

NÚMERO: 363/2006



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Geociências

Administração e Política de Recursos Minerais

José Cruz do Carmo Flores

Fechamento de Mina: Aspectos Técnicos, Jurídicos e Socioambientais

Tese apresentada ao Instituto de Geociências, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, na área de Administração e Política de Recursos Minerais.

Orientador: Prof. Dr. Hildebrando Herrmann

Co-orientador: Prof. Dr. Hernani M. de Lima

Campinas - SP

Dezembro – 2006

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

F663f Flores, José Cruz do Carmo
Fechamento de Mina: aspectos técnicos, jurídicos e socioambientais /
/ José Cruz do Carmo Flores. -- Campinas, SP.: [s.n.], 2006.

Orientador: Hildebrando Herrmann, Hernani Mota de Lima.
Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências.

1. Mineração. 2. Fechamento de minas. 3. Legislação mineral.
3. Direito ambiental. 4. Minas e recursos minerais – Aspectos
sociais. 5. Direito de minas. I. Herrmann, Hildebrando. II. Lima,
Hernani Mota de. III. Universidade Estadual de Campinas, Instituto
de Geociências. IV. Título.

Título em inglês: Mine closure: technical, legal, social and environmental aspects.

Keywords: - Mining;

- Mine closures;
- Mining and environmental Law;
- Mines and mineral resources;
- Social impacts of mining;
- Mining Law.

Área de concentração: Administração e Política de Recursos Minerais.

Titulação: Doutor em Ciências.

Banca examinadora: - Hildebrando Herrmann;
- Celso Pinto Ferraz;
- Gabriel Alves Costa Lima;
- Job Jesus Batista;
- Miguel Antônio Cedraz Nery.

Data da defesa: 18/12/2006.

Programa de Pós-Graduação em Geociências.

Programa de Incentivo à Capacitação Docente – CAPES – PICDT.

NÚMERO: 363/2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



UNICAMP

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Geociências

Administração e Política de Recursos Minerais

José Cruz do Carmo Flores

Fechamento de Mina: Aspectos Técnicos, Jurídicos e Socioambientais

Orientador: Prof. Dr. Hildebrando Herrmann

Co-orientador: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima

Aprovada em ____/____/____

Prof. Dr. Hildebrando Herrmann _____ Presidente

Prof. Dr. Celso Pinto Ferraz _____

Prof. Dr. Gabriel Alves Costa Lima _____

Prof. Dr. Job Jesus Batista _____

Dr. Miguel Antônio Cedraz Nery _____

Campinas, 18 de dezembro de 2006.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Doutores Hildebrando Herrmann e Hernani Mota de Lima, respectivamente Orientador e Co-Orientador, pela orientação segura, pelo estímulo, dedicação e amizade hipotecados ao autor, durante todo o projeto.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão do Auxílio à Pesquisa, que viabilizou a aquisição dos equipamentos e as visitas às minas incluídas no *Estudo de Casos*.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da Bolsa de Estudos – primoroso auxílio à manutenção do doutorando no Programa de Pós-Graduação da UNICAMP e suporte financeiro para muitas das pesquisas de campo.

A minha esposa, Vera Lúcia C. R. Flores, pelo apoio, pela paciência e incentivo dispensados ao projeto, desde os primeiros momentos.

Ao meu filho, Bruno César C. R. Flores, pela participação e colaboração decisivas nas etapas de estruturação, redação, digitação e formatação da tese.

À colega e amiga MSc Eliane Pereira Rodrigues Poveda, Advogada integrante do corpo jurídico da Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, pelo incentivo, apoio e colaboração que tanto contribuíram para realização do projeto.

Ao Geólogo Hélio Scalvi, funcionário aposentado da INB – Indústrias Nucleares do Brasil S.A e consultor independente na área de meio ambiente, pela valiosa colaboração.

À Professora Doutora Sueli Yoshinaga Pereira, professora do Departamento de Geologia e Recursos Naturais/Instituto de Geociências da UNICAMP, pela fraterna colaboração para a realização do *Estudo de Casos*.

Aos Professores Doutores Luiz Augusto Milani Martins e Luis Enrique Sánchez; ao Dr. Miguel Antonio Cedraz Nery, membros integrantes da Banca de Exame de Qualificação, pelas críticas e sugestões apresentadas.

Ao amigo e incentivador, José Braz de Lucca, Assessor Técnico da Diretoria de Outorga e Cadastro Mineiro do Departamento Nacional de Produção Mineral/Brasília, pela colaboração fraterna que sempre dispensou ao autor ao longo desses muitos anos de convívio.

