinada empresa de mineração ou pessoa física.

O projeto e o requerimento de autorização para as etapas da pesquisa, bem como a execução dos trabalhos de investigação da qualidade e quantidade de minério, são atividades técnicas executadas por profissional habilitado (Geólogo ou Engenheiro de Minas registrado no CREA), visto sua complexidade e especificidade.

Visto que constitucionalmente o sub-solo é propriedade da União, é através de um Alvará de Pesquisa concedido à cidadão brasileiro ou empresa de mineração o direito de explorar, ou seja pesquisar uma ocorrência mineral, informando oportunamente ao Órgão gestor os resultados obtidos. Com base nestas informações contidas em relatório próprio, é facultado ao requerente, através de uma Portaria de Lavra, a possibilidade de explorar comercialmente a então jazida mineral.

Para a pesquisa da rocha para produção de brita, os trabalhos técnicos consistem em localizar e materializar geograficamente os limites da área pleiteada. Demarcada a área, definir as características físicas e químicas da rocha, suas possibilidades de uso e aplicações, o volume de material estéril a ser movimentado e principalmente os volumes disponíveis para a futura exploração.

Para Plano de Aproveitamento Econômico da jazida, etapa definida para o empreendedor obter do DNPM o título legal denominado Portaria de Lavra, são planejadas as atividades de lavra. Será necessário definir as características e dimensionar as capacidades dos equipamentos que serão utilizados nas etapas de desmonte, carregamento, britagem e seleção do minério, bem como os investimentos financeiros a serem disponibilizados para que o empreendimento seja implantado com a devida segurança.

## 5.7 - Métodos de Lavra

As rochas para brita constituem um bem mineral de baixo preço por unidade de peso e valor agregado. Não dependem de concentração ou anomalia para serem exploradas. O método de lavra empregado é a céu aberto, usando o processo de

desmante com explosivos e com bancadas. A altura das bancadas ou frentes de lavra variam muito entre as pedreiras, fato que depende diretamente da capacidade dos equipamentos de perfuração utilizados. Na RMC, as bancadas das pedreiras de brita variam entre 10 m e 30 m de altura.

Devido à falta de orientação técnica especializada, verifica-se que ainda existem lavras de rocha para produção de brita que não consideram critérios técnicos mais adequados. Em algumas pedreiras o corte do maciço rochoso (talude) constitui uma única face com altura além da recomendada, onde o correto seria efetuar o desmante em bancadas próximas de 12m de altura, por questões de segurança e operação dos equipamentos. Existem pedreiras onde a altura das bancadas ultrapassam 15m, às vezes atingindo 25m ou até mais que isso. Na foto 01 pode-se observar uma pedreira que é explotada em uma única bancada, onde altura desta chega a atingir 30 metros.



Foto 01 - Pedreira em bancada única com altura acima do ideal recomendado.

Nas pedreiras que pertencem a empresas mais organizadas, na etapa inicial do desmante, é indispensável que a cobertura ou capeamento de solo seja removido. O mesmo procedimento deve ser feito para com as rochas alteradas e impróprias para uso, existentes na cobertura das futuras frentes de lavra, para que este material não contamine a rocha sã a ser britada. Para realizar este trabalho de decapeamento, normalmente são utilizados tratores de esteira e lâmina, de 20 a 35 t e pás carregadeiras. Esse material estéril pode ser utilizado em parte para obras de aterro e conservação de estradas. Normalmente é armazenado em local próprio, como pilhas de estéril. Na foto 02 observa-se pela diferença de cor, o material de alteração que

situa-se na parte superior das bancadas e que necessita ser removido. A relação entre o volume de estéril e o de minério é um dos fatores determinantes na viabilidade de aproveitamento econômico de uma jazida para produção de brita.



Foto 02 - A espessura do perfil de alteração é fator limitante na exploração.

Na foto 03 pode-se observar uma retroescavadeira executando a remoção do material intemperizado. Os caminhões estão sendo carregados para executar o transporte até o depósito de rejeitos ou pilhas de estéril.



Foto 03 - Retroescavadeira removendo o material estéril de cobertura.

A deposição dos rejeitos normalmente é feita em local próximo de onde o mesmo foi removido, visto o custo de transporte ser determinante na economicidade do

empreendimento. Quanto maior for o volume desse material, maiores serão as dificuldades e os custos para sua remoção e deposição, além de que, as áreas ocupadas pelas pilhas de estéril representam uma superfície de terreno que possui um valor comercial e que eventualmente poderia ter uma outra finalidade de caráter mais rentável.

A foto 04 ilustra um depósito de rejeitos, onde um grande volume de material de cobertura de uma pedreira está sendo depositado. Nestes locais normalmente são executadas obras de estabilização dos taludes, de controle de erosão, instalação de bacias de decantação e trabalhos de revegetação e de reconstituição paisagística.



Foto 04 - Depósito de rejeitos de uma pedreira situada no município de Campo Largo.

Após a etapa de decapeamento, é elaborado um projeto de desmonte, dotado de um "plano de fogo" onde consta a previsão de perfuração da rocha e uso de explosivos. Este projeto deve ser elaborado por profissional habilitado, com especificações da quantidade de furos, posição de cada um, profundidade, distâncias da face da bancada e entre eles, bem como a quantidade de explosivo necessária a ser colocada em cada furo. Este procedimento é necessário para que o desmonte seja relativamente uniforme e os fragmentos de rocha resultantes sejam compatíveis com as dimensões do britador. Nas fotos 05 e 06, pode-se observar o compressor de ar que alimenta o conjunto de perfuração, a perfuratriz em funcionamento, na abertura de um furo inclinado, onde será colocada a carga de explosivo.

A perfuração da rocha é feita geralmente por uma perfuratriz sobre esteiras do tipo Rock, ou sobre pneus, do tipo Wagon Drill. Estas são acionadas por ar comprimido

que é fornecido por um compressor de grande porte, isto devido ao grande volume de ar utilizado, bem como da alta pressão necessária para o adequado funcionamento dos equipamentos. Os compressores de ar mais comumente utilizados são os móveis, acionados por um motor a diesel (foto 05), embora algumas mineradoras façam uso de compressores estacionários, os quais neste caso são acionados por energia elétrica.



Foto 05 - Compressor de ar movido por motor à diesel e atrelado a uma perfuratriz



Foto 06 - Perfuratriz de carreta na operação de abertura de furo inclinado.

A rocha é perfurada vertical ou inclinadamente até o pé da bancada situada abaixo, sendo que os furos possuem diâmetros que dependendo da capacidade da perfuratriz, podem variar de 1 a até 3 polegadas e dispostos em intervalos variados, de 3 a 5 metros. Forma-se assim, uma malha de furos que pode ser carregada com

diversos tipos de explosivos, dependendo da disponibilidade e do fabricante. Na foto 07 pode-se observar a malha de furos abertos, os quais serão carregados com explosivos para o oportuno desmonte da rocha. Durante esse tempo, os furos permanecem tamponados com cones de sinalização para evitar a queda acidental de algum fragmento de rocha e a conseqüente obstrução do mesmo.



Foto 07 - Malha de furos abertos, aguardando serem carregados com explosivo

Os explosivos podem ter como base o nitrato de amônia ou compostos nitroglicerizados variando de acordo com as características da rocha e a situação da lavra. Quando o plano de fogo possui alguma imprecisão ou deficiência, é comum o desmonte resultar em blocos de tamanhos muito diferenciados, fato que prejudica sobremaneira a etapa de carregamento e conseqüentemente o rendimento da usina de britagem primária.

Nesta etapa do processo, os problemas ou conflitos com a comunidade próxima às minas, referem-se aos eventuais ultralanchamentos de fragmentos de rochas, bem como às vibrações, ambos causados pela detonação do explosivo usado no desmonte. As vibrações acústicas se propagam pelo ar e as sísmicas de partícula, que são transmitidas através do terreno.

Os blocos com dimensões acima da limitada pela abertura do britador primário e que portanto não podem ser triturados por este equipamento, devem ser fragmentados em blocos menores, através de fogachos com explosivos, ou através de equipamento denominado rompedor mecânico. Na foto 08 pode-se observar esse equipamento montado na extremidade da lança de uma retroescavadeira. Este equipamento é constituído de um martelo hidráulico que por contacto, fratura a rocha através de impactos cadenciados e com deslocamentos de pequena amplitude.



Foto 08 - Rompedor utilizado para redução do tamanho de blocos detonados.

Após o material ser detonado e conseqüentemente fragmentado, efetua-se o carregamento e o transporte dos blocos rochosos com auxílio de pá carregadeira e de caminhões basculantes, com capacidade de carga de 20 a 30 t, até as instalações da usina de britagem.

Na foto 09 pode-se observar uma escavadeira tipo "shovel" na operação de carregamento com rocha detonada, de um caminhão basculante fora de estrada, de 35 t, o qual irá transportar a rocha à usina de britagem situada próxima à frente de lavra.



Foto 09 - Carregamento de rocha detonada à ser transportada à usina de britagem.

Na maioria dos empreendimentos, a usina de beneficiamento localiza-se dentro dos limites da mesma propriedade, ou seja muito próximo da frente de lavra, com distâncias da ordem de 500 m. Deste modo esse transporte interno entre a jazida e o beneficiamento, é feito por acessos privados, que geralmente são utilizados apenas pelos caminhões da própria empresa, ou eventualmente por empresas terceirizadas.

### **5.8 - Beneficiamento**

As operações de beneficiamento consistem em operações seqüenciais, de britagem primária, secundária e rebitagem em uma ou duas etapas (britagem terciária e quaternária), sempre objetivando a redução do tamanho do fragmento de rocha. Os britadores geralmente utilizados nas operações de britagens primária e secundária são os de mandíbula, ao passo que no processo de rebitagem são mais utilizados os rebitadores tipo cônico ou cone e girosféricos.

A primeira britagem do material bruto é feita com um britador de grandes dimensões, cujo modelo mais usado é o de mandíbulas com abertura de até 100X60 polegadas. A foto 10 ilustra o caminhão fora de estrada utilizado no transporte do minério entre a jazida e a usina, aguardando para efetuar a descarga da rocha detonada no início do processo de britagem. Na foto 11 observa-se um britador primário em funcionamento, sendo alimentado por uma calha dosadora vibratória. O produto desta operação passa por uma grelha onde é classificado. A parte fina (undersize) segue para a classificação final e a parte grossa (oversize) segue para os



britadores secundário e terciário onde é rebitado e novamente classificado. O ajuste da granulometria tomada para rebitagem nos britadores secundário e terciário, é normalmente feito em função dos estoques existentes em cada faixa granulométrica, bem como pelas exigências ou necessidades do mercado consumidor.



Foto 10 - Caminhão de grande porte em processo de descarga.



Foto 11 - Britador primário sendo alimentado por calha dosadora.

O transporte da rocha fragmentada entre os britadores e as unidades de classificação, normalmente é feito através de um sistema de correias transportadoras. Durante o processo de cominuição os fragmentos vão sendo sistematicamente selecionados por tamanho, mas como uma última operação, é feita a classificação granulométrica do material, onde a brita é separada por peneiras vibratórias e levada

por correias transportadoras até silos individuais ou depósitos, para ser estocada e posteriormente ser carregada em caminhões para a entrega ao consumidor conforme a necessidade e o tamanho exigido. A foto 12 ilustra uma pilha pulmão sendo abastecida a partir de uma esteira transportadora. As pilhas pulmão representam uma forma de se obter estoques intermediários entre as diversas etapas de britagem e de seleção granulométrica, de modo que se um dos equipamentos tiver seu funcionamento interrompido por um breve período de tempo, por algum problema técnico em um dos equipamentos, os demais continuam funcionando, evitando a interrupção completa do circuito.



Foto 12 - Esteira transportadora e estoque intermediário de rocha britada.

A classificação da brita por tamanhos nominais de brita 1, 2, 3, 4 e 5, geralmente é feita através das peneiras vibratórias, passando a ser após esta operação, a denominação de brita graduada, conforme discriminado na tabela 05.

Todo este processo resulta em variados níveis de ruído e poeira, além de certo grau de risco de acidentes. As pedreiras instaladas possuem, em geral, controle e equipamentos inibidores de poeira ao longo da linha de britagem, reduzindo a quantidade de pó desprendido nesta operação.

### **5.9 - Controle Ambiental na Usina de Britagem**

No processo de beneficiamento para produção de rocha britada, a geração de poeira pode originar problemas de saúde, não apenas para os trabalhadores envolvidos no processo, como também para a população que ocupa o entorno desses

empreendimentos, ocasionando conflitos entre esta comunidade e a atividade de extração mineral.

As instalações de britagem de um modo geral, representam um desafio para técnicos em controle ambiental. Como o processo de britagem tem como objetivo a cominuição da rocha, é normal a grande formação e emissão de materiais finos particulados, agravados pela necessidade de transporte por etapas e estocagem em pilhas intermediárias. Na foto 13 pode-se observar o pó gerado em uma usina de britagem com os aspersores de água desligados e em dia de baixa umidade do ar.



Foto 13 - Usina de britagem com os equipamentos de controle de poeira desativados.

A principal diferença deste pó de outros materiais particulados emitidos pelas indústrias de transformação, consiste em não possuir um local de emissão único e bem definido. Quando a fonte é localizada, torna-se mais fácil a solução técnica do problema de poluição ambiental.

A emissão de pó inicia-se na perfuração, detonação e movimentação do material na jazida. Esta é realmente a etapa de solução mais difícil. O pó emitido é também chamado de poeira fugitiva, por não ter fonte bem definida, dispersa-se rapidamente num grande volume de ar e não permite portanto a sua coleta. A forma de se controlar esta fonte de poluição é umedecer com água o material e as pistas de tráfego, utilizando caminhões pipa equipado com aspersor. Não existe uma forma de reter o pó liberado durante a detonação, mas é possível reduzir sua liberação, fixando no solo a poeira depositada nas pistas e que seria levantada pelo tráfego de caminhões e pelas máquinas carregadeiras. Para melhorar a eficiência da operação é possível utilizar

produtos tensoativos (detergentes) que aumentam o poder umectante da água, fazendo com que o pó sedimente mais rápido.

Quando os caminhões basculam a rocha bruta na grelha alimentadora do britador, certa quantidade de pó é levantado junto com o ar deslocado. Deste ponto do processo de beneficiamento e durante toda a seqüência de britagem da rocha, a cada etapa surge uma nova superfície seca do fragmento e é gerada aí, uma nova fonte para geração de pó.

A identificação das diversas fontes de emissão de pó começa normalmente nos britadores, no sistema de transporte e peneiramento e nas pilhas pulmão. A emissão de pó se torna mais grave à medida que o material vai tendo seu tamanho reduzido e nos sistemas que manuseiam o material mais fino como a brita zero e o "pó de pedra".

As fotografias aéreas podem ser um dos instrumentos que auxilia na identificação dos locais onde é necessária uma intervenção de despoeiramento na planta de britagem. Os locais onde existe forte emissão de pó normalmente ficam registrados com maior destaque, sendo mais facilmente detectados.

Quando executada a identificação das fontes emissoras de poeira, o trabalho será de especificação e dimensionamento do sistema de controle. Na prática observa-se que um sistema com deficiência de projetos, mas que é bem operado e apresenta boa manutenção, torna-se mais eficiente que um sistema sofisticado e bem projetado mas que não é operado com a atenção necessária.

O método mais comumente utilizado para controlar, reduzir ou até eliminar a emissão de pó é a utilização de pulverização de água para manter o material úmido em diversos pontos dos estágios do beneficiamento.

A constante adição de água no processo pode trazer alguns inconvenientes, provocando a formação de incrustações nos pontos de transferência, a aglomeração das partículas finas alterando o desempenho das peneiras vibratórias, a obstrução das telas mais finas das peneiras vibratórias, reduzindo a capacidade e causando a aderência das partículas mais finas nas partículas maiores, prejudicando na classificação granulométrica do material.

Outro método de despoejamento consiste no enclausuramento das principais fontes emissoras de poeira e a utilização de um sistema de exaustão acoplado a um coletor de pó. Este coletor de pó pode atender a um único equipamento específico ou através de dutos atender a um conjunto de equipamentos, fazendo o despoejamento de todas as fontes. Este sistema de despoejamento apresenta custos de instalação e de manutenção mais elevados, contudo apresenta a vantagem de não adicionar água ao material, mantendo o material britado com a umidade original.

## 6 - MERCADO PRODUTOR

### 6.1 - Caracterização do Material

Os materiais rochosos quando usados na forma granulada como é o caso da brita, são denominados de agregados. Para tal finalidade, estes materiais devem possuir dimensões e propriedades adequadas para o seu uso na construção civil.

As propriedades ou características físicas e químicas dos fragmentos possuem estreita relação com a origem geológica e conseqüentemente mineralógica da rocha fonte. Dentre estas características, a textura, a mineralogia e os parâmetros físicos podem ser observados e descritos por métodos e termos geológicos ou geotécnicos tradicionais, que objetivam a avaliação do potencial destes materiais rochosos para o uso na construção civil.

Devem ser levadas em consideração algumas destas características, quando do uso da brita, principalmente em misturas de concreto de cimento Portland e ligantes betuminosos e para tal são classificadas de acordo com algumas normas ou padronização de acordo com os seguintes parâmetros (Gomes, 2002):

**Tamanho da Partícula** - A distribuição granulométrica pode ser determinada por métodos convencionais de peneiramento, (diâmetro mínimo superior a 4,8 mm). A brita para concreto deve possuir uma adequada distribuição granulométrica, para obter maior compactidade, resultando em menor índice de vazios, permitindo maior economia de cimento e ganho de resistência. Para o composto asfáltico, as frações granulométricas utilizadas dependerão do tipo de pavimentação a ser realizado.

**Forma das Partículas** - Pode ser arredondada, irregular, angular, alongada, ou outra. Para o concreto a forma das partículas deve ser a mais equidimensional possível, para garantir a facilidade no manuseio, a operação e promover maior resistência do produto final. Para o composto asfáltico a forma das partículas também deve ser a mais equidimensional possível, sendo neste caso, para diminuir o consumo de betume e também melhorar a resistência mecânica.

**Textura da Superfície** - É o grau de rugosidade da superfície da partícula, sendo que nos dois tipos de uso, a rugosidade da superfície da partícula afeta a aderência ao agregado; maior rugosidade implica em maior aderência.

**Porosidade** - É a porcentagem de espaços vazios com relação ao volume total do agregado. A porosidade é inversamente proporcional à qualidade do agregado, afetando as características de resistência, elasticidade e contribuindo também, na

permeabilidade, absorção d'água e durabilidade do agregado. Rochas com valores de porosidade iguais ou menores que 2%, em geral produzem bons agregados. Acima deste valor devem ser tomadas algumas precauções quanto ao seu uso.

**Estrutura dos Poros** - Refere-se ao tamanho, forma e volume dos poros, a qual pode ser permeável (poros interconectados e conectados à superfície da partícula) ou impermeável (poros isolados). Uma porosidade com alta permeabilidade não é desejada nos agregados para diversas aplicações. Quanto maior a porosidade, maior a absorção de água e de soluções salinas pelo agregado podendo, conseqüentemente, reduzir a sua durabilidade. Em concreto betuminoso, a porosidade aumenta a absorção do betume e conseqüentemente aumenta o custo do pavimento. Materiais porosos são mais adequados para revestimento acústico.

**Densidade** - A densidade é um bom indicador da alterabilidade do agregado. Baixos valores indicam má qualidade do agregado, devido ao aumento da porosidade, alteração e muitas vezes devido à presença de argilominerais.

**Variação Volumétrica** - Pode ocorrer devido a variações cíclicas de umidade. Os agregados devem possuir pequena ou nenhuma variação volumétrica quando submetidos a ciclos de umedecimento e secagem. Efeitos de expansão e contração produzem forças de tração que podem fissurar o concreto.

**Condutividade Térmica** - É a capacidade do agregado em conduzir calor. Agregados com baixa condutividade térmica são desejáveis para prevenção do congelamento através do pavimento.

Quanto ao maciço rochoso que origina a brita, deve-se observar as seguintes características principais:

**Grau de fraturamento** - Eventualmente fraturado; Pouco fraturado; Moderadamente fraturado; Muito fraturado; e Extremamente fraturado. Maciços rochosos com fraturamento considerável tendem a produzir agregados de qualidade duvidosa, pois as fraturas são caminhos naturais para a percolação da água que promove ou acelera a alteração das rochas. Com a permeabilidade aumentada, a água pode atingir os argilominerais expansivos localizados tanto nos poros quanto nas fissuras da rocha. Como conseqüência, a expansão dos argilominerais pode provocar tensões manifestadas pelo aumento do volume desses minerais com a absorção d'água, fenômeno este que pode levar a rocha à desagregação.

**Resistência** - Rocha coerente; Mediamente coerente; Pouco coerente; e Incoerente. Para uso em concreto a brita deve possuir adequada resistência mecânica para suportar as solicitações físico-mecânicas durante a preparação do concreto, como também aquelas advindas dos esforços estruturais posteriores. Já para o uso em compostos betuminosos, a brita deve ter boa resistência à compressão para resistir ao peso dos veículos. De forma geral, agregados provenientes de rochas pouco coerentes e incoerentes possuem baixo desempenho quando utilizados.

Relacionado às principais propriedades químicas dos agregados no preparo de concreto ou de composto betuminoso podem ocorrer:

**Reação Álcali-Sílica** - Os álcalis do cimento na presença de água, podem reagir com a brita que contenha certos minerais de sílica, formando um *gel* no entorno da partícula do agregado. Este *gel* umedecido causa expansão do agregado e conseqüentemente a ruptura do concreto.

**Reação Álcali-Carbonato** - Esta reação é similar à da álcali-sílica, embora com a ausência de formação do *gel*. Rochas susceptíveis à reação álcali-carbonato são alguns tipos de calcários dolomíticos.

**Presença de Minerais Metálicos e Sulfetos** - Alguns componentes metálicos, tais como o óxido de zinco, podem afetar o concreto. Minerais de pirita ao se oxidarem podem causar problemas relacionados à expansão mineral. Existindo oxigênio no meio, é possível que ocorra a oxidação destes minerais, acarretando na perda de resistência do concreto. Esta oxidação produz sulfatos solúveis que reagem com a matriz do cimento causando aumento de volume podendo acarretar o aparecimento de fissuras.

**Presença de Sulfatos** - Quando presentes em quantidades suficientes, ou quando em ambientes saturados e úmidos, sulfatos podem reagir com componentes do cimento, resultando em uma expansão excessiva que pode levar o concreto à fadiga.

**Presença de Zeólitas** - Natrolita e Heulandita, duas zeólitas ricas em sódio, podem trocar o sódio pelo cálcio da pasta de cimento aumentando a quantidade de álcalis. A Laumontita e a Lonhardita mudam de volume durante processos de umedecimento e secagem.

**Presença de Periclásio** - O Periclásio é um óxido de magnésio e quando hidratado em uma massa de cimento, causa aumento de volume, que é prejudicial pois pode provocar o aparecimento de gretas.



Os valores apresentados na Tabela 06, são aceitos apenas como indicadores de qualidade do material. Apenas um único ensaio não é por si só, suficiente para indicar a adequabilidade de uma rocha britada. É desejável que se proceda uma associação de ensaios, para se obter resultados que determinem algumas das propriedades físicas, químicas e de durabilidade de determinado tipo de rocha britada.

TABELA 06 - Avaliação da qualidade do agregado baseado em ensaios tecnológicos.

Ensaio /unidade	Excelente	Bom	Razoável	Ruim
Massa Específica seca (g/cm <sup>3</sup> )	>2,9	2,6 - 2,9	2,3 - 2,6	<2,3
Absorção d'água (%)	<0,5	0,5 - 2,0	2,0 - 6,0	>6,0
Porosidade (%)	<2	2 - 3	3 - 4	>4
Sanidade Mg, Na SO <sup>4</sup> (%)	<2	2 - 12	12 - 30	>30
Congelamento e degelo (%)	<0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2,0	>2,0
Adsorção de azul de metileno (g/100g)	<0,4	0,4 - 0,7	0,7 - 1,0	>1,0
Resistência a compressão simples (Mpa)	>200	100 - 200	50 - 100	<50
Resistência a carga pontual (Mpa)	>8,0	4,0 - 8,0	1,5 - 4,0	<1,5
Resistência ao esmagamento (%)	<20	20 - 25	25 - 30	>30
Resistência ao impacto treton (%)	<20	20 - 25	25 - 30	>30
Resistência a abrasão Los Angeles (%)	<40	40 - 45	45 - 50	>50
AIV (% finos), úmido	>12	12 - 20	20 - 30	>30
Índice Ks (abrasão Mill)	<0,002	0,002-0,004	0,004-0,015	>0,015
Índice I (velocidade ultrasônica)	<1,2	1,2 - 1,5	1,4 - 2,0	>2,0
RDI (índice de durabilidade)	>2,5	2,5 - -1,0	-1 - -3	<-3

Adaptado de Verhoef & Van De Wall in Frazão, e Paraguassu, (1998).

## 6.2 - Organização Produtiva do Setor

Os minerais que possuem uso direto na construção civil, são também conhecidos por "bens minerais de uso social", isto em função de sua importância para os setores ligados à habitação, saneamento e ao transporte. Em geral, a maioria das empresas que atuam neste setor são de médio a pequeno porte, podendo chegar a micro empresas, em sua maioria, com baixa capacidade organizacional e econômica. Em função destas características, algumas apresentam também um menor desempenho em termos de gestão ambiental e conseqüentemente, um maior índice de operações irregulares ou até mesmo clandestinas.

Com base em dados obtidos junto ao setor produtivo, uma série de reflexões sobre a estrutura da oferta e algumas observações sobre a demanda podem ser consideradas, bem como permitem ser analisadas algumas hipóteses sobre a forma de concorrência e o processo de formação de preços da brita no Estado do Paraná.

O mercado da rocha britada é um segmento do mercado mineral constituído por um grande número de unidades de produção. Estas unidades apresentam pedreiras,

distribuídas por diversos municípios situados em praticamente todas as regiões administrativas do Estado do Paraná.

Do ponto de vista tecnológico, o setor do mercado de brita não apresenta subdivisões relevantes porque os vários produtos são beneficiados na própria pedreira e são submetidos ao mesmo processo produtivo. Do ponto de vista da divisão social do trabalho, normalmente adotam-se duas formas de classificação para as empresas:

- As verticalizadas, quando o capital social engloba todas as várias etapas, ou seja, do processo produtivo da brita, até a obtenção do produto final (concreto ou asfalto).
- As independentes, quando o capital social restringe-se a uma única etapa do processo produtivo, neste caso, apenas a exploração da rocha e a produção da brita.

Na prática, os mercados oscilam entre a concorrência e o monopólio. Nos mercados monopolizados, os preços são rígidos e geralmente as margens de lucro são grandes, enquanto que no outro extremo, em mercados com concorrência, os preços são mais flexíveis e os lucros são mais adequados.

Nos mercados onde há um grau intermediário de concentração industrial, observa-se uma realidade onde algumas empresas, geralmente de grande porte e relativamente homogêneas, controlam uma parcela significativa do mercado e detêm o poder de fixar preços. Nesses mercados, geralmente existem barreiras para a entrada de novas empresas, seja pela fixação elevada da escala mínima de produção, ou seja pelo uso de determinado tipo de tecnologia, cujo acesso é difícil e por vezes até impossível de ser obtido e instalado.

Sendo a brita um produto com características regionais, a amplitude do seu mercado é determinada pelo peso relativo do custo de transporte no preço final do produto. Por outro lado, os ganhos de produtividade obtidos na lavra, no beneficiamento e na distribuição, em muito interferem no jogo de mercado realizado pelas empresas. Assim sendo, pode-se afirmar que a oferta de brita organiza-se de modo bastante peculiar, uma vez que unidades produtivas relativamente pequenas e independentes disputam o mercado com as grandes unidades independentes ou na maioria das vezes com as verticalizadas.

Por ser um produto com baixo valor unitário, o custo do frete tem forte peso no custo final da brita. Esta característica reduz o comércio entre as regiões e limita o mercado em um determinado raio de atuação para as empresas. Devido a essa característica, caso o transporte do produto seja executado pela empresa, esta verticalização pode aumentar a margem de lucro das empresas envolvidas.

O mercado consumidor é maior nas grandes cidades, onde a competição tende a ser mais acirrada. As distâncias percorridas pelo produto das empresas produtoras de brita para a colocação dos seus produtos, variam em torno de 40 km, para as regiões administrativas da Grande Curitiba. Para as demais regiões, onde a competição é menos intensa, essa distancia pode chegar a atingir 100km.

Com base nos dados contidos na tabela 07, pode-se observar que existem expressivas reservas medidas na maioria dos Estados do Brasil, bem como, que o Paraná é o quarto estado com maior volume de rocha lavrada e transformada em brita, movimentando 126 milhões de Reais no ano de 2002.

Tabela 07 - Reservas e produção de brita por Estado da Federação.

<b>Reserva Medida por Estado da Federação em 2000</b>				
Estados	Reserva m <sup>3</sup>	Produção m <sup>3</sup> Beneficiada	Valor R\$/m <sup>3</sup> Beneficiada	Valor Total R\$ Comercializado
Alagoas	1.568.876.180	777.997	18,00	13.982.276,00
Bahia	205.470.137	2.265.194	22,49	51.035.534,00
Ceará	239.978.683	1.904.836	19,89	37.361.384,00
Espírito Santo	26.711.814	1.832.073	10,81	19.715.927,00
Goiás	288.829.478	3.291.195	13,88	45.723.034,00
Maranhão	6.370.305	1.600.000	14,56	2.317.323,00
Mato Grosso	15.108.213	1.655.795	11,30	18.850.595,00
Mato Grosso do Sul	189.318.319	930.172	14,00	13.001.493,00
Minas Gerais	1.043.052.877	12.221.719	12,03	127.933.491,00
Pará	36.576.600	1.240.141	13,05	16.183.840,00
Paraíba	280.628.679	1.151.694	21,30	24.637.476,00
<b>Paraná</b>	<b>400.404.237</b>	<b>10.321.285</b>	<b>12,29</b>	<b>126.531.833,00</b>
Pernambuco	68.066.541	2.495.438	13,70	34.171.420,00
Piauí	6.112.405	807.281	15,33	12.349.446,00
Rio de Janeiro	305.070.114	12.373.721	16,11	200.450.055,00
Rio Grande do Norte	22.274.318	1.122.164	16,20	18.168.407,00
Rio Grande do Sul	323.317.889	7.048.491	10,00	68.093.672,00
Rondônia	3.377.026	532.629	31,56	16.067.090,00
Santa Catarina	287.537.377	4.009.054	15,40	61.720.835,00
São Paulo	1.634.954.127	35.730.049	12,39	442.121.441,00
Sergipe	16.454.608	622.458	19,74	12.761.852,00
Tocantins	92.255.350	754.237	13,48	10.172.046,00
No País	Reserva Total	Produção	Valor Medio	Valor Total
	7.060.745.277	104.687.623	15,80	1.373.350.470,00

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - DNPM (2000).

De um modo geral, os recursos minerais para produção de brita para a indústria da construção civil são abundantes no Brasil, bem como, os grandes centros consumidores encontram-se em sua grande maioria, em regiões geologicamente favoráveis à existência de reservas de boa qualidade. Em nível nacional a participação dos tipos de rochas utilizadas na produção de brita é de 85,0% para granito e gnaise, 10,0% para calcários e 5,0% para basalto e diabásio (micro-gabro).

Em 2002 foram produzidos no Brasil, 386 milhões de toneladas de agregados para construção civil, representando um decréscimo de 3,26% em relação a 2001. Deste total, 156,4 milhões de toneladas são representadas por pedras britadas e 229,6 milhões de toneladas por areia. O Estado de São Paulo é o principal produtor respondendo por 32,8% da produção nacional. Outros grandes estados produtores são: Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

No Estado do Paraná de um modo geral, existe uma boa disponibilidade de rochas que se prestam para produção de brita, embora em algumas regiões este recurso mineral, ocorra apenas pontualmente e por vezes com reservas insuficientes de rochas adequadas para britagem, especialmente para as cidades situadas na Bacia do Paraná, onde não raramente a rocha britada tem que ser transportada por distâncias superiores a 100 km entre o produtor e o consumidor.

Com base na figura 12 pode-se observar que os volumes de brita produzidos anualmente no Estado do Paraná situam-se próximos de 1,5 milhões de m<sup>3</sup>. Considerando-se que existe uma elevada demanda reprimida no consumo desse bem, da ordem de 100% sobre o consumo atual. Pode-se estimar que em uma situação ideal de qualidade de vida, este deveria ser da ordem de 3,0 milhões de m<sup>3</sup> ano. Isto desde que mantido inalterado o crescimento populacional.

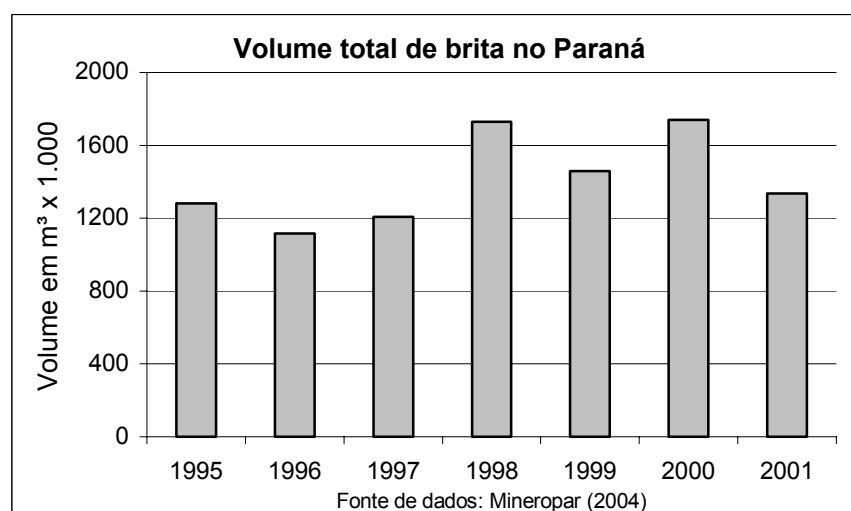


Fig. 12 - Volume total de brita produzido anualmente no Estado do Paraná.

Como as atuais reservas conhecidas no Estado do Paraná são da ordem de 400 milhões de m<sup>3</sup>, conforme dados da tabela 07, pode-se especular que estas seriam suficientes para aproximadamente 130 anos, caso não fossem alteradas com novas

reservas apontadas em áreas ainda não pesquisadas. Neste sentido, deve-se considerar também, que a população da RMC aumenta aproximadamente em cinco vezes a cada quarenta anos, o que reduziria os estimados 130 anos para apenas 26 anos. Outros importantes fatores devem ser considerados, tais como o freqüente abandono de reservas cubadas, face outro tipo de uso ou ocupação dado ao terreno.

