

MARIA MARTA TEIXEIRA VASCONCELOS

**DIAGNÓSTICO DA DEGRADAÇÃO DO MEIO FÍSICO E PROPOSIÇÃO DE
MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO EM ÁREAS DE MINERAÇÃO
ABANDONADAS NA BACIA DO GUARAPIRANGA, REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO.**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

São Paulo
2000

MARIA MARTA TEIXEIRA VASCONCELOS

**DIAGNÓSTICO DA DEGRADAÇÃO DO MEIO FÍSICO E PROPOSIÇÃO DE
MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO EM ÁREAS DE MINERAÇÃO
ABANDONADAS NA BACIA DO GUARAPIRANGA, REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO.**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia Mineral

Orientador:
Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez

São Paulo
2000

*Ao Enzo e ao Marcos
À minha mãe, Martha
À memória do meu pai, Luiz e da minha avó, Líbera
Aos meus irmãos, Maria, Vasco e Paulo*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luis Sánchez, pela orientação, pelo estímulo de trabalhar com este tema e pelas correções na trajetória.

Ao Prof. Dr. Sérgio Médici, na época de sua gestão na presidência da Comissão de Pós-graduação do Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica.

Aos demais professores da Escola Politécnica e do Instituto Oceanográfico, da USP, com os quais convivi quando da realização do programa de mestrado em Engenharia Mineral, no período de 1995 a 2000.

Às atuais e ex-funcionárias da biblioteca do Departamento de Engenharia de Minas, pela competente e simpática orientação quando da realização dos cursos do programa de mestrado, da pesquisa bibliográfica, bem como quando da elaboração das referências bibliográficas para esta dissertação.

Ao pessoal da secretaria da pós-graduação do Departamento de Engenharia de Minas, pelo bom humor e pela prestação de informações objetivas e corretas a alguém que sempre tinha algumas dúvidas e muita pressa.

Aos contemporâneos colegas de programa de mestrado, no período de 1995 a 2000, pela convivência leve e saudável troca de idéias e experiência profissional.

Aos colegas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em particular da Divisão de Geologia, por terem proporcionado o trabalho com este tema, convidando-me a coordenar a área "Impactos Ambientais em Áreas Desativadas" no âmbito do Projeto de Adequação e Controle da Mineração na Bacia do Guarapiranga. Em especial, agradeço à geóloga Cláudia Cristina Castro González, estagiária do Agrupamento de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente em 1996-1997, pelo importante auxílio no trabalho de campo e no diagnóstico da degradação das áreas, bem como na elaboração do relatório 35.025/97 do IPT, no qual se baseia esta dissertação. Ao engenheiro de minas Daniel Dalla Vecchia, também estagiário do Agrupamento de Geologia Aplicada aos Recursos Minerais, na época do primeiro levantamento de campo (1996) relativo ao Projeto Guarapiranga, sem cuja dedicação as áreas abandonadas não teriam sido corretamente identificadas. Finalmente, aos geólogos Omar Yazbek Bitar, Agamenon Sérgio Lucas Dantas e Tânia de Oliveira Braga; aos técnicos Wilson de Souza Valentim e Luis Celso Coutinho da Silva; Sérgio Bruno Ferreira e Aroldo Ribeiro da Silva; às secretárias Rosângela Aparecida Carelli Correia e Maria Lúcia Solera; e ao biólogo Affonso Novello Neto, pela importante colaboração, tanto em 1997 quanto no presente ano.

Aos colegas da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, da Coordenadoria de Planejamento Ambiental - CPLA, Programa Guarapiranga, pela autorização de

reelaborar e divulgar, por este meio, alguns dados e resultados do Projeto Guarapiranga, desenvolvido pelo IPT.

Aos colegas geólogos Wilson Shoji Yomasa e Antonio Marrano, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, pelo respeito e pela compreensão na fase final da elaboração deste trabalho.

Ao Marcos, ao Enzo e à avó Martha, pelo carinho e por terem me proporcionado o tempo necessário para finalizar este trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	1
2 METODOLOGIA	7
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
3.1 A Bacia Hidrográfica do Guarapiranga.....	12
3.1.1 <i>Demografia e aspectos sócio- econômicos</i>	12
3.1.2 <i>Paisagem, hidrografia e clima</i>	16
3.1.3 <i>Aspectos geológicos</i>	18
3.1.4 <i>Aspectos geomorfológicos</i>	20
3.1.5 <i>O uso e ocupação do solo</i>	23
3.1.6 <i>O programa Guarapiranga</i>	25
3.1.7 <i>O sistema de gestão da bacia do Guarapiranga</i>	29
3.2 A mineração na bacia do Guarapiranga.....	33
3.2.1 <i>Considerações gerais sobre as minerações ativas</i>	33
3.2.2 <i>Principais processos do meio físico alterados, medidas de mitigação e monitoramento relacionados às operações nas minerações ativas</i>	48
3.2.3 <i>Considerações gerais sobre as minerações abandonadas</i>	59
3.2.4 <i>A degradação do meio físico nas minerações abandonadas</i>	67
3.2.5 <i>O controle ambiental e a recuperação de áreas degradadas nas minerações abandonadas</i>	69
3.2.6 <i>Hierarquia das áreas de mineração abandonadas segundo a prioridade de recuperação</i>	71
4 CONCEITOS	75
4.1 A degradação do meio físico.....	75
4.1.1 <i>Conceitos de degradação</i>	75
4.1.2 <i>Processos do meio físico e suas alterações</i>	77
4.2 A recuperação do meio físico e o controle dos processos	87
4.2.1 <i>Conceitos de recuperação</i>	87
4.2.2 <i>Medidas e técnicas de recuperação</i>	90
4.2.3 <i>Investigação do meio físico para recuperação de áreas degradadas</i>	95
4.2.4 <i>Indicadores relativos aos processos do meio físico</i>	101
4.3 Considerações sobre a vegetação natural e a revegetação.....	103
4.3.1 <i>A legislação sobre a vegetação no domínio da Mata Atlântica</i>	103
4.3.2 <i>Considerações sobre revegetação em áreas degradadas pela mineração</i>	107

5 CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS ABANDONADAS SELECIONADAS PARA ESTUDO.....	111
5.1 A degradação do meio físico e da vegetação	111
6 RESULTADOS	116
6.1 Diagnóstico atual da degradação nas áreas abandonadas selecionadas	116
6.2 Atualização da hierarquia das áreas abandonadas selecionadas	178
6.3 Proposição de medidas e estudos para controle e recuperação nas áreas abandonadas selecionadas	183
7 CONCLUSÕES.....	188
ANEXO A.....	192
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	224
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	227

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - A bacia do Guarapiranga no contexto da bacia do Alto Tietê, Região Metropolitana de São Paulo.....2.**
- FIGURA 2 - Bacia do Guarapiranga.....14.**
- FIGURA 3 - Mapa geológico da Bacia do Guarapiranga.....ANEXO.**
- FIGURA 4 - Mapa de localização das minas ativas e das áreas abandonadas de mineração, com indicação de prioridade de recuperação.....ANEXO.**
- FIGURA 5 - Organograma da Unidade de Gerenciamento do Programa Guarapiranga.....28.**
- FIGURA 6 - Fluxograma da gestão dos recursos hídricos por bacias.....32.**

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Vazões dos sistemas produtores metropolitanos.....	29.
TABELA 2 – Caracterização do processo escoamento das águas em superfície.....	85.
TABELA 3 – Caracterização do processo movimentação das águas de subsuperfície	86.
TABELA 4 – Caracterização do processo interações físico-químicas na água e no solo.....	87.
TABELA 5 – Medidas de estabilização ou recuperação básicas, tendo em vista o suposto uso final de áreas degradadas por mineração.....	94.
TABELA 6 – Principais tipos de solos tropicais.....	96.
TABELA 7 – Principais horizontes segundo as classificações geotécnicas.....	97.
TABELA 8 – Síntese dos indicadores sugeridos ou recomendados para a caracterização de alguns processos do meio físico.....	102.

LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1 – Lista das áreas de mineração ativas e abandonadas da bacia do Guarapiranga.....192 (ANEXO A).**
- QUADRO 2 – Principais operações das minerações de ROCHA PARA BRITA na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico.....196 (ANEXO A).**
- QUADRO 3 – Principais operações das minerações de AREIA na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico.....197 (ANEXO A).**
- QUADRO 4 – Principais operações das minerações de CAULIM na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico.....198(ANEXO A).**
- QUADRO 5 – Principais operações das minerações de ÁGUA MINERAL na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico199 (ANEXO A).**
- QUADRO 6 – Principais operações das minerações de ARGILA para cerâmica vermelha (olarias e cerâmicas) na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico200 (ANEXO A).**
- QUADRO 7 – Degradação do meio físico nas áreas abandonadas de mineração na bacia do Guarapiranga, consideradas de Prioridade 1 e 2201 (ANEXO A).**

QUADRO 8 – Aspectos do controle ambiental e recuperação nas áreas abandonadas de mineração na bacia do Guarapiranga, consideradas estabilizadas ou recuperadas.....217 (ANEXO A).

QUADRO 9 – Hierarquia atual das áreas abandonadas selecionadas, quanto à necessidade de recuperação.....178.

QUADRO 10 – Proposição de enquadramento das áreas de Prioridade 1, na Lei Específica da APRM – Guarapiranga.....182.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

APM – Área de Proteção de Mananciais

APRM – Área de Proteção e Recuperação de Mananciais

ARA - Áreas de Recuperação Ambiental

ABD - Áreas de Baixa Densidade de Ocupação

AOD – Áreas de Ocupação Dirigida

ARO - Área de Restrição à Ocupação

**BIRD - Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento –
Banco Mundial**

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano

Cetesb – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

Renováveis

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.

ITGE – Instituto Tecnológico Geominero de Espanha

PDPA - Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental

PMSP – Prefeitura do município de São Paulo

Prad – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SP

**UGP – Guarapiranga – Unidade de Gerenciamento do Programa
Guarapiranga**

RESUMO

Apresenta-se o diagnóstico da degradação do meio físico e a proposição de medidas de recuperação, para trinta e duas áreas abandonadas de mineração de agregados, na bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo.

A partir de pesquisa bibliográfica sobre a bacia, suas características físicas, de uso do solo, onde se destaca a mineração, e sobre legislação de proteção de mananciais; de uma revisão de conceitos relacionados à degradação e à recuperação do meio físico e da vegetação; e da observação direta das trinta e duas áreas, quanto aos processos de degradação do meio físico, medidas de recuperação e quanto ao uso posterior eventualmente adotado, foram possíveis as conclusões que se seguem.

Das trinta e duas áreas analisadas, treze foram consideradas prioritárias para recuperação, em que processos como erosão, escorregamentos, assoreamento, escoamento superficial e interações físico-químicas na água e no solo continuam ativos e intensos, o que faz necessárias e urgentes medidas de recuperação, tais como controle da erosão, estabilização de taludes, sistema de drenagem e cobertura vegetal. Em onze áreas, os processos de degradação supracitados não tiveram evolução importante e, apesar de haver a necessidade da tomada de medidas de recuperação semelhantes, não há o caráter de urgência. Finalmente, oito áreas foram consideradas recuperadas ou em recuperação, onde ocorrem recolonização vegetal de espécies nativas e/ou exóticas, disposição de resíduos (domésticos ou inertes) e um parque municipal.

Propõe-se, ainda, que as treze áreas prioritárias sejam classificadas com Áreas de Recuperação Ambiental ou Áreas de Ocupação Dirigida, segundo a Lei Específica da APRM - Guarapiranga, uma vez que causam degradação dos recursos hídricos da bacia.

ABSTRACT

This work presents an overview of thirty-two abandoned aggregate mines in the Guarapiranga basin, located in the large urban area of São Paulo. Their situation in terms of physical environment degradation, vegetation cover, post mining uses, as well as the reclamation needs is analysed.

After studies based on literature about Guarapiranga basin, specially those concerned to physical environment, land uses (aggregate mining activities, in the present and the past) and water laws, as well as direct observation of the thirty-one abandoned mined areas, it was possible to get the following results.

Thirteen of thirty-two areas are highly degraded, implying that reclamation needs to take place at once, at least with erosion control, slope stabilization, surface drainage and grass cover, to interrupt the degradation processes that have been intensified in the last three years; eleven other areas were considered degraded, where the same reclamation measures are needed, but not immediately, since a relative stability has been observed in the areas. Finally, reclamation is reported or taking place in the last eight areas, with natural vegetation recovery, a public park for recreation activities, or non-hazardous waste disposal sites.

The thirteen areas considered as highly degraded are suggested to be classified, in the specific law, as Reclamation Areas or Controlled Use Areas, once they are threatening important water resources in the Guarapiranga basin.

1 INTRODUÇÃO

A mineração na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), em especial de bens minerais de uso direto na construção civil, conhecidos como agregados (areia e rocha para brita, especialmente), tem gerado grande quantidade de áreas degradadas. TEIXEIRA *apud* BITAR (1997) estimou a existência, em toda a RMSP, de 250 áreas degradadas e abandonadas por mineração, além de aproximadamente 200 áreas ativas, potencialmente geradoras de novas áreas degradadas e submetidas à ocupação desordenada.

Nessa região, ocorrem áreas de proteção de mananciais, entre as quais a bacia Hidrográfica do Guarapiranga (FIGURA 1), delimitada pelas sub-bacias formadoras do reservatório Guarapiranga, em especial a bacia do rio Embu-Guaçu.

Nessas áreas, desde 1976, com a promulgação da Lei estadual 1172/76, que define e estabelece áreas de proteção de mananciais no Estado (APM), regulamentada pela Lei 4776/76 de Proteção dos Mananciais, e recentemente, com a Lei Estadual 9866/97, que estabeleceu as APRM – Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais, foram direta ou indiretamente estabelecidas restrições à instalação de novas unidades de mineração, bem como a necessidade de licenciamento ambiental desta atividade. Iniciou-se, naquela época, um processo de fiscalização desta atividade, por parte do poder público estadual (Empresa Metropolitana de Planejamento – Emplasa, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental - Cetesb), municipal e até intergovernamental, este funcionando apenas dentro da RMSP, representado pela organização S.O.S. Mananciais, atualmente desativada.

Surgiu ainda, em 1988, com a promulgação da Constituição Federal e, em 1989, com a promulgação e regulamentação das constituições estaduais, a obrigatoriedade do empreendedor mineiro instalado no país recuperar as áreas degradadas pela atividade mineira, de forma a possibilitar outros tipos de uso



**Região Metropolitana de São Paulo (parcial)
Área do sub-comitê da bacia do Alto Tietê**

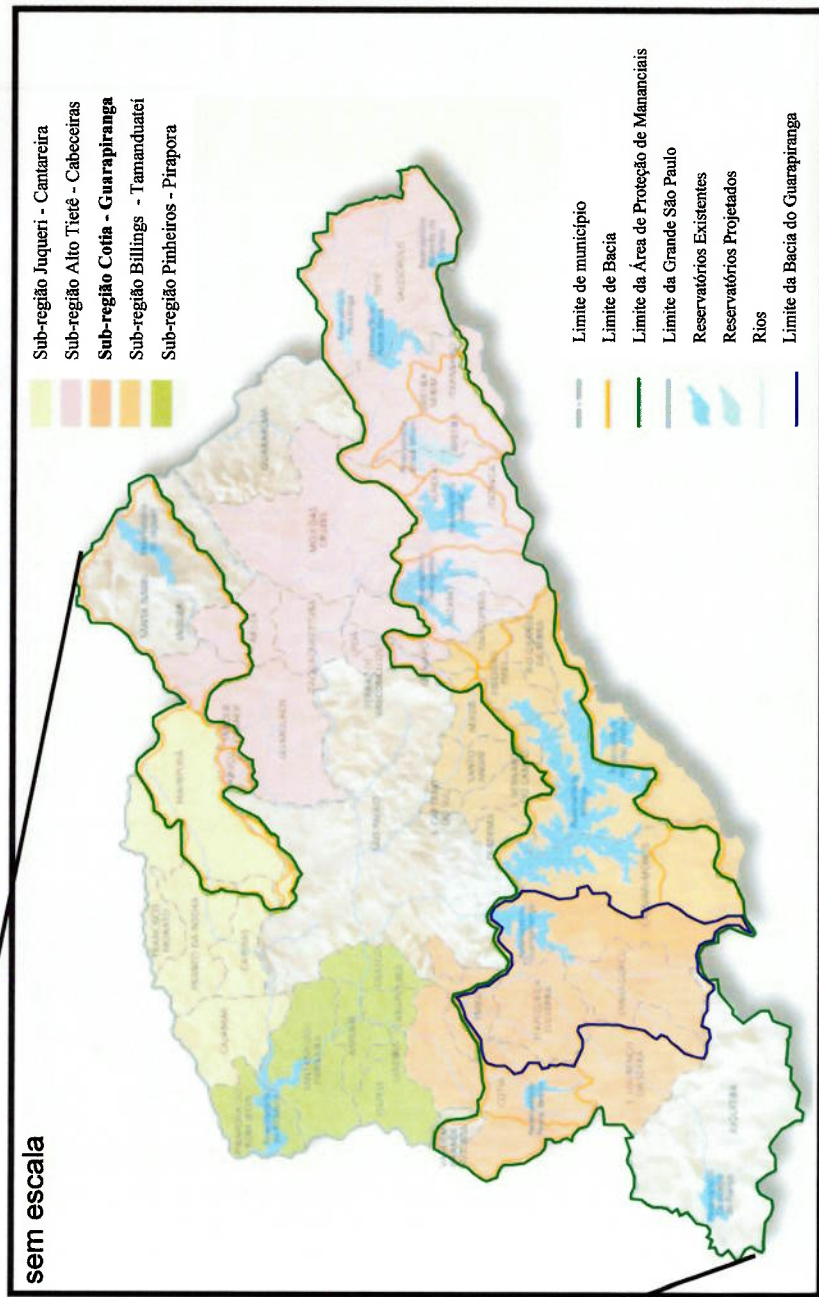


FIGURA 1 – A bacia do Guarapiranga no contexto da bacia do Alto Tietê, Região Metropolitana de São Paulo. Fonte: FRANÇA (2000), modificado.

do solo nessas áreas ou, no mínimo, estabilizá-las de modo a não continuarem a se degradar, impossibilitando assim novos usos ou mesmo prejudicando o uso do solo nos entornos.

O Decreto Federal 97.632/89 gerou a obrigação, para os empreendimentos que exploram ou se destinam à exploração dos recursos minerais, de apresentar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (Prad) aos órgãos ambientais.

Para regulamentar a aplicação do referido Decreto, no Estado de São Paulo foi editada a Resolução SMA – 018 de 23.10.89, por meio da qual foram estabelecidos principalmente procedimentos que destacam a importância do Prad e do licenciamento ambiental de empreendimentos mineiros.

Dessa forma, instituiu-se um controle das minerações ativas e/ou regularizadas, permitindo-se ou não, através do processo de licenciamento ambiental, a continuidade das suas atividades.

No caso das minerações abandonadas ou desativadas antes de 1977, portanto não licenciadas pela Cetesb, regularizadas ou não de acordo com o Código de Mineração ou com regulamentações específicas (autorizações de prefeituras, por exemplo) ou mesmo com relação às áreas abandonadas ou desativadas entre 1977 e 1989, não se tem aplicado as leis e resoluções existentes, o que deveria ocorrer, pois nelas não se especifica que as minerações devam estar obrigatoriamente ativas.

De fato, na maioria das vezes, não se consegue mais identificar ou localizar o empreendedor mineiro, mas apenas os proprietários dessas áreas. Portanto, o que acaba havendo de concreto sobre essas áreas são os processos de degradação, que denunciam sua atividade no passado, ou ainda outros usos já instalados, de modo ambiental e legalmente adequado ou não, bem como a recuperação espontânea dos meios físico e biótico, concluída ou em andamento (IPT, 1997a).

Em suma, as ações de comando e controle, presumidas das leis e resoluções citadas, se observaram e se observam de fato, na grande maioria das vezes, nas minerações ativas, antes e após 1977.

Em trabalho recente (IPT, 1997a), apenas na bacia do Guarapiranga foram identificadas 112 áreas abandonadas de mineração, de bens minerais

como areia, caulim, rocha para brita, argila para cerâmica vermelha, ouro e material de empréstimo (solo de alteração de rocha), em diferentes estágios de degradação.

Nessas áreas, foram, quando da atividade, e têm sido, desde o seu abandono, deflagrados ou acelerados processos do meio físico (FORNASARI FILHO, 1992), tais como erosão, escorregamentos, assoreamento, alteração na qualidade físico-química de águas superficiais e subterrâneas, nos seus respectivos escoamento e fluxos, entre os principais. Esses processos são condicionados por processos tecnológicos da atividade mineira e por características geológicas (litológicas e estruturais), geomorfológicas e geotécnicas dos terrenos, por parâmetros climáticos ou atmosféricos, tais como temperatura e umidade relativa do ar, pluviosidade, evaporação e evapotranspiração, além de fatores energéticos e outros, relacionados ao meio biótico e antrópico, que interagem com determinadas características do meio físico, uma vez que constituem, juntos, o meio ambiente.

A bacia do Guarapiranga constitui uma das áreas de proteção e recuperação de mananciais (APRMs) definidas pela Lei 9866/97. Localiza-se na periferia da RMSP e sofre uma pressão extrema por ocupação do território para habitação (FRANÇA, 2000) e por tornar disponíveis áreas para disposição de resíduos. Esses usos são, em tese, muito controlados, senão proibidos (IPT, 1996c), no contexto das atuais APRM.

As minerações ativas, neste contexto, ocupam posição favorável, dada a pequena distância aos centros consumidores de bens minerais de uso direto na construção civil, produzidos na maioria delas. No entanto, têm potencializado impactos ambientais comuns à atividade, devido à aproximação dos aglomerados urbanos às áreas de mineração, causando, cada vez mais, incômodos à população e situações de risco. Geram ainda áreas degradadas, na maioria das vezes inadequadas a um novo uso, em especial os que atenderiam às demandas locais (áreas de lazer, de proteção ambiental, loteamentos habitacionais ou industriais, conforme o zoneamento do uso do solo metropolitano, etc.).

As minerações abandonadas, por sua vez são, na sua maioria, fontes de degradação dos mananciais, já que, considerando-se o pior dos cenários,

observado na bacia do Guarapiranga (IPT, 1997a) acabam fornecendo sedimentos aos cursos d'água locais e ampliando, por meio de processos erosivos e de escorregamentos, a degradação de áreas de recarga dos mananciais hídricos, superficiais e subterrâneos. Em alguns casos isolados, onde houve uso seqüencial descontrolado, como a disposição de resíduos industriais, ocorre contaminação do solo e das águas por agentes físico-químicos, que degradam de modo significativo a qualidade desses recursos.

Deste modo, é objetivo deste estudo, identificar e caracterizar as minerações abandonadas no contexto de uma área de proteção e recuperação de mananciais, a bacia do Guarapiranga, sob o ponto de vista da sua degradação, no que diz respeito, principalmente, aos processos do meio físico alterados de modo significativo nessas áreas, e das medidas necessárias a sua recuperação.

Para alcançar este objetivo, houve uma compilação do trabalho coordenado pela autora, no âmbito do "Projeto de Adequação e Controle da Mineração na Bacia do Guarapiranga" – área temática "Impactos Ambientais em Áreas Desativadas", realizado no período compreendido entre meados de 1996 e abril de 1997 (IPT, 1997a).

A partir deste quadro, obtido por compilação, o qual é apresentado neste trabalho, houve atualização dos dados das áreas consideradas de Prioridade 1 para recuperação (ver Capítulo 3 deste trabalho), através de trabalho de campo, ocorrido entre maio e julho de 2000.

Após análise comparativa da situação atual com a obtida do estudo compilado, em relação à degradação e à necessidade de recuperação das áreas dentro daquele grupo, foram identificados os estudos necessários para a sua estabilização. Posteriormente, baseando-se na literatura sobre estabilização de processos do meio físico, em especial erosão, escorregamentos ou instabilização de massas, assoreamento e alterações nas águas superficiais e subterrâneas, foram fornecidos indicadores úteis à concepção de um projeto de recuperação ou de contenção da degradação, bem como ao monitoramento das medidas adotadas.

Resumidamente, são apresentados, neste trabalho:

1. A compilação do estudo realizado em 1997, sobre as áreas mineradas abandonadas na bacia do Guarapiranga;
2. Os conceitos utilizados, relativos principalmente à degradação, processos do meio físico e recuperação;
3. A análise comparativa da situação em 1997 e da observada em 2000, de 30 áreas consideradas prioritárias para recuperação, em relação à degradação do meio físico e da cobertura vegetal, além de duas áreas ativas em 1997, que estão atualmente abandonadas; e
4. A proposição de medidas e estudos necessários para a estabilização das áreas que continuam a ser consideradas prioritárias para recuperação.

2 METODOLOGIA

Apresentam-se aspectos teóricos da metodologia utilizada, bem como os passos seguidos para a consecução dos objetivos propostos, mencionados no Capítulo 1.

De acordo com VARGAS (1985), na geociências e na biologia, que considera ciências “não matematizadas”, domina o método indutivo de pesquisa, que inclui essencialmente três fases, quais sejam:

1. Formulação e esquematização do problema a ser investigado, que envolve a escolha ou destaque de algo particular, no emaranhado de fenômenos que constituem os aspectos da natureza. Nesta fase, há também a necessidade de uma conjectura, a qual se apresenta como hipótese de trabalho ou teoria prévia, e a coleta de dados, simultânea à organização, programação e ao estudo metodológico da observação, no âmbito da estruturação da pesquisa.
2. A descoberta, de forma indutiva, com ou sem o uso da análise estatística. Ou seja, a partir do conhecimento de coisas ou ocorrências particulares, observadas em laboratório ou na natureza, se induzem leis gerais sobre fenômenos. O raciocínio analógico, nesta fase, segundo o autor, ocupa posição privilegiada.
3. Redação e apresentação dos argumentos e das conclusões. As conclusões devem ter uma forma lógica e, muitas vezes, os argumentos lógicos são entremeados de metáforas e redundâncias que lhe emprestam confiabilidade e compreensão (VARGAS, 1985).

VARGAS (1985) afirma ainda que há uma estreita relação entre os objetos da ciência e os métodos empregados para estudá-los. Ou seja, ao se aplicarem métodos matemáticos a um fenômeno natural, esquematiza-se o fenômeno, enquadrando-o de uma forma matemática útil para sua

quantificação, mas eventualmente desastroso para caracterizá-lo segundo suas particularidades. Deve-se, portanto investigar sempre quais as influências e limites de um método de investigação em relação aos fenômenos estudados.

Resume também as ações a ser realizadas no decorrer de uma pesquisa metódica, quais sejam:

1. Conjetura (criação ou invenção), que envolve a reflexão sobre o tema da pesquisa e a formulação de uma hipótese de trabalho.
2. Pesquisa bibliográfica, que se resume na seleção de trabalhos que mais interessam, cuja abordagem do assunto concorde com a do pesquisador, e sua leitura crítica. A relevância desses trabalhos pode ser num nível teórico e conceitual, ou da observação e experiência sobre o tema estudado.
3. Análise fenomenológica, que envolve a descrição de várias ocorrências de um fenômeno, sob vários aspectos, a fim de chegar a intuições das características do fenômeno que lhe dão unidade e especificidade.
4. Elaboração de teoria prévia, que compreende o esboço de uma teoria provisória sobre o tema, a partir da conjetura, a qual deverá ser verificada.
5. Primeira fase experimental, quando se trata de pesquisa indutiva. Trata-se da observação sistemática do fenômeno, ou de resultados de experiência programada de laboratório, que levam em consideração informações das fases anteriores (itens 2 e 3).
6. Indução, definida como as leis ou conclusões da pesquisa, constituídas a partir dos resultados da observação ou experiência.
7. Desenvolvimento teórico, o qual, a partir das leis constituídas para o fenômeno de um modo geral, se elaboram teorias para *deduzir* suas características ou seu comportamento, em casos particulares.
8. Segunda fase experimental, que testa a teoria elaborada para a solução de casos particulares. Em caso de resultados negativos, deve-se reiniciar o processo que levou à indução das leis gerais.

9. Revisão, que implica a busca de verificação da aplicação da teoria elaborada, eventualmente utilizando-se outros fenômenos análogos. Leva à ampliação da teoria formulada, muitas vezes.
10. Redação do trabalho realizado e seus resultados.

GALIANO (1979), quando trata do método científico, cita as técnicas de observação científica e seus principais requisitos, quais sejam: a exatidão e objetividade; a precisão; e o método. A observação, segundo o autor, é exata quando é capaz de abranger a globalidade dos fatos observados, com todos os elementos significativos que os constituem e é objetiva quando se atém a esses elementos componentes dos fatos. O critério de precisão se aplica, segundo o autor, às características mensuráveis dos fatos, que necessitam, na maioria das vezes, de instrumentos precisos de medição. O método é importante, na medida em que fatos e fenômenos observados são, em geral, complexos. Envolve, na maior parte das vezes, a utilização de equipamentos que auxiliem na descrição dos fatos ou fenômenos, em toda a sua complexidade.

Esta pesquisa pode ser parcialmente estruturada de acordo com o que estabelecem VARGAS (1985) e GALIANO (1979), acerca da metodologia científica e técnicas de observação adotadas, podendo ser traduzida no seguinte:

1. A *conjetura* ou reflexão sobre o tema se deu mais em função de uma *constatação* sobre uma situação relacionada a um ou vários fenômenos naturais e induzidos numa determinada área, do que em função de uma lacuna teórica para a caracterização ou compreensão dos fenômenos naquela área. De fato, o tema é o diagnóstico da *degradação advinda da mineração abandonada na bacia do Guarapiranga, sendo os fenômenos intervenientes os processos do meio físico já existentes naturalmente, sendo deflagrados ou acelerados pela mineração e seu abandono.*
2. A *pesquisa bibliográfica* se deu através da leitura e análise de trabalhos diretamente relacionados com o tema, com os fenômenos (sua caracterização, investigação e formas de controle e correção) e

com a área de estudo, a qual se apresenta como muito complexa, do ponto de vista da sua importância como manancial superficial, bem como enquanto área de expansão urbana da Região Metropolitana de São Paulo.

Merece destaque uma compilação do trabalho coordenado pela autora, no âmbito do "Projeto de Adequação e Controle da Mineração na Bacia do Guarapiranga" – área temática "Impactos Ambientais em Áreas Desativadas", realizado no período compreendido entre meados de 1996 e abril de 1997 (IPT, 1997a). Foram reproduzidos, de forma resumida, os seguintes dados (ANEXO A, QUADROS 1, 7 e 8; capítulos 3 e 5):

- Descrição do meio físico nas áreas abandonadas, identificadas e cadastradas, apresentando-se os principais processos do meio físico atuantes, além daqueles relacionados aos processos tecnológicos da atividade mineira.
- Sistematização das medidas de contenção da degradação e de recuperação propostas.
- Hierarquização das áreas, de acordo com o nível de degradação diagnosticado e com a maior ou menor necessidade de tomada de medidas de recuperação ou contenção da degradação.

3. A *análise fenomenológica* pode ser traduzida como a fase de observação das 30 áreas de mineração, em termos dos processos do meio físico atuantes de forma mais intensa, os quais foram descritos através de seus indicadores ou feições mais características, de forma qualitativa. A recorrência dos processos observados, bem como a importância dos indicadores ou das feições observadas, definiu o grau de degradação nas diversas áreas, levando à *especificidade e unidade* (VARGAS, 1985) do *fenômeno degradação pela mineração abandonada, na área da bacia do Guarapiranga*.

Não se elaborou uma teoria prévia, nem houve as fases de experimentação.

Um *processo de indução*, a partir do estudo das situações particulares de degradação, a partir de *observações* exatas, objetivas e obtidas de forma metódica, apesar do seu caráter qualitativo, levou às conclusões sobre a degradação na área como um todo, bem como às sugestões de medidas de controle e recuperação do meio físico. As áreas estudadas são descritas individualmente, pois suas particularidades têm importância, uma vez que, em razão de sua localização e ocupação dos seus entornos, podem ter destinações distintas, num cenário possível de adoção de medidas de recuperação provisória ou definitiva.

Desse modo, pode-se dizer que o diagnóstico sobre a degradação pela mineração abandonada, a partir do estudo de áreas individuais, tem suas premissas, métodos, conclusões e resultados, sobre a degradação e os processos do meio físico atuantes, passíveis de verificação em qualquer área semelhante, no contexto da bacia do Guarapiranga.

A redação do trabalho privilegiou 1) a síntese dos trabalhos realizados na área da bacia, em especial os relacionados à mineração, bem como sobre conceitos relacionados aos processos do meio físico, sua degradação e recuperação, entre outros aspectos; 2) a atualização dos dados nas 32 áreas selecionadas, expressando-se os resultados, discussão e conclusões sobre a degradação do meio físico; e 3) os estudos e medidas necessárias à recuperação, bem como indicadores a utilizar para o monitoramento das medidas, nas áreas selecionadas.

Não se pode perder de vista, no entanto, a possibilidade de aplicação desses resultados em áreas semelhantes dentro da bacia, ou mesmo em outras regiões. Deve-se lembrar, ainda, que sintetizam o estado de degradação mais típico, devido à mineração abandonada, no âmbito de toda a bacia do Guarapiranga.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo, serão fornecidas informações sobre a bacia do Guarapiranga, principalmente no que diz respeito ao meio físico, uso e ocupação do solo, sobre o Programa Guarapiranga e o sistema de gestão ambiental da bacia. Serão feitas também considerações sobre a situação da mineração na bacia, tanto das minerações ativas como das abandonadas.

3.1 A Bacia Hidrográfica do Guarapiranga

Serão feitas considerações sobre o histórico da ocupação e uso do solo na bacia do Guarapiranga, bem como sobre aspectos mais específicos do meio físico, de modo a contextualizar a atividade mineira e as áreas abandonadas de mineração estudadas, consideradas uma das formas de uso do solo na bacia que deve ser considerada no estabelecimento de um sistema de gestão ambiental.

Serão ainda apresentadas as características mais importantes da forma de gestão proposta para o território da bacia, através do Programa Guarapiranga, à luz de legislação atual, que vem substituir a antiga Lei de Proteção de Mananciais, de 1976. Com programas como esse e as novas bases legais, pretende-se viabilizar um sistema de gestão por bacia hidrográfica, não só fundamental para a recuperação dos recursos hídricos da bacia do Guarapiranga, como também das outras bacias hidrográficas, de acordo com a nova política de mananciais do Estado de São Paulo.

3.1.1 Demografia e aspectos sócio- econômicos

A bacia hidrográfica do Guarapiranga ocupa uma área de 643 km², na porção sul da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), abrangendo áreas dos municípios de São Paulo, Embu, Itapeverica da Serra, Embu-Guaçu, Cotia,

São Lourenço da Serra e Juquitiba (FIGURAS 1 e 2). São Paulo ocupa uma área de 229 km², o que representa 36% da área da bacia (FRANÇA, 2000); Cotia tem uma pequena parte de sua área contida na bacia, qual seja 23 km², de seus 324,6 km²; Embu tem mais da metade de sua área dentro da bacia, qual seja 40 km², de um total de 70,3 km²; Embu-Guaçu, está totalmente dentro da área da bacia do Guarapiranga, ocupando uma área de 171 km²; Itapeçerica da Serra também está totalmente dentro da bacia, ocupando área de 147 km²; Juquitiba tem 8 km² de seus 522,8 km² dentro da bacia; e finalmente, São Lourenço da Serra, município constituído recentemente, desmembrado de Itapeçerica da Serra em 1991, tem 25 km² de sua área dentro da bacia, de um total de 192 km² (EMPLASA *apud* IPT, 1996c).

Segundo dados de 1992 (SPÖRL *apud* IPT, 1996c), a população da bacia era superior a 700.000 habitantes e, segundo FRANÇA (2000) atualmente, 80% desta população ocupa 27% do território, com densidades que chegam até 500 hab/ha. Aproximadamente 51% desta população tem renda familiar média de até cinco salários mínimos mensais (FRANÇA, 2000).

Esta densidade populacional se explica, em princípio, pela mudança, desde os anos 70, do perfil da RMSP e suas cidades, em especial São Paulo, que passou de sede do maior parque industrial do país a centro financeiro, de serviços e comércio. Isto implicou e implica a substituição da mão-de-obra necessária para cumprir as novas funções, tanto em relação à oferta de vagas, quanto à qualificação exigida, o que gerou, além de altas taxas de desemprego, o avanço do setor informal nos vários setores da economia urbana.

Esta mudança se refletiu e se reflete em transformações urbanas, nas quais populações, que estão à margem da formalidade da economia e da legalidade estabelecida, são empurradas para as bordas da metrópole. As áreas de proteção de mananciais, situadas ao sul de São Paulo e da RMSP, entre as quais a bacia do Guarapiranga, são o grande potencial de vazios para assentamentos desta população, expulsa das regiões de alta valorização (como são os arredores da marginal de Pinheiros, atualmente) pela economia formal (FRANÇA, 2000) e pela atuação governamental, em todos os níveis, especialmente o municipal.

Essas “bordas de metrópole”, ou áreas periféricas, caracterizam-se pela falta de infra-estrutura básica (habitação, abastecimento, energia e saneamento), equipamentos sociais (de saúde, educação e lazer), transporte público e acessos em geral, tendo as populações feito assentamentos irregulares e, dada a falta de perspectivas a curto e médio prazos, constituído território fértil para o desenvolvimento de práticas ilegais, entre as quais o mercado de drogas e sua consequência imediata, a violência urbana. Este imenso bolsão de pobreza, que se formou no território da bacia, está diretamente ligado aos principais fatores de contaminação do reservatório, já que se constitui de milhares de fontes dispersas de poluição (FRANÇA, 2000).

Este panorama se mostrou particularmente crítico, tendo em vista a qualidade da água do reservatório, nos anos de 1990 e 1991. Esses anos foram considerados os “divisores de águas”, no que diz respeito à qualidade da água do reservatório, a partir dos quais a situação não mais se reverteu, segundo o que sugere a autora supracitada.

Caracteriza-se, então, a área de intervenção e o contexto do Programa Guarapiranga, cujos objetivos, desde 1991, quando se iniciou a preparação de um programação de atividades, culminando com a assinatura de contratos para viabilizar obras e projetos em 1992, são proteger uma região de manancial aquífero fundamental para o abastecimento de parte significativa da RMSP, componente essencial do sistema hídrico integrado da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Ao mesmo tempo, objetiva-se melhorar as condições de vida urbana de uma imensa e desordenada ocupação, bem como evitar as pressões por novas ocupações nos territórios vazios que ali se encontram (FRANÇA, 2000).

Portanto, o principal objetivo do Programa Guarapiranga é a integração de uma população expressiva à urbanidade, de modo que, ao mesmo tempo que se inicia a recuperação da qualidade dos recursos hídricos do manancial, grupos com diferentes características culturais possam não apenas habitar a área da bacia, mas se relacionar com uma das paisagens mais interessantes da RMSP, o que não acontece hoje com a maioria de seus 700.000 habitantes. Paralelamente, existem outros programas, que abordam outros tipos de intervenção, procurando torná-las adequadas a uma área de proteção de mananciais, estabelecida por lei, entre as quais a mineração.

Apesar de ser o fator mais importante de degradação do meio físico, biótico e dos recursos hídricos da bacia, a ocupação desordenada pela população não é o único tipo de intervenção humana que necessita de gestão ambiental, orientação técnica e investimento, de origem privada ou pública, de modo que cessem os processos de degradação. A mineração, em especial de bens minerais de uso direto na construção civil, tem expressão na área da bacia do Guarapiranga (FIGURA 4) e também é considerada fonte difusa de contaminação do solo e recursos hídricos.

Tendo em vista o organograma da Unidade de Gerenciamento do Programa Guarapiranga – UGP Guarapiranga (FRANÇA, 2000), no âmbito da Lei de Proteção das Bacias Hidrográficas dos Mananciais de Interesse Regional do Estado de São Paulo, de outubro de 1997, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, tem, entre outras funções, o gerenciamento da *recuperação de áreas mineradas*.

Dentro deste contexto, portanto, é que se colocam os estudos sobre a degradação, o controle ambiental e a recuperação nas áreas de mineração ativas e abandonadas da bacia, tratadas neste trabalho. Entre 1996 e 1997, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, realizou, para a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, de modo a subsidiar os trabalhos na UGP - Guarapiranga, o projeto “Adequação e Controle da Mineração na Bacia do Guarapiranga”, no contexto de um subprograma de gestão denominado “Estudos e Levantamentos de Dados” (IPT, 1996c), o qual como já comentado anteriormente, constitui fonte principal de dados sobre a mineração na bacia.

3.1.2 Paisagem, hidrografia e clima

De um modo geral, área da bacia do Guarapiranga é caracterizada por relevo de colinas, morrotes e planícies aluviais alternadas, com fortes influências do clima serrano. Tem índices pluviométricos anuais médios de 1350 mm a 1450mm, na região norte da bacia, e 2000 mm na região sul (FRANÇA, 2000). A alta pluviosidade agrava a vulnerabilidade do solo à erosão, principalmente na região sul.

Nesta região, ainda, encontram-se manchas de vegetação autóctone, representante da transição do planalto para a Serra do Mar, onde subsistem parcelas de mata atlântica. Na região norte da bacia, ocorre vegetação de características de floresta pluvial sub-tropical, com vegetação original do Planalto Paulista (COBRAPE *apud* FRANÇA , 2000).

Os maiores contribuintes da represa são os rios Embu-Mirim e Embu-Guaçu, localizados na sua margem esquerda, encaixados nas depressões do relevo e cruzando os municípios de Embu, Itapeccerica da Serra e Embu-Guaçu, respectivamente; e o rio Parelheiros, na margem direita, que também converge ao reservatório. Estes três rios, juntamente com o ribeirão Santa Rita, afluente do rio Embu-Guaçu, contribuem com 30% das cargas poluidoras afluentes do reservatório (UGP Programa Guarapiranga *apud* FRANÇA 2000).

Há outros afluentes da represa, na margem direita, quais sejam: o rio Bonito, das Pedras, e os córregos São José e Tanquinho, cortam transversalmente as colinas alongadas na direção norte-sul; de volta à margem esquerda, os contribuintes diretos do reservatório, alongados segundo o eixo oeste-leste, correspondem aos rios Guavirutuba e Itupu. Esses são considerados os principais contribuintes (FIGURA 2); o restante não merece tanto destaque, uma vez que não se apresentam várzeas muito amplas, nem grande profundidade de solos moles (FRANÇA, 2000).

Do ponto de vista geológico e geomorfológico, com aspectos a ser detalhados em seguida, a bacia do Guarapiranga é marcada pela transição entre a bacia sedimentar de São Paulo e os terrenos do cristalino que lhe servem de embasamento. De fato, o antigo vale do rio Guarapiranga, atualmente inundado pelo reservatório, constitui uma continuação do vale do rio Pinheiros (FRANÇA, 2000) e representa área de transição entre a bacia de São Paulo, a leste, e o cristalino, a oeste, cujas formas de relevo são características e ainda refletidas nas margens direita e esquerda do reservatório, onde, respectivamente, se apresentam colinas de vales abertos e topos amplos e arredondados, alternando para os morrotes de transição, de amplitudes e declividades maiores, até o predomínio dos morros.

3.1.3 Aspectos geológicos

Regionalmente, segundo IPT (1996b), a bacia do Guarapiranga tem sua base constituída de rochas de idade pré-cambriana, que representam 60% da área exposta, sotopostas por seqüência sedimentar terciária, correspondente aos sedimentos da Bacia de São Paulo, e por depósitos sedimentares quaternários, em planícies aluviais. As rochas mais antigas (de idade provavelmente Arqueana) pertencem ao Complexo Piaçaguera. Correspondem a granitóides foliados, gnáissicos, de granulação média a grossa, apresentando feições migmatíticas homogêneas. Predominam leucogranitóides gnáissicos, até pegmatíticos, ocorrendo, subordinadamente, porções mais máficas e mais finas, possuindo faixas milonitizadas. Essas são tidas como o embasamento do Complexo Embu, que junto com os granitos associados, correspondem à quase totalidade das rochas pré-cambrianas que ocorrem na bacia do Guarapiranga.

O Complexo Embu ocorre em uma faixa de direção NE-SW, que vai desde a porção sudoeste da bacia do Guarapiranga, passando por Embu-Guaçu e Cipó (FIGURA 3), até a faixa nordeste do reservatório, com predomínio de metassedimentos. Na porção centro-noroeste da bacia, há predominância de migmatitos e, no extremo noroeste, voltam ocorrer rochas mais xistosas, gradando de metassedimentos com baixo grau metamórfico, até migmatitos evoluídos, definindo, por vezes, granitóides anatóticos.

Os granitos associados correspondem, genericamente, às (IPT, 1996b):

- ◆ *Suítes granitóides de anatexia*: conjunto de granitóides, considerados produtos anatóticos, ou de fusão parcial de rochas preexistentes, e sintectônicos, ocasionalmente associados a feições migmatíticas homogêneas de sistema fechado. Associa-se a este litotipo, idade Neoproterozóica; e
- ◆ *Suíte Granitóide sin a tardi-tectônica*: Esta suíte compõe-se de diversos corpos distribuídos na bacia, concentrados principalmente na porção central, com direção E-W. Credita-se a esta suíte idade Neoproterozóica (FIGURA 3).

Ao sul da bacia, há ocorrência predominante de rochas xistosas e, no

extremo noroeste, ocorrem principalmente migmatitos.

A RMSP, ainda segundo IPT (1997a), possui controle estrutural gerado a partir de três zonas de cisalhamento (ZCs) de grande extensão, que, dadas as suas áreas de influência, compartimentam os terrenos pré-cambrianos em blocos. São elas, as falhas de Taxaquara, Cubatão e Caucaia. Tais ZCs dispõem-se de maneira aproximadamente eqüidistante da bacia do Guarapiranga, a nordeste e a sudeste, respectivamente.

Ocorrem duas faixas de rochas miloníticas no interior da bacia. Uma a noroeste, junto à BR-116, com 1 km de largura, sentido SSW-NNE; e a outra a sul-sudeste, com direção WSW-ENE, que representa redes de ZCs com larguras até 700 m. Há, ainda, a ocorrência de faixas milonitizadas de menores dimensões. Constituem-se de milonitos, ultramilonitos até filonitos, protomilonitos e cataclasitos, ocorrendo ainda, blastomilonitos e milonito gnaisses.

As rochas associadas a estas faixas, ou as rochas que sofreram processo de milonitização, correspondem a micaxistos, migmatitos, e granitóides (ao longo da BR-116) e granitos (a oeste de Itapeçerica da Serra). Na faixa sul, encontram-se milonitizados micaxistos, quartzo micaxistos e filitos (a sudoeste da bacia). Associados a essas faixas, foram encontrados pegmatitos, concordantes ou não com a foliação principal (FIGURA 3).

A área apresenta ainda outras macro-estruturas tectônicas, tais como o Sinclínório de São Lourenço e Cipó, e os Núcleos Pré-Embu, de Evangelista de Souza e Capivari.

A Bacia Sedimentar de São Paulo é a unidade constituída de sedimentos terciários que ocorre na bacia (IPT, 1996b). Os principais litotipos encontrados são intercalações entre arenitos e arenitos conglomeráticos a conglomerados, além de lamitos e argilitos.

Os arenitos conglomeráticos a conglomerados ocorrem na porção central da bacia, a sul e sudeste de Embu-Guaçu. São arenitos quartzosos imaturos, conglomeráticos e conglomerados polimíticos, de matriz arenosa, imaturos, amarelados e com granulação grossa ou muito grossa. Os conglomerados podem ocorrer individualizados, compondo uma sub-unidade litológica.

As estruturas observadas são estratificações cruzadas acanaladas de médio porte, até métricas. Na base desta seqüência, podem ocorrer crostas limoníticas.

Os sedimentos pelíticos terciários dispõem-se de maneira generalizada, nas porções nordeste, centro e sudeste, da bacia do Guarapiranga. Estão representados por pacotes de lamitos argilosos e argilitos, esverdeados e amarelados, quando pouco alterados, e arroxeados, avermelhados e amarelados, quando intemperizados. São predominantemente maciços, dispostos em bancos métricos.

Ocorrem também sedimentos quaternários inconsolidados, que têm distribuição generalizada na bacia, sendo individualizados como depósitos coluvionares, aluvionares subatuais, em terraços alçados e em depósitos aluvionares atuais (FIGURA 3). Os depósitos aluvionares em terraços estão localizados acima do nível de base atual. Localizam-se basicamente no vale do rio Embu-Guaçu e próximo às margens do reservatório Guarapiranga. São constituídos de areia até conglomerática e cascalhos, nas quais se intercalam, às vezes, lentes lamíticas. Associados a este litotipo, encontram-se, por vezes, solos hidromórficos escuros. Os depósitos aluvionares destacam-se ao longo das drenagens, em planícies aluvionares, apresentando as maiores extensões relacionadas aos rios principais da bacia. Constituem-se de areias, areias conglomeráticas, cascalhos e lentes lamíticas.

3.1.4 Aspectos geomorfológicos

Serão aqui descritas resumidamente, as unidades geomorfológicas, associadas às formas de relevo.

Regionalmente, de acordo com IPT (1996b) e PONÇANO *apud* IPT (1997a), a bacia do Guarapiranga está no contexto do Planalto Atlântico, caracterizado como região de terras altas, formado a partir de rochas cristalinas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas, intrusões básicas e alcalinas mesozóico-terciárias e por coberturas sedimentares cretáceas. Está limitado, a sudeste, pelas escarpas paleozóicas da bacia do Paraná e dividido em zonas geomorfológicas, das quais duas ocorrem na área da bacia, quais sejam, a

zona geomorfológica do Planalto Paulistano e a do Planalto de Ibiúna.

As superfícies de aplainamento, conceito utilizado em IPT (1996b) para a caracterização geomorfológica na bacia do Guarapiranga, correspondem a três: a de cimeira, a inferior e a intermediária, associando-se o seu desenvolvimento aos períodos Paleógeno, Neógeno e pós-Cretáceo, respectivamente. Ocorrem ainda relevos de transição, correspondendo a pequenas escarpas ou espigões.

De modo geral, estas superfícies têm origem em processos de aplainamento, apresentando topos nivelados, relevos suavizados, com formas arredondadas e convexas. Ocorrem ainda processos de laterização, com formação de concreções e níveis limoníticos, associados à **superfície de cimeira**. Na área da **superfície inferior**, ocorrem pavimentos detríticos (IPT, 1996b).

A **superfície de cimeira** é nivelada em 1000 m e representada regionalmente pelo Planalto de Ibiúna, separada por acentuado desnível topográfico. O relevo do Planalto de Ibiúna, por sua vez, constitui-se de mar de morros, morros paralelos e morros com serras restritas, na região onde se desenvolve a superfície de erosão do Alto Sorocaba. Em seus pontos de transição para outras zonas, ocorrem relevos de escarpas festonadas - **relevos de transição** - desfeitas em anfiteatros separados por espigões, com topos angulosos e vertentes em perfis retilíneos. O padrão de drenagem que ocorre associado a esse relevo é o subparalelo a dendrítico, em vales fechados. Esses relevos possuem declividades altas, acima de 30%, e amplitudes maiores que 100 metros, compondo sistemas de morrotes baixos e alongados e espigões.

Nível reconhecido entre as superfícies de cimeira e inferior, a **superfície intermediária** situa-se em cotas médias de 900 m. Ocorre a noroeste, e nos limites oeste e noroeste da bacia do Guarapiranga. Essa superfície é caracterizada como remanescente de um planalto bastante dissecado, com profundos vales em V.