Às empresas de mineração INB – Indústrias Nucleares do Brasil S.A., através do Engenheiro Químico Jeferson Amalfi e do Geólogo Marcos Antonio de Oliveira; MBR – Minerações Brasileiras Reunidas S.A., na pessoa do Engenheiro de Minas Paulo Franca; Mineração Horii Ltda e VCN Mineração Ltda; ao Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina, através de seu Assessor Técnico, Engenheiro de Minas Cleber J. Baldoni Gomes, pelo apoio, autorização das visitas às suas minas e instalações e concessão dos dados e informações que permitiram a elaboração do *Estudo de Casos*.

Ao Instituto de Geociências e ao Departamento de Geologia e Recursos Naturais da UNICAMP; às funcionárias Valdirene Pinoti, Edinalva de Novaes Shults e Maria Helena Sabino Ricardo, pela afetuosa recepção e cordialidade no atendimento.

Ao Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Minas e à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto.

Ao Centro de Tecnologia Mineral – CETEM e seus funcionários, na pessoa do Dr. Roberto C. Villas-Bôas, pelo fornecimento das publicações editadas pelo órgão e relacionadas ao tema *fechamento de mina*.

Aos amigos e colegas de República, Fernando Serenotti, Gabriel Alves C. Lima, Ivan Carlos Franco, Jean Pierre Lang, João Soares Júnior e Lázaro Valentim Donadon, pela convivência cordial, pela hospitalidade desinteressada e pela amizade com que sempre me receberam, durante todos esses anos em que nos apoiamos mutuamente na busca de nossos objetivos.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	xiii
LISTA DE QUADROS	xvii
LISTA DE TABELAS.....	xix
LISTA DE ABREVIATURAS & SIGLAS.....	xxi
RESUMO	xxv
ABSTRACT.....	xxvii
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2. FECHAMENTO DE MINA COMO FASE DO PROJETO DE MINERAÇÃO.....	5
2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA MINERAÇÃO	5
2.2. ASPECTOS NEGATIVOS DA MINERAÇÃO	8
2.3. AS FASES DO PROJETO DE MINERAÇÃO CONVENCIONAL	14
2.4. A NOVA CONCEPÇÃO DO PROJETO DE MINERAÇÃO	17
2.5. CONCEITOS	22
2.5.1. <i>Recuperação e restauração</i>	25
2.5.2. <i>Revegetação e reflorestamento</i>	25
2.5.3. <i>Remediação</i>	26
2.5.4. <i>Impacto ambiental</i>	26
2.5.5. <i>Passivo ambiental</i>	26
2.5.6. <i>Dano ambiental</i>	27
2.5.7. <i>Degradação ambiental e poluição</i>	27
2.5.8. <i>Fechamento de mina</i>	28
CAPÍTULO 3. MOTIVOS E ETAPAS DO FECHAMENTO DE MINA.....	31
3.1. RAZÕES DO FECHAMENTO DAS MINAS	36
3.2. FECHAMENTO PARCIAL E TOTAL. PERMANENTE E TEMPORÁRIO.....	40
3.3. ETAPAS DO FECHAMENTO DE MINA.....	47
3.3.1. <i>Descomissionamento</i>	47
3.3.2. <i>Reabilitação</i>	48
3.3.3. <i>Monitoramento e Manutenção</i>	55
3.3.4. <i>Pós-fechamento</i>	59
3.4. PLANO DE FECHAMENTO DE MINA.....	60

SUMÁRIO

CAPÍTULO 4. IMPACTOS DO FECHAMENTO DE MINA.....	73
4.1. IMPACTO AMBIENTAL DO FECHAMENTO DE MINA.....	75
4.2. IMPACTO ECONÔMICO DO FECHAMENTO DE MINA	77
4.3. IMPACTO SOCIAL DO FECHAMENTO DE MINA.....	79
4.3.1. <i>Impacto do fechamento de mina sobre os indivíduos</i>	79
4.3.2. <i>Impacto do fechamento de mina sobre a família</i>	80
4.3.3. <i>Impacto do fechamento de mina sobre a comunidade</i>	82
4.3.4. <i>Avaliação de impacto social de projeto de mineração</i>	85
4.3.5. <i>Ações mitigadoras dos impactos sociais do fechamento de mina</i>	90
CAPÍTULO 5. FECHAMENTO DE MINA NA LEGISLAÇÃO DE ALGUNS PAÍSES SELECIONADOS	93
5.1. FECHAMENTO DE MINA NOS ESTADOS UNIDOS	96
5.1.1. <i>Sistema legal americano para a recuperação e fechamento de mina</i>	98
5.1.2. <i>Conteúdo dos planos de fechamento de mina</i>	112
5.2. FECHAMENTO DE MINA NA AUSTRÁLIA	113
5.2.1. <i>Estrutura legal do fechamento de mina na Austrália</i>	114
5.2.2. <i>Legislação corrente sobre o fechamento de mina</i>	115
5.2.3. <i>Regulamentação do fechamento de mina no Estado de Queensland</i>	121
5.2.4. <i>Plano de fechamento de mina em Queensland</i>	124
5.3. FECHAMENTO DE MINA NO CANADÁ.....	129
5.3.1. <i>Regulamentação do fechamento de mina na província de Ontário</i>	130
5.3.2. <i>Regulamentação do fechamento de mina na província de British Columbia</i>	136
CAPÍTULO 6. FECHAMENTO DE MINA NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	143
6.1. LEGISLAÇÃO MINERÁRIA BRASILEIRA	144
6.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E FECHAMENTO DE MINA	157
CAPÍTULO 7. ESTUDO DE CASOS	167
7.1. FECHAMENTO DA MINA DE ÁGUAS CLARAS.....	171
7.1.1. <i>Programa de reabilitação</i>	184
7.1.2. <i>Descomissionamento</i>	184
7.1.3. <i>Monitoramento</i>	185
7.2. PLANO DE FECHAMENTO DA MINA DE CAPÃO XAVIER.....	195
7.3. MINAS DE AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL.....	203
7.3.1. <i>VCN Empresa de Mineração</i>	215
7.3.1.1. <i>Recuperação ambiental</i>	219
7.3.2. <i>Mineração Hori</i>	219
7.3.2.1. <i>Recuperação ambiental</i>	220