As diversas empresas que atuam na atividade de produção de brita na RMC estão distribuídas nos municípios circunvizinhos da Cidade de Curitiba, sendo que os volumes produzidos em cada um destes municípios aparece na tabela 08.

Os reais valores desta produção são algo difícil de se obter, visto que podem existir algumas imprecisões nas informações obtidas pelos órgãos da administração pública e de fomento à mineração, mas mesmo acreditando-se que estes valores sejam maiores que os fornecidos, não devem ser muito diferentes destes e encontram-se dentro de limites aceitáveis para efeito de análise de comportamento do mercado produtor para a RMC.

Tabela 08 - Produção de brita por município da Grande Curitiba.

<b>PRODUÇÃO DE BRITA EM 2001</b>		
Município	Substância	Volume m <sup>3</sup>
Balsa Nova	Migmatito	27.663
Campo Largo	Granito	5.020
Colombo	Granito	105.502
Piraquara	Granito	150.635
Quatro Barras	Granito	98.619
São José dos Pinhais	Granito/Gnaiss	213.496
Total em m <sup>3</sup> .		600.935

Fonte dos dados: Mineropar (2004)

### 6.3 - Custos e Investimentos

O setor de agregados sofreu fortes impactos com a elevação de custos nos últimos anos, em decorrência da brutal elevação do câmbio em relação ao dólar, isto a partir de junho/2002 e a conseqüente inflação setorial, calculada de outubro de 2002 até janeiro de 2004. Os aumentos de custos na mineração de brita neste período superam a 45% para os explosivos, 60% para os produtos siderúrgicos referentes aos materiais de desgaste, utilizados como mandíbulas e núcleos dos britadores, grelhas, telas, peneiras, peças fundidas e chaparias em geral, 40% para os combustíveis e lubrificantes e 35% para energia elétrica.

De um modo geral, diversos investimentos foram realizados para a substituição de equipamentos e modernização de processos, com o objetivo de atualização

tecnológica, da racionalização para o aumento de produtividade, na melhoria de qualidade de produtos. Da mesma forma, elevados investimentos têm sido efetuados pelos produtores de brita no incremento ao controle e na preservação ambiental, com o abatimento de particulados sólidos através do uso de filtros, de separador água-óleo e de revegetação.

Sob uma visão de âmbito nacional, observa-se que cada vez mais, os maiores mercados estão sendo visados pelos grupos cimenteiros, estando no contexto do planejamento estratégico, uma integração empresarial verticalizada, sendo portanto fundamental a garantia de suprimento da brita e da areia para a produção de concreto.

Para 2003 e 2004, estima-se um período de transição caracterizado por um processo de ajuste da economia, com alta taxa de juros e forte retração da demanda, o que deverá inibir o crescimento da indústria da construção civil, particularmente a de edificações. Além disso, com a conseqüente queda do poder aquisitivo, principalmente das classes populares, deverá ocorrer também uma redução no processo de auto-construção, contribuindo ainda mais para a redução do consumo de agregados. Estima-se que o crescimento se dará entre 3% e 5%, a partir de 2004 (Valverde, 2004).

O controle e o real conhecimento dos custos de produção de brita, é uma das mais poderosas ferramentas que o administrador do empreendimento possui para obter êxito na saúde financeira de uma empresa, independente de seu porte.

O Sindipedras - Sindicato da Indústria de Mineração de Pedra Britada do Estado de SP executou um estudo sobre o assunto, junto a empresas de diferentes portes. O trabalho teve por base o levantamento minucioso dos diversos custos de cada etapa do processo produtivo e a disseminação dessas informações. Como síntese deste levantamento foi elaborada uma matriz de custos operacionais, os quais constam da tabela 09, que agrupa itens individualizados de custos e da tabela 10, que reúne custos por etapas da atividade. Os impostos incidentes no momento da venda do material não constam nestas tabelas.

Tabela 09 - Itens de Custo

<b>Itens de Custo - Valores de Dez/2003</b>	
Mão de obra	18,23%
Depreciação	20,00%
Combustíveis	6,18%
Explosivos e Acessórios	6,56%
Manutenção	11,44%
Material de desgaste	5,97%
Energia elétrica	4,36%
Custo de capital	17,74%
Exaustão	5,31%
Outros itens	4,19%

Fonte: Sindipedras, Areia e Brita nº 25, 2004.

Tabela 10 - Centros de Custo

<b>Centros de Custo - Valores de Dez/2003</b>	
Decape	3,19%
Perfuração primaria	5,43%
Perfuração secundaria	3,47%
Desmonte	7,31%
Carga e transporte	19,91%
Britagem	23,42%
Estocagem, carregamento, expedição	6,45%
Oficina	3,99%
Administração, suprimentos, vendas	10,30%
Apoio	3,21%
Manutenção ambiental	3,06%
Outros centros	10,25%

Fonte: Sindipedras, Areia e Brita nº 25, 2004.

#### 6.4 - Situação Legal dos Produtores

Um dos problemas mais comuns na extração de minerais de uso direto na construção civil é a dificuldade na obtenção de Concessão de Lavra junto ao DNPM. Isto deve-se ao fato de que na maioria dos casos, as áreas propícias para o empreendimento já foram requeridas para outros minerais, encontrando-se portanto, bloqueadas junto ao órgão gerenciador do setor mineral.

A impossibilidade de requerer a área para dar início a um processo de legalização é o principal fator indutor à clandestinidade. Outros fatores tais como a carga tributária elevada, os trâmites processuais complexos e demorados, além de custos relativamente elevados para o licenciamento das atividades, constituem-se atualmente em fortes entraves para a regulamentação dos empreendimentos. Como as estruturas atuais de licenciamento e controle ambientais, na maioria dos casos, não

consideram o porte e as peculiaridades de cada empreendimento, estas acabam contribuindo para a marginalização e clandestinidade dos mesmos.

Na medida em que os empreendimentos são de maior vulto, ou encontram-se verticalizados, no sentido de acrescentar valor agregado ao mineral extraído, as empresas são de maior porte e mais organizadas, tendo portanto uma maior capacidade de atendimento a todos os requisitos legais bem como de controle ambiental e de reabilitação futura das áreas degradadas. Na tabela 11, foram sintetizados alguns dos diversos dados de ordem legal referentes às empresas produtoras de brita que atuam na região do entorno da Cidade de Curitiba, bem como de algumas que paralisaram definitivamente a atividade.

Tabela 11 - Situação legal das empresas produtoras de brita na RMC.

Pedreira	Processo - nº	Nome do Requerente	Substancia	Situação Legal DNPM	Área ha
1	1994826183000	Carlos Christovão Santos Cardoso/C.Gde.Eng	Migmatito	Autorização de pesquisa	1000,00
2	1987821525000	INECOL Ind. Engenharia e Comercio	Migmatito	Requerimento de Lavra	430,75
3	1991826093000	Pedreira Central Ltda	Gnaisse	Concessão de lavra	4978,00
3	1988820090000	Pedreira Central Ltda	Gnaisse	Concessão de lavra	8,76
3	1988820091000	Pedreira Central Ltda	Gnaisse	Concessão de lavra	22,18
4	1975804212000	Apmisa Mineração Ltda	Migmatito	Concessão de lavra	50,00
4	1975804213000	Apmisa Mineração Ltda	Migmatito	Concessão de lavra	49,50
5	1974815109000	Construtora Greca Ltda	Migmatito	Concessão de lavra	12,71
6	1991826449000	Construtora Pussoli S/A	Migmatito	Concessão de lavra	116,72
7 *		Pedreira Parque Tanguaá			
8 *		Pedreira Paulo Leminski			
9 *	1976808556000	Guizado Amado Zaninelli	Gnaisse	Requerimento de Lavra	25,00
10 **		Pedreira Greca			
11 **		Pedreira do Atuba			
12	1988826363000	Pedreira Roça Grande Ltda / CESBE	Migmatito	Requerimento de Lavra	21,38
13	2000826142000	Raphael F. Greca e Filhos Ltda	Gnaisse	Autorização de pesquisa	49,88
14	1981820669000	Brasil Beton S/A-Pedreiras Cantareira	Granito	Concessão de lavra	23,09
15	1990826142000	J. Malucelli Construtora de Obras	Granito	Autorização de pesquisa	50,00
16 **		Pedreira Itaporá / GAVA			
17	1992826297000	CBB Industria e Comercio de Asfalto	Granito	Concessão de lavra	18,01
18	2000826020000	Pedreiras Boscardim Ltda	Granito	Autorização de pesquisa	33,37
19	1979820619000	ARGRAS Ltda	Granito	Autorização de pesquisa	50,00
20	1996826729000	INECOL Ind. Engenharia e Comercio	Migmatito	Requerimento de Lavra	50,00
21	1997826159000	Demetrio Rocha e Cia Ltda	Migmatito	Requerimento de Lavra	50,00
22	1996826546000	São Sebastião Mireção Ltda.	Migmatito	Requerimento de Lavra	49,00
23	1993826095000	Saibreira Nova Prata Ltda.	Migmatito	Autorização de Pesquisa	300,00
24	2003826521000	Marc Construtora de Obras Ltda	Migmatito	Requerimento de Pesquisa	45,67
24	2002826167000	Marc Construtora de Obras Ltda	Granito	Autorização de pesquisa	50,00
24	2001826153000	Marc Construtora de Obras Ltda	Gnaisse	Autorização de pesquisa	49,62
24	2000826534000	Marc Construtora de Obras Ltda	Migmatito	Requerimento de Pesquisa	89,69
24	1988826255000	Marc Construtora de Obras Ltda	Gnaisse	Concessão de lavra	23,45
25	1989826281000	Saibreira Boa Esperança Ltda	Migmatito	Concessão de lavra	26,75
25	1985820707000	Saibreira Boa Esperança Ltda	Saib/Granito	Concessão de lavra	15,93
26	1988826100000	REDRAN Constr. de Obras Ltda	Riolito	Concessão de lavra	32,15
27	1988826111000	Tibaqi Engenharia, Construções...	Riolito	Concessão de lavra	267,77
28	1998826261000	Saibreira Jofi Ltda	Migmatito	Requerimento de Lavra	50,00
29	1995826541000	Saibreira Sant'ana	Migmat/Saib	Requerimento de Lavra	50,00
***		Via Plan			
***		Empr. Curitiba de Saneam. e Constr. Civil			
***	1996827098000	ITA Serviços de Britagem Ltda.	Migmatito	Requerimento de lavra	48,00

\* Pedreiras transformadas em parques; \*\* Pedreiras com atividades paralisadas; \*\*\* Pedreiras situadas fora da área dos trabalhos executados. Fonte: Sigmine (DNPM - 2004)



Na relação da tabela 11 consta um nº de ordem, o nº do processo legal junto ao DNPM, o nome da empresa titular da área do empreendimento, a substância minerada, a situação ou o título legal junto ao DNPM e a área em hectares onerada para o empreendimento. Ao todo são 32 empresas, sendo que 3 destas foram transformadas em parques ou áreas de lazer, 4 estão com as atividades de exploração paralisadas, 3 situam-se a alguns quilômetros ao sul da Cidade de Curitiba e fora dos limites da área objeto de estudo, embora estejam em atividade e 22 situam-se dentro da área de estudo e encontram-se em atividade de produção de brita. A distribuição espacial destas áreas com titulação legal, nos municípios abrangidos pela área de estudo, aparecem ilustrados no mapa da figura 13.

### **6.5 - Direitos Minerários**

A Constituição Federal estabelece que os recursos minerais constituem patrimônio da União Federal (Art. 20, inciso IX) e sua exploração por terceiros depende de autorização ou concessão estatal (art. 176. § 1º). O sistema de concessão mineral no Brasil está baseado no Código de Mineração (Decreto-lei 227, de 28/02/67) e suas diversas normatizações. Neste sistema, o subsolo e os recursos minerais nele contidos são bens da União e não do proprietário do solo (superficiário). Por meio de requerimento, qualquer cidadão ou empresa brasileira pode receber uma concessão do poder público para pesquisar e posteriormente, extrair bens minerais, desde que atendidos os requisitos normativos, dentre os quais, a comprovação de capacidade financeira do requerente para a instalação do empreendimento, o adequado conhecimento da jazida obtido através de um trabalho de pesquisa mineral, o plano para seu aproveitamento econômico e o licenciamento ambiental da atividade. O controle do sistema é realizado pelo DNPM, do Ministério das Minas e Energia - MME.

A concessão mineral se dá por uma Portaria de Lavra, concedida pelo Ministro das Minas e Energia, após análise do relatório de pesquisa mineral e do plano de aproveitamento econômico, condicionada a obtenção de uma licença ambiental para o empreendimento. Somente no caso de minerais de classe II (minerais de uso direto na construção civil) é aberta uma exceção, podendo haver o sistema usual de concessão mineral ou, alternativamente, o sistema de licenciamento. Nesta modalidade, o interessado requer à Prefeitura Municipal a licença para a extração mineral e, posteriormente, registra esta licença no DNPM, desde que a área não esteja requerida por terceiros, além da exigência da licença ambiental.

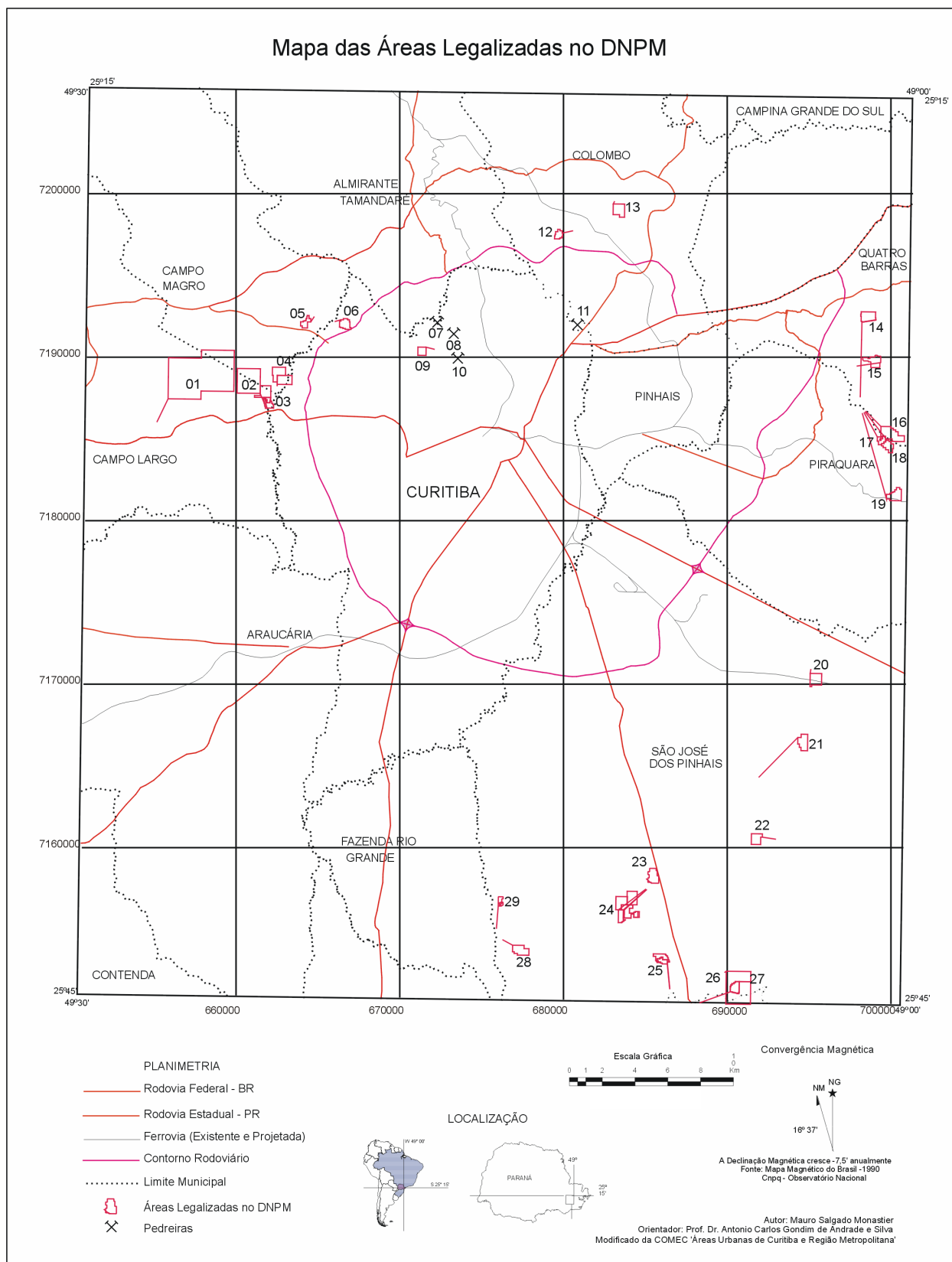


Fig. 13 - Mapa de áreas legalizadas junto ao DNPM.

A legislação que regulamenta o aproveitamento de substâncias minerais para utilização em agregados e argamassas é regulamentada pela LEI N° 8.982 de 24/01/95 (D.O.U. 25/01/95), que estipula:

*Poderão ser aproveitados pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão, na forma da Lei:*

*I - areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;*

*II - rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;*

*III - argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha;*

*IV- rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura.*

*Parágrafo Único - O aproveitamento das substâncias minerais referidas neste artigo fica adstrito à área máxima de cinqüenta hectares."*

Além disto há as normativas do DNPM, e uma ampla legislação sobre a matéria, incluindo neste universo também, as regulamentações e resoluções do CONAMA e do Código Florestal, além dos instrumentos Estaduais e dos Municipais os quais constituem o arcabouço legal complementar ao determinado na constituição e regulam a pesquisa e exploração mineral.

## **6.6 - Licenciamento Ambiental**

O sistema nacional de licenciamento ambiental está baseado na lei n° 6.938, de 1981, que demarca a política nacional de meio ambiente. Dentre os instrumentos instituídos por esta lei destacam-se o zoneamento ambiental, (o qual é relativamente pouco utilizado por parte dos órgãos públicos gestores e de planejamento), a avaliação de impacto ambiental e o licenciamento ambiental, como pré-requisitos para o financiamento e para a implantação de quaisquer atividades potencialmente poluidoras ou modificadoras do meio ambiente.

O decreto n° 88.351, de 1983, condicionou o licenciamento à elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental - EIA e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, sendo que 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, dentre outros

documentos, 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, dentre os quais se enquadra a rocha para brita, a Resolução nº 010 de 1990 permite a dispensa de EIA/RIMA, a critério dos órgãos competentes, que neste caso é substituído pelo Relatório de Controle Ambiental (RCA) ou Plano de Controle Ambiental (PCA);

**Licença de Instalação** - LI, corresponde à fase de desenvolvimento da mina, da instalação do complexo minerário, da usina de beneficiamento e implantação de projetos de controle ambiental. Para sua concessão, é necessária a apresentação de um PCA, que contemple, na forma de projetos executivos, as proposições conceituais de controle e reabilitação ambiental do EIA/RIMA. Nesta etapa faz-se necessária a apresentação da autorização de desmatamento caso seja necessário e para os minerais concedidos pelo sistema de Portaria de Lavra, de cópia da aprovação do Plano de Aproveitamento Econômico de Jazida (PAE) fornecida pelo DNPM;

**Licença de Operação** (LO) é concedida mediante a 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 à etapa de implantação final do empreendimento, na fase de lavra, beneficiamento e acompanhamento de sistemas de controle ambiental.

O licenciamento ambiental é realizado atualmente pelos Estados, sendo que em nível federal a atuação é feita apenas em casos especiais, quando o empreendimento envolve mais de um Estado, em áreas de fronteira e reservas indígenas.

No Estado do Paraná os processos de licenciamento ambiental são concedidos pelo IAP, Diretoria de Controle de Recursos Minerais - DIRAM, na parte de sua competência, estabelecida através de instruções normativas internas, constantes no Manual de Licenciamento Ambiental, Resolução nº 05 de 2001 da Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Paraná - SEMA, (Diário Oficial do Estado em 01/03/2001).

A fiscalização do cumprimento das medidas ou procedimentos estabelecidos no licenciamento cabe a cada órgão envolvido, dentro de sua competência e de sua participação no processo. Adicionalmente, o poder judiciário através do Ministério Público, exerce forte controle dos impactos ambientais gerados por empreendimentos, através das curadorias de meio ambiente, as quais tem o poder de instalação de ações civis públicas (Lei nº 7.347 de 1985).

## 6.7 Aspectos Tributários

A carga tributária incidente sobre o setor mineral sofreu uma considerável elevação após a constituição de 1988. Este é um dos fatores que contribuem para o aparecimento de lavras clandestinas principalmente de minerais de uso direto na construção civil.

Os minerais de uso direto na construção civil e que possuem um reduzido processo de industrialização, passam a ser vendidos diretamente ao consumidor, muitas vezes sem o recolhimento de ICMS.

Além do ICMS incide sobre os bens minerais a compensação financeira pela extração de mineral - CFEM instituída pela Constituição de 1988 e regulamentada pela lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. A lei nº 8.001 de 13/03/90 define os percentuais desta compensação como sendo de até 3% do faturamento líquido resultante da venda do produto mineral após a última etapa de beneficiamento. Do montante referente ao ICMS são assim distribuídos:

- 65% do total arrecadado para o município
- 23 % do total arrecadado para os estados e o distrito federal
- 12% do total arrecadado para a União.

A lei estabelece portanto que a CFEM é devida pelas empresas mineradoras, aos Estados, Municípios e aos órgãos da Administração Direta da União, na respectiva proporção de 23%, 65% e 12%, como contraprestação pelo aproveitamento econômico dos recursos minerais.

Por determinação do Governo Federal, parte dos recursos da CFEM destinados à União, vem contribuindo desde julho de 2000, por força da lei 9.993/2000, para a formação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT, importante vetor para a inovação tecnológica, com reflexos positivos para o progresso do país, incluindo o setor mineral.

A alíquota da CFEM para rocha britada é de 2% e tem como base de cálculo o faturamento líquido resultante da venda do produto mineral, obtido após a última etapa do processo de beneficiamento adotado e antes de sua transformação industrial.

## 7 - MERCADO CONSUMIDOR

### 7.1 - Consumo Mundial e Nacional

Geralmente em países desenvolvidos, as atividades de mineração são consideradas de utilidade pública, pelo fato de colocarem à disposição da sociedade os recursos minerais essenciais ao seu desenvolvimento. Visto que os produtos minerais estão presentes em quase tudo que cerca o homem da atualidade, como construções, transporte, alimentação, vestuário, etc., cada pessoa consome direta ou indiretamente uma média de 10 t anuais de produtos do reino mineral. Considera-se que atualmente o homem depende de 350 minerais diferentes para sua sobrevivência e conseqüentemente consome alguma quantidade destes durante o seu período de vida. Apenas como exemplo, para a construção de uma residência são necessários cerca de 25 diferentes minerais.

O consumo *per capita* de agregados para a construção civil (areia + brita) reflete a real qualidade de vida ou capacidade cultural de uma sociedade, pois está associado diretamente às vias de escoamento de produção, obras de arte como viadutos e pontes, saneamento básico, hospitais, escolas, moradias, energia elétrica, bem como na maioria dos constituintes dos parâmetros intrínsecos ao desenvolvimento econômico e social de um povo. Desta forma, a demanda específica por bens minerais que são utilizados na construção civil, são também um bom indicativo do nível de desenvolvimento sócio econômico de um país. Observa-se um consumo *per capita* de 7 t por ano nos Estados Unidos e de 5 t a 8,2 t para diversos países da Europa Ocidental, enquanto que no Brasil, este índice médio é de apenas 1,2 t, com algumas exceções a exemplo do Estado de São Paulo que lidera o consumo nacional, com uma média de 4,5 t por habitante por ano.

A produção de agregados para a construção civil é uma das maiores indústrias não só para o Brasil, como no mundo todo, movimentando enormes quantidades de material. Comparações de produção de agregados em 1998, em diversos países, conforme a tabela 12, demonstram uma relação direta entre a renda *per capita* da população envolvida e a demanda por agregados para construção civil.

Segundo algumas estatísticas, nas sociedades industrializadas, cada indivíduo consome cerca de 10 t por ano de minerais e produtos de base mineral, sendo 87% destes, os de uso direto na construção civil. Em termos de agregados este consumo médio para países desenvolvidos, fica em cerca de 8 t por ano por habitante (4,1 t de

brita e 3,9 t de areia). Para a média brasileira, o consumo de agregado é bem menor, ficando próximo de 1,2 t de agregado por ano por habitante.

Tabela 12 - Produção *per capita* por ano de agregados de alguns países em 1998.

País	Produção <i>per capita</i> t/ano
Canadá	>15,0
Suíça	8,2
USA	7,0
França	6,8
Alemanha	6,7
Itália	5,0
Bélgica	3,9
Brasil	1,2

Fonte de dados Mineropar (2004).

No Brasil o consumo médio *per capita* de agregados situa-se em torno de 1,2 t, sendo os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro os maiores consumidores, com 4,5 t e 2,1 t, respectivamente. Estes números, comparando-se com os índices mundiais, indicam o quanto a sociedade brasileira é carente de desenvolvimento básico e indicam a enorme demanda reprimida existente de infraestrutura básica. Observando-se a figura 14, nota-se que a balança comercial tem mostrado que o saldo positivo é relativamente pequeno e para alguns anos apresenta-se negativo.

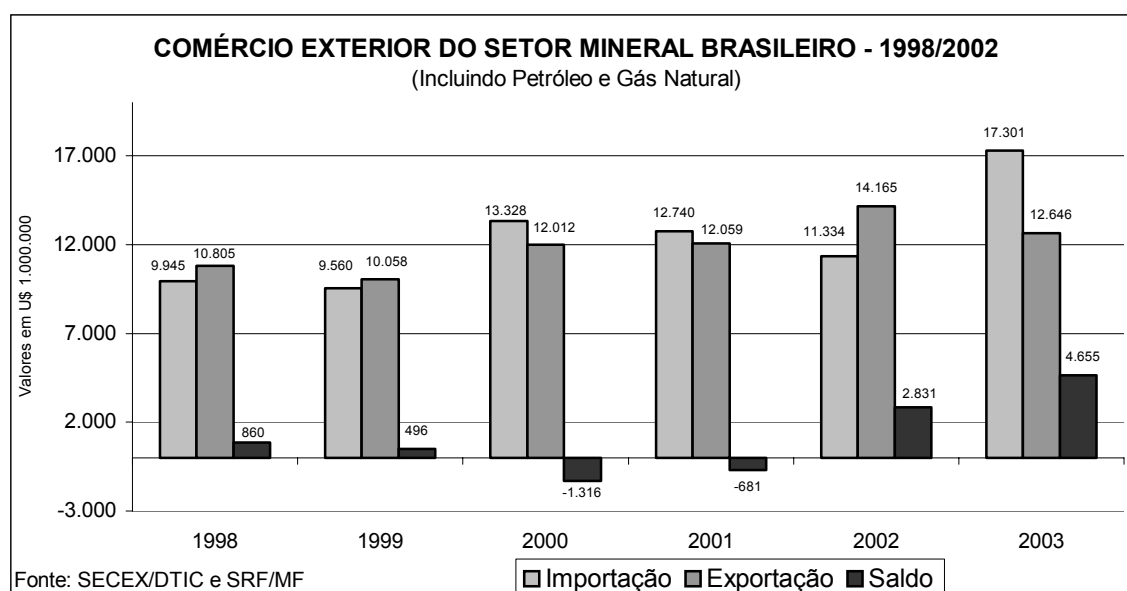


Fig. 14 - Comércio Exterior do setor mineral brasileiro (Fonte Valverde, 2002 modificado)

O mercado consumidor brasileiro para brita, em 2002, indica que 70% da produção foi destinada à mistura com cimento e 30% com asfalto betuminoso. Destes 70% do volume de brita utilizado, 35% destinou-se à produção de concreto, 15% para pré-fabricados, 10% na revenda fragmentada em lojas de material de construção para o consumidor final e outros segmentos como cascalhamento, enrocamento, gabiões, lastro de ferrovia, contenção de taludes, etc., respondem pelos restantes 10%. Incluídos nos 30% associados à mistura com asfalto betuminoso, considera-se a produção destinada à pavimentação de ruas e construção de rodovias.

Com um consumo, em 2002, de 25,8 milhões de t, a Região Metropolitana de São Paulo foi o maior mercado consumidor de pedra britada do país. Outros grandes mercados são as Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Curitiba e Porto Alegre.

No interior do Estado do Paraná, depois da RMC, a região norte, nas proximidades das cidades de Londrina e Maringá, foi a que apresentou os maiores consumos de brita. Como quase que a totalidade deste consumo é na construção de edificações, deve-se considerar portanto, que o consumo de cimento e de areia também acompanha esta demanda.

O Sindipedras/SP liderou algumas pesquisas sobre a produção e o consumo de brita no Brasil nos últimos dez anos, repassando a responsabilidade para a Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil - ANEPAC para a consolidação dos dados. Estas informações indicaram que o crescimento foi uma constante desde 1988, com uma queda entre 1990 e 1991, recuperando em 1992, mantendo-se estável até 2000 quando apresenta um novo incremento. O relatório da ANEPAC agrupa dois períodos marcantes de crescimento. De 1988 a 2000, quando houve um incremento médio de 4,4% ao ano na produção. Quando se considera apenas o intervalo de estabilização da moeda, ou seja, entre 1995-2000, o incremento anual pula para 6,5%. Este último ano registrou um aumento de 10,4% em relação a 1999. Este input, aliado à base de crescimento médio, ao período histórico e aos fatores sócio-econômicos, políticos e financeiros do país, levam a um crescimento de 4% a 4,5% ao ano.

Outra inferência importante do documento é a correlação entre crescimento do PIB e o aumento da demanda por agregados minerais. Qualquer aumento no nível médio dos salários, reflete diretamente na demanda por agregados. Além disso os



dados indicam que, para qualquer aumento do PIB, o incremento dos agregados será sempre de 10% a 20% acima deste incremento.

Quando se trata da análise de preços, o relatório da ANEPAC mostra que a consistência dos dados é bem maior. Com exceção do período entre 1990 a 1991, o valor da brita variou entre US\$ 13/m<sup>3</sup> e US\$ 16/m<sup>3</sup>. A queda de demanda a partir de 1998, principalmente em grandes centros urbanos como São Paulo, fez o preço médio desabar e o cenário foi piorando com a desvalorização do dólar americano.

Em 2000, os valores médios cobrados no Brasil, foram substancialmente superiores aos praticados no mercado dos Estados Unidos da América. A areia que também é um bom referencial para análises econômicas, tanto corrente como constante, no Brasil estava no patamar de US\$ 3,52/m<sup>3</sup>, contra a média de US\$ 3,14/m<sup>3</sup> no mercado norte americano. Os preços da brita foram muito mais discrepantes, ou seja, US\$ 6,43/m<sup>3</sup> para a brita no Brasil, contra os US\$ 3,38/m<sup>3</sup> praticados nos Estados Unidos.

Os preços e as discrepâncias acima apontadas, poderão aumentar ainda mais num futuro próximo. As restrições ambientais provocam diminuição nas áreas disponíveis para concessões de lavra e estão entre os fatores que interferem negativamente no processo de expansão do setor mineral, ou seja, apesar de grandes reservas minerais, nem todas estão disponíveis e mais ainda, nem todas estão próximas dos mercados consumidores.

O impacto causado pelo transporte no preço do minério é ilustrativo no caso da França. Um levantamento de 1983 mostrou que o preço que o cliente vai pagar é o dobro do apresentado pelo produtor, quando consideradas as distâncias médias de transporte de agregados para construção civil entre 40 km e 60 km. Um aumento de 30 km na distância do transporte rodoviário, passa a representar um acréscimo de 6% no consumo de diesel e desta forma os valores vão sendo majorados em cascata.

Não se contesta que o produto básico da construção civil é o concreto de cimento portland, mas poucos se dão conta de quais são os componentes de cada metro cúbico do concreto. Quando observamos que 42% é composto por brita, 40% por areia, 10% de cimento, 7% de água e 1% de aditivos, ou seja, 82% do concreto é formado por agregados minerais. Por este motivo, não são necessários muitos cálculos para perceber que a construção civil é o grande consumidor de agregados e o catalisador da produção destes bens de consumo durável. No estado de São Paulo há um déficit habitacional que supera os 6 milhões de unidades e para resolver este

problema, haverá grande demanda de brita e da areia na construção de moradias populares. O relatório “Diretrizes para a mineração de areia na Região Metropolitana de São Paulo”, Valverde (2002) indica que uma autoconstrução básica de 35 m<sup>2</sup> demandaria 68 t, enquanto um edifício público de 1000 m<sup>2</sup> consumiria 1,360 mil t.

Outros dados colhidos pelo documento, com base numa pesquisa da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas - FIPE, da Universidade de São Paulo - USP, mostra que a pavimentação urbana também é consumidora intensiva de agregados, sendo que para cada quilômetro de via, com 10 m de largura, são necessários entre 2 mil a 3,250 mil t. O mesmo quilômetro de uma estrada pavimentada consome, por sua vez, cerca de 9,5 mil t de agregados minerais.

## 7.2 - Consumo Regional e Local

A produção de minerais de uso direto na construção civil caracteriza-se por ser a única atividade extrativa mineral comum a todos os estados do país e está presente onde quer que existam obras da engenharia civil, seja na cidade ou no campo.

Em função das peculiaridades geológicas e sociais, ocorrem diferenciações nos métodos de extração e nos materiais produzidos, sem que existam entretanto, modificações substanciais nas características básicas da atividade. Em todos os casos, a influência do transporte no custo final do produto exige que o local de extração esteja próximo ao centro consumidor, o que significa a necessidade em se desenvolver a mineração próxima da zona urbana, com todos os transtornos que a atividade pode ocasionar.

Os dados médios conhecidos para o Estado do Paraná, colocam-no num patamar relativamente baixo em consumo de agregados, o qual se encontra em cerca de 0,8 t por ano por habitante, abaixo portanto do consumo médio nacional. Nas regiões mais desenvolvidas e com maior renda *per capita*, como as Regiões Metropolitanas de São Paulo e de Curitiba - RMC, o consumo é muito superior à média brasileira. A região metropolitana de São Paulo, por exemplo, tem um consumo de agregados da ordem de 3,5 t por ano por habitante. A tabela 13 apresenta alguns valores básicos para ilustrar o grau de subdesenvolvimento do Brasil e do Paraná, quando compara-se o consumo de agregados com o de países desenvolvidos.

Tabela 13 - Consumo *per capita* de agregados, para Países Industrializados.

<b>Consumo médio <i>per capita</i></b>			
Substancia	Países Industrializados	Brasil	Paraná
Brita	4,2 t	0,6 t	0,45t
Areia	3,9 t	0,6 t	0,34 t

Fonte de dados: Associação Nacional da Indústria Cerâmica - ANICER

Segundo estudos efetuados no Projeto Casa Popular da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, citados por Fabianovicz 1998, os principais materiais utilizados para construção de uma unidade habitacional de 40 m<sup>2</sup>, que é o padrão habitacional das camadas mais carentes da população brasileira, com renda de até 3 salários mínimos, aparecem na tabela 14.