A **superfície inferior** corresponde à de maior extensão em área na bacia do Guarapiranga, tendo como representante regional o Planalto Paulistano. É possível, segundo o sistema de relevo, subdividir o Planalto

Paulistano em duas subzonas: a Morraria de Embu e as Colinas de São Paulo. Na zona da Morraria de Embu, nas porções próximas às da Serra do Mar, é verificada a presença, mais comum, de relevo de degradação em planalto dissecado: morrotes baixos, que corresponde a relevo ondulado, onde predominam amplitudes locais menores que 50 metros, com declividades médias a altas, acima de 15%, de topos arredondados e vertentes côncavas a retilíneas. A drenagem é de alta densidade, apresentando padrão em treliça, com vales fechados a abertos e com presença de planícies aluviais interiores restritas. Podem ocorrer colinas nas cabeceiras dos cursos d'água principais, que passam gradualmente para morrotes alongados paralelos, com topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem em padrão treliça com alta densidade, localmente padrão subdendrítico, vales fechados a abertos, e planícies aluvionares interiores restritas. Pode ocorrer, porém, passagem direta de relevo de morrotes baixos para morros paralelos, apontando correlação entre estes dois tipos de relevo, pelo maior entalhamento da drenagem, segundo os controles estruturais. No interior do sistema da Morraria de Embu, ocorre, associado ao córrego do Embu-Guaçu, a forma de relevo de agradação continental, de *planície aluvial*, que é representado por terrenos baixos, mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos, periodicamente, a inundações. As Colinas de São Paulo são caracterizadas pelo sistema de colinas pequenas com espigões locais, que compreendem interflúvios sem orientação, com área inferior a 1 km², de topos aplainados e arredondados, vertentes ravinadas com perfis convexos a retilíneos. O padrão de drenagem que ocorre neste tipo de relevo é o subparalelo a dendrítico, de média a baixa densidade, com vales fechados e apresentando planícies aluviais interiores restritas. Predominam declividades de até 15%, com amplitudes locais inferiores a 100 metros, desenvolvidas tanto sobre os sedimentos terciários, quanto sobre rochas pré-cambrianas. A passagem desse sistema para o de morrotes alongados paralelos é gradual. O sistema de morrotes alongados paralelos tem relevo que apresenta topos arredondados, de declividades médias a altas, acima de 15%, com vertentes de perfis retilíneos a convexos. O padrão de drenagem é o paralelo, a treliça, ocorrendo vales fechados na porção entre Itapevi e Embu-Guaçu.

As espessuras do manto de alteração das superfícies são muito grandes, até dezenas de metros, enquanto nos relevos de transição são menores. Isto, de alguma forma, explica a concentração das áreas de mineração, especialmente as de areia a partir de solo de alteração, na superfície inferior.

3.1.5 O uso e ocupação do solo

De acordo com FRANÇA (2000), a paisagem natural e edificada da bacia do Guarapiranga revela quase um século de ocupações sucessivas, resultado dos movimentos econômicos e sociais pelos quais passou e vem passando a RMSP. A área onde se situa a represa era, nas primeiras décadas do século, virtualmente isolada da malha urbana consolidada. A barragem e a represa foram construídas para regularizar as vazões do Tietê em Parnaíba, a jusante de São Paulo, e seu lago se prolongava em direção ao alto da serra. Num primeiro momento, a represa do Guarapiranga, junto com a Billings, algum tempo depois, funcionaram como pólo de atração para atividades recreativas e de lazer da população paulistana. Devido à sua localização estratégica na RMSP, o uso predominante ao longo do reservatório Guarapiranga, a partir dos anos 40, foram as chácaras, os clubes e as atividades de lazer dos paulistanos.

A partir dos anos 40, com auge nos anos 60 (FRANÇA, 2000), devido à implantação do sistema de marginais ao canal do rio Pinheiros, deu-se a expansão da área urbana metropolitana e de investimentos da população de renda mais alta, ao longo do eixo sul-sudoeste da RMSP. Antes da Lei de Proteção de Mananciais, de 1976, no interior da bacia do Guarapiranga, havia a coexistência de loteamentos de alto padrão, com outros de renda média, conjuntos habitacionais e loteamentos periféricos. Ocorriam ainda parcelamentos em chácaras de recreio, na zona rural, e alguns clubes recreativos na beira da represa.

Portanto, em grande parte da porção nordeste da bacia e margem direita da represa, devido às facilidades de acesso, houve ocupação por loteamentos de padrão mais alto, combinados com a instalação de vários clubes

recreativos. Mais ao sul, havia uma dispersão da urbanização, associada a uma diminuição do padrão urbanístico da ocupação e a grandes vazios de uso rural (FRANÇA, 2000).

Somente a partir dos anos 60, por causa da dificuldade de acesso e da topografia mais acidentada, deu-se a ocupação nas porções próximas à margem esquerda da represa, já num contexto de pressão sócio-econômica, com necessidades de moradias populares e emprego. Por isso mesmo é que predominaram, desde essa época, os loteamentos irregulares e as favelas, densas e precárias. Nesta região (FRANÇA, 2000), os loteamentos periféricos se concentravam ao longo da Estrada do M'Boi Mirim, alternando-se com alguns conjuntos habitacionais de médio porte, comércio e serviços regionais. Havia loteamentos, em núcleos isolados, também ao longo de antigas estradas rurais, tais com a Estrada da Baronesa, da Riviera, do Guavirutuba, da Cumbica e do Embu-Guaçu. Os loteamentos de médio e alto padrões se instalaram, novamente, ao longo das bordas da represa. Longe da mancha urbana mais próxima da represa, mas ainda na região sul-sudeste e noroeste, havia ainda loteamentos de chácaras de recreio.

A partir dos anos 70 e apesar da aplicação da Lei de Proteção de Mananciais, houve maciça ocupação irregular da bacia do Guarapiranga, representada por favelas e loteamentos clandestinos, o que, associado também à manutenção de acessos precários a áreas mais remotas, fez mudar completamente as características da ocupação inicial da área da bacia, relacionada com a recreação e o lazer (FRANÇA, 2000). Por outro lado, os acessos a partir de São Paulo rumo ao interior da bacia, favoreceram a expansão de características mais periféricas.

Atualmente, 40% do território da bacia está comprometido com este tipo de urbanização descontrolada e irregular, tendo atingido a densidade populacional de 500 habitantes/ha, em algumas áreas (PDPA *apud* FRANÇA, 2000).

Os desdobramentos foram evidentes, segundo o mesmo trabalho, no setor de comércio e serviços da área, com o aumento de negócios imobiliários, a proliferação de lojas de materiais de construção, de fábricas de blocos de concreto, de empresas de terraplanagem, bem como pelo grande número de

linhas clandestinas de ônibus e de outros tipos de veículos de transporte coletivo ditos alternativos.

Apesar do predomínio dessas atividades econômicas, aliadas às atividades ilegais, a mineração de bens minerais de uso direto na construção civil ocorreu e ocorre na bacia, de modo atualmente esparsa, com uma tendência à concentração das minerações de areia e caulim, dentro do município de São Paulo, atendendo a uma demanda deste município e da RMSP. Nos municípios de Embu-Guaçu predominam olarias e áreas de empréstimo e em Itapeverica da Serra, as cerâmicas e olarias (QUADRO 1, ANEXO A) .

Nos anos 60-70, pode ter havido uma concentração desta atividade em Embu, Itapeverica da Serra e Embu-Guaçu, como atestam as áreas de mineração abandonadas (QUADRO 1, ANEXO A), provavelmente mais relacionadas à intensificação da ocupação no território destes municípios, dada a distância dessas áreas em relação a São Paulo, bem como à construção da rodovia Régis Bittencourt, a BR-116.

Em termos de ocupação industrial, uma breve observação da área da bacia não deixa dúvidas sobre a expressividade pretérita e presente da mineração.

3.1.6 O programa Guarapiranga

A situação da ocupação do território da bacia, a qual se relaciona diretamente com a degradação dos recursos hídricos, em especial do reservatório, que chegou a um estágio crítico em 1990, levou à estruturação de uma política pública de recuperação proteção ao manancial, bem como de melhoria das condições urbanas da população. Isto resultou na concepção do Programa Guarapiranga.

Segundo FRANÇA (2000), a preparação de um programa de atividades que tinha como objetivo central a recuperação da qualidade do manancial para abastecimento público, iniciou-se em 1991, conduzida pela Sabesp, com a participação da então Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério da

Ação Social (ambos extintos, atualmente), tendo o apoio do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento - BIRD.

Em dezembro de 1992, foi assinado o contrato de financiamento entre o Governo do Estado e o Banco Mundial, bem como convênios e contratos de repasse entre o Governo do Estado e os órgãos executores, entre eles a Prefeitura de São Paulo e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente. O primeiro resultado foi o arranjo institucional, envolvendo grandes agências públicas com a função de desenvolver cinco subprogramas (FIGURA 5), os quais abrangem 50 componentes, a ser aplicados de forma integrada pelos agentes executores.

Os cinco subprogramas são os que se seguem (FRANÇA, 2000):

1) *Serviços de águas e esgotos*: tem como objetivos a ampliação do sistema de coleta e afastamento de esgotos, atendendo a mais de 80% da população, e melhorias operacionais nos sistemas de coleta existentes.

2) *Coleta e disposição final de lixo*: os objetivos deste subprograma são a adequação e o controle ambiental do sistema de coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos nos municípios de Embu, Itapeperica da Serra, São Lourenço da Serra e Embu-Guaçu, e a aquisição de equipamentos de limpeza de áreas públicas para as prefeituras municipais de Embu, Itapeperica da Serra, São Lourenço da Serra e Embu-Guaçu.

3) *Recuperação urbana*: tem como objetivos a urbanização de núcleos de favelas; remoção e reassentamentos de famílias residentes em favelas, em áreas de risco ou sem condições de esgotamento sanitário, e adequação de infra-estrutura viária e de drenagem em áreas urbanas degradadas.

4) *Proteção ambiental*: os objetivos deste subprograma são o repovoamento vegetal das margens da represa e das faixas de domínio público; a recuperação de matas ciliares e arborização urbana, e a implantação de seis parques.

5) *Gestão da bacia*: tem como objetivos a elaboração de estudos visando a organização da gestão da bacia, incluindo um plano diretor para o desenvolvimento e a proteção de seu território; educação ambiental e

capacitação técnica para gestão, e operacionalização dessa gestão por meio do reforço à fiscalização integrada e da criação de um sistema de informações gerenciais sobre a bacia.

Os valores contratados para a execução desses objetivos são da ordem de U\$ 322.000.000,00 (trezentos e vinte e dois milhões de dólares), segundo FRANÇA, 2000 O contrato, assinado em 1992, baseou-se em orçamento inicial de U\$ 262 milhões, para utilização durante um período de cinco anos, de 1993 a 1997.

Como exemplo da complexidade das ações e da integração da agências públicas gestoras do programa, pode ser citada a urbanização de favelas sob responsabilidade da PMSP, cujos projetos devem obedecer a normas estabelecidas pela Sabesp, obter as licenças ambientais da Secretaria do Meio Ambiente e, quando da execução das obras, ter atendidas pela CDHU parte das demanda habitacional de reassentamento das famílias que se encontram em áreas de risco.

Foi delimitada a bacia hidrográfica como área de atuação, baseado na nova Política Estadual de Recursos Hídricos (1997), onde se poderá verificar (FRANÇA, 2000) os resultados das ações implementadas, através de mecanismos de monitoramento definidos desde o início do programa. Espera-se o sucesso deste programa, muito porque está determinado um objetivo central, claro e sintético: *recuperar, a curto prazo, a qualidade das águas do manancial, que responde por parte significativa do abastecimento de água da RMSP* (TABELA 1). Trata-se de, ao final dos trabalhos, provar a diminuição do grau e poluição do manancial, o que é facilmente mensurável através de sistemáticas de monitoramento. Portanto, a série de intervenções previstas na área têm sempre em vista tal premissa, apesar de toda a complexidade exigida para sua implantação (FRANÇA, 2000).

Com base nesta estrutura, o programa busca a melhoria da qualidade ambiental, debatendo e aplicando formas de gestão pública que representam a conciliação entre o binômio apropriação dos recursos naturais e os limites desta apropriação. Por isso, está baseado na unidade espacial definida pela bacia hidrográfica, com limites bastante precisos, e em duas estratégias de

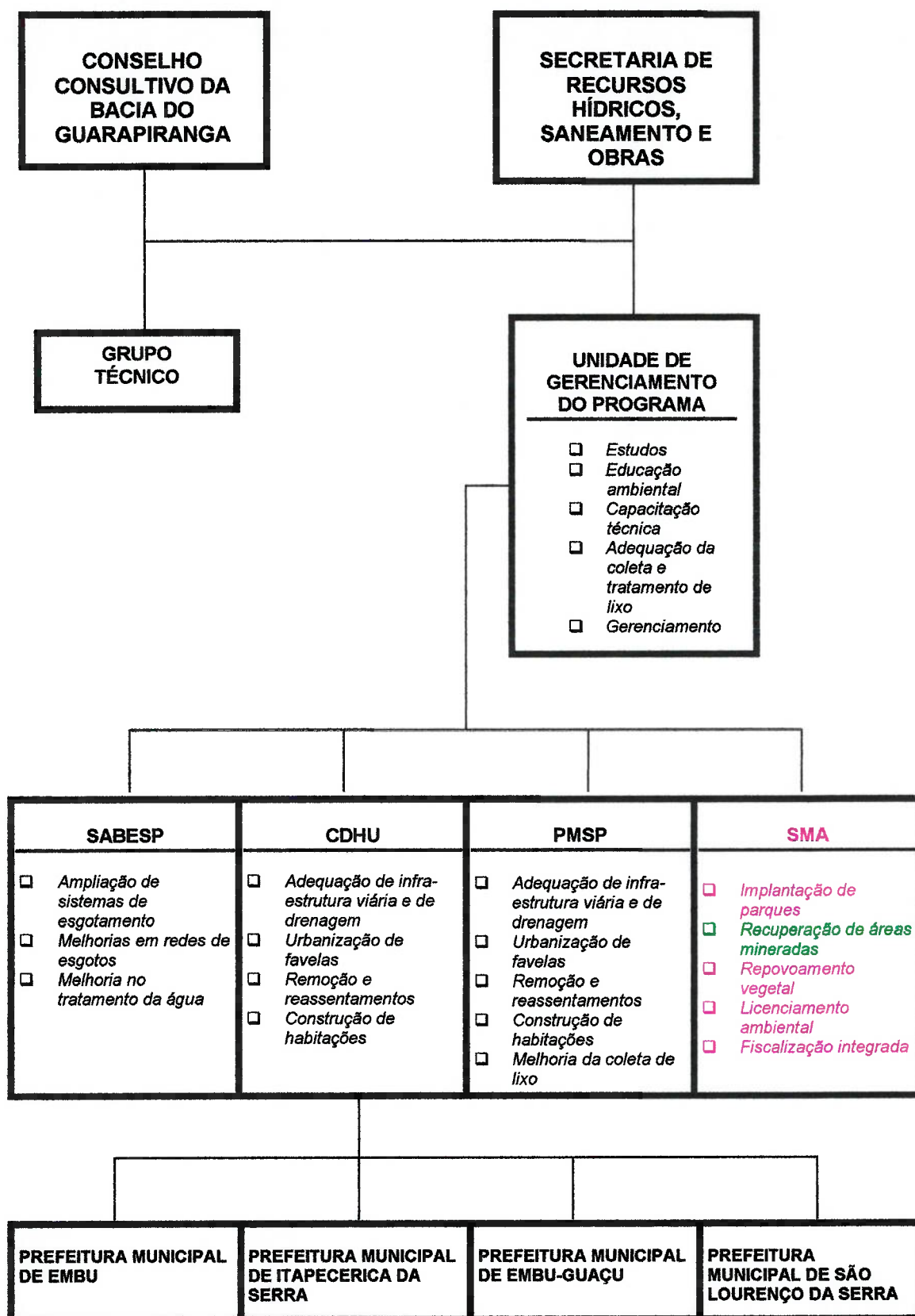


FIGURA 5 – Organograma da Unidade de Gerenciamento do Programa Guarapiranga (FRANÇA, 2000, pág. 28, modificado).

atuação complementares: a primeira busca melhorar a qualidade de vida dos milhares de moradores da bacia, através da qualificação das áreas mais densamente povoadas e em condições de insalubridade e a proteção das áreas não ocupadas; e a segunda procura desenvolver novos mecanismos para a gestão integrada da bacia, dentro de padrões ambientalmente sustentáveis (FRANÇA, 2000).

TABELA 1 – Vazões dos sistemas produtores metropolitanos. Fonte: SMA, 1997, pág. 5, modificado.

Sistemas produtores	Vazão (m ³ /s)	Contribuição relativa (%)
Cantareira	33,0	56,70
Guarapiranga	12,1	20,79
Alto Tietê	4,6	7,90
Rio Claro	3,5	6,02
Rio Grande	3,5	6,02
Cotia	1,5	2,57
RMSP (total)	58,2	100,00

Observação: como essas vazões já se mostravam insuficientes em 1996, sendo necessários rodízios e racionamentos de água na RMSP, as metas do Programa Metropolitano de Água da Sabesp previa a necessidade de incremento gradual de manancial, que chegaria a uma vazão de 6,17 m³/s (mais da metade da vazão atual do sistema Guarapiranga) até o ano 2000. Nesta estimativa acumulada, está implícita também a vazão relativa à expansão da rede, para o que se previa 100% da população com abastecimento de água na RMSP, até o ano 2000.

3.1.7 O sistema de gestão da bacia do Guarapiranga

De acordo com o trabalho de FRANÇA (2000), o Programa de Saneamento Ambiental da bacia do Guarapiranga apresenta muitos aspectos inovadores, como ação de planejamento estratégico para a preservação dos mananciais de abastecimento de água da RMSP. Uma das inovações é a sua inserção no **sistema estadual de gestão dos recursos hídricos**, o que o faz firmar-se como uma prática de integração técnica e política multi-institucional. O arranjo estabelecido entre os governos locais e estadual tem como coordenação geral uma Unidade de Gerenciamento do Programa – UGP

(FIGURA 5), cuja organização matricial possibilita uma distribuição de atribuições e competências complementares.

Este sistema de gestão integrada tem representado uma mudança no paradigma administrativo, regida pelas necessidades metropolitanas de melhoria da qualidade das águas. De acordo com o exemplo de urbanização de favelas na bacia, em São Paulo, parte do subprograma 3 levado a cabo pela PMSP, prevalecem, neste modelo de gestão, a importância do recurso natural, das relações sociais e da busca da cidadania pelo morador da favela e do loteamento clandestino, que tem o direito de pertencer definitivamente à "cidade", acontecendo o desenho de espaços públicos qualificados. O processo de educação ambiental está em curso, apesar de embrionário, de modo a preparar as comunidades atendidas para manter os espaços recuperados. O acompanhamento social das famílias garante o fortalecimento da lideranças comunitárias, cujo papel é fundamental no novo modelo de gestão regional, de modo a legitimá-lo.

Este modelo de gestão nasceu a partir de experiências anteriores mal sucedidas, tendo como referência legislação estadual e federal de caráter preservacionista-ambiental. Entre as diversas leis referenciais, cita-se a Lei de Proteção de Mananciais (Lei Estadual 1172/76) que sucede e detalha a Lei Estadual 898/75, a qual pode ser considerada um marco histórico no planejamento regional paulista. Do ponto de vista jurídico (FRANÇA, 2000), é classificada como uma *lei de comandos e controles*, ou seja, para os impedimentos ou permissões de usos e atividades econômicas, contrapõem-se rígidos *instrumentos de fiscalização* do Estado. A aplicação da Lei de Proteção de Mananciais acabou gerando um efeito de difícil reversão, considerando-se o contexto sócio-econômico observado desde os anos 70, descrito anteriormente, que foi a geração de imensos espaços sem permissão ou com sérias restrições de uso e ocupação, os quais acabaram sendo invadidos, no caso de áreas públicas, ou ainda vendidos a loteadores clandestinos, no caso de áreas de propriedade privada, pela população com características descritas anteriormente.

Desde os anos 80, pensa-se numa revisão da legislação de proteção de mananciais. No início dos anos 90, com a criação do Programa de Saneamento

Ambiental da Bacia do Guarapiranga e a criação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH (Lei Estadual 7663/91), ficou urgente a reforma legislativa, que culminou com a criação da Lei de Proteção das Bacias Hidrográficas dos Mananciais de Interesse Regional do Estado de São Paulo (Lei Estadual 9866/97).

Ficou clara a demanda pela flexibilização das restrições da antiga lei, de modo a permitir, por exemplo, a implantação de infra-estrutura sanitária básica. Também foram repensados mecanismos de compensação financeira aos municípios atingidos pelas restrições, de modo a suprir a falta de recursos gerados pelas atividades produtivas proibidas, através do financiamento de projetos nas áreas de educação, saúde e outras áreas sociais de interesse local. De fato, concluiu-se, sobre a antiga lei, que nem os mananciais foram protegidos, na abrangência necessária, nem o solo urbano foi ocupado com as determinações prescritas pela legislação, em áreas de conflitos de interesses.

O princípio da gestão participativa determinado pela nova lei vincula-se, segundo FRANÇA (2000), ao sistema tripartite, com representações igualitárias do governo estadual, local e os cidadãos, através de suas representações comunitárias, promovendo, como já sugerido, a integração entre setores governamentais e a sociedade civil, que se torna um agente deliberativo. Resumidamente, dá-se ênfase na gestão descentralizada por bacias ou sub-bacias; há o reconhecimento da diversidade (das atividades degradadoras, do meio físico e dos ecossistemas) presente nas áreas a ser protegidas ou recuperadas, propiciando, portanto, atuações particularizadas e a participação comunitária na gestão e conservação dos recursos hídricos.

Um dos principais *instrumentos de planejamento e gestão* das áreas de mananciais, segundo a nova lei, são as **áreas de intervenção** (Capítulo IV, Seção I da Lei 9866/97), classificadas em *áreas de restrição à ocupação, áreas de ocupação dirigida e áreas de recuperação ambiental*. Nessas últimas, seriam permitidas ações de caráter corretivo para melhoria das condições ambientais e garantia da qualidade da água. Por exemplo, em áreas de ocupação clandestina, permite-se ao poder público instalar redes de esgotos, energia elétrica e outros serviços básicos, de modo que a falta de infra-estrutura não contribua ainda mais para a degradação dos mananciais.

A *unidade de gestão* dos recursos hídricos/naturais a ser considerada é a *bacia hidrográfica*, que é o cerne da Lei 7663/91, na qual se baseia a Lei Estadual 9866/97. O modelo de gestão proposto para o Estado de São Paulo é inspirado no modelo francês, também descentralizado em bacias hidrográficas e fundamentado na solidariedade financeira entre os usuários dos recursos hídricos, sistema conhecido como do *usuário-poluidor-pagador* (FRANÇA, 2000). Neste sistema, a arrecadação regional sobre a utilização dos recursos hídricos é revertida para a própria bacia hidrográfica, sendo gerida pelas agências de bacia. Os *comitês de bacia*, aos quais as agências estão subordinadas, coordenam os trabalhos e elaboram planos, compondo o *sistema tripartite* de gestão participativa, mencionado anteriormente.

A Lei Estadual 10.020/98 criou as agências de bacia do Estado. A bacia do Guarapiranga está no sub-comitê Cotia-Guarapiranga, sob jurisdição do Comitê da Bacia do Alto Tietê. O sub-comitê tem características semelhantes às do Comitê, do fluxograma da FIGURA 6.

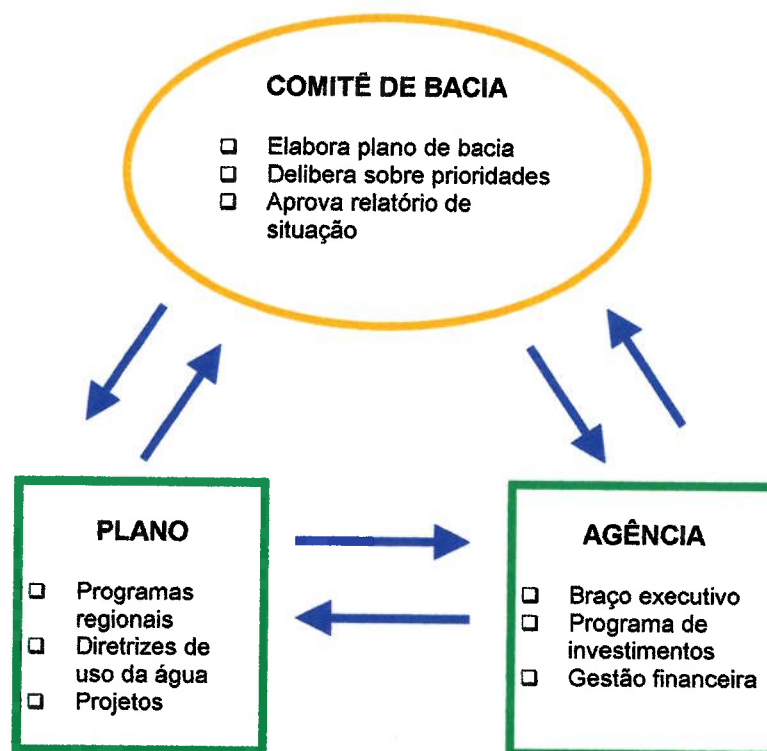


FIGURA 6 – Fluxograma da gestão dos recursos hídricos por bacias (Fonte: FRANÇA, 2000).

O sub-comitê Cotia-Guarapiranga tornou-se um paradigma para os demais, uma vez que já possui resultados e produtos de diagnósticos e planos realizados no âmbito do Programa Guarapiranga, tendo já elaborado um Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) e criado a Área de Proteção e Recuperação do Manancial – APRM Guarapiranga), como determina a lei 9866/97. Caminha-se agora para a elaboração de uma lei específica, como também prevê a lei, cuja minuta se encontra em discussão no corrente ano, a qual vai determinar o gerenciamento da bacia segundo suas particularidades.

3.2 A mineração na bacia do Guarapiranga

Neste item, são apresentadas as principais características das minerações ativas e abandonadas na bacia, baseado em bibliografia específica, qual seja um trabalho desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, em 1997 (IPT, 1997a e b). Foram levantados dados sobre as características da atividade, existentes ou remanescentes, relativas às minerações ativas ou abandonadas, respectivamente; aspectos da degradação ambiental, em especial do meio físico e da vegetação, bem como a relativa ao meio antrópico, quando observadas e documentadas; e aspectos do controle ambiental e da aplicação de medidas de recuperação de áreas degradadas.

3.2.1 Considerações gerais sobre as minerações ativas

De acordo com IPT (1997b), existem 49 áreas de mineração ativas dentro dos limites da bacia do Guarapiranga (FIGURA 4 e QUADRO 1, ANEXO A). Classificando-as pelo bem mineral que extraem, tem-se:

- Três minerações de rocha granitóide para brita;
- Sete minerações de areia;
- Três minerações de caulim (com aproveitamento simultâneo de areia);
- Duas extrações de água mineral;
- Cinco minerações de argila para cerâmica vermelha (que fabricam blocos cerâmicos, principalmente);

- Vinte e três minerações de argila para cerâmica vermelha de porte familiar, onde se fabricam tijolos maciços, principalmente, denominadas de olarias (IPT, 1997b); e
- Seis áreas de extração de material de empréstimo consideradas, no trabalho supracitado, como áreas de mineração.

Secundariamente, são citadas ainda extrações informais de ouro, através de garimpagem, relatadas no córrego da Batea e no ribeirão das Lavras, principalmente (FIGURA 4).

Geologicamente, as áreas de mineração ativas estão nos seguintes contextos, segundo o bem mineral, de acordo com IPT (1997b), FIGURA 3:

- ◆ *Rocha para brita*: granitóides pertencentes ao Complexo Embu, monzogranitos do Corpo Itapisserra e granitóide Itatuba.
- ◆ *Areia*: xistos com pegmatito associado; granitóides; leucogranitos; granitos com pegmatitos associados e sedimentos (terraços aluvionares antigos).
- ◆ *Caulim*: micaxistos com injeções pegmatíticas.
- ◆ *Água*: aquíferos cristalinos, associados a granitóides fraturados e micaxistos foliados e fraturados.
- ◆ *Argila para cerâmica vermelha (indústrias cerâmicas)*: depósitos aluvionares antigos; lamitos da Bacia Sedimentar de São Paulo; argilitos, argilitos arenosos e seixosos da Bacia Sedimentar de São Paulo.
- ◆ *Argila (olarias)*: horizontes argilosos e argilo-arenosos do solo superficial, localizados imediatamente abaixo do horizonte orgânico que suporta a vegetação (IPT, 1997b).

Em termos de **contexto geomorfológico**, segundo IPT, PONÇANO e ALMEIDA *apud* IPT (1997a), as áreas supracitadas pertencem aos seguintes domínios, caracterizados anteriormente:

- ❖ *As minerações de rocha para brita* localizam-se em áreas inseridas na **superfície de aplainamento de cimeira**, nos **relevos de**

transição e a na superfície de aplainamento intermediária.

- ❖ *As minerações de areia* localizam-se no domínio da **superfície de aplainamento inferior** e de **terraços aluvionares**.
- ❖ *As minerações de caulim* localizam-se também no domínio do relevo da **superfície de aplainamento inferior**.
- ❖ As empresas que exploram *água mineral* localizam-se no domínio dos **relevos de transição**.
- ❖ *As minerações de argila para cerâmica vermelha* estão no contexto de **planícies aluviais** e **colinas** associadas à bacia sedimentar de São Paulo.

Quanto às operações do processo produtivo, segundo IPT (1997b), as áreas de mineração ativas na bacia podem ser descritas de acordo com o que segue:

1. *Minerações de rocha para brita:*

OPERAÇÕES DO PROCESSO PRODUTIVO
Decapeamento
Desmonte a seco por explosivos
Transporte interno de minério e rejeitos por caminhões
Beneficiamento: Britagem; classificação granulométrica e transferência de material por correias transportadoras entre britadores e para pilhas de estocagem
Estocagem
Carregamento e transporte do produto
Disposição de rejeitos sólidos
OPERAÇÕES AUXILIARES
Oficinas de manutenção e garagem
Escritórios, instalações de higiene, cozinha/refeitório, ambulatório e residências
Captação de água

Fonte: IPT(1997b), pág. 15, modificado.

Segundo IPT (1997b), nas três pedreiras da bacia do Guarapiranga, o **decapeamento**, que consiste na retirada de vegetação, do solo superficial, solo

saprolítico e saprolito, segundo uma classificação geotécnica de solos resumida em AUGUSTO FILHO *apud* CHASSOT & CAMPOS (1999), envolve grandes volumes de solo, constituindo-se no rejeito sólido (estéril) da lavra, o qual é disposto em corpos de bota-fora. Há ainda locais com cobertura vegetal que deverão sofrer corte, ou seja, a operação de decapeamento não está concluída nas áreas estudadas.

O *desmonte por explosivos* realiza-se da forma tradicional, precedido da perfuração, do carregamento e da detonação, de acordo com um plano de fogo preestabelecido. Nas três pedreiras, há um ou vários paióis de explosivos e acessórios, armazenados de modo adequado, sem acarretar riscos por conta de manuseio incorreto ou problemas de armazenamento desses materiais.

O *transporte interno de minério e rejeito sólido* é feito por caminhões "fora-de-estrada", nas três pedreiras. A *britagem*, principal fase do beneficiamento, se dá em diversas etapas, de modo a serem produzidos os diversos tamanhos de brita. As transferências de minério do britador primário para os subseqüentes se dá através de correias transportadoras, na sua maior parte abertas, ou não enclausuradas.

A *estocagem* se dá em silos ou em pilhas, localizados próximo da saída dos britadores, a céu aberto.

O *carregamento e transporte do produto* é feito também através de caminhões comuns, os quais podem ser da própria empresa, contratados de terceiros ou dos clientes. A *disposição de rejeitos sólidos do processo produtivo* é feita em corpos de bota-fora de grandes dimensões, nas três pedreiras da bacia. Apenas em uma delas, há *polpa de rejeitos* do processo produtivo (IPT, 1997b), uma vez que ocorre a lavagem da carga dos caminhões antes da expedição, de modo a retirar a fina camada de pó retida na superfície das britas. Este rejeito é decantado em tanques rasos, escavados no solo, possuindo volumes pequenos.

As *oficinas de manutenção e garagens*, nessas pedreiras, são os locais onde ocorrem cortes de metais e soldagens, consertos, lavagem de veículos e trocas de óleo e onde os veículos são guardados. Pertencem ainda a essas unidades o tanque de óleo combustível, as caixas coletoras de óleo e o depósito de sucatas. Ressalta-se que, de um modo geral, ocorre a separação

do óleo e sedimentos a partir das lavagens de veículos, bem como a reserva do óleo usado, o qual é vendido para reciclagem. As sucatas também são comercializadas. Os sedimentos recuperados nas caixas separadoras, bem como os resíduos sólidos das oficinas (panos, estopas, etc.) são dispostos nos bota-foras, junto com o estéril do capeamento e os rejeitos sólidos do processo produtivo.

Os *resíduos sólidos* e os *efluentes líquidos* dos escritórios, refeitórios e outras instalações associadas são dispostos, respectivamente, em bota-foras e em fossas sépticas. Há uma única pedreira que não descarta os resíduos domésticos em bota-fora, mas o acondiciona adequadamente para ser recolhido pelo serviço público de coleta e disposição de resíduos. Todos os empreendimentos possuem fossas sépticas (IPT, 1997b).

A *captação de água* ocorre a partir de córregos e, em um dos casos, de uma nascente. A partir daí a água é estocada em reservatórios para ser utilizada em todo o empreendimento.

2. *Minerações de areia:*

OPERAÇÕES DO PROCESSO PRODUTIVO
Decapeamento
Desmonte hidráulico
Transporte interno de minério e rejeitos (polpa) por tubulações e/ou canaletas
Beneficiamento: Decantação primária em tanques; relavagem; peneiramento; decantação secundária em silos (classificação granulométrica da areia)
Estocagem do minério em silos ou pilhas
Disposição de rejeitos (polpa de silte e argila)
Carregamento e transporte do produto
Disposição de rejeitos sólidos (estéril do capeamento e material de granulometria grossa – seixos – do peneiramento)
OPERAÇÕES AUXILIARES
Oficinas de manutenção e garagem
Escritórios, instalações de higiene, cozinha/refeitório, ambulatório e residências
Captação de água

Fonte: IPT(1997b), pág.66, modificado.

O *decapeamento* consiste na retirada de vegetação e do solo superficial, no caso da mineração de areia. O solo saprolítico e o saprolito (AUGUSTO FILHO *apud* CAMPOS & CHASSOT, 1999) contêm o minério. Segundo IPT (1997b), na bacia do Guarapiranga, a vegetação, por vezes mata nativa, já foi retirada nas frentes de lavra em atividade. O solo superficial continua sendo removido e é utilizado no alceamento das barragens de rejeito e na recuperação topográfica de terrenos. Há áreas, no entanto, em que ainda se efetua o desmonte do minério junto com o solo superficial e a vegetação, de um modo desorganizado e sem a possibilidade de seu aproveitamento posterior.

Em apenas uma das sete áreas de mineração de areia (IPT, 1997b), ocorre a reserva de parte do solo superficial para ser utilizado posteriormente como base para a instalação da cobertura vegetal, em setores do empreendimento em fase de recuperação definitiva. Este solo é enriquecido em nutrientes, através da sua disposição em leiras pré-dimensionadas e com o plantio de leguminosas, por um período determinado. Este procedimento torna mais efetivo o uso do solo para suportar a revegetação das áreas, bem como propicia maior efetividade da própria revegetação.

O *desmonte hidráulico* consiste no jateamento d'água em alta pressão sobre o maciço arenoso decapado, o que provoca a desagregação do material e a formação da polpa de minério e rejeitos que será transferida para o beneficiamento, através de canaletas ou de tubulação. Na maior parte das áreas da bacia do Guarapiranga, ocorre o desmonte formando taludes subverticais de 15 a 30 m de altura, geralmente chegando ao limite da área a ser explotada, sem deixar condições de retaludamento. Dessa forma, quando da exaustão das reservas, terá que haver recuo para ser viável a formação de taludes, o que pode levar à retirada de mais vegetação, e à necessidade de maior movimentação de terra do que seria necessário (IPT, 1997b). Novamente, em apenas uma das áreas, o retaludamento (formação de bermas e taludes, com a conseqüente correção da inclinação) está sendo feito ao mesmo tempo em que a extração se finaliza, em algumas das frentes de lavra ativas.

O *transporte interno de minério e rejeitos* consiste, segundo IPT (1997b),

na transferência, a partir da cava, da polpa contendo areia, silte, argila e água para as diferentes fases do beneficiamento e daí para a área de disposição de rejeitos (bacia de decantação). A transferência da polpa pode se dar por dutos (metálicos ou de PVC) e por canaletas (metálicas, de madeira, de alvenaria ou apenas escavadas no solo). Os dutos são utilizados quando há o bombeamento da polpa e as canaletas quando é possível utilizar-se da força gravitacional, supondo-se um gradiente topográfico entre a área de escavação e as áreas de beneficiamento e de disposição de rejeitos. Na bacia do Guarapiranga, os dutos e as canaletas são metálicos.

A *decantação primária*, ou a *primeira relavagem* consiste numa primeira separação da areia e das frações silto-argilosas. A areia se deposita no fundo de tanques, que podem ser escavados no solo, metálicos ou de alvenaria, e o sobrenadante, após a decantação da areia, é encaminhado para a bacia de decantação de rejeitos finos. A fração arenosa é então jateada novamente, formando-se uma nova polpa que irá novamente ser decantada (constituindo a *decantação secundária*), geralmente nos silos, após o *peneiramento* (para retirada dos seixos, pelotas de argila e do material de granulometria muito grossa e heterogêneo). O *peneiramento* pode ocorrer também antes da primeira relavagem. O *beneficiamento* ocorre assim nas áreas descritas em IPT (1997b), com pequenas variações de procedimento.

A *estocagem do produto* se dá nos próprios silos ou em pilhas. Em apenas uma das áreas, não há pátio de estocagem. Nas outras há, sendo que em duas delas a capacidade do pátio é de 30.000 m³ de areia, capacidade esta que nunca foi totalmente utilizada.

O *carregamento e transporte do produto* pode ser feito diretamente dos silos, com a utilização apenas dos caminhões, os quais podem ser de terceiros, dos clientes e das próprias empresas. Pode ser feito também a partir das pilhas de estoque, nas quais se utiliza uma pá-carregadeira para carregar os caminhões.

A *disposição de rejeitos* (polpa de água, silte e argila) é feita em bacias de decantação, as quais funcionam como aterros hidráulicos, construídos sobre a superfície do terreno ou aproveitando-se uma cava desativada e com reservas exauridas (IPT, 1997b). Após a decantação dos sedimentos silto-

argilosos, a água já clarificada é captada novamente para o processo produtivo, compondo o circuito fechado, em que a água captada do meio externo é reaproveitada posteriormente. Se não houve a necessária clarificação da água, que consiste numa decantação quase total dos sedimentos em suspensão, passa-se a uma outra barragem ou cava desativada, onde se forma um reservatório e se propiciam a decantação final e a captação da água de volta ao circuito.

A *disposição de rejeitos sólidos* tem sido pouco expressiva nas áreas estudadas (IPT, 1997b), uma vez que esses rejeitos constituem-se no material retido no peneiramento. De um modo geral, são em pequeno volume e utilizados nos leitos dos acessos e vias internas dos empreendimentos.

Para as *operações auxiliares*, valem as mesmas observações feitas para as minerações de rocha para brita, já que os procedimentos são parecidos. De um modo geral, nas áreas de mineração de areia na bacia do Guarapiranga (IPT, 1997b), há *oficinas de manutenção*, mais ou menos completas, bem como as *instalações de infra-estrutura*. Utilizam-se fossas sépticas para os efluentes domésticos e serviço público de coleta e disposição para os resíduos sólidos domésticos. Os resíduos sólidos das oficinas (sedimentos e britas contaminados, com óleos e graxas, estopas e panos usados) são incorporados aos resíduos domésticos ou reutilizados dentro do próprio empreendimento. Os óleos trocados são vendidos, bem como as sucatas metálicas. Em apenas um dos empreendimentos, não há caixa coletora de óleos e graxas, não há oficina e as trocas de óleo e manutenção de equipamentos se dão dentro da própria cava, sem proteção.

A *captação de água* de uso doméstico, em geral, se dá através de poços – cacimbas ou poços profundos – e a de uso industrial a partir de reservatórios existentes em cavas desativadas, ou barragens de rejeitos (IPT, 1997b).

3. *Minerações de caulim:*

OPERAÇÕES DO PROCESSO PRODUTIVO	
Decapeamento	
Desmonte hidráulico e/ou mecânico	
Transporte interno de minério e rejeitos (polpa) por tubulações e/ou canaletas; transporte externo de minério e rejeitos (sólidos) por caminhões	
Beneficiamento (fase primária)	Decantação primária em tanques; relavagem; peneiramento; decantação secundária em silos (separação da areia e do sobrenadante – polpa contendo caulim)
Beneficiamento (fase areia)	Decantação em silos (classificação granulométrica da areia)
Beneficiamento (fase caulim)	Polpa da fase primária é encaminhada aos hidrociclones; uso de floculantes; decantação em tanques; filtroprensagem; secagem de “discos” de caulim
Estocagem do minério em silos ou pilhas (areia) ; pilhas ou prateleiras (caulim)	
Disposição de rejeitos (polpa de silte e argila)	
Carregamento e transporte do produto	
Disposição de rejeitos sólidos (estéril do capeamento e material de granulometria grossa – inclusive mica – do peneiramento)	
OPERAÇÕES AUXILIARES	
Oficinas de manutenção e garagem	
Escritórios, instalações de higiene, cozinha/refeitório, ambulatório e residências	
Captação de água	

Fonte: IPT(1997b), pág. 139, modificado.

As operações do processo produtivo são, até a fase de beneficiamento, muito semelhantes às relativas às minerações de areia, já citadas, com pequenas variações nos procedimentos, quando ocorrem.

De um modo geral, o solo superficial obtido no *decapeamento* é aproveitado no reapeamento topográfico de áreas em recuperação. Salienta-se que todas as áreas de mineração de caulim na bacia do Guarapiranga atualmente aproveitam também a areia, obtendo, portanto, dois produtos para comercialização.

O *desmonte* é exclusivamente hidráulico em uma das áreas, e exclusivamente mecânico em outra, já que nesta última o beneficiamento ocorre em outra unidade do empreendimento, distante alguns quilômetros da área de lavra. Na área de beneficiamento, no entanto, ocorre o desmonte

hidráulico do material lavrado. Na terceira área, ocorrem ambos, o desmonte mecânico e o hidráulico (IPT, 1997b).

O *transporte interno de minério e rejeitos* ocorre através de caminhões (no caso do desmonte exclusivamente mecânico) ou de canaletas e tubulações, da mesma forma que nas minerações de areia.

A diferença principal se dá no *beneficiamento*, que pode ser separado em duas fases: a de *obtenção de areia e de caulim*. Primeiramente, ocorrem, em silos, a separação da areia, após o peneiramento e relavagem. Antes disso, após a primeira relavagem, o sobrenadante não é encaminhado à bacia de decantação, ao contrário do que aconteceria na mineração de areia, pois contém o outro bem mineral de interesse, o caulim, juntamente com outras argilas e siltes. Todo o sobrenadante é encaminhado aos hidrociclones, onde ocorre a separação do caulim, por decantação, muitas vezes com o auxílio de flocculantes. Após a passagem pelos hidrociclones, o sobrenadante vai, através de dutos, para a bacia de decantação, contendo predominantemente argila e silte. A polpa com caulim vai para tanques de alvenaria, de modo a decantar. A lama é então encaminhada para várias séries de filtros-prensa, onde há a formação dos discos de caulim. Após esta etapa, os discos são encaminhados à secagem, em galpões cobertos, organizados no chão ou sobre prateleiras. Em apenas um dos empreendimentos, não ocorre a separação da areia em silos, mas também nos hidrociclones. Dessa maneira, em um dos casos, a areia, com um pouco de mica, é também estocada em tanques.

A *estocagem do caulim* se dá nos galpões. A *estocagem da areia* se dá nos silos ou em pilhas a céu aberto.

O *carregamento e transporte* do caulim se dá em caminhões, a partir dos galpões de estocagem. O *carregamento e transporte* da areia se dá a partir dos silos ou das pilhas de estoque.

A *disposição de rejeitos sólidos* do processo produtivo se resume em corpos de bota-fora de mica, seixos e outros minerais de granulometria muito grossa presentes e separados no peneiramento. A disposição de rejeitos finos (argila e silte) propriamente dita se dá nas bacias de decantação. Os rejeitos do decapeamento, como já sugerido, são utilizados em outras operações desses empreendimentos, como as relacionadas à recuperação de alguns setores ou o

alceamento dos taludes das bacia de decantação (IPT, 1997b).

Para as *operações auxiliares*, valem as mesmas observações feitas para as minerações de rocha para brita, já que os procedimentos são parecidos (IPT, 1997b). De um modo geral, nas áreas de mineração de caulim na bacia do Guarapiranga, há *oficinas de manutenção*, mais ou menos completas, bem como as *instalações de infra-estrutura*. Utilizam-se fossas sépticas para os efluentes domésticos e serviço público de coleta e disposição para os resíduos sólidos domésticos. Os resíduos sólidos (sedimentos e britas contaminados, com óleos e graxas, estopas e panos usados) das oficinas são incorporados aos resíduos domésticos ou reutilizados dentro do próprio empreendimento. Os óleos trocados são vendidos ou usados no filtro-prensa, para lubrificação. As sucatas metálicas são vendidas. Os efluentes de lavagem e manutenção dos veículos e equipamentos não passam por processo de filtragem, sendo descartados diretamente ao meio externo. Apenas em um dos casos, a lavagem dos veículos não ocorre dentro do empreendimento.

A *captação de água* de uso doméstico em geral se dá através de poços – cacimbas ou poços profundos – e a de uso industrial a partir de reservatórios existentes em cavas desativadas, a qual recircula no processo. Em apenas um dos empreendimentos, a água, de uso industrial e doméstico, é captada de um córrego e aduzida a um reservatório. A água usada no processo industrial é recirculante (IPT, 1997b).

4. *Extrações de água mineral:*

OPERAÇÕES DO PROCESSO PRODUTIVO
Bombeamento de água (de nascentes captadas e reservadas ou de poços profundos)
Transporte da água da fonte ou poço à unidade de industrialização
Filtragem
Envasilhamento (copos e garrafas descartáveis e galões retornáveis)
Estocagem em depósitos
Transporte do produto

OPERAÇÕES AUXILIARES
Higienização dos vasilhames
Oficinas de manutenção e garagem
Escritórios, instalações de higiene, cozinha/refeitório, ambulatório e residências

Fonte: IPT(1997b), pág.168, modificado.

O *bombeamento de água* se dá a partir de poços profundos, através do uso de bombas submersas, para caixas-reservatórios, a partir das quais são novamente bombeadas. No caso de aproveitamento de nascentes, as águas são aduzidas a reservatórios e então bombeadas, com o uso de bombas submersas ou de superfície.

O *transporte interno* se dá por dutos de PVC ou de aço inoxidável (IPT, 1997b) que são encaminhados à unidade industrial.

O *beneficiamento* consiste na *filtragem*, normalmente em três etapas, de modo a reter resíduos sólidos (minerais) porventura presentes. Após a filtragem, ocorre o *envasilhamento*, que consiste no enchimento de galões, garrafas e copos. A *estocagem* do produto se dá em galpões, onde os diferentes vasilhames foram agrupados em caixas, uma vez que não são comercializados a granel ou individualmente.

O *carregamento* se dá com o uso de empilhadeiras e o *transporte* se faz com caminhões, pertencentes às empresas.

Com relação às *operações auxiliares*, pode-se dizer que ambas as empresas da bacia do Guarapiranga possuem oficinas de manutenção e instalações de infra-estrutura, onde, de um modo geral, há mais organização e limpeza que nas outras áreas de mineração. Os resíduos sólidos domésticos, das oficinas e da área industrial são estocados em contêineres ou caçambas e coletados por uma empresa privada, contratada para a coleta e a disposição. Há fossas sépticas para o tratamento dos efluentes domésticos. Uma operação auxiliar típica apenas destes empreendimentos é a *higienização a quente dos vasilhames* (galões de 20 litros, retornáveis), que consiste na lavagem com água e hipoclorito de sódio, em altas temperaturas.

5. *Minerações de argila para cerâmica vermelha (indústrias cerâmicas):*

OPERAÇÕES DO PROCESSO PRODUTIVO
Decapeamento
Desmonte mecânico
Transporte interno de minério (solo argiloso)
Estocagem intermediária do minério
Beneficiamento: Trituração; homogeneização; laminação; moldagem e corte das peças; secagem e queima
Carregamento e transporte do produto
Disposição de rejeitos (blocos quebrados)
Estocagem do produto
OPERAÇÕES AUXILIARES
Oficinas de manutenção e garagem
Escritórios, instalações de higiene, cozinha/refeitório, ambulatório e residências
Captação de água

Fonte: IPT(1997b), pág.183, modificado.

6. *Minerações de argila para cerâmica vermelha (olarias):*

OPERAÇÕES DO PROCESSO PRODUTIVO
Decapeamento
Desmonte manual
Transporte interno de minério (solo argiloso)
Estocagem intermediária do minério
Beneficiamento: Umidificação do minério (em cavas circulares rasas escavadas no solo); homogeneização em pipa (pás de madeira movimentadas por tração animal); moldagem e corte das peças; secagem a céu aberto; e queima
Estocagem do produto
Carregamento e transporte do produto
OPERAÇÕES AUXILIARES
Oficinas de manutenção e garagem
Residências
Captação de água

Fonte: IPT(1997b), pág. 214, modificado.

Na bacia do Guarapiranga, segundo IPT (1997b), o aproveitamento econômico da argila para cerâmica vermelha é realizado pelas cerâmicas, que são empreendimentos de pequeno a médio porte, os quais produzem blocos cerâmicos, e pelas olarias, que também aproveitam a argila, mas de forma artesanal e através de micro-empresendimentos familiares, produzindo tijolos maciços.

As operações serão descritas em conjunto, ressaltando as diferenças principais entre os dois tipos de empreendimento, de acordo com IPT, 1997b.

O *decapeamento* consiste na retirada da vegetação e do solo superficial, no caso das cerâmicas, e na vegetação e no horizonte orgânico do solo superficial, no caso das olarias. Pode ocorrer, em vários casos, tal como ocorre em outras áreas de mineração, retirada de mata nativa de porte arbóreo, nesta fase do empreendimento.

O *desmonte* é feito com máquinas nas cerâmicas e manualmente (com pás especiais) nas olarias. Nestas últimas, os locais de extração são escolhidos aleatoriamente, nem sempre sendo próximos da área de beneficiamento. Abrem-se ainda, nas olarias, duas frentes de lavra, uma vez que se extrai também material arenoso, para compor uma mistura.

O *transporte interno de minério* é feito, nas cerâmicas, por caminhões, da lavra ao beneficiamento, e através de correias e carrinhos de mão, entre as diversas fases do beneficiamento. Nas olarias, o transporte é feito com carrinho de mão, carroças com tração animal e, raramente, com tratores ou caminhões pequenos.

Nas cerâmicas, ocorre uma *estocagem intermediária do minério*, a céu aberto, de modo que seja facilitado o processo de queima posteriormente. Nas olarias, isto não ocorre (IPT, 1997b).

Nas cerâmicas, o *beneficiamento* começa com a *trituração* do material, com o uso de um triturador elétrico; em seguida, através de correias transportadoras, o material triturado segue para a *homogeneização*, feita por um misturador, também elétrico. Após esta etapa, e após uma umidificação do material, a massa é encaminhada a um *laminador*, para eliminar eventuais pedriscos; em seguida vai para a *extrusora*, que molda e corta os blocos que serão queimados no alto forno. Antes da *queima*, feita a lenha em todas as

empresas da bacia do Guarapiranga, os blocos passam pela *secagem*, em estufa ou em prateleiras, de modo natural (IPT, 1997b).

Nas olarias, o processo é simplificado e o *beneficiamento* se resume na *umidificação* do minério, na saída da lavra (realizada em *cavas rasas*); a *homogeneização* em pipa, em que pás que manipulam o material, movidas por tração animal; a *moldagem manual* dos tijolos, a partir de fôrmas de madeira; a *secagem ao ar livre*; e a *queima*, feita em fornos de tijolos, os quais funcionam a lenha.

A *estocagem final* se dá em pilhas, ao lado dos fornos, nos dois tipos de empreendimentos.

O *carregamento e o transporte* dos blocos e tijolos se dá por caminhões, no caso das cerâmicas, pertencentes à empresa, a terceiros ou aos clientes; no caso das olarias, os caminhões pertencem aos clientes, normalmente lojas de material para construção.

As *operações auxiliares* são semelhantes aos outros tipos de empreendimentos mineiros, no caso das cerâmicas. Têm, no entanto, menor porte. De um modo geral, segundo IPT (1997b), os resíduos sólidos são enterrados ou incinerados (algumas vezes no próprio forno industrial) dentro da área do empreendimento. Os efluentes domésticos são tratados em fossas sépticas e negras. A captação de água varia, predominando os poços rasos (cacimbas). Pode também haver captação de água de nascentes e reservatórios próximos.

No caso das olarias, o empreendimento em geral se confunde com a residência do dono. Nestas últimas, não há *oficinas de manutenção*, sendo comum manchas de óleo sobre o solo onde circulam as raras máquinas e equipamentos dos empreendimentos. Não há fossas sépticas ou negras, sendo os esgotos domésticos lançados diretamente nos cursos d'água. Os resíduos sólidos são depositados na própria área. A *captação de água* se dá por poços rasos ou cacimbas, havendo normalmente um para uso doméstico e outro para uso industrial.