SUMÁRIO

7.4.	<i>A Mineração do Carvão na Bacia Carbonífera Sul de Santa Catarina</i>	223
7.4.1.	<i>Breve histórico</i>	223
7.4.2.	<i>Impactos ambientais associados à mineração e beneficiamento do carvão</i>	227
7.4.3.	<i>Estimativas de contaminação ambiental no Estado de Santa Catarina</i>	230
7.5.	O COMPLEXO INDUSTRIAL DO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS	243
7.5.1.	<i>Breve histórico</i>	243
7.5.2.	<i>Unidades do complexo industrial</i>	246
7.5.2.1.	<i>Cava da mina</i>	247
7.5.2.2.	<i>Pilhas de estéril</i>	249
7.5.2.3.	<i>Instalações de beneficiamento físico do minério</i>	250
7.5.2.4.	<i>Instalações de tratamento químico do minério</i>	253
7.5.2.5.	<i>Barragem de rejeitos</i>	255
7.5.2.6.	<i>Estação de tratamento e programa de monitoramento das águas</i>	257
7.5.2.7.	<i>Instalações administrativas e infra-estrutura de apoio à produção</i>	261
7.5.3.	<i>O termo de compromisso e o termo de referência</i>	262
7.5.4.	<i>Previsão de tempo e custos para o fechamento</i>	263
 CAPÍTULO 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS		265
 APÊNDICE 1: ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DO PLANO DE FECHAMENTO DE MINA		275
 APÊNDICE 2: DIRETRIZES PARA A NORMATIZAÇÃO DO FECHAMENTO DE MINAS NO BRASIL		279
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		301

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1. FLUXO DE CAIXA HIPOTÉTICO DE UM PROJETO DE MINERAÇÃO.	17
FIGURA 7.1 MAPA DE SITUAÇÃO DO CONJUNTO DE MINAS E INSTALAÇÕES OPERADAS PELA MBR NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG).	173
FIGURA 7.2. CONCEPÇÃO ARTÍSTICA INICIAL DO CONDOMÍNIO VILA DE ÁGUAS CLARAS	181
FIGURA 7.3. ÁREA DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM SANTA CATARINA (DETALHE EM AMARELO), ABRANGENDO MINAS DE CARVÃO EM ATIVIDADES E MINAS DESATIVADAS NAS TRÊS PRINCIPAIS BACIAS HIDROGRÁFICAS IMPACTADAS.....	231
FIGURA 7.4. ÁREAS IMPACTADAS EM CRICIÚMA, COM DETALHE PARA A DIMENSÃO DESTAS E A INTERFACE COM ÁREAS URBANIZADAS E DRENAGEM REGIONAL PRINCIPAL.	235