Tabela 14: - Materiais utilizados na construção de unidade habitacional de 40 m<sup>2</sup>

<b>Materiais</b>	<b>Quantidades p/ casa de 40m<sup>2</sup></b>	<b>Unidade</b>
Areia	9,6	m <sup>3</sup>
Brita	5,2	m <sup>3</sup>
Cimento (*)	360	Kg
Tijolos	3.170	un.
Telha plana	750	un.
Cal	300	Kg

Projeto Casa Popular - UNICAMP, fonte: Hermann, 1992.

De um modo geral, no Estado do Paraná, o consumo de brita pode ser subdividido em algumas regiões, as quais são condicionadas entre outros, pelo fator de desenvolvimento sócio econômico local. Na figura 15 pode-se observar que os Municípios de Balsa Nova, Colombo, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais, destacam-se como os importantes produtores da brita que é consumida não só na Cidade de Curitiba, mas também em todas as cidades que compõe a RMC. Os municípios do interior do Estado possuem um consumo mais pulverizado e com uma distribuição de fornecedores mais localizada nas proximidades das maiores cidades, destacando-se Londrina e Maringá na região norte central, Cascavel na região centro-sul, Guarapuava na região oeste, Ponta Grossa e algumas cidades da bacia sedimentar do Paraná na região centro-ocidental, entre outras diversas e com certa expressão.

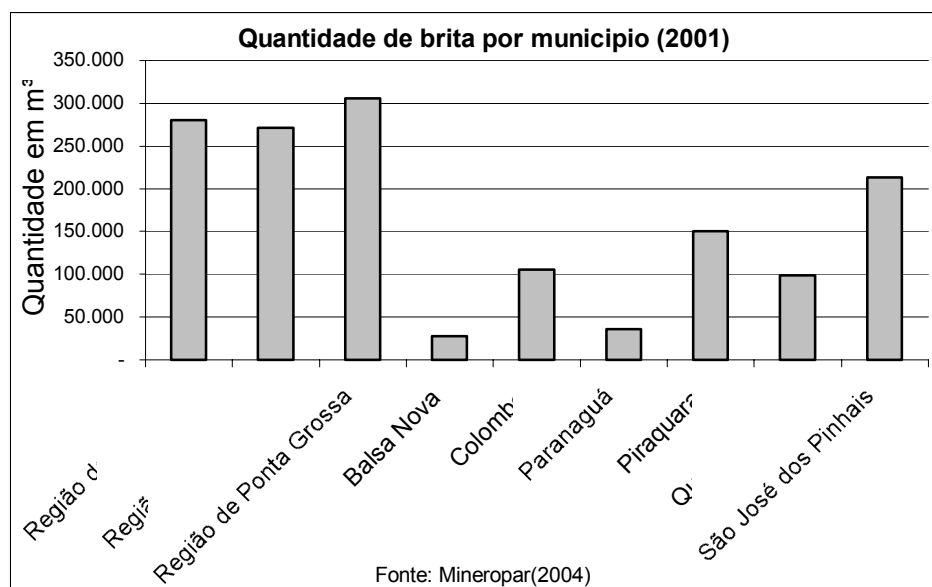


Fig. 15 - Consumo e produção de brita por município e regiões do Estado do Paraná.  
Fonte de dados: Mineropar e DNPM.

Um outro fator que condiciona o valor e conseqüentemente o consumo da brita no Estado do Paraná é a disponibilidade de matéria prima, ou seja, os tipos de rochas disponíveis e a sua abundância na região. No Estado existem basicamente dois principais tipos distintos de rochas que são explotadas para produção de brita. As rochas graníticas, que ocorrem nas regiões do Litoral e do Primeiro Planalto do Estado, são importantes fornecedoras de matéria prima, pela alta qualidade da brita que a partir destas, é produzida. Na figura 16 pode-se observar os volumes de brita produzidos e comercializados a partir desse tipo de rocha, entre os anos de 1995 e 2001, principalmente na RMC.

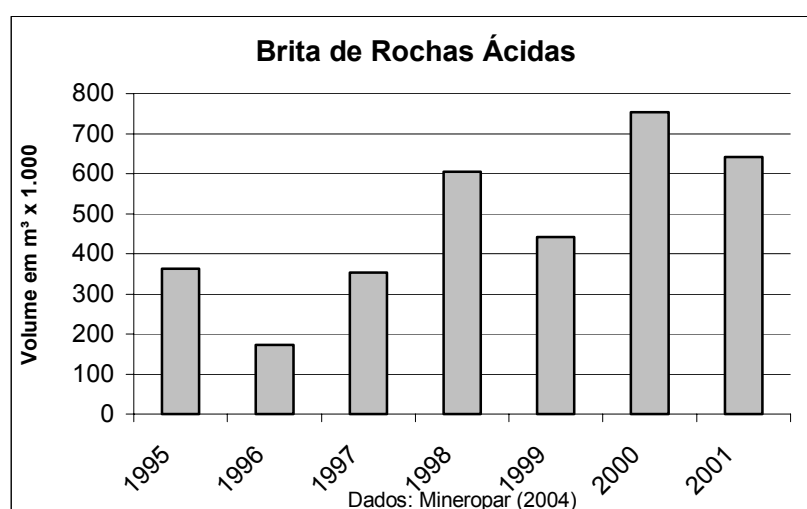


Fig. 16 - Volume de brita de rocha ácida consumida no Estado do Paraná.

O outro litotipo dentre os mais utilizado como fonte de matéria prima, está constituído pelas rochas básicas que ocorrem de forma muito restrita no Segundo Planalto, na forma de soleiras intrusivas nos sedimentos da Bacia do Paraná e no Terceiro Planalto, como rochas basálticas que ocorrem na forma de sucessivos derrames com distribuição em área e com espessuras consideráveis. Estes últimos, embora ocorram com abundância, são restringidos pela qualidade, a qual não é igualmente distribuída para todo o derrame, ou seja apenas alguns estratos dessa seqüência de derrames possuem características físico-químicas adequadas para o consumo. Na figura 17 podem-se observar os volumes de brita comercializados e produzidos a partir desse tipo de rocha básica nas regiões do Segundo e Terceiro Planaltos do Estado do Paraná, entre os anos de 1995 e 2001.

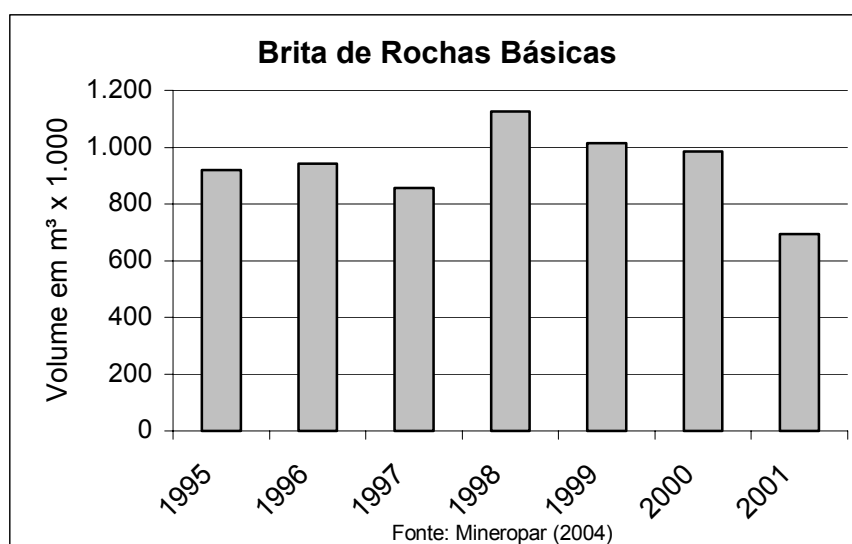


Fig. 17 - Volume de brita de rocha básica consumida no Estado do Paraná

As rochas metamórficas carbonatadas embora possuam uma certa expressão em área de ocorrência nas proximidades do grande centro consumidor da RMC, não possuem uma boa aceitação comercial por possuírem algumas limitações técnicas de uso na produção de concretos que exigem especificações mais rigorosas de qualidade. Em função de fatores ligados a disponibilidade de matéria prima, possibilidade de produção e demanda regional, o valor da comercialização da brita fica portanto sujeito a algumas variações. Com base nos dados da figura 18 pode-se observar que as rochas básicas possuem um valor unitário de comercialização mais elevado que o praticado para as rochas graníticas. Isto possivelmente ocorre pelo fato de que os produtores de brita a partir de rochas graníticas estão concentrados no entorno do

grande centro consumidor que é a RMC, onde existe portanto uma acirrada concorrência entre os mesmos. Por outro lado, os produtores de brita a partir de rocha básica estão distribuídos mais uniformemente pelo interior do Estado, atendendo apenas mercados cativos e com baixa concorrência entre si.

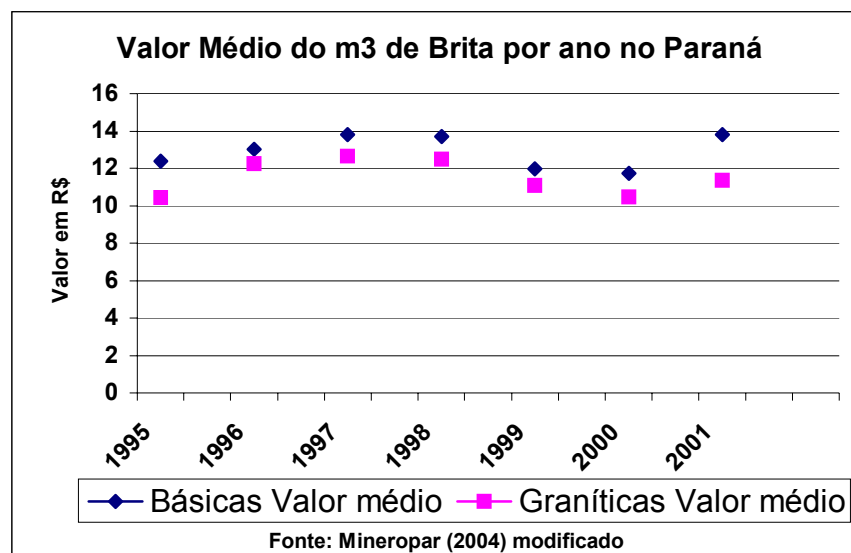


Fig. 18 - Valor médio do m<sup>3</sup> de brita comercializada por ano no Paraná

Os volumes de brita produzidos e consumidos entre os anos de 1995 e 2001, na RMC podem ser observados na tabela 15, onde aparecem discriminados por município de origem. Observa-se que o ano de 2000 foi o que apresentou o maior consumo de brita e logo após, em 2001 ocorreu um acentuado declínio da ordem de 14%, em comparação ao ano anterior.

Tabela 15 - Produção e Consumo de brita nos municípios da Grande Curitiba.

MUNICÍPIO	UN	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Almirante Tamandaré</b>	m <sup>3</sup>	3.759	742	4.087	284	607	369	
<b>Balsa Nova</b>	m <sup>3</sup>		4.482	10.070	23.031	16.588	51.174	27.663
<b>Campo Largo</b>	m <sup>3</sup>	4.433	84.665	138.220	111.214	109.140	7.037	5.020
<b>Colombo</b>	m <sup>3</sup>	51.952	59.870	65.752	132.777	112.333	177.204	105.502
<b>Piraquara</b>	m <sup>3</sup>	236.397	1.720	18.006	32.607	23.588	223.551	150.635
<b>Quatro Barras</b>	m <sup>3</sup>	37.739	40.011	55.824	162.320	106.500	70.003	98.619
<b>Rio Branco do Sul</b>	m <sup>3</sup>		57		95	439		
<b>S. José dos Pinhais</b>	m <sup>3</sup>	10.709	28.326	34.043	74.391	21.930	171.581	213.496
<b>TOTAL</b>	m <sup>3</sup>	344.989	219.873	544.131	536.719	391.125	700.919	600.935

Fonte de dados: Mineropar (2004)

### 7.3 - Estimativas de produção e consumo de brita e areia

A brita e a areia são minerais consumidos como agregado na produção de concreto, argamassa e massa asfáltica, quando é misturado com material ligante. Sendo portanto possível se avaliar o consumo teórico de brita e areia para estas finalidades, a partir dos dados de consumo de cimento e betume, para fins de verificação da consistência dos dados declarados e para estimativas de consumo. Adotando-se como referência, um consumo de 3 t de areia e 3 t de brita para cada t de cimento, é possível se calcular o consumo teórico de brita e de areia, a partir do consumo aparente de cimento e compará-lo com a produção total de brita para o Estado do Paraná. Desta forma, o consumo teórico calculado, considerando estas proporções, pode ser observado na Tabela 16.

Tabela 16 - Comparação entre os consumos: aparente de cimento, teórico de brita e areia (com a produção declarada no Paraná. Parâmetros de densidade: areia 1,6; brita 1,8; cimento 1,35.)

	1.989	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.996	1.997
AREIA produzida (m3)x1000	1.804	1.909	1.351	1.502	1.602	1.723	1.883	1.900	1.398
BRITA produzida (m3)x1000	785	1.021	1.224	1.083	1.034	1.258	863	718	718
Consumo Aparente de Cimento no PR (t)x1000	1.756	1.671	1.821	1.670	2.153	1.705	2.331	2.393	2.417
AREIA produzida (t) x1000	2.887	3.054	2.162	2.402	2.563	2.758	3.013	3.040	2.237
BRITA produzida (t)x1000	1.413	1.837	2.204	1.950	1.861	2.265	1.554	1.292	807
AREIA ou BRITA consumo teórico (t)x1000	5.268	5.014	5.463	5.010	6.458	5.116	6.994	7.180	7.252

Fonte: Mineropar (2004) modificada.

## 8 - CONFLITOS ENTRE ATIVIDADES DE OCUPAÇÃO DO SOLO

### 8.1 - Conceituação

A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Das Nações Unidas, produziu em 1987, um relatório intitulado Nosso Futuro Comum e nesse documento, aparece a denominação de **desenvolvimento sustentável** como sendo aquele DESENVOLVIMENTO que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”, Comissão Mundial (1991).

A necessidade de estruturar políticas de desenvolvimento auto-sustentável, com o objetivo de manter permanentes as condições de produção, garantindo este benefício às futuras gerações, baseia-se na constatação que o nosso planeta é finito. Realmente, o único aporte externo significativo ao planeta é a energia oriunda do sol, exigindo, portanto o uso racional e comedido dos recursos naturais, particularmente, daqueles classificados como “não renováveis” e dos “difícilmente renováveis”.

O termo **atividades de mineração**, possui um significado restrito às operações de lavra e beneficiamento, embora existam situações onde esta expressão assume abrangência maior incluindo os trabalhos de prospecção. Desta forma, torna-se importante o entendimento correto do conjunto de atividades de mineração normalmente praticados para a produção de brita, que podem ser discriminados da seguinte maneira:

- procedimentos técnico-administrativos preliminares;
- prospecção e pesquisa mineral;
- implantação de infra-estrutura;
- lavra, extração ou exploração;
- beneficiamento do minério;
- transporte interno e externo de minérios e rejeitos;
- disposição temporária e final do minério e rejeitos;
- recuperação e reabilitação da área minerada;
- paralisação, desativação e abandono da jazida, mina ou área minerada.

De um modo geral o ser humano provoca alterações significativas e de naturezas diversas no planeta e isto pode ser denominado de **alterações ambientais**, as quais introduzem modificações no meio ambiente, independentemente do fato de serem ou não consideradas impactos ambientais. Devem ser consideradas as variáveis



de espaço e de tempo, levando-se em conta as alterações localizadas e imediatas, bem como aquelas que se propagam para o futuro e que vão muito além dos limites do empreendimento. Dentre as diversas alterações ambientais, quando comparadas entre si, as causadas diretamente por atividades de mineração são as menos significativas.

No caso das atividades de mineração, as alterações ambientais promovidas ocorrem mais diretamente nos meios físico e biótico, embora também com reflexos imediatos no plano sócio-econômico. Todavia, as alterações sobre o meio físico, que é o suporte estrutural do meio ambiente e objeto direto das atividades de mineração, merece neste caso, destaque particular. Um empreendimento que modifique o meio físico, consiste numa série de fenômenos sucessivos com relações de causa e efeito, que resulta da interação entre componentes materiais e tipos de energia, sendo deflagrada ou catalisada por agentes físicos, químicos, biológicos (fauna e flora) ou humanos, num determinado ambiente” (Fornasari Filho et al., 1990 in Pellenz, 2001).

As alterações ou modificações do meio ambiente podem, tanto ter causa natural, como serem produzidas pelo homem. As alterações produzidas pelo homem podem ser intencionais, como a construção de uma barragem, a abertura de uma mina, ou não intencionais e portanto acidentais, como o rompimento de uma barragem ou de um oleoduto. Como causa natural, uma erupção vulcânica ou um terremoto.

O conceito de **risco** está associado à noção de perigo ou probabilidade de que ocorram prejuízos à vida humana, ou danos materiais à propriedade privada ou pública. O conceito de alteração ambiental também pode ser associado à risco, uma vez que algumas alterações nas condições do meio ambiente, podem induzir modificações nos processos dos meios físico e biótico e a partir daí, resultar na potencialização de riscos aos diferentes ecossistemas, no âmbito de influência daqueles processos (Mineropar, 2001).

A denominação de **efeito** ambiental é dada ao processo de alteração provocada pela ação humana, tais como a erosão em uma área agrícola, a dispersão atmosférica de poluentes, o deslocamento intenso de pessoas.

De certa forma o sentido da palavra **conflito**, incorpora a idéia de algum tipo de confronto entre as partes envolvidas. Do ponto de vista social e político o conflito pode ser visto como uma forma de interação entre indivíduos, grupos, organizações e até a coletividade, o que implica em choques para o acesso e a distribuição de recursos escassos, os quais podem ser associados com recursos minerais, solo urbano, áreas rurais, recursos hídricos entre outros.

A caracterização da superposição das atividades de extração mineral com áreas ocupadas, ou legalmente destinadas a outros usos, como conflito constitui apenas uma forma de simplificação do problema, a qual é utilizável tão somente como instrumento de planejamento. O conflito é um processo onde os setores sociais envolvidos interagem através de confrontos, tentando fazer prevalecer as suas posições, sejam elas de natureza política, social, econômica ou ambiental.

A utilização do termo **impacto ambiental**, refere-se à alteração imposta, cujos efeitos resultam em mudanças na qualidade do meio ambiente com ou sem a ação humana e incluindo a noção de julgamento de valor, sendo portanto, um conceito relativo. Dessa forma, impacto ambiental é uma alteração julgada significativa, baseado em critérios previamente estabelecidos e dentro de um estudo específico.

A Resolução CONAMA no. 001/86 define impacto ambiental restringindo-o às causadas por atividade antrópica da seguinte forma:

Art. 1º. – Para efeito desta resolução, considera-se **impacto ambiental** qualquer alteração das propriedades físicas químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. a biota;
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. a qualidade dos recursos ambientais.

O termo **poluição** significa qualquer forma de matéria ou energia lançada no meio ambiente que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos. Desta forma, o conceito de poluição é bem mais restrito que o de impacto ambiental e portanto um empreendimento pode de fato causar impacto ambiental sem poluir. No caso da mineração, um exemplo é o impacto visual causado pela modificação da topografia em minas a céu aberto, pela remoção da cobertura vegetal e pela construção das instalações industriais. Boa parte dos impactos sociais não decorre de problemas de poluição, embora a poluição possa causar impactos sociais, por exemplo, quando um manancial de abastecimento público é ou foi poluído.

O termo **desconforto ambiental**, envolve em alguns casos, problemas de ordem cultural, estética, sentimental ou outros. Este é o caso do incômodo que pode ser causado pelo ruído e sobrepressão do ar, tráfego de caminhões pesados, geração de

poeira, da alteração de paisagens nas minas e pedreiras, da destruição de cavernas ou de monumentos históricos, sítios arqueológicos e paleontológicos, ou para exemplificar atividades fora da mineração, a inundação do salto de Sete Quedas, as algas verdes da barragem do Passaúna, o esgoto do rio Belém entre outras, vapores sulfídricos da indústria de papel e celulose COCELPA, escapamento de veículos e ônibus urbanos na Cidade de Curitiba, entre outros tantos exemplos que não só de atividades de mineração.

No âmbito de empreendimento minerário, denomina-se **estéril** todo o material sem expressivo valor econômico que é extraído para permitir a lavra do mineral útil. Nas lavras de rocha para produção de brita, o material estéril recobre a rocha próximo da superfície e devem ser removidos para permitir a extração do minério. As pilhas de estéril, mesmo quando constituídas de material quimicamente inerte, são em geral, muito suscetíveis à erosão, possibilitando uma contribuição significativa para a contaminação das águas superficiais com partículas sólidas.

O termo **resíduo sólido** é definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que em 1987 editou a norma NBR 10.004 - Resíduos Sólidos - Classificação, da seguinte forma: “São resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam das atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam, para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (Mineropar, 2001).

## 8.2 - Impactos Ambientais

A atividade mineral normalmente é estigmatizada como agressiva a paisagem, pode ser menos ou mais feia, mas sempre é citada como feia em quase todo o mundo, com exceção da mineração de água que é considerada sempre bonita e asséptica.

Apesar desse conceito sobre seu aspecto, a mineração é no entanto, substancialmente menos impactante que os desmatamentos e as queimadas necessários para as expansões das fronteiras agrícolas, que o alagamento de extensas áreas com a alteração do regime hidrológico dos rios pelos represamentos para a geração de energia, que as próprias cidades com suas atividades decorrentes, sua

expansão urbana desordenada, seus aterros sanitários, lixões e esgotos, ocupação de áreas de preservação, impermeabilização de grandes áreas entre outros tantos impactos a se considerar.

A mineração, apesar de ser considerada feia, é fundamental para o desenvolvimento da humanidade e para manutenção da qualidade de vida. O feio pode ser uma favela, ou um imenso aglomerado de prédios com grandes e variadas alturas, ou uma extensa plantação de soja ou cana de açúcar, ou um rio urbano transformado em esgoto a céu aberto, entre outros tantos exemplos. A sociedade, vive em paradoxo, ou seja, critica as atividades de mineração, renega a sua existência, mas não abdica dos confortos que esta mesma mineração lhe proporciona.

Não é possível se conceber a construção das cidades, da infra-estrutura em transporte, saneamento básico, geração e distribuição de energia, obras e edificações, sem a utilização de recursos minerais. Os materiais de construção provém da mineração. Da mesma forma, a engenharia química e seus produtos não existiriam sem os minerais para indústria de transformação, tais como a cerâmica, o cimento, o vidro, as tintas, ou a engenharia mecânica sem os metais para produzir máquinas, equipamentos e estruturas; ou a engenharia elétrica sem os minerais utilizados na geração e transmissão de energia e telecomunicações, ou a agronomia sem equipamentos, fertilizantes, corretivos e defensivos (Toscano, 2002).

Tem-se tornado comum os meios de comunicação veicularem notícias, apresentando afirmações inconseqüentes sobre alguma disputa por uso de solo, desviando a atenção para algum tipo de problema ambiental e fazendo uso de frases de efeito apelativo. Esse tipo de notícia tem por vezes o objetivo de formar uma opinião errônea a respeito da atividade e induzir a população de uma comunidade a se posicionar contrária à atividade, como se dela não necessitasse ou prescindisse. É comum a expressão "Essa extração mineral gera impacto ambiental da "maior gravidade" ou, essa atividade gera "danos irreversíveis" para o meio ambiente. A afirmação de "maior gravidade" não é técnica e não quantifica nem compara atividades danosas ao meio ambiente. Quando este tipo de comentário é usado, não o faz de forma comparativa como deveria, ou tomando-se como referencial outros tipos de atividade ou de uso do solo, tais como o chorume de um lixão, ou os efluentes de esgotos domésticos, ou a aspersão de agrotóxicos sobre as lavouras.

Da mesma forma, "danos irreversíveis" não considera as diversas formas técnicas e os vários níveis de custos que são possíveis de serem empregados na

remediação ou na recuperação da totalidade de eventuais mudanças provocadas no meio pela atividade mineral, possibilitando sua reabilitação.

A constância com que estas notícias são veiculadas, pelo que se depreende, amparam-se em uma das alternativas seguintes ou na combinação delas:

- Ignorância sobre o tema;
- Sensacionalismo jornalístico em busca de audiência;
- Conflito de interesses econômicos, demonstrados, ou ocultos mas poderosos (Sintoni, 2001).

A urbanização descontrolada pela falta de planejamento governamental, causa danos ambientais muito maiores do que diversas minerações poderiam provocar. Erosão, desmatamento de matas ciliares, ocupação de áreas de risco, poluição de mananciais por esgotos não tratados, disposição de lixo, são algumas das conseqüências diretas da urbanização descontrolada sobre o meio físico. O uso indiscriminado de defensivos agrícolas, o desmatamento pleno para ampliação de fronteiras agrícolas, propiciam impactos algumas dezenas de vezes maior que a mineração.

A atividade de mineração provoca a remoção da cobertura vegetal, a qual normalmente fica restrita a áreas pontuais de ocorrência do bem mineral. Por outro lado, todas as outras atividades humanas que ocupam o solo, o fazem de forma mais ampla, ou seja, em áreas muito grandes, retiram a cobertura vegetal para a implantação de projetos agrícolas ou de pecuária, de assentamento de trabalhadores rurais, para loteamentos residenciais ou industriais, removem o solo e modificam os traçados hidrográficos, impermeabilizam permanentemente a superfície ocupada, mas apenas das minerações são exigidas ações de recuperação e reabilitação e neste caso o custo dessa recuperação passa a ser obrigação da empresa empreendedora. Por outro lado, o passivo ambiental resultante de atividades não planejadas ou mal administradas pelo poder público, normalmente recai sobre os municípios e os governos estaduais, tendo seus custos rateados por todos, ou seja, o passivo ambiental das atividades “não planejadas” recai sobre o contribuinte.

As minerações de rocha para produção de brita, atividade planejada e autorizada por diversos órgãos, por sua vez, se comprometem a reabilitar a área onde atuam, tornando-a viável para outro uso. Mesmo que no passado essa mineração não tenha sido adequadamente planejada, visto que a exigência de planejamento urbano é relativamente recente. As antigas frentes de lavra que existem na região da área de

estudo, estão sendo em sua maioria recuperadas pelos donos das propriedades e não pelo Estado. Por outro lado, são diversos os exemplos de ações do Estado em que o passivo ambiental não foi corrigido. São várias as obras abandonadas, áreas de material de empréstimo utilizadas sem técnica, deixadas sem sinalização e abandonadas à erosão.

As mineradoras de um modo geral executam a atividade de lavra à céu aberto e pela facilidade de identificação, têm sido freqüentemente o alvo de conflitos de disputa de espaço com outras atividades econômicas e sociais pelo uso do solo.

Para tentar desfazer os preconceitos que sofrem, os mineradores de rocha para brita, bem como os de areia, através de suas associações, necessitam demonstrar diariamente que sabem produzir dentro da melhor técnica, com controle e com recuperação ambiental.

Pode-se observar por exemplo, a necessidade da mineração preservar e recuperar a vegetação nativa na faixa de proteção dos cursos d'água, mas os produtores agrícolas e pecuaristas desmatam até o limite das margens e não são intimidados a recuperar. Na grande maioria dos casos a mineração é a pioneira em trabalhos comunitários, promovendo a educação ambiental para os meios onde atua. A mineração como qualquer atividade humana, implica na modificação do meio ambiente em diferentes níveis de classificação, mas no Brasil esta atividade tem sido uma das poucas instadas a remediar as situações que cria.

Os empreendimentos apoiados em análises econômicas que desconsideram os custos absorvidos pelo meio ambiente, ou por seus usuários, não devem ser considerados sustentáveis. Alguns tipos de empreendimento, especialmente para os que envolvem o aproveitamento de recursos naturais, estão sendo rejeitados por comunidades mais esclarecidas e redirecionados pelos investidores, para regiões menos desenvolvidas onde ainda existe a necessidade de crescimento a qualquer custo ou com o maior lucro possível. Um bom exemplo é o caso das indústrias de alumínio, de transformação florestal ou de produção de soja. Coletam o insumo, consomem energia viabilizada por terceiros, geram subprodutos indesejáveis e transferem a maior parte dos resultados para fora da região de produção. Os efeitos negativos do empreendimento têm seus custos diluídos com terceiros, sejam eles indivíduos, empresas ou governos, os quais nem sempre são beneficiados pelos investimentos, sejam como trabalhadores ou como consumidores.

Em qualquer lugar do Planeta, o uso do meio ambiente pelo ser humano se processa baseado em três funções econômicas distintas e fundamentais:

- como fornecedor de recursos;
- como fornecedor de bens e serviços; e
- como assimilador de dejetos.

Como fornecedor de recursos, o meio ambiente cede os recursos naturais, as matérias primas e a energia para a produção. Na segunda condição, se incluem os recursos indiretos, como o patrimônio cultural, o substrato da infraestrutura que abriga a indústria e a população produtiva e na terceira instância, o meio ambiente é utilizado pela sua capacidade de absorver os resíduos da atividade humana, produzidos pelas outras duas atividades citadas. (Mineropar, 2001)

Os recursos minerais são gerados tão lentamente dentro do ciclo geológico que são considerados não-renováveis. Outros recursos como água, ar, florestas e alimentos são renováveis, mas somente quando as condições ambientais forem favoráveis para sua recuperação natural ou planejada. O uso descuidado do ar, da água, das reservas florestais e da fertilidade dos solos, pode repor estes recursos em taxas menores do que a humanidade tenha necessidade.

Os bens minerais, são recursos naturais não renováveis e portanto com reservas finitas, visto que, uma vez extraídas e consumidas, não poderão mais suprir as necessidades das gerações futuras, exceto em parte e pela reciclagem. Neste caso, a aplicação do princípio de desenvolvimento econômico sustentável requer a ponderação de outros fatores tais como a possibilidade de descoberta de novos depósitos minerais, os avanços tecnológicos de métodos de lavra e beneficiamento, capazes de ampliar as reservas minerais, bem como as várias formas de redução do consumo, a reutilização e a reciclagem de matérias primas minerais e sua substituição onde for possível e correto.

Para se atingir a sustentabilidade ambiental na mineração faz-se necessário a manutenção das reservas, através da pesquisa mineral, com métodos adequados de prospecção e de investigação, com corretas técnicas de beneficiamento, tudo de modo a garantir para as gerações futuras, a disponibilidade dos bens minerais por elas requeridos. Da mesma forma, tecnicamente é possível a redução de impactos da produção, como também são importantes as atitudes de racionalização do consumo, com a reciclagem a reutilização dos produtos da transformação mineral.

### 8.3 - Impactos Ambientais sobre o Meio Físico

As alterações provocadas no meio ambiente pelas atividades da mineração produzem seus efeitos, em sua maior parte, sobre o meio físico, sendo que os efeitos sobre os meios biológico e antrópico ou sócio-econômico, são em grande parte, decorrentes da primeira. De um modo geral, os impactos ambientais para fins de identificação e estudo, são subdivididos em impactos sobre os diferentes meios onde este possa ter ocorrido ou estar ocorrendo, ou seja, os meios físico, biológico e o antrópico. Estes efeitos podem ser mais especificamente sobre: a flora e a fauna; o solo e o sub-solo; as águas de superfície e subterrânea; o ar e a atmosfera; o sócio econômico e sobre a saúde humana (Pellenz, 2001).

Os impactos apenas sobre o meio físico, são subdivididos em impactos sobre as águas superficiais e subterrâneas, que inclui aspectos de poluição destas águas; resíduos sólidos, que trata do seu gerenciamento, com ênfase nos estéreis e rejeitos; impactos sobre a atmosfera, incluindo a poluição do ar, materiais particulados, ruídos e sobrepressão acústica; e as vibrações no solo e sub-solo causadas pelo desmonte por explosivos; impactos sobre a flora e a fauna; e os impactos sócio econômicos.

#### - IMPACTO SOBRE AS ÁGUAS

São diversas as formas pelas quais a água participa da atividade de mineração, dependendo da situação, ela pode estar apenas presente ou estar sendo utilizada. No caso da mineração para rocha britada, pode ser:

- Na mitigação de outros impactos, como a emissão de particulados, controlada por aspersão de água;
- Nas águas de chuvas, que circulam por toda a área da mina;
- Em subsuperfície na área da mina e seu entorno, recebendo contribuições de águas provenientes da área do empreendimento.

Nestas ocasiões, podem ser introduzidos poluentes nas águas que se não forem evitados ou removidos previamente, irão contaminar os corpos d'água, causando indiretamente impactos à flora, à fauna e ao meio antrópico. São considerados poluentes das águas quaisquer formas de matéria ou energia cuja presença, lançamento ou liberação possa causar danos à biota. A poluição introduzida nas águas superficiais pela mineração de rocha para brita podem originar-se nas operações de remoção e deposição do material estéril de capeamento da rocha, nas operações de britagem ou ainda de superfícies desprotegidas de vegetação, como taludes nas



frentes de lavra, ao longo de acessos, pilhas de minério ou estéril e pátios de manobras, que liberam partículas quando atingidos pelas águas pluviais. As operações auxiliares em instalações sanitárias, refeitórios, oficinas mecânicas e armazenamento de combustíveis, também podem ser responsáveis pela poluição das águas em uma pedreira. O Quadro 08 relaciona os poluentes mais comuns em mineração, associando-os aos materiais, áreas ou operações da mina ou usina de beneficiamento que os originam e às principais medidas de controle.

O principal problema de poluição das águas, pelo menos em termos quantitativos, é representado pelas partículas sólidas. Estas partículas podem ser colocadas em suspensão principalmente pela ação das águas pluviais sobre as superfícies desprotegidas das minas ou sobre as pilhas de estéril e eventualmente de minério, quando armazenadas sem as devidas precauções. Também podem estar presentes nos efluentes do beneficiamento, nas oficinas mecânicas e pátios de lavagem de máquinas, os poluentes orgânicos, como óleos e graxas, resultantes da falta de controle destas operações auxiliares.