3.2.2 Principais processos do meio físico alterados, medidas de mitigação e monitoramento relacionados às operações nas minerações ativas

De acordo com IPT (1997b), os impactos no meio físico mais comuns, ou os processos do meio físico mais comumente alterados, observados e documentados nas áreas de mineração ativas da bacia do Guarapiranga, podem ser resumidos nos seguintes, associando-os às operações do processo produtivo relativo a cada bem mineral explotado na bacia (QUADROS 2 a 6, ANEXO A):

1. *Escoamento das águas de superfície*

Este processo é alterado por várias operações das minerações, entre as quais, o *decapeamento*, nas minerações de rocha para brita, areia, caulim e argila para cerâmica vermelha; o *desmonte, mecânico ou hidráulico*, no caso das minerações de rocha para brita, areia e caulim; a *estocagem*, no caso das minerações de rocha, de areia e da fase areia das minerações de caulim; a *disposição de rejeitos sólidos e líquidos*, no caso das minerações de rocha, areia e caulim; e a *captação de água*, em especial nas que utilizam águas superficiais no *processo industrial e nas operações auxiliares*.

O *decapeamento* (IPT, 1997b) provoca um aumento do escoamento em detrimento da infiltração, o que afeta outros processos, tais como a dinâmica das águas subterrâneas e a erosão pela água, entre os principais.

O *desmonte* e o aprofundamento da cava causam a alteração das drenagens superficiais, captando-as para a cava em formação, o que pode afetar os cursos d'água a jusante da área de mineração.

Há também uma alteração devido à *captação de água* superficial para uso industrial, principalmente no caso do desmonte hidráulico, que utiliza grandes vazões, antes de se viabilizar o sistema de circuito fechado, ou ainda em épocas secas. A captação de água superficial e sua reserva em lagos artificiais, para consumo doméstico, nas oficinas e instalações de infraestrutura também alteram o escoamento natural.

A *estocagem*, dependendo da localização do pátio, pode obstruir drenagens naturais, levando à instabilização dos próprios depósitos, seja de areia, brita ou argila.

A *disposição de rejeitos sólidos e líquidos* se dá em bacias ou corpos de bota-fora de grandes dimensões. Estas estruturas podem ser construídas sobre ou próximas de cursos d'água, este último sendo o caso mais comum na bacia do Guarapiranga (IPT, 1997b). Caso outros processos do meio físico sejam deflagrados, tais como a erosão dos taludes, escorregamentos, deposição de partículas, pode ocorrer a obstrução parcial ou total do curso d'água, como já ocorreu em uma das áreas de mineração de areia, obstruindo parcialmente o rio Embu-Mirim.

A mitigação deste impacto deve se dar (IPT,1997b) pela correção de eventuais perdas de captações a jusante devido à abertura da cava e ao desmonte e através da correção de impactos associados, relativos à erosão pela água e sobre as águas subterrâneas. Preventivamente, deve-se caracterizar os recursos hídricos superficiais, de modo que não se extinga um recurso não utilizado somente pela mineração, nas redondezas. Além disso, deve-se planejar a construção de novos bota-foras e bacias de rejeitos, distantes de drenagens e cursos d'água importantes, bem como utilizar métodos construtivos que visem a estabilidade dos taludes, a instalação de sistemas adequados de drenagem e proteção superficial.

No caso dos depósitos já existentes, próximos dos cursos d'água, deve-se estabilizá-los com drenagem, proteção superficial e correções na geometria, se necessário, o que acontece na maioria das áreas da bacia, constituindo a única medida aparentemente em aplicação, na época, relativa a este impacto (IPT, 1997b).

2. *Movimentação das águas de subsuperfície*

Este processo é alterado por várias operações das minerações, entre as quais, o *decapeamento*, nas minerações de rocha para brita, areia, caulim e argila para cerâmica vermelha; o *desmonte, mecânico ou hidráulico*, no caso da minerações de rocha para brita, areia e caulim; a *disposição de rejeitos sólidos e líquidos*, no caso das minerações de rocha, areia e caulim; e a

captação de água, em especial nas que utilizam águas subterrâneas no *processo industrial e nas operações auxiliares*.

O *decapeamento*, como já mencionado, por incrementar o escoamento em detrimento da infiltração, pode causar rebaixamento local do aquífero livre (BITAR, 1995; OLIVEIRA & BRITO, 1998).

O *desmonte* e aprofundamento da cava, na maior parte dos casos expõe o aquífero livre, sendo a água bombeada para fora da cava, muitas vezes para o processo industrial (em especial no desmonte hidráulico, em minerações de areia e caulim). Isto causa um rebaixamento no nível d'água local que pode ser muito significativo, causando perda de poços na vizinhança, ou ainda afetando a umidade natural de solos agricultáveis. No caso da bacia do Guarapiranga (IPT, 1997b), a alteração na qualidade do solo afeta principalmente a mata, que ocorre nas cercanias imediatas das cavas, na maior parte das áreas.

A *disposição de rejeitos sólidos e líquidos*, ao alterar a superfície dos terrenos de forma importante, bem como as características de permeabilidade do substrato, alteram os fluxos subterrâneos. Um corpo de bota-fora de grandes dimensões pode levar à formação de aquíferos suspensos; uma elevação do nível d'água local, se estiver localizado em zonas de descarga do aquífero, ou um rebaixamento, se estiver em zona de recarga, uma vez que causa uma redução na infiltração de água, a partir da zona não saturada (IPT, 1997b). As bacias de decantação causam impactos semelhantes e, dependendo da sua localização, podem causar rebaixamento ou elevação dos níveis d'água locais.

A *captação de água*, por bombeamento a partir de poços, para consumo doméstico e nas outras operações auxiliares, dependendo das vazões utilizadas, pode causar rebaixamento significativo nas redondezas, eventualmente causando perda de pontos de captação.

A mitigação deste impacto se resume na recuperação de captações vizinhas, quando ocorrerem perdas; no planejamento da instalação de novas bacias de decantação e corpos de bota-fora, de modo que a sua localização cause uma alteração previsível nos fluxos, ficando distante de captações de terceiros e de mata densa, ou outro tipo de atividade que dependa do recurso subterrâneo e do solo; e avaliação da disponibilidade hídrica subterrânea, de

modo a não superar a capacidade de recuperação do recurso. Na bacia do Guarapiranga, na época do levantamento feito em IPT (1997b), não havia controle sobre este impacto, apenas não ocorria, aparentemente, desperdício do recurso captado.

3. Erosão pela água

Este processo é alterado por várias operações das minerações, entre as quais, o *decapeamento*, nas minerações de rocha para brita, areia, caulim e argila para cerâmica vermelha; o *desmonte, mecânico ou hidráulico*, no caso das minerações de rocha para brita, argila para cerâmica vermelha, areia e caulim; o *beneficiamento*, nas minerações de areia e caulim; e a *disposição de rejeitos sólidos e líquidos*, no caso das minerações de rocha, areia e caulim.

O *decapeamento* expõe superfícies sem cobertura vegetal, podendo ocorrer erosão remontante a partir de áreas a ser desmontadas, atingindo áreas ocupadas por vegetação nativa em diversos estágios de regeneração, por vezes mata densa, no caso da bacia do Guarapiranga (IPT, 1997b). Essas matas, em princípio, não seriam retiradas, localizando-se fora da área de lavra.

O *desmonte, mecânico ou hidráulico*, forma taludes de geometria instável muito suscetíveis à erosão, os quais, quando desativados, sofrem erosão remontante a áreas que em princípio, também não deveriam ser atingidas, sendo normalmente ocupadas por vegetação nativa. Na bacia, a erosão associada ao desmonte ocorre principalmente nas minerações de areia e caulim, em frentes desativadas, próximas das frentes ativas (IPT, 1997b).

No *beneficiamento*, após o desmonte hidráulico, na fase de relavagem em tanques, o processo erosivo pode ser desencadeado pelo lançamento incorreto da polpa nos tanques, muitas vezes escavados ou construídos no solo. Caso o lançamento se dê próximo das margens dos tanques, pode haver erosão remontante a partir deste ponto. O impacto nesta fase é menos importante que nas outras fases, tais como as descritas anteriormente e a disposição de rejeitos.

A *disposição de rejeitos*, como já mencionado, se dá por aterro hidráulico, no caso dos rejeitos finos das minerações de areia e caulim e pela disposição mecânica, em corpos de bota-fora, constituídos principalmente por

solo do decapeamento, nas minerações de rocha para brita. Em ambos os casos, há formação de taludes que podem se instabilizar ou, simplesmente por falta de drenagem e proteção superficial, podem sofrer erosão. Este processo normalmente vai desencadear novas instabilizações ou erosão retrogressiva, causando, no limite, um rompimento. A erosão neste contexto pode se dar também por má condução das águas superficiais, que ao atingirem os depósitos, causam erosão na sua base, levando a outras erosões ou até rupturas. Vários depósitos de rejeitos na bacia do Guarapiranga interceptam drenagens superficiais ou estão em planícies de inundação de córregos e rios locais (IPT, 1997b).

A mitigação deste impacto inclui a realização do decapeamento, apenas das áreas que serão imediatamente lavradas, de modo a não expor áreas desnecessariamente; a estabilização de taludes de lavra desativados, através do retaludamento, drenagem e revegetação; a proteção dos tanques escavados no solo, com vegetação ou artificialmente, e o lançamento da polpa longe das suas margens; e a localização e o dimensionamento corretos das bacias de decantação de rejeitos e dos corpos de bota-fora, bem como a estabilização dos taludes, instalação de sistema de drenagem e proteção superficial, de modo disciplinar as águas pluviais e as drenagens locais, fazendo-as passar distante da base dos taludes. Instalação de drenos internos, se necessário, para captar águas que infiltram nos corpos de bota-fora, formando aquíferos suspensos, sobrecarregando os taludes.

4. Escorregamentos

Da mesma forma que a erosão pela água, os escorregamentos podem ser desencadeados nas seguintes operações (IPT, 1997b): o *desmonte, mecânico ou hidráulico*, no caso das minerações de rocha para brita, argila para cerâmica vermelha, areia e caulim; e a *disposição de rejeitos sólidos e líquidos*, no caso das minerações de rocha, areia e caulim.

As rupturas são, no entanto, resultado de um conjunto de fatores significativos, em que a geometria dos depósitos, desfavorável à estabilidade, os processos erosivos e os fluxos de água, superficial e subterrânea, além da sobrecarga nos taludes das bacias de decantação, causada pela própria polpa

de rejeitos, devido a um mau dimensionamento, podem concorrer ao mesmo tempo, ocasionando a ruptura, a qual pode ter conseqüências diretas nos rios e córregos locais, causando assoreamento e favorecendo inundações, ainda que locais.

As medidas de mitigação incluem a estabilização dos atuais taludes instáveis de frentes de lavra desativadas, associada à instalação de sistema de drenagem e proteção superficial; a realização da lavra de modo a permitir o retaludamento; o adequado dimensionamento de corpos de bota-fora e de bacias de decantação; a localização bem definida de novas unidades, distantes de planícies de inundação e de drenagens locais; a adoção de método construtivo que crie superfícies estáveis e passíveis de revegetação, ao longo do período de atividade dos depósitos; o retaludamento dos atuais depósitos, com a instalação de drenagem, inclusive profunda (em corpos de bota-fora) e proteção superficial; e a instalação de vertedouros, associados a bacias a jusante, de modo a controlar eventuais extravasamentos, nas bacias de decantação .

Na bacia do Guarapiranga, em relação aos processos erosivos e de escorregamentos, nas frentes de lavra desativadas, na grande maioria das áreas, não se aplicam medidas de mitigação (IPT, 1997b), a não ser que a erosão e os movimentos de massas ameacem vegetação protegida e fiscalizada pelos órgãos ambientais; os corpos de bota-fora apresentam mais suscetibilidades do que as bacias de decantação, na maioria das áreas. Em apenas algumas delas foi observada a adoção das medidas mitigadoras citadas, ficando a maioria dos empreendimentos com grandes suscetibilidades aos impactos em ambas unidades.

5. Queda de blocos

Este impacto é quase que exclusivo das *minerações de rocha para brita*, em especial quando da *operação de desmonte por explosivos* (IPT, 1997b). De fato, a queda de blocos advém do desmonte do maciço fraturado, que isola blocos que podem sofrer queda, devido à continuidade da geração de vibrações pelas freqüentes detonações. Este impacto costuma ser muito restrito à área de lavra, mas pode ocorrer na sua área de influência direta.

A mitigação, observada nas três pedreiras da bacia do Guarapiranga, se dá pela remoção dos blocos instáveis e controle da detonação, através de planos de fogo que objetivam otimizar o uso de explosivos e acessórios detonantes, bem como de minimizar a geração de vibrações e sobrepressão atmosférica devido, principalmente, ao impacto do desmonte no meio antrópico, como será comentado adiante.

6. Deposição de sedimentos e partículas em cursos d'água, rios e córregos

Este processo é alterado por várias operações das minerações, entre as quais; o *desmonte, mecânico ou hidráulico*, no caso das minerações de areia, caulim e argila para cerâmica vermelha; o *transporte interno de minério e rejeitos*, no caso das minerações de areia e caulim; o *beneficiamento da areia*, nas minerações de areia e caulim; a *estocagem*, no caso das minerações de areia, caulim e argila para cerâmica vermelha; e a *disposição de rejeitos sólidos e líquidos*, no caso das minerações de rocha, areia e caulim.

Nas operações de *desmonte*, desde que haja erosão e movimentos de massas expressivos nas frentes de lavra desativadas, ou mesmo nas ativas, em que não haja controle do carreamento do material para as áreas de dragagem da polpa (no caso do desmonte hidráulico) ou não haja carregamento imediato do material desmontado mecanicamente, pode haver significativa deposição de sedimentos nos cursos d'água, córregos e rios próximos, devido à erosão ou escorregamentos, especialmente em épocas de chuvas.

O *transporte interno de minério e rejeitos*, nas minerações de areia e caulim, pode causar este impacto, caso haja rompimento de dutos ou canaletas, ou ainda erosão de canaletas escavadas no solo, com carreamento da polpa às drenagens e cursos d'água locais.

No *beneficiamento da areia*, nas minerações de areia e caulim, pode ocorrer rompimento dos tanques ou extravasamento do material encaminhado à relavagem, causando este impacto.

A *estocagem* da areia e de solo argiloso, para secagem, a céu aberto, pode gerar sedimentos que irão se depositar em cursos d'água próximos, caso haja erosão desses depósitos.

Tanto no beneficiamento como na *estocagem*, é difícil observar o processo ocorrer de forma significativa nas minerações, uma vez que se trata de perda de minério.

A *disposição de rejeitos sólidos e líquidos* é uma operação, juntamente com o desmonte, em que este processo do meio físico pode ser mais alterado, devido à disponibilidade de sedimentos, em caso de instabilização e erosão. Desde que haja o desencadeamento de processos erosivos e de movimentação de massas, e que haja drenagens e cursos d'água próximos, como é o caso, no contexto das minerações ativas, na bacia do Guarapiranga (IPT, 1997b), o assoreamento será decorrência inevitável, a menos que sejam tomadas medidas preventivas, no caso deste impacto, que são as medidas mitigadoras dos outros processos.

A mitigação, após a ocorrência do processo, é o desassoreamento de corpos d'água. A prevenção pode ser feita mitigando-se e controlando-se os processos erosivos e de escorregamentos, já comentados anteriormente.

7. Inundação

Pode ser causada por assoreamento de cursos d'água, rios e córregos, provocando a diminuição da capacidade daquele curso d'água, ao longo do depósito de assoreamento, de suportar vazões passíveis de ocorrer em determinadas épocas do ano, em especial as chuvosas. Dessa forma, ocorrem as vazões que fazem com que se inundem, na porção assoreada, não só a área da planície de inundação, como também áreas adjacentes, podendo ser desencadeados outros episódios erosivos e de instabilização de terrenos na região inundada.

Este processo não ocorre atualmente, ou ocorreu de maneira muito localizada, associado ao processo de deposição de sedimentos, descrito anteriormente. Potencialmente, no entanto, pode ocorrer, uma vez que são observados processos, sobretudo erosivos, na maior parte das minerações da bacia (IPT, 1997b).

A mitigação é o desassoreamento de cursos d'água. Pode haver necessidade de compensação de perdas materiais e de recuperação ambiental, em caso de inundação significativa, em córregos com ocupação antrópica nas suas margens, ou, ainda, com vegetação nativa. A prevenção está relacionada à mitigação e ao controle dos processos de erosão, escorregamentos e deposição de sedimentos e partículas, descritos anteriormente.

8. Erosão eólica

O processo pode ocorrer associado às operações de *estocagem*, na minerações de areia, caulim e de argila; e de *disposição de rejeitos sólidos e líquidos*, nas minerações de rocha para brita, areia e caulim.

O impacto está basicamente associado às superfícies expostas, sejam nos bota-foras, bacias de decantação de rejeitos e na pilhas de estocagem, onde estão expostos, a céu aberto, solo ou sedimentos inconsolidados suscetíveis à erosão.

Potencialmente, ocorrem muitas superfícies expostas nas minerações da bacia e, portanto, ocorre o impacto, mas este tem se mostrado de caráter local, prejudicando em especial a vegetação nativa, que ocorre nas adjacências da área, na qual os sedimentos muito finos se depositam nas folhas, prejudicando a respiração das espécies vegetais (IPT, 1997b).

A mitigação consiste na proteção, através da instalação de barreira vegetal (cortina arbórea) em torno das pilhas de estoque. Nas bacias de decantação e nos corpos de bota-fora, deverá haver, instalação de proteção superficial (cobertura vegetal), nos taludes.

9. Interações físico-químicas na água e no solo

O processo pode ser alterado pelas seguintes operações das minerações, na bacia (IPT, 1997b): o *decapeamento*, nas minerações de rocha para brita, areia, caulim e argila para cerâmica vermelha; o *desmonte, mecânico ou hidráulico e o transporte interno de minério e rejeitos*, no caso da minerações de rocha para brita, argila para cerâmica vermelha, areia e caulim; o *beneficiamento*, nas minerações de areia e caulim; e a *disposição de rejeitos*

sólidos e líquidos, no caso das minerações de rocha, areia e caulim; nas *operações auxiliares* das minerações de rocha, areia, caulim e argila.

Este impacto está associado ao funcionamento de máquinas e equipamentos, tais como perfuratrizes, tratores, caminhões, bombas de polpa (ou dragas), entre os principais, que realizam as operações acima e, na maioria dos casos na bacia do Guarapiranga (IPT, 1997b), têm seu abastecimento, manutenção e limpeza feitos dentro dos empreendimentos, nos locais onde funcionam ou em oficinas. Podem ocorrer vazamentos de óleos combustíveis e lubrificantes, os quais podem se infiltrar no solo e águas do aquífero livre ou mesmo ser lançados nas águas superficiais, dependendo da gravidade dos vazamentos. Os efluentes principais, no entanto, são os domésticos, produzidos nas instalações de infra-estrutura e o da lavagem dos veículos. Apesar de haver fossas sépticas, pode correr mau funcionamento, ocorrendo infiltrações indesejadas. Os efluentes da lavagem nas oficinas, na maioria das vezes são encaminhados às caixas separadoras de óleos e graxas. Estes são vendidos para reciclagem ou reutilizados nas máquinas dos próprios empreendimentos. Os sedimentos resultantes da separação, no entanto, são encaminhados aos bota-foras, junto, eventualmente com os resíduos sólidos domésticos. A partir desses bota-foras, portanto, há infiltração, percolação e algum escoamento, podendo a pluma de contaminantes atingir o solo e as águas.

A mitigação deste impacto, que não tem ocorrido de forma generalizada na bacia, se resume em: manutenção correta dos motores dos veículos e equipamentos, de forma a evitar novos vazamentos; encaminhamento dos sedimentos contendo óleos para um tratamento do tipo *landfarming*, no qual os sedimentos seriam misturados ao solo de uma área, eventualmente aerados, ocorrendo uma degradação dos contaminantes orgânicos dos sedimentos; disposição correta dos resíduos sólidos domésticos, de preferência acondicionando-os para ser recolhidos pelo serviço de coleta público, ou levados às áreas de disposição dos municípios.

10. Circulação de partículas, particulados e gases na atmosfera

Do mesmo modo que o impacto anterior, este está associado com o funcionamento de motores e a circulação de veículos em vias não pavimentadas, dentro e fora dos empreendimentos, bem como com cargas a granel (areia) transportadas sem a cobertura adequada. Está associado ainda com as várias operações citadas anteriormente, incluindo-se o carregamento e transporte do produto e a estocagem.

A mitigação deste impacto é a correta e periódica manutenção dos motores, o que ocorre, na maioria das áreas com alguns motores, em especial os diretamente ligados à produção; a aspersão de água sobre a rocha antes e depois da britagem, o que ocorre com eficiência em apenas uma das pedreiras da bacia; a aspersão de água sobre vias não pavimentadas, principalmente em dias secos, o que ocorre na grande maioria das áreas da bacia; a aspersão de água sobre a carga dos caminhões (ocorre em apenas uma pedreira) e a sua cobertura com lona, o que não ocorre com a frequência adequada na maior parte das áreas; a instalação de barreira vegetal em torno de pilhas de estocagem de areia, o que não é comum nas áreas da bacia; e a proteção superficial adequada das superfícies secas e expostas das bacias de decantação e dos corpos de bota-fora, o que também se apresentou deficiente, na maior parte das áreas (IPT, 1997b).

11. Desencadeamento de vibrações

Este processo é exclusivo das minerações de rocha para brita, por causa das detonações. Como se verá a seguir, o impacto é mais significativo no meio antrópico, podendo, no meio físico, causar instabilização de blocos nos arredores das áreas de lavra ou até movimentação de massas (solo) em encostas naturais ou ocupadas, escavadas.

A mitigação se confunde com a eficiência da operação de detonação, a qual deve ser realizada a partir de um plano de fogo elaborado por profissionais capacitados, e ter parâmetros como vibração, velocidade da partícula e ruídos bem definidos e medidos em cada detonação.

O **meio antrópico** é em geral afetado pelos ruídos, vibrações e principalmente a sobrepressão atmosférica, no caso das minerações de rocha para brita; e ruídos e circulação de partículas e gases na atmosfera, no caso das outras minerações, devido à circulação de veículos, muitas vezes fora das áreas industriais. Como impactos indiretos sobre o meio antrópico, pode-se ainda citar eventuais problemas de captação de água, em poços ou em cursos d'água superficiais, nas vizinhanças do empreendimento, devido ao rebaixamento ou elevação local dos níveis freáticos; problemas relacionados à inundação a jusante dos empreendimentos, devido ao assoreamento de cursos d'água pelas operações das minerações que, quando não controladas, causam erosão e escorregamentos significativos; e problemas relacionados à qualidade e quantidade de água disponível, nos casos em que a captação de água dos empreendimentos faz diminuir a qualidade e quantidade do recurso a jusante.

Ressalta-se que o principal impacto no **meio biótico**, com reflexos sobre a continuidade dos ecossistemas e a fauna, relacionados à mineração de uma forma geral, é a supressão de vegetação, advinda dos próprios processos tecnológicos ou como decorrência dos processos do meio físico alterados, tais como a erosão e os escorregamentos, por exemplo.

3.2.3 Considerações gerais sobre as minerações abandonadas

Em IPT (1997c), foram identificadas 112 áreas de mineração abandonadas (FIGURA 4 e QUADRO 1, ANEXO A).

Em termos de bem mineral, segundo IPT (1997a), as áreas podem ser agrupadas como se segue (QUADRO 1, ANEXO A):

- *Areia*: ocorrem 49 áreas de mineração de areia abandonadas na bacia do Guarapiranga.
- *Caulim*: ocorrem 27 áreas de mineração de caulim abandonadas.
- *Rocha para brita*: três áreas de mineração de rocha para brita abandonadas.
- *Argila para cerâmica vermelha (olarias)*: 23 áreas de olarias abandonadas.

- *Material de empréstimo*: sete áreas abandonadas de extração de solo saprolítico e saprolito (AUGUSTO FILHO *apud* CHASSOT & CAMPOS, 1999).
- *Ouro*: três áreas de mineração de ouro (em galerias) abandonadas.

Em termos de **contexto geológico**, as áreas abandonadas de mineração ocorrem nos seguintes domínios, de acordo com o bem mineral (IPT, 1997a) e FIGURA 3:

- ◆ *Minerações de areia*: domínio dos depósitos aluvionares atuais, depósitos aluvionares em terraços alçados, também quaternários; arenitos, arenitos conglomeráticos e conglomerados da bacia de São Paulo; domínio do Granito Parelheiros (dentro das suítes sin a tardi tectônicas); Granitóide Embu e Granito Itapeçerica da Serra (dentro da suíte granitóide de anatexia); micaxistos e quartzitos finos do Complexo Embu; e migmatitos heterogêneos e homogêneos do Complexo Embu. As minerações extraíram basicamente o solo saprolítico e o saprolito formados sobre as rochas cristalinas e as frações arenosas dos sedimentos terciários e quaternários.
- ◆ *Mineração de rocha para brita*: domínio do Granitóide Embu e Granito Itatuba (suíte granitóide de anatexia).
- ◆ *Mineração de caulim*: domínio do Granito Parelheiros, monzogranitos com zonas milonitizadas; Granito Itapeçerica da Serra, associado a veios pegmatíticos; domínio de filitos e/ou sericitaxistos do Complexo Embu; domínio dos quartzomica xistos e quartzitos finos, associados a veios pegmatíticos, do Complexo Embu; e micaxistos e quartzitos finos com pegmatitos encaixados, do Complexo Embu.
- ◆ *Minerações de argila para cerâmica vermelha (olarias)*: domínio dos migmatitos heterogêneos; micaxistos e quartzitos finos; quartzomica xistos e quartzitos finos; quartzodiorito, do Complexo Embu; domínio

do Granitóide Embu; do Granito Itapecerica da Serra; das rochas miloníticas; e dos lamitos argilosos e argilitos da bacia de São Paulo.

- ◆ *Extrações de material de empréstimo*: domínio dos arenitos, arenitos conglomeráticos e conglomerados da bacia de São Paulo; Granitóide Embu; e Granito Itapecerica da Serra.
- ◆ *Minerações de ouro*: domínio do Complexo Embu, representado por quartzos micaxistos, quartzitos, filitos e sericita xistos predominantes.

Quanto à **geomorfologia**, as áreas abandonadas de mineração se restringem a duas superfícies, a inferior e a intermediária. Tem-se, segundo as unidades descritas em IPT (1997a) e as formas de relevo predominantes:

- ❖ *Superfície inferior*: localizam-se, neste contexto, 106 áreas de mineração abandonadas, correspondentes a antigas lavras de areia, rocha para brita, caulim, argila para cerâmica vermelha, material de empréstimo e ouro, em áreas nos domínios dos morros, morrotes e colinas, além das superfícies de agradação, na planície aluvial do rio Embu-Guaçu e afluentes.
- ❖ *Superfície intermediária*: localizam-se neste contexto seis áreas de mineração abandonadas, correspondentes a antigas lavras de areia, brita e argila para cerâmica vermelha, relacionadas a formas de relevo com algumas características da superfície de cimeira, demonstrando forte controle litológico e estrutural, porém mais dissecadas, transitando para formas em níveis mais baixos, relacionados à Morraria de Embu e, por vezes, às Colinas de São Paulo.

Também em IPT (1997a), houve uma caracterização das minerações abandonadas, segundo a degradação relativa aos processos do meio físico e à cobertura vegetal, bem como em relação à situação de riscos geológicos

(CERRI *apud* CHASSOT & CAMPOS, 1999), tendo em vista a população que ocupa a bacia do Guarapiranga e os recursos hídricos. As áreas foram, ainda, agrupadas segundo a prioridade de estabilização e recuperação em três níveis (os critérios são apresentados no item 3.2.6, pág. 71 deste trabalho):

- Prioridade 1: 30 áreas;
- Prioridade 2: 30 áreas; e
- Áreas estabilizadas ou recuperadas: 52 áreas, do ponto de vista de processos do meio físico como erosão, escorregamentos e assoreamento.

No entanto, observou-se que algumas dessas últimas (QUADRO 8, ANEXO A; e FIGURA 4) serviram para disposição de resíduos domésticos e, apesar de terem, eventualmente, um novo uso e uma situação de aparente estabilidade, demandavam estudos para avaliar a sua potencialidade atual de contaminação do solo e das águas, em especial nas áreas de várzea ou de planície aluvionar.

Com relação ao potencial mineral nessas áreas, diagnosticou-se, segundo IPT (1997a), que algumas localizavam-se em zonas promissoras para caulim, argila para cerâmica vermelha, areia, brita e ouro, principalmente. Entretanto, avaliou-se que uma eventual retomada na atividade extrativa só seria razoável com o objetivo de estabilização final das áreas, restringindo-se esta possibilidade às áreas de Prioridade 1 e 2. De qualquer forma, uma avaliação técnico-econômica e ambiental desta alternativa, baseada em reservas medidas, se fazia necessária em todas as potenciais áreas.

Baseado em IPT(1996a e 1997a), pode-se dizer o seguinte (QUADRO 8, ANEXO A; e FIGURA 4):

- das 52 áreas consideradas estabilizadas ou recuperadas, quatro delas (15, 27, 43 e 44) estão em região de alto potencial para caulim; uma área (126), em região de potencial médio para areia; uma área (6), em região de alto potencial para brita; e 16 áreas, algumas antigas minerações de argila para cerâmica vermelha, mas a maioria relacionada a antigas minerações de areia (81, 82, 114, 48, 116, 55,

50, 25, 107, 150, 108, 65, 113, 118, 119 e 147) estão em região de alto potencial em argila para cerâmica vermelha.

O potencial mineral mencionado relaciona-se ao potencial geológico (IPT, 1996a), não se levando em conta critérios econômicos, técnicos, ambientais e legais. De fato, a maior parte dessas áreas encontra-se estabilizada e com novos usos (IPT, 1997a). Além disso, algumas das antigas cavas de areia foram assoreadas por sedimentos que podem estar contaminados, uma vez que o rio e sua planície de inundação estão poluídos por esgotos domésticos, principalmente. Apesar da avaliação do potencial geológico ser favorável à argila, especificamente nessas antigas cavas em planícies de inundação, pode ocorrer variação significativa das características dos sedimentos, além da presença de matéria orgânica, o que pode inviabilizar seu possível uso na indústria cerâmica.

A avaliação prévia realizada em IPT (1997a) concluiu pela não-retomada da atividade nessas áreas, a menos que houvesse estudos muito mais aprofundados acerca do seu potencial mineral, além de alguma justificativa legal ou ambiental.

- das 30 áreas consideradas de Prioridade 2, sete áreas abandonadas de mineração de caulim (4, 139, 140, 152, 37, 36 e 16) estão em região de alto potencial para caulim; duas áreas abandonadas de mineração de areia (49 e 51) estão em região de alto potencial de argila para cerâmica vermelha; e três áreas (134, 143 e 146) estão em região de alto potencial para ouro.

Do mesmo modo, em IPT (1996a), afirma-se que deverão ocorrer estudos mais aprofundados para comprovar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da eventual retomada da atividade nessas áreas, mesmo que seja para viabilizar apenas a sua estabilização final.

Apesar de haver alto potencial geológico para caulim, em IPT (1997a) avaliou-se que o mercado está em declínio, afetando a produção nas áreas de mineração que atualmente existem e fazendo com que não se abram novas

áreas, ao menos nesta região.

Quanto à argila para cerâmica vermelha, ocorrem áreas com capacidade ociosa no Estado, apesar de ter havido certa ascensão desta indústria na bacia do Guarapiranga. De qualquer modo, a avaliação concluiu que há ainda aceitação deste produto, principalmente em áreas externas à bacia. Caso haja incremento da produção, este talvez parta de áreas de empreendimentos de mineração de areia ativas (em especial na região de Ponte Alta) que beneficiarão e comercializarão seus subprodutos, os rejeitos finos.

Novamente, parece haver uma tendência ao desinteresse econômico na retomada da atividade mineira nas áreas supracitadas (IPT, 1996a).

As minerações abandonadas de ouro, por outro lado, poderão suscitar maior interesse privado na retomada de sua atividade. Deverá ocorrer, necessariamente, avaliação de reservas e de viabilidade técnica, econômica e ambiental da exploração, já que este bem mineral necessita de tratamento que causa vários impactos ambientais (IPT, 1997a).

- das 30 áreas consideradas de Prioridade 1, uma área (54) localiza-se em região de alto potencial em argila para cerâmica vermelha; três áreas (44, 45 e 155) localizam-se em região de médio potencial para areia; e dez áreas (18, 31, 32, 33, 138d, 38, 39, 153, 35 e 42) localizam-se em região de alto potencial para caulim.

De um modo geral, essas áreas necessitarão de significativa movimentação de terra para sua estabilização. Eventualmente, após avaliações pormenorizadas de reservas e de viabilidade técnico-econômica, poderá ocorrer a retomada da atividade, de modo a, principalmente, viabilizar a sua recuperação, já que o mercado, pelo menos para areia, caulim e argila para cerâmica vermelha, não favorece investimentos maiores e mais prolongados no tempo (IPT, 1996a).

Baseado em IPT (1997a), onde se elaborou breve levantamento e cruzamento de dados do Cadastro das Poligonais dos Requerimentos de Pesquisa e na lista de minerações abandonadas, apresentam-se as seguintes observações (QUADRO 1, ANEXO A):

- ❖ de 112 áreas abandonadas de mineração, apenas 30 delas detêm algum direito minerário, expresso em requerimentos de pesquisa, autorizações de pesquisa, disponibilidades para lavra, concessões de lavra ou licenciamentos, expedidos pelo DNPM ou prefeituras municipais. São elas:
 - sete minerações de areia, quais sejam as de nº 7, 53, 56, 63, 67, 144 e 155 (ver QUADRO 1, ANEXO A);
 - 17 minerações abandonadas de caulim, quais sejam as de nº 4, 15, 18, 27, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 42, 43, 44, 138d, 139, 153 e 158;
 - três minerações abandonadas de argila para cerâmica vermelha, quais sejam as de nº 28, 77 e 85;
 - uma área abandonada de extração de material de empréstimo, qual seja a de nº 110; e
 - duas minerações abandonadas de ouro, quais sejam as de nº 143 e 146.

Apenas quatro possuem concessão de lavra (42, 67, 138d e 144) e seis o licenciamento (7, 53, 56, 63, 77 e 85). Outras quatro áreas possuem disponibilidade para lavra (4, 44, 45 e 153). O restante possui requerimentos de pesquisa ou autorizações de pesquisa (IPT, 1997a).

Entre essas áreas, as consideradas recuperadas ou estabilizadas são sete (15, 27, 28, 44, 77, 85 e 158). As outras possuem Prioridade 1 ou 2 para recuperação (ver QUADRO 1, ANEXO A).

Em relação ao potencial mineral, novamente baseado em IPT (1997a), indica-se o seguinte:

Das 30 áreas com algum título minerário, uma área (155, antiga mineração de areia, com requerimento de pesquisa para areia e considerada de Prioridade 1 para recuperação) está localizada em região de médio potencial geológico para areia; outras 17 áreas abandonadas de caulim estão em região de alto potencial geológico para este bem mineral. A situação legal

destas áreas mineradas (algumas acumulando dois títulos minerários cada) e o nível de prioridade para recuperação é o que segue:

- ❖ possuem requerimento de pesquisa as áreas 27 (considerada estabilizada); 36 e 37 (de Prioridade 2 para recuperação); e 31, 35 e 153 (de Prioridade 1 para recuperação);
- ❖ possuem autorização de pesquisa as áreas 15 e 158 (consideradas estabilizadas); 36 e 139 (de Prioridade 2 para recuperação); e 18, 31, 32 e 33 (de Prioridade 1 para recuperação);
- ❖ possuem disponibilidade para lavra as áreas 44 (considerada estabilizada); 4 (de Prioridade 2 para recuperação); e 45 e 153 (de Prioridade 1 para recuperação); e
- ❖ possuem concessão de lavra as áreas 67 (de Prioridade 2 para recuperação); e 138d (de Prioridade 1 para recuperação).

Portanto, a maior parte dos empreendimentos atualmente abandonados, mesmo aqueles com alguns títulos, não possuía regularidade legal (IPT, 1997a).

Apesar de ocorrerem áreas com algum título minerário válido, localizadas em região considerada de alto potencial geológico para determinados bens minerais, deverá haver, antes de se considerar uma eventual retomada da atividade, a avaliação de reservas geológicas em cada área de interesse, bem como uma avaliação técnica, econômica e ambiental, já que, em alguns casos, as áreas encontram-se com outros usos ou praticamente estabilizadas. Por outro lado, uma retomada da atividade poderá viabilizar economicamente a recuperação das áreas com níveis de prioridade 1 e 2, num futuro próximo, uma vez que se supõe que as reservas geológicas, caso existam, não sejam muito significativas.

Os títulos minerários, portanto, segundo IPT (1997a) deveriam ser, de um modo geral, atualizados e revistos, de modo que se regularizassem áreas, na sua maioria, sem amparo legal para a atividade. Isto seria necessário apenas no contexto de uma eventual retomada da atividade mineira em algumas das áreas, tendo em vista, a sua recuperação, como já mencionado.

3.2.4 A degradação do meio físico nas minerações abandonadas

De modo geral, as suscetibilidades do meio físico, no contexto geológico-geomorfológico descrito anteriormente, se restringem aos processos erosivos, de escorregamentos e, em decorrência, de assoreamento de cursos d'água, rios e córregos (IPT, 1997a). A dinâmica das águas superficiais e subterrâneas é a do ciclo hidrológico, ocorrendo variações qualitativas e quantitativas, à medida que o substrato se altera, alteração esta que está intimamente relacionada com o clima, com a cobertura vegetal e as intervenções que ocorrem na superfície, agentes de transformações físicas, físico-químicas, biológicas e geométricas nos terrenos.

Ocorrerá, portanto, erosão, escorregamentos, assoreamento e alterações na dinâmica do escoamento das águas de superfície e nos fluxos das águas subterrâneas, causados pelos processos tecnológicos (FORNASARI FILHO *et. al.*, 1992) das minerações, os quais exacerbaram as suscetibilidades naturais. Pode-se dizer que os processos tecnológicos utilizados se assemelharam muito às operações do processo produtivo das minerações ativas na bacia, atualmente (item 3.2.1).

Portanto, nessas minerações, houve o desmonte hidráulico, mecânico ou ambos (IPT, 1997a), além do desmonte com explosivos, formando cavas e depósitos de estéril e rejeitos, invertendo a topografia local, positiva (bacias de rejeitos) e negativamente (cavas). Ocorreram, ainda, em decorrência desses processos tecnológicos, alterações nas interações físico-químicas na água e no solo, uma vez que houve dissoluções e transporte, em solução ou suspensão, de substâncias ou partículas, além de efluentes e resíduos sólidos domésticos e de oficinas de manutenção e instalações de infra-estrutura, tendo alterado, provavelmente, parâmetros de qualidade, tais como cor, turbidez, sólidos totais (sedimentáveis ou em suspensão), pH, toxicidade (IT), entre os principais.

As características geotécnicas mais importantes, aparentes e de caráter qualitativo, consideradas na análise feita em IPT (1997a) foram o tipo de solo e a declividade dos terrenos, associados aos domínios geológicos e às respectivas formas de relevo que ocorrem nas áreas de mineração

abandonadas.

A maior parte das áreas estudadas (IPT, 1997a) tem cobertura de solos arenosos, secundariamente areno-argilosos e argilosos, bem como apresentam declividades médias a altas. Tais fatos fundamentam as suscetibilidades sugeridas, as quais foram confirmadas em campo, através da observação de feições erosivas de pequeno, médio e grande portes, feições de escorregamentos, depósitos de assoreamento, associadas a processos naturalmente possíveis no contexto citado, mas muito acelerados pelas operações típicas da atividade mineira e pelo abandono das áreas, sem a adoção de medidas de estabilização e recuperação.

Os processos erosivos e de escorregamentos, com conseqüente potencial de assoreamento de cursos d'água, córregos e rios, ocorrem predominantemente no domínio dos migmatitos, quartzo-xistos, quartzitos, granitos, granitóides, em relevos de morros e morrotes de declividades médias a altas. As áreas consideradas de prioridade 1 e 2 (ver QUADROS 1 e 7, ANEXO A; FIGURA 3) e item 3.2.6 ocorrem, na sua maioria, neste contexto. As exceções (áreas recuperadas ou estabilizadas) são devidas a empreendimentos do tipo olaria ou área de empréstimo, em geral de pequeno porte, restringindo-se, a intervenção, à base da encosta. Os demais empreendimentos (IPT, 1997a) extraíram minério da base ao topo da encosta, por métodos do tipo desmonte hidráulico, o que, em geral, deixa taludes íngremes e instáveis, se não são tomadas medidas como retaludamento mecânico, drenagem e proteção superficial por cobertura vegetal.

No QUADRO 7 (ANEXO A), apresentam-se as principais observações e conclusões sobre a degradação do meio físico nas áreas abandonadas, obtidos em IPT (1997a).

As características de permeabilidade e porosidade de solos arenosos, favorecem a percolação de substâncias tóxicas e poluentes dos depósitos de resíduos domésticos ou industriais, atividade desenvolvida em várias das áreas abandonadas de mineração do levantamento realizado em IPT (1997a), provocando a contaminação do solo, de águas superficiais e subterrâneas. Na maior parte dos casos em que houve este tipo de uso seqüencial, as áreas não foram consideradas recuperadas, ainda que em termos de estabilidade de

processos do meio físico tais como erosão, escorregamentos e assoreamento, pudessem ser consideradas relativamente estáveis.

A única área, em que há registro de que a atividade de disposição de resíduos (inertes, da construção civil) foi controlada, é a 126 (antigo Porto de Areia Global, FIGURA 4), atividade esta que foi justificada e regulada pela Resolução SMA-25/96, tendo o empreendimento obtido autorização da prefeitura de São Paulo, através dos Termos de Execução de Obras. Na atualização de dados, realizada no âmbito deste trabalho, entre 1997 e junho de 2000, revelou-se, por informações verbais, que a disposição de resíduos inertes nesta área não teve viabilidade econômica e a área acabou sendo vendida para uma mineração ativa (FIGURA 4, área 157), localizada na vizinhança imediata desta área, a qual a utilizará para disposição de rejeitos da mineração de areia.

Dessa forma, conclui-se que, nas áreas onde houve uso seqüencial, na maior parte das vezes este uso não é controlado, do ponto de vista ambiental, podendo causar a continuidade da degradação devida à mineração, adicionada da degradação típica da nova atividade.

Pode-se dizer, baseado também em IPT (1997a) que a supressão total da vegetação, ocorrida de modo não planejado, em todas as áreas de mineração abandonadas da bacia do Guarapiranga, e suas conseqüências sobre a fauna, o meio físico e o antrópico, é o principal aspecto relacionado à degradação no meio biótico observada nas áreas estudadas na época e revisitadas no presente ano, no âmbito deste trabalho.

3.2.5 O controle ambiental e a recuperação de áreas degradadas nas minerações abandonadas

No contexto das planícies aluvionares da bacia do Guarapiranga, onde as áreas abandonadas de mineração encontram-se, na sua maioria, recuperadas ou estabilizadas (IPT, 1997a), predominam, tendo em vista as suscetibilidades naturais do meio físico nessas áreas, os processos de erosão e assoreamento, em especial o último. Nas minerações, houve a predominância da extração por desmonte hidráulico em cava seca e, uma vez

que o nível d'água é sub-aflorante, assim que cessou o bombeamento para viabilizar a extração a seco, houve a sua elevação, formando-se, assim, lagoas com lâmina d'água pouco abaixo do nível de base local (rios e córregos locais; ANEXO A, QUADRO 8; e FIGURA 4).

Neste contexto, estão 19 áreas abandonadas de mineração de areia, sendo que em 14 áreas há lagos remanescentes. Nas outras cinco áreas, o aterro dos lagos foi total, de forma induzida ou espontânea, por assoreamento.

De fato, a recuperação, de acordo com IPT (1997a), através da estabilização das margens das cavas, o seu preenchimento parcial (diminuindo assim sua profundidade) ou total e a proteção superficial por cobertura vegetal ocorreu, na maior parte das vezes, espontaneamente, facilitada pela característica de agradação deste contexto geológico-geomorfológico. Cavas em planícies, que chegaram a 30 m de profundidade até o momento em que foram abandonadas (o que pode ter ocorrido há mais de 20 anos, em alguns casos), podem apresentar atualmente 3 m de profundidade (informações verbais *apud* IPT, 1997a). Tal assoreamento, considerado "natural" nos itens de descrição das áreas abandonadas em IPT (1997a) é devido, obviamente, a outros fatores de ocupação do solo a montante e que deflagraram, de modo cumulativo com a atividade mineira, abandonada ou ativa, nas encostas dos morros e morrotes, processos erosivos que geraram sedimentos para preenchimento quase total dessas cavas, inundadas após o término da atividade mineira e o seu abandono.

Em contextos de planaltos e relevos de transição, há dez áreas de mineração abandonadas, sobretudo de caulim e secundariamente de rocha para brita e material de empréstimo, consideradas estabilizadas ou recuperadas. Predominam, como já sugerido anteriormente, os processos erosivos, de escorregamentos e de assoreamento, neste contexto.

A recuperação e o controle dos processos do meio físico ocorreram basicamente através da construção de taludes e bermas e do eventual plantio de gramíneas e espécies arbóreas exóticas (*Pinus*, *Eucalyptus*, entre outras), tendo a revegetação, na maior parte das áreas, se efetivado espontaneamente. Como não houve, nessas áreas, a instalação de sistemas de drenagem adequados e como a revegetação não foi precedida de recuperação do solo

superficial, são observados, ainda que de modo não significativo, processos erosivos e de movimentação de massas, nas áreas de mineração de caulim e de areia, em encostas. Nas áreas onde houve mineração de rocha para brita, não houve sequer retaludamentos, podendo ocorrer, ainda que de modo não significativo, queda de blocos (AUGUSTO FILHO *apud* CHASSOT & CAMPOS, 1999).

De um modo geral (IPT, 1997a), em todas as áreas que ocorrem em torno de corpos d'água, naturais ou construídos pela atividade mineira, observou-se que não se adotou uma medida de recuperação necessária ao cumprimento do Código Florestal, que é a manutenção das áreas de preservação permanente, seja em torno de lagos relativos a antigas cavas, em cabeceiras de drenagem ou na margem de cursos d'água superficiais. Isto reafirma o caráter de espontaneidade da recuperação e controle relativo dos processos do meio físico, bem como de intervenção mínima no sentido da estabilização, na maior parte das áreas.

3.2.6 Hierarquia das áreas de mineração abandonadas segundo a prioridade de recuperação

De acordo com IPT (1997a) e QUADROS 1, 7 e 8 (ANEXO A), pode-se observar o destaque nas áreas de mineração abandonadas da bacia do Guarapiranga, de acordo com o nível de prioridade de adoção de medidas de estabilização e recuperação atribuído às áreas.

Os critérios adotados foram (IPT, 1997a):

- nível de degradação do meio físico, dado pela significância de indicadores de processos do meio físico, tais como feições erosivas, de escorregamentos e de assoreamento, traduzida pela presença, às vezes de forma generalizada, de boçorocas, ravinas grandes, grandes massas movimentadas e depósitos de assoreamento em drenagens próximas às áreas;
- potencial de degradação da vegetação remanescente, em diversos estágios de regeneração;
- proximidade de cursos d'água, rios e córregos e localização em áreas

de cabeceira das sub-bacias constituintes da bacia do Guarapiranga;

- proximidade de ocupação humana e de vias públicas de circulação intensa, principais ou secundárias; e
- presença de atividade de disposição de resíduos predominantemente domésticos, industriais ou da construção civil.

A constatação de todos estes aspectos, em maior ou menor importância relativa, agrupou áreas de Prioridade 1, para as quais eram necessárias medidas emergenciais, tais como instalação de sistema de drenagem, a interrupção da disposição de resíduos e avaliação de risco geológico, tendo em vista as vias de circulação e à ocupação humana presentes nas áreas, associadas a estudos que subsidiassem obras de estabilidade de taludes, drenagem e revegetação, e que avaliassem o nível de contaminação em que se encontravam o solo e as águas, recursos básicos em áreas de proteção de mananciais (IPT, 1997a).

A ausência de alguns desses aspectos, em especial os relacionados à ocupação humana nas proximidades, à existência de vias de acesso e à disposição de resíduos, associados à situação de maior confinamento e/ou isolamento das áreas e a níveis menores de degradação do meio físico, agrupou algumas áreas em nível de Prioridade 2. Este grupo de áreas demandava, da mesma forma, medidas de estabilização de taludes, instalação de sistema de drenagem e de cobertura vegetal, bem como estudos que subsidiassem estas obras. Amenizava-se, neste caso, o caráter emergencial de aplicação dessas medidas (IPT, 1997a), bem como excluía-se as situações de risco geológico.

A situação de estabilidade do meio físico em determinadas áreas, associada a uma nova utilização, econômica ou não, ou mesmo à situação de recuperação e estabilização em andamento, na qual se observou a adoção recente de medidas de estabilização, também associadas, ou não, a um novo uso, fez com se agrupassem as áreas no nível de estabilizadas/recuperadas (IPT, 1997a).

A FIGURA 4 , os QUADROS 1, 7 e 8 (ANEXO A) e os itens anteriores ilustram, ainda, aspectos individuais desses grupos de áreas abandonadas de mineração.

Resumidamente, segundo IPT (1997a) e como em parte já mencionado, foram consideradas de Prioridade 1, 30 áreas abandonadas de mineração. Dessas 30 áreas, 15 correspondem a antigas minerações de areia; 12 correspondem a antigas minerações de caulim; e três correspondem a antigas extrações de material de empréstimo.

Foram consideradas 30 áreas como de Prioridade 2, entre as quais as três áreas de antigas minerações de ouro. Estas minerações foram consideradas abandonadas em IPT(1997a), apesar de haver informações sobre atividade esporádica. De um modo geral, segundo informações recolhidas durante os trabalhos de cadastramento e levantamento geológico (IPT, 1997a), são áreas cuja extração se deu através da escavação de túneis, sem critérios técnicos adotados em minerações deste tipo, em outras regiões do país. Deduziu-se, apesar de não ter sido feito um levantamento detalhado de dados sobre a estabilidade dessas pequenas escavações subterrâneas, que eram necessários trabalhos de estabilização geotécnica de tetos e paredes, ainda mais quando se soube que ocorria atividade esporádica, configurando situação de risco geológico. Além disso, deveria haver bombeamento de água, em caso de interceptação de lençóis d'água subterrânea, de modo a não se comprometer ainda mais a estabilidade nessas cavas. Foram consideradas de Prioridade 2 em IPT (1997a), por terem acesso muito restrito e se encontrarem em propriedades particulares fechadas e vigiadas.

Das 27 outras áreas consideradas de Prioridade 2, 14 correspondem a antigas minerações de areia; nove, a minerações de caulim; três, a extrações de material de empréstimo e uma mineração de rocha para brita.

Foram consideradas recuperadas ou estabilizadas, do ponto de vista do meio físico, segundo IPT (1997a), 52 áreas de mineração, quais sejam: 20 áreas de mineração de areia; duas áreas de mineração de rocha para brita; seis minerações de caulim; uma área de extração de material de empréstimo; e 23 antigas olarias.

Quanto às antigas olarias, este tipo de atividade deu-se, em geral, através de intervenções de pequeno porte, na base das encostas ou em antigos terraços aluvionares, na área da bacia do Guarapiranga. Na época, segundo IPT (1997a), as áreas de extração de argila para cerâmica vermelha

que se encontravam abandonadas estão recuperadas, ou, ainda, reabilitadas, onde o novo uso, quando ocorria, se resumia em horticultura e fábricas de blocos de cimento.

Por outro lado, a degradação pouco significativa do meio físico, observada em algumas das áreas (IPT, 1997a), podia se resumir em erosão dos taludes que se encontravam sem cobertura vegetal, além de instabilidade dos pequenos depósitos de resíduos sólidos diversos, mas predominantemente inertes, existente na base dos taludes. Estes possuíam poucos metros de altura e estabilidade geotécnica, esta deduzida por simples observação.

Deste modo, essas áreas foram tratadas em conjunto no trabalho (IPT, 1997a), ilustrando-se com alguns exemplos, para os quais sugeriu-se apenas uma medida referente à disposição de resíduos, que é a de se restringir a atividade ao mínimo possível, aterrando-se os resíduos de modo a seguir critérios técnicos, tais como a preparação mínima da fundação, de modo a se produzir um aterro estável e com pouco potencial de infiltração de eventuais efluentes. Além disso, sugeriu-se a cobertura destes futuros aterros, com solo e vegetação, e a instalação de um sistema de drenagem, de modo a desviar as águas pluviais da base dos aterros, associado a um tanque de retenção de sedimentos e/ou resíduos, antes do sistema se integrar à drenagem natural.