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- FOTO 7.1. VISTA GERAL DA CAVA DA MINA DE ÁGUAS CLARAS, EM 1998, INCLUINDO A BARRAGEM DE REJEITOS (BARRAGEM 5) À DIREITA E DIQUE DE REJEITOS (GROTA 3 PFF) À ESQUERDA. 177
- FOTO 7.2. DETALHE DO LAGO EM FORMAÇÃO NA CAVA DA MINA DE ÁGUAS CLARAS. AO FUNDO, VISTA DO PICO DO PATRIMÔNIO. À DIREITA, ILUSTRAÇÃO GRÁFICA DO FUTURO LAGO 179
- FOTO 7.3. PILHA DE ESTÉRIL GROTA 1, APÓS RECONFORMAÇÃO TOPOGRÁFICA E REVEGETAÇÃO..... 187
- FOTO 7.4. À ESQUERDA, VISTA GERAL DA BARRAGEM DE REJEITOS 5 COM LAGO REMANESCENTE AO FUNDO. À DIREITA, VISTA A PARTIR DO EIXO DA BARRAGEM 5, COM DETALHE DA REVEGETAÇÃO NATIVA, ESPONTÂNEA, QUE HOJE RECOBRE A PRAIA DE REJEITOS. 189
- FOTO 7.5. VISTA GERAL DA ANTIGA USINA DE BENEFICIAMENTO DE MINÉRIO DE ÁGUAS CLARAS..... 189
- FOTO 7.6. À ESQUERDA, VISTA DO TALUDE DA PÊRA FERROVIÁRIA; À DIREITA, DETALHE DO SISTEMA DE REVEGETAÇÃO DE TALUDES..... 191
- FOTO 7.7. VISTA GERAL DO COMPLEXO DE ÁGUAS CLARAS, DESTACANDO INTERFACE DA MATA DO JAMBREIRO COM COMUNIDADES LOCAIS; VISTA DA BARRAGEM 5, DA CAVA DA MINA E DE PILHAS DE ESTÉRIL..... 193
- FOTO 7.8. CAVA FINAL DA MINA DE MUTUCA (À ESQUERDA). À DIREITA, O PROJETO DE RECONFORMAÇÃO TOPOGRÁFICA DA CAVA. 197
- FOTO 7.9. À ESQUERDA, SITUAÇÃO ATUAL DA CAVA DA MINA DE CAPÃO XAVIER (SETOR NORTE). À DIREITA, PILHA DE ESTÉRIL QUE FUNCIONARÁ COMO BARREIRA VISUAL E SONORA PARA O BAIRRO JARDIM CANADÁ, CONSTRUÍDA NO LIMITE DA CAVA FINAL PROJETADA (SETOR SUL)..... 197
- FOTO 7.10. PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL PREVISTO PARA AS ÁREAS QUE COMPREENDEM AS MINAS DE MUTUCA E CAPÃO XAVIER..... 203

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTO 7.11. EXTRAÇÃO DE AREIA EM CAVA ALAGADA COM EMPREGO DE DRAGA DE SUÇÃO, DA VCN MINERAÇÃO.....	215
FOTO 7.12. ANTIGA CAVA EM RECUPERAÇÃO (VCN MINERAÇÃO).....	217
FOTO 7.13. À ESQUERDA, ANTIGO DEPÓSITO DE ESTÉRIL REVEGETADO COM GRAMÍNEAS E ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DA REGIÃO. À DIREITA, ÁREA MINERADA EM PROCESSO DE PREPARAÇÃO PARA REABILITAÇÃO (MINERAÇÃO HORII).....	221
FOTO 7.14. VISTA PANORÂMICA DO COMPLEXO HOTELEIRO CONSTRUÍDO EM ANTIGA ÁREA DE EXTRAÇÃO DE AREIA.....	221
FOTO 7.15. VISTA AÉREA DE UMA INSTALAÇÃO DE BENEFICIAMENTO DE CARVÃO E ÁREAS ADJACENTES NA BACIA CARBONÍFERA DE SANTA CATARINA. OBSERVAR DRENAGEM ÁCIDA NO CURSO D'ÁGUA NATURAL.	227
FOTO 7.16. MINA DE CARVÃO EM OPERAÇÃO EM 1986, RECONFORMAÇÃO TOPOGRÁFICA E PREPARAÇÃO PARA REVEGETAÇÃO EM 1990 E ÁREA REVEGETADA EM 1991.....	241
FOTO 7.17. VISTA PARCIAL DA CAVA INUNDADA, CORPO E.....	247
FOTO 7.18. À ESQUERDA, VISTA PARCIAL DO BOTA-FORA 4. À DIREITA, VISTA DA BACIA PARA CAPTAÇÃO DA DRENAGEM ÁCIDA GERADA NO BOTA-FORA 4.....	251
FOTO 7.19. À ESQUERDA, INSTALAÇÕES DE BRITAGEM SECUNDÁRIA. À DIREITA, DETALHE DA INSTALAÇÃO DE MOAGEM.	253
FOTO 7.20. VISTA GERAL DAS INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO QUÍMICO PARA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE URÂNIO.....	255
FOTO 7.21. VISTA GERAL DA BARRAGEM DE REJEITOS DO PROCESSO INDUSTRIAL PARA PRODUÇÃO DO CONCENTRADO DE URÂNIO.	257