Quadro 08 - Poluentes das águas mais comuns em mineração

<b>Poluente</b>	<b>Origem</b>	<b>Efeitos e Impactos</b>	<b>Principais Medidas de Controle</b>
Poluentes orgânicos	Instalações sanitárias, Refeitórios Vilas Residenciais Detergentes utilizados em oficinas mecânicas, áreas de lavagem etc. Reservatórios inundados sem previa remoção da vegetação.	São nutrientes de microorganismos que os degradam e consomem oxigênio neste processo. Diminuição da capacidade de autodepuração de corpos d'água. Possibilidade de eutrofização.	Fossas sépticas Estações de tratamento de esgotos
Partículas Sólidas	Drenagem Focos de erosão Efluentes do beneficiamento	Aumento da carga de sedimentos nos cursos d'água, causando seu assoreamento e favorecendo a ocorrência de inundações. Diminuição da luminosidade, prejudicando a biota aquática. Soterramento de comunidades bentônicas. Diminuição da produtividade primária (devido à fotossíntese).	Implantação de sistema de drenagem para minimizar a quantidade de água que circula na área de operação. Bacia de decantação. Adição de substância coagulante. Clarificação.
Óleos e Graxas	Vazamentos de combustíveis e lubrificantes Oficinas mecânicas Áreas de lavagem de equipamentos	Pode interferir na oxigenação de águas paradas. Pode cobrir as guelras dos peixes e afetar outros organismos. Esteticamente inconveniente.	Caixas separadoras de óleos e graxas e venda para empresas especializadas em recuperação.

Fonte: Sánchez, 1995a in Mineropar, 2001 (modificado)

As conseqüências do lançamento ou liberação de um poluente em um corpo d'água dependem não somente da natureza e concentração do poluente, mas também das características do corpo d'água. No Brasil, a legislação que regula a matéria considera estes dois aspectos ao estabelecer limites de tolerância para os despejos, considerando também a qualidade e o uso preponderante dos corpos d'água. De um modo geral, é de fundamental importância as medidas de redução do volume das águas residuárias e o gerenciamento das águas de drenagem das minas. Esta medida é particularmente importante na RMC, onde ocorre um excesso de precipitação em relação à evaporação na maior parte do ano. O gerenciamento das águas pluviais inclui a adoção de diversas medidas:

- Redução da quantidade de água em circulação na área do empreendimento, com a implantação de sistema de drenagem que impeça ou reduza o ingresso na área de águas pluviais provenientes de áreas vizinhas dentro da bacia de drenagem;

- Redução das áreas expostas à erosão, ou seja, áreas não vegetadas, evitando a supressão de vegetação ou ajustar o cronograma de supressão ao da operação da mina, de modo a manter as áreas desprotegidas por um tempo mínimo possível. É aconselhável considerar o calendário meteorológico, uma vez que o problema se acentua na época das chuvas. Os taludes dos acessos, as pilhas de estéril e outras superfícies desprotegidas devem ser recobertas com vegetação, sempre que possível.

- Implantação de sistema de coleta das águas de drenagem, com canaletas estrategicamente construídas, de modo a evitar o contato das águas pluviais com material potencialmente gerador de turbidez.

- Intensificação da prática de reutilização de águas.

O gerenciamento adequado da poluição das águas torna-se possível, através do monitoramento das características dos efluentes e da qualidade das águas do corpo receptor. Para o tratamento das águas poluídas da mineração, existem técnicas consagradas, referidas no Quadro 08, as quais não são exclusivas da mineração, mas comuns a diversos setores, como o caso das fossas sépticas e estações de tratamento de esgotos, no controle de poluentes orgânicos, e caixas separadoras de óleos e graxas.

## - IMPACTOS SOBRE A ATMOSFERA

A mineração de rocha para produção de brita pode causar impactos na qualidade do ar, pela introdução de poluentes particulados e por ondas sonoras audíveis ou não-audíveis.

### - Poluição do ar

As diversas atividades humanas provocam uma ampla variedade de poluentes atmosféricos, mais freqüentemente associados ao processo de combustão na produção de energia. Os poluentes atmosféricos podem ser classificados em dois grandes grupos: gases, que podem ser orgânicos ou inorgânicos; e aerossóis, também referidos como aerodispersóides ou particulados dispersos, que consistem em partículas sólidas ou líquidas em suspensão no ar.

Dos poluentes atmosféricos considerados mais importantes, a mineração de rocha para produção de brita contribui com a queima de combustível que gera monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx) e de enxofre (SOx) e o material particulado, que é o mais amplamente disseminado nesse tipo de empreendimento, principalmente no ciclo da rocha pela usina de britagem.

No grupo dos aerodispersóides, considerado o mais comum nas mineradoras de rocha para brita, são as **poeiras**, as quais são partículas sólidas resultantes dos vários processos de desintegração das rochas. Além dos efeitos sobre a saúde humana e de outros seres vivos, a presença de particulados no ar acarreta redução da visibilidade embora seja pouco provável que sua sedimentação venha a causar danos em edificações e contaminação de solos, vegetação e água. Eventualmente um material tido como não-tóxico, como o calcário, pode provocar alteração na diversidade de espécies em uma floresta, pelas mudanças que provoca nas características do solo.

O Quadro 09, resume as principais fontes de emissão de particulados em mineração e as respectivas técnicas de redução e controle das emissões.

Para reduzir os impactos da poluição atmosférica de um empreendimento adotam-se basicamente dois tipos de medidas: as destinadas a reduzir as quantidades emitidas e as que impedem que os poluentes emitidos atinjam os pontos de interesse, como áreas habitadas ou ecossistemas sensíveis.

Para se conhecer a influência real do empreendimento sobre a qualidade do ar, é fundamental que sejam conhecidos os níveis básicos de qualidade do ar nos diversos

pontos de interesse antes da implantação do empreendimento, ou que sejam consideradas todas as possíveis fontes geradoras, no entorno do mesmo.

Quadro 09 - Principais fontes de particulados em mineração e seu controle

<b>Atividade ou Fonte</b>	<b>Medida de controle</b>
Perfuração	Injeção de água (com ou sem adição de surfactantes) VLE + ECP (ciclone ou filtro de manga) <sup>(1)</sup>
Detonação	Detonação em condições favoráveis de dispersão Aspersão de água sobre a bancada
Carregamento	Aspersão de água
Transporte Interno	Aspersão de água nas pistas Revestimento das pistas Controle de tráfego (limite de velocidade)
Britagem Peneiramento	Enclausuramento total ou parcial Aspersão de água VLE + ECP
Estocagem em pilhas	Redução da altura de descarga Aspersão de água no ponto de descarga Cobertura com lona ou vegetação Enclausuramento (silos, galpões) Aspersão de água com surfactantes
Silos	VLE + ECP
Correias transportadoras	Enclausuramento Aspersão de água VLE + ECP
Transporte externo	Transporte externo Enclausuramento da carga Cobertura com lona Aspersão de substancia aglomerante
Secagem e calcinação	VLE + ECP (filtro eletrostático, lavador de gases)
(1): VLE = ventilação local exaustora; ECP = equipamento de controle de poluição	

Fonte: Environmental Protection Agency (1977) in Pellenz (2001)

### - Poluição sonora, ruídos e sobrepressão acústica

Os ruídos e sons são variações de pressão detectáveis pelo ouvido humano, e muitas vezes tornam-se indesejáveis pelo desconforto e problemas de saúde que causam. A audibilidade humana depende basicamente da frequência da variação de pressão e é diferente de indivíduo para indivíduo. Situa-se, em geral, entre 20 e 20.000 Hz; dentro deste espectro, o ouvido humano detecta com maior facilidade os sons de frequência entre 1000 e 4000 Hz. Além da frequência, outro parâmetro físico que caracteriza o som é a amplitude da onda sonora, relacionada à pressão sonora. A unidade usada para medir a intensidade ou os níveis de pressão sonora é expressa em decibéis (dB).

O sopro de ar ou sobrepressão acústica é associado à detonação de cargas explosivas, assim como o som e o ruído, é uma onda de pressão atmosférica. Grande parte da energia transmitida por estas ondas, no entanto, situa-se na faixa de

freqüência não-audível. A intensidade do sopro de ar também é medida em decibéis, porém é expressa em decibéis lineares.

Os problemas causados por ruídos excessivos têm se agravado nos últimos tempos, especialmente em áreas urbanas. A exposição a altos níveis de ruído pode causar desde alterações passageiras até graves defeitos irreversíveis na audição. Além dos efeitos sobre o aparelho auditivo, o ruído excessivo pode provocar uma série de desordens físicas, mentais e emocionais, como irritabilidade, fadiga, distúrbios do sono, interferência na comunicação oral, queda do nível de atenção etc.

A sobrepressão acústica causada pela detonação de cargas explosivas pode causar danos a estruturas, que vão desde a quebra de vidraças até o aparecimento de rachaduras no revestimento e até na própria alvenaria. Normalmente a quebra de vidraças precede algum outro tipo de dano estrutural. O Quadro 10 ilustra com alguns exemplos típicos os níveis de pressão sonora produzidos por equipamentos de mineração e outras fontes.

Quadro 10 - Níveis típicos de ruído.

Fontes de ruído e exemplos típicos	NPS em dB(A)
Limiar da dor	120
Concerto de rock	110
Perfuratriz a ar comprimido (1m)	110
Caminhão fora-da-estrada (cabina do motorista)	74 a 109
Trator (cabina do operador)	84 a 107
Área de pedreira (vários pontos ao ar livre)	88 a 102
Carregadeira frontal (cabina do operador)	83 a 101
Britador de mandíbulas (operador)	90 a 100
Usina de flotação (dentro do galpão)	63 a 91
Moinho de bolas (operador)	até 100
Campainha de despertador (1m)	80
Conversação normal	60
Casa rural	40
Queda de uma folha	10
Limiar da audibilidade	0

Fonte: Down Stocks (1977) in Licht (2001)

Ondas de sobrepressão de intensidade muito inferior à necessária para quebrar vidraças podem causar algum tipo de incômodo às pessoas. Esta sensação, no caso do sopro de ar, é influenciada pelo caráter intermitente das detonações e pela rejeição que a maioria dos indivíduos têm em relação a atividades que envolvem explosivos.

No processo de produção de brita na RMC, pode-se identificar três principais fontes de ruído, sendo nas unidades fixas, nas unidades móveis e no transporte

externo. As unidades fixas incluem os britadores, moinhos, peneiras, esteiras, silos e motores. Localizam-se, em geral, em áreas internas da mina e são freqüentemente enclausuradas. As unidades móveis são em geral, associadas às operações de perfuração, detonação de explosivos, carregamento e transporte interno. O transporte externo refere-se não somente à remessa do produto da mina, mas também ao suprimento de materiais e movimentação de pessoal. A maior parte deste transporte utiliza caminhões, que são fontes importantes de ruído e incômodo para as comunidades do entorno da mina.

A intensidade dos problemas de ruídos causados por um empreendimento minerário depende não somente dos níveis de pressão sonora gerados nas fontes fixas e móveis, que por sua vez variam com o tipo de equipamento e volume de produção, mas também da distância entre os pontos de geração e recepção de ruídos e das condições de atenuação existentes no caminho. Conseqüentemente, as medidas mitigadoras aplicáveis a este tipo de poluição baseiam-se em três enfoques principais: redução do ruído gerado na fonte, isolamento da fonte e incremento da atenuação ou absorção do ruído no trajeto entre a fonte e o receptor (Pellenz, 2001).

A RMC, onde se concentra uma grande produção mineral especialmente dos minerais de uso social como a brita, a areia, os calcários e a argila vermelha, reúne um contingente significativo de empreendimentos situados próximos de áreas urbanizadas, onde os problemas relacionados ao ruído e à sobrepressão contribuem de maneira expressiva para a instalação e manutenção dos conflitos entre empresas mineradoras e comunidades vizinhas. Estes conflitos uma vez instalados, são por vezes de difícil solução, requerendo a adoção de medidas que vão além da adequação da atividade aos padrões ambientais recomendáveis tecnicamente ou exigíveis legalmente. Daí a importância de uma adequada previsão e monitoramento do problema, permitindo à empresa antecipar-se aos eventuais reclamos da comunidade.

#### **8.4 - Impactos Ambientais sobre o Meio Biológico**

O conjunto de seres vivos, vegetais, animais e microorganismos que vivem numa determinada região, é designado como sendo um ecossistema. Isto, quando estes constituem uma comunidade biológica, ligados entre si por uma série de relações que inclui o ambiente físico em que habitam estes organismos, com uma interdependência entre os componentes físicos e biológicos. Nesta rede de relações,

cada elemento desempenha um papel e participa ativamente da manutenção do equilíbrio do sistema.

A aplicação dos conceitos de biologia na elaboração de projetos, programas e políticas, é feita por Ortolano (1997), que destaca três assuntos freqüentemente presentes na avaliação das transformações causadas por ações humanas nos ecossistemas:

- biodiversidade e fragmentação de habitats;
- diversidade de espécies e sua conexão com a estabilidade dos ecossistemas; e
- espécies significativas, incluindo espécies estruturais e espécies indicadoras.

O termo biodiversidade, ou diversidade biológica, refere-se à variedade e variabilidade de organismos vivos e das comunidades biológicas em que vivem. A importância da conservação da biodiversidade normalmente é relacionada a avanços, passados e potenciais futuros, em medicina, agricultura e indústria. Mais recentemente, a preservação de ecossistemas naturais tem sido defendida também por razões comerciais ligadas à indústria do ecoturismo, a qual vem atraindo um número cada vez maior de pessoas no mundo todo. Todos esses argumentos refletem uma perspectiva antropocêntrica. A conservação da biodiversidade é hoje uma das grandes preocupações da humanidade e a fragmentação de habitats é considerada uma das ameaças significativas a esse objetivo.

As modificações que o ser humano introduziu na paisagem, na atmosfera e nas águas deverão perdurar por algumas centenas ou milhares de anos, mas certamente serão compensadas e equilibradas por processos naturais. Não é improvável, que a vida humana se preserve, sucumbindo tão somente a civilização industrial, ou as relações de mercado e consumo como são praticados atualmente. Para tanto se tem o exemplo de outras civilizações que, por motivos outros, já se extinguíram.

As atividades de mineração geram impactos sobre o meio físico que, dependendo das características de ocupação, da área ocupada e da área de influência do projeto, podem causar prejuízos ao meio biológico, afetando os ecossistemas pela alteração ou destruição de habitats, o que por sua vez resultará em danos à fauna.

Da análise do quadro 08 pode-se observar os principais efeitos da mineração sobre a biota aquática, considerando o contexto da cadeia alimentar. Este poderá ter reflexo na fauna terrestre e até mesmo no ser humano. Uma produtora de brita por ser uma fonte geradora de material particulado pode causar o aumento à carga de sedimentos nos cursos d'água, causando seu assoreamento e modificando algumas

características físico-químicas dessa água. A diminuição da luminosidade, altera a fotossíntese, diminuindo a produtividade primária, prejudicando a biota aquática.

Os ruídos e as vibrações transmitidas pelo ar ou pelo solo, provenientes das operações de desmonte de rochas por explosivos, transporte e britagem, entre outras, podem causar prejuízos à fauna, seja afugentando-a das proximidades, seja causando tensão que venha a se refletir na capacidade de procriação ou de cuidar de suas crias.

Os ecossistemas podem ser ainda afetados com mineração, diretamente pela destruição dos habitats por meio do desmatamento de áreas para a implantação da atividade, pilhas de rejeito, pátios de manobras, vias internas de circulação, tanques de decantação e usinas de britagem da rocha. O desmatamento pode ocorrer ainda fora da área do empreendimento, na abertura de vias de acesso e para escoamento da produção, na implantação de vilas mineiras.

A legislação através de diversos instrumentos, protege os ecossistemas e a biodiversidade. No âmbito federal, uma das mais importantes e pioneiras é a Lei no. 4.771/65 (alterada pelas leis nos 5106/66, 5868/72, 5870/73 e 7803/89), que instituiu o Código Florestal. Este código limita o exercício do direito de propriedade sobre as florestas e demais formas de vegetação reconhecidas como de utilidade às terras que revestem (Art. 1º). Neste percurso, se contrapõe, em diversos pontos, com a lógica dos processos do meio físico e com o bom senso, da prática do aproveitamento sustentável dos recursos minerais, acentuando ainda mais os conflitos (Pellenz, 2001).

A Mata Atlântica, como constava nos antigos mapas do IBGE, se constituía numa exuberante floresta que recobria a costa leste do país, a qual, com a edição do Decreto Federal no. 750/93, que trata especificamente da vegetação que integra o complexo florestal da Mata Atlântica, teve seus limites estendidos, no Estado do Paraná, até às margens do rio Paraná, também provocou uma revisão nos critérios.

Além desses dispositivos legais abrangentes, existem os específicos relacionados às unidades de conservação: parques, reservas biológicas, estações ecológicas e áreas de proteção ambiental.

### **8.5 - Impactos Ambientais sobre o Meio Sócio Econômico**

O contexto sócio-econômico onde se realizam as atividades de mineração pode estar vinculado a situações históricas decorrentes de demandas de mercado, com a necessidade de suprimento local de matérias-primas. Nesta situação, a indústria extrativa mineral funciona não somente como fornecedora de insumos, mas também



como consumidora, sobretudo de energia, de mão de obra básica e especializada, de máquinas e equipamentos entre outros, o que lhe confere a característica de ser indutora de transformação do meio ambiente, assim como também o são, outros tipos de empreendimentos fundamentados no uso dos recursos naturais.

Segundo pesquisas da COHAPAR cerca de 350 mil trabalhadores rurais volantes vivem hoje nas periferias dos centros urbanos do Paraná, em condições precárias ocupando subempregos. A população rural do Paraná, em duas décadas e meia, reduziu-se para menos da metade, e a população urbana cresceu 2,7 vezes. Isto, aliado ao crescimento vegetativo, gerou um déficit habitacional de aproximadamente 800 mil moradias no Estado.

Com base em um rápido cálculo e de modo bastante superficial, pode-se quantificar a demanda reprimida de materiais para emprego direto na construção civil, de cerca de 12 milhões de m<sup>3</sup> de agregados, considerando-se habitações populares com padrão de 40 m<sup>2</sup>, onde são utilizados aproximadamente 14 m<sup>3</sup> de agregados por unidade (brita e areia). Deve-se considerar também a necessidade da construção de infraestrutura básica para atender às 800 mil moradias, como: escolas, pavimentação, calçamento, drenagem e prédios públicos, certamente os valores da demanda por agregados podem ser multiplicados várias vezes (Mineropar, 2001).

A indústria de insumos minerais de uso direto na construção civil é também conhecido por "bens minerais de uso social", em função de sua importância para obras de infraestrutura. Existe um grande número de empresas de porte médio, pequeno e micro atuando no setor, muitas com pouca capacidade organizacional e econômica, necessitando de ação governamental. Em função destas características, as empresas produtoras destes bens minerais para uso em agregados possuem limitações em termos de gestão ambiental, aliado a um alto índice de operações clandestinas.

A influência do transporte no custo final do produto exige que o local de extração de minerais para agregados esteja próximo ao centro consumidor, o que significa desenvolver a mina dentro ou na periferia das zonas urbanas, com todos os transtornos e conflitos que a atividade possa vir a ocasionar.

A atividade de mineração movimentada anualmente enormes e crescentes quantidades de matéria prima, retirada da crosta terrestre, tanto em volume como em valores. Em muitos casos a paisagem local é completamente redesenhada. Como consequência a mineração embora não seja a única atividade a causar danos ao meio ambiente, nem tampouco seja, a que ostenta o maior passivo ambiental, é fortemente

associada pela opinião pública, como a atividade que mais degrada o meio ambiente, é um símbolo de deterioração ambiental.

Nos EUA, o programa SUPERFUND que tem por objetivo a análise detalhada dos empreendimentos com os maiores passivos ambientais, registrou apenas 48 minerações em um universo de 1.189 áreas contaminadas (Young, 1992). Uma Pesquisa realizada no Brasil, (Santos, 1995), através de entrevistas pessoais em 6 diferentes Regiões Metropolitanas, apontou, a mineração (26,0%) em quinto lugar entre as indústrias consideradas mais agressivas e danosas ao meio ambiente, isto dentre as 13 alternativas propostas, depois de extração de madeira (62,9 %), indústria química (60,9 %), papel e celulose (40,4 %) e petróleo (31,4 %), entre outras que com base em parâmetros técnicos são reconhecidas como significativamente mais agressivas ao meio ambiente que a mineração.

A identificação e avaliação dos impactos de uma atividade de mineração sobre o meio antrópico pressupõe a compreensão das complexas relações sociais, econômicas culturais e temporais. Difícilmente um projeto industrial, seja de mineração ou de qualquer outra modalidade, deixará de causar algum tipo de impacto sobre o meio ambiente. Tais impactos poderão ter caráter benéfico ou adverso e o processo de avaliação deve ser capaz de confrontar uns e outros e chegar a um resultado deste balanço entre custos e benefícios. Neste exercício, entretanto, é de fundamental importância a identificação precisa dos diversos grupos afetados, pois freqüentemente os benefícios são auferidos por grupos diferentes daqueles que arcam com os custos, ou seja, o resultado do balanço pode até ser o equilíbrio, mas as comunidades locais, que vivem no entorno do projeto ficam com os impactos negativos e os benefícios são apropriados por outros grupos.

Os impactos sobre o meio antrópico podem ser classificados em sociais, econômicos e culturais sendo que a distinção entre estas categorias nem sempre é fácil e alguns autores preferem tratar os dois primeiros conjuntamente como impactos socioeconômicos. Sánchez, 1995 in Fabianowicz (1998) considera que esta distinção, apesar de ser às vezes difícil e desnecessária, é importante em muitos casos por permitir uma análise mais profunda e facilitar a proposição de medidas de atenuação dos impactos negativos ou potencialização dos positivos.

Os impactos sobre o meio antrópico resultantes das atividades de mineração, em boa parte, são oriundos dos impactos sobre o meio físico e nos ecossistemas. No

Quadro 11 pode-se observar os principais impactos da atividade mineral, classificados em sociais, econômicos e culturais.

Quadro 11 - Principais impactos da mineração sobre o meio antrópico.

<b>Impactos Sociais</b>	
Impacto Visual	Alteração da dinâmica demográfica
Desconforto ambiental	Remoção de pessoas
Impactos sobre a saúde	Qualificação de mão-de-obra
Alteração das formas de uso do solo	
<b>Impactos Econômicos</b>	
Aumento da demanda por serviços sociais	Alteração das opções de uso do solo
Aumento da demanda por infra-estrutura	Aumento da oferta de empregos
Aumento local de preços de bens e serviços	Incremento da atividade econômica
Substituição de atividades econômicas	Indução ao desenvolvimento regional
Diminuição da produtividade de ecossistemas	Aumento da arrecadação tributária
<b>Impactos Culturais</b>	
Perda de patrimônio	Alteração das relações sócio-culturais

Os impactos da mineração de rocha para brita sobre o meio antrópico, revestem-se de especial importância na RMC, devido ao alto grau de ocupação humana, especialmente em determinadas porções do território dessa região, posto que esta atividade mineral ocorre usualmente em locais próximos aos centros urbanos.

As sociedades que se estabeleceram em regiões geográficas adequadas e que portanto tiveram sucesso nessa localização, com a extração e o uso de recursos minerais, cresceram e prosperaram, sendo a disponibilidade e o consumo de minerais um bom índice de mensuração do nível de desenvolvimento sócio econômico.

O incremento da atividade econômica, provocada pela implantação da atividade de mineração é um impacto positivo direto e passa a ter expressão tanto local como regionalmente. É também um impacto positivo indireto, quando se considera o efeito social quando essa brita ou esse agregado é fornecido com preços baixos e portanto mais acessíveis principalmente às populações de menor poder aquisitivo.

Sem os recursos minerais de uso imediato na construção civil, a melhoria da qualidade de vida da população da RMC não será possível.

## 8.6 - Impactos Ambientais Diretos

Os explosivos fazem parte da vida cotidiana das pessoas há muitos séculos e para fins pacíficos, são utilizados em diversos segmentos da indústria. Como exemplo, é possível citar uma grande variedade de produtos que, em alguma etapa inicial de sua produção, necessitaram do uso de explosivos, geralmente para se obter a matéria-

prima desejada. No caso da eletricidade que provém da queima do carvão, houve a necessidade de se desmontar o carvão por meio de explosivos, os produtos à base de aço, para serem fabricados, necessitam de minério de ferro desmontado em bancadas, e para a obtenção de rocha britada para a construção civil. A indústria da construção civil é um setor particularmente importante e para atender à grande demanda pelas mudanças que ocorrem nas grandes cidades, a necessidade do uso de explosivos é uma constante e para fins diversos, tais como a escavação em rocha para a abertura de vias subterrâneas, na remoção de construções desativadas ou com problemas estruturais, bem como na produção de rocha britada.

Técnicas foram desenvolvidas para aumentar a eficiência dos explosivos na mineração, sendo que o uso de explosivos pode ser considerado o primeiro grande marco divisório na história dos desmontes de rocha. No desmonte de rochas a carga explosiva é detonada no interior de um furo aberto no maciço rochoso, com o objetivo de fragmentar a rocha, lançando-a sobre a bancada na forma de uma pilha. Esta fragmentação é necessária para adequar a granulometria da rocha às capacidades das máquinas utilizadas nas operações de carregamento, transporte e britagem. Nem sempre este objetivo de desmonte do maciço é atingido totalmente, sendo neste caso, necessárias operações adicionais de desmonte secundário dos blocos que restaram com tamanho superior ao desejado.

Geralmente as minerações se instalam a distância das concentrações urbanas, como é o caso das produtoras de brita, mas com o passar dos anos a ocupação urbana busca novos espaços, gerando a necessidade de uma convivência mútua e diária entre os habitantes da cidade e a mineração. O crescimento dos centros urbanos em volta das minerações faz com que novos problemas ambientais apareçam. Segundo Iramina (2002) estes problemas podem ser agrupados, de uma maneira geral, da seguinte forma:

- emissão de gases tóxicos tais como o monóxido de carbono e gases nitrosos, entre outros e partículas sólidas em suspensão na atmosfera, podendo comprometer a qualidade do ar;

- emissão e propagação de ondas sísmicas transientes (de pequena duração, com frequência e amplitude variadas) através do solo e dos maciços rochosos, ocasionando vibrações de suas partículas. As vibrações podem ocasionar danos materiais, como trincas e fraturas em edificações, indução de escorregamento de taludes e desconforto ao ser humano;

- emissão e propagação de energia pela atmosfera, provocando deslocamento do ar denominado de sobrepressão, ocasionando ruídos de grande amplitude, bem como vibrações em faixas de frequência não-audíveis, todos com possibilidade de provocar danos materiais, incômodos e problemas de saúde no ser humano;

- ultra-lançamento, que é o lançamento excepcional de fragmentos rochosos com dimensões em geral, centimétricas, além dos limites da área prevista pelas normas de segurança, os quais podem provocar danos materiais no caso de atingirem construções ou máquinas e até acidentes com vítimas;

Parte da energia liberada na detonação dos explosivos é transmitida para o ambiente, provocando abalos sísmicos. Do ponto de vista ambiental, o interesse recai sobre o movimento provocado pela passagem das ondas nas estruturas atingidas e nos seres humanos.

Devido ao aumento das medidas reguladoras houve a necessidade de um aperfeiçoamento dos mecanismos que atuam no desmonte de rochas, bem como direcionando estudos para o desenvolvimento de novas técnicas não convencionais, também denominadas de alternativas. Os métodos de desmonte de rocha e os produtos novos que passaram a ser utilizados, têm apresentado um desenvolvimento contínuo nas últimas décadas, ajudando a aumentar a produtividade e a reduzir os custos e os impactos ambientais. As vibrações geradas durante uma detonação de explosivos, no processo de desmonte de rochas, o qual é inerente à atividade extrativa de um bem mineral, podem em muito serem controladas e ou minimizadas.

Os problemas ambientais e os conflitos gerados pelas detonações se originam e aumentam de forma considerável, à medida que a urbanização gradativamente se aproxima da atividade de mineração. Essa comunidade que conscientemente se avizinhou do empreendimento, com o passar do tempo passa a exigir cada vez mais a garantia da integridade física pessoal, de suas propriedades e construções, além de um relativo conforto ambiental. Dependendo da sensibilidade de cada indivíduo, qualquer vibração provocada por detonação pode ser considerada desconfortável, o que justifica a necessidade de uma avaliação criteriosa da percepção humana, para cada determinada região ou local específico.

Atualmente existe uma grande preocupação com o controle de vibração e formatação de normas, seja do ponto de vista do conforto ambiental, bem como de danos à propriedade pública ou privada, fomentando a realização de diversos

programas de controle das detonações, recomendações e procedimentos que possibilitem o uso sistemático dos explosivos próximo às comunidades.

Nos EUA, a ISEE (International Society of Explosives Engineers), tomou a iniciativa criando comitês de normatização sismográfica, tomando por base as normas existentes (Norte-americanas e internacionais) e propondo padrões gerais para monitoramento e análise. Os trabalhos tiveram como base as publicações do extinto Bureau of Mines (RI 9455), avaliando e dando ênfase à questão da resposta humana.

O limite estabelecido no RI 9455, de PPV (Velocidade Máxima de Partícula) igual a 12,7 mm/s, provenientes de detonações típicas com duração igual a um segundo, mostrou que as vibrações devem ser toleradas por cerca de 95% das pessoas e tendo como resposta, que a mesma pode ser “percebida discretamente”.

Assim como o Bureau of Mines, o ANSI (American National Standards Institute) também realizou estudos relativos à resposta humana criando limites de PPV (Velocidade Máxima de Partícula), associados às frequências, para três parâmetros, percepção e alarme (conforto), proficiência ou interferência de atividade, e efeitos ligados à saúde e segurança (norma ANSI S3. 18 - 1979).

Mais recentemente a “International Standards Organization (ISO)” produziu um esboço de norma intitulada “Guide to the evaluation of human exposure to vibration and shock in buildings” (1 Hz - 80 Hz / ISO 2631 Addendum 1), cujo limite para um “conforto reduzido” é de 2,30 mm/s (0,09 pol./s).

Outros organismos internacionais também formataram uma grande variedade de normas abordando situações especiais, referentes a danos estruturais e conforto ambiental. Os estudos que mais se destacam são os da norma DIN 4150 (Alemanha); “The State Pollution Control Commission (SPCC) of New South Wales Environmental Noise Control Manual - 1980”; “The Environmental Noise Control Committee of the Australian Environmental Council (AEC)” (Austrália); BS 5228 “Noise and Vibration Control on Construction and Open Sites”; BS 6472 “Guide to Evaluation of Human Exposure to vibration in Buildings”; BS 7385 “Evaluation and Measurement for vibration in Buildings” (Inglaterra), (Mendes, 2004)

No Brasil, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, criou a norma NBR 9653/86, que estabelece como limite para controle de vibração o valor máximo de 15 mm/s de VMP (Velocidade Máxima de Partícula), e nível de sobrepressão acústica não superior a 134 dBL.

No Estado de São Paulo a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), criou um procedimento denominado “Mineração por explosivos” (D7.013 Abril 1992), que estabelece como limite para controle de vibração os valores de 3 mm/s PPV medida na componente vertical, 4,2 mm/s PVS (Integração das três componentes - Vetor Soma) e nível de sobrepressão acústica não superior a 128 dBL. Em 1998, a CETESB criou Câmaras Ambientais, para reavaliação desta norma, onde os produtores de agregados para construção civil participaram, visando a reavaliação das normas sobre ruído, vibração e emissão de particulados, compatibilizando estas normas à continuidade da extração racional e produção de brita. Analisou-se também a questão do conforto humano em função de vibrações geradas por atividades industriais diversas e não somente pelo uso de explosivos, levando em consideração a ISO 2631 (Avaliação da Exposição Humana a Vibração de Corpo Inteiro).

As atuais normas brasileiras não levam em consideração limites de frequência, associados aos limites de PPV, apesar do conhecimento de que valores entre 4-28 Hz são danosos às estruturas civis, pois correspondem aos valores da frequência natural dos edifícios residenciais, podendo causar o fenômeno da ressonância. Frequências altas não proporcionam danos ou riscos às estruturas civis e não causam rachaduras, quebra de vidraças, visto não ocorrer neste caso o fenômeno da ressonância.

De forma resumida, os parâmetros fundamentais que caracterizam o movimento vibratório das partículas do solo são: deslocamento, velocidade, aceleração e frequência. Com base nesses estudos, Konya (1995) e Pellenz (2001) compilaram estes parâmetros que são apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 - Limites de vibração de partículas.

<b>Autor / Ano</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Limites</b>
Thoenen; Windes / 1942	Aceleração (a)	Zona segura: $a < 0,1g$ Zona de atenção: $0,1 < a < 1,0g$ Zona de dano: $a > 1,0g$
Crandell, F. J. / 1949	Coeficiente de energia ( <i>Energy Ratio, ER</i> )*	Zona segura: $ER < 3$ Zona de atenção: $3 < ER < 6$ Zona de dano: $ER > 6$
Langefors, Westerberg e Kihlström / 1958	Velocidade (v)	Sem dano: $v < 71 \text{ mm/s}$ Pequenas fissuras: $71 < v < 109 \text{ mm/s}$ Fissuras: $109 < v < 160 \text{ mm/s}$ Fissuras intensas: $160 < v < 231 \text{ mm/s}$
Nichols, Johnson e Duvall / 1971	Velocidade (v)	Zona segura: $v < 50,8 \text{ mm/s}$ Zona de dano: $v > 50,8 \text{ mm/s}$

Fonte: Konya, (1995).

De um modo geral, não existe um consenso sobre valores admissíveis de vibração em função da resposta humana e em geral as normas internacionais, assim como as existentes no Brasil não tratam com bases claras as relações de causa e efeito, não existindo portanto uma definição apurada do que realmente é desconforto ambiental e dano estrutural em diferentes níveis, bem como quais as normas aplicáveis dependendo da análise de cada caso.

As reações humanas dependem mais da duração do evento do que propriamente dos níveis produzidos. Velocidades de vibração da partícula de 12,5 mm/s, com tempo de duração de 1 segundo, podem ser toleradas por cerca de 95% das pessoas, sendo classificadas como “discretamente perceptível”. As principais reclamações são quanto ao tremor das paredes ou do piso, medo de danos ou acidentes e perturbação das atividades domésticas. Os registros de reclamações podem atingir geralmente 30% ou mais para vibrações de 12,5 mm/s (Siskind, 2000 in Mendes, 2004). As reações humanas às vibrações podem vir a ser um fator limitante para a operação do empreendimento mineral, mesmo estando os valores dentro dos padrões definidos pelos órgãos competentes.

Questões sócio-econômicas e culturais devem ser levadas em questão, onde as normalizações tenham como foco questões subjetivas como resposta humana, levando áreas sem uma cultura de mineração bem desenvolvida, a adotarem limites de tolerância superiores às outras onde esta cultura mineral já é vivida pela sociedade a mais de uma geração. A quantificação dos impactos se torna fundamental, muito embora estes devam, também, ser avaliados em nível da percepção dos grupos sociais envolvidos. Nem sempre essa percepção é a mesma para diferentes grupos sociais, ou seja, um tipo de impacto, como as vibrações no terreno, pode ser perfeitamente aceitável para uns e motivo de grande perturbação para outros.