4 CONCEITOS

Neste capítulo, serão definidos os conceitos e critérios utilizados para caracterizar a degradação, em especial do meio físico e da vegetação, bem como os conceitos relacionados à recuperação de áreas degradadas, em especial pela mineração.

Apesar de não se desconhecer o fato de haver literatura nacional sobre revegetação de áreas mineradas, observou-se que não se aborda, nesta literatura, o contexto da área de estudo, nem suas características particulares devido à mineração de agregados. Optou-se, portanto, por uma discussão baseada em referências disponíveis sobre aspectos legais e teóricos relativos ao assunto.

4.1 A degradação do meio físico

Serão discutidos conceitos de degradação, inclusive o utilizado na legislação federal e estadual, de processos do meio físico e de sua alteração. Esses conceitos serão utilizados nos capítulos posteriores, em especial para caracterizar a degradação do meio físico nas áreas de mineração abandonadas estudadas.

4.1.1 Conceitos de degradação

Degradação ambiental, segundo o Decreto Federal 97.632/89 (BITAR, 1995) seria o *conjunto de processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.*

A noção expressa na Norma ABNT (NBR 10.703) citada por BITAR (1995) é de que a degradação (do solo) é uma *alteração adversa das*

características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento quanto os potenciais.

Outra Norma ABNT específica para mineração (NBR 13.030), citada em BITAR (1997), define áreas degradadas como *áreas com diversos graus de alteração dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração*. Mantém-se a noção de alteração, sem dar ênfase aos usos do solo.

O mesmo autor cita várias definições de degradação, entre as quais duas, a primeira, que é especialmente dedicada à mineração e a segunda, que faz uma abordagem dos ecossistemas, citadas a seguir.

WILLIAMS *apud* BITAR (1997), consideram que *a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico for alterado*. Tem especial interesse a consideração do meio físico, no que diz respeito aos recursos hídricos.

MASCHIO *apud* BITAR (1997) discutem degradação como um tipo de perturbação, considerando a noção de desgaste parcial ou total de ecossistemas climáticos locais e a sua possível reversibilidade, em que a irreversibilidade indica tempo e/ou investimentos inviáveis em termos práticos. Tendo em vista uma gradação dos tipos de perturbação, finalmente conceitua degradação como a pior das relações desgaste/reversibilidade, em que o desgaste é total e ocorre a irreversibilidade, havendo portanto uma destruição total do ecossistema.

Baseando-se na definição expressa no Decreto Federal 97.632/89, IPT (1997a) conceitua degradação do meio físico especificamente no contexto da bacia do Guarapiranga, como a *alteração significativa dos processos do meio físico e, conseqüentemente, das condições de estabilidade do meio, o que colaborou com a degradação (no sentido de alteração adversa) dos recursos hídricos da bacia, em especial os superficiais, em qualidade e quantidade*. Os recursos hídricos foram entendidos com o principal recurso ambiental em causa, na bacia do Guarapiranga.

O Decreto Federal remete aos conceitos de processos, resultantes de danos ao meio ambiente, os quais seriam entendidos aqui como processos

ambientais alterados de modo significativo pelo abandono da área onde ocorreu atividade mineira. A norma associa a degradação à alteração das possibilidades de uso do solo, planejado ou potencial, o que remete a outros conceitos, tais como de reabilitação ou recuperação de áreas degradadas, a ser discutidos posteriormente.

4.1.2 Processos do meio físico e suas alterações

EMBLETON & THORNES *apud* OLIVEIRA & BRITO (1998), definem processos geomorfológicos como eventos que envolvem a aplicação de forças sob determinados gradientes. Esses eventos são provocados por agentes como chuva, vento, ondas, marés, rios, gelo, etc. Quando as forças excedem as resistências dos sistemas naturais, ocorrem modificações por deformações do terreno, mudança de posição ou mudanças na estrutura química. As modificações podem ou não ser perceptíveis à nossa capacidade de observação, dependendo da velocidade do processo e da relação de forças. Caso as solicitações superem as resistências somente por uma pequena margem, a dissipação de energia pode se dar apenas por atrito.

Portanto, esses processos geralmente são complexos e refletem não só a inter-relação da *variáveis causais* (clima, geologia, morfologia, etc.), mas também a sua evolução no tempo. Ao se tratar de processos, deve-se sempre ter em mente a noção de *espaço* em que ocorrem e a sua *velocidade*.

Os processos da dinâmica superficial, ou que moldam a paisagem, estão relacionados às forças atuantes na superfície da Terra. Dentre essas, de destacam-se a gravidade, as marés, a radiação solar e o calor interno (OLIVEIRA & BRITO, 1998).

Todas as atividades humanas alteram os processos da dinâmica superficial, seja pela movimentação e desestruturação dos terrenos geológicos, pela alteração no escoamento das águas de superfície e de subsuperfície, pela remoção ou destruição da cobertura vegetal, pela introdução de elementos e substâncias químicas, etc. O próprio efeito estufa poderá influenciar processos dinâmicos superficiais, pois o aumento de calor provoca um aumento nas taxas de intemperismo.

Em BITAR (1995), processo do meio físico refere-se ao desenvolvimento e sucessão de fenômenos potencializados pela interação de componentes materiais e tipos de energia, podendo ser deflagrado, acelerado ou retardado por agentes físicos, químicos, biológicos ou humanos, num determinado ambiente. No contexto de estudos ambientais (tais como os planos de recuperação de áreas degradadas e os estudos de impacto ambiental), processos do meio físico são fenômenos característicos de um determinado ambiente, antes da implantação de um projeto ou de uma intervenção humana, inclusive com as influências de outras atividades humanas, já existentes naquele ambiente, no seu comportamento.

Os projetos ou intervenções humanas são caracterizados por seus processos tecnológicos, definidos como o conjunto de técnicas aplicadas em operações que caracterizam a implantação, o funcionamento e a desativação de uma atividade modificadora do meio ambiente. São técnicas voltadas à ocupação do meio, à extração, ao cultivo, à manufatura, à produção industrial ou à construção civil (FORNASARI FILHO *apud* BITAR, 1995). É o conjunto de técnicas envolvidas, por exemplo, nos trabalhos de movimentação de terra (cortes, aterros, terraplanagens), para a implantação de arruamento, num projeto de urbanização.

As operações relacionadas a esses processos tecnológicos deflagram, aceleram ou retardam os processos da dinâmica superficial. Isto define as alterações nos processos do meio físico que, quando significativas, podem ser definidas como degradação do meio físico ou impacto negativo.

Dentre os processos do meio físico potencialmente alterados pela mineração abandonada, tem-se (IPT, 1997a): a erosão pela água, os escorregamentos, a queda de blocos, a deposição de sedimentos ou partículas, a inundação, o escoamento das águas de superfície, a movimentação das águas de subsuperfície e as interações físico-químicas na água e no solo (QUADROS 7 e 8, ANEXO A).

De acordo com OLIVEIRA & BRITO (1998) alguns dos processos do meio físico podem ser caracterizados de acordo com o que segue:

1. **Erosão:** de uma forma geral, erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e organismos (plantas e animais) (SALOMÃO & YWASA *apud* OLIVEIRA & BRITO, 1998). A erosão natural se desenvolve em equilíbrio com a formação do solo. A erosão acelerada ou antrópica ocorre em velocidade superior à da formação do solo, não permitindo sua recuperação natural.

A *erosão pela água* pode ser do tipo *laminar*, em que há um escoamento difuso das águas das chuvas, resultando na remoção progressiva e uniforme dos horizontes superficiais do solo; e a do tipo *linear*, em que a concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno, em forma de *sulcos*, que pode evoluir, por aprofundamento, para *ravinas*. Caso a erosão se desenvolva também com a influência das águas subterrâneas, formam-se as *boçorocas*, com o desenvolvimento de erosão interna, mais conhecida como "piping". Como decorrência da boçoroca, podem ocorrer escorregamentos, solapamentos, desabamentos, sendo eventos com características de rápida evolução e elevado poder destrutivo.

Os fatores condicionantes da erosão são a chuva, a cobertura vegetal, o relevo, os tipos de solos e o substrato rochoso, cujas características determinantes para o processo são a erosividade, no caso da chuva, a extensão e qualidade da cobertura vegetal; a declividade e o comprimento da rampa, da encosta ou da vertente, no caso do relevo; a erodibilidade, condicionada pela permeabilidade, textura e estrutura dos solos; e características litológicas, associadas à intensidade do intemperismo, à natureza da alteração e o grau de fraturamento, no caso do substrato rochoso (OLIVEIRA & BRITO, 1998).

2. **Movimentos de massa:** as mudanças de forma de uma encosta estão relacionadas aos processos dominantes de intemperismo, erosão e escorregamentos. As encostas tendem, porém, segundo BLOOM *apud* OLIVEIRA & BRITO (1998) a adquirir um estado de equilíbrio com os processos atuantes, para manter uma configuração o mais eficiente possível.

Os movimentos de massa considerados aqui são os rastejos, os escorregamentos e os movimentos de blocos rochosos.

Os rastejos consistem no movimento descendente, lento e contínuo da massa de solo de um talude. Corresponde a uma deformação de caráter plástico, cuja geometria não é bem definida e que também não apresenta o desenvolvimento de uma superfície definida de ruptura (OLIVEIRA & BRITO, 1998). Afetam horizontes superficiais de solo, de transição solo-rocha e até mesmo rocha alterada e fraturada, em profundidades maiores. Os indícios de rastejo são em geral indiretos, tais como o “embarrigamento” de árvores, deslocamentos de muros e outras estruturas, pequenos abatimentos ou degraus na encosta. Podem evoluir para escorregamentos, servindo com indicador para movimentos mais rápidos.

Os escorregamentos consistem no movimento rápido de massas de solo ou rocha, geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora de um talude (natural, de corte ou aterro). São identificados pela geometria e natureza do material instabilizado.

Os planares ou translacionais envolvem solo superficial, solos saprolíticos, saprolitos e rochas, condicionados por estruturas planares desfavoráveis à estabilidade, relacionados a estruturas, tais como foliação, xistosidade, fraturas, falhas, etc. Os circulares ou rotacionais têm superfícies de deslizamento curvas, sendo comum a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas. Os escorregamentos em cunha estão associados a saprolitos e maciços rochosos, nos quais duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condiciona o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos. Estes processos são mais comuns em taludes de corte ou em encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.

Entre os *fatores deflagradores* de movimentos de encosta estão, segundo VARNES *apud* CHASSOT & CAMPOS (1999): a *remoção de massa*, que pode ocorrer por erosão, escorregamentos ou cortes; a *sobrecarga*, relacionada ao peso da água de chuva infiltrada no maciço, ao acúmulo natural de material (depósitos), ao peso da vegetação e à construção de aterros, estruturas, etc.; as *solicitações dinâmicas*, relacionadas a terremotos, ondas,

vulcões, etc., a explosões, tráfego e sismos induzidos; às *pressões laterais*, relacionadas à água em trincas, congelamento, presença de material expansivo, etc. Esses três fatores podem ser genericamente denominados de fatores de “aumento da solicitação” na encosta ou talude.

Há outros fatores agrupados como “redutores de resistência”, tais como as *características inerentes ao material*, tais como a textura, estrutura, geometria, etc, relacionadas às características geomecânicas do material e ao estado de tensões iniciais ao qual foi submetido maciço de solo ou rocha, bem como o talude ou a encosta; *mudanças ou fatores variáveis*, tais como mudanças nas características do material, relacionadas com o intemperismo, redução da coesão, alteração do ângulo de atrito e elevação do nível d’água.

Outros fatores estão relacionados a outras causas, tais como o enfraquecimento devido ao rastejo progressivo ou à ação das raízes das árvores e da influência de tocas de animais.

3. Movimento de blocos rochosos: consistem nos deslocamentos, por gravidade, de blocos de rocha, classificando-se em *queda de blocos*, *tombamento de blocos*, *rolamentos de blocos* e *desplacamentos* (OLIVEIRA & BRITO, 1998).

As *quedas de blocos* envolvem materiais rochosos de volume e litologia diversos, que se destacam de taludes ou encostas íngremes e se deslocam em queda livre. O *tombamento de blocos* se dá pela rotação e queda de blocos, condicionada pela presença de estruturas geológicas no maciço rochoso, com grande mergulho. O *rolamento de blocos* corresponde ao movimento de blocos, ao longo de superfícies inclinadas. Esses blocos geralmente estão imersos em matriz terrosa, destacando-se dos taludes e encostas por perda de apoio. E, finalmente, o *desplacamento* consiste no desprendimento de lascas ou placas de rocha estruturadas pela xistosidade, pelo acamamento, etc., devido às variações térmicas ou por alívio de tensão. O movimento pode ser de queda livre ou sobre uma superfície inclinada (OLIVEIRA & BRITO, 1998).

4. Assoreamento: o processo, segundo OLIVEIRA & BRITO (1998), consiste na acumulação de partículas sólidas e sedimentos em meio aquoso ou

aéreo, ocorrendo quando a força do agente transportador natural (curso d'água, vento) é sobrepujada pela força gravitacional ou quando a supersaturação das águas ou do ar permite a deposição.

Ainda segundo esses autores, nos corpos d'água (mares, rios e lagos, entre outros), os sedimentos ou partículas constituem o material transportado pelo vento ou pela água de escoamento superficial. O transporte pode se dar por saltação, por arraste ou suspensão, depositando-se quando ocorrem condições favoráveis. A intensificação do processo por atividades antrópicas decorre, em geral diretamente do aumento da erosão pluvial e fluvial, bem como da modificação da velocidade de cursos d'água por barramentos, desvios, etc. Em decorrência, a intensificação da deposição pode causar o assoreamento.

O assoreamento de reservatórios, segundo OLIVEIRA & BRITO (1998), é um processo previsível desde a fase de projeto, uma vez que se induz, com a construção de barragens e a formação do lago, uma modificação do perfil de equilíbrio do rio, que tem seu nível de base aumentado, a montante da barragem. Isto altera a forma do canal e a capacidade de transporte, uma vez que altera vazões. Num primeiro momento diminuem, já favorecendo a deposição de sedimentos. Caso haja intensificação da erosão a montante, com fornecimento de sedimentos e a conseqüente deposição, a jusante, num segundo momento, as vazões diminuirão ainda mais, facilitando novamente a deposição de sedimentos. Vai ocorrendo, em decorrência, um assoreamento da desembocadura dos rios contribuintes, progredindo até chegar ao reservatório.

Dados de assoreamento em reservatórios brasileiros, destacam a maior vulnerabilidade dos reservatórios de pequeno porte, em áreas urbanas (OLIVEIRA & BRITO, 1998). De fato, a impermeabilização gerada pela urbanização, associada ao desmatamento para instalação de núcleos urbanos ou industriais, e ao processo natural, faz aumentar a deposição de sedimentos, seja pela diminuição das vazões, seja pela intensificação da erosão e do fornecimento de sedimentos, a partir das margens e das cabeceiras dos rios e córregos contribuintes.

O assoreamento de reservatórios, em geral, é medido pela taxa anual de assoreamento, considerando-se um determinado período de análise (OLIVEIRA *apud* OLIVEIRA & BRITO, 1998). Nos rios e córregos, podem ser observados depósitos de assoreamento, antigos ou recentes, eventualmente reentalhados pela drenagem. Além disso, um indicador preciso de que os rios estão em equilíbrio, segundo OLIVEIRA & BRITO (1997) são as vazões que apresentam e sua relação com os leitos menor e maior das suas calhas. O ideal, de acordo com CHRISTOFOLETTI *apud* OLIVEIRA & BRITO (1998), é que o canal fluvial apresente vazões de margens plenas, que significa a vazão que preenche totalmente o leito menor do canal, num tempo de recorrência de um a dois anos. Dessa forma, ocorrerá ajuste dos rios às vazões e sedimentos fornecidos pela bacia, bem como pelas margens, havendo episódios de inundação ou de ocupação do leito maior dos rios, a cada uma ou duas estações de cheias. Estes conceitos são importantes para se entender o processo de inundação, a seguir.

5. Inundação: o processo corresponde ao extravasamento da águas de um curso d'água para as áreas marginais, quando a vazão a ser escoada é superior à capacidade de descarga da calha. Vincula-se à intensificação do processo de deposição de sedimentos e partículas (OLIVEIRA & BRITO, 1998).

O tipo de cobertura existente na área da bacia de captação pode reduzir a significância da inundação ou potencializar inundações expressivas. Por exemplo, a cobertura vegetal extensa facilita a infiltração das águas pluviais e serve de barreira ao escoamento, reduzindo assim a quantidade de água aduzida às calhas dos rios. Por outro lado, a impermeabilização, muito comum em áreas urbanas, ou ainda o intenso desmatamento, tendem a aumentar o escoamento superficial, influenciando as vazões, que aumentam, facilitando assim os processos transformadores dos rios e suas áreas de influência, que levam às inundações (OLIVEIRA & BRITO, 1998). O estado de equilíbrio dos rios, com a manutenção de vazões de margens plenas é o principal indicador de que o processo de inundação está também equilibrado.

6. Escoamento das águas em superfície: de acordo com FORNASARI FILHO *et. al.* (1992), o escoamento superficial é alimentado principalmente pelas águas pluviais. Essas, quando não se infiltram no solo para, em parte serem absorvidas pelas plantas e outros organismos, em parte formarem as águas subterrâneas, escoam pela superfície, em especial pela rede de drenagem, contribuindo com o escoamento fluvial. Este recebe também contribuição das águas subterrâneas, em especial quando o nível na calha está baixo (em épocas de seca) a ponto de se formar um gradiente na direção das calhas fluviais.

Toda atividade que afetar as superfícies dos terrenos, afetará, portanto, este escoamento. Como já mencionado no processos de assoreamento e de inundação, a retirada da cobertura vegetal, bem como a impermeabilização de superfícies, pode aumentar de modo significativo o escoamento superficial, o que favorece outros processos, tais como erosão pela água, movimentos de massa, deposição de sedimentos e partículas, o equilíbrio dos regimes fluviais e a inundação, entre os principais.

FORNASARI FILHO (1992) caracteriza os processos do meio físico através de seus elementos interativos, uma vez que entende os processos resultam de interações de componentes predominantemente abióticos (ar, água, solo) com diversas formas de energia (gravitacional, eólica, térmica). Os elementos interativos são definidos por seus fatores condicionantes e os parâmetros dos fatores condicionantes.

O escoamento das águas de superfície então pode ser entendido como se apresenta na TABELA 2, abaixo, onde são fornecidos alguns parâmetros que definem o processo e suas alterações:

TABELA 2 – Caracterização do processo escoamento das águas em superfície (baseado em FORNASARI FILHO *et. al.*, 1992).

ELEMENTOS INTERATIVOS	FATORES CONDICIONANTES	PARÂMETROS RELACIONADOS
Solo	Conformação topográfica da bacia de captação; condições da superfície do solo; permeabilidade.	Área de captação; comprimento de rampa e declividades; quantidade e dimensão de depressões; tipo e área de cobertura (vegetal, outras); coeficiente de permeabilidade.
Água	Balanço hídrico (precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial, infiltração).	Volumes envolvidos.
Força gravitacional		Constante
Chuva	Pluviosidade.	Histórico da precipitação.
Outros processos	Movimentação das águas de subsuperfície; circulação da água no ar; inundação.	

7. Movimentação das águas de subsuperfície

Segundo o mesmo autor, o processo corresponde aos fluxos da água subterrânea, além de processos como a infiltração e a capilaridade, que ocorrem no solo e nas fraturas e estruturas das rochas. A percolação, de parte da água pluvial que infiltra no solo ou rocha, forma as zonas não saturada e saturada. A primeira corresponde à porção de solo que vai da superfície até o nível freático e é uma zona de percolação, absorção de água, evaporação e capilaridade; a segunda corresponde à porção de solo em que a água se acumula e flui, formando-se o aquífero livre. Abaixo da zona saturada ocorrem outros aquíferos, associados às formações geológicas presentes e de características diversas de confinamento, armazenamento e fluxos, em algumas regiões.

A alteração no processo se dá quando os fatores relacionados à infiltração, à percolação, ao escoamento superficial, à cobertura vegetal e/ou geomórficos são alterados. Alguns fatores importantes são citados na TABELA 3.

TABELA 3 – Caracterização do processo movimentação das águas de subsuperfície (baseado em FORNASARI FILHO *et. al.*, 1992).

ELEMENTOS INTERATIVOS	FATORES CONDICIONANTES	PARÂMETROS RELACIONADOS
Solo	Propriedades físicas	Umidade; condutividade hidráulica (zona saturada e não saturada); taxa de infiltração de água no solo; retenção de água no solo; textura; permeabilidade; capacidade de armazenamento de água.
Rocha	Propriedades hidráulicas (absorção, escoamento, permeabilidade).	Parâmetros hidrogeológicos: coeficiente de armazenamento, infiltração, retenção, transmissividade. Grau de fraturamento.
Água	Propriedades físicas; composição química.	PH, temperatura, mineralização (sólidos dissolvidos)
Força gravitacional		Constante.
Chuva	Pluviosidade.	Histórico da precipitação.
Vegetação	Cobertura vegetal	Tipo, densidade, estágio de regeneração.
Outros processos	Escoamento das águas em superfície; circulação de gases no solo e rocha.	

8. Interações físico-químicas na água e no solo: este processo corresponde ao conjunto de reações entre substâncias e elementos (íons) provenientes ou concentrados nas águas, no solo e/ou rocha (FORNASARI FILHO, *op. cit.*). O intemperismo é considerado neste processo, já que corresponde a uma alteração e decomposição de rochas e minerais, levando, em última instância, aos processos pedogenéticos que formarão solos mais ou menos maduros.

As atividades modificadoras alteram este processo, uma vez que impliquem a introdução de substâncias ou elementos químicos na água, no solo ou na rocha, acarretando mudanças na qualidade do substrato e no seu comportamento.

Alguns fatores condicionantes do processo estão apresentados na TABELA 4, abaixo.

TABELA 4 – Caracterização do processo interações físico-químicas na água e no solo (baseado em FORNASARI FILHO *et. al.*, 1992).

ELEMENTOS INTERATIVOS	FATORES CONDICIONANTES	PARÂMETROS RELACIONADOS
Solo	Granulometria; composição mineralógica e química; permeabilidade.	Superfície específica; solubilidade de minerais; capacidade de troca catiônica; coeficiente de permeabilidade.
Rocha	Composição mineralógica; estruturas; permeabilidade; alterabilidade.	Solubilidade dos minerais, grau de fraturamento; coeficientes de permeabilidade e alterabilidade.
Água	Propriedades físico-químicas; solutos presentes.	PH, temperatura, pressão, etc.; tipos de solutos, solubilidade, concentração.
Energia solar	Oscilações térmicas.	Histórico de temperaturas.
Chuva	Pluviosidade.	Histórico da precipitação.
Vegetação	Cobertura vegetal	Tipo, densidade, estágio de regeneração.
Organismos	Espécies; reações orgânicas.	População; concentrações de substâncias produzidas.
Outros processos	Movimentação das águas de subsuperfície; escoamento das águas em superfície; processos pedogenéticos; deposição de sedimentos ou partículas; circulação de partículas e gases na atmosfera; erosão pela água; erosão eólica; carstificação; circulação de gases no solo e rocha.	

4.2 A recuperação do meio físico e o controle dos processos

São apresentados conceitos mais utilizados na literatura sobre recuperação de áreas degradadas de mineração, bem como os relacionados à recuperação do meio físico e estabilização dos processos, a ser utilizados ao longo do presente trabalho.

4.2.1 Conceitos de recuperação

No mesmo Decreto Federal onde se expressa uma definição, no plano legal nacional, de degradação, encontra-se uma definição de recuperação e seu objetivo (BITAR, 1995), que é "*o retorno do sítio degradado a uma forma de uso, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente*". Segundo o autor, esta definição incorpora o conceito de reabilitação ao de recuperação, uma vez que

associa a instalação de um novo uso na área com a obtenção da sua estabilidade.

Quanto à *reabilitação e restauração*, não se pretende aqui retomar a discussão em torno desses termos e restabelecer a sua relação com o termo *recuperação* propriamente dito, mais amplamente utilizado. Apenas há a necessidade de comentar que, de acordo com BITAR (1997), a normalização técnica brasileira sintetizou diversos conceitos presentes na literatura nacional e internacional até meados da década de 80, estabelecendo a seguinte distinção: *restauração* do solo seria definida como a reprodução das condições existentes na área antes da perturbação, salientando-se que a completa restauração é rara ou até impossível; *recuperação* do solo seria o processo de manejo do solo no qual são criadas as condições para que uma área perturbada, ou mesmo natural, seja adequada a novos usos; e *reabilitação* do solo seria a forma de recuperação em que uma área perturbada é adequada a um uso determinado, segundo um projeto prévio (ABNT *apud* BITAR, 1997).

BITAR (1997) cita ainda a norma técnica da ABNT de 1993, qual seja a NBR 13030, específica para mineração, como já mencionado, a qual contempla exclusivamente o conceito de *reabilitação*, definindo-a como o conjunto de procedimentos através do qual se minimizam os impactos bióticos e abióticos causados pelas atividades de mineração, de acordo com planejamento preestabelecido.

De fato, a ampla síntese e discussão desses termos, feita por BITAR (1997) permite concluir que, especialmente em relação à mineração de agregados ou bens minerais de uso direto na construção civil (areia, brita e caulim, secundariamente), a restauração pode ser considerada impossível, uma vez que há pouca geração de rejeitos e estéreis, ocorrendo um aproveitamento de 50% a 70% do minério bruto extraído, não havendo condições de retorno da área degradada às condições anteriores à mineração, principalmente em termos de características do solo, da topografia e dos ecossistemas e nem, muitas vezes, de retorno à forma de utilização anterior, uma vez que esta pode depender grandemente das características supracitadas (uso agrícola ou como reserva florestal, por exemplo). Os conceitos evoluíram da busca do restabelecimento das condições originais do

sítio degradado para a busca de situações em que a estabilidade do ambiente e sua sustentabilidade sejam garantidas. O conceito de *reabilitação*, incorporado ao de *recuperação*, torna este último termo o mais adequado para o tratamento das áreas degradadas por mineração, em especial em áreas urbanas.

Portanto, a recuperação de áreas degradadas por mineração em regiões urbanas, tais como a RMSP (BITAR, 1997), pode ser considerada como um processo que deve compreender os procedimentos e medidas necessários à rápida estabilização do ambiente e à progressiva instalação de um uso do solo previamente planejado. Em termos temporais, a estabilização se constitui no objetivo a ser alcançado a curto prazo, enquanto que a instalação do uso do solo pressupõe uma perspectiva de resultados a serem obtidos a médio e longo prazos.

Cabe citar, no caso de áreas abandonadas, termos citados por CAIRNS JR. *apud* BITAR (*op. cit.*), entre os quais a *regeneração*, segundo o qual áreas degradadas abandonadas tenderiam a uma estabilização, o que ocorreria, no entanto, em condições muito distantes da situação original e num grau inferior em relação àquele a ser conseguido com a recuperação.

BITAR (1995) subdivide a recuperação em *recuperação provisória*, que ocorre quando a área não tem seu uso final definido, ou quando a destinação prevista estiver planejada para ser executada em longo prazo. As ações envolvem apenas medidas de estabilização dos processos atuantes; e *recuperação definitiva*, quando o uso final está definido, o que leva à estabilização da área de acordo com a nova utilização, com o Plano Diretor do município ou da região.

No presente trabalho, quando forem sugeridas medidas de estabilização das áreas abandonadas analisadas, serão sempre no sentido da recuperação provisória. Há apenas um caso analisado, em que houve recuperação definitiva, com a adoção de medidas previstas num projeto de novo uso, a ser comentado em capítulos posteriores (Área 117, FIGURA 4; e QUADROS 1 e 7, ANEXO A).

Tendo em vista os processos do meio físico no contexto da recuperação de áreas degradadas por mineração, pressupõem-se dois tipos de ações,

muitas vezes indissociáveis (BITAR, 1995): a *correção da degradação*, no sentido de estabelecer o equilíbrio dos processos nas áreas e a *manutenção*, de modo a evitar a reativação dos processos decorrente da anulação das medidas corretivas. A efetiva recuperação só ocorrerá se houver a integração entre medidas corretivas e de manutenção.

Apesar do presente trabalho se fundamentar no conceito de recuperação provisória supracitado, sem uma preocupação com alternativas de uso para as áreas abandonadas na bacia do Guarapiranga, cabe comentar sobre os tipos de uso futuro pretendidos nas áreas de mineração atualmente ativas na RMSF.

A análise apresentada em BITAR (1997) é útil para se ter uma idéia das demandas de uso pós-mineração, assumidas como possíveis de serem atendidas pelos próprios empreendedores. Apesar de parte importante (43%) dos 160 Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (Prads) analisados não conter uma definição sobre o uso pós-mineração, observou-se que há uma predominância das opções de uso para lazer, recreação, esportes comunitários, conservação ambiental e instalações de industriais ou comerciais, englobando 50% dos casos.

4.2.2 Medidas e técnicas de recuperação

BITAR (1995) cita três conjuntos básicos do que denomina de tecnologias de estabilização:

- *Tecnologias de remediação*: envolvem a execução de métodos de tratamento predominantemente químicos (podendo ser também biológicos, a biorremediação) destinados a eliminar, neutralizar, confinar, imobilizar ou transformar contaminantes no solo e nas águas e, com isso, reaver a qualidade de ambos.
- *Tecnologias de revegetação*: envolvem desde a fixação localizada de espécies vegetais (herbáceas ou arbóreas) até reflorestamentos extensivos.

- *Geotecnologias*: envolvem a execução medidas simples até obras de engenharia (com ou sem estruturas de retenção), incluindo as hidráulicas, relativamente complexas, que visam a estabilidade física do ambiente.

Os métodos de fundamentação geotécnica, segundo BITAR (1997) geralmente compreendem procedimentos técnicos da Mecânica dos Solos, Mecânica das Rochas e Geologia de Engenharia, as quais, de modo integrado, constituem a geotecnia (SANTOS *apud* BITAR, 1997) ou a geotecnologia (VARGAS *apud* BITAR, 1997). Dentre os procedimentos geotécnicos que se aplicam à estabilização e controle dos processos do meio físico estão a terraplanagem, os sistemas de drenagem e retenção de sedimentos, as barragens ou os diques de bacias de decantação de rejeitos de beneficiamento, a contenção de taludes de cortes e em corpos de bota-fora, entre outros (IBRAM *apud* BITAR, 1997).

Alguns procedimentos (BITAR, *op. cit.*) têm sido objeto de normas técnicas aplicadas à recuperação de áreas degradadas por mineração, como os da norma NBR 13028, que trata da elaboração e apresentação de projeto de disposição de rejeitos de beneficiamento, em barramento (ABNT *apud* BITAR *op. cit.*), na qual se fixam as condições para atender especificidades de segurança, higiene, operacionalidade, economia, abandono e minimização dos impactos ambientais, dentro dos padrões legais e de outras normas correlatas.

A norma 13029 (ABNT *apud* BITAR, 1997) trata da elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril, em pilha, na qual se fixam as condições para estéreis gerados na lavra a céu aberto ou subterrânea, visando atender os aspectos de segurança, higiene, operacionalidade, economicidade, abandono e minimização dos impactos ambientais, dentro dos padrões legais e de normas correlatas.

BITAR (1995) cita algumas medidas mais comuns, necessárias em áreas abandonadas de mineração em regiões urbanas, as quais envolvem principalmente *técnicas de revegetação* e *geotecnologias*. São elas a própria revegetação, a captação e condução de águas superficiais e a estabilização de taludes e blocos.

BITAR *apud* CHASSOT & CAMPOS (1999) sintetiza o desempenho das medidas de recuperação adotadas ou em adoção, de fato, em minerações ativas na RMSP, as quais utilizam ou utilizaram geotecnologias básicas e algumas técnicas de revegetação. Classificando-as de acordo com o desempenho, tem-se:

Medidas consideradas satisfatórias

- i) Remoção dirigida de estéreis para preenchimento das cavas exauridas, de modo a reduzir o volume de estéreis; e
- ii) Redução do volume de rejeito, através da transposição de rejeitos de bacias de decantação para áreas de lavra já esgotadas.

Medidas consideradas regulares a satisfatórias

- i) Remoção, estocagem e utilização da camada orgânica e argilosa de solo superficial, de modo a viabilizar a aplicação de técnicas de revegetação; e
- ii) Instalação de sistemas de drenagem em barragens de rejeitos, de modo a promover a estabilização geotécnica das unidades e seus entornos.

Medidas consideradas regulares

- i) Reforço e revegetação em barragens de rejeitos, de modo a promover estabilização geotécnica; e
- ii) Retaludamento e revegetação de áreas lavradas, de modo a promover estabilização geotécnica.

Medidas consideradas regulares a insatisfatórias

- i) Revegetação de taludes em barragens de rejeitos;
- ii) Remodelamento topográfico; e
- iii) Instalação de barreiras vegetais, todas para atenuação do impacto visual.

Medidas consideradas insatisfatórias

- i) Arborização dispersa na área de mineração, de modo a atenuar o impacto visual; e
- ii) Instalação de extravasores em barragens de rejeitos, para promover estabilização geotécnica.

Tendo em vista as medidas necessárias à minimização dos impactos no meio físico e da degradação, citadas no item 3.2.2 deste trabalho, pode-se notar a *insuficiência do controle dos processos do meio físico*, bem como das medidas de recuperação adotadas ou em adoção na RMSF.

ITGE (1989) classificou algumas medidas necessárias à recuperação de áreas degradadas de mineração, de acordo com as necessidades de supostos usos futuros (TABELA 5).

Observa-se a necessidade freqüente de promover a estabilidade dos taludes e/ou a correção de inclinações nas superfícies dos terrenos, bem como a necessidade de disciplinar as águas superficiais ou subsuperficiais, através do dimensionamento e instalação de sistemas de drenagem, por vezes profundos, em taludes de cavas e/ou barragens de rejeitos. Além disso, a preparação do solo para dar suporte a diversos tipos de cobertura vegetal, com a necessidade de aporte de nutrientes, água, substâncias corretivas de acidez e alcalinidade também são medidas recorrentes, tanto para promover eficiência das medidas de estabilização físicas, quanto para viabilizar um novo uso, em especial o florestal, agrícola ou meramente conservacionista.

Desse modo, serão detalhados a seguir alguns métodos de investigação básicos e comumente adotados, bem como indicadores utilizados ou recomendados, quando da tomada das medidas supracitadas, no que diz respeito ao meio físico, e também ao meio biótico, especialmente à vegetação.

TABELA 5 – Medidas de estabilização ou recuperação básicas, tendo em vista o suposto uso final de áreas degradadas por mineração. Fonte: ITGE, 1989, modificado.

USO	PRINCIPAIS NECESSIDADES RELACIONADAS AO TIPO DE USO	MEDIDAS E/OU TÉCNICAS USUAIS DE ESTABILIZAÇÃO OU RECUPERAÇÃO
Urbano e industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidade de taludes - Controle de erosão - Estudo das propriedades geotécnicas dos terrenos para o projeto de edificações - Localização próxima de núcleos urbanos ou rurais 	<ul style="list-style-type: none"> - Remodelamento topográfico para reduzir inclinações das superfícies - Obras de drenagem - Medidas estruturais, se necessárias
Recreativo	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidade de taludes - Retirada de elementos causadores de acidentes - Disponibilidade de áreas (> 10 ha) - Localização próxima de núcleos urbanos ou rurais 	<ul style="list-style-type: none"> - Remodelamento topográfico - Correção de inclinações - Medidas estruturais, se necessárias - Estabelecimento de uma cobertura vegetal
Disposição de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> - Determinação da permeabilidade dos terrenos remanescentes - Caracterização física e química dos resíduos - Localização próxima de núcleos urbanos e industriais - Instalação do depósito em locais pouco visíveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Impermeabilização, se necessário - Drenagem superficial e profunda
Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> - Cavas remanescentes pouco profundas - Parâmetros químicos relacionadas à alcalinidade, acidez, nutrientes e toxicidade do solo - Parâmetros físicos relacionadas à presença de fragmentos de rocha, à inclinação das superfícies, à disponibilidade de água e à suscetibilidade à erosão 	<ul style="list-style-type: none"> - Adição de matéria orgânica - Adição de calcário para correção de pH - Aporte de elementos finos - Melhoria da drenagem - Diminuição de inclinações - Instalação da cobertura vegetal
Florestal	<ul style="list-style-type: none"> - Não há exigências de fertilidade - Inclinações de taludes podem ser > 70% (~35°) - Áreas pouco extensas, porém > 0,25 há - Espessuras variáveis de solo superficial e orgânico, dependendo das espécies a ser utilizadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Adição de matéria orgânica - Adição de elementos finos - Aporte de nutrientes, se necessário - Drenagem - Correção de inclinações - Instalação da cobertura vegetal
Unidades de conservação	<ul style="list-style-type: none"> - Substrato necessário ao crescimento da vegetação natural 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação da cobertura vegetal

4.2.3 Investigação do meio físico para recuperação de áreas degradadas

Segundo CHASSOT & CAMPOS (1999), a geologia de engenharia, historicamente, tem se dedicado à investigação e à busca de soluções decorrentes da interação entre as atividades de engenharia (obras civis, urbanas e de mineração) e as características e processos geológicos, contribuindo, entre outros aspectos, com a elaboração de projetos executivos, o acompanhamento das etapas de implantação, o monitoramento e a operação dessas obras. Dentro de estudos ambientais, tais como o plano de recuperação de áreas degradadas (Prad), ou mesmo quando do estabelecimento de medidas e atividades de recuperação, é considerada uma ciência aplicada de papel preponderante na investigação de processos do meio físico e na delimitação das ações corretivas ou preventivas, contra impactos ambientais advindos das diversas formas de uso do solo.

Serão discutidos, com base em CHASSOT & CAMPOS (1999), aspectos da investigação de processos como erosão, escorregamentos e assoreamento, os quais, como se sugeriu no item 3.2.4 deste trabalho, são os predominantes nas áreas abandonadas de mineração na bacia do Guarapiranga.

A etapa fundamental no diagnóstico desses processos é a *identificação e caracterização dos perfis de alteração das rochas* que, nos ambientes tropicais, costumam ser espessos, com horizontes de comportamentos geotécnicos distintos (resistência, erodibilidade, permeabilidade, etc.), os quais reagem diferentemente, em função das solicitações impostas pelas diversas formas de uso e ocupação do solo. A caracterização dos perfis de alteração pode ter dois enfoques, quais sejam, o pedológico e o geotécnico. O primeiro trata dos produtos terrosos (solo) e a caracterização se dá por suas relações com a rocha, relevo, clima, idade, etc. O enfoque geotécnico amplia a caracterização para os horizontes de transição solo-rocha e para a própria rocha, descrevendo-os segundo aspectos genéticos e parâmetros qualitativos e quantitativos. Ambas as abordagens são importantes e se complementam na investigação dos mecanismos dos processos do meio físico (CHASSOT & CAMPOS, *op. cit.*).

A caracterização pedológica fornece subsídios para diagnósticos regionais sobre suscetibilidades do meio físico, tendo relação direta com a dinâmica dos processos erosivos. A geotécnica, por sua vez, permite o detalhamento desses diagnósticos regionais, ampliando a análise do comportamento dos horizontes de solo e rocha frente a solicitações locais, tais como, cortes, aterros, fundações, etc.

Segundo a classificação pedológica, os solos tropicais são divididos principalmente nos seguintes tipos (TABELA 6):

TABELA 6 – Principais tipos de solos tropicais. Fonte: CHASSOT & CAMPOS, 1999.

SOLO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
Latossolos	Espessos (mais de dez metros de espessura), transição gradual entre os horizontes, texturas variáveis, homogêneos, porosos, associados a relevos suaves, com declividades inferiores a 10%.
Podzólicos	Medianamente espessos (menos de dez metros de espessura), horizontes bem definidos, heterogêneos em cor, textura e propriedades físicas (permeabilidade, entre outras), associados a relevos medianamente enérgicos, com declividade entre 6% e 20%.
Cambissolos	Horizontes A e B pouco espessos (menos de 2 m) e horizonte C mais expressivo, textura siltosa, heterogêneo, presença de estruturas reliquias (foliação, xistosidade, etc.), associado a relevos enérgicos de declividades acima de 20%.
Litólicos	Horizontes A, B e C pouco espessos, transição abrupta para material rochoso, heterogêneos, textura argilo-silto-arenosa, minerais primários presentes, estruturas reliquias presentes, associados a relevos muito enérgicos, com declividades acima de 50%.
Hidromórficos	Associados às áreas de fundo de vale, várzeas, caracterizado pela pouca profundidade do freático, em condições de saturação constante ou sazonal, texturas argilosas, presença de matéria orgânica, cores variegadas, associados a relevos suaves, com declividades menores que 6%.

Observação: os horizontes podem ser descritos da seguinte maneira: A: de eluviação ou perda de argila, Al, Fe, etc; B: de iluviação ou concentração de argila, Al, Fe, etc., com máxima expressão de cor, textura, etc.; e C: de intemperismo incipiente, transição solo-rocha (CHASSOT & CAMPOS, 1999).

Além de estudar as relações entre os horizontes, a pedologia estuda atualmente as relações laterais existentes entre os diversos tipos de solos

numa abordagem por vertentes, o que contribui com o entendimento das diferentes suscetibilidades num contexto local.

As classificações geotécnicas caracterizam os materiais terrosos e rochosos, usando critérios genéticos, parâmetros qualitativos e quantitativos, baseadas nas teorias da mecânica dos solos e das rochas. Os horizontes geotécnicos podem ser resumidos na Tabela 7, abaixo.

TABELA 7 – Principais horizontes segundo as classificações geotécnicas. Fonte: CHASSOT & CAMPOS, 1999.

MACIÇO	HORIZONTE	CARACTERÍSTICAS
Terroso	Solos transportados (sedimentos, coluvião, tálus)	Gentes (marés, drenagens, movimentos de massa, etc.), resistências residuais, textura, estruturas e propriedades físicas heterogêneas
	Solo superficial residual maduro ou laterítico	Pedologicamente desenvolvidos, homogêneos, porosos, textura argilo-arenosa, laterizados, ausência de estruturas residuais
	Solo residual jovem ou saprolítico	Horizonte pedológico C, textura silto-arenosa, presença de minerais primários, estruturas residuais
Transição	Saprolito	Comportamento reológico híbrido entre solo e rocha, estruturas residuais, impenetrabilidade ao ensaio SPT
Rochoso	Rocha alterada	Material predominantemente rochoso, com níveis variados de alteração e fraturamento, sondagem apenas pelo método rotativo
	Rocha sã	Material rochoso pouco alterado e fraturado

Além da classificação geotécnica dos horizontes de solo e rocha, uma caracterização geológico-geotécnica de uma determinada área envolve a definição da geometria do maciço de solo e/ou rocha, existente ou prevista, a presença ou ausência de água no seu interior, a drenagem superficial, natural ou induzida, o tipo de solicitação a que está sujeita o maciço, entre os principais fatores.

No processo de erosão pela água, do tipo laminar, a investigação do processo se dá pela aplicação da equação universal de perda do solo, com a

qual se define a perda de solo por unidade de área. Porém, quanto maior a área analisada, menor a precisão do resultado da equação, devido à variabilidade dos fatores utilizados (erosividade, erodibilidade dos solos, comprimento da vertente, declividade da vertente, fator relativo ao uso e manejo do solo e fator relativo à prática conservacionista adotada). Portanto, a equação dá uma idéia regional qualitativa em relação à intensidade do processo, medida pela perda do solo.

Nos processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e boçorocas), o conhecimento do comportamento do lençol freático na área estudada é de fundamental importância, associado à definição da configuração pedológica das vertentes e da sua morfologia, de modo que se possa elaborar modelos evolutivos típicos dos processos, estendendo-os eventualmente para a compreensão do processo em áreas semelhantes (CHASSOT & CAMPOS, 1999).

A fenomenologia dos processos erosivos lineares, através de sua correta caracterização, e a proposição de medidas corretivas, devem levar em conta as seguintes etapas (SALOMÃO & IWASA *apud* CHASSOT & CAMPOS, 1999):

1. Definição da destinação do projeto urbanístico/paisagístico da área a ser recuperada.
2. Obtenção de dados hidrológicos da bacia de contribuição da erosão estudada.
3. Levantamento topográfico de detalhe da área de ocorrência da erosão.
4. Investigação por poços e sondagens e caracterização geotécnica das unidades pedológicas (inclusive com realização de ensaios).
5. Análise do comportamento das águas subsuperficiais, com determinação do volume das surgências.
6. Elaboração do projeto básico de contenção, envolvendo drenagem superficial e subsuperficial, terraplenagem e revegetação.
7. Acompanhamento da implantação da obra e adequações do projeto.
8. Programa de manutenção e conservação das obras executadas.

Na investigação do processo de assoreamento e no estabelecimento dos modelos fenomenológicos, deve-se levar em conta três aspectos básicos (OLIVEIRA *apud* CHASSOT & CAMPOS, 1999): o geomorfológico, porque o processo está ligado à modelagem do relevo; o pedológico, porque está intimamente associado aos diferentes tipos de solo e à dinâmica dos processos erosivos; e o hidrológico, porque o processo depende do comportamento hídrico dos terrenos, em particular, da relação entre as taxas de escoamento superficial e de infiltração.

No contexto de uma bacia hidrográfica, a produção de sedimentos é o que define o processo, sendo o parâmetro principal a ser determinado na investigação do processo de assoreamento. Depende da erosão total (laminar e linear) e da relação de liberação de sedimentos, que representa a parcela de sedimentos produzidos numa bacia que realmente atinge a sua desembocadura. Esta relação de liberação de sedimentos, por sua vez, depende de uma série de fatores, tais como as características hidrológicas da bacia (tempo de concentração, regime de cheias, greide e morfologia das drenagens), tamanho e distância das áreas-fonte até a saída da bacia, granulometria dos sedimentos, morfologia das vertentes, tipos de processos erosivos predominantes, uso e ocupação do solo, existência, quantidade e tamanho de lagos, açudes etc. que interceptam linhas de drenagem.

A *produção de sedimentos* pode ser determinada por dois métodos principais: *sedimentos em suspensão* e *volumes de assoreamento*. Neste tipo de investigação, é normal que haja aproximações, abordagens qualitativas e pressupostos associados, não se produzindo uma medida exata deste parâmetro.

O assoreamento talvez seja o processo mais complexo em termos de investigação, pois dificilmente representa um fenômeno isolado e independente. Ao contrário, é dependente de muitas variáveis do meio físico associadas às de uso e ocupação do solo, uma vez que representa a ponta final de uma cadeia de processos que envolvem a mobilização de sedimentos, passíveis de serem transformados em depósitos.

A análise dos processos de escorregamento pode ter, do mesmo modo que com os processos já citados (erosão e assoreamento), enfoque regional ou local, este último associado aos escorregamentos causados por obras civis e de mineração. Novamente, os modelos fenomenológicos têm sido o objetivo principal da investigação dos casos de escorregamentos (AUGUSTO FILHO *apud* CHASSOT & CAMPOS, 1999), que envolvem a caracterização geológico-geotécnica de superfície e subsuperfície, ensaios de campo e laboratório, instrumentação de encostas e taludes, ou ainda de feições de massas movimentadas ou em movimentação. Isto é associado a técnicas computacionais de tratamento e análise de dados, que fornecem uma aproximação ao modelo do fenômeno analisado, orientando, dessa forma, a análise de estabilidade, a qual, por sua vez irá fornecer parâmetros importantes para o conjunto de medidas preventivas e corretivas a ser aplicadas, que vão se traduzir em projetos de estabilização e obras de engenharia.

A investigação de um fenômeno de escorregamento, segundo AUGUSTO FILHO *apud* CHASSOT & CAMPOS (1999), se dá com a utilização de um ou vários dos métodos citados a seguir:

- *Investigação de superfície*: vistorias de campo, levantamentos topográficos e fotográficos;
- *Investigação de subsuperfície*: poços, trincheiras, sondagens a trado, a percussão e rotativas (métodos diretos); e métodos elétricos e sísmicos (métodos geofísicos indiretos).

As análises de estabilidade, segundo AUGUSTO FILHO *apud* BITAR (1995) servem para testar a fenomenologia do escorregamento, avaliar o ganho no fator de segurança, com a implantação de uma ou outra obra de estabilização, ou ainda para a modelagem da suscetibilidade das áreas analisadas.

Esses métodos de análise de estabilidade podem ser divididos em dois tipos principais: *equilíbrio-limite* e *tensão e deformação*. Envolvem o cálculo do fator de segurança, que por sua vez varia de acordo com determinadas geometrias, definidas basicamente pela altura e inclinação de taludes,

mecanismo de ruptura, além das características geológico-geotécnicas dos maciços.

Há métodos mais modernos que não utilizam o fator de segurança, e que consideram as incertezas e variações das propriedades geomecânicas que entram no cálculo da estabilidade de taludes. Procuram caracterizar o grau de estabilidade quanto às probabilidades de colapso, introduzindo conceitos quantificáveis de riscos incorporados a projetos de estabilização (GAMA *apud* BITAR, 1995).

De qualquer modo, tais métodos testam, iterativamente, o modelo fenomenológico e os parâmetros das obras propostas para contenção ou correção dos taludes instáveis, dependendo de dados de entrada como a caracterização geológico-geotécnica dos maciços e a formulação do modelo fenomenológico dos escorregamentos analisados, baseados na investigação realizada e em eventuais retroanálises de fenômenos já ocorridos.

É neste contexto que estão as geotecnologias ou medidas geotécnicas aplicadas à recuperação das áreas degradadas por mineração citadas anteriormente. Apenas após uma investigação e diagnóstico dos processos do meio físico atuantes em uma determinada área, com o estabelecimento de modelos fenomenológicos e o levantamento de indicadores (CHASSOT & CAMPOS, *op. cit.*) é que se poderá fazer o dimensionamento das medidas de recuperação ou estabilização do meio físico nas áreas degradadas.

4.2.4 Indicadores relativos aos processos do meio físico

Um indicador, de acordo com BITAR (1995) deve fornecer, através de um ou mais parâmetros, uma medida da magnitude da alteração sofrida por um processo do meio físico. BITAR *apud* BITAR (1995) apresenta alguns dos indicadores geológico-geotécnicos passíveis de aplicação na recuperação de áreas degradadas no meio urbano, quais sejam: feições erosivas de grande porte (ravinas e boçorocas); feições erosivas de pequeno porte (sulcos); feições de massas em movimentação (rastejos); feições de massas movimentadas (escorregamentos, corridas, etc.); oscilação nos níveis freáticos; dimensão do depósito de assoreamento; dimensão de uma pluma de

contaminação, no solo e nos aquíferos; grau de compactação do solo; grau de umidade do solo.

Ao longo deste capítulo, caracterizaram-se processos do meio físico relevantes ou passíveis de serem alterados pelas operações da mineração, em especial a que ocorre no contexto da bacia do Guarapiranga, bem como os mais alterados pelo abandono de áreas mineradas, no mesmo contexto. Nessa caracterização, bem como quando da síntese sobre métodos de investigação dos principais processos, deflagrados ou acelerados nas áreas abandonadas, notou-se uma tendência em associar parâmetros aos processos, de modo a dimensionar sua alteração e definir medidas para o controle e a recuperação das áreas por eles afetadas.

Pode-se resumir os indicadores mais utilizados na discussão sobre a degradação das áreas abandonadas analisadas e para a recomendação de medidas de estabilização nas áreas, tendo em vista os processos mais relevantes, no seguinte (TABELA 8).

TABELA 8 – Síntese dos indicadores sugeridos ou recomendados para a caracterização de alguns processos do meio físico (baseado em BITAR, 1995).

PROCESSOS	INDICADORES ÚTEIS
Erosão pela água	Feições erosivas de pequeno e grande porte; exposição do lençol freático.
Movimentos de massas (escorregamentos, rastejos)	Volume das massas movimentadas; posição do nível d'água, inclinação do talude; altura do talude; características geológico-geotécnicas do material (granulometria, coesão, resistência ao cisalhamento); presença de feições erosivas (extensão, profundidade, interceptação do freático).
Assoreamento	Dimensão do depósito (volume, extensão, localização).
Interações físico-químicas na água e nos solo	Parâmetros de qualidade da água: pH, sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, sólidos totais, etc.
Escoamento das águas de superfície	Configuração da rede de drenagem atual e pretérita; presença de barramentos; presença de vertedouros; situação da drenagem natural a jusante do barramento (presença ou ausência de água, depósitos de assoreamento); presença de aterros (bacias de decantação, bota-foras) sobre talvegues; situação da drenagem natural a jusante dos aterros (presença ou ausência de água, depósitos de assoreamento).
Movimentação das águas de subsuperfície	Pontos de afloramento do freático; feições erosivas associadas; depósitos de assoreamento; nível d'água a montante e a jusante da área minerada; situação dos poços e cacimbas a montante e a jusante da área minerada (secos ou reconstruídos, sinais de desmoronamentos, etc.)