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTO 7.22. À ESQUERDA, VISTA GERAL DA INSTALAÇÃO DE TRATAMENTO ATIVO DAS ÁGUAS GERADAS NO COMPLEXO. À DIREITA, VISTA DO SISTEMA DE TRATAMENTO PASSIVO POR ÁREAS ALAGADAS.....	259
---	-----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1. CAUSAS DO INSUCESSO NO FECHAMENTO DE MINA.....	35
QUADRO 3.2. FASES E NÍVEIS DE ESFORÇO DA AUDITORIA DE AVALIAÇÃO DO <i>PASSIVO CORRENTE</i> PARA A AQUISIÇÃO DE MINA.	44
QUADRO 6.1. SINOPSE DAS NORMAS REGULADORAS DE MINERAÇÃO.	152
QUADRO 6.2. ESTRUTURA DO PROJETO DE CÓDIGO AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	165
QUADRO 7.1. PRINCIPAIS AGENTES DE DEGRADAÇÃO RELACIONADOS COM A MINERAÇÃO DE CARVÃO, SEUS IMPACTOS E INDICADORES AMBIENTAIS	238

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1. PRINCIPAIS AÇÕES MINEIRAS E AMBIENTAIS A SE PLANEJAR DURANTE CADA FASE DO PROJETO DE MINERAÇÃO.	20
TABELA 3.1. SUMÁRIO DE ALGUNS ITENS A SE CONSIDERAR NOS PLANOS DE DESCOMISSIONAMENTO E REABILITAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE MINERAÇÃO.	53
TABELA 5.1. RESPONSABILIDADE LEGAL PELO SÍTIO MINEIRO, APÓS O FECHAMENTO, NA LEGISLAÇÃO AUSTRALIANA.	120
TABELA 5.2. PROVISÕES LEGAIS PARA O FECHAMENTO DE MINA NO JAPÃO, PROVÍNCIAS E TERRITÓRIOS DA AUSTRÁLIA E CANADÁ, NA EUROPA E EM ESTADOS INDIVIDUAIS DOS ESTADOS UNIDOS.	142
TABELA 7.1. RESERVAS MINERAIS DE AREIA NA PORÇÃO LESTE DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO.	205

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABINAM – Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais
ABIROCCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIS – Avaliação de Impacto Social
Alerj – Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro
AMDA – Associação Mineira de Defesa do Ambiente
AMEEF – Australian Minerals and Energy Environment Foundation
ANEPAC – Associação Nacional de Empresas Produtoras de Agregados para a Construção Civil
ANM – Agência Nacional de Mineração
ANZMEC – Australian and New Zealand Minerals and Energy Council
APA – Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Preservação Permanente
BLM – Bureau of Land Management
CAERJ – Código Ambiental do Estado do Rio de Janeiro
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEA – Centro de Educação Ambiental
CFEM – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CERCLA – Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CIPC – Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas
CNPM – Conselho Nacional de Política Mineral
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente
CONFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA – Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais
CPI – Comissão Parlamentar de Inquérito
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CSLL – Contribuição sobre o Lucro Líquido
CSN – Companhia Siderúrgica Nacional
CWA – Clean Water Act

DAM – Drenagem Ácida de Mina
DAR – Drenagem Ácida de Rocha
DBO – Demanda Biológica de Oxigênio
DEPRN – Departamento de Proteção dos Recursos Naturais
DN – Deliberação Normativa
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
DNRM – Department of Natural Resources and Mines
DQO – Demanda Química de Oxigênio
DSST – Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho
DUSM – Departamento de Uso do Solo Metropolitano
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EPA – Environmental Protection Agency
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais
FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
FLPMA – Federal Land Policy and Management Act
IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração
ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IEF – Instituto Estadual de Florestas
INB – indústrias Nucleares do Brasil S.A.
IOF – Imposto Sobre Operações Financeiras
IPI – Imposto Sobre Produtos Industrializados
IRPJ – Imposto de Renda da Pessoa Jurídica
ISO – International Organization for Standardization
JICA – Japan International Cooperation Agency
LD – Licença de Desativação
MBR – Minerações Brasileiras Reunidas S.A.
MME – Ministério de Minas e Energia
MNDM – Ministry of Northern Development and Mines
MNR – Ministry of Natural Resources
MOEE – Ministry of Environment Energy
MOL – Ministry of Labor

NEPA – National Environmental Policy Act
NIMA-JUR – Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente. Setor jurídico de Direito Ambiental
NUCLEBRAS – Empresas Nucleares Brasileiras S.A.
NUCLEMON – Nuclemon Minerio-Química Ltda
PAE – Plano de Aproveitamento Econômico
PCA – Plano de Controle Ambiental
PIB – Produto Interno Bruto
PIS – Programa de Integração Social
PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PUC-RIO – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
QMC – Queensland Mining Council
RCA – Relatório de Controle Ambiental
RCRA – Resource Conservation and Reclamation Act
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
RPPN – Reserva Particular de Proteção Natural
SARA – Superfund Amendments and Reauthorisation Act
SEAQUA – Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais
SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SIECESC – Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina
SGA – Sistema de Gerenciamento Ambiental
SINDIEXTRA – Sindicato das Indústrias Extrativas de Ouro, Metais Preciosos, Diamantes e Pedras Preciosas, Areias, Pedras Ornamentais, Madeiras, Minerais Metálicos e Não-Metálicos do Estado de Minas Gerais
SINFERBASE – Sindicato Nacional das Indústrias de Ferro e Metais Básicos
SMA – Secretaria do Meio Ambiente
SMCRA – Surface Mining Control and Reclamation Act
SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UTM – Unidade de Tratamento de Minério
ZUPI – Zona Urbana Predominantemente Industrial