Para a obtenção de um conjunto de normas de vibração mais compatíveis com determinada situação e local, sem inviabilizar a atividade mineral, deve haver uma melhor análise da resposta humana, buscando a elaboração de novos limites mais adaptados ao perfil da população local, com enfoques técnicos para valores que relacionem a tolerância da população de uma forma geral, para com as vibrações geradas pelas detonações.

Os problemas e conflitos associados ao desmonte de rochas por explosivos têm estimulado o desenvolvimento de métodos alternativos de fragmentação de rochas. Um destes métodos é conhecido como “drop ball” e pode ser usado nas operações de



desmante secundário. O processo consiste em soltar uma esfera de aço sobre os blocos de rocha obtidos no desmante do maciço, quebrando-os.

Os métodos alternativos apresentam como principal vantagem, a eliminação de interrupções nas operações da mina, forçadas por procedimentos de segurança, quando o desmante secundário é feito por fogacho explosivo, além da eliminação do incômodo e conflitos com a população vizinha. Outro método que é bem aceito, embora com um custo operacional algo elevado, mas cada vez mais difundido entre as pedreiras, é o uso de rompedores hidráulicos acoplados a escavadeiras. Como outro método alternativo que já tem uso mais específico para rompimento de blocos para rocha ornamental, é o "splitter" ou massa expansiva, a qual também pode ser usada para desmante secundário e em substituição ao fogacho. Estes métodos alternativos no quebraamento secundário, podem constituir-se em alternativas eficazes na solução de conflitos gerados pelas operações de desmante de rochas por explosivos, principalmente quando da proximidade de ocupação urbanas ou industriais.

Um caminho para uma boa convivência entre o empreendimento mineral e a ocupação urbana, consiste na comunicação aberta com a comunidade. Este fato tem sido uma medida bem aceita e útil para minimizar conflitos entre as partes envolvidas, desde que cumpridas algumas medidas tais como (Mendes, 2004):

- Pronto atendimento às reclamações;
- Esclarecimento sobre a atividade de mineração;
- Esclarecimento sobre a tecnologia sismográfica dos monitoramentos de vibração e sobrepressão acústica;
- Apresentação de projetos e resultados de monitoramentos, com discussões com a comunidade.

## 9 - ANÁLISE DE DADOS

### 9.1 - Atividades de Produção de Brita e Ocupação do Terreno

Na Região Metropolitana de Curitiba, existem diversos empreendimentos com atividade voltada à exploração de rocha para produção de brita, os quais foram agrupados na tabela 17, de forma a ilustrar as suas razões sociais, sua situação atual, ou seja se está ativa, desativada ou paralisada, sua capacidade instalada da usina de britagem e sua produção durante o ano de 2003 em m<sup>3</sup> por mês.

Tabela 17 - Capacidade instalada das empresas produtoras de brita da área de estudo.

Nº	Empresa	Localização	Situação	Cap. Instalada m3/mês	Produção em 2003 m3/mês
01	Campina Grande Engenharia Ltda	Campo Largo - N da BR 277	Ativa	15.000	**2.000
02	INECOL Ind. Engenharia e Comercio Ltda	Campo Largo - N da BR 277	Ativa	15.000	**2.000
03	Pedreira Central Ltda. MARCK	Campo Largo - N da BR 277	Ativa	30.000	9.000
04	Apmisa mineração Ltda - Pedr. Maringá	Campo Largo - N da BR 277	Ativa	30.000	18.000
05	Construtora Greca Ltda.	Campo Magro Lamenha Pq.	Ativa	15.000	**1.000
06	Construtora Pussoli S/A	Curitiba - S. Felicidade	Ativa	30.000	**3.000
07	Pedreira Parque Tanguá	Curitiba - Pilarzinho	Parque	xxx	xxx
08	Pedreira Paulo Leminski	Curitiba - Pilarzinho	Parque	xxx	xxx
09	Bosque Pedreira Zaninelli	Curitiba - Pilarzinho	Parque	xxx	xxx
10	Pedreira Greca	Curitiba - Pilarzinho	Desativada	xxx	xxx
11	Pedreira do Atuba - DER	Curitiba - Atuba	Desativada	xxx	xxx
12	Pedreira Roça Grande / CESBE S/A	Colombo - S da Cidade	Ativa	30.000	3.000
13	Raphael Greca e Filhos Ltda.	Colombo - SE da Cidade	Ativa	60.000	18.000
14	Pedreiras Cantareira - Brasil Beton S/A	Quatro Barras - Contorno Leste	Ativa	60.000	25.000
15	J. Malucelli Construtora de Obras Ltda	Quatro Barras -SE da Cidade	Ativa	50.000	6.000
16	Pedreira Itaporá Ltda - GAVA	Piraquara - E da Cidade	Ativa	30.000	9.000
17	CBB Ind. e Com. de Asfalto CR Almeida S/A	Piraquara - E da Cidade	Paralisada	xxx	xxx
18	Predreiras Boscardin Ltda	Piraquara - E da Cidade	Ativa	60.000	15.000
19	ARGRAS Ltda.	Piraquara - Roça Nova	Paralisada	15.000	xxx
20	INECOL Ind. Engenharia e Comercio Ltda	S. J. Pinhais - S da BR 277	Ativa	Saibro	xxx
21	Demétrio Rocha e Cia Ltda.	S. J. Pinhais - S da BR 277	Ativa	Saibro	xxx
22	São Sebastião Mineração Ltda. EMPO	S. J. Pinhais - E da BR 376	Ativa	15.000	3.000
23	Saibreira Nova Prata Ltda.	S. J. Pinhais - E da BR 376	Paralisada	10.000	2.000
24	MARCK construtora de obras Ltda	S. J. Pinhais - W da BR 376	Ativa	30.000	10.000
25	Saibreira Boa Esperança Ltda.	S. J. Pinhais - W da BR 376	Paralisada	10.000	2.000
26	Redram Construtora de Obras Ltda.	S. J. Pinhais - E da BR 376	Paralisada	30.000	xxx
27	Tibagi - Pedreira Morro Redondo Ltda.	S. J. Pinhais - E da BR 376	Ativa	40.000	15.000
28	Saibreira Jofi Ltda.	S. J. Pinhais - W da BR 376	Ativa	Saibro	xxx
29	Saibreira Sant'ana Ltda - Cartário	S. J. Pinhais - W da BR 376	Ativa	15.000	3.000
*	Via Plan Ltda	Mandirituba - W da BR 116	Paralisada	30.000	xxx
*	Empr. Curitiba de San. e Cons. Civil Ltda	Mandirituba - W da BR 116	Ativa	15.000	** 2.000
*	Ita Serviços de Britagem Ltda	Quitandinha - W da BR 116	Ativa	15.000	4.000
		Totais		650.000	152.000

Valores arredondados e aproximados, mas muito próximos da realidade.

\* Pedreiras que situam-se ao sul da área de estudo e fora de seu limite.

\*\* Valores pouco precisos.

Na RMC foram avaliadas 32 empresas, sendo que 3 destas, há pouco tempo foram transformadas em parques ou áreas de lazer, 2 foram desativadas e não mais retomarão as atividades visto a urbanização ter-se adensado no seu entorno. Outras 6 encontram-se com suas produções paralisadas, mas ainda possuem condições de retomada da atividade, visto que a paralisação ocorreu ou por motivos comerciais ou por problemas ambientais que podem ser resolvidos. Outras 3 atualmente produzem

apenas saibro mas possuem potencial e condições para produzir brita. Desta forma apenas 21 empresas estão em atividade e produzindo brita que é comercializada atualmente na RMC.

As frentes de lavra destas empresas foram avaliadas individualmente, quanto à possibilidade destes empreendimentos terem sido no passado fontes geradoras de algum tipo de conflito com as outras formas de uso ou ocupação dos terrenos de seus entornos, bem como, se estão sendo no momento e se poderão em breve vir a ser fonte de algum tipo de conflito.

No mapa da figura 19, aparece a distribuição geográfica de 29 destes empreendimentos, na área de estudo, onde também é possível se observar alguns dos outros diversos usos e ocupações que são dados para a região. Como consequência, denota-se que nesta área, 5 pedreiras foram desativadas definitivamente forçadas pela urbanização, das 24 com capacidade produtiva apenas 11 encontram-se fora dos limites de alguma APA (Área de Proteção Ambiental) ou com ocupação urbana ou industrial. As 13 restantes situam-se dentro dos limites de alguma APA, além de algumas destas apresentarem alguma situação de conflito, pelo avanço da ocupação urbana ou industrial. Desta forma mais da metade das empresas que atualmente produzem brita nessa região, poderão ter algum tipo de dificuldade ambiental para manter a atividade. Quanto aos empreendimentos que embora em situação mais confortável, situam-se mais distantes das áreas de ocupação ou de APAs, estes também possuem algum outro tipo de pressão pela paralisação da atividade, tanto por parte dos órgãos públicos ambientais, do Ministério Público Estadual, de ONGs, bem como do mercado imobiliário para fins de loteamento.

Algumas das pedreiras transformadas em parques ou então desativadas definitivamente, possuem mais de 50 anos de existência e diversas delas não são visíveis em aerofotos recentes, bem como não constam do mapa da figura 19, visto que foram desativadas há muitos anos, suas características foram totalmente modificadas e absorvidas pela ocupação urbana, de tal modo que torna-se difícil serem identificados estes antigos locais de exploração.

As APAs que atualmente estão definidas na área em questão, foram todas criadas mais recentemente e em datas muito posteriores às da instalação das empresas produtoras de brita, algumas com mais de 100 anos de atividade, a exemplo da empresa ARGRAS (nº 19 da tabela 17) que teve seu início junto com a construção da ferrovia Curitiba Paranaguá para a qual foi fornecedora de brita e outros insumos.

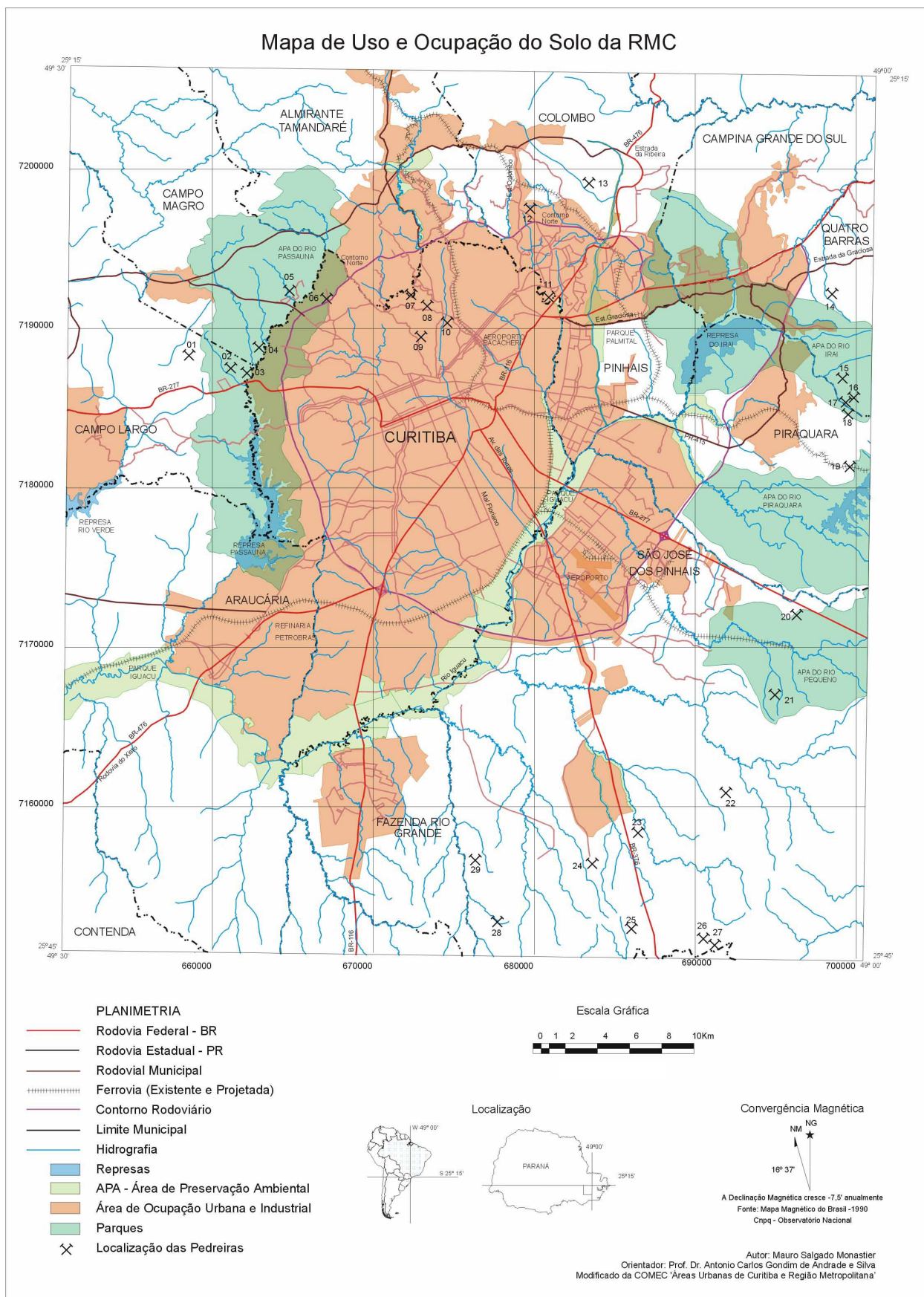


Figura - 19 Mapa de Uso e Ocupação do Solo da RMC.

Uma destas APAs, a do Rio Passaúna, foi criada com justificativa de preservar a bacia hidrográfica do mesmo rio, onde foi construída uma barragem de captação de água para abastecimento público. A área desta APA abrange parte da Cidade Industrial de Curitiba - CIC, na qual estão localizadas centenas de indústrias dos mais variados produtos. Esta abrange também bairros com acentuada ocupação urbana, na maioria com população de baixa renda, um aterro sanitário industrial em atividade, dois aterros sanitários domésticos recentemente desativados e cinco pedreiras entre outras várias atividades com algum potencial de risco ambiental. Ao contrário dos empreendimentos citados, as atividades de mineração são objeto de rigorosa fiscalização e alvo de constantes restrições nas renovações de licença para funcionamento.

A situação geográfica dos empreendimentos produtivos de brita, bem como a distribuição e a superfície tomada em área, por outras formas de uso do solo, podem ser visualizadas no mapa que consta do anexo 12.1, tais como ocupação urbana, APAs, parques, represas de abastecimento de água, dentre outros.

A figura 20, é um recorte de uma imagem de satélite com tratamento de dados, onde foram realçadas as vias de transporte, além da sobreposição de dados geográficos para orientar a localização. São identificadas com facilidade 4 categorias de ocupação ou uso do solo devido a grande superfície que ocupam do terreno. As pedreiras que produzem brita, aparecem representadas com uma simbologia própria, visto tratar-se de uma atividade onde a área ocupada é pontual e muito reduzida, com difícil identificação na escala da imagem. Pelas tonalidades das cores que representam os diferentes usos do solo, percebe-se que as ocupações urbanas e industriais, destacam-se pelas grandes áreas de ocupação concentradas principalmente nas sedes dos municípios. Outra atividade que ocupa uma grande parcela da superfície, semelhante à da ocupação urbana é a de ocupação agrícola, onde grandes extensões da superfície ficam sazonalmente expostas, na forma de terra nua por um período superior a dois meses por ano. Os reflorestamentos e as pastagens usadas pela agropecuária representam outra forma de ocupação que faz uso de expressivas áreas na região, sendo possíveis de identificação visual mesmo em uma escala regional, como pode ser observado na citada imagem (figura 20). Nas tonalidades mais escuras, restam as áreas de vegetação densa e algumas áreas alagadas pelas barragens, as quais ocupam uma menor parcela da superfície.

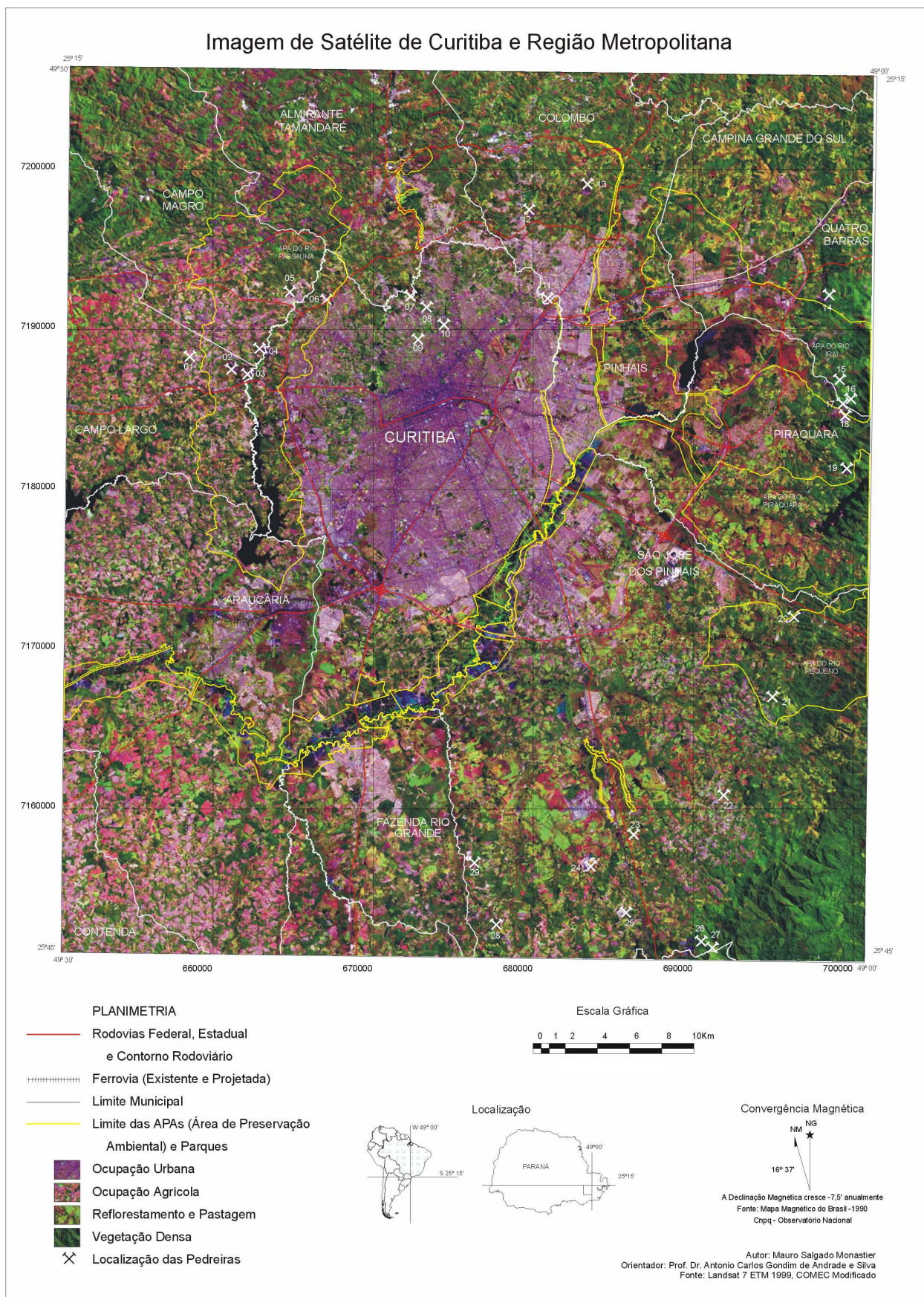


Figura - 20 Imagem de Satélite de Curitiba e Região Metropolitana.

Desta forma observa-se que na área de estudo, a superfície total de solo ocupada pelas pedreiras, é algumas centenas de vezes inferior à ocupada por outros usos de solo, visto que este tipo de mineração é uma atividade muito restrita e avança mais em profundidade que em extensão. Estas informações podem ser visualizadas com maior clareza no anexo 12.2, onde as mesmas são apresentadas em escala mais representativa e de forma a melhor retratar as observações citadas. Quando se possui uma visão do conjunto e com um ângulo de visão vertical, ou seja, diferente do normalmente observado e portanto horizontal, denota-se que a atividade de mineração é menos agressiva ao meio ambiente, quando comparada às outras formas de uso do solo.

As atividades relacionadas aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo, sofrem uma influência direta da geologia da região, a qual também se reflete na topografia, na fertilidade dos solos e na disponibilidade de bens minerais entre outros. No anexo 12.3 apresenta-se um mapa geológico da região onde pode-se observar a localização das pedreiras onde a rocha explotada é utilizada para produção de brita. As pedreiras para brita mais antigas da região situam-se no setor nordeste e norte da Cidade de Curitiba e utilizavam os migmatitos como matéria prima, sendo que muitas delas foram desativadas não pela exaustão das reservas, mas sim pela urbanização de seu entorno. Por outro lado, as pedreiras que por mais de um século fornecem rochas aparelhadas para construção, situam-se na porção leste da área e fazem uso de rochas graníticas, onde algumas destas posteriormente também passaram a ser utilizadas como brita. Solos argilosos e depósitos arenosos de rios que ocorrerem na porção sul da área, definem essa região como fornecedora de cerâmica vermelha e de areia para construção civil. Por outro lado, os solos mais espessos da porção oeste e sul, com relevo suave favorecem a agropecuária. Desta forma observa-se que o substrato geológico influencia o tipo de uso que é dado ao solo e caracteriza as áreas que são vocacionadas para a mineração nas suas diversas finalidades.

As pedreiras para produção de brita situam-se portanto em locais onde ocorrem as litologias que são adequadas para fornecer esse tipo de insumo, ou seja nos migmatitos. Na porção mais a leste da área, o granito intrusivo Anhangava e o de anatexia também são excelentes fornecedores dessa matéria prima. A exploração dos granitos intrusivos da região do Anhangava é uma atividade centenária, foram no passado e estão sendo na atualidade, por ser o tipo de rocha ideal para o talhe manual, para uso na construção de calçadas, meio fio, calçamento de ruas, pátios de postos de

combustível, revestimentos de fachadas e até mesmo partes estruturais de algumas construções. Na região existem ao redor de 22 pequenas frentes de lavra ativas, onde essa rocha está sendo explotada. Esta atividade dificilmente poderá ser transferida para outro local, visto que para o talhe manual faz-se necessário que a rocha possibilite essa forma artesanal de produção e isto é o motivo pela grande procura destes locais e deste tipo de granito.

Na região da área de estudo, as reservas conhecidas de rocha para produção de brita, aparecem descritas na tabela 18 e foram individualizadas por município.

Tabela 18 - Reservas de rocha para brita por município no Estado do Paraná

Município	Quantidade (m <sup>3</sup> )	
	Medida	Indicada
Almirante Tamandaré	38.158.418	
Campo Largo e Balsa Nova	15.729.680	733.904
Colombo	563.798	650.799
Quatro Barras e Piraquara	18.832.068	17.808.108
São José dos Pinhais	25.249.539	28.778.987
TOTAIS	98 533 503	47.971.765

Fonte de dados: Anuário Mineral Brasileiro - DNPM (2002).

Os valores apontam para um volume da ordem de 100 milhões de metros cúbicos de reserva conhecida de rocha com excelente qualidade para ser utilizada como brita para a construção civil e com uma estimativa de vida útil de aproximadamente 50 anos para um consumo com crescimento ideal. Caso outro uso for destinado para essas áreas onde estas reservas foram dimensionadas, ou mesmo para o seu entorno, este bem mineral restará perdido e inaproveitado.

As diversas formas de relevo de determinada região em muito influenciam e por vezes limitam e definem as destinações para uso e ocupação de determinada parcela de solo, em vista disso confeccionou-se um mapa com um modelo digital do terreno, o qual consta da figura 21. Sobre este produto foram adicionados dados como, principais rodovias, localização das pedreiras para produção de brita, limites municipais e suas denominações para permitir visualizar sua precisa localização. Este mapa permite individualizar as porções do terreno mediante a seguinte classificação de declividade: relevo plano, suavemente ondulado, acidentado e muito acidentado. Para a produção de brita o relevo ideal e mais adequado é o acidentado a muito acidentado, visto que isto facilita o avanço das bancadas e normalmente os solos são menos espessos neste tipo de relevo, além disto, estas áreas são pouco recomendadas para ocupação urbana. Por este motivo as pedreiras mais antigas situavam-se na porção norte e noroeste e próximas da parte central da Cidade de Curitiba.



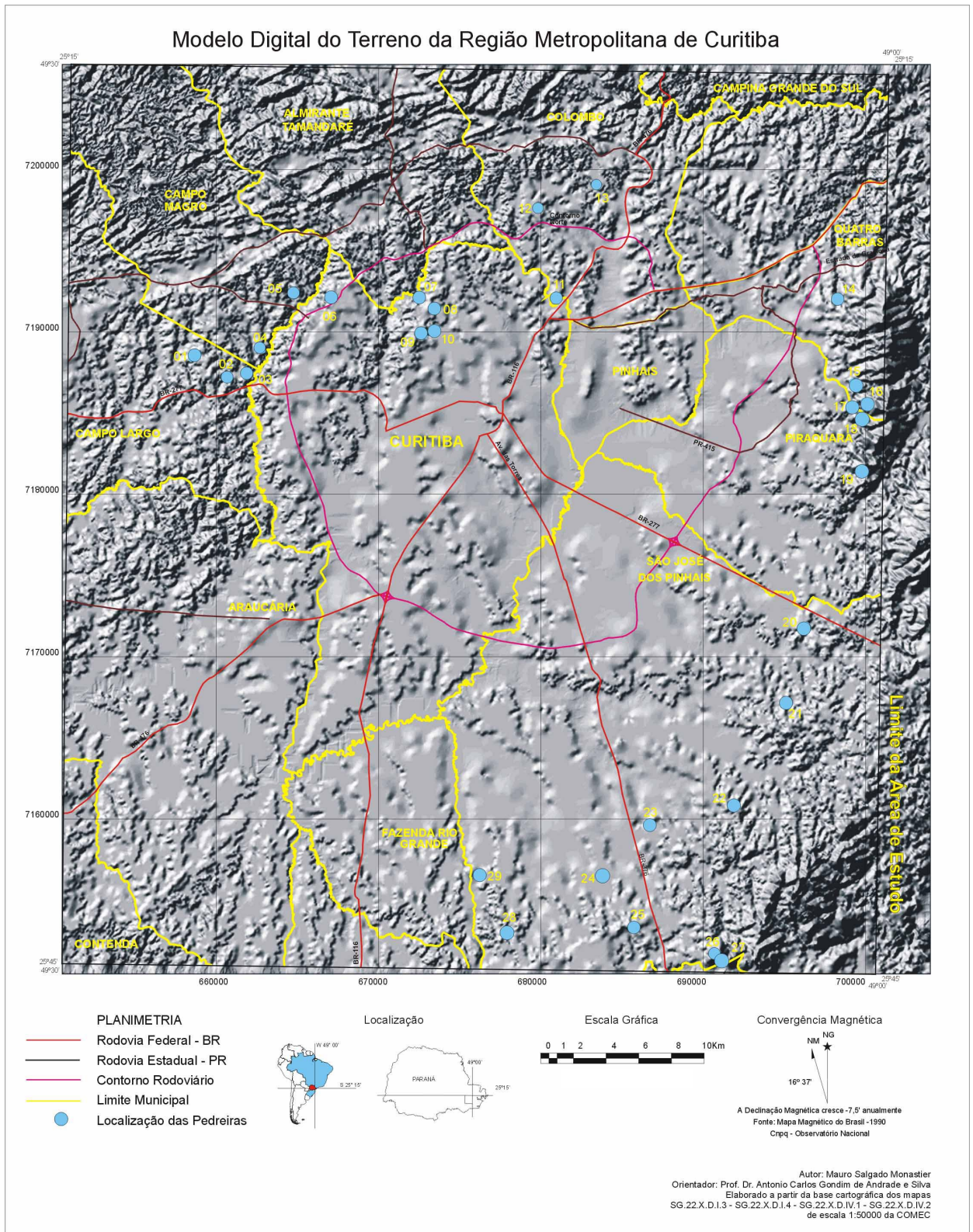


Figura - 21 Modelo Digital do Terreno da Região Metropolitana de Curitiba.

Com o aumento da demanda de brita e o avanço da urbanização, algumas destas antigas pedreiras foram desativadas e outras se deslocaram para a porção leste da cidade que embora mais distante, possui um relevo mais acidentado o que é uma vantagem, além desta região ser uma tradicional fornecedora de rochas aparelhadas para toda a RMC. Estas informações podem ser melhor visualizadas no anexo 12.4, onde este modelo é apresentado em uma escala maior e mais representativa, com uma relação discriminando as empresas que atuam na região, bem como alguns dos locais que foram transformados em parques, refletindo as observações relatadas.

A Tabela 19 é uma relação por ordem numérica das pedreiras que existem na área de estudo, as quais serão analisadas de forma individual, comparando-se a evolução da ocupação territorial de seus entornos, entre os anos de 1980 e 2000.

Tabela 19 - Índice de aerofotos e suas respectivas pedreiras com coordenadas (UTM).

PEDREIRA	UTM N	UTM E	AEROFOTO	EMPRESA
1	658.550	7.188.300	1 e 1a	Campina Grande Engenharia Ltda.
2	661.150	7.187.500	2 e 2a	INECOL Ind. Engenharia e Comercio Ltda.
3	662.150	7.187.200	3 e 3a	Pedreira Central Ltda. - Marc
4	662.900	7.188.800	4 e 4a	Apmisa mineração Ltda. Pedreira Maringá
5	664.800	7.192.350	5 e 5a	Construtora Greca Ltda.
6	667.100	7.191.850	6 e 6a	Construtora Pussoli S/A
7	672.350	7.192.100	7 e 7a	Pedreira Parque Tanguá
8	673.350	7.191.400	8 e 8a	Pedreira Paulo Leminski
9	672.850	7.189.700	9 e 9a	Bosque Pedreira Zaninelli
10	673.600	7.189.900	10 e 10a	Pedreira Greca
11	680.900	7.191.950	11 e 11a	Pedreira do Atuba
12	679.750	7.197.500	12 e 12a	Pedreira Roça Grande - CESBE S/A
13	683.400	7.199.100	13 e 13a	Raphael F. Greca e Filhos Ltda.
14	698.500	7.192.150	14 e 14a	Pedreiras Cantareira - Brasil Beton S/A
15	699.150	7.186.850	15 e 15a	J. Malucelli Construtora de Obras Ltda.
16	699.850	7.185.650	16 e 16a	Pedreira Itaporá Ltda - GAVA
17	699.500	7.184.600	16 e 16a	CBB Ind. Com. de Asfalto CR Almeida S/A
18	699.800	7.184.500	16 e 16a	Pedreiras Boscardin Ltda.
19	699.600	7.181.300	17 e 17a	ARGRAS Ltda.
20	696.300	7.171.900	18 e 18a	INECOL Ind. Engenharia e Comercio Ltda.
21	694.950	7.167.000	19 e 19a	Demétrio Rocha e Cia Ltda.
22	691.900	7.160.850	20 e 20a	São Sebastião Mineração Ltda.
23	686.500	7.159.800	21 e 21a	Saibreira Nova Prata Ltda.
24	683.600	7.156.400	22 e 22a	Marc construtora de obras Ltda.
25	685.750	7.153.500	23 e 23a	Saibreira Boa Esperança Ltda.
26	690.500	7.151.700	24 e 24a	Redram Construtora de Obras Ltda.
27	691.200	7.151.300	24 e 24a	Tibagi/ Pedreira Morro Redondo Ltda.
28	677.700	7.152.750	25 e 25a	Saibreira Jofi Ltda.
29	676.300	7.156.650	26 e 26a	Saibreira Sant'ana Ltda. - Cartário
*	673.150	7.142.800	27	Via Plan Ltda.
*	671.200	7.129.500	28	Empr Curitiba de Saneam e Const. Civil Ltda.
*	641.829	7.133.971		Ita Serviços de Britagem Ltda.

\*Pedreiras que situam-se ao sul da área de estudo e fora de seu limite.

Ao sul da área de estudo existem três pedreiras que não foram recobertas pelo voo de 2000. Destas, a Empresa Via Plan Ltda, possui uma grande reserva, com uma qualidade muito boa de rocha e com um relevo ideal, não tem problemas de conflitos com outros usos do solo, mas encontra-se com as atividades paralisadas face a elevada queda na demanda. As outras duas são empresas de menor porte, continuam

em operação e atendem principalmente as regiões mais próximas de seus entornos, devido a maior distância da Grande Curitiba.

As aerofotos 1 e 1a, referem-se à pedreira (nº 01) da Empresa Campina Grande Engenharia Ltda., situa-se no Município de Campo Largo, ao norte da rodovia BR 277, da qual dista 1,5 Km, em uma região de zona rural, com predomínio de atividade agrícola, com ligação à rodovia feita através de estrada revestida com saibro. Em 1980, a sudeste da frente de lavra teve início uma ocupação urbana que utiliza o mesmo acesso da mineradora e dista 2 Km da frente de lavra. O crescimento dessa ocupação neste período de 20 anos pode ser observado, vez que em 1980 possuía 1 quarteirão e em 2000 já contava com 8. Atualmente esse loteamento ainda é modesto e não tem se apresentado como uma potencial forma de conflito de ocupação. Mantida a taxa de crescimento observada, futuramente essa urbanização poderá vir a registrar algum tipo de conflito com relação à atividade mineral, devido à poeira gerada pelo trânsito de caminhões ou problemas com vibrações, embora com a pavimentação asfáltica do acesso à rodovia este problema seria solucionado.