Observação: muitos dos indicadores citados têm variações sazonais. Deve-se sempre considerá-los dentro do contexto da caracterização dos processos e seus parâmetros e fatores condicionantes (FORNASARI FILHO et. al. , 1992).

4.3 Considerações sobre a vegetação natural e a revegetação

São feitas considerações sobre a legislação que diz respeito à vegetação nativa predominantemente secundária existente no contexto da bacia do Guarapiranga, bem como sobre fundamentos da revegetação de áreas degradadas pela mineração.

4.3.1 A legislação sobre a vegetação no domínio da Mata Atlântica

O Decreto 750, de 10 de fevereiro de 1993, dispõe principalmente sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios médio e avançado de regeneração da mata atlântica.

No artigo 6º, estabelece que a definição de vegetação primária e secundária, nos estágios avançado, médio e inicial de regeneração será de iniciativa do Ibama, ouvido o órgão competente, e aprovada pelo Conama.

No artigo 3º, define mata atlântica como as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio da Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste.

Posteriormente, para fins de regulamentação do decreto, houve a Resolução Conjunta nº 1, de 31 de janeiro de 1994, do Conama e SMA-SP, seguida da Resolução Conjunta SMA/IBAMA/SP-1, de 17 de fevereiro de 1994, bem como a Resolução Conjunta nº 2, de 12 de maio de 1994.

Há, nessas regulamentações, entre outras determinações, uma definição dos estágios sucessionais da vegetação de mata atlântica, descritos a seguir.

Considera-se vegetação primária aquela vegetação de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimo, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécie.

A vegetação secundária das florestas ombrófilas e estacionais, em *estágio pioneiro de regeneração* se caracteriza por uma fisionomia campestre, com o predomínio inicial dos estratos herbáceos, podendo ocorrer os estratos arbustivos e a predominância de um ou de outro, posteriormente. As alturas dos arbustos não ultrapassam 2 m, com 3 cm de diâmetro no caule, ao nível do solo, não gerando produto lenhoso. Não ocorrem epífitas e as trepadeiras, quando presentes, são herbáceas. A camada de serapilheira é incipiente e descontínua. As espécies abundantes são heliófilas, incluindo forrageiras, exóticas e invasoras, sendo comum as seguintes, de acordo com a denominação coloquial extraída da legislação: vassoura ou alecrim, assa-peixe, cambará, leiteiro, maria-mole, mamona, arranha-gato, samambaias, lobeira e joá. A diversidade biológica é baixa, com poucas espécies dominantes.

O *estágio inicial de regeneração* caracteriza-se por: fisionomia que varia de savânica a florestal baixa, podendo ocorrer estrato herbáceo e pequenas árvores; estratos lenhosos variando de abertos a fechados, apresentando plantas com alturas variáveis; altura das plantas lenhosas estão situadas geralmente entre 1,5 a 8 m e o diâmetro médio dos troncos à altura do peito (1,3 m do solo) é de até 10 cm, apresentando pequeno produto lenhoso, sendo que a distribuição diamétrica das formas lenhosas apresenta pequena amplitude.

Ocorrem ainda epífitas pouco abundantes, representadas por musgos, líquens, polipodiáceas e tilândsias; trepadeiras, herbáceas ou lenhosas; serapilheira, contínua ou não, em camada fina pouco decomposta; podem ocorrer, no sub-bosque, plantas jovens de espécies arbóreas dos estágios mais maduros. Há uma diversidade biológica baixa, ocorrendo dez espécies arbóreas ou arbustivas dominantes.

As espécies vegetais mais abundantes e características são, segundo a denominação coloquial transcrita das resoluções: cambará, leiteiro, maria-mole, mamona, arranha-gato, falso-ipê, crindiúva, fumo-bravo, goiabeira, sangra d'água, lixinha, amendoim-bravo, embaúbas, pimenta-de-macaco, murici, mutambo, manacá ou jacatirão, capororoca, tapiás, pimenteira brava, guaçatonga, sapuva e caquera,

O estágio médio de regeneração apresenta, em todas as características citadas, aspectos que denotam maior evolução da mata, como a fisionomia florestal, com espécies arbóreas apresentando maiores e diferentes alturas, maiores diâmetros, maior quantidade de epífitas, com maior número de espécies (além de líquens e musgos, ocorrem hepáticas, orquídeas, bromélias, cactáceas, piperáceas, etc.); trepadeiras predominantemente lenhosas; serapilheira em camadas mais espessas; ocorrência de rubiáceas, mirtáceas, melastomatáceas e meliáceas; a diversidade biológica é significativa, ocorrendo a dominância de poucas espécies, geralmente de rápido crescimento. Pode ocorrer palmito, outras palmáceas e samambaias.

As espécies vegetais mais abundantes, além das citadas anteriormente são, de acordo com a denominação popular extraída da legislação: jacarandás, jacarandá-do-campo, louro-pardo, farinha-seca, aroeira, guapuruvu, burana, pau-de-espeto, cedro, canjarana, açoita-cavalo, óleo de copaíba, canafístula, embiras-de-sapo, faveiro, canelas, vinhático, araribá, ipês, monjoleiro, angelim, marinheiro, mamica-de-porca, tamboril, mandiocão, araucária, pinheiro-bravo, amarelinho, peito-de-pomba, cuvata, caixeta, cambui, taiúva, pau-jacaré, guaiuvira, angicos, entre outras.

O estágio avançado de regeneração se caracteriza pela fisionomia florestal fechada; grande número de estratos, com variedade de espécies arbóreas, cujas copas são horizontalmente amplas; alturas máximas maiores que 10 m, com distribuição diamétrica de grande amplitude, apresentando DAP médio maior que 20 cm; abundância de trepadeiras, epífitas e ervas; trepadeiras de espécies mais variadas e abundantes, lenhosas; serapilheira apresentando intensa decomposição; o sub-bosque é mais desenvolvido, com maior variedade de estratos arbustivos e herbáceos; a diversidade biológica é muito grande, devido à complexidade estrutural e ao número de espécies. Ocorrem, além das espécies citadas para os estágios anteriores, jequitibás, jatobás, pau-marfim, caviúna, paineira, guarantã, imbuia, figueira, maçaranduba, suiná ou mulungu, guanandi, pixiricas, pau-d'alho, perobas e guatambu, jacarandás, etc.

Basicamente, segundo o Decreto nº 750, fica proibida a supressão da vegetação primária ou em estágio médio ou avançado de regeneração, na área

de ocorrência da Mata Atlântica, exceto em casos de interesse público e social, mediante a aprovação de estudo de impacto ambiental. Esta anuência é concedida pelo Ibama, a partir de decisão do órgão estadual de meio ambiente, sendo informado, ainda, o Conama.

A supressão da vegetação em estado inicial de regeneração deverá, segundo o decreto, ser regulamentada pelo Ibama, ouvindo-se o Conema, nos Estados e informando-se ao Conama. Só não poderá ocorrer se a vegetação remanescente de mata atlântica, no Estado que requerer a supressão, for inferior a 5% da área original.

A Resolução Conjunta SMA/Ibama nº 2, de 12 de maio de 1994, estabelece, no seu artigo 9º, que é livre o corte ou a supressão de vegetação nativa secundária, em estágio pioneiro de regeneração.

Estabelece também que, em áreas urbanizadas, o corte ou supressão de mata em estágio inicial de regeneração têm autorização sob a competência do órgão ambiental estadual, obedecendo-se os condicionantes expressos na resolução. A mesma resolução determina o mesmo em áreas não efetivamente urbanizadas, exceto quando a área vegetada exerça função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle da erosão, ou, ainda, entre outros condicionantes que o órgão ambiental estadual tem que considerar, que a área vegetada objeto de pedido de corte ou supressão, não constitua corredor entre remanescentes de vegetação primária ou em estágio avançado de regeneração.

Essas observações e definições são particularmente importantes quando se discutem, tanto a situação atual da vegetação natural nas áreas degradadas por mineração, quanto as alternativas de recuperação e as possibilidades de uso futuro das mesmas. Não se pode perder de vista, no entanto, o restante da legislação ambiental aplicável e o disposto no código florestal, planos diretores municipais, legislações específicas de áreas protegidas, unidades de conservação, entre outras.

4.3.2 Considerações sobre revegetação em áreas degradadas pela mineração

Os fatores ambientais de influência geral sobre a vegetação são, segundo ITGE (1989) os climáticos, os edáficos e os topográficos.

Entre os fatores climáticos, são citados os que atuam diretamente sobre a cobertura vegetal, os quais são a radiação solar, a precipitação, a temperatura e o vento.

O solo é considerado, no trabalho supracitado, como um sistema físico-biológico que atua de forma complexa sobre a vegetação, uma vez que é fonte e depósito de água e nutrientes, além de conter o oxigênio necessário para a respiração das raízes e dos microorganismos que nele vivem. A partir disso, consideram que os fatores edáficos que podem resumir a influência do solo sobre a vegetação são a textura e estrutura, o conteúdo e disponibilidade de nutrientes para as plantas, a sua reatividade (relacionada principalmente com o pH) e a sua profundidade.

Os fatores topográficos, os quais exercem uma ação modificadora sobre os outros fatores ambientais citados, são, ainda segundo ITGE *op. cit.*, relacionados à altitude, declividade ou inclinação de encostas naturais ou taludes, a exposição (dada pelo ângulo de incidência da radiação solar), a orientação (em relação ao norte geográfico, a qual também influencia a incidência do sol) e as formas de relevo. Tais fatores atuam de forma integrada, podendo causar alterações microclimáticas que afetam o solo, menor ou maior exposição do substrato à radiação solar, menor ou maior capacidade de retenção de água e nutrientes no solo, além de influenciar a sua profundidade.

Com a instalação e desativação ou abandono da atividade mineira, ITGE (1989) enumera fatores físicos e químicos do substrato (solo) no qual se pretende que volte a desenvolver-se a vegetação, alterados de modo significativo pelas operações de mineração ou até por algumas atividades de recuperação, que envolvem movimentação de terra e uso de maquinário pesado. São eles:

- *Temperatura*: é condicionada pela quantidade de radiação solar recebida pelo substrato da vegetação, a qual depende do ângulo de

incidência dos raios, o qual é função da inclinação, da orientação em relação ao norte geográfico, da exposição aos diversos fatores climáticos e da situação da superfície do talude. Todos esses fatores são alterados com a modificação na forma e inclinação dos taludes construídos, nas cavas, bota-foras e bacias de decantação de uma área minerada.

- *Umidade*: este fator depende da água disponível, de origem pluvial ou de escoamento superficial, mas também depende da capacidade de retenção do substrato, fatores alterados pelas atividades de mineração. A mudança na geometria e inclinação de superfícies (taludes) favorecem o escoamento e não a infiltração, fazendo o substrato perder umidade. A compactação que ocorre nas superfícies planas (pisos das cavas, bermas, topo das bacias de decantação, acessos), devido à circulação de veículos, máquinas e equipamentos pesados, alteram propriedades do substrato fundamentais para a manutenção da umidade, tais como a permeabilidade, diminuindo também a umidade. A alteração das características dos materiais do substrato (granulometria, composição, etc.) também afetam a capacidade de retenção de água no solo, bem como a permeabilidade do substrato. Isto ocorre em bacias de decantação de rejeitos finos (argilas e silte), bem como nas cavas, em que há o afloramento de camadas mais profundas do solo, tais como o saprolito e a rocha alterada, ou ainda a própria rocha sã.
- *Aeração do solo*: este fator envolve a presença de oxigênio e gás carbônico no solo, o que afeta o crescimento das raízes, a existência de microorganismos, as reações químicas e a absorção de elementos nutritivos. É alterado pelo nível de compactação do solo, pela textura e estrutura do solo e pelo conteúdo em matéria orgânica, aspectos que são significativamente modificados pelas diversas operações de mineração.
- *Presença e disponibilidade de nutrientes*: fundamentais para a germinação e o desenvolvimento da vegetação, os macronutrientes tais como o nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio e potássio,

bem como os micronutrientes, tais como o ferro, manganês, boro, zinco e molibdênio, entre os mais comuns, normalmente tem suas concentrações alteradas de modo significativo com a atividade mineira, já que se suprime a vegetação preexistente, além dos solos superficial e orgânico, que juntamente com os fatores físicos supracitados, permitem o estoque e manutenção dessas substâncias (ITGE, 1989). O novo substrato, gerado após a atividade de mineração, carece da maior parte desses nutrientes, ou os têm de uma forma não passível de aproveitamento por parte de uma nova cobertura vegetal.

- *Acidez e alcalinidade:* o pH do solo é fator químico muito importante para a instalação e manutenção da vegetação, uma vez que condiciona a estrutura do solo, uma vez que influencia o estado de determinados nutrientes, permitindo que sejam assimilados, além de influenciar a velocidade e qualidade dos processos de umidificação e mineralização do solo, uma vez que também atua sobre a atividade de microorganismos. Acidez pode significar tornar o solo tóxico, com déficit de fósforo e diminuição da atividade microbiana e pH básico pode significar perda de nitrogênio e queda de micronutrientes.
- *Toxicidade:* está mais relacionada com atividades de mineração que envolvem a disposição de resíduos contendo metais pesados, tais como cobre, chumbo, zinco e níquel, ou outros metais, como o alumínio e o manganês.

Tendo esses fatores em vista, e considerando a sua complexa integração para viabilizar a instalação adequada da cobertura vegetal em uma área degradada de modo significativo, o mesmo trabalho (ITGE, 1989) cita alguns tipos de tratamento pelos quais devem passar os terrenos degradados, de modo a iniciar recuperação de condições propícias ao enriquecimento do substrato e do desenvolvimento de nova cobertura vegetal.

Considerando-se uma perspectiva imediata de restabelecimento de algumas condições básicas, citam-se: o aporte de elementos finos (argilas) e de matéria orgânica; semeadura com espécies de raízes profundas nos botaforas, de modo a alcançarem o nível d'água; criação de rugosidade em

superfícies rochosas muito lisas; escarificação de superfícies compactadas; compactação controlada de setores com material muito inconsolidado; medidas estruturais como remodelamento topográfico e drenagem; correção de inclinações nos taludes; adubação e calagem; semeadura de espécies leguminosas que permitem o enriquecimento do solo com macro e micronutrientes; adição de água; e implantação de vegetação tolerante, independentemente do caráter nativo ou exótico.

Tendo em vista as considerações anteriores sobre a mata atlântica, no caso das áreas degradadas em região de mata protegida e de proteção de mananciais, o ideal é serem criadas condições para se restabelecer uma sucessão secundária de espécies vegetais nativas, promovendo o desenvolvimento de comunidades vegetais estáveis, de acordo com os diversos estágios sucessionais de regeneração.

5 CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS ABANDONADAS SELECIONADAS PARA ESTUDO

As áreas selecionadas para a atualização realizada neste trabalho, como já mencionado, são as áreas consideradas de Prioridade 1 para recuperação, no trabalho de IPT (1997a) adicionadas de duas áreas antes consideradas ativas (IPT, 1997b) e atualmente abandonadas. São 32 áreas identificadas segundo os n^{os}: 01, 02, 03, 07, 08, 17, 18, 24, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 42, 45, 46, 53, 54, 59, 68, 69, 110, 112, 117, 121, 125, 128, 138d, 153, 154 e 155 (ANEXO A, QUADROS 1 e 7).

Ressalta-se que a área 112, em 1997, foi considerada erroneamente como de Prioridade 1, pois foi atribuída como pertencente a ela uma feição de escorregamento às margens do rio Embu-Mirim, que, na verdade, não tinha relação com a atividade mineira e seu abandono, estando, aliás, numa vertente distinta da área minerada, apesar de estar localizada no mesmo morro. Portanto, a área 112 foi considerada, neste trabalho, estabilizada ou recuperada, sendo ocupada atualmente por um campo de futebol.

Uma retrospectiva da degradação, em especial do meio físico, nas áreas consideradas em pior situação no levantamento de 1997, é importante para que se possa compará-las à situação atual, de acordo com o levantamento feito entre maio e julho do presente ano, comparação esta que se fará no capítulo subsequente.

5.1 A degradação do meio físico e da vegetação

A partir da análise das informações contidas no QUADRO 7 (ANEXO A) e da documentação fotográfica apresentada no Capítulo 6, a seguir, pode-se sintetizar a degradação, registrada em bibliografia (IPT, 1997a e b), segundo as alterações significativas nos processos do meio físico, nas 32 áreas selecionadas para estudo.

O processo **erosão pela água**, definido por suas feições mais características, tais como os sulcos, ravinas e boçorocas, em taludes remanescentes de lavra, em taludes de bacias de decantação e de bota-foras, ou nas superfícies das cavas remanescentes, em diversas dimensões e extensões em cada área, foi considerado importante fator de degradação em quase todas as áreas, quais sejam: 01, 02, 07, 08, 17, 18, 24, 31, 33, 39, 42, 45, 46, 53, 59, 68, 69, 110, 117, 121, 125, 128, 138d, 153, e 155. Nas áreas 01, 17, 33, 110, 138d e 155, foram registradas grandes ravinas, que podem alcançar 2 m de profundidade, em geral localizadas nas superfícies das antigas cavas ou a jusante delas, nos topos dos taludes remanescentes de lavra, e ao longo dos taludes, denotando concentração do escoamento das águas de superfície. Nas áreas 24, 45 e 153, foram também registradas boçorocas, assim definidas pelo porte e caráter remontante da feição, e existência de importantes ramificações, sugerindo fortemente a interceptação do lençol freático, ao menos em épocas de chuvas, quando o nível d'água sobe nesses locais. Deve-se ressaltar que em IPT (1997a), não se observou a presença de água nessas feições, em nenhuma das áreas, quando do levantamento de campo.

De qualquer modo, foram consideradas boçorocas e revelaram, tal como as outras feições registradas, uma drenagem superficial ineficiente dentro da área minerada, com concentração significativa dos fluxos superficiais, associada à ausência de cobertura vegetal e às altas inclinações dos taludes. Menos importância foi dada à erodibilidade do substrato, uma vez que, na maioria das áreas, havia a predominância de saprolito e de rocha alterada, menos suscetíveis à erosão, do que propriamente a ocorrência de maciço terroso. Tais processos prejudicaram inclusive áreas localizadas fora da área abandonada de mineração, em termos de uso do solo e da cobertura vegetal. Nas áreas 45 e 153, a degradação extrapolou os limites da área minerada, causando degradação importante a jusante.

O processo de **movimentos de massa e de blocos rochosos**, incluindo especialmente feições de escorregamentos planares e de queda de blocos, foi mencionado nas áreas 24, 69, e 121 (queda de blocos); nas áreas 07, 18, 31, 33, 39, 45, 53, 54, 117, 138d e 153 (predomínio de feições de

escorregamentos planares); e nas áreas 08, 32 e 42 (feições de escorregamentos e queda de blocos).

De fato, pelo que se pode depreender das características, citadas em IPT (1997a), dos setores das áreas em que ocorrem essas feições, trata-se de mobilização de saprolitos e/ou rocha alterada, condicionada por estruturas planares desfavoráveis à estabilidade (as rochas são muito estruturadas, com foliações, xistosidade e fraturamento nítidos), que ocorreu provavelmente de forma rápida, com geometria e volumes definidos. Foram provavelmente deflagrados por remoção de massa, devido aos cortes provocados pela lavra e pela erosão decorrente da exposição dos taludes, com alturas e inclinações muito grandes. Podem ser associados também fatores de sobrecarga, como o da água da chuva infiltrada no maciço ou do acúmulo de material depositado (resíduos domésticos, na maioria das vezes).

Nas áreas 01, 02, 07, 08, 35, 38, 39, 45, 117 e 121, os processos erosivos e de escorregamentos e/ou de movimentos de blocos, caracterizaram **situações de risco natural**, uma vez que há vias de acesso (estradas municipais) ou ocupação urbana por residências na proximidade imediata das áreas mineradas e, muitas vezes, no topo dos taludes em que houve movimentos de massa ou de blocos rochosos. Foram registradas, ainda, situações em que a área abandonada era freqüentada por habitantes locais, para atividades de lazer (onde havia campos de futebol instalados ou lagos remanescentes, por exemplo).

Risco natural é entendido como, de acordo com CERRI *apud* CHASSOT & CAMPOS (1999), a condição potencial de ocorrência de um processo natural (induzido ou não) que envolva perigo, perda ou dano ao ser humano e suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de processos naturais. As áreas em que essas situações foram registradas podem ser consideradas **áreas de risco natural**.

O processo de **assoreamento** foi sugerido nas áreas onde os processos erosivos foram supostos, na época da atividade, ou mesmo com o abandono da área, tão intensos a ponto de gerar depósitos, visíveis nas drenagens locais, ou ainda prováveis, nos cursos d'água mais importantes da bacia do Guarapiranga. Assim, foram citadas as áreas próximas das planícies de

inundação de rios e córregos, das suas margens e de talvegues relacionados à rede de drenagem local. São elas: 01, 07, 08, 17, 18, 24, 33, 35, 38, 39, 42, 45, 53, 54, 59, 117, 138d e 153.

Nas áreas 33, 45, 138d e 153, foram registrados processos erosivos intensos, na época do levantamento, havendo uma forte possibilidade de formação de depósitos (IPT, 1997a), no ribeirão Santa Rita (área 138d), no rio das Lavras (área 33), no rio do Caulim (área 45) e no córrego do Boi Certoiro (área 153).

O processo de **inundação** não foi registrado como alterado de modo significativo pelas 29 áreas abandonadas de mineração estudadas, por falta de evidências. Mas os depósitos de assoreamento, à medida que se intensificaram, certamente alteraram vazões e a capacidade de descarga das calhas, dos rios e córregos, podendo ter gerado episódios de inundação, ainda que lo calmente.

O processo de **escoamento das águas de superfície e movimentação das águas de subsuperfície** tiveram suas mais significativas alterações quando da escavação e construção de bacias de decantação e de bota-foras. Depois do abandono das áreas, houve provavelmente o restabelecimento de um equilíbrio, em especial do nível d'água freático. Este novo comportamento condicionou outros processos, como já mencionado, de escorregamentos e de erosão, aumentando sua importância após o abandono das áreas.

O escoamento superficial permaneceu se alterando, uma vez que ao gerar erosão, produzia mudanças freqüentes na superfície dos terrenos, o que, por sua vez, gerava novas alterações no escoamento.

O processo de **interações físico-químicas na água e no solo** foi registrado em IPT (1997a), quando houve uso seqüencial não controlado nas áreas, que se resumiu em disposição de resíduos sólidos domésticos e industriais. Tais depósitos produziam efluentes que alteraram significativamente propriedades do solo e da água. As áreas em que este processo estava ocorrendo são: 31, 32, 33 (disposição de resíduos industriais e atividade industrial), 35 e 38 (disposição de resíduos sólidos domésticos).

Em relação à vegetação, várias áreas apresentavam, de acordo com IPT *op. cit.*, um padrão de cobertura vegetal, em especial com gramíneas, *Pinus* e

Eucalyptus, além de outras espécies não identificadas, nativas ou exóticas. As áreas em que este padrão, adquirido de modo induzido ou espontâneo, foi registrado são: 01, 07, 08, 17, 31, 39, 45, 46, 54, 68, 69, 117, 121, 125, 128, 138d e 155 (ver Capítulo 6).

Um outro padrão identificado tem características do anterior, mas como ocorria influência de áreas florestadas próximas, em algum estágio de regeneração, distinguiram-se das primeiras. São elas: 42, 53 e 59 (ver Capítulo 6).

Nas áreas 18 e 32, pode-se observar a predominância de espécies vegetais nativas, uma vez que as fontes de propágulos são muito próximas (alguns metros), sendo essas fontes localizadas em áreas densamente florestadas, em estágio talvez médio a avançado de regeneração. Nelas, apesar de terem ainda ocorrerem feições de erosão e escorregamentos, essas são localizadas, não tendo impedido a vegetação de se instalar e consolidar.

Finalmente, nas áreas 02, 24, 33, 35, 38, 110 e 153, foi registrado em IPT *op. cit.* pouca ou nenhuma cobertura vegetal, uma vez que ocorria uma conjunção de fatores tais como presença de substrato rochoso alterado, com superfícies muito inclinadas, processos do meio físico atuantes de forma intensa, seja pelo abandono da área, seja pelo uso seqüencial dado a ela, além da distância de áreas florestadas, fontes de propágulos de vegetação nativa.

6 RESULTADOS

São apresentados os resultados obtidos com a atualização, feita no presente ano (entre maio e julho) dos dados das áreas consideradas de Prioridade 1 para recuperação em IPT (1997a), cuja situação, em 1997, foi sintetizada nos capítulos anteriores e detalhada no QUADRO 7 (ANEXO A). A documentação fotográfica de 1997, no entanto, para efeito de comparação com a produzida este ano, é apresentada neste capítulo.

Faz-se uma síntese dos aspectos relativos à degradação e à recuperação, quando ocorreu, bem como das medidas propostas para a estabilização do meio físico e recuperação provisória das áreas ainda degradadas.

Revê-se, finalmente, tendo em vista os novos dados, a hierarquia das áreas selecionadas, quanto à prioridade de recuperação.

6.1 Diagnóstico atual da degradação nas áreas abandonadas selecionadas

São descritas individualmente, a seguir, as 30 áreas consideradas de Prioridade 1 no trabalho do IPT (1997a), cujos dados são atualizados neste trabalho.

A área 112 não foi documentada fotograficamente, em 1997 e em 2000. Portanto, não foi descrita como as demais. Adianta-se que foi considerada recuperada, sendo ocupada por um campo de futebol, como já mencionado no Capítulo 5.

As áreas são identificadas pelo *número* (coincidente com IPT, 1997a e QUADRO 1, ANEXO A; e FIGURA 4), pelas *coordenadas UTM e bem mineral extraído*; à *degradação observada*, traduzida pelos *processos do meio físico deflagrados ou acelerados* pela atividade e seu abandono; às *medidas de controle e recuperação*, de execução a médio e longo prazos

(preferencialmente dentro do limite de dois anos); aos *estudos básicos* necessários à execução das medidas, em especial as de aplicação em médio e longo prazos; e ao *tipo de ocupação ou atividade atual na área*.

Além disso, são feitos breves comentários sobre a situação da cobertura vegetal, associada ou não a uma maior estabilidade do meio físico na área. Procura-se chamar atenção aos aspectos de regeneração da vegetação observados quando da atualização dos dados, em diversas áreas. Esses aspectos são importantes, à medida que, muitas vezes, inviabilizam uma intervenção no meio físico, dado o seu porte e densidade, embora haja ainda uma situação de alguma instabilidade, em especial de taludes remanescentes de lavra.

Ressalta-se que as áreas foram reagrupadas de acordo com a sub-bacia hidrográfica à qual pertencem, de jusante para montante na margem esquerda, e de montante para jusante na margem direita, em relação ao reservatório. Finalmente, são apresentadas as áreas dentro do domínio do reservatório, ou localizadas nas suas margens. Portanto, apresentam-se as áreas pertencentes à sub-bacia do rio Embu-Mirim, seguidas das pertencentes à do rio Embu-Guaçu, passando-se às sub-bacias menores da margem direita e finalmente ao domínio do reservatório.

A área 128, como se verá adiante, está em processo de recuperação, com a implantação de aterro de resíduos inertes na área do lago e adjacências. Entretanto, ao lado dela, a área antes ativa, denominada 154, tornou-se abandonada, tendo sido incorporada às áreas abandonadas descritas neste trabalho, como já mencionado.

Do mesmo modo, a área 03, antes ativa, vizinha da área 01 e pertencente à mesma propriedade (FIGURA 4), está atualmente abandonada, segundo informações verbais dos moradores locais. Foi incluída, portanto, nesta atualização, como também já citado anteriormente.

Ao todo, são analisadas 32 áreas de mineração neste trabalho.

Sub-bacia do rio Embu Mirim

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	24
COORD.UTM	310300;7381600
BEM MINERAL	Material de empréstimo (pode ter ocorrido extração de areia e o material foi exportado para beneficiamento em outra área).
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão, com a existência de uma ravina ativa; queda de blocos de rocha alterada; assoreamento da planície do rio Embu-Mirim.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Houve trabalhos de retaludamento na área, deixando, entretanto, o talude superior (acima do campo de futebol) e o inferior (abaixo do campo, onde está a ravina) com altura e inclinação excessivas. No topo, ocorrem residências de bairro consolidado. Na base, a planície do rio Embu-Mirim. Deverá haver, tal como em 1997, contenção da ravina, de modo a interromper o processo erosivo, de assoreamento e de instabilização deste talude; instalação de sistema de drenagem e cobertura vegetal.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Viabilidade de abatimento do talude inferior, de modo a interromper o processo erosivo e estabilizar o talude; dimensionamento do sistema de drenagem para toda a área; definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Na área, campo de futebol e residência de caseiros. Ao redor, ocupação urbana e rodovia (BR-116).

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997



24-1



24-2



24-3

24-1: Vista da área remanescente de escavação, em que a área ocupada pelo campo de futebol foi aterrada parcialmente, restando um talude intermediário, de pequena altura, uma berma de largura variável e um talude superior, de 15 m de altura, aproximadamente.

24-2: Cabeceira de ravina grande, localizada a jusante da foto anterior, em talude inferior de pelo menos 10 m de altura.

24-3: Ravina grande (continuação da feição, a jusante da 24-2). Os sedimentos transportados nesse processo são depositados na várzea do rio Embu-Mirim, que margeia a área.

Sub-bacia do rio Embu Mirim - Área 24


DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Vista da área que é parcialmente mostrada na foto 24-1, em que são notados aspectos do talude remanescente de lavra. Os taludes continuam suscetíveis à erosão, porém não há indicadores de movimentos de massa recentes.



Ravina relativa às fotos 24-2 e 24-3, que permanece ativa, com esparsa cobertura vegetal nos taludes, a qual é constantemente removida, devido à desagregação do solo. Na parte superior desta foto, aparece a várzea do rio Embu-Mirim, onde são depositados os sedimentos desagregados nesta área.



IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	125
COORD.UTM	308050;7380450
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão generalizada nos taludes remanescentes de lavra, não intensa, uma vez que o aspecto é semelhante ao de 1997. Houve um crescimento da vegetação exótica plantada e/ou desenvolvida espontaneamente, em especial nos taludes da antiga bacia de decantação, auxiliando na sua estabilização. Não foram observadas feições erosivas neste setor, fato que ocorria em 1997.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Houve aterro da área referente à cava, mas não houve trabalhos de retaludamento, drenagem e proteção superficial, na antiga frente de lavra. Deverá ocorrer abatimento do talude, no limite com a área 121, instalação de sistema de drenagem e proteção superficial.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; e definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Há apenas a residência dos caseiros. É propriedade particular não cercada.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>125-1</p>	<p>125-1: Talude remanescente da antiga cava, parcialmente aterrada. Este talude é o limite com a área 121, encontrando-se instável em ambos os lados, com feições erosivas em toda a sua extensão.</p>
 <p>125-2</p>	<p>125-2: Talude da antiga bacia de decantação de rejeitos, pobremente coberta de vegetação. Não foram observadas feições relativas a processos do meio físico. Na base deste talude, ou à direita na foto, passa uma estrada municipal.</p>

Sub-bacia do rio Embu-Mirim – Área 125

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Vista dos taludes remanescentes de lavra e da cava aterrada e revegetada, em parte espontaneamente. Em relação a 1997, como se pode notar, houve crescimento de árvores e uma maior cobertura vegetal de capim. Aparentemente, não houve intensificação dos processos erosivos e de escorregamentos.

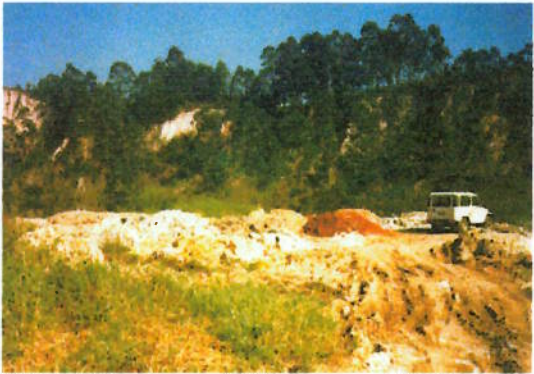

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	54
COORD.UTM	314825;7376800
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão remontante das margens do lago relativo à cava, pouco intensa, tendo em vista o aspecto atual em relação a 1997; assoreamento natural e poluição das águas por esgotos domésticos, em períodos de inundação do rio Embu-Mirim.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização dos taludes das margens; instalação de sistema de drenagem, que conduza as águas pluviais para o lago; instalação de proteção superficial; sinalização de profundidade no lago e avisos de perigo à natação, entre outras atividades que possam ser desenvolvidas no lago; e análise e controle da qualidade da água. Há um projeto de estabilização da área através de aterro de inertes, que já teve início, apesar das pendências relativas ao licenciamento da atividade. Tal medida leva à extinção das margens e do lago, o que interromperá os processos atuantes, devido ao abandono da área minerada.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Projeto de recuperação por aterro de inertes.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Há uma olaria ativa na propriedade e disposição de resíduos inertes em uma das margens do lago.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>54-1</p>	<p>54-1: Taludes da margem do lago, referente a antiga cava, verticais ou com inclinações negativas e pobremente coberto de vegetação. O lago está localizado na planície de inundação do rio Embu-Mirim.</p> <p>54-2 Vista da margem direita do lago relativo à antiga cava, onde se encontrava uma draga, denotando atividade extrativa esporádica.</p>
 <p>54-2</p>	

Sub-bacia do rio Embu-Mirim – Área 54

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Lago que ocupa antiga cava de extração de areia, na planície de inundação do rio Embu-Mirim. À direita (seta indicadora), ocorre atualmente um aterro de resíduos inertes, ainda não completamente regularizado. O proprietário da área pretende aterrar completamente o lago. A olaria que ocupa parte da área continua ativa a extração esporádica de areia que havia em 1997, aparentemente não funciona mais.

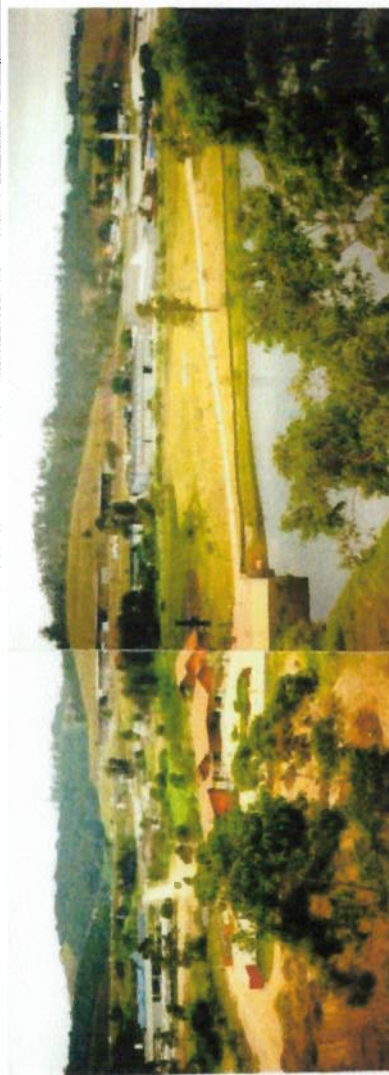
IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	117
COORD.UTM	310550;7382400
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão localizada em alguns taludes construídos, com perda da proteção superficial.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Houve a instalação de um parque municipal denominado Francisco Rizzo, a partir de projeto contratado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente. A área encontra-se recuperada definitivamente, já que houve a instalação de um novo uso.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Não são necessários. Já houve estudos para estabilização de taludes, aterro parcial do lago e regularização de suas margens.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Parque Municipal Francisco Rizzo.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>117-1: Vista para os taludes mais instáveis, parcialmente submersos no lago referente à antiga cava</p>	 <p>117-2: Vista para a antiga bacia de decantação, aterrada e revegetada com capim.</p>

Sub-bacia do rio Embu-Mirim – Área 117

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000




Vista da antiga área de lavra, onde houve a construção de um parque municipal. Ocorreu a manutenção do lago, com regularização de suas margens, retaludamento, com formação de taludes e bermas, instalação de sistema de drenagem e revegetação com gramineas. Em primeiro plano, área vizinha à do parque municipal, sendo aterrada com material de bota-fora das obras do Rodoanel Metropolitano.




Vista a partir do topo do antigo talude de lavra, mesmo ponto de vista da foto 117-2. Na área relativa à antiga bacia de decantação, à direita na foto, foi instalada a sede do Parque Municipal Francisco Rizzo. Nota-se ainda as margens regularizadas do lago, no centro da foto.

Ribeirão da Lagoa, sub-bacia do rio Embu Mirim

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	07
COORD.UTM	313800;7375550
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão generalizada de talude remanescente de lavra e queda de blocos de rocha alterada, fornecendo sedimentos para o ribeirão da Lagoa. Em relação a 1997, os processos erosivos se intensificaram, expandindo-se por toda a encosta.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Construção de taludes e bermas; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Ocupação rural (pastagem).
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
	<p>07-1: Vista do talude remanescente de lavra, com feição de massa movimentada da base ao topo. Em primeiro plano, margem do ribeirão da Lagoa, aparentemente retificado ao longo das áreas 07, 08 e 53, com a construção de taludes e berma, e revegetação com gramíneas.</p>

Ribeirão da Lagoa, sub-bacia do rio Embu Mirim – Área 07**DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000**

Vista para o talude remanescente de lavra de areia, com feições erosivas ao longo de sua extensão. O processo erosivo se intensificou em relação a 1997. Em primeiro plano, as árvores estão sobre a margem do ribeirão da Ressaca, que passa ao longo da área.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	08
COORD.UTM	313600;7375400
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão generalizada no talude remanescente de lavra e queda de blocos de rocha alterada, com fornecimento de sedimentos ao ribeirão da Lagoa.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Construção de taludes e bermas; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Ocupação rural (pastagem).
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
	<p>08-1: Talude remanescente de lavra, com feições erosivas e de massas movimentadas em rocha alterada. Em primeiro plano, trecho retificado, com acerto de margens e revegetação, do ribeirão da Lagoa.</p>

Ribeirão da Lagoa, sub-bacia do rio Embu Mirim – Área 08

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Vista para o antigo talude de lavra de areia, onde se observa que, em relação a 1997, houve intensificação do processo erosivo e a retirada da vegetação de cobertura.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	53
COORD.UTM	314050;7376250
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	A área não teve acesso permitido, mas do que se observou à distância, a situação é muito semelhante à de 1997. Continua a ocorrer erosão e escorregamentos pouco intensos em taludes subverticais e irregulares remanescentes de lavra, nos quais não houve trabalhos de retaludamento; e assoreamento de drenagens naturais, em região de nascentes.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Houve aterro da antiga cava, mas não ocorreram trabalhos de retaludamento. Deverá ocorrer o abatimento dos taludes, com a construção de bermas e taludes de geometria estável; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial, por cobertura com espécies nativas, em especial na área de cabeceira de drenagem, onde há mata densa regenerada.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; e definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. Há residências de caseiros e ruínas de uma olaria desativada. A propriedade é parcialmente cercada e vizinha de outras áreas abandonadas de mineração (07 e 08), além de outras propriedades residenciais e mata.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997



53-1



53-3



53-2

53-1: Talude remanescente de lavra, em cava parcialmente aterrada. Ocorrem feições erosivas e de massas movimentadas.

53-2: O mesmo da foto anterior, com nítidas feições erosivas e feições de massas movimentadas (de escorregamentos planares).

53-3: Área de nascente e captação, remanescente da atividade e com taludes íngremes recobertos espontaneamente por vegetação, de maior porte, em estágio inicial de regeneração.

Ribeirão da Lagoa, sub-bacia do rio Embu Mirim – Área 53

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000

Não há documentação fotográfica relativa ao ano 2000, pois o acesso à área não foi permitido.

Ribeirão da Ressaca, sub-bacia do rio Embu Mirim

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	59
COORD.UTM	307450;7381425
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão nos taludes remanescentes de lavra e no aterro relativo à cava. Assoreamento, menos intenso atualmente, do ribeirão da Ressaca.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Os trabalhos de retaludamento que ocorreram na área não são mais notados, devido à erosão retrogressiva, que fez os taludes recuarem e as bermas serem destruídas. Devem ser construídos taludes e bermas, instalar um sistema de drenagem e proteção superficial. A bacia de decantação encontra-se recuperada, apesar de pobremente coberta de vegetação.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial, levando em conta que a área é vizinha de morros de mata densa, regenerada. A vegetação exótica predomina dentro da área minerada.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Campo de futebol na antiga bacia de decantação e residência de caseiros. A propriedade atualmente está cercada.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997



59-1



59-3



59-2

59-1: Talude remanescente de lavra, com feições erosivas (ravinas pequenas) em toda sua extensão.

59-2: Taludes remanescentes de lavra, parcialmente coberto de vegetação predominantemente exótica que ocorre na vizinhança imediata da área. Ocorrem feições erosivas antigas (ravinas pequenas e médias).

59-3: Área de antiga bacia de decantação, construída sobre planície de inundação do ribeirão da Ressaca, pobremente revegetada com gramíneas, também de modo espontâneo.

Ribeirão da Ressaca, sub-bacia do rio Embu Mirim – Área 59

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Vista dos taludes remanescentes de lavra, onde são observadas feições erosivas em toda a extensão. A situação atual é muito semelhante à de 1997, concluindo-se que o processo erosivo está ativo, porém não intenso, talvez devido às características do substrato (rocha alterada ou saprolito). A cobertura vegetal continua pobre e esparsa, com espécies arbóreas exóticas e nativas, apesar de ocorrer, na vizinhança, mata densa, constituindo rica fonte de propágulos de espécies vegetais nativas.



Ribeirão da Ressaca, à esquerda e embaixo na foto. À direita, há o talude da antiga bacia de decantação, que foi construído sobre uma das margens do ribeirão. O uso atual da área não se alterou (campo de futebol e propriedade particular, com residência de caseiros) em relação a 1997, nem tampouco a cobertura vegetal (capim e árvores esparsas).

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	69
COORD.UTM	308825;7380600
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Há feições erosivas ao longo do talude relativo à antiga frente de lavra, mas aparentemente não evoluíram desde 1997. Não há evidências de movimentos de massa recentes. No aterro relativo à cava, coberto atualmente de vegetação, não foram observadas novas feições erosivas.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	A área pode ser considerada recuperada provisoriamente, já que não foi definido um novo uso, pois não foram observados processos do meio físico atuando de modo não significativo. A vegetação exótica que foi plantada ou se desenvolveu espontaneamente teve crescimento expressivo, em razão do meio físico ter se estabilizado.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Não necessários, a menos que seja definido um novo uso.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. É propriedade particular cercada, com residência de caseiros.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>69-1</p>	 <p>69-3</p>
 <p>69-2</p>	<p>69-1: Talude remanescente de lavra, com feições erosivas, praticamente sem cobertura vegetal por causa da natureza do substrato (rocha alterada ou saprolito) e pela geometria (alta inclinação). Nas proximidades do topo deste talude, passa uma estrada municipal.</p> <p>69-2: O mesmo que a foto anterior, porém sem a proximidade com a estrada.</p> <p>69-3: Área da antiga cava, parcialmente aterrada, provavelmente com rejeitos, onde ocorrem feições erosivas. Houve revegetação induzida e espontânea de gramíneas e espécies exóticas (<i>Pinus</i>).</p>




Ribeirão da Ressaca, sub-bacia do rio Embu Mirim – Área 69**DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000**

Talude remanescente de lavra ao fundo, cujo topo está dentro da propriedade particular, cercada e fechada. Em relação à 1997, a vegetação exótica teve crescimento expressivo, fornecendo cobertura para a antiga área de cava, aterrada.



Estrada municipal, localizada na vizinhança do topo do talude em continuidade com o talude da foto anterior. Apesar da proximidade (nem uma dezena de metros) entre o talude subvertical e a estrada, ocorre densa cobertura vegetal no seu topo (esquerda na foto). Além disso, a própria estrada resulta num canal de drenagem de águas pluviais, as quais contornam o topo do talude neste setor, diminuindo muito a possibilidade de erosão remontante, do talude para a estrada.

Ribeirão Mato Dentro, afluente do ribeirão da Ressaca, sub-bacia do rio Embu Mirim

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	68
COORD.UTM	308500;7380200
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão generalizada, ainda que pouco intensa, nos taludes remanescentes de lavra e no aterro relativo à antiga cava, tal como em 1997, tendo provocado um recuo dos taludes e destruição de algumas bermas antes existentes.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Construção de taludes e bermas, instalação de sistema de drenagem e proteção superficial.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Atualmente, apenas duas residências de caseiros e horticultura.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>68-1</p>	 <p>68-3</p>
 <p>68-2</p>	<p>68-1: Vista da antiga cava, parcialmente aterrada e taludes remanescentes ao fundo, onde ocorrem feições erosivas. A área está parcialmente coberta de vegetação, que sofreu queimadas.</p> <p>68-2: Outra vista da antiga cava, com taludes subverticais e bermas ao fundo, sem cobertura vegetal e com presença de feições erosivas em saprolito.</p> <p>68-3: Aspectos da área da antiga cava aterrada, provavelmente com rejeitos e a escassa cobertura vegetal, ocupada por um campo de futebol.</p>

Ribeirão Mato Dentro, afluente do ribeirão da Ressaca, sub-bacia do rio Embu Mirim – Área 68

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Taludes remanescentes de lavra, constituído de rocha alterada e saprolito, cujo aspecto se assemelha muito ao de 1997, apesar de ter havido evolução dos processos erosivos, ainda que de pouca intensidade. A cobertura vegetal é pobre e em relação a 1997, houve uma regeneração, uma vez que tinha ocorrido queimada na época do levantamento anterior.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	121
COORD. UTM	308300;7380400
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão generalizada nos taludes da antiga frente de lavra e da bacia de decantação de rejeitos, com assoreamento local de drenagem pré-existente; as massas movimentadas, observadas em 1997, não evoluíram e também sofrem erosão. A situação é muito semelhante à do levantamento anterior, demonstrando pouca intensidade dos processos.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Abatimento do talude, principalmente no limite com a área 125; construção de bermas e taludes ao longo do restante da antiga frente de lavra; regularização do talude da bacia de decantação, principalmente ao longo do lago; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial; regularização das margens do lago; impedimento do acesso à base do talude principal; sinalização de profundidade e de perigo à natação, no lago.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial; batimetria do lago.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. É propriedade particular aberta, ocorrendo invasões freqüentes de moradores locais (especialmente crianças).

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997



121-1



121-3



121-2

121-1: Talude remanescente de lavra, subvertical e sem cobertura vegetal.

121-2: Outra vista, observando-se o lago, de profundidade desconhecida, relativo à antiga cava. Atrás, está a área 125. O talude tem pouca espessura (alguns metros) representando uma espécie de dique de separação entre as áreas.

121-3: Vista para a antiga bacia de decantação recoberta de gramíneas.


Ribeirão Mato Dentro, afluente do ribeirão da Ressaca, sub-bacia do rio Embu Mirim – Área 121

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Vista para o talude remanescente de lavra, a cava inundada e, à esquerda, uma extremidade da antiga bacia de decantação, que sofreu erosão. O talude apresenta feições erosivas e de movimentos de massa semelhantes às observadas em 1997, o que leva à conclusão de que os processos está ocorrendo, ainda que de forma pouco intensa. A cobertura vegetal continua pobre, dada por gramíneas e alguns arbustos, o lago continua sem margens regulares e a área permanece aberta, configurando área de risco.

Ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	35	
COORD.UTM	313700;7361525	
BEM MINERAL	Caulim	
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Não são observados processos do meio físico atuantes em superfície, nem devido ao abandono da área minerada, nem ao novo uso (depósito de resíduos domésticos finalizado). Durante a disposição dos resíduos, de acordo com o observado em 1997, houve impacto nas interações físico-químicas na água e no solo, por causa da percolação de chorume e escoamento, diretamente sobre o solo, em direção ao ribeirão Santa Rita.	
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Observação visual de processos erosivos e de movimentos de massa no depósito; análise físico-química de águas (superficiais e subterrâneas) e do solo.	
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Diagnóstico da contaminação do solo e águas; estudos relativos à remediação do solo e eliminação ou controle das fontes de contaminação.	
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Depósito de resíduos sólidos domésticos de Embu-Guaçu, finalizado. A área se encontra cercada e fechada, com sistema de drenagem de águas pluviais, tanque de coleta de chorume, tubulação para escape de gases e proteção superficial de gramíneas (capim). A área pode ser considerada recuperada de modo definitivo, com as devidas ressalvas, do ponto de vista da mineração.	
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997		
	35-1	35-1: Área relativa a antiga cava de extração de caulim, ocupada por depósito de resíduos domésticos municipais, ocorrendo geração de chorume e, portanto, alterações no processo de interações físico-químicas na água e no solo. O líquido flui na direção do ribeirão Santa Rita, que passa ao largo da área.

Ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 35**DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000**

Área relativa a antiga cava de caulim, aterrada com resíduos sólidos domésticos e recoberta com vegetação (gramíneas). O aterro já se esgotou e a área encontra-se atualmente cercada e com aviso de proibição de lançamento de resíduos. O talude remanescente de lavra aparece ao fundo, parcialmente coberto de vegetação.



Talude do aterro de resíduos domésticos que ocupou a área relativa à foto 35-1, de 1997. Esta foto foi tirada a partir do mesmo ponto da foto citada. Em relação àquele ano, pode-se concluir que a área teve disposição de resíduos mal conduzida, uma vez que havia geração de chorume e escoamento para o ribeirão, sem coleta e tratamento. Com o fechamento do aterro, houve a instalação de rede de drenagem de águas pluviais, de chorume (com um tanque de coleta de chorume, localizado na base do talude desta foto) e tubulação para escape de gases. Com certeza, houve contaminação do solo e águas durante a disposição. Do ponto de vista da área minerada, a cava foi aterrada e o talude remanescente foi parcialmente coberto, não ocorrendo atualmente processos erosivos ou movimentos de massa.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	110	
COORD.UTM	313850;7360150	
BEM MINERAL	Material de empréstimo	
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão significativa dos taludes e superfícies remanescentes da extração, com fornecimento de sedimentos para o córrego local, contribuinte do ribeirão Santa Rita. As ravinas são remontantes em direção à estrada municipal, tendo se estendido e aprofundado , desde 1997.	
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Reafeiçoamento topográfico da área, com correção das erosões; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial, inclusive no talude a jusante, tal como recomendado em 1997.	
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial.	
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. A área é propriedade particular cercada. Na propriedade vizinha, ocorre horticultura.	
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997		
<p>Não há documentação fotográfica relativa a essa época (IPT, 1997a).</p>		

Ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 110

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Área de antiga extração de material de empréstimo (solo saprolítico) com feições erosivas significativas (ravinas) remontantes à estrada municipal que se localiza a poucos metros da área (parte superior da foto). Em relação a 1997, as ravinas tornaram-se mais profundas e mais extensas para montante.



Talude de extração de solo localizado a jusante da foto anterior. Não se intensificou o processo erosivo, nem houve movimentos de massa.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	138d
COORD.UTM	309100;7353000
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão retrogressiva muito significativa, nos taludes remanescentes da lavra; movimentos de massa localizados; erosão dos depósitos de areia e mica, em parte associados à antiga lavra; contribuição importante em sedimentos para o ribeirão Santa Rita, distante poucos metros da base dos taludes; comprometimento da vegetação em regeneração do topo da encosta instável, tal como 1997.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização da encosta, com construção de bermas e taludes; obras de contenção, se necessárias; instalação de sistema de drenagem e revegetação da encosta, de preferência com espécies nativas.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da revegetação da encosta.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Área de beneficiamento e da administração da Sociedade Caulinita, cuja lavra ocorre em área vizinha, na margem oposta do ribeirão Santa Rita (área 138, ativa).
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>138-1: Talude remanescente de lavra, com a ocorrência de grandes feições erosivas (ravinas) e feições de massas movimentadas (no topo). O talude é constituído de rocha alterada (pegmatito) friável.</p>	 <p>138-3: Outra vista da área da antiga lavra, cuja superfície encontra-se coberta de sedimentos transportados dos taludes. Alguns metros à direita, está o ribeirão Santa Rita.</p>
 <p>138-2: Aspecto do depósito atual de areia, relativo à lavra ativa, vizinha (Sociedade Caulinita Ltda.).</p>	 <p>138-4: Antigo depósito de areia e mica (rejeitos do beneficiamento), com ravinas e cobertos de capim e espécies exóticas (<i>Pinus</i>).</p>

Ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 138d**DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000**

Taludes remanescentes de lavra de caulim (em pegmatito alterado) sofrendo intenso processo erosivo, em situação piorada em relação a 1997. Esta área localiza-se às margens do ribeirão Santa Rita e a foto é um detalhe do fundo da foto 138-3, de 1997.