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

Fechamento de Mina: Aspectos Técnicos, Jurídicos e Socioambientais

RESUMO

Tese de Doutorado

José Cruz do Carmo Flores

O *fechamento de mina* insere-se como uma nova fase na vida do projeto de mineração. Seus principais objetivos são garantir que a saúde e a segurança públicas não serão comprometidas no futuro; que os recursos ambientais não serão expostos a posterior deterioração biológica, física e ou química; que o uso pós-mineração da propriedade será benéfico à comunidade e sustentável no longo prazo; e que quaisquer impactos socioeconômicos adversos serão mitigados. Os conceitos e procedimentos relativos ao fechamento de mina vêm se expandindo rapidamente, em termos de escopo e responsabilidade dos principais grupos interessados, dentre eles governo, empresas, comunidades impactadas e organizações não-governamentais (ONGs), instituições financeiras de crédito e outros componentes da sociedade civil. O Direito – como ciência social que o é – vem explicitando a consciência e a preocupação da sociedade com o adequado e seguro fechamento das minas, e internalizando as melhores práticas para se atingir seus objetivos. Esta tese dedica-se ao estudo e análise da arte do fechamento de mina sob os seus diversos aspectos. Ressalta-se a importância econômica e social da mineração, através da análise dos aspectos positivos e negativos desta atividade humana. Introduce-se o fechamento de mina como uma nova fase do projeto de mineração. Apresentam-se os conceitos de alguns termos usualmente encontrados nos trabalhos relativos ao tema *fechamento de mina*. Apontam-se as principais causas que conduzem ao fechamento, os tipos de fechamento que podem ocorrer e as etapas que integram o processo. Analisam-se os principais impactos ambientais, econômicos e sociais advindos do fechamento. Abordam-se os aspectos técnicos, jurídicos e socioambientais inerentes ao fechamento de mina na legislação de alguns países selecionados. Sintetiza-se a regulamentação do tema na legislação brasileira. Expõem-se os programas de fechamento de algumas minas brasileiras, de pequeno, médio e grande porte. Ao final, recomendam-se algumas questões inerentes ao evento, como sugestões para futuros estudos e pesquisas, e apresenta-se, como apêndice, a proposta de um conjunto de diretrizes, como contribuição ao estudo do tema e à progressiva regulamentação desta fase do projeto de mineração no Brasil.

Palavras-chave: 1. Mineração. 2. Fechamento de Mina. 3. Legislação Minerária e Ambiental. 4. Impactos Sociais de Mineração.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

Mine Closure: Technical, Legal, Social and Environmental Aspects

ABSTRACT

Doctoral Thesis

José Cruz do Carmo Flores

Mine closure is a new stage in the life of a mining project. Its main objectives are guarantee that the future public health and safety are not compromised; environmental resources are not subject to further physical and chemical deterioration; the post-mining use of a site is beneficial and sustainable in the long-term; and any adverse socio-economic impacts are minimized. The concepts and principles surrounding mine closure are rapidly evolving in terms of the supposed scope and responsibility of the major interested groups, among them government, industry, impacted communities and other stakeholders such as non-governmental organisations (NGOs), financial institutions and other components of civil society. The Law – as a social science – has highlighted the society conscious and preoccupation with the proper and safe mine closure and internalized the best practices to achieve its purposes. This thesis focuses in the study and analysis of the evolution of mine closure art – under its several aspects. Highlight the economic and social importance of mining, through the analysis of positive and negative aspects of this human activity. Mine closure is introduced as new stage of the mining project. It is presented the concepts of some terms usually employed in studies related to *mine closure*. Emphasize the main causes that can direct to closure, the types of closure that can occur and the steps part of this process. The main environmental, economic and social impacts from the mine closure process are analysed. Deal with technical, legal, social and environmental aspects in the law of some selected countries. Synthesize mine closure regulation in the Brazilian Law. Approach the programmes in course for closure of some small, medium and large size Brazilian mines. At the end recommends some points inherent to mine closure as suggestions to future researches and presents, as an appendix, a proposal of guidelines as a contribution to the study and the progressive regulation on mine closure in Brazil.

Key words: 1. Mining. 2. Mine Closure. 3. Mining and Environmental Law. 4. Social Impacts of Mining.