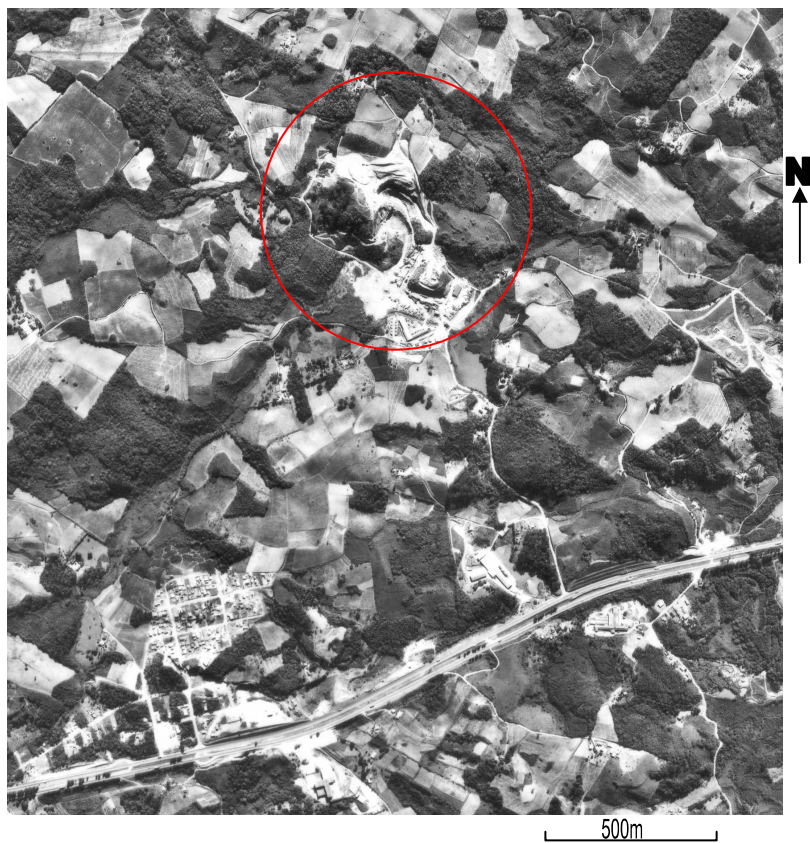
As aerofotos 2 e 2a, referem-se à pedreira (nº 02) da Empresa INECOL - Indústria Engenharia e Comércio Ltda situa-se no Município de Campo Largo, ao norte de rodovia BR 277, da qual dista 900 m, em uma região de zona rural, com predomínio de atividade agrícola e algumas chácaras de lazer. A sua ligação com a rodovia é feita através de estrada revestida com saibro. Em 1980, a sudoeste da frente de lavra existia um início de ocupação urbana que fica às margens da citada rodovia e com distância de 1,5 Km da frente de lavra. O crescimento dessa ocupação neste período de 20 anos ocorreu exatamente na direção da frente de lavra e isto pode ser constatado, pois em 1980 possuía 3 quarteirões paralelos à rodovia, com algumas poucas residências. Na aerofoto de 2000 já contava com 16 quarteirões, 8 dos quais possuem grande número de residências, e já se encontram a uma distância de 750 m da frente de lavra. Na mesma aerofoto de 2000 também pode-se observar a sudeste da frente de lavra, o início de um loteamento com 4 ruas abertas e algumas poucas casas, o qual dista 450 m da frente de lavra. Mantida essa taxa de crescimento e de novas ocupações observadas, em muito pouco tempo essa urbanização irá dar início ao registro de conflitos, principalmente com relação a vibrações no solo e na atmosfera (ruídos), causadas pela atividade de mineração.



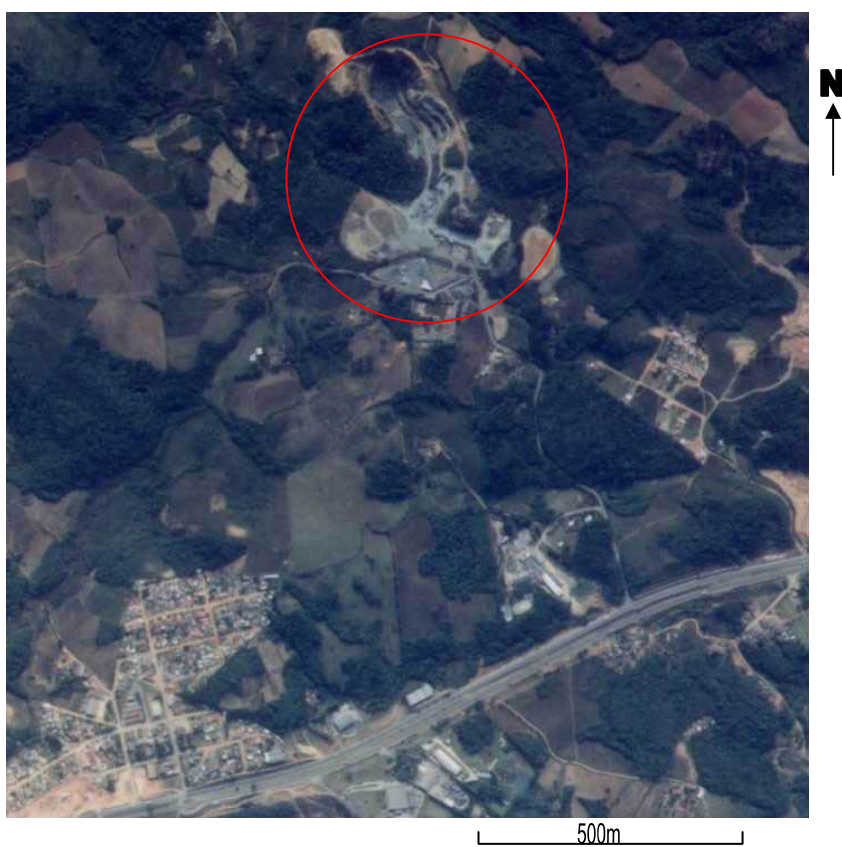
Aerofoto - 1 - (1980) Campina Grande Engenharia Ltda (N° 01).



Aerofoto - 1a (2000) Campina Grande Engenharia Ltda (N° 01).



Aerofoto - 2 (1980) INECOL Ind. Engenharia e Comercio Ltda (N°02).



Aerofoto - 2a (2000) INECOL Ind. Engenharia e Comercio Ltda (N°02).

As aerofotos 3 e 3a, referem-se à pedreira (nº 03) da empresa Pedreira Central MARC Ltda, situa-se no Município de Campo Largo, ao norte de rodovia BR 277, da qual dista 400 m, em uma região de zona rural, com alguma atividade agrícola, algumas chácaras de lazer e alguma atividade industrial. A sua ligação com a rodovia é feita através de estrada revestida com saibro. Em 1980, a sudeste da frente de lavra, nas margens da rodovia existiam as obras de terraplanagem e com distância de 900 m da frente de lavra. Na aerofoto de 2000 já pode-se observar a sudoeste da frente de lavra, o início de um loteamento com 4 ruas abertas e algumas poucas casas, o qual dista 450 m da citada frente de lavra. Mantida essa taxa de ocupação e caso outras indústrias venham a se instalar nessa área, em muito pouco tempo essa urbanização dará início ao registro de conflitos, principalmente com reclamações de vibrações no solo e na atmosfera, contra a atividade de mineração que encontrava-se até então adequadamente instalada.

As aerofotos 4 e 4a, referem-se à pedreira (nº 04) da empresa Apmisa Mineração Ltda - Pedreira Maringá, situa-se no Município de Campo Largo, ao norte da rodovia BR 277, da qual dista 1,8 Km e a oeste do acesso rodoviário denominado Contorno Norte, do qual dista 1,5 Km. Encontra-se em uma região de zona rural, com alguma atividade agrícola e algumas chácaras de lazer. A sua ligação com o Contorno é feita através de estrada revestida com saibro. Em 1980, a leste da frente de lavra ainda não existia o Contorno e os loteamentos eram muito pouco ocupados. Na aerofoto de 2000 já pode-se observar a sudeste da frente de lavra, nas margens do Contorno o intenso adensamento da urbanização dos antigos loteamentos, os quais distam 1,8 Km da citada frente de lavra e se estendem em direção ao centro da Cidade de Curitiba. Neste local, essa ocupação encontra-se limitada pelo Contorno Norte, mas observa-se a nordeste da frente de lavra um início de loteamento industrial sendo implantado, a uma distância de 1,2 Km da frente de lavra. Ampliada essa ocupação, com outras indústrias vindo a se instalar nessa área, dentro de algum tempo terão início os registros de conflitos, com reclamações a respeito de vibrações no solo e na atmosfera, provocados pela atividade de mineração que encontrava-se até então adequadamente instalada.



Aerofoto - 3 (1980) Pedreira Central Ltda. MARCK (N° 03).



Aerofoto - 3a (2000) Pedreira Central Ltda. MARCK (N° 03).



Aerofoto - 4 (1980) Apmisa Mineração Ltda. - Pedr. Maringá (N° 04).

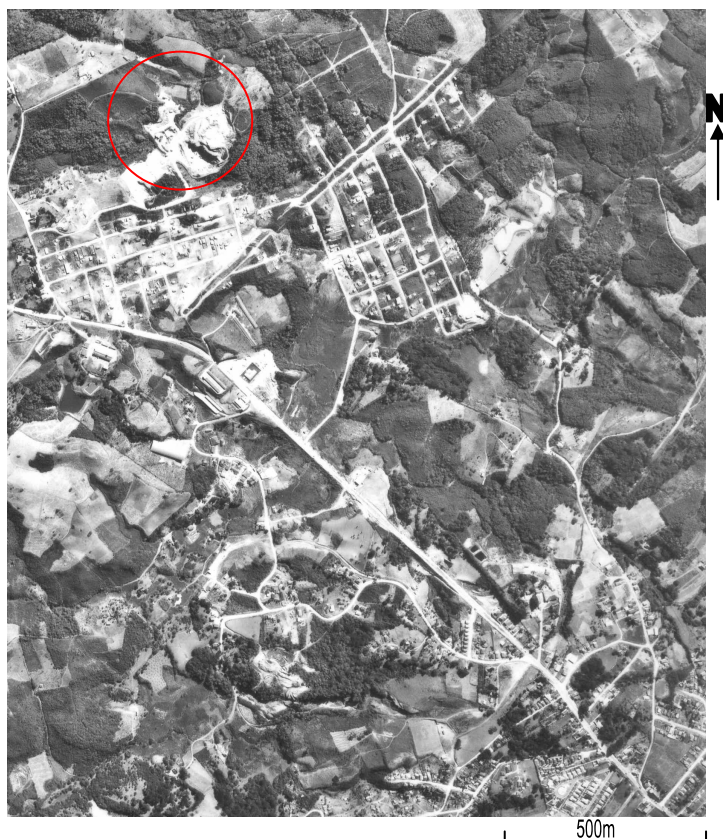


Aerofoto - 4a (2000) Apmisa Mineração Ltda. - Pedr. Maringá (N° 04).

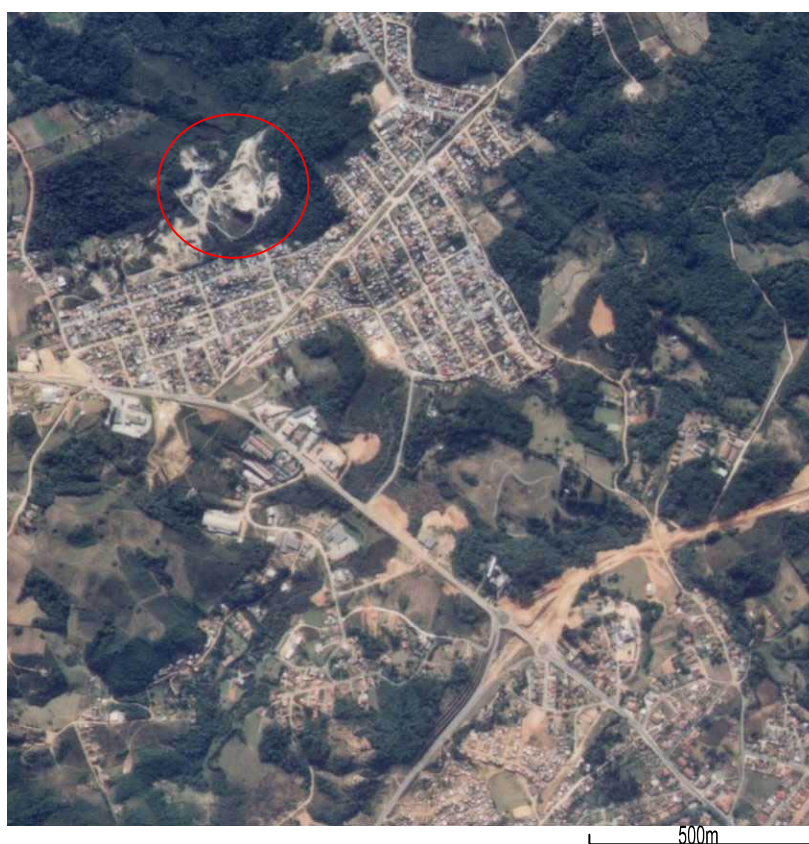


As aerofotos 5 e 5a, referem-se à pedreira (nº 05) da empresa Construtora Greca Ltda, situa-se no Município de Campo Magro, ao norte da rodovia PR 90, também conhecida por estrada do Cerne, da qual dista 600 m. Essa empresa instalou-se nesse local no final dos anos 60, quando paralisou suas atividades no Bairro do Pilarzinho, na Cidade de Curitiba. Na ocasião era uma zona rural com atividade agrícola, embora próxima da periferia da cidade e atualmente encontra-se em uma região praticamente tomada pela urbanização. Na aerofoto de 1980 pode-se observar o início da instalação de dois loteamentos muito próximos da frente de lavra. Na aerofoto de 2000 pode-se observar o mesmo loteamento com uma intensa urbanização e com algumas residências a uma distância de 150 m da frente de lavra. A mineração representa um empreendimento de pequeno porte, com boa infra-estrutura, com pequena reserva de rocha de boa qualidade para brita e com um relevo adequado, mas que conflitos de ocupação territorial estão instalados e o empreendimento está sendo desativado por este motivo.

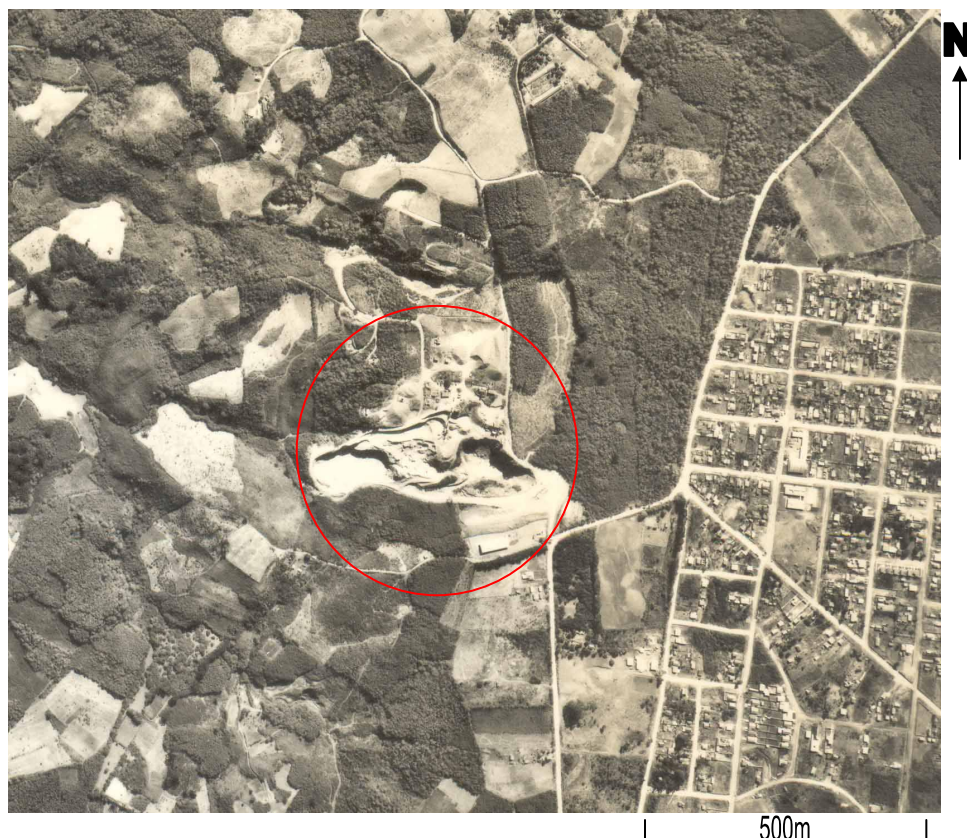
As aerofotos 6 e 6a, referem-se à pedreira (nº 06) da Construtora Pussoli SA, situa-se no Município de Curitiba, ao norte da rodovia PR 90, da qual dista 1600 m. Quando da sua instalação, que ocorreu em data anterior a 1980, tratava-se de uma região de zona rural, com atividade predominantemente agrícola, conforme observa-se na aerofoto 6, onde também já estão presentes as instalações de loteamentos na parte leste e sul do empreendimento. Na aerofoto 6a observa-se ao sul da pedreira, as obras de implantação do acesso rodoviário denominado Contorno Norte, a 150 m da frente de lavra. Pouco mais a leste existe um intenso adensamento da urbanização dos antigos loteamentos, os quais distam 450 m da citada frente de lavra. A mineração representa um empreendimento de médio porte, com boa infraestrutura e com grande reserva de rocha de boa qualidade para brita, com um relevo adequado, mas que terá que ser desativado pela intensa ocupação urbana nas proximidades, bem como pela implantação da obra viária que possivelmente irá forçar a paralisação definitiva da lavra neste local.



Aerofoto - 5 (1980) Construtora Greca Ltda (N° 05).



Aerofoto - 5a (2000) Construtora Greca Ltda (N° 05).



Aerofoto - 6 (1980) Construtora Pussoli S/A (N° 06).



Aerofoto - 6a (2000) Construtora Pussoli S/A (N° 06).

As aerofotos 7 e 7a, referem-se à pedreira (nº 07) que situa-se no Município de Curitiba e foi desativada há alguns anos e o espaço foi transformado em uma área de lazer, denominada de Parque Tanguá. Na aerofoto de 1980, observa-se o empreendimento ainda em atividade, vindo a ser desativado logo em seguida face aos conflitos com a urbanização no seu entorno. Na aerofoto de 2000 observa-se a intensificação da ocupação urbana nas porções oeste, sul e leste, por outro lado, na porção norte ao contrário da urbanização, foi a vegetação que sofreu um incremento. Mais recentemente, com a paralisação da atividade, ocorreu uma valorização imobiliária dos terrenos neste entorno. Atualmente existem outros conflitos, de natureza social e de convivência entre a população de maior poder aquisitivo que veio a ocupar estes espaços, com a população de baixa renda formada por moradores mais antigos do entorno da pedreira.

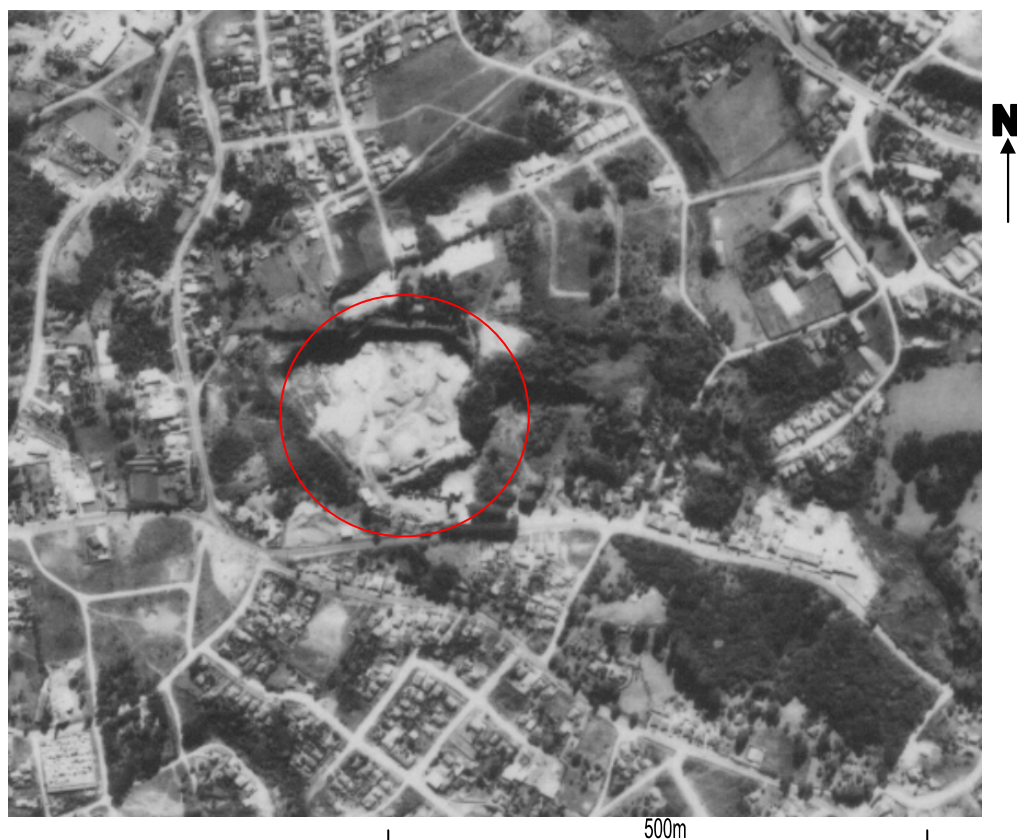
As aerofotos 8 e 8a, referem-se à pedreira (nº 08) que situa-se no Município de Curitiba e foi desativada há alguns anos, sendo que a praça da lavra, foi transformada em uma área de lazer, constituída de um palco e um espaço aberto que possui boa propagação acústica e era utilizado para apresentações de espetáculos artísticos, sendo denominado de Pedreira Paulo Leminski. Na aerofoto de 1980, observa-se o empreendimento ainda com alguma atividade, mas vindo a ser desativado logo em seguida face os vários conflitos com a urbanização do seu entorno. Na aerofoto de 2000 observa-se o adensamento da urbanização em praticamente todo o entorno da antiga pedreira, mas com maior intensidade na porção sul. Recentemente, com a paralisação da atividade, ocorreu uma valorização imobiliária dos terrenos vagos neste entorno. Com a implantação da área de lazer, os conflitos entre moradores e os usuários itinerantes do espaço se intensificaram, tanto pelo som provocado pelas apresentações artísticas, como pelo barulho da concentração de veículos dos freqüentadores dos espetáculos. Por esses motivos, atualmente este uso como espaço para apresentações encontra-se suspenso.



Aerofoto - 7 (1980) Pedreira Parque Tanguá (N° 07).



Aerofoto - 7a (2000) Pedreira Parque Tanguá (N° 07).



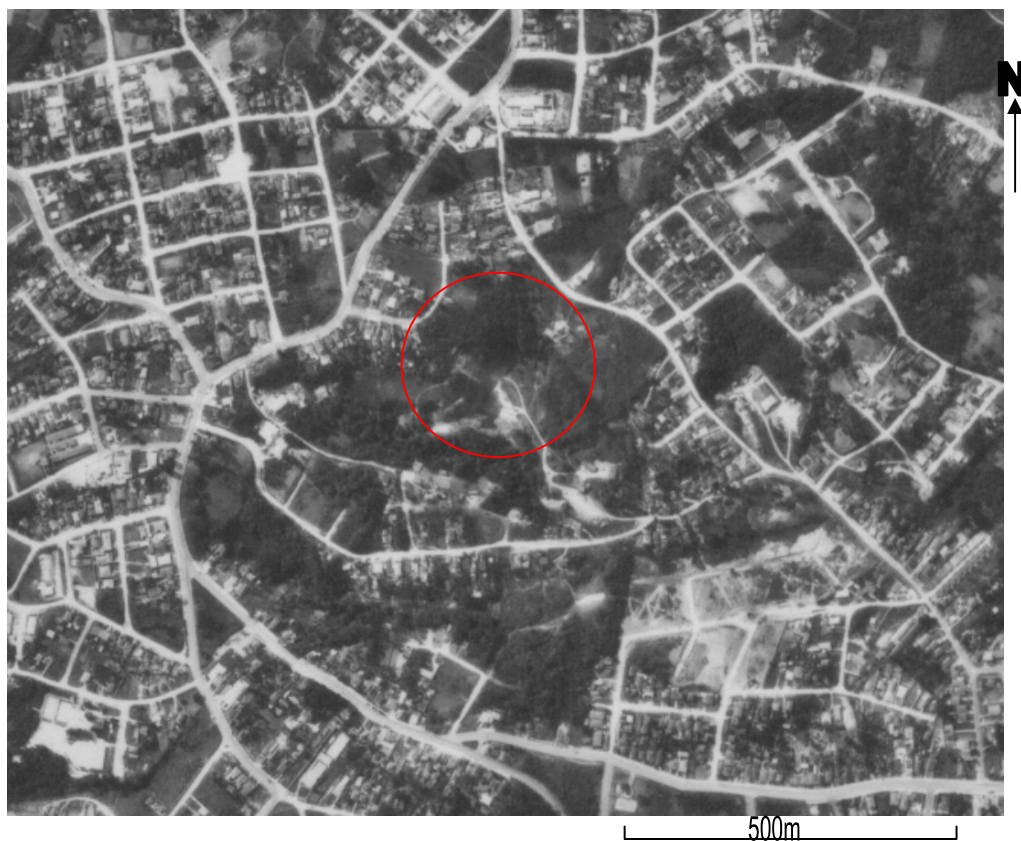
Aerofoto - 8 (1980) Pedreira Paulo Leminski (N° 08).



Aerofoto - 8a (2000) Pedreira Paulo Leminski (N° 08).

As aerofotos 9 e 9a, referem-se à pedreira (nº 09) da família Zaninelli, situa-se no local denominado atualmente de Bosque Zaninelli, no Município de Curitiba e foi desativada no final dos anos 70, sendo que há alguns anos, a praça da lavra foi transformada em um lago e o espaço das instalações de britagem foram ocupados com algumas construções temáticas, onde atualmente encontra-se instalada a Universidade Livre do Meio Ambiente. Na aerofoto de 1980, observa-se que o empreendimento recentemente havia sido desativado, bem como alguns loteamentos estavam iniciando a ocupação de seu entorno, ainda com alguma atividade mineral, mas vindo a ser desativada logo em seguida face os vários conflitos com a urbanização do seu entorno. Na aerofoto de 2000 observa-se o intenso adensamento da urbanização em praticamente todo o entorno da antiga pedreira. Houve uma grande valorização imobiliária dos terrenos existentes no entorno desta área.

As aerofotos 10 e 10a, referem-se à pedreira (nº 10) da família Greca, situa-se no Município de Curitiba e foi desativada no final dos anos 60, sendo que a praça da lavra foi transformada em um pátio, depósito e oficina de máquinas da empresa de pavimentação Greca. Na aerofoto de 1980, observa-se apenas a praça da antiga pedreira então já desativada. Na aerofoto de 2000 observa-se o intenso adensamento da urbanização em praticamente todo o entorno da antiga pedreira, ficando preservado o bosque que ocupa o terreno onde localizava-se o antigo empreendimento. Neste caso, pode-se comprovar que a mineração, geralmente considerada como uma das maiores degradadoras do meio ambiente, foi a única forma de uso do solo que ao longo dos anos, preservou a maior área no seu entorno, a qual atualmente contribui em muito para a qualidade de vida.



Aerofoto - 9 (1980) Bosque Pedreira Zaninelli (N° 09).



Aerofoto - 9a (2000) Bosque Pedreira Zaninelli (N° 09).





Aerofoto - 10 (1980) Pedreira Greca (N° 10).



Aerofoto - 10a (2000) Pedreira Greca (N° 10).

As aerofotos 11 e 11a, referem-se à pedreira (nº 11) conhecida como Pedreira do Atuba, situa-se no Município de Curitiba, é de propriedade do Departamento de Estradas de Rodagem - DER e encontra-se em processo de desativação. Essa pedreira aparece ativa em aerofoto de 1952 e na aerofoto de 1980. Neta última, observa-se que seu entorno era pouco ocupado, com um loteamento implantado a sudeste da frente de lavra, a uma distância de 350 m. Na aerofoto de 2000 observa-se o intenso adensamento da urbanização em praticamente todo entorno da antiga pedreira, bem como a implantação de novos loteamentos residenciais e comerciais por toda a região. Trata-se de um empreendimento mineral de grande porte, com boa infraestrutura e com grande reserva de rocha de boa qualidade para brita, com um relevo adequado, mas que está sendo desativado pela intensa ocupação urbana

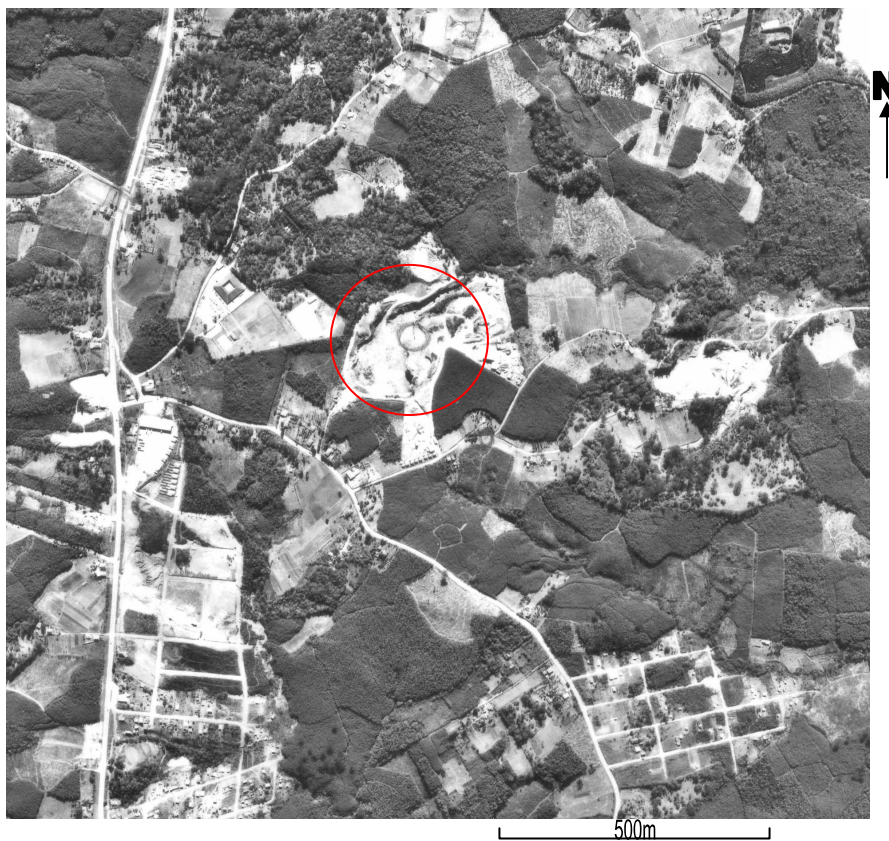
As aerofotos 12 e 12a, referem-se à pedreira (nº 12) Roça Grande, da empresa CESBE S/A, situa-se no Município de Colombo e encontra-se em produção. Essa pedreira aparece ativa em aerofotos de 1952, de 1980 e de 2000, situa-se ao norte da Cidade de Curitiba e a leste da Rodovia da Uva, PR 417, da qual dista 600 m. É uma região de urbanização periférica em limite com a zona rural, onde existem chácaras de lazer e alguma atividade industrial. Na aerofoto de 1980, observa-se que seu entorno era pouco ocupado com um loteamento sendo implantado a sudeste da frente de lavra a uma distância de 900 m e outro a sudoeste, a uma distância de 600 m. Na aerofoto de 2000 observa-se o intenso adensamento da urbanização nestes dois loteamentos, bem como a ocupação residencial e industrial ao longo da rodovia e outras vias secundárias. Trata-se de uma frente de lavra de médio porte, com boa infraestrutura, com uma localização importante para a região norte da cidade de Curitiba e possui uma média reserva de rocha de boa qualidade e com um relevo adequado. Essa taxa de ocupação possui a tendência a aumentar, bem como a das indústrias e pontos comerciais que estão se instalando nessa área. Em muito pouco tempo dar-se-á incremento ao registro de conflitos, principalmente com reclamações por geração de vibrações no solo e na atmosfera, determinando em curto espaço de tempo a paralisação da atividade de mineração neste local.



Aerofoto - 11 (1980) Pedreira do Atuba - DER (N° 11).



Aerofoto - 11a (2000) Pedreira do Atuba - DER (N° 11).



Aerofoto - 12 (1980) Pedreira Roça Grande / CESBE S/A (N° 12).



Aerofoto - 12a (2000) Pedreira Roça Grande / CESBE S/A (N° 12).

As aerofotos 13 e 13a, referem-se à pedreira (nº 13) da empresa Raphael Greca e Filhos Ltda., está em produção e situa-se no Município de Colombo a leste da antiga Estrada de Colombo, da qual dista 4 Km, em uma região de zona rural, com alguma atividade agrícola e diversas chácaras de lazer e a sua ligação com centro de consumo, no início do percurso, é feita através de estrada revestida com saibro. Na aerofoto de 1980, observa-se que seu entorno era pouco ocupado com residências, sendo que os loteamentos mais próximos estavam a uma distância da ordem de 3 Km e possuíam uma taxa de ocupação muito pequena. Na aerofoto de 2000 observa-se que ao longo das estradas a ocupação com residências e chácaras de lazer se intensificou, bem como alguns dos antigos loteamentos estão totalmente ocupados. Trata-se de uma frente de lavra de grande porte e com boa infra-estrutura, possui uma grande reserva de rocha de qualidade muito boa, com relevo ideal e com localização importante para o abastecimento da região norte da cidade de Curitiba. Devido à distância entre os loteamentos mais populosos estima-se que os conflitos demorem algum tempo para virem a ocorrer, muito embora as chácaras de lazer estejam se difundindo na região.

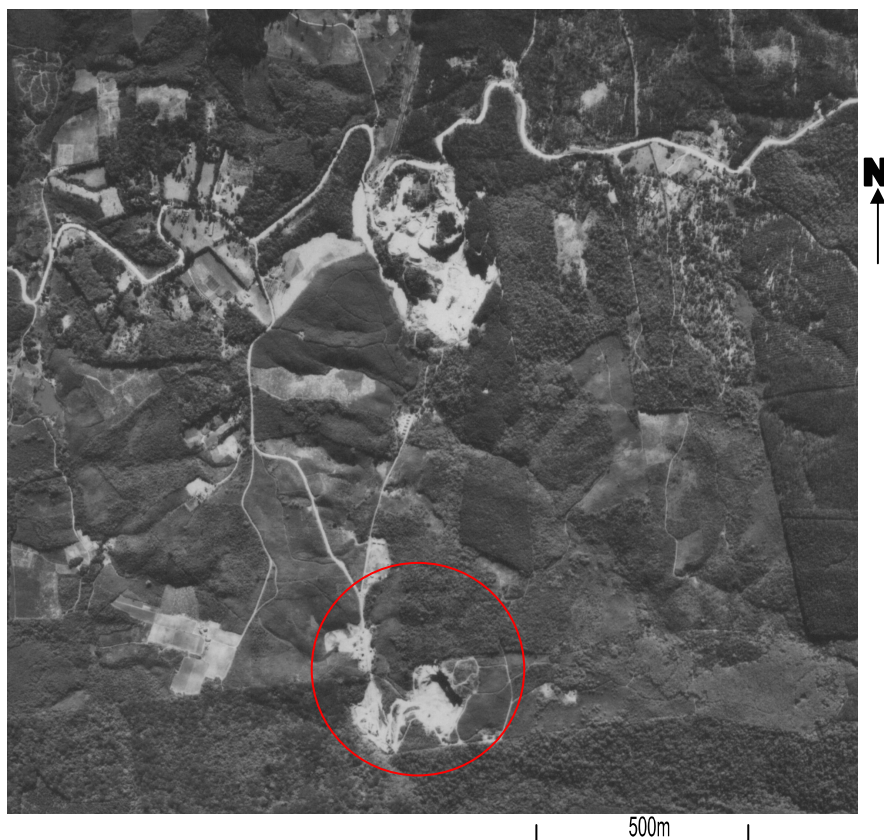
As aerofotos 14 e 14a, referem-se à pedreira (nº 14) da empresa Brasil Beton, situa-se no Município de Quatro Barras, é conhecida por Pedreira Cantareira e encontra-se em produção. Essa pedreira situa-se na região leste da Cidade de Quatro Barras e a leste da BR 116 no trecho do Contorno Leste, do qual dista 1,8 m. Ocupa uma região de zona rural, com pouca atividade agrícola, com predomínio de áreas de mata e a sua ligação com o centro de consumo é feita no início do percurso através de estrada revestida com saibro. Na aerofoto de 1980, observa-se que seu entorno era muito pouco ocupado, apenas com algumas poucas clareiras abertas na mata e o Contorno Leste ainda não existia. Na aerofoto de 2000 observa-se que o Contorno Leste já encontra-se em operação fazendo a ligação rodoviária dos Estados do sul com o Estado de São Paulo pela BR 116 e trouxe consigo toda a infraestrutura de comércio e serviços que uma rodovia de grande movimento exige. É uma pedreira de grande porte, com boa infraestrutura, com localização estratégica, com relevo favorável e com grande reserva de rocha de excelente qualidade. É um empreendimento importante para toda a RMC, visto ser uma empresa fornecedora de concreto para grandes obras. Devido à distância da frente de lavra até o Contorno Leste, estima-se que os conflitos por ocupação não sejam imediatos, muito embora órgãos ambientais busquem formas diversas para restringir o funcionamento da atividade neste local.