Vista para a antiga frente de lavra (outro ângulo em relação à vista apresentada na foto 138-1, de 1997), onde se observa intenso processo erosivo, com formação de ravinas grandes em toda a extensão da encosta. Há também sinais de escorregamentos recentes.

Córrego do Filipinho, afluente do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	01
COORD.UTM	314650;7365025
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão retrogressiva significativa e generalizada dos taludes próximos à estrada vicinal de acesso à estrada Itapeperica da Serra - Embu-Guaçu. Os movimentos de massa são localizados.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização de taludes; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. Residência de caseiros. Existia, em 1997, atividade de retirada de material de empréstimo em parte da área, o que não ocorre mais, segundo informações verbais de moradores locais.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>01-1</p>	 <p>01-3</p>
 <p>01-2</p>	<p>01-1: Talude relativo à antiga cava, parcialmente aterrada. Ocorrem feições erosivas (ravinas) de grande porte ao longo de toda a extensão do talude, remontantes à estrada intermunicipal (Embu-Guaçu - Itapeperica da Serra).</p> <p>01-2: Aspecto de talude remanescente de antiga cava aterrada. Ocorrem algumas feições de massas movimentadas e cobertura vegetal de gramíneas no aterro da cava, e espécies de maior porte, no topo do talude.</p> <p>01-3: Depósito remanescente de rejeitos do peneiramento (areia muito grossa e seixos). Não há cobertura vegetal e os sedimentos inconsolidados são constantemente transportados, pela água.</p>

Córrego do Filipinho, afluente do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 01



DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000





Vista para os taludes remanescentes de lavra, a partir do mesmo ponto de vista da foto 01-1, de 1997. Continua ocorrendo processo erosivo, predominantemente, por toda a extensão dos taludes. A estrada municipal está a poucos metros do topo, à direita na foto.



Vista para a planície de inundação do rio Embu-Guaçu, a partir do depósito de areia apresentado na foto 01-3, de 1997. Esta planície margeia o morro onde ocorre a área abandonada. Não se observa, no entanto, contribuição importante de sedimentos desagregados pela erosão na área. Ocorre confinamento dos sedimentos, devido à existência da cava, parcialmente aterrada, observada na foto anterior.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	03
COORD.UTM	314800;7365100
BEM MINERAL	Material de empréstimo
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Processos erosivos pouco significativos.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Regularização da superfície da área; instalação de sistema de drenagem; reposição de solo superficial e revegetação.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Dimensionamento do sistema de drenagem e definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. É propriedade particular com uma residência de caseiros.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000	
	<p>Vista geral da área, de sul para norte, em que são observados os aspectos remanescentes da movimentação de terra para extração de solo saprolítico e saprolito. Ocorre processo erosivo, mas não é intenso.</p>
	<p>Outra vista da área, de norte para sul. Os trabalhos de recuperação se resumem em regularização da superfície do terreno, instalação de sistema de drenagem, colocação de solo superficial e orgânico e revegetação.</p>

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	02
COORD.UTM	314850;7364950
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Do que se pode observar a partir da entrada da área, os taludes subverticais estão estáveis, apesar das feições erosivas na sua superfície, não tendo recuado em direção à estrada Itapecerica da Serra - Embu-Guaçu, como previsto em 1997. A área pode ser considerada estabilizada de modo espontâneo
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Observação visual da erosão nos taludes.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Não necessários, a menos que se pretenda instalar um novo uso.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Área de lazer, com campo de futebol; Aparentemente, não ocorre mais disposição de resíduos predominantemente inertes, na entrada da área, que se encontra atualmente cercada e fechada.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>02-1</p>	<p>02-1: Talude remanescente de lavra, com feições erosivas em toda sua extensão. A alguns metros do seu topo, ocorre estrada intermunicipal Embu-Guaçu - Itapecerica da Serra. O campo de futebol ocupa área de antiga cava, parcialmente aterrada.</p>
 <p>02-2</p>	<p>02-2: Entrada da área, onde estavam dispostos resíduos diversos, predominantemente inertes.</p>

Córrego do Filipinho, afluente do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 02

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000

Não há documentação fotográfica relativa ao ano 2000, pois o acesso à área não foi permitido.

Rio das Lavras, afluente do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	18
COORD.UTM	305675;7353775
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Ocorre erosão pouco significativa nos taludes remanescentes de lavra. Não há evidências de movimentos de massa recentes, tal como observados em 1997. A área pode ser considerada recuperada espontaneamente, uma vez que a vegetação nativa teve condições de se desenvolver, a ponto de se encontrar hoje num estágio pioneiro a inicial de regeneração, tendo em vista as espécies presentes (NOVELLO NETO, informação verbal). As espécies observadas na base dos taludes indicam, inclusive, formação de solo superficial, a partir do substrato que grada de rocha alterada a solo saprolítico. Ainda existem sucatas de equipamentos deixadas ao longo da área, o que pode gerar contaminação localizada de águas superficiais.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Não necessárias, apenas observação visual dos processos erosivos e de movimentos de massa, em especial no período chuvoso.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Não necessários, a menos que se pretenda instalar um novo uso.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Propriedade rural inativa ou com atividades de subsistência, tal como em 1997. No acesso à área e próximo da antiga área de beneficiamento, ocorrem residências de caseiros abandonadas.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
	
<p>18-1: Taludes remanescentes de lavra, em rocha alterada (pegmatito) ou saprolito. A cobertura com vegetação espontânea, nativa e exótica, é significativa, apesar das feições de escorregamentos e erosivas observadas ao longo do talude.</p>	<p>18-2: Feição de escorregamento planar em talude de rocha alterada (pegmatito) ou saprolito, remanescente de lavra, com feições erosivas sobre a massa movimentada.</p>

Rio das Lavras, afluente do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 18

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000






Detalhe do antigo talude de lavra mostrado na foto 18-1, de 1997. Não se observam feições erosivas nem de movimentos de massa recentes, como foi observado em 1997. Observa-se, nesta foto, a revegetação pioneira nativa, no talude.



Outra vista do talude antigo de lavra mostrado na foto 18-1, de 1997. Apresenta-se estável e com vegetação nativa em estágio pioneiro a inicial de regeneração, demonstrando haver na área um processo de recuperação espontânea em andamento.



Detalhe de um depósito de rejeitos (areia e mica) da mineração de caulim pobremente coberto de vegetação. Em 1997, esses depósitos sofriam intensa erosão, o que aparentemente se estabilizou, talvez devido aos fluxos mais controlados de água superficial, relacionados à estabilização geral da área.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	31
COORD. UTM	307550;7354200
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão generalizada nos taludes remanescentes da lavra; assoreamento de canais de drenagem, em região de cabeceira, formadora do rio das Lavras, contribuinte importante do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu-Guaçu; alteração físico-química das águas superficiais, devido ao uso seqüencial ocorrido na área (disposição de resíduos industriais). Os movimentos de massa não são mais observados, ao contrário do que ocorria em 1997.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização de taludes; instalação de um sistema de drenagem e de proteção superficial, através de revegetação com espécies nativas; análise e controle da qualidade das águas superficiais.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da revegetação; diagnóstico da contaminação devido ao uso seqüencial; estudos de alternativas de remediação do solo e das águas.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Propriedade rural inativa ou com atividades de subsistência. A entrada da área é ocupada por residências dos caseiros e ruínas de antigas instalações industriais. Em 1997, observou-se a disposição de resíduos industriais da Quimina, proprietária da área, o que não ocorre mais, segundo informações verbais do caseiro.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
	
31-1	31-3
	31-1: Antiga frente de lavra, com taludes instáveis, onde ocorrem feições de escorregamentos planares recentes, em rocha alterada (pegmatito) ou saprolito. 31-2: Antigo acesso, cuja superfície está coberta de sedimentos transportados da antiga frente de lavra instável. Esses sedimentos também estão sofrendo erosão e transporte, uma vez que há escoamento superficial no depósito. 31-3: Aspecto da drenagem local, com precipitados de cor vermelha, aparentemente sem correlação com a atividade extrativa de caulim que ocorreu na área.
31-2	

Rio das Lavras, afluente do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 31



DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Antiga frente de lavra, mostrada na foto 31-1, de 1997. Ocorre processo erosivo generalizado nos taludes, mas não são mais observados escorregamentos.



Vista a partir da porção superior da frente de lavra da foto anterior, onde se observam, na base do talude, sedimentos depositados a partir da erosão da frente de lavra, tal como na foto 31-2, de 1997. O canal de drenagem da foto 31-3 foi completamente assoreado pelos mesmos sedimentos.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	32
COORD.UTM	307375;7354300
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Os escorregamentos e a queda de blocos dos taludes remanescentes de lavra, observados em 1997, não evoluíram. Os taludes têm aspecto muito semelhante ao observado naquele ano. A vegetação começou a se desenvolver, encontrando-se em estágio pioneiro de regeneração. Aparentemente, não houve disposição de resíduos nesta frente de lavra, após o seu abandono, não ocorrendo evidências de contaminação do solo e das águas. A área pode ser considerada em estágio inicial de recuperação espontânea.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Não necessárias. Deve ocorrer apenas a observação visual dos taludes, quanto aos movimentos de massa e queda de blocos, em especial no período chuvoso.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Não necessários, a menos que se pretenda instalar um novo uso.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	A mesma da área 31.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p style="text-align: right;">32-1</p> <p>32-1: Frente de lavra abandonada, com taludes subverticais e feições de escorregamentos planares (ocorre feição de massa movimentada à direita, na foto). A vegetação é predominantemente nativa na área escavada, não tendo se instalado nos taludes de rocha alterada, subverticais.</p>	 <p style="text-align: right;">32-2</p> <p>32-2: O mesmo da foto anterior, ocorrendo agora rocha pouco alterada e feição de massa movimentada na base do talude.</p>

Rio das Lavras, afluente do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 32

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Antiga frente de lavra, vista de jusante para montante. Nas foto 32-1 e 32-2, de 1997, há vistas de montante para jusante. O aspecto geral da área aparentemente não se alterou, não tendo sido observadas feições de escorregamentos e queda de blocos recentes. Na base dos taludes, ocorre revegetação espontânea com espécies nativas. Ocorrem espécies exóticas também. Pode-se dizer que a área está em estágio pioneiro de regeneração da vegetação.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	33
COORD.UTM	307050;7354150
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão e escorregamentos significativos nos taludes em solo de alteração de rocha, remanescentes de lavra; erosão do depósito de areia e mica, rejeitos do beneficiamento de caulim; assoreamento de canais de drenagem formadora do rio das Lavras, contribuinte importante do ribeirão Santa Rita; alteração nas interações físico-química das águas superficiais, devido ao uso seqüencial dado à área (depósito de resíduos industriais).
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização de taludes; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial, através de revegetação com espécies nativas; análise e controle da qualidade das águas superficiais.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da revegetação; diagnóstico da contaminação do solo e águas; estudos de alternativas de remediação do solo e das águas.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	A mesma das áreas 31 e 32 e: atividade esporádica de retirada (manual) de areia, do depósito de areia e mica; e captação de água do reservatório adjacente à antiga frente de lavra. A disposição de resíduos industriais, também da Quimina (proprietária da área), que ainda ocorria em 1997, cessou, segundo informações verbais do caseiro.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997



33-1: Talude remanescente de lavra, com duas grande feições de escorregamentos planares, em rocha alterada (pegmatito). Ocorrem feições erosivas sobre a massa movimentada.



33-3: Antigo depósito de areia e mica (rejeitos do beneficiamento) que sofreram erosão pela água. Notam-se precipitados de cor vermelha também nessa drenagem, a jusante da área 31.



33-2: Área próxima ao antigo depósito de areia e mica, onde se observam sedimentos transportados por erosão dos depósitos.



33-4: Aspecto do depósito de resíduos industriais, uso dado à área após a atividade extrativa.

Rio das Lavras, afluente do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 33

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Talude antigo de lavra relativo à foto 33-1, de 1997. Em relação ao que foi observado naquele ano, houve intensificação dos processos erosivos, de caráter remontante. As massas movimentadas em 1997 apresentam-se erodidas e os taludes recuados. A cobertura vegetal continua pobre, nesta área.



Aspecto da drenagem relativa à foto 33-3, de 1997. Continua a ocorrer lixiviação de prováveis resíduos (não observados diretamente) que causam esta contaminação, observada também em 1997.




Depósito de areia relativo à foto 33-2, de 1997, cujo aspecto continua bastante semelhante ao daquele ano.



Depósito de resíduos industriais, de aspecto semelhante ao da foto 33-4, de 1997.

Ribeirão Vermelho, sub-bacia do rio Embu-Guaçu




IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	38	
COORD.UTM	317000;7357000	
BEM MINERAL	Caulim	
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão e instabilização, por sobrecarga, apesar da cobertura vegetal, do talude remanescente de lavra, induzidas pelo depósito de resíduos domésticos, uso seqüencial dado à área. Prováveis processos erosivos e de transporte de sedimentos e resíduos ao reservatório Guarapiranga. Provável percolação de efluentes líquidos (chorume) do depósito, ocorrendo infiltração no solo e nas águas subterrâneas e conseqüente contaminação do solo e das águas.	
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Drenagem, coleta e tratamento dos líquidos percolados do depósito; instalação de sistema de drenagem de águas pluviais no topo do talude, afastando-as do depósito. Atualmente, ocorre apenas um murundu (monte de solo, sem proteção superficial, que afasta as águas pluviais do topo do talude).	
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de talude do aterro de resíduos; dimensionamento do sistema de drenagem pluvial e de líquidos percolados; dimensionamento do sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados; definição da proteção superficial; diagnóstico da contaminação do solo e das águas; estudos de alternativas de descontaminação do solo e das águas.	
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. A área não está cercada nem fechada.	
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997		
38-1		<p>38-1: Talude de alta inclinação, remanescente de lavra, onde ocorre a disposição de resíduos sólidos domésticos, uso seqüencial não previsto e não controlado por critérios de projeto, que aumenta a instabilidade do talude, uma vez que adiciona carga de material inconsolidado e heterogêneo.</p>

Ribeirão Vermelho, sub-bacia do rio Embu-Guaçu – Área 38**DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000**

Vista a partir de ponto próximo ao da foto 38-1, de 1997. Nota-se que o depósito de resíduos domésticos foi terminado, recoberto de solo e de vegetação. Apesar de aparentemente ter havido uma estabilização do talude de mineração, como o aterro de base é de resíduos, conclui-se que este talude continua instável, ocorrendo também drenagem de chorume. Não se observou nenhuma estrutura de coleta deste líquido, cuja percolação causa contaminação do solo e águas, além de causar instabilidade.



Topo do talude em que houve a disposição de resíduos, onde foi construído um murundu, de forma a desviar as águas pluviais do talude, fazendo-as escoar pela lateral da estrada.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	39
COORD.UTM	316950;7356950
BEM MINERAL	caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão e escorregamentos dos taludes remanescentes de lavra, remontantes para a via local ou para área florestada, na vizinhança da área; já ocorreu a destruição da berma observada em 1997. Instabilização de resíduos sólidos domésticos depositados no topo do talude vizinho à estrada, com queda dos resíduos para dentro da área.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização de taludes, ao menos na porção superior; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial; retirada dos resíduos do topo do talude e interrupção desta atividade, através da instalação de muro, por exemplo, ao longo da estrada.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento de sistema de drenagem da área; definição da proteção superficial dos taludes.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Disposição eventual de resíduos sólidos domésticos.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>39-1</p>	 <p>39-3</p>
 <p>39-2</p>	<p>39-1: Área de antiga cava. Ao fundo, taludes íngremes com feições erosivas por toda a extensão. Em primeiro plano, feições erosivas antigas recobertas de vegetação (gramíneas) desenvolvida espontaneamente.</p> <p>39-2: Outro aspecto do talude remanescente de lavra, com vegetação de porte arbóreo ocupando a sua base.</p> <p>39-3: Ravina remontante ao talude remanescente de lavra, em cujo topo há disposição descontrolada de resíduos domésticos. Já ocorre vegetação de porte arbóreo na base deste talude. A linha azul referencia a ravina.</p>

Ribeirão Vermelho, sub-bacia do rio Embu-Guaçu – Área 39

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Talude da foto 39-2, de 1997, no qual se observa um recuo relacionado com a intensificação do processo erosivo e prováveis movimentos de massa.



Outra vista do talude da foto 39-3, de 1997, na qual se observa que a berma, onde ocorria a ravina, foi destruída, provavelmente por intensificação do processo erosivo e/ou movimentos de massa associados. A cerca observada na parte superior desta foto corresponde ao ponto a partir do qual se fez a foto 39-3, de onde se observava a ravina.



Depósito de assoreamento antigo (área plana, no centro da foto) coberto de capim, provavelmente formado de sedimentos transportados da área de mineração, localizada a montante.

Córrego Boi Certoiro, sub-bacia do rio Embu Guaçu

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	153
COORD.UTM	314950;7352725
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão significativa com a ocorrência de uma boçoroca, com pelo menos uma centena de metros de extensão e até 10 m de profundidade. Os escorregamentos observados em 1997 não tiveram continuidade, predominando a erosão nos taludes. A evolução da boçoroca continua a causar erosão e assoreamento a jusante; instabilização dos resíduos lançados no topo do talude instável, remanescente da lavra.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização dos taludes; instalação de sistema de drenagem; contenção da boçoroca e recuperação a jusante da área de mineração, a ser determinada; remoção ou aterro dos resíduos sólidos depositados; interrupção da atividade, através do fechamento da área, por exemplo; instalação de proteção superficial.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; projeto de contenção da boçoroca; dimensionamento da área a jusante da área minerada e projeto de recuperação; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Disposição eventual de resíduos.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 153-1	 153-3
 153-2	<p>153-1: Aspecto de frente de lavra antiga, com feições erosivas e de escorregamentos planares em rocha alterada ou saprolito. O piso da antiga cava apresenta muitas ravinas.</p> <p>153-2: Disposição descontrolada de resíduos em um dos taludes.</p> <p>153-3: Boçoroca de grande porte, a jusante da foto 153-1.</p>

Córrego Boi Certoiro, sub-bacia do rio Embu Guaçu – Área 153

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000




Vista relativa à da foto 153-1, de 1997, na qual se observam feições erosivas significativas nos taludes antigos de lavra, não tendo sido observadas feições de escorregamentos recentes. A cobertura vegetal continua muito pobre, por causa da erosão e também das características do substrato, uma vez que ocorre mata densa em área vizinha, representando uma ótima fonte de propágulos de espécies vegetais nativas.



Boçoroca de grande porte, que se estende a jusante por pelo menos uma centena de metros, alcançando uma profundidade de 10 m e afetando a mata adjacente de modo significativo. A vista é de jusante para montante e a parte superior da foto corresponde à antiga praça de lavra. A vista da foto 153-3, de 1997, é de montante para jusante e dá uma idéia da extensão da feição, cuja extremidade de jusante não foi observada, estando fora da área considerada de mineração.

Sub-bacia formada pelo ribeirão da Lídla e pelo ribeirão Grande, sub-bacia do rio Embu Guaçu

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	42
COORD.UTM	322500;7360575
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão pouco intensa nos taludes remanescentes de lavra, inclusive com destruição gradativa de bermas construídas para estabilização.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização dos taludes; regularização da superfície relativa à antiga cava, onde foram depositados resíduos que foram cobertos de vegetação desenvolvida espontaneamente, deixando a superfície irregular e instável; e instalação de sistema de drenagem e proteção superficial.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial, de preferência com o uso de espécies nativas, uma vez que há áreas de mata regenerada na vizinhança da área.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Disposição eventual de resíduos sólidos predominantemente inertes.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>42-1</p>	 <p>42-2</p> <p>42-1: Talude remanescente de antiga lavra, com feições erosivas e de escorregamentos planares e queda de blocos de rocha alterada. A vegetação, no piso da antiga cava, é constituída de gramíneas, predominantemente.</p> <p>42-2: Aspecto da disposição de resíduos (de poda) na entrada da área.</p>

Sub-bacia formada pelo ribeirão da Lídia e pelo ribeirão Grande, sub-bacia do rio Embu Guaçu –
Área 42

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Taludes remanescentes de lavra, com feições erosivas em toda a extensão, inclusive destruindo bermas construídas para estabilização. O aspecto geral é bem semelhante ao registrado em 1997, havendo maior cobertura vegetal, porém de pobre diversidade e de caráter exótico. Os resíduos registrados em 1997 foram recobertos pelo capim, não tendo ocorrido aterro e regularização da superfície do terreno (primeiro plano nesta foto).

Afluente sem nome do rio Embu Guaçu

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	17
COORD.UTM	315775;7366425
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	A ravina observada em 1997 encontra-se estável, tendo sido uma das extremidades fechada com deposição de solo retirado da própria área. Não recuou mais a montante, ao contrário do previsto naquele ano. O restante da área continua na mesma situação em relação a 1997, qual seja: a bacia de decantação continua estável e coberta de capim em toda a extensão; a área relativa à cava continua sem drenagem e proteção superficial, com processos erosivos lineares (sulcos) ao longo da área, excetuando-se a parte relativa ao campo de futebol.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Aterro da ravina grande; instalação de sistema de drenagem e revegetação da área entre a antiga bacia de decantação e o campo de futebol, de modo a eliminar as feições erosivas ali em desenvolvimento.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem; projeto de aterro da ravina; definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	A área continua sendo aproveitada para lazer, onde há o campo de futebol. Aparentemente, cessou a disposição de resíduos, mas a retirada esporádica de areia continua.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997



17-1



17-3



17-2

17-1: Antiga cava aterrada, ocupada por um campo de futebol. Em primeiro plano, onde há resíduos de poda, é a cabeceira da ravina da foto 17-2.

17-2: Ravina grande desenvolvida a partir da área aterrada, com vegetação ocupando talude e a base.

17-3: Área de extração esporádica de areia, ao lado do campo de futebol e da ravina das fotos anteriores. Observam-se feições erosivas (pequenas ravinas) na superfície da área.

Afluente sem nome do rio Embu Guaçu – Área 17

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Vista da ravina mostrada na foto 17-2, de 1997, a qual se encontra parcialmente aterrada. O restante da área está muito semelhante ao registrado naquele ano.

Sub-bacia do rio do Caulim

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	45
COORD.UTM	325250;7364050
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Processos erosivos generalizados nos taludes remanescentes de lavra, remontantes para vias públicas de acesso ao bairro e residências, localizadas próximas do topo dos taludes; ocorrência de ravina grande, extensa e profunda, de reativação de cabeceira de drenagem. Em relação a 1997, houve retrogressão, ou seja, o processo está ativo e tem caráter remontante. Os escorregamentos observados em 1997 não evoluíram e as massas movimentadas sofreram erosão.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização de taludes (houve abatimento de um setor, que apresentava escorregamentos em 1997, nas proximidades de uma casa; eventual obra de contenção, nos taludes cujos topos são ocupados; instalação de sistema de drenagem; contenção da ravina; recuperação da área a jusante, a ser delimitada; instalação de proteção superficial; interrupção da disposição de resíduos sólidos nos taludes e do lançamento de esgotos, com o fechamento da área, por exemplo.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento de sistema de drenagem; definição da proteção superficial; projeto de contenção da ravina; projeto de recuperação da área degradada pela ravina.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Disposição, aparentemente esporádica e em pequenas quantidades, de resíduos sólidos domésticos; campo de futebol, para atividade de lazer local; e lançamento de esgotos in natura e sem canalização, na entrada da área.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p style="text-align: right;">45-1</p>	 <p style="text-align: right;">45-3</p>
 <p style="text-align: right;">45-2</p>	<p>45-1: Taludes remanescentes de lavra, com feições de escorregamentos planares. Há residências bem próximas do seu topo.</p> <p>45-2: Taludes com feições de escorregamentos e vegetação arbórea na base. Campo de futebol na cava parcialmente aterrada.</p> <p>45-3: Boçoroca a jusante da área da antiga lavra.</p>

Sub-bacia do rio do Caulim – Área 45

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000





Vista relativa à foto 45-1, de 1997, na qual se observa erosão nos taludes, bem como um abatimento, no centro da foto, feito ao redor da casa. A cobertura vegetal continua pobre e há esgoto sendo aduzido, em canais escavados, para dentro da área.



Talude remanescente de lavra que apresenta feições recentes de erosão. Na base dele se localiza o campo de futebol da foto 45-2, de 1997.



Boçoroca ou ravina de grande porte. A erosão remontou para dentro da área de mineração, como previsto no primeiro levantamento, tendo se aprofundado a jusante, na região retratada na foto 45-3, de 1997, afetando áreas que não pertencem à antiga área minerada.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	46
COORD.UTM	324500;7364150
BEM MINERAL	Caulim
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão dos taludes remanescentes de lavra e movimentos de massas, pouco significativos e induzidos por movimentação de terra ocorrida no local, que destruiu as bermas pré-existentes. Houve também retirada da vegetação observada em 1997, o que deixou a área mais suscetível aos processos.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização do talude, com construção de pelo menos uma berma intermediária, como havia antes; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Estudos de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; definição da proteção superficial.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	O talude está sendo ocupado, na sua base, por instalações (cercados) para criação de animais (porcos, galinhas, etc.). O campo de futebol continua a existir.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>46-1</p>	<p>46-1: Área de antiga lavra, com cava parcialmente aterrada, ocupada por campo de futebol e limitada taludes de pequena inclinação e feições erosivas.</p> <p>46-2: Taludes retrabalhados, separados por berma, com feições erosivas em saprolito.</p>
 <p>46-2</p>	

Sub-bacia do rio do Caulim – Área 46

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Aspecto geral da área, sem a cobertura vegetal que existia em 1997, a qual foi retirada, e com taludes ocupados por criação de animais domésticos (galinhas, porcos, etc.). O talude apresenta partes instáveis, com a ocorrência de material inconsolidado. As bermas ainda estão presentes, mas não há drenagem ou proteção superficial por vegetação.

Ribeirão Itaim, sub-bacia do rio Caulim

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	155
COORD.UTM	327250;7366875
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Erosão generalizada dos taludes remanescentes de lavra, que estão recuados em relação a 1997. A superfície do aterro, na área da antiga cava, não apresenta feições erosivas recentes, tendo se estabilizado o processo erosivo observado em 1997. Na porção superior da antiga bacia de decantação, ocorria erosão generalizada dos rejeitos ali depositados, processo que foi estabilizado por meio de um aterro sobre o qual se instalou um campo de futebol.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização dos taludes remanescentes de lavra; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial, utilizando-se espécies nativas, de preferência, uma vez que a área disponível (relativa à superfície do aterro da cava e da bacia de decantação) é muito grande.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Análise de estabilidade de taludes; dimensionamento do sistema drenagem; definição da proteção superficial com espécies nativas.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. Há um campo de futebol, na área relativa à cava aterrada.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>155-1</p>	 <p>155-3</p>
 <p>155-2</p>	<p>155-1: Taludes remanescentes de lavra com feições erosivas e de escorregamentos planares. Em primeiro plano, cava parcialmente aterrada, recoberta de gramíneas.</p> <p>155-2: Topo da bacia de decantação recoberto de gramíneas.</p> <p>155-3: Detalhe de uma boçoroca em formação (há presença de água de algum lençol, provavelmente suspenso) sobre o aterro relativo da antiga cava.</p>

Ribeirão Itaim, sub-bacia do rio Caulim – Área 155
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000



Vista para um campo de futebol construído na porção superior da área relativa à antiga bacia de decantação, que se encontrava com feições erosivas significativas em 1997.





Vista para o outro lado da antiga bacia de decantação, equivalente à da foto 155-2, de 1997.



Vista para os taludes remanescentes de lavra, com feições erosivas em toda a extensão.

Domínio do reservatório Guarapiranga, margem esquerda.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	128
COORD.UTM	321000;7375800
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	A área está sendo aterrada com resíduos inertes. O lago já foi quase completamente aterrado e os taludes serão cobertos ou terão sua altura bastante diminuída, o que deixa inexistente ou insignificante a degradação por erosão, observada em 1997. Resta, no entanto, um talude que ainda sofre erosão, cujo topo é ocupado por residências. Há deposição de resíduos e lançamento de esgotos, o que o deixa instável. A situação, presume-se, é provisória, uma vez que o aterro já se aproxima deste setor. A área pode ser considerada em processo de recuperação definitiva, já que se instalou um novo uso, aparentemente controlado.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Não necessárias. Deve-se, no entanto, cercar e fechar a área, de modo que não haja mais lançamento de resíduos e de esgotos.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Não necessários.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Área de disposição de resíduos inertes.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 1997	
 <p>128-1</p>	<p>128-1: Vista do lago referente a antiga cava e área de beneficiamento (silos).</p> <p>128-2: Vista de uma das margens do lago, onde ocorrem, nas proximidades, ocupação urbana.</p>
 <p>128-2</p>	


Domínio do reservatório Guarapiranga, margem esquerda – Área 128**DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000**

Vista relativa à da foto 128-1, de 1997. Onde havia o lago, há agora um aterro de resíduos inertes. O lago já foi quase completamente aterrado. Os silos, que aparecem na foto de 1997, continuam no mesmo lugar (ver seta indicadora).



Vista relativa à da foto 128-2, de 1997, em que há ainda parte do lago pré-existente. Em relação a 1997, observa-se que o talude ao fundo perdeu a cobertura vegetal que possuía, há deposição de resíduos domésticos (ver seta indicadora) sobre o mesmo e lançamento de esgotos. A ocupação também avançou até as proximidades do seu topo, o que ainda não ocorria naquele ano.

Domínio do reservatório Guarapiranga, margem esquerda.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	154
COORD.UTM	320480;7376395
BEM MINERAL	Areia
PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES	Processos erosivos nos taludes remanescentes de lavra, atuais margens dos três lagos existentes, onde se destaca um deles, vizinho à via pública local e à ocupação urbana.
MEDIDAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	Estabilização dos taludes ou regularização das margens dos lagos; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial. Cercamento da área; instalação de avisos de proibição da natação e outras atividades nos lagos.
ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	Estudos relacionados à regularização das margens; dimensionamento do sistema de drenagem; e batimetria dos lagos.
ATIVIDADE OU OCUPAÇÃO ATUAL	Nenhuma. Restam sucatas de equipamentos de mineração (silos) e há residência de caseiros.
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA RELATIVA A 2000	
	
<p>Lago relativo à cava ainda ativa em 1997. Observam-se as margens não regularizadas e taludes subverticais e negativos ao fundo, nas proximidades da rua e da ocupação urbana. Ocorrem outros dois lagos na área, mas sem ocupação urbana nas proximidades. Um deles se encontra nas margens do reservatório.</p>	

6.2 Atualização da hierarquia das áreas abandonadas selecionadas

Em relação a 1997, como se poderá notar, houve uma alteração significativa na situação de algumas áreas quanto à necessidade e urgência de adoção de medidas de recuperação, que se resume no QUADRO 9, abaixo.

QUADRO 9 – Hierarquia atual das áreas abandonadas selecionadas, quanto à necessidade de recuperação.

Nº DE ORDEM	IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	SITUAÇÃO EM 1997 (prioridade para recuperação)	SITUAÇÃO EM 2000
01	01	Prioridade 1	Prioridade 1
02	02	Prioridade 1	Prioridade 2
03	03	Em atividade	Prioridade 2
04	07	Prioridade 1	Prioridade 1
05	08	Prioridade 1	Prioridade 1
06	17	Prioridade 1	Prioridade 2
07	18	Prioridade 1	Recuperação espontânea em andamento
08	24	Prioridade 1	Prioridade 1
09	31	Prioridade 1	Prioridade 1
10	32	Prioridade 1	Recuperação espontânea em andamento
11	33	Prioridade 1	Prioridade 1
12	35	Prioridade 1	Recuperação definitiva
13	38	Prioridade 1	Prioridade 1
14	39	Prioridade 1	Prioridade 1
15	42	Prioridade 1	Prioridade 2
16	45	Prioridade 1	Prioridade 1
17	46	Prioridade 1	Prioridade 2
18	53	Prioridade 1	Prioridade 2
19	54	Prioridade 1	Recuperação definitiva em andamento
20	59	Prioridade 1	Prioridade 2
21	68	Prioridade 1	Prioridade 2
22	69	Prioridade 1	Recuperação espontânea em andamento
23	110	Prioridade 1	Prioridade 1
24	112	Prioridade 1	Recuperação definitiva
25	117	Prioridade 1	Recuperação definitiva
26	121	Prioridade 1	Prioridade 1
27	125	Prioridade 1	Prioridade 2
28	128	Prioridade 1	Recuperação definitiva em andamento
29	138d	Prioridade 1	Prioridade 1
30	153	Prioridade 1	Prioridade 1
31	154	Em atividade	Prioridade 2
32	155	Prioridade 1	Prioridade 2

Como já apresentado no Capítulo 4, define-se como de Prioridade 1 para recuperação as áreas que necessitam da tomada de medidas imediatas

de controle dos processos do meio físico e recuperação, provisória ou definitiva, de modo a interromper os processos de degradação, os quais podem comprometer os recursos hídricos direta ou indiretamente relacionados ao reservatório, ou ainda configurar risco de acidentes, naturais ou induzidos.

As áreas de Prioridade 2 são semelhantes às anteriores, necessitam de medidas de recuperação, embora o caráter de urgência não exista. As medidas não precisam ser adotadas imediatamente.

As áreas consideradas recuperadas, ou já têm novos usos (instalados ou em andamento), configurando uma recuperação definitiva, ou estão em fase de recuperação espontânea, em que, apesar de haver uma configuração não completamente estável do meio físico, há um nível de regeneração da vegetação tal que acaba por inviabilizar intervenções (movimentos de terra, retaludamento, etc.), pois corre-se o risco de perder o solo superficial e os ecossistemas em formação.

Uma das áreas, identificada como 38, aparentemente está estabilizada, mas sabe-se que o aterro de resíduos domésticos, existente abaixo da cobertura vegetal registrada neste ano, foi feito sem a adoção de critérios de projeto, o que faz com que a área tenha sua situação agravada, com um nível de instabilidade que antes era observável (havia um talude exposto, de mineração) e agora está encoberto. Além disso, os resíduos foram depositados aleatoriamente, atingindo um ângulo de repouso. Não há sinal de sistema de drenagem ou de coleta e tratamento e chorume, o que adiciona processos de degradação aos que já existiam. De fato, além de erosão, movimentos de massa e assoreamento, atualmente existem alterações nas interações físico-químicas na água e no solo, afetando quase diretamente o ribeirão Vermelho, afluente do rio Embu-Guaçu.

Portanto, ocorrem áreas em que o tempo decorrido entre o primeiro e o último levantamento fez com que os processos se desenvolvessem, em especial a erosão dos taludes e as grandes feições (ravinas e/ou boçorocas). Quanto à movimentação de massas, diminuiu muito a incidência e a intensidade do processo, tornando-se secundário. Essas áreas continuam a ser consideradas em Prioridade 1 para recuperação (QUADRO 9 e FIGURA 4). Dentre essas, destacam-se as áreas 01, 33, 38, 39, 45, 110, 121, 138d e 153.

A maior parte das áreas, no entanto, baixou o nível de prioridade em relação ao atribuído em 1997, nas quais os processos diminuíram muito sua intensidade, deixando-as com aspecto semelhante ao de três anos atrás. Ou seja, a degradação não evoluiu, sugerindo que, provavelmente, devido ao fato de não terem sido tomadas medidas de recuperação ou instalados novos usos, o substrato chegou a um limite mínimo de suscetibilidade aos processos erosivos e de escorregamentos, entre os mais importantes, atingindo-se um novo equilíbrio. São as áreas consideradas de Prioridade 2 (QUADRO 9 e FIGURA 4), nas quais as medidas de recuperação são necessárias mais para viabilizar uma revegetação nos taludes e a formação de um substrato mais amigável à fixação de espécies vegetais, o que levará a desenvolver, espontaneamente, os ecossistemas existentes nas proximidades.

Entre as áreas consideradas recuperadas ou em recuperação (definitiva ou provisória), destacam-se a identificada como 117 (QUADRO 9 e FIGURA 4), que se tornou o Parque Municipal Francisco Rizzo, em Embu, o qual é considerado, na minuta de Lei Específica da APRM – Guarapiranga, como Área de Restrição à Ocupação (ARO). Essas ARO são definidas genericamente como as áreas de preservação permanente, assim determinadas pela legislação federal e estadual, bem como aquelas de interesse para a proteção dos mananciais e para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais. O parque supracitado se enquadra nas ARO-2, que correspondem, dentro da categoria ARO, especificamente aos parques de significativa importância para a preservação dos mananciais.

Além da área 117, merece destaque a identificada como 18, que demonstrou uma recuperação espontânea muito satisfatória, na qual ocorreu uma regeneração perceptível da vegetação, passível de enquadramento, na legislação citada no Capítulo 4, no estágio pioneiro a inicial. Esta é uma das áreas em que uma intervenção no meio físico neste momento é destrutiva, uma vez que afetaria o solo superficial e os ecossistemas em formação, e desnecessária, já que o substrato é de rocha alterada a saprolito, resistente à erosão, não tendo sido observados novos eventos de escorregamentos, como aconteceu em 1997. Ocorreu, portanto, uma estabilização mínima, natural, do meio físico, o que viabilizou o desenvolvimento da flora pioneira.

A partir dessa nova classificação hierárquica das áreas selecionadas e baseando-se na minuta de Lei Específica da APRM – Guarapiranga, pode-se sugerir um enquadramento legal das áreas, de modo a justificar a necessidade de intervenção para sua recuperação, provisória ou definitiva, no contexto da conservação dos mananciais.

A Lei Específica cita as áreas de mineração em três momentos, quais sejam:

- Na Seção 2 , que define as Áreas de Recuperação Ambiental, definidas como aquelas *cujos usos ou ocupações atuais estejam comprometendo a quantidade e a qualidade dos mananciais de abastecimento público, necessitando de intervenções de caráter corretivo*. No artigo 31, cita-se que *deverão ser objeto de planos, programas e ações de recuperação as ocorrências localizadas de processos degradacionais, indicados no PDPA (Planos de Desenvolvimento de Proteção Ambiental) ou ainda as que possuam as seguintes características:*
 - I. *Ocorrência de ravinas, escorregamentos, voçorocas, erosões, atividades minerárias e portos de areia não autorizados pelos órgãos competentes, ou em desacordo com o Plano de recuperação de Áreas Degradadas – PRAD; ...*
- Na Seção 2, artigo 32, onde afirma-se que *são diretrizes para a recuperação das ocorrências localizadas de processos degradacionais:...*
 - II. *recuperar erosões, ravinas, minerações e outras escavações, promovendo o reafeiçoamento dos terrenos e recomposição da cobertura vegetal;...*
- Na Seção 3, sobre Áreas de Ocupação Dirigida, definidas como *aquelas de interesse para a consolidação ou a implantação de usos urbanos ou rurais, desde que atendidos os requisitos que assegurem a manutenção das condições ambientais necessárias à produção de água em quantidade e qualidade desejáveis para o abastecimento das populações atuais e futuras*. No artigo 45, afirma-se que *são diretrizes para o planejamento e a gestão da Áreas de Baixa*

Densidade de Ocupação (dentro da categoria de Áreas de Ocupação Dirigida):...

IV. recuperar áreas degradadas por mineração;...

Portanto, as áreas de mineração abandonadas, em especial as consideradas de Prioridade 1 para recuperação, estão enquadradas em uma das categorias supracitadas, seja a das Áreas de Recuperação Ambiental - ARA ou as de Ocupação Dirigida - AOD (Áreas de Baixa Densidade de Ocupação - ABD).

Dessas, tenta-se antecipar, neste trabalho, quais estariam mais identificadas com as ARA e com a AOD (ABD) (QUADRO 10).

QUADRO 10 – Proposição de enquadramento das áreas de Prioridade 1, na Lei Específica da APRM – Guarapiranga

ÁREA	ARA	AOD (ABD)
01		XX
07		XX
08		XX
24		XX
31	XX	
33	XX	
38		XX
39		XX
45		XX
110		XX
121	XX	
138d	XX	
153	XX	

O critério básico de classificação foi o potencial de uso futuro das áreas, devido à proximidade, principalmente das áreas urbanas e de mananciais importantes e de seus contribuintes.

No caso das AOD, fica claro na lei o interesse em consolidar ou implantar um uso urbano ou rural nas áreas. Baseado nessa premissa da lei e do que pode ser presumido da localização das áreas abandonadas selecionadas, da ocupação dos entornos e das possíveis demandas de uso, enquadraram-se algumas áreas nesta categoria.

No caso das ARA, o objetivo é recuperar, independentemente do uso atual ou futuro, áreas que estão comprometendo a qualidade e quantidade dos

recursos hídricos da bacia, em especial os diretamente relacionados ao abastecimento público. Tendo isso em vista e, novamente, a localização das áreas abandonadas e sua proximidade com rios, córregos e cursos d'água importantes, enquadraram-se as outras áreas nesta categoria.

6.3 Proposição de medidas e estudos para controle e recuperação nas áreas abandonadas selecionadas

De um modo geral, todas as áreas consideradas de Prioridade 1 e 2, bem como algumas consideradas em recuperação, necessitam de medidas que se resumem em: *contenção do processo erosivo*, representado ora pelas feições de pequeno porte nos taludes, ora pelas feições de grande porte; e *estabilização de taludes*.

A *contenção da erosão* representada pelas pequenas feições, de distribuição generalizada nos taludes, pode ser contida com a *estabilização do talude* e com a *instalação de sistema de drenagem e proteção superficial*. As *grandes ravinas ou boçorocas* têm tratamento diferenciado e, no caso das áreas 24, 45 e 153, implicarão *aterro total ou parcial da área afetada*, bem como *obras de drenagem interna e externa* à feição, além de especificamente no caso das áreas 45 e 153, *retaludamento das paredes das boçorocas*.

De acordo com IWASA & FRENDRICH apud OLIVEIRA & BRITO (1998), as alternativas de obras de contenção de boçorocas devem contemplar as seguintes medidas principais: disciplinamento das águas superficiais e subterrâneas, retaludamento e/ou aterro da feição e implantação e conservação da obras.

Basicamente, propõem o seguinte roteiro de estudos e projetos básicos a serem realizados para definir as obras de correção das grandes feições erosivas:

- Obtenção de dados hidrológicos da bacia de contribuição para o dimensionamento das obras hidráulicas;
- Levantamento topográfico em detalhe da boçoroca e seus arredores, visando o projeto de retaludamento;

- Caracterização geotécnica de parâmetros de solos, por meio de ensaios laboratoriais para as obras de terra (terraplenagem, retaludamentos e compactação de aterros);
- Medidas de vazão do volume de águas subsuperficiais provenientes de surgências, caso ocorram, para o dimensionamento dos drenos profundos;
- Elaboração de projeto básico de drenagem e de estabilização dos taludes resultantes;
- Acompanhamento da construção das obras e eventuais adaptações dos projetos às condições locais;
- Estabilização da área recuperada com revegetação e drenagem superficial complementar;
- Monitoramento, manutenção e conservação das obras instaladas.

O disciplinamento das águas superficiais, segundo os autores, deve ser feito com estruturas de captação e condução (canais e emissários) associadas a estruturas de combate e dissipação da energia hidráulica (vertedouros, barragens, degraus, etc.). Os critérios de projeto desses dois tipos de estruturas envolvem equações dos campos da hidrologia e hidráulica aplicada, as quais envolvem parâmetros, tais como:

- ❖ A vazão de projeto (m^3/s), parâmetro fundamental, que vai servir a outros cálculos, também relacionados ao projeto das estruturas de dissipação de energia, a ser instaladas no interior da erosão. Esta é obtida a partir de uma equação, envolvendo as variáveis que se seguem:
 - A intensidade máxima de chuva possível, com duração igual ao tempo de concentração da bacia de contribuição (mm/h);
 - A área drenada (m^2); e
 - O coeficiente de deflúvio ou de escoamento superficial, que se traduz na relação entre a área total impermeabilizada e a área total da bacia de contribuição (adimensional).

O disciplinamento das águas subterrâneas é feito com a aplicação de drenos enterrados, com filtros, visando impedir a remoção das partículas do solo. Podem ser principalmente dos seguintes tipos (IWASA & FRENDRICH, op.cit.): dreno cego, dreno com material sintético geotêxtil e dreno de bambu. O parâmetro principal é a vazão das surgências, em especial no período chuvoso.

Como medidas de prevenção, após a instalação das obras, destaca-se a ocupação, por vegetação, das cabeceiras e margens de cursos d'água na bacia de contribuição. Durante a fase de projeto ou de obra propriamente dita, os autores recomendam evitar que o projeto de drenagem conduza as galerias à concentração de águas pluviais nas cabeceiras da drenagem natural, sem a devida proteção e dissipação da energia; e evitar concepções de projeto que impliquem movimentos de terra nas proximidades das drenagens naturais.

A estabilização de taludes envolve estudos básicos e obras que podem ser complexas, dependendo do tipo de ruptura ocorrida ou mais provável de ocorrer. Em geral, uma obra de estabilização de taludes incluem as seguintes etapas: inventário e anteprojeto, nas quais é feita a investigação e a caracterização geológico-geotécnica, que fornecem subsídios para a escolha de alternativas e para otimizar os custos relativos à execução das obras consideradas necessárias; e as etapas de projeto básico e executivo (AUGUSTO FILHO & VIRGILI apud OLIVEIRA & BRITO, 1998).

A adoção de um determinado tipo de obra, segundo os autores, deve ser o resultado final do estudo de caracterização geológico-geotécnica e fenomenológica do talude e da encosta. Esta deverá investigar os agentes e causas da instabilização, sobre os quais deverão atuar a alternativa de obra a ser proposta, considerando-se primeiramente a aplicabilidade, ao caso estudado, de alternativas mais simples e de mais baixo custo.

As obras podem ser de diversos tipos, tais como o retaludamento, drenagem, proteção superficial e estruturas de contenção, entre as mais simples. Dentre as estruturas de contenção, podem ser citados os tirantes protendidos, as estacas-raiz, os muros de concreto armado, terra armada e os aterros reforçados.

No caso das minerações abandonadas estudadas, em que o uso futuro não está definido e o objetivo principal é a contenção da encosta, que sofre

principalmente erosão e movimentos de massa, desconhecidos na sua tipologia, mas de importância secundária, a obra mais comum e de baixo custo parece ser o simples retaludamento, instalação de sistema de drenagem e proteção superficial, tal como sugerido (VASCONCELOS et.al., 1996) para a área 117 e posteriormente realizado (VASCONCELOS & GONZÁLEZ, 1997).

As obras de contenção seriam consideradas caso não houvesse possibilidade de recuo e abatimento de taludes ou a instalação de aterros de base reforçados. Como afirmam AUGUSTO FILHO & VIRGILI apud OLIVEIRA & BRITO (1998), as obras de drenagem e proteção superficial não devem ser encaradas apenas como obras auxiliares ou complementares no projeto de estabilização. Ao contrário, a execução correta dessas obras pode ser o principal instrumento na contenção de diversos problemas de instabilização, sendo com certeza, o caso dos problemas de erosão do talude e/ou encosta observados nas áreas estudadas.

Para a execução dessas obras, ainda que sejam consideradas simples, são necessários estudos de reconhecimento do talude e/ou encosta, que envolvem as seguintes características: caso haja rupturas presentes, tipo, localização e volumes envolvidos; litologia; presença ou ausência de estruturas reliquias, comuns em rocha alterada, e suas características, tais como direção, mergulho, ângulo de mergulho, presença ou ausência de preenchimento de fraturas e caso presente, caracterização; e modelo hidrológico do maciço, cuja formulação se dá por meio da avaliação de dados de piezômetros, associada à litologia e estruturas presentes no maciço.

A partir deste inventário de dados básicos, pode-se proceder à análise de estabilidade, através de um ou mais métodos aplicáveis. Para o caso de minerações de agregados na RMSP, a experiência tem mostrado (IPT, 2000) que a aplicação do método do equilíbrio-limite (Bishop simplificado ou Fellenius), no caso de rupturas circulares, não condicionadas por estruturas reliquias do maciço, utilizando-se os parâmetros de resistência obtidos de ensaios geotécnicos de laboratório, bem como de maciços semelhantes, tem fornecido fatores de segurança razoáveis e definido geometrias estáveis. Essas são alcançadas pela construção de taludes e bermas de alturas e larguras pré-

determinadas, fornecendo uma inclinação final favorável à estabilidade, condições mantidas pelo sistema de drenagem e proteção superficial.

No caso de haver rupturas condicionadas por estruturas reliquias do maciço (planares ou biplanares - em cunha), como observado na área 53, em 1997 (IPT, 1997a), pode -se também aplicar o método do equilíbrio-limite, optando-se por fatores de segurança e geometrias favoráveis, considerando-se também a relação custo/benefício da obra a ser realizada. No caso de tombamento e queda de blocos, sugere-se (AUGUSTO FILHO & VIRGILI apud OLIVEIRA & BRITO, 1998) utilizar o método de análise de estabilidade conhecido como tensão/deformação. De qualquer modo, são fornecidos parâmetros geométricos que irão definir o retaludamento a ser feito, associado a outras obras eventualmente necessárias, à drenagem e à proteção superficial.

O dimensionamento do sistema de drenagem normalmente envolve parâmetros tais como a vazão de projeto, a área da bacia de contribuição, os materiais a ser utilizados (em geral canaletas escavadas ou pré-moldadas, escadas d'água, entre outros). A proteção superficial se dá pela utilização de gramíneas, como ocorreu na área 117 (VASCONCELOS et.al., 1996), alternativa considerada de mais baixo custo, fácil implantação e manutenção.

7 CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do Guarapiranga ocupa uma área de 643 km², na porção sul da Região Metropolitana de São Paulo, na qual se situam, no todo ou em parte, os municípios de Cotia, Embu, Itapeverica da Serra, Embu-Guaçu, São Lourenço da Serra e Juquitiba, contando com uma população superior a 700.000 habitantes. É uma área considerada de proteção e recuperação de mananciais, de acordo com a Lei Estadual (SP) 9866/97, possuindo já uma minuta de lei específica, da Área de Proteção e Recuperação de Mananciais – APRM – Guarapiranga, produzida em 2000. Nesta minuta de lei, entre outros aspectos, são definidas áreas de ocupação e de recuperação, dentro da bacia. Em suma, procura-se promover o ordenamento da ocupação na bacia e a recuperação de áreas consideradas de interesse à conservação e proteção dos mananciais.

Entre 1996 e 1997, foram identificadas 49 áreas de mineração ativas e 112 áreas de mineração abandonadas na bacia (IPT, 1997a e b), a maioria de bens minerais de uso direto na construção civil (areia, brita, argila e caulim; incluiu-se também nesta categoria material de empréstimo – solo saprolítico). Tanto as minerações ativas quanto as abandonadas, em diversos níveis, causaram ou têm causado degradação significativa nos meios físico, biótico e antrópico. O objetivo deste trabalho foi atualizar o diagnóstico da degradação, em especial no meio físico, em 30 áreas abandonadas de mineração, consideradas prioritárias para recuperação em 1997 (IPT, 1997a), além de fornecer uma síntese sobre os conceitos utilizados e sobre a bacia do Guarapiranga, seus aspectos naturais, de uso e ocupação do solo e atividades econômicas, bem como seus problemas ambientais, com destaque à degradação do meio físico pela atividade de mineração.

Baseando-se no conceito de degradação do meio físico como uma deflagração ou alteração significativa dos processos do meio físico, tais como erosão, escorregamentos, assoreamento, inundação, queda de blocos,

interações físico-químicas nas águas e no solo, dinâmica das águas superficiais e subterrâneas, entre os principais, pelas operações da mineração e o posterior abandono da área; no conceito de recuperação da área degradada, que se limita a uma estabilização dos processos de degradação, configurando uma recuperação provisória, e no conceito de recuperação definitiva, a partir da adoção de um novo uso, fundamentado em projeto; assim como na caracterização dos processos do meio físico, sua natureza, métodos de observação e investigação e medidas consagradas de controle e recuperação, realizou-se a atualização do diagnóstico, que levou aos resultados sintetizados a seguir.