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Os projetos de mineração têm impactos positivos sobre a sociedade, na forma de fornecimento de matérias-primas, de geração de empregos diretos e indiretos, de tributos e produção de produtos indispensáveis à vida do homem moderno. Entretanto, há impactos negativos diretamente deles decorrentes, tais como geração de ruído, poeira, vibração e degradação estética e ambiental. E, muitas vezes, esses impactos negativos continuam a atuar sobre o ambiente após o encerramento das atividades produtivas do empreendimento mineiro.

A conciliação da extração dos recursos minerais – direito fundamental do homem de acesso aos materiais de que necessita para uma vida saudável – com o direito de todos a um ambiente ecologicamente equilibrado impõe que uma nova concepção de mineração seja incorporada à cultura da sociedade e das empresas de mineração. Se no passado o projeto de aproveitamento econômico de um depósito mineral era dado por concluído com a exaustão das reservas, na modernidade, obrigatoriamente, ele deverá contemplar o planejamento, a implantação, o monitoramento e a manutenção de medidas de proteção ambiental e social, durante toda a vida produtiva da mina. Indo mais além, o projeto precisará, necessariamente, incluir a implantação de um plano de fechamento do empreendimento mineiro, antes da abertura da mina e início da produção, que seja capaz de prevenir ou de mitigar o passivo ambiental decorrente do aproveitamento econômico da jazida e garantir que a área minerada e região circunvizinha serão reabilitadas e devolvidas aos proprietários e à comunidade dentro das condições necessárias para a implantação do uso final pré-estabelecido para a terra, acordado entre as partes.

O encerramento das atividades das minas – em caráter temporário ou permanente – vem, assim, revestindo-se de importância e relevância cada vez maiores.

Se na questão ambiental pode-se dizer que avançamos satisfatoriamente a partir da década de 1980, o mesmo não ocorreu quanto à questão do fechamento de minas. As questões relativas ao encerramento das operações dos empreendimentos mineiros, conjuntamente com as questões ambientais e sociais que atingem a mineração, são preocupações recentes e atuais, que estão a exigir a atuação, reflexão e investimentos das empresas de mineração, para o desenvolvimento de soluções técnicas criativas que viabilizem o fechamento das minas antigas – ora em fase de exaustão – com a observância dos preceitos da legislação ambiental, a aceitação do papel social

da mineração e o atendimento às expectativas das comunidades envolvidas nesses projetos. Por outro lado, no Brasil, as empresas e a sociedade ressentem-se da ausência de um arcabouço, constituído por normas técnicas e legais, que regulamente o fechamento das minas e a reintegração das áreas trabalhadas às atividades da comunidade, estabelecendo os direitos, deveres e obrigações das partes envolvidas nos processos de autorização, fiscalização, fomento e extração dos recursos minerais nacionais, bem como dos órgãos encarregados da promoção da proteção ambiental.

O projeto de pesquisa teve por objeto o desenvolvimento de uma investigação sobre a arte do fechamento de mina no Brasil e em alguns países selecionados, sob os aspectos técnico, jurídico e socioambiental, de forma que, ao final, permitisse ao autor estruturar a proposta de um conjunto de diretrizes e procedimentos a ser apresentada como contribuição pessoal para a futura e progressiva discussão e regulamentação da matéria no Brasil.

A hipótese inicial foi formulada nos seguintes termos: 1) O processo de escolha do elenco de procedimentos técnicos que conduzam ao fechamento (definitivo ou temporário) da mina deve ter início na fase de avaliação técnica, ambiental e econômica do projeto de mineração. O plano de fechamento de uma mina, pelo menos em termos conceituais, deve ser detalhado e incluído no plano de aproveitamento econômico da jazida, submetido à aprovação dos órgãos governamentais competentes, devidamente acompanhado do cronograma de execução, orçamento financeiro preliminar, indicação das fontes dos recursos e das garantias financeiras que garantam a integral e completa execução do plano aprovado. 2) O plano de fechamento deve ser suficientemente flexível para que possa ser revisto e atualizado periodicamente, para atender às mudanças circunstanciais que porventura ocorram ao longo da vida útil da mina. 3) Os balanços anuais das empresas devem trazer informações sobre o passivo ambiental existente. O progresso da execução do plano de fechamento, as dificuldades enfrentadas na execução, os ajustes efetuados e uma síntese das ações de fechamento planejadas para o ano seguinte, deverão constar dos Relatórios Anuais de Lavra, obrigatoriamente apresentados ao Departamento Nacional de Produção Mineral até o dia 15 (quinze) de março de cada ano, conforme especificado no Código de Mineração. 4) A adoção de uma política nacional para o fechamento de minas deve, necessariamente, contemplar a situação das minas que entraram em operação no passado, sem a elaboração de um plano de fechamento, como ferramenta capaz de evitar o crescimento do número de minas abandonadas e instrumento destinado a garantir que essas minas serão fechadas

no futuro, através da execução de um programa de fechamento técnica e economicamente exequível, ambientalmente seguro e socialmente aceitável. 5) O processo de fechamento de mina não se restringe à desativação do empreendimento e recuperação ambiental das áreas degradadas. Ele deve incorporar ações que contribuam para a estabilidade e sustentabilidade econômica, social e cultural das comunidades – interna e externa –, após o evento do fechamento definitivo da mina. Entretanto, esse conjunto de ações não deve impor à empresa de mineração um ônus financeiro e social tão intenso que transfira para a empresa deveres e obrigações inerentes à natureza do Poder Público, e torne economicamente inviável o aproveitamento industrial da jazida mineral.