Aerofoto - 13 (1980) Raphael Greca e Filhos Ltda (N° 13).



Aerofoto - 13a (2000) Raphael Greca e Filhos Ltda (N° 13).



Aerofoto - 14 (1980) Pedreiras Cantareira - Brasil Beton S/A (N° 14).



Aerofoto - 14a (2000) Pedreiras Cantareira - Brasil Beton S/A (N° 14).

As aerofotos 15 e 15a, referem-se à pedreira (nº 15) da Empresa J Malucelli Construtora de Obras Ltda. A pedreira situa-se a leste da Cidade de Piraquara da qual dista 3 Km. Ocupa uma região de zona rural, com predomínio de áreas de mata e sua ligação com o consumo é feita através de estrada ensaibrada. Na aerofoto de 1980, observa-se que seu entorno era ocupado, apenas com algumas poucas clareiras abertas na mata. Na aerofoto de 2000 observa-se que a ocupação dessa área não sofreu alteração significativa, apenas uma indústria de beneficiamento de rochas ornamentais se instalou a 750 m da frente de lavra. A pedreira em apreço é de médio porte e possui uma grande reserva de rocha de qualidade muito boa, com relevo ideal, boa infra-estrutura e com estratégica localização no fornecimento de brita para toda a região leste da RMC. Devido à distância entre a frente de lavra e a urbanização ser relativamente grande e tratando-se de região acidentada e imprópria para loteamentos, estima-se que os conflitos por ocupação dificilmente possam acontecer, muito embora órgãos ambientais gestionem no sentido de restringir o funcionamento da atividade neste local.

As aerofotos 16 e 16a, referem-se às pedreiras explotadas pelas empresas Pedreira Itapoá GAVA (nº 16); CBB Indústria e Comércio de Asfalto (nº 17) e Pedreiras Boscardin Ltda (nº18). Estas pedreiras situam-se a leste da Cidade de Piraquara da qual distam 4 Km. Ocupam uma região de zona rural, com predomínio de áreas de mata e a ligação com o centro de consumo no início do trecho é feita através de estrada ensaibrada. Na aerofoto de 1980, observa-se que o entorno das pedreiras era ocupado apenas com poucas clareiras abertas na mata. Na aerofoto de 2000 observa-se que a ocupação da área entre a cidade de Piraquara e as frentes de lavra sofreram alterações significativas. A oeste das frentes de lavra existe um loteamento irregular com diversas residências distando 2,4 Km das pedreiras. A sudoeste existe um lago em cujo entorno foi aprovado um loteamento e dista 300 m das frentes de lavra. Na área existem diversas frentes de lavra de médio a grande porte, com grande reserva de rocha de excelente qualidade, com relevo e infra-estrutura favorável, com estratégica localização no fornecimento de brita para toda a região leste da RMC. Devido à pequena distância do loteamento ao redor do lago e visto destinar-se a proprietários de alto poder aquisitivo, ocorreu forte pressão política e por parte de órgãos ambientais, forçando a paralisação de algumas frentes de lavra. Estes fatos apontam para uma tendência à desativação para breve das atividades de mineração.

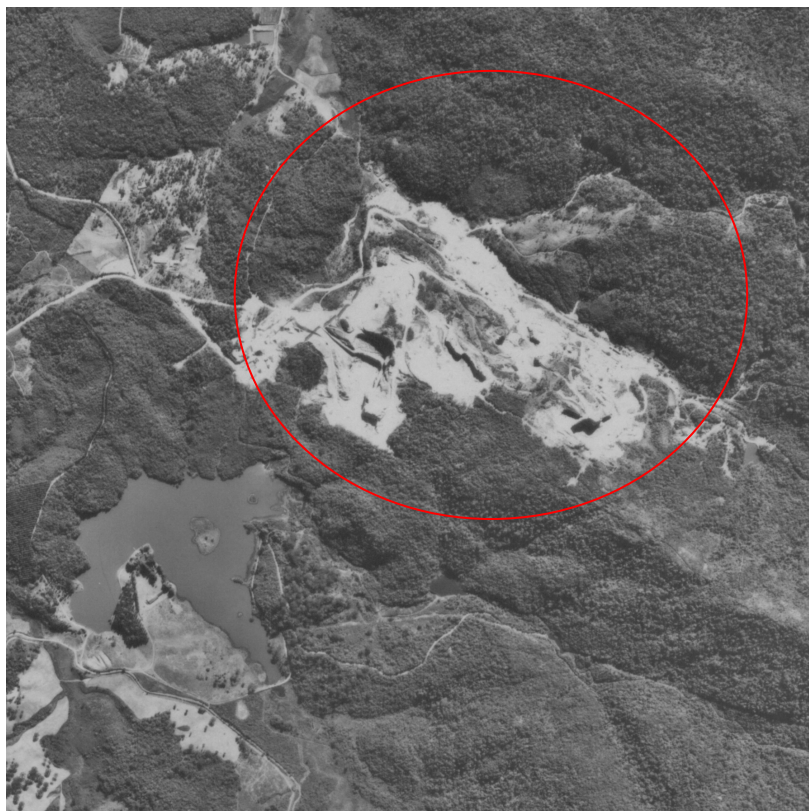




Aerofoto - 15 (1980) Pedreira da J. Malucelli Construtora de Obras Ltda (N° 15).



Aerofoto - 15a (2000) Pedreira da J. Malucelli Construtora de Obras Ltda (N° 15).



Aerofoto - 16 (1980) Pedreiras N° 16, 17 e 18.

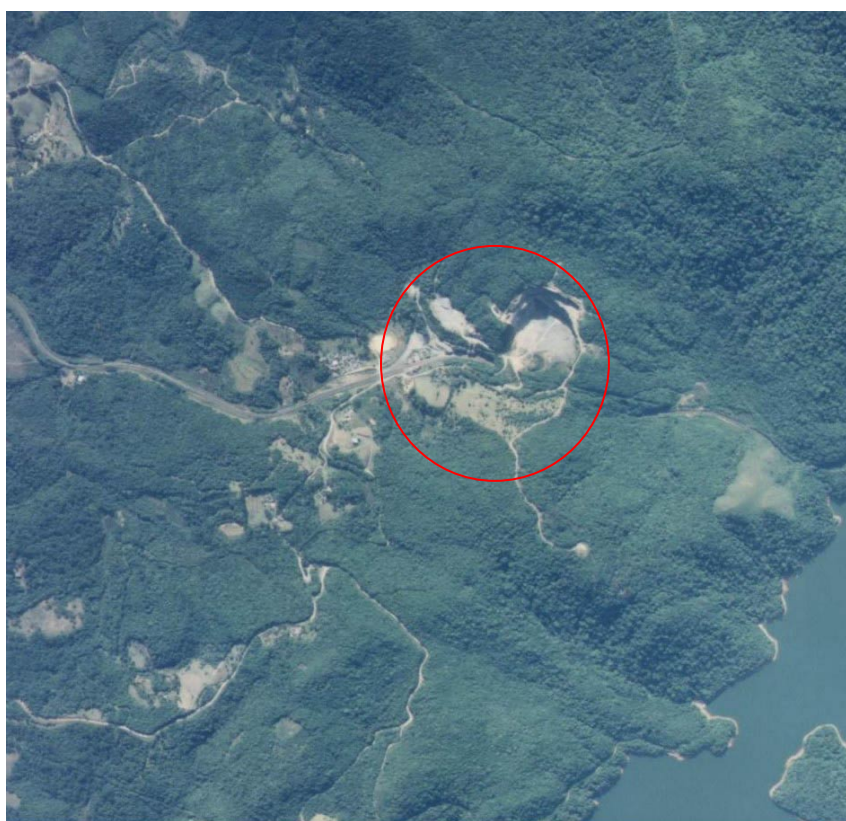


Aerofoto - 16a (2000) Pedreiras N° 16, 17 e 18.

As aerofotos 17 e 17a, referem-se à pedreira (nº 19) da Empresa ARGRAS Ltda., a qual situa-se na margem da via férrea, à leste da Cidade de Piraquara da qual dista 5 Km. Essa pedreira foi aberta por ocasião da construção da ferrovia que liga Curitiba a Paranaguá e por mais de cem anos esteve ativa, forneceu brita quase que com exclusividade para a ferrovia, visto que no passado o empreendimento ficava mais distante dos centros consumidores e as vias de transporte rodoviário eram deficientes. Ocupa uma região de zona rural, com predomínio de áreas de mata e sua ligação com os centros de consumo é feita através da via férrea e por estrada ensaibrada. Na aerofoto de 1980, observa-se que seu entorno era ocupado pela via férrea e algumas edificações de apoio à ferrovia e com algumas poucas clareiras abertas na mata. Na aerofoto de 2000 observa-se que a ocupação dessa área apresenta uma discreta diminuição da atividade humana. Trata-se de uma frente de lavra de médio porte, mas com grande reserva de rocha de excelente qualidade, com relevo muito favorável, com boa infra-estrutura e boa localização para o fornecimento de brita, não só para as cidades da região leste da RMC, como também de forma muito estratégica para o abastecimento da única via férrea que liga o Estado do Paraná ao Porto de Paranaguá. Devido à distância entre a frente de lavra e a urbanização ser muito grande, por tratar-se de uma região acidentada e portanto tecnicamente imprópria para urbanização, não haverá riscos de conflitos relacionados a esta atividade. Não obstante, há um conflito com um grupo empresarial que pretende instalar um grande hotel fazenda nas proximidades. Atualmente a mineração encontra-se paralisada tentando regularizar-se junto aos órgãos ambientais e Ministério Público.



Aerofoto - 17 (1980) ARGRAS Ltda (N° 19).

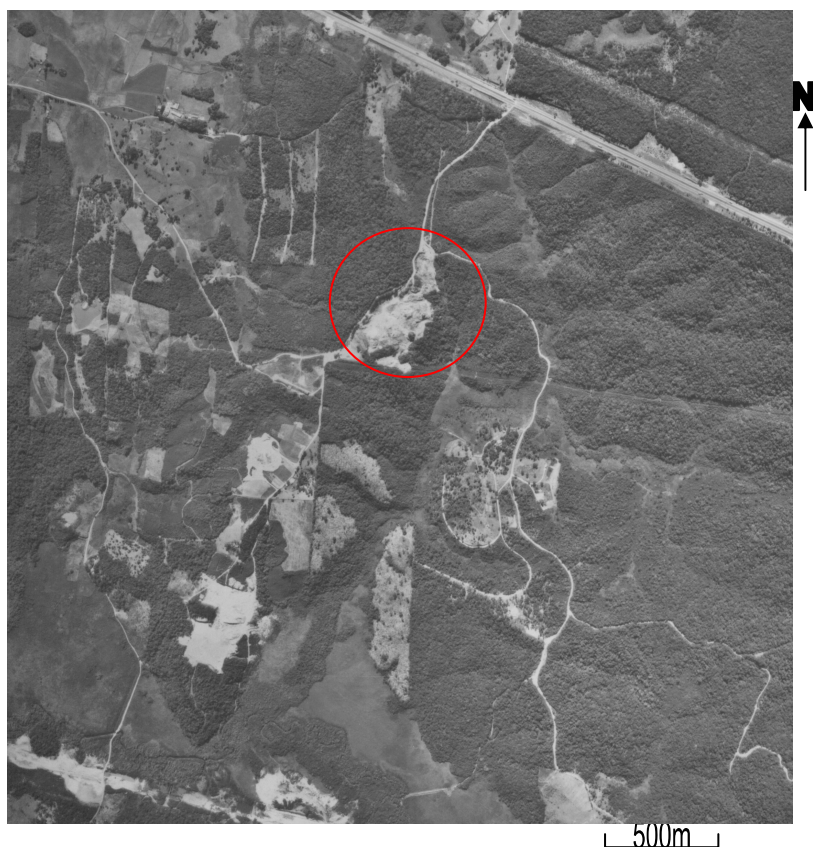


Aerofoto - 17a (2000) ARGRAS Ltda (N° 19).

As aerofotos 18 e 18a, referem-se à frente de lavra (nº 20) da empresa INECOL Indústria Engenharia e Comércio Ltda., que situa-se ao sul da rodovia BR 277, em São José dos Pinhais, da qual dista 900 m. Encontra-se em uma região de zona rural, com alguma atividade agrícola, principalmente de pastagens e algumas chácaras de lazer. A sua ligação com a rodovia é feita através de estrada revestida com saibro. Na aerofoto de 1980, observa-se que o entorno da atividade de mineração era ocupado, apenas com algumas poucas pastagens, esparsas residências de pequenas propriedades rurais e as obras de escavação para a instalação de oleoduto da Petrobrás. Na aerofoto de 2000 já pode-se observar um incremento da ocupação rural, como o aumento da área desmatada, a implantação da praça de pedágio da Rodovia 277 e as cicatrizes superficiais da anterior instalação do oleoduto, bem como as das antigas obras de cortes e terraplanagens abandonadas durante a construção do que seria uma nova ferrovia para ligação entre as Cidades de Curitiba e Paranaguá.

As aerofotos 19 e 19a, referem-se à frente de lavra (nº 21) da empresa Demétrio Rocha e Cia Ltda, que situa-se 1,2 Km ao sul da saibreira da empresa INECOL citada anteriormente. Atualmente ambas as frentes de lavra são de médio porte e exploram saibro, mas em breve poderão estar produzindo brita visto que a rocha sã está exposta e poderá ser desmontada com uso de explosivos e cominuída em usina de britagem.

A região possui uma boa infra-estrutura e localização privilegiada, embora com relevo desfavorável, com uma reserva de rocha relativamente pequena e de boa qualidade. Estes empreendimentos são importantes para a região sul de Curitiba e municípios vizinhos. Devido à grande distância das frentes de lavra à rodovia Br 277, estima-se que os conflitos por ocupação do solo demorem para ocorrer, muito embora órgãos ambientais e ONGs estejam efetuando gestões para restringir o funcionamento das atividades de mineração na região.



Aerofoto - 18 (1980) INECOL Ind. Engenharia e Comercio Ltda (N° 20).



Aerofoto - 18a (2000) INECOL Ind. Engenharia e Comercio Ltda (N° 20).



Aerofoto - 19 (1980) Demetrio Rocha e Cia Ltda (N° 21).

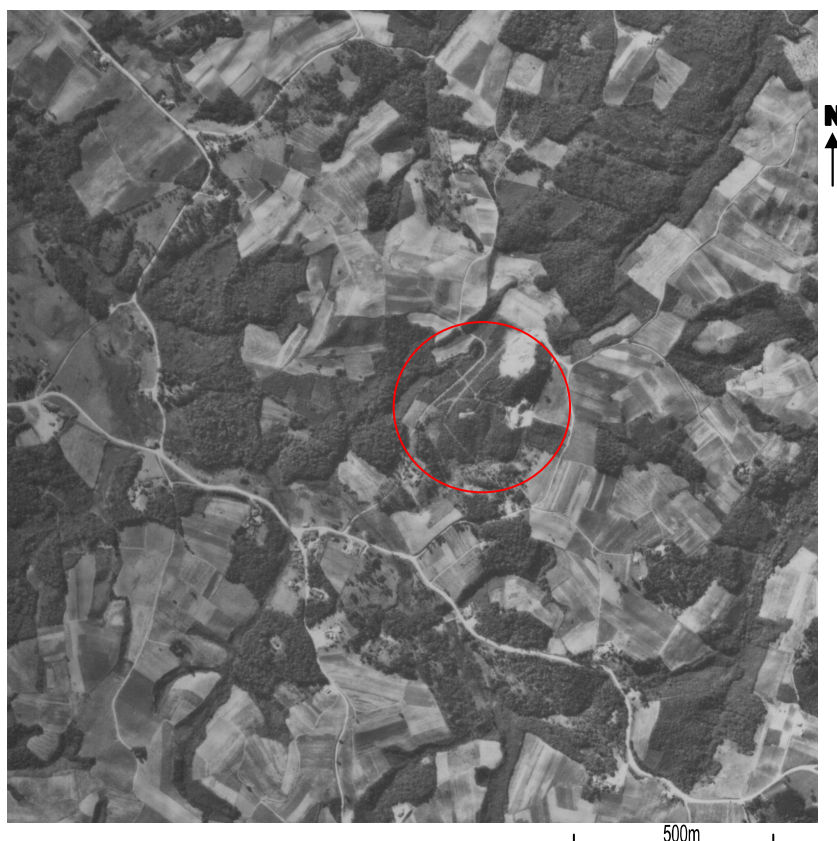


Aerofoto - 19a (2000) Demetrio Rocha e Cia Ltda (N° 21).

As aerofotos 20 e 20a, referem-se à pedreira (nº 22) da empresa São Sebastião Mineração Ltda. - EMPO, que situa-se no Município de São José dos Pinhais, à leste da Rodovia BR 376, da qual dista 7 Km, em uma região de zona rural, com predomínio da agricultura e sua ligação com a rodovia é através de estrada ensaibrada. Na aerofoto de 1980, observa-se que já existia na região uma acentuada ocupação agrícola e que a frente de lavra estava em implantação. Na aerofoto de 2000 observa-se que houve um incremento da ocupação rural com o acentuado aumento da área desmatada, bem como a definição da frente de lavra. É uma exploração com boa infraestrutura, mas localiza-se distante dos consumidores, possui uma reserva média de rocha de boa qualidade, com relevo adequado, é um empreendimento importante para a região sul de Curitiba e dos municípios vizinhos, principalmente por não apresentar conflitos com a urbanização. Devido a grande distância da frente de lavra à urbanização, por tratar-se de uma região com vocação agrícola, estima-se que conflitos por ocupação demorem muito tempo para ocorrer, embora órgãos ambientais e ONGs busquem formas diversas para impedir, restringir e dificultar o funcionamento não só de pedreiras como das atividades de mineração na região.

As aerofotos 21 e 21a, referem-se à pedreira (nº 23) da empresa Saibreira Nova Prata Ltda., situa-se no Município de São José dos Pinhais, a leste da Rodovia BR 376, da qual dista 450 m. Situa-se em região de zona rural, com predomínio de atividade agrícola, chácaras de lazer e indústrias. Sua ligação com a rodovia é feita através de estrada revestida com saibro. Na aerofoto de 1980, observa-se que a ocupação principal da região era a agricultura, bem como a frente de lavra não existia. Na aerofoto de 2000 observa-se um incremento da ocupação agrícola, acentuado aumento da área desmatada, bem como a duplicação da rodovia, a instalação da frente de lavra e de indústria automotiva. A exploração iniciou para saibro, passou a produzir brita e atualmente encontra-se paralisada em virtude da queda de demanda. Embora com um relevo adequado e com média reserva de rocha, possui boa infra-estrutura e localização. É um empreendimento importante para a região sul de São José dos Pinhais, pelo fato de não apresentar indícios de conflitos com os outros tipos de ocupação de solo. Devido a certa distância entre a frente de lavra e a rodovia e por tratar-se de uma região com vocação agrícola, os conflitos por ocupação possivelmente irão demorar algum tempo para acontecer, embora os órgãos ambientais busquem formas diversas para restringir a atividade de mineração na região.





Aerofoto - 20 (1980) São Sebastião Mineração Ltda. EMPO (N° 22).



Aerofoto - 20a (2000) São Sebastião Mineração Ltda. EMPO (N° 22).



Aerofoto - 21 (1980) Saibreira Nova Prata Ltda (N° 23).



Aerofoto - 21a (2000) Saibreira Nova Prata Ltda (N° 23).

As aerofotos 22 e 22a, referem-se à pedreira (nº 24) da empresa MARC Construtora de Obras Ltda., situa-se no Município de São José dos Pinhais, a oeste da Rodovia BR 376, da qual dista 2,4 Km, em uma região de zona rural, com predomínio da agricultura, chácaras de lazer e indústrias. Sua ligação com a rodovia é feita através de estrada revestida com saibro. Na aerofoto de 1980, observa-se que a ocupação principal da região é a agricultura e que a frente de lavra já existia. Na aerofoto de 2000, além da frente de lavra, observa-se a vocação agrícola, com um acentuado aumento da subdivisão de terrenos ao longo da rodovia que foi duplicada, originando chácaras de lazer, a instalação de indústria automotiva bem como a implantação de pequeno loteamento próximo da rodovia e ao longo da estrada de acesso à pedreira. É uma pedreira de médio porte que embora com um relevo adequado uma reserva média de rocha de boa qualidade, possui boa infra-estrutura e localização. É um empreendimento importante para a porção sul da RMC, pelo fato de não apresentar indícios de conflitos com a urbanização. Devido a adequada distância da frente de lavra à rodovia e por tratar-se de uma região com aptidão agrícola, conflitos por ocupação não deverão ocorrer em pouco tempo, embora os órgãos ambientais efetuem gestões para restringir e dificultar a atividade de mineração na região.

As aerofotos 23 e 23a, referem-se à pedreira (nº 25) da empresa Saibreira Boa Esperança Ltda, situa-se no Município de São José dos Pinhais, a oeste da Rodovia BR 376, da qual dista 1,2 Km, sendo que sua ligação com a rodovia é feita através de estrada revestida com saibro. Na aerofoto de 1980, observa-se que a ocupação principal da região era a agricultura, bem como a rodovia era de pista única e a frente de lavra estava sendo instalada. Na aerofoto de 2000, além da frente de lavra com as bancadas definidas, observa-se a aptidão agrícola do entorno, com um acentuado aumento da subdivisão de terrenos a nordeste, originando chácaras de lazer, ao longo da rodovia que foi duplicada. A exploração iniciou para saibro, passando a produzir brita e atualmente está paralisada devido à queda de demanda. É uma pedreira de médio porte que embora com um relevo adequado e com uma reserva média, possui boa infra-estrutura e localização. É um empreendimento importante para a região de São José dos Pinhais, pelo fato de não apresentar conflitos com a urbanização. Devido a distância adequada entre a frente de lavra e a rodovia e por tratar-se de uma região com aptidão agrícola, os conflitos por ocupação urbana irão demorar algum tempo para acontecer, embora os órgãos ambientais exerçam gestões para restringir a atividade de mineração na região.



Aerofoto - 22 (1980) MARCK Construtora de Obras Ltda (N° 24).



Aerofoto - 22a (2000) MARCK Construtora de Obras Ltda (N° 24).

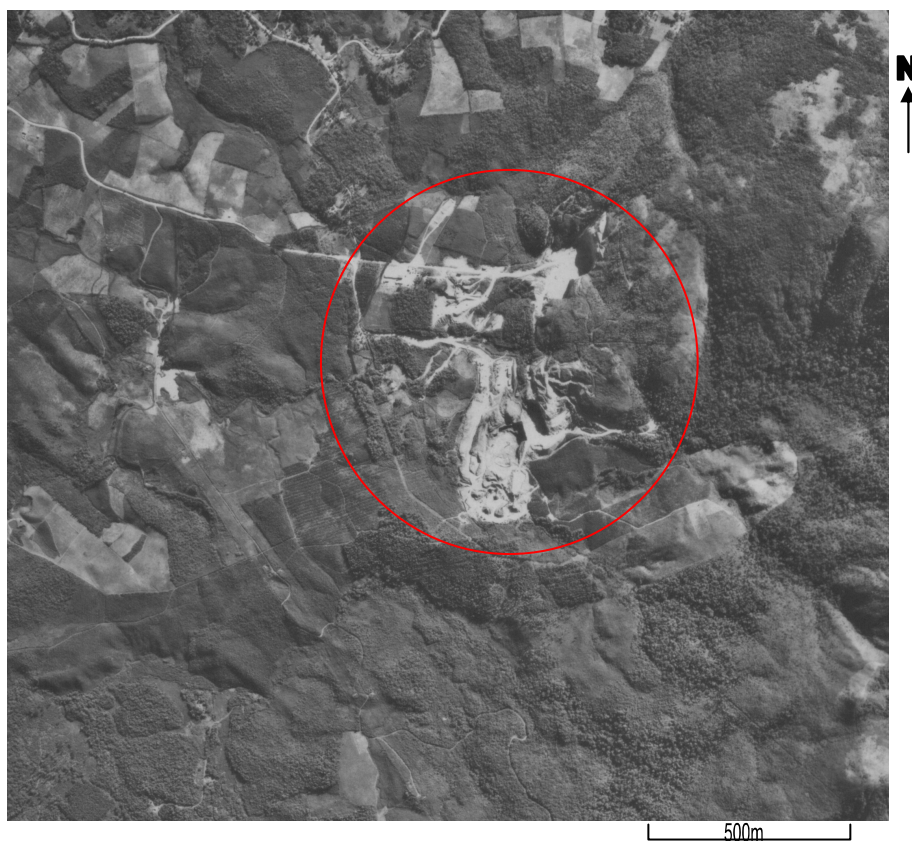


Aerofoto - 23 (1980) Saibreira Boa Esperança Ltda (N° 25).



Aerofoto - 23a (2000) Saibreira Boa Esperança Ltda (N° 25).

As aerofotos 24 e 24a, referem-se às pedreiras (nº 26 e 27) explotadas pelas empresa Redran Construtora de Obras Ltda. localizada ao norte e a empresa Tibagi - Pedreira Morro Redondo Ltda., localizada pouco mais ao sul. Estas duas pedreiras que são vizinhas, situam-se no Município de São José dos Pinhais, a leste da Rodovia BR 376, da qual distam 2,7 Km, sendo que sua ligação com esta rodovia é feita através de estrada revestida com saibro. Ocupam uma região montanhosa de zona rural, com atividades agrícolas e pastagens nas áreas menos acidentadas, bem como áreas de mata. Na aerofoto de 1980, observa-se que o entorno das duas frentes de lavra era ocupado, apenas por poucas clareiras abertas na mata para implantação principalmente de pastagens. Na aerofoto de 2000 observa-se que a ocupação da área sofreu alterações significativas, com um incremento da ocupação agrícola com acentuado aumento da área desmatada, bem como, a duplicação da rodovia e alguma ampliação tanto em área como na altura das frentes de lavra. A frente de lavra da empresa Redran é de médio porte e atualmente encontra-se paralisada em virtude da queda de demanda. A frente de lavra da empresa Tibagi é de grande porte e está ativa, ambas possuem uma grande reserva de rocha de qualidade muito boa, com adequada infraestrutura, com um relevo ideal e com estratégica localização no fornecimento de brita para toda a região sul e leste da RMC. Devido à distância das frentes de lavra à rodovia ser razoavelmente grande, da inexistência de urbanização próxima, visto tratar-se de uma região acidentada e portanto tecnicamente imprópria para a ocupação agrícola, dão a entender que conflitos por esses tipos de uso do solo nesta região, dificilmente venham a ocorrer, muito embora os órgãos ambientais busquem formas diversas para restringir a atividade de mineração na região.



Aerofoto - 24 (1980) Pedreiras Redran e Tibagi (Morro Redondo, N° 26 e 27).

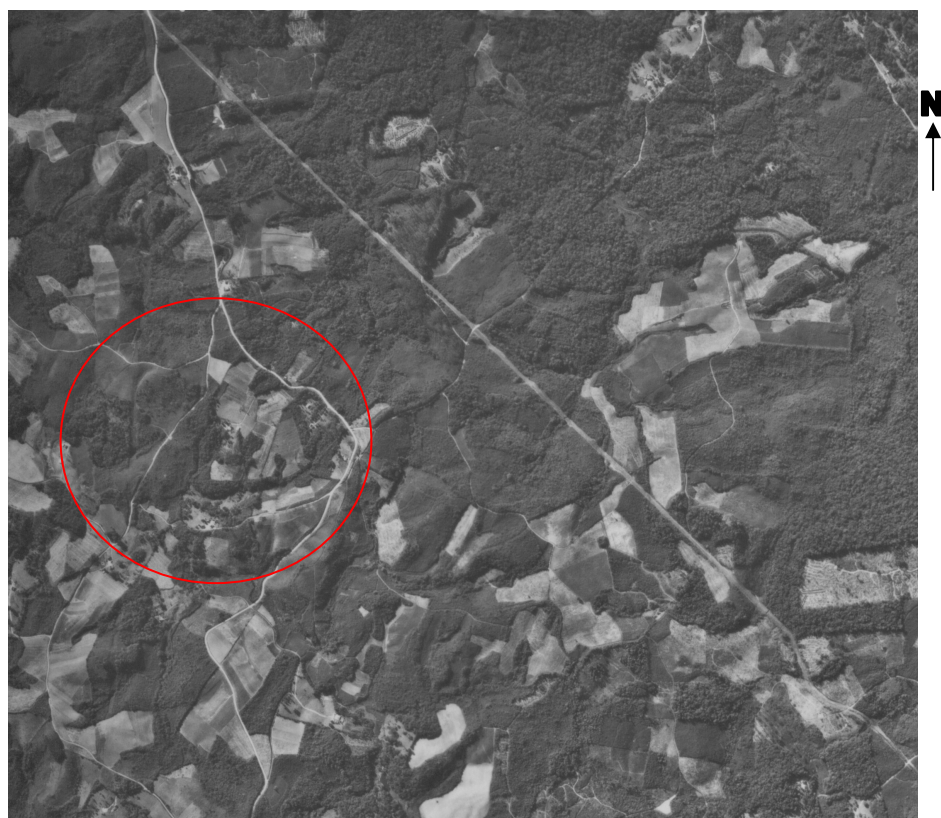


Aerofoto - 24a (2000) Pedreiras Redran e Tibagi (Morro Redondo, N° 26 e 27).

As aerofotos 25 e 25a, referem-se à pedreira (nº 28) da Empresa Saibreira Jofi Ltda., situada no Município de São José dos Pinhais, a oeste da Rodovia BR 376, da qual dista 11 Km. Encontra-se em uma região de zona rural, com intensa atividade agrícola e algumas áreas de mata. A sua ligação com a BR 376 é feita através de estrada revestida com saibro. Na aerofoto de 1980, observa-se que a mineração ainda não havia se instalado e o local era ocupado pela agricultura e por oleoduto. Na aerofoto de 2000, observa-se a frente de lavra e um intenso incremento da ocupação agrícola, bem como o aumento da área desmatada e a permanência do oleoduto. Atualmente a frente de lavra é de pequeno porte e explora apenas saibro, mas em breve poderá produzir brita, visto que, a rocha sã está exposta e só poderá ser desmontada com uso de explosivos e cominuída em usina de britagem. A região possui limitações de infra-estrutura e de localização, por ser distante das vias de acesso ao consumidor, embora com relevo desfavorável, com uma pequena reserva de rocha e de qualidade limitada, é um empreendimento importante para a região sul da RMC. visto fornecer saibro para revestimento de estradas vicinais da região. Devido à grande distância da frente de lavra à rodovia, estima-se que conflitos por uso do solo, demorem muito tempo para ocorrer.

As aerofotos 26 e 26a, referem-se à pedreira (nº 29) da Empresa Saibreira Santana Ltda., situada no município de São José dos Pinhais, a oeste da Rodovia BR 376, da qual dista 10 Km. Encontra-se em região de zona rural, de intensa atividade agrícola. Sua ligação com a BR 376 é feita através de estrada ensaibrada. Na aerofoto de 1980, observa-se que a mineração estava sendo instalada no local, que era ocupado pela agricultura e a instalação do oleoduto da Petrobrás. Na aerofoto de 2000, observa-se a frente de lavra, o oleoduto e um incremento da ocupação agrícola. É uma lavra de pequeno porte, iniciou explotando saibro, passando a produzir brita quando a rocha sã aflorou. Possui limitações de infra-estrutura e localização, por ser distante do consumidor, embora com um relevo desfavorável, com uma pequena reserva de rocha com qualidade limitada, é um empreendimento importante para a região sul da RMC., pois fornece brita e saibro para obras e revestimento das estradas da região. É limitada pelo oleoduto, mas o avanço da lavra ocorre em direção oposta, distanciando-se do mesmo. Devido à localização, estima-se que conflitos por uso ou ocupação do solo, demorem muito tempo para ocorrer.





Aerofoto - 25 (1980) Saibreira Jofi Ltda (N° 28).



Aerofoto - 25a (2000) Saibreira Jofi Ltda (N° 28).



Aerofoto - 26 (1980) Saibreira Sant'ana Ltda - Cartário (N° 29).



Aerofoto - 26a (2000) Saibreira Sant'ana Ltda - Cartário (N° 29).

## 9.2 - Síntese do Levantamento de Dados, Atividades e Ocupação do Terreno.

Os dados e informações levantados em pesquisa de campo e através de aerofotos e descritos foram agrupados de forma sintetizada, na tabela 20, onde aparecem relacionados às empresas produtoras de brita, por seu nº de ordem desta dissertação. Na citada tabela constam os dados de produção e indicação da possibilidade de conflitos com outros usos do solo, bem como, com os órgãos ambientais.