Foram analisadas, afinal, 32 áreas de mineração abandonadas, uma vez que havia duas minerações ativas, em 1997, identificadas como 03 e 154 (FIGURA 4), que se tornaram abandonadas logo após o primeiro levantamento. Como se situavam muito próximas das outras áreas em análise, foram incluídas nesta atualização. Trinta dessas áreas foram consideradas, em 1997, em nível de prioridade 1 para recuperação, já que nelas ocorriam processos do meio físico alterados de modo significativo, além de muitas estarem próximas a áreas habitadas, às vezes densamente, configurando-se situações de risco geológico. Por outro lado, outras localizavam-se muito próximas de cursos d'água importantes, cabeceiras de sub-bacias contribuintes do reservatório, ou seja, em áreas com vocação de recarga do manancial.

Após a atualização do diagnóstico sobre a degradação, feita basicamente pela observação dos processos atuantes e seus indicadores mais importantes, conclui-se o que segue.

Depois de um período de três a quatro anos, decorrido desde o primeiro levantamento, pode-se dizer que, das 30 áreas consideradas de Prioridade 1, apenas 13 permanecem nesta situação, ou seja, nas quais os processos, em especial de erosão, escorregamentos, assoreamento e interações físico-químicas na água e no solo, continuam ativos, alguns com intensidade. Permanecem também as situações de risco geológico. Apenas observou-se que, nessas áreas, o processo que mais demonstrou persistência e intensidade foi o processo erosivo, seja nos taludes remanescentes de lavra, seja nas demais superfícies nelas existentes.

Outras 11 áreas perderam este caráter de degradação intensa, apresentando-se de aspecto muito semelhante ao de 1997, ou seja, apesar de não ter ocorrido a tomada de medidas de controle dos processos e de recuperação, estabilizaram-se os processos de erosão, escorregamentos e assoreamento observados antes. Sugeriu-se a classificação dessas áreas em outro nível de prioridade, a de prioridade 2, já que necessitam ainda de recuperação, porém não há urgência e os processos não se apresentam em evolução. Tal fato ocorreu, muito provavelmente pela alteração na característica física do substrato, ou seja, quase toda a parte do maciço suscetível à erosão e ao escorregamento foi já afetada por esses processos, tendo sido exposta uma porção mais resistente do maciço, muito pouco suscetível. Além disso, em muitas áreas a vegetação conseguiu se desenvolver, o que auxiliou a estabilização de algumas superfícies.

As últimas oito áreas puderam ser consideradas recuperadas, provisória ou definitivamente, ou ainda em fase de recuperação, espontânea ou definitiva.

As áreas com recuperação provisória de caráter espontâneo, além de ter ocorrido o que se concluiu anteriormente, com relação ao substrato, para as 12 áreas de prioridade 2, a sua localização privilegiada, eventualmente contornadas por áreas de mata densa com estágio médio a avançado de regeneração, permitiu que nelas houvesse uma significativa colonização vegetal, propiciando alcançar um estágio pioneiro a inicial de regeneração da vegetação. As áreas representativas deste tipo de recuperação são as identificadas por 18, 32 e 69.

As áreas em que se iniciou a instalação de um novo uso, ou que já têm um novo uso instalado são as classificadas como em fase de recuperação definitiva, ou definitivamente recuperadas, respectivamente. Os novos usos são, na maioria, de um só tipo: áreas de disposição de resíduos, inertes ou domésticos. Esta demanda por áreas de disposição de resíduos é conhecida na RMSP e foi instalada nessas áreas mineradas muito por causa de sua localização, próxima dos setores geradores dos resíduos. É o caso das áreas 35, 54 e 128.

Apenas uma das áreas, a 117, em Embu, tornou-se um parque municipal, protegido, inclusive, pela lei específica da APRM – Guarapiranga,

em que está classificado com área de restrição à ocupação (ARO). A área 112 é ocupada por um campo de futebol.

Para as 13 áreas consideradas de Prioridade 1, anteriormente mencionadas, foram sugeridas medidas de controle e recuperação do meio físico, que podem ser resumidas em contenção do processo erosivo e estabilização de taludes. Nessas áreas, portanto, após os estudos necessários à caracterização dos processos e do meio físico, à definição das obras e ao seu dimensionamento, deverão ocorrer: aterros de boçorocas ou ravinas, retaludamentos a jusante das grandes feições, drenagem profunda, drenagem superficial, com a instalação de elementos de dissipação da energia hidráulica e instalação de proteção superficial (vegetação); retaludamentos, instalação de sistema de drenagem e proteção superficial (vegetação), no caso dos taludes instáveis; e manutenção de todas essas obras, de modo a manter a estabilidade a ser adquirida nas áreas e a conter os processos de degradação.

Para justificar a importância da recuperação dessas áreas no contexto da proteção dos mananciais, procurou-se enquadrá-las na lei específica, atribuindo-lhes identidade com as áreas ali consideradas como áreas de intervenção. Deste modo, baseando-se no texto da minuta da lei da APRM – Guarapiranga, as 13 áreas ficam assim classificadas: cinco áreas seriam potencialmente Áreas de Recuperação Ambiental (ARA) e sete seriam Áreas de Ocupação Dirigida (AOD). As primeiras são de interesse à proteção dos mananciais, por localizarem-se em pontos estratégicos (perto de cursos d'água, cabeceiras de drenagem, áreas de recarga do manancial, etc.), independentemente do uso futuro a ser-lhes atribuído. As últimas foram enquadradas na categoria de AOD por estarem próximas de áreas urbanas e terem potencial de uso que não pode estar em conflito com a conservação e proteção dos mananciais.

ANEXO A

QUADRO 1 - Lista das áreas de mineração ativas e abandonadas da bacia do Guarapiranga (IPT, 1997a, pág. 25, modificado)*

Nº	MUNICÍ- PIO	DENOMINAÇÃO	SITUAÇÃO	BEM MINE- RAL	COORDENADAS UTM	
					E-W	N-S
1	EG	Porto de Areia Gino	AB	Ar	314650	7365025
2	EG	Porto de Areia Gino	AB	ar	314850	7364950
3	EG	Área de empréstimo	A	me	314800	7365100
4	EG	Min. Santa Rita	AB	ki	307400	7352750
5	EM	Pedreira Embu	A	brt	306400	7382650
6	EM	Pedreira Tupã	AB	br	307675	7383450
7	IS	(min. desativada)	AB	ar	313800	7375550
8	IS	(min. desativada)	AB	ar	313600	7375400
9	IS	(min. desativada)	AB	ar	313150	7375550
10	IS	(min. desativada)	AB	ar	312800	7375650
11	IS	Jorge Cruz	AB	ar	313300	7375075
12	IS	Oswaldo Pongiluppi	AB	ar	313000	7375300
13	IS	Área de empréstimo	AB	me	315950	7374700
14	IS	(min. desativada)	AB	ar	310850	7374300
15	EG	Sarima	AB	ki	307400	7353500
16	EG	Polical	AB	ki	312200	7357460
17	EG	Valdomiro Rainha	AB	ar	315775	7366425
18	SL	Francisco Matarazzo	AB	ki	305675	7353775
19	IS	Olaria do Zé Carlos	A	agv	311750	7369765
20	IS	(min. desativada)	AB	ki	312250	7369700
21	SP	Cerâmica Nova Cipó	A	agv	318425	7355075
22	SP	Cerâmica Parelheiros	A	agv	318150	7355470
23	EG	Olaria Miro Vieira de Moraes	A	agv	307935	7362400
24	EM	Área de empréstimo	AB	me	310300	7381600
25	IS	Porto de Areia Éder	AB	ar	314900	7377600
26	IS	Aminex	A	ar	315400	7377350
27	SP	(min. desativada)	AB	ki	322300	7369150
28	SP	Olaria desativada	AB	agv	319950	7368150
29	SP	Olaria do Isao Murakami 1	A	agv	320600	7368400
30	SP	Natale	A	ar	322200	7369600
31	SL	Quimina	AB	ki	307550	7354200
32	SL	Quimina	AB	ki	307375	7354300
33	SL	Quimina	AB	ki	307050	7354150
35	EG	Mingoni	AB	ki	313700	7361525
36	JQ	Romer	AB	ki	313650	7351450
37	JQ	(min. desativada)	AB	ki	312820	7351440
38	EG	Romer	AB	ki	317000	7357000
39	EG	Romer *	AB	ki	316950	7356950
40	EG	Área de empréstimo	A	me	317040	7357327
41	EG	Área de empréstimo	A	me	317600	7358800
42	SP	Nigri *	AB	ki	322500	7360575

* Prioridade 1- **magenta**. Prioridade 2- **vermelho claro**. Recuperadas/estabilizadas - **verde**

Nº = NÚMERO DE CADASTRO (IPT, 1997c). MUNICÍPIO: CO (Cotia); EM (Embu); EG (Embu-Guaçu); IS (Itapecerica da Serra); JQ (Jujuitiba); SL (São Lourenço da Serra); SP (São Paulo). DENOMINAÇÃO = "NOME-CHAVE" DE EMPRESA DE MINERAÇÃO. SITUAÇÃO = MINA ATIVA (A) OU ABANDONADA (AB). BEM MINERAL PRINCIPAL: am (água mineral); ar (areia); agv (argila para cerâmica vermelha); brt (brita); ki (caulim); me (material de empréstimo); Au (ouro). * - Identificação sem confirmação obtida ** - Temporariamente paralisado Obs. 1: "mineração abandonada" corresponde a áreas sem identificação precisa. Obs. 2: nas áreas abandonadas (AB), a identificação refere-se à mineração, quando ativa.

Nº	MUNICÍ- PIO	DENOMINAÇÃO	SITUAÇÃO	BEM MINE- RAL	COORDENADAS UTM	
					E-W	N-S
43	SP	(min. desativada)	AB	ki	322900	7360200
44	SP	Nigri *	AB	ki	323725	7362250
45	SP	Nigri *	AB	ki	325250	7364050
46	SP	(min. desativada)	AB	ki	324500	7364150
47	SP	Cerâmica Cerfram	A	agv	318800	7354525
48	IS	Rodolfo Zanardo	AB	ar	315500	7374850
49	IS	(min. desativada)	AB	ar	315300	7376050
50	IS	(min. desativada)	AB	ar	315600	7375650
51	IS	(min. desativada)	AB	ar	315200	7376275
52	IS	Rodolfo Grassman	AB	ar	315050	7376275
53	IS	(min. desativada)	AB	ar	314050	7376250
54	IS	Jairo Rodrigues	AB	ar	314825	7376800
55	IS	Porto do Pereirinha	AB	ar	316350	7375700
56	IS	Jovem Guarda	AB	ar	307725	7380225
57	IS	Milton Machado	AB	ar	314700	7375500
58	IS	(min. desativada)	AB	br	303780	7370100
59	EM	Antonio M. Fernandes	AB	ar	307450	7381425
60	CO/IS	(min. desativada)	AB	ar	307100	7380900
61	IS	Spal / Zulu Mineração	A	am	308075	7377150
62	IS	Extração de Areia Ressaca	A	ar	307325	7380675
63	IS	Cláudio Giovanolli	AB	ar	307800	7380600
64	EM	(min. desativada)	AB	ar	313000	7384350
65	EM	Ant. Garcia	AB	ar	309800	7382250
66	EM	Área de empréstimo	AB	me	309875	7382100
67	EM	D. Zula	AB	ar	309150	7382075
68	IS	Jovem Guarda	AB	ar	308500	7380200
69	EM	Jovem Guarda	AB	ar	308825	7380600
70	EM	Jovem Guarda	AB	ar	308500	7380575
71	EG	Olaria Noel Pires	A	agv	310200	7363650
72	EG	Olaria do Pernambuco	A	agv	310150	7363400
73	EG	Olaria do Abdala	A	agv	310200	7363250
74	IS	Olaria desativada	AB	agv	313700	7371850
75	EG	Olaria desativada	AB	agv	317800	7359300
76	EG	Olaria do José Mathias	A	agv	310300	7363200
77	IS	Olaria desativada	AB	agv	306220	7373470
78	IS	Olaria desativada	AB	agv	306950	7377850
79	CO	Olaria desativada	AB	agv	304850	7379750
80	EM	Olaria desativada	AB	agv	305040	7382050
81	SP	Olaria desativada	AB	agv	316450	7354800
82	SP	Olaria desativada	AB	agv	317300	7351700
83	IS	Olaria desativada	AB	agv	314000	7372500
84	EM	Olaria desativada	AB	agv	312400	7380100
85	IS	Olaria desativada	AB	agv	314200	7375550
86	IS	Olaria desativada	AB	agv	312850	7370300
87	EG	Olaria desativada	AB	agv	311850	7366500
88	IS	Olaria desativada	AB	agv	313450	7371550
89	EG	Olaria desativada	AB	agv	312050	7363800
90	EG	Olaria desativada	AB	agv	311800	7363550
91	EG	Olaria desativada	AB	agv	311650	7363500
92	EG	Olaria desativada	AB	agv	311550	7363350
93	IS	Olaria desativada	AB	agv	306600	7379050
94	IS	Olaria Arthur Almeida	A	agv	307060	7379200
95	IS	Olaria Leme/Aleixo Silva Filho	A	agv	311450	7378350
96	IS	Olaria Jairo Rodrigues Moraes	A	agv	314600	7376750
97	IS	Olaria do Suíço	A	agv	308900	7372100

Nº	MUNICÍ- PIO	DENOMINAÇÃO	SITUAÇÃO	BEM MINE- RAL	COORDENADAS UTM	
					E-W	N-S
98	IS	Olaria do Amaro	A	agv	313600	7371700
99	IS	Olaria do Zé Leopoldo	A	agv	314200	7372150
100	IS	Área de empréstimo	A	me	312250	7369830
101	EG	Olaria Antônio Nambu	A	agv	310350	7363100
102	SP	Olaria do Jusa	A	agv	321200	7364300
103	SP	Olaria do Bernardino	A	agv	320850	7367000
104	EG	Olaria Leopoldo	AB	agv	309200	7361700
105	SP	Olaria do Isao Murakami 2	A	agv	322600	7368400
106	EM	Olaria do Zé Nunes	A	agv	313200	7380900
107	IS	(min. desativada)	AB	ar	314550	7377300
108	EM	(min. desativada)	AB	ar	314200	7379900
109	EG	Área de empréstimo	A	me	312800	7358200
110	EG	Área de empréstimo	AB	me	313850	7360150
111	EG	Área de empréstimo	AB	me	308200	7353000
112	EM	Área de empréstimo	AB	me	310100	7380200
113	EM	(min. desativada)	AB	me	310300	7380600
114	EM	Olaria desativada	AB	agv	310320	7380550
115	EM	(min. desativada)	AB	ar	310050	7383500
116	IS	(min. desativada)	AB	ar	317000	7376300
117	EM	Alberto Giosa	AB	ar	310550	7382400
118	EM	José Delvechio	AB	ar	310500	7380500
119	IS	Pavoni	AB	ar	310075	7379050
120	EG	Olaria desativada	AB	agv	319100	7362400
121	IS	Amilcar	AB	ar	308300	7380400
122	EM	(min. desativada)	AB	br	307950	7381050
123	IS	Olaria do Zula	A	agv	306500	7379200
124	EG	Olaria Amâncio Pereira da Silva	A	agv	309700	7363600
125	IS	João Giovanolli	AB	ar	308050	7380450
126	SP	Porto de Areia Global	AB	ar	326600	7367150
127	EG	Olaria João Vieira	A	agv	309400	7363300
128	SP	Min. S. João *	AB	ar	321000	7375800
129	SP	(min. desativada)	AB	ar	323450	7368210
130	SP	(min. desativada)	AB	ar	323800	7368400
131	EG	Olaria do Antônio Gerássi	A	agv	309100	7363550
132	SP	(min. desativada)	AB	ki	320400	7374625
133	EG	Olaria do Benedito Vieira	A	agv	310250	7362850
134	EG	Garimpo de ouro desativado	AB	Au	309100	7362400
135	EM	Manoel de Moraes	AB	ar	314775	7380700
136	EM	Águas Embu	A	am	310675	7383875
137	EM	Gabriel Isale	AB	ar	310400	7382825
138	EG	Sociedade Caulinita	A	ki/ar	309050	7352750
138AB	EG	Sociedade Caulinita	AB	ki	309100	7353000
139	EG	Sul Americana	AB	ki	306550	7352000
140	EG	Min. Jompe	AB	ki	310325	7354075
141	EG	Min. MM	A	ki/ar	310775	7353500
142	EG	Cerâmica Colombo e Carmela	A	agv	315960	7369200
143	SL	Garimpo de ouro desativado	AB	Au	309600	7359350
144	IS	(min. desativada)	AB	ar	307200	7379350
145	IS	Pedreira Mariutti	A	brt	304475	7372625
146	SL	Garimpo de ouro desativado	AB	Au	308050	7359000
147	IS	Jorge H. Mullard	AB	ar	310125	7379450
148	IS	Pedreira Itapisserra	A	brt	309100	7367725
149	SP	Área de empréstimo	A	me	318500	7351750
150	IS	(min. desativada)	AB	ar	314600	7378400
151	EG	(min. desativada)	AB	ki	312200	7364500

Nº	MUNICÍ- PIO	DENOMINAÇÃO	SITUAÇÃO	BEM MINE- RAL	COORDENADAS UTM	
					E-W	N-S
152	JQ	(min. desativada)	AB	ki	312675	7351100
153	JQ	Romer	AB	ki	314950	7352725
154	SP	Baronesa	A **	ar	320480	7376395
155	SP	Pongiluppi *	AB	ar	327250	7366875
156	SP	Ponte Alta	A	ar	320650	7349920
157	SP	Viterbo Machado	A	ar	326725	7367600
158	SP	(min. desativada)	AB	ki	322300	7366500
159A	SP	Romer - mina	A	ki	322325	7358500
159B	SP	Romer - beneficiamento	A	ki	323400	7364850
160	SP	Cerâmica Gramado	A	agv	319800	7355675
161	SP	Min. Ouro Branco	A **	Ar	321100	7350100

QUADRO 3 – Principais operações das minerações de AREIA na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico (baseado em IPT, 1997b).

Principais operações do processo produtivo	Processos do meio físico afetados (impactos)										
	Escorregamento superficial	Erosão pela água	Movimentação das águas de subsuperfície	Interações físico-químicas na água e no solo	Circulação de partículas e gases na atmosfera	Desencadeamento de vibrações	Escorregamentos	Queda de blocos	Deposição de sedimentos e partículas em cursos d'água, córregos e rios	Inundação	Erosão eólica
Decapeamento											
Desmonte hidráulico											
Transporte interno de minério e rejeitos											
Beneficiamento											
Estocagem											
Carregamento e transporte do produto											
Disposição de rejeitos sólidos e líquidos											
Oficinas de manutenção e garagens; instalações de infraestrutura; captação de água											

QUADRO 4 – Principais operações das minerações de CAULIM na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico (baseado em IPT, 1997b).

Principais operações do processo produtivo	Processos do meio físico alterados (Impactos)										
	Escorregamento das águas de superfície	Erosão pela água	Movimentação das águas de subsuperfície	Interações físico-químicas na água e no solo	Circulação de partículas; e gases na atmosfera	Desencadeamento de vibrações	Escorregamentos	Queda de blocos	Deposição de sedimentos e partículas em cursos d'água, córregos e rios	Inundação	Erosão eólica
Decapeamento											
Desmonte hidráulico e/ou mecânico											
Transporte interno de minério e rejeitos por caminhões e/ou dutos e canaletas											
Beneficiamento – fase areia											
Beneficiamento – fase caulim											
Estocagem de caulim											
Estocagem de areia											
Carregamento e transporte do produto											
Disposição de rejeitos sólidos e líquidos											
Oficinas de manutenção e garagens; instalações de infraestrutura; captação de água											

Estas operações tendem a não causar impactos no meio físico.

QUADRO 5 – Principais operações das extrações de ÁGUA MINERAL na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico (baseado em IPT, 1997b).

Principais operações do processo produtivo	Processos do meio físico alterados (impactos)	Escamento das águas de superfície	Erosão pela água	Movimentação das águas de subsuperfície	Interações físico-químicas na água e no solo	Circulação de partículas, e gases na atmosfera	Desacordamento de vibrações	Escorregamentos	Queda de blocos	Deposição de sedimentos e partículas em cursos d'água, córregos e rios	Inundação	Erosão eólica
Bombeamento da água				Ver observação abaixo								
Transporte à unidade de industrial			Ver observação abaixo		Ver observação abaixo							
Filtragem e envasilhamento												
Estocagem					Ver observação abaixo							
Carregamento e transporte do produto						Ver observação abaixo						
Oficinas de manutenção e garagens; instalações de infraestrutura; captação de água												

Observação: Apesar de haver um potencial de impacto neste processo, este não ocorre nas minerações da bacia.

QUADRO 6 – Principais operações das minerações de ARGILA para cerâmica vermelha (olarias e cerâmicas) na bacia do Guarapiranga e seus impactos no meio físico (baseado em IPT, 1997b).

Principais operações do processo produtivo	Processos do meio físico alterados (impactos)										
	Escoamento das águas de superfície	Erosão pela água	Movimentação das águas de subsuperfície	Interações físico-químicas na água e no solo	Circulação de partículas; e gases na atmosfera	Desequilíbrio de vibrações	Escorregamentos	Queda de blocos	Deposição de sedimentos e partículas em cursos d'água, córregos e rios	Inundação	Erosão eólica
Decapamento											
Desmonte mecânico											
Transporte interno de minério											
Estocagem intermediária (no caso das cerâmicas)											
Beneficiamento											
Carregamento e transporte do produto											
Disposição de rejeitos e estocagem do produto											
Oficinas de manutenção e garagens; instalações de infraestrutura; captação de água											

Estas operações tendem a não causar impactos no meio físico.

QUADRO 7 – Degradação do meio físico nas áreas abandonadas de mineração na bacia do Guarapiranga, consideradas de Prioridade 1 e 2 (baseado em IPT, 1997a).

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
1	AREIA	Erosão significativa e remontante à estrada vicinal de acesso à estrada Itapeçerica da Serra - Embu-Guaçu, nos taludes remanescentes de lavra e em encosta, próxima do acesso à área, na qual o material erodido é transportado para o córrego contribuinte do ribeirão Santa Rita.	Recuo e abatimento dos taludes remanescentes da lavra e da encosta erodida; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial.	Retirada de material de empréstimo.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; definição da cobertura vegetal.
2	AREIA	Erosão significativa e remontante à estrada Itapeçerica da Serra - Embu-Guaçu, dos taludes remanescentes de lavra.	Recuo e abatimento dos taludes; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial.	Área de lazer, com campo de futebol; disposição de resíduos predominantemente inertes, na entrada da área.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção e definição de quantidades de espécies para cobertura vegetal.
4	CAULIM	Erosão e escorregamentos, apresentando feições recentes e significativas (ravinas grandes, cicatrizes subverticais e massas movimentadas na base dos taludes).	Abatimento dos taludes subverticais; recuo com construção de taludes e bermas nas porções erodidas; compactação e instalação de sistema de drenagem, associado a caixa de retenção de sedimentos antes da drenagem; se integrar ao curso d'água natural; e instalação de proteção superficial.	Ocupação rural; ocorre apicultura no acesso à área e os tanques de decantação são utilizados como tanques de água; presença de algumas residências de empregados na propriedade rural.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes ou complementação de estudos e projetos anteriores, já que há taludes e bermas construídos, que se romperam; definição e o dimensionamento do sistema de drenagem; seleção, definição de quantidades e modo de implantação de vegetação nativa, uma vez que a área está localizada em região de cabeceira de sub-bacia hidrográfica.
7	AREIA	Erosão de talude remanescente de lavra e escorregamentos, fornecendo sedimentos para o Ribeirão da Lagoa.	Abatimento do talude, com a construção de bermas estáveis; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial.	Ocupação rural (pastagem).	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; e seleção e definição de quantidades de espécies para revegetação.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
8	AREIA	Erosão e escorregamentos em taludes de rocha alterada, remanescentes da lavra, com fornecimento de sedimentos do Ribeirão da Lagoa.	Abatimento do talude, com a construção de bermas estáveis; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial, onde possível.	Ocupação rural (pastagem).	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes; e seleção e definição de quantidades de espécies para revegetação.
9	AREIA	Escorregamentos e erosão em talude. As feições não são significativas, mas a área encontra-se na margem do ribeirão da Lagoa, além de estar associada a outras áreas degradadas, o que faz com que os processos se acumulem.	Instalação de sistema de drenagem associado a caixa de retenção de sedimentos.	Nenhuma; a área, excetuando-se a porção subvertical dos taludes, encontra-se revegetada com pinheiros, eucaliptos, capim e arbustivas, estes últimos de desenvolvimento espontâneo.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem.
10	AREIA	Escorregamento e erosão com feições pouco significativas, mas associadas à outras feições relativas às outras áreas (7, 8, 9, 11, 12, e 53), produzem impacto cumulativo. Ocorrem na margem do ribeirão da Lagoa.	Estabilização do talude; instalação de sistema de drenagem e caixa de retenção de sedimentos; e instalação de proteção superficial, através de cobertura vegetal.	Ocupação residencial e via pública - estrada - nos arredores.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes; definição e o dimensionamento do sistema de drenagem e da caixa de retenção de sedimentos; seleção de espécies para a revegetação, com definição de quantidades e modo de implantação.
11	AREIA	Erosão e escorregamentos nos taludes da antiga frente de lavra. Feições significativas de escorregamentos. Apesar da situação de confinamento da área, os sedimentos gerados com a ocorrência desses processos são transportados para córrego contribuinte do ribeirão da Lagoa, acumulando-se aos efeitos semelhantes em outras áreas (7, 8, 9, 10, 12 e 53); há uma bacia de decantação de rejeitos estável e revegetada com gramineas e um aterro, também coberto de capim, na área relativa à antiga cava.	As medidas necessárias são: abatimento dos taludes subverticais e estabilização das massas movimentadas; instalação de sistema de drenagem, associado a caixa de retenção de sedimentos, e de proteção superficial por cobertura vegetal.	Área rural; atividade de pastagem.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção e modo de implantação de quantidades e modo de revegetação.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
12	AREIA	Apesar de ter ocorrido construção de talude e bermas, aterro da cava com rejeitos e revegetação espontânea, com desenvolvimento de capim e plantação de pinheiros, ocorre erosão e escorregamentos nos taludes de frente de lavra desativada, com feições recentes e antigas, pelo menos duas de escorregamentos e uma ravina grande ou boçoroca, esta na base do talude da bacia de decantação colmatada e revegetada.	Abatimento dos taludes; instalação de sistema de drenagem; proteção superficial no topo e base dos taludes; aterro e drenagem da boçoroca.	Nenhuma, além de pastagem eventual.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes.
13	MAT.EMP.	Feições erosivas nos taludes remanescentes.	Abatimento do talude; instalação de sistema de drenagem; e proteção superficial (com gramineas).	Nenhuma.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para o talude; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; definição da área e modo de implantação das gramineas.
14	AREIA	Erosão com ocorrência de ravinas pequenas, médias e grandes (estas últimas com dezenas de metros de extensão e aproximadamente 5 m de altura) nos taludes e nas bermas construídas.	Eventual abatimento de taludes, utilizando o material retirado para aterrar ravinas, instalação de sistema de drenagem e proteção superficial, incluindo-se a necessidade de colocação de camada de solo superficial, uma vez que os taludes estão em substrato de rocha alterada.	Sítio aparentemente inativo, com residência.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem; definição de volume de solo necessário para a proteção superficial; seleção de espécies, definição de quantidades e modo de implantação da vegetação.
16	CAULIM	Erosão de taludes remanescentes, pouco significativa. Houve revegetação espontânea e induzida com plantio de pinheiros e gramineas. Entretanto, na área da antiga cava aterrada, o aterro foi feito com resíduos sólidos domésticos, sem projeto e licenciamento, o qual já apresenta sinais de instabilização, em especial na margem do córrego contribuinte do ribeirão Santa Rita.	Contenção e impermeabilização das margens do córrego ao longo da área de influência do aterro.	Sítio aparentemente inativo, com residência.	Delimitação da área do aterro em superfície e em profundidade. Definição da pluma de contaminação do solo e do aquífero freático; definição e dimensionamento de sistema de drenagem e tratamento de líquidos percolados; estudos para obras de contenção e impermeabilização das margens do córrego.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
17	AREIA	Erosão significativa (ravina grande) de área de antiga cava, em parte aterrada com rejeitos finos e, em outra parte, aterrada pela prefeitura, para a construção do campo de futebol; a área da antiga bacia de decantação encontra-se estável, sem feições erosivas e revegetada com capim e gramineas; instabilização de resíduos depositados no topo da ravina grande, desenvolvida no aterro.	Aterro da ravina grande; instalação de sistema de drenagem e revegetação da área entre a antiga bacia de decantação e o campo de futebol, de modo a estabilizar as feições erosivas ali em desenvolvimento.	Em parte, a área é aproveitada para lazer, onde há o campo de futebol, ocorrendo também disposição de resíduos predominantemente inertes (incluindo resíduos de poda).	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem; estudos relativos aos materiais de aterro da ravina; estudos de revegetação, para estabilização final da área.
18	CAULIM	Erosão e escorregamentos recentes e significativos, nos taludes remanescentes de lava; erosão significativa dos depósitos de areia e mica; assoreamento dos canais de drenagem, em região de cabeceira, contribuintes do córrego formador do rio das Lavras, um dos principais afluentes do ribeirão Santa Rita; alterações físico-químicas nas águas, em especial as superficiais, por óxidos de ferro, entre outros	Houve trabalhos de retaludamento, mas não foram eficientes, nem associados a um sistema de drenagem e de proteção superficial, esta resumida ao plantio de alguns pinheiros e de gramineas. Deverão ocorrer trabalhos de recuo e abatimento dos taludes, com a construção de bermas e taludes estáveis, associados à instalação de um sistema de drenagem e de proteção superficial, através de revegetação com espécies nativas; estabilização dos depósitos de areia e mica, de preferência através do abatimento dos montes, construindo-se aterro estável, com cobertura de solo e revegetação; e análise e controle da qualidade da água.	Propriedade rural inativa ou com atividades de subsistência. No acesso à área e próximo da antiga área de beneficiamento, ocorrem residências de caseiros.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; determinação da geometria estável para os taludes em solo de alteração de rocha; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção de espécies nativas e exóticas, e definição de quantidades, para revegetação dos taludes e área de antiga cava, aterrada.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
24	MAT.EMP.	Erosão remontanente muito significativa; queda de blocos de rocha alterada.	Houve trabalhos de retaludamento na área, deixando, entretanto, o talude superior com altura e inclinação excessivas. No topo, ocorrem residências de bairro consolidado. Deve haver contenção da boçoroca, de modo que não ocorra instabilização deste talude, e instalação de sistema de drenagem.	Na área, campo de futebol e residência de caseiros. Ao redor, ocupação urbana.	Análise de risco de escorregamentos em rocha alterada; análise de estabilidade de taludes; determinação da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem.
31	CAULIM	Erosão e escorregamentos significativos dos taludes remanescentes da lavra; assoreamento de canais de drenagem, em região de cabeceira de sub-bacia, formadora do rio das Lavras, contribuinte importante do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu-Guaçu; alteração físico-química das águas superficiais e subterrâneas, devido à contaminação por resíduos industriais não determinados.	Deverão ocorrer trabalhos de recuo e abatimento dos taludes, com a construção de bermas e taludes estáveis, associados à instalação de um sistema de drenagem e de proteção superficial, através de revegetação com espécies nativas; análise e controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas; remoção dos resíduos ou descontaminação do solo; tratamento das águas superficiais e subterrâneas.	Propriedade rural inativa ou com atividades de subsistência. A entrada da área é ocupada por residências dos caseiros e ruínas de antigas instalações industriais (ocorria queima de resíduos, segundo informações locais)	Análise de estabilidade de taludes em rocha e rocha alterada; determinação da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção de espécies nativas e exóticas, e definição de quantidades, para revegetação dos taludes; estudos para diagnóstico e tratamento de águas e solos contaminados por resíduos industriais.
32	CAULIM	Escorregamentos significativos e queda de blocos dos taludes em rocha pouco alterada, remanescentes da lavra; assoreamento de canais de drenagem, de região de cabeceira, formadora do rio das Lavras, contribuinte importante do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu-Guaçu; alteração físico-química das águas superficiais e subterrâneas, devido à contaminação por resíduos industriais não determinados.	Deverá ocorrer retirada de blocos instáveis e contenção da encosta, além da estabilização das massas movimentadas, associada à instalação de um sistema de drenagem e de proteção superficial, em especial nas massas movimentadas e na base dos taludes, através de revegetação com espécies nativas; análise e controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas; remoção dos resíduos ou descontaminação do solo; tratamento das águas superficiais e subterrâneas.	Propriedade rural inativa ou com atividades de subsistência. A entrada da área (comum às áreas 31 e 33) é ocupada por residências dos caseiros e ruínas de antigas instalações industriais (ocorria queima de resíduos, segundo informações locais).	Análise de estabilidade de taludes em rocha e rocha alterada; determinação da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção de espécies nativas e exóticas, e definição de quantidades, para revegetação, após estabilização; estudos para diagnóstico e tratamento de águas e solos contaminados por resíduos industriais.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
33	CAULIM	Erosão e escorregamentos significativos nos taludes em solo de alteração de rocha, remanescentes de lavra; erosão do depósito de areia e mica, rejeitos do beneficiamento de caulim; assoreamento de canais de drenagem; de região de cabeceira de sub-bacia, formadora do rio das Lavras, contribuinte importante do ribeirão Santa Rita, sub-bacia do rio Embu-Guaçu; alteração físico-química das águas superficiais e subterrâneas, devido à contaminação por resíduos industriais não determinados.	Deverá ocorrer trabalhos de recuo e abatimento dos taludes, com a construção de bermas e taludes estáveis, associados à instalação de um sistema de drenagem e de proteção superficial, através de revegetação com espécies nativas; análise e controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas; remoção dos resíduos ou descontaminação do solo; tratamento das águas superficiais e subterrâneas.	Propriedade rural inativa ou com atividades de subsistência. A entrada da área é ocupada por residências dos caseiros e ruínas de antigas instalações industriais (ocorria queima de resíduos, segundo informações locais); atividade esporádica de retirada (manual) de areia, do depósito de areia e mica; captação de água do reservatório adjacente à antiga frente de lavra; e disposição de resíduos industriais, de origem e características não informada.	Análise de estabilidade de taludes em rocha e rocha alterada; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção de espécies nativas e exóticas, e definição de quantidades, para revegetação, após estabilização; estudos para diagnóstico e tratamento de águas e solos contaminados por resíduos industriais.
35	CAULIM	A erosão dos taludes remanescentes de mineração é pouco significativa. Os impactos atuais no meio físico, biótico e social estão diretamente relacionados com a utilização atual, resumindo-se em: instabilidade do talude do depósito de resíduos, com possibilidade de transporte significativo destes à rede de drenagem local; percolação e infiltração de chorume, com conseqüente contaminação das águas e do solo; e proliferação de organismos patogênicos no ar e águas.	Instalação imediata de sistema de drenagem, de modo a desviar as águas pluviais do depósito; drenagem dos líquidos percolados para tanques de tratamento, a ser construídos; instalação de aterro sanitário apropriado, com a disposição de camadas de resíduos intercaladas em camadas de solo argiloso, impermeável, entre outras medidas cabíveis para a consolidação do aterro sanitário; realizar estudos sobre as fundações do aterro, onde ainda não ocorreu a disposição; criar obstáculos, de modo a limitar a infiltração de chorume, nas porções da fundação não impermeabilizadas e já aterradas com os resíduos; análise e controle da qualidade das águas e do solo, já em contato com os efluentes.	Depósito de resíduos sólidos domésticos de Embu-Guaçu.	Projeto de instalação e operação de aterros sanitários; estudos para remediação de solos contaminados; e para o tratamento das águas.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
36	CAULIM	Erosão com ocorrência generalizada de ravinas que podem chegar a dezenas de metros de extensão e altura de até 8m; escorregamentos em taludes da antiga frente de lavra.	Abatimento total da área erodida com a construção de superfície estável; construção de aterro na base do talude maior, instável; instalação de sistema de drenagem com tanque de retenção de sedimentos, a montante do córrego do Boi Certoiro; instalação de proteção superficial por cobertura vegetal.	Nenhuma.	Análise de estabilidade de talude em rocha alterada e solo de alteração; definição de geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem e tanque de retenção de sedimentos; seleção, definição de quantidades e modo de implantação de espécies vegetais.
37	CAULIM	Erosão pouco significativa. A área está associada à 152 e aqui, aparentemente, só houve decapeamento.	Instalação de drenagem de base e proteção superficial, com adição de solo superficial e implantação de espécies nativas.	Propriedade rural aparentemente inativa, nesta parte da área.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção, definição de quantidades e modo de implantação de espécies vegetais.
38	CAULIM	Erosão e instabilização do talude remanescente de lavra, induzida pelo depósito de resíduos domésticos. O material mobilizado da encosta dirige-se diretamente ao reservatório Guarapiranga; provável percolação de efluentes líquidos (chorume) do depósito, ocorrendo infiltração no solo, com potencial de contaminação deste e das águas subterrâneas; escoamento superficial, causando também alteração físico-química das águas superficiais.	Aterro do depósito de resíduos, com a construção de talude estável; drenagem e tratamento dos líquidos percolados; instalação de sistema de drenagem de águas pluviais, afastando-as do depósito; cessação da disposição de resíduos no talude, cuja fundação já era instável, uma vez que foi talude de mineração.	Disposição de resíduos sólidos domésticos.	Análise de estabilidade de talude em solo de alteração de rocha contendo depósito de resíduos; definição da geometria estável para o talude; definição e dimensionamento do sistema de drenagem pluvial e de líquidos percolados; estudos para o tratamento dos líquidos percolados; estudos para a instalação de proteção superficial.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
39	CAULIM	Erosão e escorregamentos dos taludes remanescentes de lavra, remnantantes para a via local ou para área florestada, na vizinhança da área; instabilização de resíduos sólidos domésticos depositados no topo do talude vizinho à estrada, com queda dos resíduos na bermas erodida, no inferior da área; percolação de efluentes líquidos no solo e infiltração, com possibilidade de atingir o lençol freático.	Retaludamento e correção dos taludes e bermas construídos; instalação de sistema de drenagem; revegetação; construção de aterro estável de resíduos domésticos, com drenagem e tratamento de efluentes; e cessação da disposição de resíduos na beira da estrada e no topo do talude, atualmente instável.	Disposição de resíduos sólidos domésticos.	Análise de estabilidade de talude em solo de alteração de rocha; definição da geometria estável para o talude; definição e dimensionamento de sistema de drenagem da área; estudos para construção e operação de aterro sanitário, relativos à preparação da fundação, disponibilidade de solo para impermeabilização, sistema de drenagem e tratamento de efluentes; estudos de revegetação dos taludes e área remanescente, com seleção e definição de quantidade de espécies a serem implantadas e do modo de aplicação e manutenção.
42	CAULIM	Erosão e escorregamentos significativos nos taludes remanescentes de lavra.	Houve trabalhos de retaludamento, mas dissociados de drenagem e revegetação adequados. Deverá ocorrer recuo e abatimento dos taludes, com a construção de bermas e taludes estáveis; instalação de sistema de drenagem; e revegetação, além do aterro dos resíduos.	Nenhuma, além da disposição, aparentemente esporádica, de resíduos sólidos predominantemente inertes.	Análise de estabilidade de talude em solo de alteração de rocha e rocha alterada; definição da geometria estável para o talude; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; e estudos de revegetação, com seleção e definição de quantidades de espécies, de preferência nativas, a serem implantadas, bem como o modo de implantação.
45	CAULIM	Erosão e escorregamentos generalizados nos taludes remanescentes de lavra, remnantantes para vias públicas de acesso ao bairro e residências, localizadas próximas do topo dos taludes; ocorrência de uma boçoroca; e instabilização dos resíduos sólidos depositados nos taludes.	Retaludamento, com a construção de bermas e taludes estáveis; eventual obra de contenção, no talude cujo topo é ocupado; instalação de sistema de drenagem; contenção da boçoroca, com definição da área erodida e assoreada a jusante, e tomada de medidas de recuperação; revegetação da área; e cessação da disposição de resíduos sólidos nos taludes.	Ocorre disposição, aparentemente esporádica e em pequenas quantidades, de resíduos sólidos domésticos e um campo de futebol, para atividade de lazer local.	Análise de estabilidade de talude em solo de alteração; definição da geometria estável para o talude; definição e dimensionamento de sistema de drenagem; estudos de revegetação; estudos para contenção e controle da boçoroca; e estudos de estabilização da área degradada pela boçoroca, a jusante da área.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
46	CAULIM	Erosão dos taludes remanescentes de lavra e movimentos de massas, em área de cabeceira de drenagem.	Houve trabalhos de retaludamento, mas sem drenagem e revegetação adequadas. Deverá ocorrer rectivo e abatimento dos taludes, instalação de sistema de drenagem e revegetação.	Campo de futebol, na parte relativa à cava aterrada, e área urbana, nos arredores imediatos da área.	Análise de estabilidade de taludes; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; e estudos de revegetação.
49	AREIA	Assoreamento natural e poluição da água por esgotos domésticos em períodos de inundação (planície do rio Embu Mirim); assoreamento induzido por disposição de resíduos predominantemente inertes.	Regularização e controle da disposição de resíduos; ou manutenção de faixa de preservação permanente (a definir); e análise e controle da qualidade da água, no caso de se manter o lago.	Nenhuma.	Análise de estabilidade de aterro e áreas que sofrem inundação; seleção, definição de quantidades e modo de implantação de vegetação em área de preservação permanente.
51	AREIA	Assoreamento natural e poluição da água por esgotos domésticos (o lago já se encontra com sinais de eutrofização); assoreamento induzido por disposição de resíduos predominantemente inertes.	Regularização e controle da disposição de resíduos de modo a se construir aterro estável.	Fábrica de blocos na entrada da área, de propriedade do ex-minerador e proprietário da área.	Análise do comportamento geotécnico de aterros de resíduos inertes em áreas que sofrem inundação; definição e dimensionamento de sistema de drenagem.
53	AREIA	Erosão e escorregamentos em taludes subverticais e irregulares remanescentes da lavra, nos quais não houve trabalhos de retaludamento; e assoreamento de drenagens naturais, em região de nascentes.	Houve o aterro da antiga cava, mas não ocorreram trabalhos de retaludamento. Deverá ocorrer o abatimento dos taludes, com a construção de bermas e taludes de geometria estável; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial, por cobertura com espécies nativas, em especial na área de cabeceira de drenagem, onde há mata densa regenerada.	Nenhuma. Ocorrem duas residências, dos caseiros, e ruínas de uma olaria desativada. A propriedade é parcialmente cercada e faz vizinhança com outras áreas desativadas de mineração, além de outras propriedades residenciais e área florestada.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; definição da geometria estável para os taludes; definição e o dimensionamento do sistema de drenagem; e para a seleção e definição de quantidades de espécies nativas e exóticas, para revegetação.
54	AREIA	Erosão significativa e remontante das margens do lago relativo à cava; assoreamento natural e poluição das águas por esgotos domésticos, em períodos de inundação do rio Embu Mirim.	Estabilização dos taludes das margens; instalação de sistema de drenagem, que conduza as águas pluviais para o lago; instalação de proteção superficial; sinalização de profundidade no lago e avisos de perigo à natação, entre outras atividades que possam ser desenvolvidas no lago; e análise e controle da qualidade da água.	Há uma olaria ativa na propriedade que margeia os lagos e ocorre atividade esporádica e irregular de extração de areia.	Estudos básicos para retaludamento das margens; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; estudos relativos à cobertura vegetal; e batimetria do lago.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
56	AREIA	Erosão dos taludes remanescentes e escorregamentos.	Apesar de ter havido aterro da cava com rejeitos, a colmatação das bacias de decantação e a construção de taludes e bermas nas frentes de lavra desativadas, há a necessidade de abatimento de testemunhos isolados, bem como retaludamento na encosta com feições de escorregamento; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial nos taludes.	Sítio onde se desenvolve floricultura.	Análise de estabilidade de taludes; definição da geometria estável dos taludes; dimensionamento do sistema de drenagem; e seleção, definição de quantidades e modo de implantação de espécies vegetais para proteção superficial.
59	AREIA	Erosão de taludes remanescentes de lavra.	Houve trabalhos de retaludamento na antiga frente de lavra, que atualmente sofre erosão, devido à ausência de um sistema de drenagem e de proteção superficial. Houve aterro da antiga cava. Deverá ocorrer novo abatimento de taludes e instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial. A bacia de decantação encontra-se estabilizada, apesar de pobremente coberta de vegetação.	Campo de futebol na antiga bacia de decantação e residência de caseiros. A propriedade não está cercada.	Estudos para a construção de bermas e taludes estáveis e para a definição e dimensionamento do sistema de drenagem, além da seleção e definição de quantidades de espécies para revegetação.
63	AREIA	Erosão e escorregamentos em rocha alterada.	Abatimento de taludes em solo de alteração; drenagem de taludes em rocha alterada; estabilização de massas movimentadas, através de seu espalhamento na superfície de antiga cava aterrada, e compactação; contenção da erosão nos taludes que margeiam o córrego contribuinte do Ribeirão da Ressaca, através da instalação de sistema de drenagem e plantio de espécies diferentes de eucalipto, atualmente implantado.	Nenhuma.	Análise de estabilidade de taludes; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento de sistema de drenagem; e estudos para obra de controle de erosão do talude na margem do córrego.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
64	AREIA	Erosão nos taludes construídos e recobertos de gramineas e eucaliptos.	Correção dos taludes erodidos e instalação de sistema de drenagem, apropriado a uma melhor manutenção da proteção superficial de gramineas.	Área de lazer com campo de futebol, cujas obras foram realizadas pela Prefeitura Municipal.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem.
66	MAT.EMP.	Erosão pouco significativa do talude remanescente, subvertical e sem proteção superficial; a disposição de resíduos pode acarretar, com as chuvas, a sua mobilização para as vias públicas locais e para as canaléatas de drenagem das vias, causando entupimentos da rede de águas pluviais.	Abatimento do talude, instalação de proteção superficial (gramíneas) e sistema de drenagem de base, integrando-a às das vias locais.	Área utilizada para a disposição de resíduos diversos, predominantemente inertes.	Estudos básicos para o dimensionamento de sistema de drenagem na base do talude; definição da quantidade de gramineas para a proteção superficial do talude a ser abatido.
67	AREIA	Erosão de taludes e bermas construídos na frente de lavra desativada, na encosta. Ocorrem ravinas grandes no talude mais extenso.	Retaludamento; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial por cobertura vegetal.	Propriedade particular, com residência de caseiros, onde funcionou empresa de terraplanagem. Atualmente, a área faz parte da rota de rallyes de motocicleta.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; definição de espécies para a cobertura vegetal de modo a complementar e consolidar a proteção superficial dos taludes.
68	AREIA	Erosão, nos taludes remanescentes de lavra e no aterro relativo à antiga cava.	Em um dos taludes, houve retaludamento, mas sem estar associado à drenagem e à proteção superficial. Por isso, deverá haver novo retaludamento, com recuos e abatimentos; aterro das feições erosivas na área relativa à antiga cava; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial.	Horticultura (no topo de um dos taludes da antiga lavra) e fábrica de blocos de cimento.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção e definição de espécies para a proteção superficial da área.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
69	AREIA	Erosão (em um dos taludes é remontante para a via pública) e escorregamentos em taludes instáveis, remanescentes de lavra; e erosão da superfície do aterro relativo a uma das cavas. A área possui, aparentemente, duas cavas, uma primeira, a montante, que foi aterrada com o rejeito da extração de uma segunda, a qual, por sua vez, foi inundada, no final da atividade. Os taludes, em ambas as partes, estão sofrendo erosão remontante e escorregamentos	Retaludamento, com construção de bermas e taludes estáveis; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial adequada; aterro das ravinas observadas na área relativa à antiga cava; como alternativa, pode-se considerar o retaludamento de toda a área, de montante para jusante, construindo taludes e bermas, inclusive na porção de cava aterrada	Nenhuma. É propriedade particular cercada, com residência de caseiros.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha e rocha alterada; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção de espécies e definição de quantidades para revegetação.
70	AREIA	Erosão remontante nos taludes, em direção a uma via pública (estrada vicinal), e escorregamentos com feições de ocorrência generalizada ao longo do talude.	Recuo e abatimento da porção superior do talude; instalação de sistema de drenagem na crista do talude, de modo a desviar as águas pluviais e conter o processo erosivo.	Área de lazer particular.	Estudos básicos para o recuo e abatimento do talude e para o dimensionamento do sistema de drenagem, o qual poderá envolver o talude e conduzir as águas pluviais para o lago, relativo à uma parte da antiga cava. A outra parte foi aterrada com rejeitos, durante a atividade de mineração.
110	MAT.EMP.	Erosão significativa dos taludes e superfícies remanescentes da extração, com fornecimento de sedimentos para o córrego local, contribuinte do ribeirão Santa Rita.	Reafileiamento topográfico da área, com correção das erosões; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial.	Nenhuma. A área é propriedade particular cercada. Na propriedade vizinha, ocorre horticultura.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção e definição de quantidades de espécies para revegetação.
111	MAT.EMP.	Erosão dos taludes, com acumulação de material na base e erosão (formação de ravinas pequenas) dessas massas.	Abatimento do talude subvertical de modo a sustentar cobertura vegetal de gramíneas; instalação de sistema de drenagem na crista e na base do talude, integrando-o ao da via pública (Estrada Embu-Guaçu - Santa Rita).	Nenhuma.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem; definição da área a receber gramíneas para revegetação.
112	MAT.EMP.	Erosão e escorregamentos em rocha alterada.	Contenção de talude em rocha alterada e instalação de sistema de drenagem.	Ocupação urbana, na vizinhança imediata da área.	Definição e dimensionamento de sistema de drenagem e eventual obra de contenção de talude em rocha alterada; e análise de risco de escorregamentos e erosão na vizinhança da ocupação urbana.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
117	AREIA	Erosão e escorregamentos significativos dos taludes remanescentes de lavra em encosta; assoreamento e poluição da água por esgotos domésticos, entre outros efluentes líquidos, do lago relativo à antiga cava inundada, em períodos de inundação do rio Embu-Mirim. Ocorre assoreamento das porções marginais do lago, que recebem contribuição, em sedimentos, da encosta.	Retaludamento, com construção de taludes e bermas, nos compartimentos em que é possível o recuo e a mobilização de solo e solo de alteração de rocha; obras de contenção, nos compartimentos onde não há possibilidade de recuo e onde ocorre rocha pouco alterada; abatimento dos taludes negativos; instalação de sistema de drenagem nos taludes, conduzindo as águas pluviais para o lago; instalação de proteção superficial, com cobertura vegetal adequada à estabilidade; reafirmação das margens do lago, de forma a adequá-lo ao uso em atividades de lazer; sinalização de profundidade e de perigo à natação, por exemplo; e análise e controle da qualidade da água do lago.	Nenhuma. Atualmente, a área pertence à prefeitura municipal. Será transformada em parque público, após aprovação da fase executiva do projeto de recuperação. O projeto conceitual e alguns estudos acima referidos, já foram realizados. Ocorria, na época do levantamento, disposição de resíduos predominantemente inertes.	Análise de estabilidade de taludes e para definição e dimensionamento de obras de contenção e drenagem nos taludes e bermas; seleção e definição de quantidades de espécies para proteção superficial dos taludes e bermas; batimetria do lago; avaliação da qualidade da água e de formas de descontaminação.
121	AREIA	Erosão significativa, principalmente na antiga bacia de decantação de rejeitos, cuja extremidade aterrou drenagem preexistente, o que acabou causando o rompimento; escorregamentos significativos em taludes remanescentes de lavra.	Contenção da erosão, através da correção dos taludes da antiga bacia de decantação de rejeitos e da instalação de sistema de drenagem que conduza as águas pluviais ao lago relativo à antiga cava; estabilização dos taludes remanescentes de lavra, através do seu abatimento e construção de taludes e bermas estáveis; instalação de sistema de drenagem e de proteção superficial; abatimento do talude-limite com a área 125; impedimento do acesso à base do talude principal; sinalização de profundidade e de perigo à natação, no lago.	Nenhuma. É propriedade particular aberta, ocorrendo invasões frequentes de moradores locais (especialmente crianças).	Análise de estabilidade de taludes; definição de geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção e definição de quantidades de espécies para a cobertura vegetal; batimetria do lago.
122	BRITA	Escorregamentos em rocha alterada e queda de blocos nas cercanias imediatas de via pública e de córrego contribuinte do ribeirão da Ressaca.	Retirada de blocos instáveis, verificação da estabilidade das massas movimentadas que se encontram cobertas de gramíneas; instalação de sistema de drenagem de base e de crista de talude.	Ocupação residencial no topo do talude. A área é murada e cercada, ocupando parte de duas propriedades particulares.	Levantamentos básicos para a determinação de blocos instáveis; definição e dimensionamento do sistema de drenagem.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
125	AREIA	Erosão nos taludes remanescentes de lavra e do talude da antiga bacia de decantação de rejeitos.	Houve aterro da área referente à cava, mas não houve trabalhos de retaludamento, drenagem e proteção superficial, na antiga frente de lavra	Nenhuma; ocorre apenas a residência dos caseiros. É propriedade particular não cercada.	Análise de estabilidade de taludes; definição da geometria estável dos taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção e definição de quantidades de espécies para a cobertura vegetal
128	AREIA	Processos erosivos significativos, remontantes à área urbana, ocupada por habitações simples, nas margens do lago relativo à cava inundada; há histórico de afogamentos no lago, usualmente frequentado pela população local, que invade a área.	Construção de taludes e bermas nas margens do lago, estabilizando-as, e instalação de sistema de drenagem, que conduza as águas pluviais para o lago, de modo a conter o processo erosivo remontante; análise de risco com eventual remoção de habitações ou necessidade de obras de contenção; sinalização de perigo do uso do lago para atividades de lazer, como a natação, por exemplo; e cercamento da área.	Não ocorrem atividades regulares na área, mas há invasões da população local para atividades de lazer no lago. A área é guardada por caseiros, mas não é totalmente fechada ao acesso. Há disposição de resíduos predominantemente inertes.	Estudos para o retaludamento das margens, e para as obras de contenção; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; e batimetria do lago.
132	CAULIM	Escorregamentos em taludes de rocha alterada, remanescentes da lavra e que foram objeto de estabilização, em especial a sua porção superior menos inclinada. A porção inferior é subvertical e sofreu escorregamento.	Correção de taludes negativos; instalação de sistema de drenagem de crista e de base; interrupção da disposição de resíduos.	Disposição esporádica de resíduos sólidos domésticos. A área ocupa diretamente um pequeno braço do reservatório Guarapiranga.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem.
135	AREIA	Erosão e escorregamentos nos taludes remanescentes de frente de lavra desativada, cuja base é antiga área de cava, aterrada com rejeitos finos.	Estabilização de taludes em solo de alteração de rocha e em rocha alterada; instalação de rede de drenagem e proteção superficial através de cobertura vegetal com a implantação de espécies nativas, preferencialmente.	Sítio particular, aparentemente de lazer. A bacia de decantação desativada, colmatada e revegetada com gramíneas, é utilizada como campo de futebol, atividade de lazer local.	Análises de estabilidade de talude em solo de alteração e rocha alterada; definição da geometria estável para os taludes; dimensionamento e projeto de drenagem; seleção, definição de quantidades e modo de implantação de espécies nativas.
138d	CAULIM	Erosão e escorregamentos muito significativos e remontantes, nos taludes remanescentes da lavra; erosão significativa dos depósitos de areia e mica, em parte associados à antiga lavra; contribuição importante em sedimentos para o ribeirão Santa Rita, distante poucos metros da base dos taludes; comprometimento da vegetação regenerada do topo da encosta instável.	Estabilização imediata dos taludes, com construção de bermas e taludes estáveis, com inclinação final adequada; obras de contenção, onde necessárias; instalação de sistema de drenagem e revegetação da encosta, de preferência com espécies nativas.	Nenhuma, além da operação de beneficiamento e do escritório da administração da Sociedade Caulinita, cuja lavra ocorre em área vizinha, na margem oposta do ribeirão.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção de espécies nativas e exóticas, e definição de quantidades, para revegetação da encosta.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
139	CAULIM	Erosão de taludes remanescentes na área da antiga lavra, os quais foram corrigidos, mas sem a instalação de sistema de drenagem e proteção superficial; erosão do antigo depósito de rejeitos (areia e mica), o qual recebeu cobertura vegetal de <i>Pinus</i> , medida que favorece o processo erosivo por concentrar o escoamento superficial; alteração de parâmetros de qualidade de águas superficiais, pela aparente concentração de óxidos de ferro na área do antigo depósito de areia e mica; e assoreamento do córrego local, devido à mobilização e deposição de areia e mica; provável disposição descontrolada de resíduos industriais.	Instalação de sistema de drenagem e proteção superficial nos antigos taludes de lavra; contenção do processo erosivo no antigo depósito de areia e mica, através de eventual desvio do córrego natural e/ou substituição da vegetação de cobertura; e análise e controle da qualidade da água superficial, subterrânea e do solo.	Sítio particular de lazer, com residências construídas na antiga área de lavra.	Definição e dimensionamento de sistema de drenagem e obras fluviais como desvio e retificação; estudos para a definição de espécies vegetais, em substituição ao <i>Pinus</i> , na área do depósito de areia e mica; investigação da contaminação das águas superficiais e subterrâneas; definição do tratamento do solo e águas (descontaminação)
140	CAULIM	Erosão remorante, com ocorrência de ravinas pequenas a grandes e instabilização de massas, em especial o primeiro, em área de antiga frente de lavra; ocorre assoreamento do córrego local, contribuinte do ribeirão Santa Rita.	Abatimento da área erodida, formando superfície estável; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial, através da cobertura vegetal.	Nenhuma (área de mata) na frente de lavra desativada; campo de futebol na estrada da área, onde ocorria provavelmente, o beneficiamento, área esta que se encontra estabilizada.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção, definição de quantidades e modo de implantação de espécies vegetais nativas.
144	AREIA	Erosão de taludes relativos à antiga frente de lavra, onde já houve trabalhos de retaludamento e aterro da antiga cava (com rejeitos da mineração).	Abatimento do talude ao fundo da área, de modo a se formar superfície estável; instalação de sistema de drenagem e proteção superficial.	Nenhuma.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração e rocha alterada; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção, definição de quantidades e modo de implantação de espécies vegetais nativas.
151	CAULIM	Erosão, com a presença de ravinas pequenas e médias e assoreamento de drenagens intermitentes, contribuintes de córrego da sub-bacia do ribeirão Santa Rita.	Instalação de sistema de drenagem, já em adoção, e de proteção superficial, através de cobertura vegetal; eventualmente poderá ocorrer a construção de edificações na área, o que implicará a necessidade de compactação do solo.	Nenhuma.	Definição e dimensionamento do sistema de drenagem; estudos relativos à cobertura vegetal e seu modo de implantação.

Nº	BEM MINERAL	PRINCIPAIS ASPECTOS DA DEGRADAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS
152	CAULIM	Instabilização de massas de solo de alteração desagregado e erosão, nos taludes remanescentes de lavra.	Estabilização do talude, instalação de sistema de drenagem e substituição da proteção superficial atual (<i>Pinus</i>) por outras espécies que não facilitem a ocorrência de processos erosivos.	Sítio aparentemente inativo, nesta parte	Análise de estabilidade do talude em solo de alteração; definição da geometria estável para o talude; definição e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção, quantificação e modo de implantação de espécies vegetais nativas.
153	CAULIM	Erosão significativa (ocorrência de pelo menos uma boçoroca) e escorregamentos remanescentes em direção a propriedades e vias de acesso próximas; a evolução da boçoroca provoca erosão e assoreamento a jusante; instabilização dos resíduos lançados no talude instável, remanescente da lavra.	Estabilização dos taludes remanescentes de lavra, instalação de sistema de drenagem; controle da erosão e recuperação da área a jusante, degradada pela evolução da boçoroca; revegetação da área e da área degradada a jusante, a ser determinada; remoção ou aterro adequado dos resíduos sólidos depositados; interrupção da atividade, aparentemente esporádica, envolvendo pequenas quantidades.	Nenhuma, além da disposição de resíduos.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha; definição da geometria estável para os taludes; estudos para contenção e controle da boçoroca; definição e dimensionamento do sistema de drenagem e revegetação.
155	AREIA	Erosão dos taludes remanescentes de lavra e da superfície do aterro, feito na área da antiga cava; algumas feições de massas movimentadas nos taludes de lavra; boçoroca em formação na superfície do aterro, com perspectivas de remontar à bacia de decantação de rejeitos, ainda estável.	Recuo e abatimento dos taludes, instalação de sistema de drenagem e revegetação dos taludes, de preferência com espécies nativas; contenção da boçoroca em formação, com condução das águas para o sistema de drenagem da área, a ser instalado; revegetação das superfícies atualmente cobertas de gramíneas, com espécies nativas.	Nenhuma. Há um campo de futebol, na área relativa à cava aterrada.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração de rocha e rocha alterada; definição da geometria estável para os taludes; definição e dimensionamento dos sistema drenagem; estudos de revegetação, com seleção e definição de Quantidades e modo de implantação, de espécies nativas.

QUADRO 8 – Aspectos do controle ambiental e recuperação nas áreas abandonadas de mineração na bacia do Guarapiranga, consideradas estabilizadas ou recuperadas (baseado em IPT, 1997a).

Nº	BEM MINERAL	MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO ADOTADAS E/OU ESPONTÂNEAS	PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES DE MODO NÃO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	INSTALAÇÕES REMANESCENTES DA MINERAÇÃO
06	BRITA	Isolamento da cava inundada e dos taludes da frente de lavra, com cercas; transformação da unidade de britagem, depósito, expedição e escritórios em instalações de gráfica.	Erosão e escorregamentos nos taludes superiores da antiga frente de lavra (solo de alteração e blocos de rocha.	Abatimento do talude superior e/ou obra de contenção; instalação de sistema de drenagem, em especial no topo do talude.	Análise de estabilidade de taludes, com definição de geometria estável e dimensionamento do sistema de drenagem.	Sede de ordem religiosa.	Edificação da unidade de britagem; boca do britador.
15	CAULIM	Construção de taludes e bermas; revegetação espontânea e induzida (plantio de pinheiros).	Escorregamento em solo de alteração.	Abatimento do talude.	Não necessários.	Nenhuma; propriedade particular carcada.	Não ocorrem.
20	CAULIM	Plantio de gramíneas no talude sem proteção superficial.	Não observados.	Regularização de talude.	Não necessários.	Nenhuma.	Não ocorrem.
25	AREIA	Construção de taludes e bermas; plantio de gramíneas e revegetação espontânea; e aterro parcial dos lagos.	Erosão de taludes remanescentes; ocorre assoreamento natural do lago e poluição da água por esgotos domésticos, em período de inundação.	Drenagem de águas pluviais, nos taludes e bermas; proteção superficial por vegetação; instalação de caixa de retenção de sedimentos; aterro parcial do lago; avisos de proibição de natação; instalação de bóias de sinalização; regularização das margens; análise e controle da qualidade da água.	Definição e dimensionamento da rede de drenagem e caixa de retenção de sedimentos; definição e quantificação de espécies para revegetação; batimetria dos lagos.	O lago é utilizado para atividades de pesca (lazer).	Não ocorrem.

Nº	BEM MINERAL	MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO ADOTADAS E/OU ESPONTÂNEAS	PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES DE MODO NÃO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	INSTALAÇÕES REMANESCENTES DA MINERAÇÃO
27	CAULIM	Plantio de eucaliptos no talude remanescente; revegetação espontânea no restante da área.	Erosão do talude remanescente.	Abatimento do talude; drenagem de águas pluviais; e proteção superficial do talude.	Definição da geometria do talude e dimensionamento da rede de drenagem; seleção de espécies vegetais, quantidades e definição do modo de implantação.	Nenhuma.	Não ocorrem.
43	CAULIM	Construção de taludes e bermas; plantio de pinheiros e revegetação espontânea.	Erosão e movimentos de massas pouco significativos nos taludes; sinais de eutrofização do lago, o que altera a qualidade da água.	Drenagem de águas pluviais e tanque de retenção de sedimentos; análise e controle da qualidade da água do lago (pluvial e subterrânea) ali retida.	Definição e dimensionamento da rede de drenagem.	Nenhuma; está no contexto de sítio de lazer, com casas para aluguel (aparentemente desativado).	Não ocorrem.
44	CAULIM	Construção de taludes e bermas e reatendimento topográfico; plantio de pinheiros e gramíneas; terraplanagem.	Erosão e movimentos de massas pouco significativos.	Abatimento de um talude em solo de alteração; drenagem de águas pluviais; caixa de retenção de sedimentos; proteção superficial por revegetação.	Definição da geometria do talude e dimensionamento do sistema de drenagem; seleção de espécies vegetais, quantidades e definição do modo de implantação.	Ocupação residencial (residência dos caseiros) e atividade de lazer (campo de futebol na antiga área de beneficiamento).	Sucatas de tubulação e ruínas de depósito de minério desmontado.
48	AREIA	Estabilização das margens emersas do lago, relacionado à cava inundada, e revegetação aparentemente espontânea; aterro parcial por assoreamento.	Ocorre assoreamento natural em períodos de inundação.	Não necessárias.	Não necessários.	Nenhuma.	Não ocorrem.
50	AREIA	Revegetação, com gramíneas; instalação de cercas, isolando o lago e delimitando propriedades; aterro parcial por assoreamento.	Ocorre assoreamento natural e poluição da água por esgotos domésticos, em períodos de inundação.	Análise e controle da qualidade da água.	Não necessários.	Ocupação residencial em chácaras.	Não ocorrem.

Nº	BEI MINERAL	MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO ADOTADAS E/OU ESPONTÂNEAS	PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES DE MODO NÃO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	INSTALAÇÕES REMANESCENTES DA MINERAÇÃO
52	AREIA	Aterro artificial da cava; revegetação com taboa, aparentemente espontânea.	Erosão não significativa de banco de areia remanescente; ocorre assoreamento natural e poluição da água por esgotos domésticos em períodos de inundação.	Análise e controle da qualidade da água.	Não necessários.	Nenhuma. Área particular; ocorre extração esporádica no banco de areia remanescente.	Tanque de água.
55	AREIA	Revegetação das margens dos dois lagos aparentemente espontânea; aterro parcial dos lagos por assoreamento.	Assoreamento natural dos lagos (20 a 30m de profundidade, em 1971, quando foi desativada; 3m de profundidade, em 1997); poluição da água por esgotos domésticos em períodos de inundação.	Análise e controle da qualidade da água.	Não necessários.	Área de lazer dos habitantes locais.	Não ocorrem.
57	AREIA	Regularização das margens dos dois lagos; revegetação espontânea e induzida, esta associada à horticultura.	Ocorre assoreamento natural dos lagos em períodos de inundação	Não necessárias.	Não necessários.	Chácara residencial.	Não ocorrem.
58	BRITA	Construção de taludes e bermas; revegetação aparentemente espontânea.	Instabilização e queda de blocos.	Retirada de blocos menores (< 5 m ³) e contenção de blocos maiores nos taludes; drenagem de águas pluviais.	Definição e dimensionamento de sistema de drenagem; definição de geometria estável para talude em rocha bastante fraturada.	Residencial (sítio particular).	Não ocorrem.
60	AREIA	Aterro do lago com rejeitos de mineração ativa de areia (mineração Ressaca) e revegetação com taboa e capim, aparentemente espontânea.	Não observados.	Não necessárias.	Não necessários.	Nenhuma (propriedade particular cercada).	Não ocorrem.

Nº	BEM MINERAL	MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO ADOTADAS E/OU ESPONTÂNEAS	PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES DE MODO NÃO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	INSTALAÇÕES REMANESCENTES DA MINERAÇÃO
65	AREIA	Aterro do lago e revegetação espontânea com taboa.	Não observados.	Não necessárias.	Não necessários.	Sítio particular.	Não ocorrem
107	AREIA	Revegetação das margens dos dois lagos aparentemente espontânea; aterro parcial por assoreamento.	Ocorre assoreamento natural dos lagos e poluição por esgotos domésticos, em períodos de inundação; sinais de eutrofização em um dos lagos; percolação e diluição de chorume produzido no antigo depósito de lixo aterrado	Controle da poluição da água por matéria orgânica decomposta e substâncias desconhecidas, a partir de antigo lixão, de instalação posterior à atividade mineira, bem como dos esgotos domésticos.	Estudo do processo de inundação (dinâmica da água superficial) e dos fluxos subterrâneos, caracterização e delimitação da pluma de contaminação e caracterização do processo de diluição dos líquidos percolados; delimitação da área, em superfície e em profundidade, de ocorrência de remanescentes do depósito de resíduos; definição de medidas de mitigação e recuperação, caso necessárias.	Escola de equitação; foi depósito de resíduos domésticos da prefeitura (não há histórico de contaminação de animais ou pessoas pelo consumo da água).	Não ocorrem.
108	AREIA	Revegetação das margens do lago aparentemente espontânea; aterro parcial do lago, por assoreamento.	Assoreamento natural e poluição por esgotos domésticos, em períodos de inundação.	Análise e controle da qualidade de água; avisos de proibição da natação e instalação de bóias sinalizadoras; regularização das margens do lago.	Batimetria do lago.	Ocorre disposição de resíduos predominantemente domésticos nas margens e no acesso.	Não ocorrem.

Nº	BEM MINERAL	MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO ADOTADAS E/OU ESPONTÂNEAS	PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES DE MODO NÃO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	INSTALAÇÕES REMANESCENTES DA MINERAÇÃO
113	MAT.EMP.	Construção de taludes e bermas; plantio de eucaliptos e revegetação espontânea.	Não observados.	Não necessárias.	Não necessários.	Floricultura e ocupação residencial.	Não ocorrem.
115	AREIA	Construção de taludes e bermas na encosta; regularização das margens do lago; revegetação com pinheiros, eucaliptos e gramíneas.	Não observados.	Não necessárias.	Não necessários.	Ocupação residencial e atividade de lazer particular (faz parte de condomínio fechado).	Não ocorrem.
116	AREIA	Revegetação das margens aparentemente espontânea; aterro parcial por assoreamento natural.	Assoreamento natural e poluição da água por esgotos domésticos, em períodos de inundação.	Análise e controle da qualidade da água.	Não necessários	Sítio particular.	Não ocorrem.
118	AREIA	Aterro total do lago; revegetação espontânea com taboa.	Assoreamento natural em períodos de inundação.	Não necessárias	Não necessários.	Nenhuma.	Não ocorrem.
119	AREIA	Regularização das margens do lago; revegetação com gramíneas, eucaliptos e pinheiros; aterro parcial por assoreamento.	Assoreamento natural e poluição da água em períodos de inundação.	Análise e controle da qualidade da água.	Não necessários.	Propriedade industrial.	Não ocorrem.

Nº	BEM MINERAL	MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO E/OU ADOTADAS E/OU ESPONTÂNEAS	PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES DE MODO NÃO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	INSTALAÇÕES REMANESCENTES DA MINERAÇÃO
126	AREIA	Projeto de aterro da cava, com resíduos da construção civil, retaludamento e drenagem em execução, na antiga cava inundada; bacias de decantação revegetadas com gramíneas e pinheiros; montagem e manutenção de viveiro de mudas de espécies nativas e exóticas.	Erosão e escorregamentos significativos.	Priorizar aterro de áreas com erosão remontante e abertura de novas frentes de aterro nestas áreas; iniciar obras de drenagem de águas pluviais, previstas em projeto.	Caracterização dos fluxos subterrâneos e monitoramento do nível freático; análise físico-química das águas; definição das propriedades mecânicas do aterro, para servir de fundação.	Aterro de resíduos inertes da construção civil, de acordo com a Resolução SMA - 25/96; futuramente, loteamento de chácaras, de acordo com a Lei de Proteção de Mananciais.	Escritório (recuperado) oficinas e depósitos (em ruínas).
129	AREIA	Revegetação aparente espontânea; aterro parcial do lago, por assoreamento natural.	Erosão do talude remanescente e movimentos de massas pouco significativos; poluição da água por óleo e esgotos domésticos; assoreamento natural em períodos de inundação.	Abatimento do talude e construção de taludes e bermas até a margem do lago; drenagem de águas pluviais e revegetação do talude; análise e controle da qualidade da água.	Estudos para estabilização do talude e dimensionamento da rede de drenagem.	Residencial (sítio particular).	Não ocorrem.
130	AREIA	Regularização das margens, revegetação com gramíneas; aterro parcial por assoreamento.	Não observados; assoreamento natural em períodos de inundação	Avisos de proibição da natação em determinados locais; instalação de bóias de sinalização.	Batimetria do lago.	Clube particular (há histórico de afogamentos ocorridos no lago).	Não ocorrem.
137	AREIA	Revegetação espontânea; aterro parcial do lago por assoreamento natural.	Assoreamento natural em períodos de inundação; poluição da água por esgotos domésticos.	Colocação de cerca na área; avisos de proibição da natação; instalação de bóias de sinalização; análise e controle da qualidade da água.	Batimetria do lago.	Área incorporada à zona urbana de Embu; ocorrem atividades de lazer.	Não ocorrem.

Nº	BEM MINERAL	MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO ADOTADAS E/OU ESPONTÂNEAS	PROCESSOS DO MEIO FÍSICO ATUANTES DE MODO NÃO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROLE SUGERIDAS	ESTUDOS BÁSICOS NECESSÁRIOS	ATIVIDADE OU USO DO SOLO	INSTALAÇÕES REMANESCENTES DA MINERAÇÃO
147	AREIA	Aterro da cava; revegetação aparentemente espontânea.	Pequeno escorregamento no talude remanescente; ocorre assoreamento natural em períodos de inundação.	Retaludamento e drenagem de águas pluviais.	Análise de estabilidade de talude em solo de alteração e dimensionamento do sistema de drenagem.	Nenhuma na área relativa à cava; habitações sub-normais no topo da encosta.	Não ocorrem
150	AREIA	Revegetação aparentemente espontânea e aterro parcial do lago por assoreamento.	Assoreamento natural e poluição da água por esgotos domésticos em períodos de inundação.	Avisos de proibição da natação e instalação de bóias de sinalização no lago; regularização das margens.	Batimetria do lago.	Lazer (pesca observada) e ocupação por habitações sub-normais.	Não ocorrem.
158	CAULIM	Inundação espontânea de uma parte da cava; aterro da outra parte; revegetação espontânea nos taludes remanescentes.	Erosão e escorregamentos pouco significativos nos taludes.	Abatimento dos taludes de lavra que margeiam o lago, com construção de taludes e bermas estáveis; aterro parcial da base; drenagem de águas pluviais para o lago; proteção superficial dos taludes e bermas (revegetação); instalação de bóias de sinalização de profundidade.	Análise de estabilidade de taludes em solo de alteração dimensionamento do sistema de drenagem; batimetria do lago.	Área de proteção de rede de alta tensão e de lazer local (campo de futebol).	Tanque de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITAR, O. Y., coord. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo, ABGE/IPT, 1995. 247 p. (Série Meio Ambiente)
- BITAR, O.Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 1997. 185p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas.
- CARVALHO, C. S.; WOLLE, C. M.; GAMA JUNIOR., G. F. C.; AUGUSTO FILHO, O.; CARVALHO, P. A. S. **Estabilidade de taludes e obras de contenção**. São Paulo, IPT, s.d. 153 p. /Curso apostilado/
- CHASSOT, A.; CAMPOS, H., orgs. **Ciências da terra e meio ambiente. Diálogos para (inter)relações no planeta**. São Leopoldo, Ed. Unisinos, 1999. 284 p.
- SÃO PAULO. Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais. Polícia Florestal e de Mananciais. **Tipificação de vegetação e legislação florestal**. S.L., 1997. 143 p. /Curso apostilado de Reciclagem Técnica, junto ao DEPRN/PFM/ .
- FORNASARI FILHO, N., coord. **Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia**. São Paulo, IPT, 1992. 165 p. (Boletim 61)
- FRANÇA, E. **Guarapiranga: recuperação urbana e ambiental no município de São Paulo**. São Paulo, Marcos Carrilho Arquitetos S/C Ltda., 2000. 256 p.
- GALLIANO, A. G. **O método científico: teoria e prática**. São Paulo, Harper & Row do Brasil, 1979. 200 p.
- SÃO PAULO. Governo do Estado. **Lei específica APRM Guarapiranga. Minuta preliminar para discussão**. [Online] São Paulo, 2000. Disponível através da Web: www.comiteat.sp.gov.br. Arquivo capturado em 07.06.00 .
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. **Condições geológico - geotécnicas dos taludes da mineração abandonada "Giosa", no município de Embu, SP, com estimativa preliminar de custos de estabilização e levantamento de alternativas de recuperação da área**. São Paulo, 1994. (Relatório IPT, n. 32.478).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. **Adequação e controle da mineração na bacia do Guarapiranga: avaliação do potencial mineral**. São Paulo, 1996a. 2v. (Relatório IPT, n. 34.663/96)
- _____. **Adequação e controle da mineração na bacia do Guarapiranga: levantamento geológico e geomorfológico**. São Paulo, 1996b. 2v. (Relatório IPT, n. 34.540/96).
- _____. **Adequação e controle da mineração na bacia do Guarapiranga: zoneamento institucional**. São Paulo, 1996c. 57 p. (Relatório IPT, n. 34.358/96).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. **Adequação e controle da mineração na bacia do Guarapiranga**: análise ambiental dos empreendimentos desativados e proposição de medidas de recuperação. São Paulo, 1997a. 2v. (Relatório IPT, n. 35.025/97).

_____. **Adequação e controle da mineração na bacia do Guarapiranga**: análise ambiental dos empreendimentos em atividade e proposição de programas para Planos de Gerenciamento Ambiental. São Paulo, 1997b. 2v. (Relatório IPT, n. 35.024/97).

_____. **Adequação e controle da mineração na bacia do Guarapiranga**: relatório contendo informações técnicas do levantamento e cadastramento dos empreendimentos minerários. São Paulo, 1997c. 229 p. (Relatório IPT, n. 35.141/97).

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. **Manual de restauración de terrenos e evaluación de impactos ambientales en minería**. Madrid, ITGE/MIE, 1989. 321 p. (Série Ingeniería Geoambiental).

OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo, ABGE, 1998. 587 p.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis. **Resolução conjunta SMA/IBAMA-5, de 04.11.96**. São Paulo, 1996.

VALVERDE, F. M. **Bases para o planejamento da mineração de areia na região metropolitana de São Paulo**. São Paulo, DNPM/SCTDE, 1997. 133 p.

VARGAS, M. **Metodologia da pesquisa tecnológica**. Rio de Janeiro, Globo, 1985. 243 p.

VASCONCELOS, M.M.T. **Aspectos de recuperação ambiental**. Nazaré Paulista, IPT, 1994. /Curso apostilado de Preparação de Recursos Humanos para o Setor de Mármore e Granitos /

VASCONCELOS, M.M.T.; GONZÁLEZ, C. C. C. Processos do meio físico atuantes em áreas de mineração desativadas, no contexto geológico-geomorfológico da Bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana da Grande São Paulo (RMSP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 5. Penedo, 1997. **Atas**. Rio de Janeiro, SBG/ABGE, 1997. p. 293-5.

VASCONCELOS, M.M.T.; SILVA, V.C.R.; GAMA JUNIOR., G.F.C.; CARVALHO, P.A.S. Avaliação expedita para recuperação de área degradada: o caso de uma mineração de areia abandonada em Embu, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., Salvador, 1996. **Anais**. Salvador, SBG, 1996. v. 4, p. 344-9.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL CONSULTADA

- ALBERT, E.K.; FLEGAL, R.L. Developing information management and systems analysis procedures for abandoned mine lands site selection. In: SME ANNUAL MEETING, Salt Lake City, 1990. *Preprint of the Society of Mining Engineers of AIME*. Littleton, Society of Mining Engineers of AIME, 1990. p. 02.26/03.01.
- ALBERT, E.K.; FLEGAL, R.L. Developing an information system to choose abandoned mine sites for reclamation. *Mining Engineering*, v. 42, n. 11, p. 1246, Nov. 1990.
- ALBUQUERQUE FILHO, J.L. Oscilações induzidas no freático e as repercussões ao uso do solo. In: Bitar, O. Y., org. *Curso de geologia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo, ABGE/IPT-DIGEO, 1995. p. 135-48. (Série Meio Ambiente).
- ALEXANDRIA, A.L. A atividade minerária e a relação com a sociedade. In: ENCONTRO DE MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 1, São Paulo, 1984. *Anais*. São Paulo, SAR/PMSP/EPUSP, 1995. v. 1, p. 95-9.
- ALMEIDA, C.M.; BRUNA, G.C. *Conceitos de preservação, recuperação, renovação, reabilitação e revitalização ambiental urbana: principais exemplos e técnicas utilizadas*. São Paulo, FAU/FSP-USP, 1996. /Roteiro geral de Disciplina sobre Gestão de Áreas Especiais/
- GREGORY trials new mine reclamation technique. *Australian Mining*, v. 85, n. 3, p. 40, Mar. 1993.
- INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE DETECTION OF ABANDONED LAND MINES, 2., Edinburgh, 1998. *Proceedings*. Stevenage, IEE, 1998. 252p. (IEE Conference Publication, n. 458)
- ARMSTRONG, S.M; STEIN, O.R. Eroded aggregate size distributions from disturbed lands. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, v. 39, n. 1, p. 137-43, Jan./Feb. 1996.
- ARNOULD, M. Estudo de impacto da mineração de agregados sobre o meio ambiente na França: legislação, reabilitação de áreas, balanço de 10 anos e experiência. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE MINERAÇÃO EM ÁREAS URBANAS, 1, São Paulo, 1989. *Anais*. São Paulo; DNPM/Pró-Minério, 1989. p. 21-4.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Norma de degradação do solo - terminologia - NBR 10703*. Rio de Janeiro, 1989.
- _____. *Coletânea de normas de mineração e meio ambiente*. Rio de Janeiro, ABNT/CVRD, 1993. 58 p.
- AUGUSTO FILHO, O.; BITAR, O.Y.; SOUZA, L.A.P.; ALMEIDA, M.C.J. Análise e zoneamento de risco associado à mineração em área urbana: o caso da extração de areia no lago de Carapicuíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., São Paulo, 1992. *Boletim de resumos expandidos*. São Paulo, SBG, 1992. v. 1, p. 116-7.

- AUSTRÁLIA. Environmental Protection Agency. **Rehabilitation and revegetation.** Australia, EPA, 1995. 36p. (Serie on Best Practice Environmental Management in Mining).
- AXLER, R.; LARSEN, C.; TIKKANEN, C.; MCDONALD, M.; YOKOM, S.; AAS, P. Water quality issues associated with aquaculture: a case study in mine pit lakes. **Water Environment Research**, v. 68, n. 6, p. 995-1011, Sep./Oct. 1996.
- BARTH, R.C. Avaliação da reabilitação de áreas mineradas no Brasil. **Brasil Mineral**, p. 60-72, out. 1989. Edição especial: Meio Ambiente.
- BAUER, A.M. **A guide to site development and rehabilitation of pits and quarries.** Toronto, Ontario Department of Mines, 1970. 62 p.
- BETOURNAY, M.C; UDD, J.E. Addressing Canada's mining legacy - how government uses modern technology to evaluate and monitor long-term stability and land use in Canada's historic mining districts. **CIM Bulletin**, v. 90, n. 1010, p. 52-7, May 1997.
- BITAR, O.Y. Recuperação de áreas mineradas: considerações sobre técnicas aplicáveis a regiões urbanas. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1., São Paulo, 1992. **ECO-92.** São Paulo, Cetesb/SMA/SP, 1992. 8 p. /Separata/
- BITAR, O.Y.; FORNASARI FILHO, N.; CONSONI, A.J.; BRAGA, T.O.; GALVES, M.L.; VASCONCELOS, M.M.T. A abordagem do meio físico em EIA através do estudo de processos: um método recomendado para empreendimentos em ambientes tropicais. **Revista da International Association for Environmental Impact Assesment. Seção Brasileira da IAIA**, v. 1, n. 2, p. ?-?, 1996.
- BITAR, O.Y.; FORNASARI FILHO, N.; VASCONCELOS, M.M.T.; SILVA, W.S. A abordagem do meio físico nos estudos de recuperação ambiental de áreas de mineração de areia na região Metropolitana de São Paulo - RMSP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6., Salvador, 1990. **Anais.** Salvador, ABGE, 1990. v. 1, p. 251-9.
- BITAR, O.Y.; FORNASARI FILHO, N.; BRAGA, T.O.; ALMEIDA, A.S.; SILVA, W.S. Diretrizes para reabilitação de áreas mineradas em regiões urbanas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., São Paulo, 1992. **Boletim de resumos expandidos.** São Paulo, SBG, 1992. v. 1, p. 36-7.
- BITAR O.Y.; AUGUSTO FILHO, O.; IWASA, O.Y.; CUNHA, M.A.; FORNASARI FILHO, N. Indicadores geológico - geotécnicos na recuperação de áreas degradadas em regiões urbanas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 7., Poços de Caldas, 1993. **Anais.** Poços de Caldas, ABGE, 1993a. v. 2, p. 177-83.
- BITAR, O.Y.; BRAGA, T.O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. In: Bitar, O. Y., org. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente.** São Paulo, ABGE/IPT-DIGEO, 1995. p. 165-79. (Série Meio Ambiente).
- BITAR, O.Y.; BRAGA, T.O.; PARZZANESE, G.A.C.; OKAGAWA, H. The planned use of mining areas to waste disposal: a challenge to the brazilian metropolis. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF URBAN

- CENTERS, 2., São Paulo, 1993. **ECO URBS's 93: abstracts**. São Paulo, Biosfera, 1993b. p. 121-2.
- BITAR, O .Y.; CHAVES, A .P. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. São Paulo, EPUSP, 1997. 32 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/062).
- BRAGA, T.O.; FORNASARI FILHO, N.; OKAGAWA, H.; AUGUSTO FILHO, O. Recuperação ambiental de áreas degradadas pela extração de material de empréstimo (solo de alteração de rocha): estudo de dois casos no município de Iguape, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., Salvador, 1996. **Anais**. Salvador, SBG-BA, 1996. v. 4, p. 366-71.
- BROWN, J.H.; GREENBERG, C.J. Growth of cottonwood and sycamore in relation to age, soils and topography on pre-1972 Ohio strip mine law sites. **International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment**, v. 12, n. 2, p. 91-6, 1998.
- BURLEY, J.B.; THOMSEN, C.H. Application of an agricultural soil productivity equation for reclaiming surface mines. Clay County, Minnesota. **International Journal of Surface Mining and Reclamation**, v. 4, n. 3, p 139-44, 1990.
- CHIOSSI, N.; CASADEI, D.S.; MAGLIO, I.C.; FREIRE, J.A.M.; FONTES, POLETO, C.; FRISCHENBRUDER, M.M.; BASSOLI, M. A degradação ambiental provocada pela exploração mineral na Região Metropolitana de São Paulo, Brasil: diagnóstico, propostas e medidas para seu controle e prevenção. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA, 5., Buenos Aires, 1982. **Actas**. Buenos Aires, s.ed., 1982. v. 3, p. 207-26.
- CHRISTENSEN, J.D. OSMRE perspective on 10 years of the surface mining law. In: SME ANNUAL MEETING, Phoenix, 1988. **Preprint of the Society of Mining Engineers of AIME**. Littleton, Society of Mining Engineers of AIME, 1988. p. 01.25/01.28.
- COLLAÇO, D. L.; SILVEIRA, A.S.; FAUTH, G. Programa de desativação de mineração de arenito Botucatu, no Morro da Paula, em São Leopoldo - RS. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 6., Porto Alegre, 1995. **Anais**. Porto Alegre, SBG-RS, 1995. p. 363-5.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Levantamento das fontes de poluição realizado nas áreas de proteção de mananciais da Grande São Paulo**. São Paulo, CETESB, 1978. 71 p.
- _____ **Legislação: regiões metropolitanas, proteção dos mananciais, zoneamento industrial**. São Paulo, CETESB, 1995. 300 p. (Série Documentos)
- COMPTON, H. Field screening methods. In: RCRA CORRECTIVE ACTION STABILIZATION TECHNOLOGIES, Washington, 1992. **Proceedings**. Cincinnati, USEPA, 1992. p. 21-8.
- COPPIN, N.J.; BRADSHAW, A.D. **Quarry reclamation: establishment of vegetation in quarries and open pit non-metal mines**. London, Mining Journal Books, 1982. 112 p.

- DIETRICH, N. L. Integrated sequential mine and reclamation planning for aggregate mines. In: SYMPOSIUM ON MINING, HYDROLOGY, SEDIMENTOLOGY, AND RECLAMATION, Lexington, 1986. Lexington, University of Kentucky, 1986. p. 197-208. (Bulletin. University of Kentucky, Office of Engineering Services)
- FAURY, R. L.; ZANINI, L. ; CAPOCCHI, A.M. Ações de proteção aos mananciais. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12. , Camboriú, 1983. **Trabalhos apresentados**. São Paulo, Departamento de Saúde Ambiental. Faculdade de Saúde Pública, 1983. p.?-?.
- RIO DE JANEIRO. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Manual de proteção aos mananciais hídricos**. Rio de Janeiro, DICOMT, 1978. 26 p. (Cadernos FEEMA. Série Técnica, 005/78).
- FERNANDES, A. **Instrumentos de política fundiária urbana: o técnico e o político na questão do uso do solo**. São Paulo, 1993. 162p. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- FORNSTROM, K. J.; SMITH, J. L. Variations in curve number for a reclaimed AML site. Irrigation and drainage: saving a threatened resource. In: WATER FORUM '92., THE IRRIGATION AND DRAINAGE SESSIONS, Baltimore, 1992. **Search of solutions: proceedings**. New York, ASCE, 1992. p. 389-94.
- FRANCO, E.K.; CLÁUDIO, J.R. ; SILVA, I.X. **Estudo de uma bacia em área de proteção de mananciais: Córrego Guavirutuba**. São Paulo, CETESB, 1984. 54 p.
- FUJIMURA, F. Mineração, urbanização e metropolização/Mediação de conflitos/Estudo de caso: casos de conflitos mineração-população-poder publico vivenciados pelo Grupo de Controle de Mineração/Debate/ In: ENCONTRO DE MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2, São Paulo, 1995. **Anais**. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo, 1997. p. 69-70.
- GALANTE, C.; PONTES, J.M.P. Controle de poluição das águas das fontes de poluição localizadas nas áreas de proteção de mananciais. / Trabalho apresentado ao 12. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, 1983 /
- GRIFFITH, J.J. O estado da arte na recuperação de áreas mineradas no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Curitiba, 1992. **Anais**. Curitiba, FUPEF, 1992. p.72-82.
- GRIFFITH, J.J.; DIAS, L.E.; JUCKSCH, I. Novas estratégias ecológicas para a revegetação de áreas mineradas no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Foz do Iguaçu, 1994. **Anais**. Curitiba, FUPEF, 1994. p. 31-43.
- GRIFFITH, J.J.; DIAS, L.E.; JUCKSCH, I. Recuperação de áreas degradadas usando vegetação nativa. **Saneamento Ambiental**, v. 7, n. 37, p. 28-37, fev. /mar. 1996.
- HAYASHIDA, L.M. **Coleta de amostras de águas de mananciais**. São Paulo, FATEC, 1977. 23 p.
- IBRAHIM, M M.; ESTON, S M.; SÁNCHEZ, L E. Mine rehabilitation close to urban areas : the case of Itaquera quarry, São Paulo, Brazil. In: INTERNATIONAL

- SYMPOSIUM ON MINE PLANNING AND EQUIPMENT SELECTION, 4, Calgary, 1995. ***Mine planning and equipment selection 1995***: proceedings. Rotterdam, Balkema, 1995. p. 705-8.
- INCE, E.; MUTMANSKY, J.M.; ALBERT, E. K. Fuzzy multiple-criteria decision-making. Application to AML project selection. ***International Journal of Surface Mining and Reclamation***, v. 5, n. 4, p. 167-76, 1991.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. ***Subsídios para o planejamento do uso do solo urbano, para a recuperação de habitações subnormais e áreas degradadas na Grande São Paulo***: carta geotécnica da região metropolitana de São Paulo. São Paulo, 1985. Escala 1:50.000. (Relatório IPT, n. 19.817).
- _____ ***Avaliação do potencial de alteração da qualidade da água subterrânea na área da Mineração Hori, Mogi das Cruzes, SP***. São Paulo, 1991. 29 p. (IPT. Relatório IPT, n. 29.253).
- JACOBI, P.R.; TEIXEIRA, M.A.C. ***Conflitos sócio - ambientais***: diagnóstico da cidade de São Paulo. São Paulo, CEDEC, 1995. 63 p. (Cadernos CEDEC, 045)
- JENSEY, D.R. ***Selecting land use for sand and gravel sites***. Silver Spring: University of Illinois/ National Sand and Gravel Association, 1967. (Project n. 3).
- KALIAMPAKOS, D.C. Rehabilitation of an abandoned quarry used as uncontrolled landfill. ***International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment***, v. 12, n. 2, p. 61-5, 1998.
- KAYS, J.; FELTON, G.; FLAMINO, E. Claiming victory from spoils. ***Water Environment and Technology***, v. 11, n. 5, 1999, p. 42 8, 1999.
- KENNEDY, A. Advances in mining reclamation. ***Mining Magazine***, v. 166, p. 334-8, Jun.1992.
- KING, R.P.; EKETI IHUORRIA, B. Environmental effects of instream sand excavation on the hydrochemistry of a Nigerian headwater stream. ***International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment***, v. 11, n. 2, p. 75-8, 1997.
- KING, T.V.V.; AGER, C.M.; ATKINSON, W.W. ***Environmental considerations of active and abandoned mine lands***: lessons from Summitville, Colorado. Denver, United States Geological Survey, 1995. (USGS. Bulletin, 2220).
- KONDOLF, G.M. Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. ***Environmental Management***, v. 21, n. 4, p. 533-51, July-Aug. 1997.
- LEONARDI, C.A.; POLETTO, C.; FREIRE, D.J.A.M.; CASADEI, D.S.; MATSUO, E.; CHISCA JUNIOR, H.; MAGLIO, I.C.; CHIOSSI, N.J.; STRAUSS, R.; FONTES, U.P. Projetos pilotos para a recuperação de áreas degradadas pela mineração na Região Metropolitana de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4., Belo Horizonte, 1984. ***Anais***. São Paulo, ABGE, 1984. v. 1, p. 94-112.
- LUZ, A. B.; DAMASCENO, E C. ***Desativação de minas***. Rio de Janeiro, CETEM, 1996. 18 p. (Cetem. Serie Tecnologia Ambiental, 14)

- LYLE JUNIOR, E.S. **Surface mine reclamation manual**. New York, Elsevier, 1987. 286 p.
- MACKASEY, W.O. Dealing with environmental and healthy and safety problems associated with abandoned mines. In: SEMINÁRIO BRASIL-CANADÁ DE MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE, 1., Brasília, 1990. **Anais**. Brasília, DNPM, 1991a. p. 101-6.
- _____ Developing an appropriate legislative framework for mine closures. In: SEMINÁRIO BRASIL-CANADÁ DE MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE, 1., Brasília, 1990. **Anais**. Brasília, DNPM, 1991b. p. 107-11.
- MARCONDES, M. J. A. **Urbanização e meio ambiente: os mananciais da metrópole paulista**. São Paulo, 1995. 352 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- MARIANO, M. T. **Análise da participação da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos no estado de São Paulo**. São Carlos, 1996. 144 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MARSH, B.E. Successful reclamation. In: SEMINAR ON CAPACITY BUILDING FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN ASIA/PACIFIC MINING, Jakarta, 1994. **Proceedings**. Jakarta, UNCTAD, 1994. p. 73-4.
- MASCHIO, L.M.A. Evolução, estágio e caracterização da pesquisa em recuperação de áreas degradadas no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Curitiba, 1992. **Anais**. Curitiba, FUPEF, 1992. p. 17-33.
- MELLO, L G F S. Disposição de rejeitos de mineração e suas implicações ambientais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA, 1., São Paulo, 1990. **Anais**. São Paulo, Signus, 1990. p.?-?
- MINAMI, I.; COELHO, J. A .T.; PARLATO, L. C. V.; BENICIO, T. D.; OKAWA, L.M. Linha da vida / campanha de proteção a área dos mananciais - Sehab. In: SÃO PAULO. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **Questão ambiental urbana: cidade de São Paulo**. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo, 1993. p. 101-18.
- MITCHELL, A.; MACKASEY, W. Systematic inventory of abandoned mines - a powerful tool for risk management. **International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment**, v. 11, n. 2, p. 83-90, 1997.
- MOREIRA, A C M L. Controle do uso do solo para proteção dos mananciais. **Pós: Revista do Programa de Pós - Graduação em Arquitetura e Urbanismo**. Universidade de São Paulo, n. 3 , p. 27-36, jun. 1993.
- MOREIRA, A.C.M.L. **Política pública de proteção dos mananciais**. São Paulo, 1990. 107 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

- MORIN, D. Técnicas de restauração da qualidade das águas dos lagos e das represas. In: CONFERÊNCIAS TÉCNICAS SOBRE MEIO AMBIENTE, São Paulo, 1992. **ECOBRAZIL SÃO PAULO**. São Paulo, s.ed., 1992. p. 133-53. (Publicação especial).
- MURGEL, M.C.O.L.; PEREIRA, M.A.M.G.; SIMONSEN, R.M.; TEIXEIRA, H.R.; ARAÚJO, N.; BARBOUR, E.D.; SOLDATELLI, L.M. O Prad no contexto da recuperação das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., São Paulo, 1992.. **Anais**. São Paulo, Instituto de Botânica/SMA, 1992. p. 937-44.
- NITRINI, S. M. O.; JACOBI, P. R.; ARAÚJO, M. A. R.; ROCHA, A. A.; CÂMARA, L. M. Análise dos problemas de meio ambiente urbano da cidade de São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 44., São Paulo, 1992. **Anais: Comunicações**. São Paulo, SBPC, 1992. p. 162.
- PELKKI, M. H.; RINGE, J. M.; GRAVES, D. H. Evaluating shredded rubber tires and sewer sludge as surface mine spoil amendments. **International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment**, v. 10, n. 2, p 55-9, 1996.
- PONÇANO, W. L., coord. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo, IPT, 1981. 2v. (Publicação IPT, n. 1183).
- SÃO PAULO. Companhia de Saneamento Básico. **SOS mananciais**. São Paulo, SABESP, 1992. 2 p.
- RAMANI, R. V.; SWEIGARD, R. J.; CLAR, M. **Reclamation planning**. S.L., s.ed., 1990. (Chemical Engineering Science)
- ROBINSON, N. A. Effects of abandoned mine land reclamation on water quality. In: WINTER MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, CHICAGO, 1986. **Papers**. St. Joseph, ASAE, 1986. 7 p. /Paper 86/
- SALVADOR, F. A. S.; MASINI, E. A.; BORN, H.; DAMASCENO, E. C. Upper Tietê river project : a mine planning example in urban áreas. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MINE PLANNING AND EQUIPMENT SELECTION, 5., São Paulo, 1996. **Mine planning and equipment selection 1996: proceedings**. Rotterdam, Balkema, 1996. p. 41-3.
- SALVADOR, N. N. B. **Avaliação de impactos sobre a qualidade dos recursos hídricos**. São Carlos, 1990. 370 p. Tese (Doutorado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SÁNCHEZ, L. E. Land reclamation in Brazil : current situation and future trends. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ISSUES AND MANAGEMENT OF WASTE IN ENERGY AND MINERAL PRODUCTION, 2., Calgary, 1992. **Environmental issues and management of waste in energy and mineral production: proceedings**. Rotterdam, Balkema, 1992. v. 1, p. 129-35.
- _____. Projetos de recuperação: usos futuros e a relação com a comunidade. In: ENCONTRO DE MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 1., São Paulo, 1994. **Anais**. São Paulo, SAR/PMSP/EPUSP, 1995. v. 1, p. 55-73.

- _____. Mineração, urbanização e metropolização/ Mediação de conflitos/ Estudo de caso : casos de conflitos mineração-população-poder público vivenciados pelo Grupo de Controle de Mineração/ Debate. In: ENCONTRO DE MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2., São Paulo, 1995. *Anais*. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo, 1997. p. 81-2.
- _____. Control de la contaminación de las aguas. In: REPETTO, F. L.; KAREZ, C.S., eds. *Aspectos geológicos de protección ambiental*. Montevideo, Orcyt/Unesco, 1995a. p. 155-68.
- _____. Drenaje de minas a cielo abierto. In: REPETTO, F. L.; KAREZ, C.S., eds. *Aspectos geológicos de protección ambiental*. Montevideo, Orcyt/ Unesco, 1995b. p. 145-54.
- _____. Manejo de resíduos sólidos en minería. In: REPETTO, F. L.; KAREZ, C.S., eds. *Aspectos geológicos de protección ambiental*. Montevideo, Orcyt/ Unesco, 1995c. p. 135-44.
- _____. Projetos de recuperação: usos futuros e a relação com a comunidade. In: ENCONTRO DE MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 1., São Paulo, 1994. *Anais*. São Paulo, SAR/PMSP/EPUSP, 1995d. v. 1, p. 53-83.
- SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *Desenvolvimento sustentável na região de mananciais, São Lourenço da Serra e Juquitiba - estação ecológica Uirapuru*. São Paulo, SMA, 1996a. 60 p /Curso/
- _____. *Relatório final da comissão especial: revisão da lei de proteção aos mananciais - decreto 40.225 de 27/07/95*. São Paulo, SMA, 1996b. 217p.
- SAWATSKY, L.F.; COOPER, D.L.; MCROBERTS, E.; FERGUSON, H. Strategies for reclamation of tailings impoundments. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, v. 10, n. 3, p. 131-4, 1996.
- SAWATSKY, L.F.; BECKSTEAD, G.R.E. Geomorphic approach for design of sustainable drainage systems for mineland reclamation. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, v. 10, n. 3, p. 127-9, 1996.
- SENDLEIN, L.V.A.; YAZICIGIL, H.; CARLSON, C.L., eds. *Surface mining environmental monitoring and reclamation handbook*. New York: Elsevier, 1983. 750 p.
- SHIMIZU, G.Y.; CARVALHO, M.A.J.; SENDACZ, S.; LEMOS, M.M.G.; GARCIA, E.; EYSINK, J. Lagoas de mineração de areia: impactos sobre parâmetros ambientais e comunidades bióticas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11., Recife, 1995. *Anais*. Recife, ABRH, 1995. v. 3, p. 269-74.
- SILVA, I.X.; POMPÉIA, S.L.; AGUIAR, L.S.; GOMES, J.M.; VON GLEHN, H.Q.C.; MACHADO, S.P.; MARTINS, S.E.; ARAÚJO, P.R.D. Recuperação de áreas degradadas por extração de areia no município de Jacareí - SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Foz do Iguaçu, 1994. *Anais*. Curitiba, FUPEF, 1994. p. 205-10.

- SKOUSEN, J.G.; JOHNSON, C.D.; GARBUTT, K. Natural revegetation of 15 abandoned mine land sites in West Virginia. *Journal of Environmental Quality*, v. 23, n. 6, p 1224-30, Nov./Dec. 1994.
- SOS MANANCAIS. *Sistema integrado de fiscalização e controle ambiental dos mananciais*: SIM - Mananciais Guarapiranga. São Paulo, SOS Mananciais, 1994. 54 p.
- STELLIN JUNIOR, A.; HENNIES, W. T.; GOPINATH, T. R.; SILVA, C. M. M. Environmental reclamation alternatives of bentonite mined-out areas in the Paraíba State, Brazil. In: WORLD MINING CONGRESS, 17./CONVENCIÓN NACIONAL DE MINERÍA, 22., Acapulco, 1997. *Technical papers*. Acapulco, Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de Mexico, 1997. p. 677-83.
- TODD, A. H. Sawmill Pond - a restoration case study. In: CONFERENCE ON EROSION CONTROL - YOU'RE GAMBLING WITHOUT IT, 18., Reno, 1987. *Proceedings*. Pinole, International Erosion Control Association, 1987. p. 23-32.
- TOY, T.J.; HADLEY, R.F. *Geomorfology and reclamation of disturbed lands*. London, Academic Press, 1987. 480 p.
- TRISWANDI, D. Rehabilitation of mining sites in P.T. Koba Tin. In: SEMINAR ON CAPACITY BUILDING FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN ASIAN/PACIFIC MINING, Jakarta, 1994. *Proceedings*. Jakarta, UNCTAD, 1994. p. 53-5.
- WILLIAMS, D.D.; BUGIN, A.; REIS, J.L.B., coords. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração*: técnicas de revegetação. Brasília, IBAMA, 1990. 16 p.
- WORKMAN, L. J.; FLETCHER, L. R. Blasting as a method for abandoned mine land reclamation. In: CONFERENCE ON EXPLOSIVES AND BLASTING TECHNIQUE, Las Vegas, 1991. *Proceedings*. Solon, Society of Explosives Engineers, 1991. v. 2, p. 143-55.
- YOUNOS, T.M.; YAGOW, E.R.; ZIPPER, C.E.; DIPLAS, P. Modeling mined land reclamation strategies in a GIS environment. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 9, n. 1, p. 61-8, Jan. 1993.