Tabela 20 - Possibilidades de conflitos ambientais das empresas produtoras de brita

Nº	Capacidade Instalada m3/mês	Produção em 2003 m3/mês	Reserva /Qualidade/Relevo	Situação	Possibilidade de Conflitos com outros usos	Conflitos com Órgãos Ambientais
01	15.000	**2.000	Média/Boa/Adequado	Ativa	Loteamento	Sim - MD
02	15.000	**2.000	Média/Boa/Adequado	Ativa	Loteamento	Sim - APA
03	30.000	9.000	Média/Boa/Adequado	Ativa	Loteamento	Sim - APA
04	30.000	18.000	Média/Boa/Adequado	Ativa	Loteamento	Sim - APA
05	15.000	**1.000	Pequena/Boa/Adequado	Ativa	Loteamento	Sim - APA
06	30.000	**3.000	Grande/Boa/Adequado	Ativa	Contorno Norte	Sim - APA
12	30.000	3.000	Média/Boa/Adequado	Ativa	Loteamento	Sim - M D
13	60.000	18.000	Grande/Boa/Ideal	Ativa	Não	Sim - M D
14	60.000	25.000	Grande/Muito Boa/Ideal	Ativa	Não	Sim - M D
15	50.000	6.000	Grande/Muito Boa/Ideal	Ativa	Não	Sim - APA
16	30.000	9.000	Grande/Muito Boa/Ideal	Ativa	Loteamento	Sim - APA
17	xxx	xxx	Grande/Muito Boa/Ideal	Paralisada	Loteamento	Sim - APA
18	60.000	15.000	Grande/Muito Boa/Ideal	Ativa	Loteamento	Sim - APA
19	15.000	xxx	Grande/Muito Boa/Ideal	Paralisada	Não	Sim - APA
20	Saibro	xxx	Média/Boa /Adequado	Ativa	Não	Sim - APA
21	Saibro	xxx	Média/Boa /Adequado	Ativa	Não	Sim - APA
22	15.000	3.000	Média/Boa /Adequado	Ativa	Não	Sim - APA
23	10.000	2.000	Média/Boa /Adequado	Paralisada	Não	Sim - M D
24	30.000	10.000	Média/Boa/Adequado	Ativa	Não	Sim - M D
25	10.000	2.000	Média/Boa /Adequado	Paralisada	Não	Sim - M D
26	30.000	xxx	Grande/Muito Boa /Ideal	Paralisada	Não	Sim - M D
27	40.000	15.000	Grande/Muito Boa /Ideal	Ativa	Não	Sim - M D
28	Saibro	xxx	Média/Boa /Adequado	Ativa	Não	Sim - M D
29	15.000	3.000	Média/Boa /Adequado	Ativa	Não	Sim - M D
*	30.000	xxx	Grande/Muito Boa/Ideal	Paralisada	Não	Sim - M D
*	15.000	** 2.000	Média/Boa /Adequado	Ativa	Não	Sim - M D
*	15.000	4.000	Média/Boa /Adequado	Ativa	Não	Sim - M D
Tot.	650.000	152.000	xxx	xxx	xxx	xxx

- \* Pedreiras situadas fora área de estudo, \*\* Valores pouco precisos.
- Reserva média em relevo suave - Reserva grande em relevo acidentado.
- Qualidade é boa em migmatitos - Qualidade é muito boa em granitos.
- Relevo é ideal em granitos - Relevo é adequado em migmatitos.
- Sim - APA : Situam-se em Áreas de Proteção Ambiental.
- Sim - MD: Tem ou tiveram problemas por Motivos Diversos com órgãos ambientais, Ministério Público ou ONGs.

Procedendo uma avaliação dos dados contidos na tabela 20, no universo de 27 pedreiras foram levantadas as seguintes características dos produtores de brita:

- 06 pedreiras encontram-se com suas atividades paralisadas temporariamente.
- 21 pedreiras encontram-se em produção, embora de forma muito reduzida.

- 10 pedreiras possuem ou estão na iminência de apresentar algum tipo de conflito com a urbanização ou com alguma outra forma de uso do solo do seu entorno.

- 17 pedreiras não apresentam no momento conflitos com a urbanização ou com outra forma de uso do solo de seu entorno.

- 27 pedreiras (a totalidade) possuem ou possuíram algum tipo de conflito ou dificuldade com os órgãos ambientais, Ministério Público ou ONGs, para manter a atividade.

- 13 pedreiras estão situadas em locais onde posteriormente ao início da atividade mineral, foram definidas APAs, deixando-as mais vulneráveis às restrições ambientais.

- 02 pedreiras das 04 que possuem a maior capacidade instalada de usina de britagem situam-se em APAs

- 09 pedreiras possuem grande reserva e qualidade muito boa de rocha, com um relevo ideal. Dentre estas, 04 encontram-se paralisadas: 01 possui problemas com ocupação urbana; 01 possui problemas com órgãos ambientais; 02 apresentam problemas comerciais. 05 pedreiras estão ativas sendo que destas, 02 possuem problemas com ocupação urbana e 01 não tem problemas com urbanização mas situa-se dentro de uma APA. Pelo exposto, apenas 02 pedreiras que inclusive são de grande porte encontram-se em produção e não apresentam problemas de conflito com outros usos do solo.

- Do total de 27 pedreiras, 15 possuem algum tipo de vulnerabilidade ambiental que pode acarretar a sua paralisação imediata ou a curto prazo, dependendo apenas dos critérios de avaliação dos órgãos ambientais.

- Das 27 pedreiras, apenas 12 possuem uma situação confortável quanto à possibilidade de conflitos imediatos pelo uso do solo. Dentre estas 12 pedreiras, apenas 04 possuem as melhores classificações de reserva/qualidade /relevo e ainda, destas 04 apenas 02 estão com atividades produtivas e as outras 02 estão paralisadas.

O somatório da produção das pedreiras da RMC totalizou aproximadamente 152.000 m<sup>3</sup> durante o ano da 2003, sendo que estas mesmas unidades produziram um volume aproximado de 600.000 m<sup>3</sup> durante o ano de 2001 (Tabela 08 pg 79), o que significa um grande declínio no volume de brita produzido no ano de 2003.

Uma retomada no crescimento da economia do Brasil, com o conseqüente aumento da demanda e por conseguinte da produção, implicará numa reestruturação

do setor produtivo e principalmente numa reavaliação de procedimentos por parte dos órgãos ambientais e de gerenciamento urbano. A retomada do crescimento econômico acarretará melhorias no setor mineral, mas tal situação muito possivelmente forçará os preços da brita para patamares mais elevados que os atualmente praticados.

A RMC à semelhança de outras regiões do país, está passando por um excessivo crescimento demográfico devido a processos migratórios que deslocam populações de outros centros e de áreas rurais para as regiões metropolitanas em busca de melhores condições de vida. Esses processos migratórios geram ocupações desordenadas, principalmente nos municípios limítrofes de Curitiba, caracterizando uma população de periferia sob todos os aspectos.

A criação de áreas de proteção ambiental e de parques contribuem para restringir algumas atividades industriais e a de extração mineral, não conseguindo impedir a expansão da ocupação urbana dentro de seus limites. Além de dar continuidade ao processo de degradação ambiental, muitas áreas com grande potencial para a mineração de brita estão sendo inviabilizadas. Verifica-se portanto o paradoxo, onde se permite o crescimento da malha urbana e se esteriliza os depósitos minerais que fornecem os insumos necessários ao desenvolvimento dessa mesma urbanização.

Pode-se nestes casos considerar que a legislação e as políticas de urbanização não coincidem com as reais necessidades da comunidade envolvida.

A simples paralisação da atividade de mineração de rocha para produção de brita na região, bem como as restrições em relação às áreas passíveis de exploração, não resolvem o problema de geração de algum tipo de conflito, mas terão como conseqüências, a queda da produção, ou o distanciamento entre os pontos de produção e de consumo, o que provoca o encarecimento do produto, visto que o frete apresenta um grande peso no preço final.

A queda da produção e o conseqüente encarecimento de insumos minerais utilizados diretamente na construção civil, como conseqüência de processos de esterilização de áreas potenciais, não representa uma opção viável em uma região que apresenta uma grande demanda reprimida por esses bens, refletida no grande déficit habitacional e de infra-estrutura básica.

## - Principais Problemas e Conseqüências

A atividade de extração e beneficiamento de minerais sempre esteve vinculada à vida humana, inicialmente por questões de sobrevivência e na atualidade, acompanhando o desenvolvimento tecnológico, responsável pela criação da infraestrutura que, faculta ao ser humano uma melhor qualidade de vida. Dentre a ampla gama de bens minerais dos quais a sociedade necessita diariamente, destacam-se os bens minerais utilizados diretamente na construção civil, visto serem os componentes básicos para obras de infra-estrutura que facultam essa melhoria da qualidade de vida.

O Brasil é um país muito carente em obras com finalidades sociais, existe um grande déficit habitacional, de instalações hospitalares, educacionais e outras obras de infra-estrutura básica. Isto reforça a necessidade da atividade de extração de bens minerais para a melhoria da qualidade de vida da população, para a geração de empregos e de recursos financeiros pela tributação. Pode-se concluir que a atividade tem um efeito multiplicador na medida em que gera empregos e recursos materiais importantes.

Existe uma demanda reprimida, associada à aparente estabilização da economia e embora mesmo não havendo investimentos em infra-estrutura, o pequeno consumidor representa uma parcela da demanda de material quando investe na auto construção e na reforma de sua residência.

Por outro lado, observa-se também que a atividade da extração mineral gera alguns impactos ambientais, principalmente quando não está embasada em um estudo técnico eficiente e implementado de forma planejada. Quando não existe uma posição clara de gerenciamento governamental sobre a atividade, cria-se uma imagem negativa da mineração, a qual passa a ser vista apenas como um agente degradador do meio ambiente. Neste contexto, são gerados os conflitos de uso e ocupação do solo, pois a maioria das pessoas não conscientizadas da importância da mineração e só conhecendo seus aspectos negativos, passam a pressionar pela interrupção da atividade.

Cabe ao Estado, através de planejamentos de médio e longo prazos, a tarefa de evitar que surjam os conflitos e da mesma forma, saná-los quando já o estiverem acontecendo. A falta de planejamento e administração do uso do solo, a médio e longo prazos, desconsiderando as características do setor mineral, é o principal fator na geração da grande maioria dos conflitos existentes entre a mineração e outros usos diversos do solo (Quadro 01 da página 10).

De uma forma geral, pode-se considerar que os principais problemas que direta ou indiretamente originam algum tipo de conflito pelo uso do solo e detectados na área em estudo estão relacionados com:

- Ocupação urbana desordenada de áreas e implantação de obras de infraestrutura onde já existe a atividade de mineração ou onde existe alto potencial para a implantação da atividade.
- Deficiência na infra-estrutura urbana a qual de um modo geral necessita da brita, tais como: sistema de coleta e tratamento de esgoto e águas pluviais; pavimentação de ruas e rodovias; pontes e viadutos entre outros.
- Déficit habitacional principalmente para as classes sociais mais baixas da população.
- Uso e ocupação do solo entre a mineração e a urbanização ou com áreas de preservação ambiental delimitadas após essa ocupação.
- Falta de capacidade de gerenciamento dos órgãos envolvidos diretamente com a mineração, com visível precariedade tanto em número como em habilitação de técnicos, de recursos e de integração entre os setores.
- Descumprimento por parte de alguns mineradores, com relação às exigências de recuperação ambiental.

#### **- Recomendações**

Devido à alta concentração urbana na RMC, bem como o grande déficit habitacional e de infra-estrutura básica, haverá em breve, a necessidade de quantidades cada vez maiores de bens minerais de aplicação imediata na construção civil. Um aumento descontrolado da produção acarretará no surgimento de conflitos e impactos negativos ao meio ambiente. Dessa forma, para harmonizar a produção de brita com outras atividades, medidas devem ser adotadas para assegurar o suprimento destes bens minerais, tais como:

- A ação integrada entre as instituições de fiscalização ambiental, mineral, tributária, dentre outras, visando evitar a clandestinidade, a qual, por sua vez, traz problemas ambientais, leva à sonegação de impostos e extração não autorizada de recursos minerais.
- Reestruturação dos órgãos responsáveis pelo controle e fiscalização, com ampliação dos quadros de técnicos responsáveis pelo controle da atividade.

- Reanálise do Plano Diretor para a Região Metropolitana de Curitiba, em conjunto com o DNPM, Mineropar, IAP, Federação das Indústrias, COMEC, Secretarias de Meio Ambiente do Estado e municípios e as associações de produtores minerais, com a definição das áreas com potencial de conflitos, de aptidão do solo, produção e demanda potencial para a brita, bem como sobre a readequação das áreas mineradas.

- Inserir a atividade de mineração no planejamento urbano, considerando prioridade de uso para as áreas destinadas à mineração, pela localização do material a ser extraído devido a sua rigidez locacional e pela vocação do solo e tipo de relevo, delimitando áreas de favorabilidade para a lavra mineral. Estas informações podem ser obtidas com o cruzamento de informações da atividade mineral com as demais formas de ocupação do solo e características da região, podendo-se estabelecer o seguinte zoneamento:

- Atividade mineral permitida sem restrições;
- Atividade mineral permitida com restrições;
- Atividade mineral não permitida; e
- Caso especial, caso ocorra situação onde somente com um estudo mais detalhado pode-se integrar ou não a mineração com outras atividades.

Com relação à área de estudo pode-se cruzar as informações contidas no mapa geológico da RMC (fig.11), com as do mapa de uso e ocupação do solo da RMC (fig. 19), com as informações do MDT (fig. 21), com as da imagem de satélite da RMC (fig. 20), a fim de se obter informações e diretrizes básicas para a definição de ocupação da região, as quais podem ser concentradas de forma simplificada conforme pode-se observar no Quadro 13.

Quadro 13 - Proposta de integração da mineração para brita com outros usos do solo na RMC.

<b>Zonas/Regiões</b>	<b>Mineração</b>	<b>Urbanização</b>	<b>Indústria/serviços</b>	<b>Agropecuária</b>
Porção Norte	Permitida com restrição	Permitida com restrição	Permitida com restrição	Permitida com restrição
Porção Sul	Permitida com restrição	Permitida com restrição	Permitida com restrição	Permitida com restrição
Porção Leste	Permitida com restrição	Não permitida	Permitida com restrição	Não permitida
Porção Oeste	Permitida com restrição	Permitida com restrição	Permitida com restrição	Permitida com restrição
Centro (Urbano)	Não permitida	Permitida	Permitida com restrição	Não permitida



A importância da inserção da atividade de mineração nos Planos Diretores Municipais ou no Plano de Desenvolvimento Integrado de uma região, está no fato de haver a participação de todos os órgãos envolvidos e da comunidade e não apenas, dos órgãos de fomento à atividade de mineração, no caso o DNPM, como normalmente ocorre nos Planos Diretores de Mineração, que em muitos casos, não é de conhecimento das autoridades locais e não têm sido considerados durante a elaboração do planejamento urbano.

## 10 - CONCLUSÕES

- É clara a constatação de que os minerais são recursos naturais, sendo que a história da evolução da civilização humana está intimamente associada à descoberta desses recursos. A racionalidade criativa (e predadora) da espécie humana, tornou possível, a utilização destes bens minerais; sua especialização no ecossistema foi privilegiada com o predomínio desta espécie sobre as demais, resultando na construção da nossa civilização. A utilização dos bens minerais deve ser periodicamente lembrada, pois caso seja esquecida, poderá induzir a análises incorretas sobre a sua exploração.

- As alterações ambientais provocadas pelas civilizações são evidências desde há muito tempo constatadas, mas nos anos mais recentes, assumiram proporções alarmantes pela extensão e intensidade. Muito embora, em ordem de grandeza, a atividade mineral seja responsável pela menor parcela destas alterações, é importante se conscientizar a sociedade, através de divulgação, da importância e da necessidade da atividade de mineração para a melhoria da qualidade de vida, bem como estimular a compreensão da necessidade de um eficiente controle ambiental da atividade, junto aos mineradores.

- A exploração mineral, como todas as atividades humanas, gera impactos ambientais positivos e negativos. No caso da mineração para brita, a maioria dos negativos são pontuais, temporários e apenas alguns são irreversíveis. A mineração de rocha para brita não inviabiliza o terreno para outros usos, na RMC as pedreiras desativadas tiveram um outro uso para a sua frente de lavra e o seu entorno não urbanizado valoriza o mercado imobiliário da região.

- A extração mineral gera mais impactos ambientais positivos que negativos, pois os minerais compõem tudo o que necessitamos para uma vida digna e com qualidade. No Brasil o consumo, anual é cerca de 10 toneladas de recursos minerais por habitante e mais que o dobro disto, em países desenvolvidos.

- A produção industrial, o desmatamento para diversos fins, a agricultura e a pecuária intensivas, a explosão populacional, a urbanização e a demanda por energia, são os maiores responsáveis e agravam consideravelmente os problemas de degradação ambiental de um modo geral.

- As questões ambientais começaram mundialmente a ocupar espaço, a partir dos anos sessenta, tendo como marco importante a Conferência das Nações Unidas

de Estocolmo, em 1972. No Brasil, um marco importante é a Resolução CONAMA nº 01/86, que regulamentando a Lei Federal n.º 6.938/81 (Sistema Nacional de Meio Ambiente), a qual ainda hoje baliza grande parte do cotidiano da aplicação dos princípios ambientais da sociedade brasileira.

- A Constituição de 1988, se refere de forma desproporcional à atividade da mineração, sendo a indústria mineral a única, dentre todos os potenciais degradadores, citada nominalmente, embora a mineração não seja a maior vilã, como indiretamente fica sugerido na Constituição Federal, tanto que 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” (art. 225, § 2º).

- Atualmente existe um grande número de regulamentos na legislação, aplicáveis às atividades de extração mineral que se superpõem e às vezes, se contrapõem, gerando conflitos. Este emaranhado de legislações sobre a atividade mineral, facilita a existência de alguma falha a ser apontada no trabalho de um minerador.

- É necessária a obrigatoriedade das empresas de mineração possuírem um responsável técnico pelas suas atividades de exploração mineral, conforme determina a legislação do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA, que tenha formação em assuntos afetos à atividade da mineração, segurança ambiental e do meio ambiente, recuperação de áreas degradadas e desenvolvimento sustentável.

- Cabe ao poder do Estado, a parte fundamental de equacionar o uso do solo e o controle da degradação ambiental em geral, em especial para mineração, onde é também quem concede o direito de exploração dos bens minerais. O poder público tem a obrigação de estabelecer as diretrizes políticas e as prioridades no sentido de atender às necessidades básicas, as expectativas e as perspectivas dos diferentes grupos sociais, antecipando e mediando os conflitos gerados no processo de desenvolvimento econômico e social.

- Existe uma visível falta de articulação entre os órgãos que tratam de assuntos ambientais similares nas diferentes esferas da administração e evidentemente entre aqueles de atribuições complementares, mesmo quando pertencentes à mesma administração. Da mesma forma é detectável a falta de planejamento e de justificativa

técnica da parte governamental, para o uso e ocupação do solo ou nos zoneamentos em geral e particularmente, para as áreas de expansão urbana na RMC.

- Existe uma reconhecida carência, em número e em habilitação, de um corpo técnico específico, bem como de recursos materiais, nos diferentes órgãos públicos, tanto para analisar a viabilidade dos projetos minerais, bem como para fiscalizar sua execução. Faz-se necessária uma integração de todos os órgãos envolvidos com a atividade, a fim de que exista uma postura unitária sobre a atividade de mineração, bem como uma profunda reestruturação destes órgãos envolvidos no processo de concessão, fomento, gerenciamento e fiscalização da atividade de mineração, com a conseqüente aquisição de equipamentos, contratação de profissionais habilitados para as atividades desempenhadas e dotação de recursos financeiros adequados.

- O crescimento das dificuldades impostas pelos órgãos ambientais para autorizar uma mineradora de brita aguça os conflitos e contradições do sistema. A situação é genérica e se aplica com precisão à mineração, onde os conflitos se dão entre indivíduos, grupos ou setores sociais e não pelo uso ou posse do minério.

- É função e obrigação dos técnicos habilitados envolvidos em atividades de mineração, das instituições e dos mineradores, em estudar, sugerir e implementar medidas que venham a reduzir os problemas de poluição ambiental causados pelas atividades industriais, ao fornecer à sociedade os bens minerais necessários para seu desenvolvimento, conciliando de maneira adequada, a atividade com o resguardo do meio ambiente ecologicamente equilibrado, para as presentes e futuras gerações.

- A facilidade com que são detectados os impactos visuais produzidos pela mineração sobre a paisagem, é a condicionante da participação majoritária da mineração no número de processos de licenciamento ambiental junto aos órgãos ambientais, fato não observado para outras diversas atividades ou usos do solo.

- O caminho do desenvolvimento sustentável não se faz onerando a atividade com elevada carga tributária ou pesadas multas, mas com decisões claras e transparentes tomadas por órgãos ambientais, permitindo a exclusão apenas daqueles que não desejam o compromisso com o interesse público.

- A melhor forma para evitar ou minimizar conflitos entre a mineração e outras formas de uso do solo é a inserção da atividade de mineração nos planejamentos urbanos e de ordenamento territorial, com a definição das áreas onde a atividade de mineração tenha prioridade. Adotando-se conceitos e técnicas adequadas à realidade local, permitirá a melhor fiscalização, controle e conseqüentemente, a possibilidade de

melhor retorno econômico para o empreendedor, para o estado, município e principalmente para a sociedade.

- As atividades econômicas primárias em geral e as extrativas minerais em particular, caracterizam-se pela apropriação de recursos naturais, onde complexos processos de acumulação geológica demandam um tempo medido em centenas, milhares, às vezes milhões de anos, para serem disponibilizados pela natureza, de forma a serem passíveis de aproveitamento pela humanidade, motivo principal para que a atividade seja executada por profissionais capacitados e com a devida acuidade técnica.

- A relação entre a mineração e o meio ambiente é na maioria das vezes tratada mais como um confronto, que como um desafio técnico, embora seja uma questão de interesse da sociedade que necessita dos insumos minerais, mas não deseja sua extração sob qualquer justificativa e principalmente se esta ocorrer nas proximidades.

- É expressiva a importância que a indústria da mineração detém na economia paranaense, sua produção está centrada em minerais de uso direto na construção civil, com consumo dentro do próprio estado, não caracterizando uma produção de transferência de recursos, seus impactos ambientais são pouco abrangentes, com efeitos sentidos no entorno físico imediato e portanto fáceis de serem controlados e mitigados.

- É importante se quantificar a real preocupação da sociedade, em especial às de classes menos favorecidas, quanto aos impactos ambientais provocados pela mineração e quanto esta estaria disposta a pagar, com o aumento do preço dos insumos minerais, para ter a garantia de que a produção mineral, seja realizada atendendo integralmente todos os parâmetros e exigências legais.

- A mineração praticada na RMC para produção de brita, pode ter alguns pontos a corrigir, mas não deve ser apontada pelos órgãos ambientais, como a raiz dos principais passivos ambientais acumulados ou dos conflitos instalados.

## 11 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (1986).NBR 9653.*Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas*. Norma de Procedimento. São Paulo - SP.
- ABNT (1987). NBR 9935 *Agregados – Terminologia*. Normas técnicas. São Paulo - SP
- ABNT (1987) NBR 10.004 - *Resíduos Sólidos – Classificação*. São Paulo - SP
- Areia & Brita. 1998. Anepac, revista n° 02.
- BATOLLA JR., F. 1977. *Folha de Curitiba*. Projeto Leste do Paraná. SG.22-X-D-I
- BIGARELLA, J. J., SALAMUNI, R., PINTO. *Geologia do Pré-Devoniano e Intrusivas Subseqüentes da Porção Oriental do Estado do Paraná*. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba. 1967. n° 23 a 25.
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Promulgada em 5 de outubro de 1988. 17° ed.. São Paulo: Saraiva, 1997a. 230p.
- BRASIL. *Ministério de Minas e Energia. Plano Plurianual para desenvolvimento da mineração brasileira. GT 13: materiais de Construção*. Brasília: DNPM, 1994a. 15p.
- BRASIL. *Avaliação regional do setor mineral. Paraná*. Brasília: DNPM. 1994b; 112p. (Boletim n° 60).
- BUCK, W. K. *Mineral Economics: its definition and application*. CIM Bulletin, Quebec: CIM Transactions, v. 75, p. 129-133, Aug./1972.
- CANALI, N. E. PASSOS, E. COSTA, T. M. *Contribuição da Geomorfologia no planejamento da Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba, 1981. 335-362 f. 3° Simpósio Regional de Geologia, Vol., 2.
- CETESB ABR/92. *Mineração por explosivos*. - Procedimento D7.013.
- CHAVES. A. R. do A. P., SERRA, S. H. *Exigências legais relativas aos projetos de mineração*. In: SERRA, S. H. *Aspectos Legais do gerenciamento de projetos de mineração: Relatório de atividades*. São Paulo: PUC, 1997
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. 2. ed. Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas, 1991.
- CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *Projeto Integração e Detalhe Geológico do Vale do Ribeira*. São Paulo, 1981. Relatório Final, Convênio DNPM/CPRM.

- DNPM. 2000. *Anuário Mineral Brasileiro*. Disponível em: [http://www.dnpm.gov.br/dnpm\\_legis/AnuárioMineral2000.pdf](http://www.dnpm.gov.br/dnpm_legis/AnuárioMineral2000.pdf) Acessado em: 03 jun. 2004.
- DNPM. 2003. *Sumario Mineral Brasileiro*. Disponível em: [http://www.dnpm.gov.br/dnpm\\_legis/SumarioMineral2003.pdf](http://www.dnpm.gov.br/dnpm_legis/SumarioMineral2003.pdf) Acessado em: 25 jun. 2004.
- DNPM. 2004. *Sigmine*. Disponível em: <http://arenito.dnpm.gov.br:8080/Website/TitulosPR/viewer.htm> Acessado em: 19 jan. 2004.
- FABIANOVICZ, R. *Conflitos Entre a Extração de Areia e a Expansão Urbana na Região Urbana de Curitiba/PR*. São Paulo, 1998. Dissertação (Mestrado). UNICAMP.
- FERREIRA, G. E., ALBUQUERQUE, G. A. Sá C. *Custo tributário no setor mineral*. Brasil Mineral, São Paulo: Signus, v. 14, n. 147. p. 42-43. jan/fev 1997.
- FRAZÃO, E. B. *Tecnologia de rochas na construção civil*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002
- FRAZÃO, E. B., PARAGUASSU, A. B. *Materiais de Construção*. Geologia de Engenharia. São Paulo, 1998. ABGE, 587p.
- FRISCHENBRUDER, M. T. *Gestão de empreendimentos minerários na Região Metropolitana de São Paulo. Políticas Publicas e a produção de espaço*. São Paulo, 1995. 153p. Dissertação (Mestrado), Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.
- FUCK, R.A., LOPES, J. A. 1967a. *Folha Geológica de São José dos Pinhais*. Comissão da Carta Geológica do Paraná. XXIV - 12.
- FUCK, R. A. TREIN, E. & MARINE, O. J. *Contribuição do estudo das rochas graníticas do Estado do Paraná*. Curitiba, 1967b. 23-25 e 183-219 f. Boletim Paranaense de Geociências.
- FUCK, R. TREIN, E. MARINE, O. J. *Geologia e petrografia dos migmatitos do Paraná*. Curitiba, 1967c. 5-41 f. Boletim Paranaense de Geociências, nº 23/25.
- FUCK, R. TREIN, E. MARINE, O. J. MURATORI, A. M. *Geologia do Leste Paranaense*. São Paulo, 1971. 121-130 f. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, Vol., 1.
- GOMES, L. R., RODRIGUES, J. E. *Sistema de Avaliação de Materiais Rochosos para o Uso como Agregados*. Brasília, 2002. Areia & Brita. Anepac. nº18, p. 24-32, Out/Nov/Dez 2002.
- HERRMANN, H. *Política de Aproveitamento de areia no Estado de São Paulo: dos conflitos existentes às compatibilizações possíveis*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq. 1992. 186p.

- IAPAR. Disponível em [www.pr.gov.br/iapar/](http://www.pr.gov.br/iapar/) . Acesso em 23 de outubro de 2003.
- IBGE. *Censo demográfico 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000*. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em 14 de junho de 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Comissão Técnica de Meio Ambiente. Grupo de Trabalho de Redação. *Mineração e meio ambiente*. Brasília: IBRAM, 1992. 126p.
- IRAMINA, W. S., ESTON, S. M. *Métodos Alternativos ao Uso de Explosivos para Desmonte de Rocha*. Brasília, 2002. Areia & Brita. Anepac. n°20, p. 37-42, Out/Nov/Dez 2002.
- KONIA, C. J. *Blast design*. Ohio: International Development, 1995.
- LEI FEDERAL Nº 6938/81 - *Lei de Política Nacional do Meio Ambiente* de 31 de agosto de 1981
- LICHT, O. 2001. *Diagnostico Preliminar dos Impactos Ambientais da Mineração no Paraná*. Curitiba, MINEROPAR. 1 CD-ROM
- LOPES, J. A., BIGARELLA, J. J. 1965. *Folha Geológica de Curitiba*. Comissão da Carta Geológica do Paraná. XXIV - 7.
- MAACK, R.(1968). *Geografia Física do Estado do Paraná*. Curitiba: Publ. UFP, IBPT 350p.
- MACHADO, I. F. *Recursos Minerais, Política e Sociedade*. São Paulo. Edgard Blücher. PADCR/CNPq Ed. Universidade de São Paulo (EDUSP), 1989.
- MAGALHÃES, F. M. *O Aproveitamento de Areia na Região do Alto Curso do Rio Iguazu/PR: Aspectos Geológicos, Econômicos e Ambientais*. Curitiba. 2002. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geologia. Universidade Federal do Paraná.
- Marble - *O Portal Mundial de Rochas Ornamentais*. Disponível em: <http://www.marble.com.br/>
- MARINI, O. J., FUCK, R. A. 1966. *Folha Geológica de Araucária*. Comissão da Carta Geológica do Paraná. XXIV - 11.
- MENDES, M. *Normas para controle de vibração nas detonações*. O Portal Mundial de Rochas Ornamentais. Disponível em: <http://www.marble.com.br/article/view/644>. Acesso em: 29 de junho de 2004.
- MINEROPAR. 1999. *Perfil da Indústria de Agregados*. Curitiba, 1 CD-ROM.
- MINEROPAR. 2001. *Diagnostico Preliminar dos Impactos Ambientais da Mineração no Paraná*. Curitiba, MINEROPAR. 1 CD-ROM



- MINEROPAR. 2004. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/mineropar/prodsustancias.html>
- ORTOLANO, L. *Environmental regulation and impact assessment*. New York: John Wiley, 1997.
- PACHECO, A. M., MENDONÇA, A. de F. R. *Licenciamento Ambiental: Um novo padrão de desempenho*. In: SIMPOSIO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE E MINAS GERAIS, 1, 1992, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABGE, 1992. p. 208-210.
- PELLENZ, E. 2001. *Diagnostico Preliminar dos Impactos Ambientais da Mineração no Paraná*. Curitiba, MINEROPAR. 1 CD-ROM
- RIBAS, S. M. 1999. *Perfil da Industria de Agregados*. Curitiba, MINEROPAR. 1 CD-ROM.
- ROSSETE, A. N. *Planejamento Ambiental e Mineração – Estudo de Caso a Mineração de Areia no Município de Itaguaí – RJ*. Campinas, 1996. 94p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas.
- SANTOS, R. C. ; MAZZON, J. A. *Challenges for the internationalization of environmental management in companies: and exploratory study in Brazil*. In: ANNUAL CONFERENCE OF BUSINESS ASSOCIATION OF LATIN AMERICAN STUDIES. Latin American in the 21st century - the next ten years: proceedings. Washington, BALAS, 1995. p. 1-15.
- SCHALCH NETO, J. A., AZEVEDO, R. M. B., RUIZ, M. S., HWA, C. M. F. *Brita*. São Paulo, 1990. Mercado produtor mineral do Estado de São Paulo: levantamento e análise. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, (Publicação IPT; n. 1822)
- SCHOLL, W. U. LOPES, O. F. SILVA, A. C. G. A. PROZZI, C. R. *Geologia do Pré-Cambriano da região do Anticlinal do Setuva (município de Bocaiúva do Sul e Rio Branco do Sul, PR)*. Camboriú, SC , 1980. 3002-3012 f . Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, Vol., 5.
- SEMA, 2001. *Manual de Licenciamento Ambiental*, Resolução N° 05 de 2001.
- SILVA, A. C. G. A. *A jazida de barita de Água Clara no âmbito do Pré Cambriano do Vale do Ribeira, Estado do Paraná*. Tese de doutorado, São Paulo. 1990 204p.
- SINTONI, A.. *Mineração: o Feio – Fundamental*. Brasília, 2002. Areia & Brita. Anepac. n°16, p. 38, Out/Nov/Dez 2001.
- SNIC. 2003. Sindicato Nacional da Industria do Cimento. Disponível em: <http://www.snic.org.br/pdf/Press%20Kit.pdf> Acessado em 07/07/2004.

- TEIXEIRA, A. C. *Análise comparativa da mineração na América do Sul: Argentina, Bolívia, Chile, Guiana, Peru e Venezuela*. Brasília: DNPM. 1996. 118p.
- THEODOROVICZ, A. M. G., CANTARINO, S. C., THEODOROVICZ, A.(a) *Projeto Curitiba: Atlas de uso e ocupação do solo da Região Metropolitana de Curitiba e problemas ambientais relacionados*. São Paulo: CPRM, 1999. 14p.; mapa; il. (Programa informações para gestão territorial – GATE)
- THEODOROVICZ, A., THEODOROVICZ, A. M. G., CANTARINO, S. C.(b) *Projeto Curitiba: Atlas geoambiental da região metropolitana de Curitiba – subsídios ao planejamento territorial*. São Paulo: CPRM, 1999. 48p.; mapa; il (Programa Informações para Gestão Territorial – GATE)
- TOSCANO, W. *Visão Preconceituosa Sobre Mineração de Areia*. Brasília, 2002. Areia & Brita. Anepac. n°21, p. 18-21, Jan/Fev/Mar 2003.
- TREIN, E., FUCK, R. A. 1967. *Folha Geológica de Piraquara*. Comissão da Carta Geologica do Paraná. XXIV - 8.
- VALVERDE, F. M. *O Mapa-guia dos Agregados Minerais no Brasil*. Brasília, 2002. Areia & Brita. Anepac. n°17, p. 18-21, Jan/Fev/Mar 2002.
- VALVERDE, F. M. 2002. *Sumário Mineral 2003*, Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpmlegis/SumarioMineral2003.pdf>. Acesso em 25 jun. 2004.
- VALVERDE, F. M. Brasília, 2002. *Diretrizes para a mineração de areia na Região Metropolitana de São Paulo*. ANEPAC.
- VALVERDE, F. M. Brasília, 2004. *Agregados para construção civil*. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/sumariomineral/AGREGADOS%20PARA%20CONSTRUÇÃO%20CIVIL%202004.pdf> Acesso em 18 jan 2004.
- WILSON, H. *Sand and gravel: the new klomdike? Mining Enginnering*, Littleton: Society for mining, metallurgy and exploration, v. 45, n. 6, p. 591-592, June/1993.
- YOUNG, J. E. *Mining the Earth*. In: BROWN, L. R. State of the world. New York: Nortn, 1992. p. 100-18.