Formulada a hipótese inicial, nos termos acima apresentados, o projeto desenvolveu-se mediante o cumprimento das seguintes etapas: a) revisão bibliográfica do estado da arte do fechamento de mina – de modo geral – e sobre a abordagem das responsabilidades pelo passivo ambiental decorrente do fechamento de mina – em particular – em alguns países selecionados; b) revisão bibliográfica da legislação minerária e ambiental em vigor no Brasil e nos países selecionados; c) contatos com instituições de ensino e órgãos estaduais e federais encarregados da formulação, fiscalização e fomento das políticas estaduais e nacionais, ambiental e minerária, com o objetivo de analisar o enfoque da questão do fechamento de mina no Brasil e conhecer os processos de fechamento em implantação em alguns estados da federação; d) realização de visitas a algumas minas selecionadas – fechadas ou em processo de fechamento. Foram selecionadas duas minas de material de uso direto na construção civil, duas minas de minério de ferro e uma mina de urânio. Ainda dentro do programa de visitas para a elaboração do *Estudo de Casos*, foi realizada uma visita técnica à região carbonífera de Criciúma, no Estado de Santa Catarina, que contribuiu para a abordagem dos problemas ambientais decorrentes da lavra e beneficiamento do carvão naquela província mineral e para a análise dos programas de recuperação ambiental que têm sido paulatinamente implantados pelas empresas de mineração, com a colaboração e suporte técnico e administrativo dos órgãos governamentais competentes. Por fim, os resultados obtidos foram organizados, analisados e estruturados na tese de doutorado.

O resultado final do projeto é apresentado na tese de doutorado, elaborada sob a orientação do Prof. Dr. Hildebrando Herrmann e co-orientação do Prof. Dr. Hernani Mota de Lima, como um dos requisitos necessários para a obtenção do título de Doutor em Ciências, através do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências/Departamento de Geologia e

Recursos Naturais da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. O método científico adotado foi o hipotético dedutivo.

Além da Introdução, outros sete Capítulos compõem a estrutura desta tese. O Capítulo 2 apresenta uma breve análise da importância econômica e social da mineração, expõe a síntese dos principais aspectos positivos e negativos da atividade, apresenta o fechamento de mina como uma nova fase dos projetos de mineração e introduz os conceitos que consubstanciam alguns termos técnicos da área ambiental que são empregados no corpo da tese.

O Capítulo 3 é dedicado à abordagem conceitual do tema e está dividido em duas partes. A primeira parte apresenta o conceito, as modalidades, os objetivos e as fases ou etapas do fechamento de mina. A segunda é dedicada ao plano de fechamento de mina, abordando o conceito, seus objetivos, metodologia de elaboração, seu conteúdo, execução, acompanhamento e revisão.

O Capítulo 4 analisa os principais impactos que normalmente decorrem do fechamento de empreendimentos mineiros.

O Capítulo 5 é dedicado à análise comparativa do tratamento das questões relativas ao fechamento de mina em alguns países selecionados. São abordados os aspectos técnicos e legais da matéria nos Estados Unidos, com ênfase no Estado do Colorado; na Austrália, com ênfase no Estado de Queensland; e no Canadá, com ênfase nas províncias de Ontario e British Columbia. O estado da arte do fechamento de mina na legislação brasileira é o objeto do Capítulo 6.

No Capítulo 7, apresentam-se os *Estudos de Casos*, elaborados a partir das informações cadastradas durante as visitas técnicas às minas previamente selecionadas.

O Capítulo 8 apresenta a síntese das conclusões, formuladas como resultado dos estudos, reflexões do autor e da abordagem das questões inerentes ao fechamento de mina – tema e objeto desta pesquisa – e relaciona algumas questões relativas ao fechamento de mina, como sugestões para trabalhos futuros e continuidade das pesquisas sobre esse novo e importante campo de estudos.

Fechando a tese, são apresentados dois Apêndices: O primeiro traz o roteiro elaborado para a avaliação do plano de fechamento das minas estudadas. O segundo apresenta um conjunto de diretrizes que se propõe como uma contribuição pessoal do autor para a discussão e fundamentação de futuras normas jurídicas e regulamentos administrativos, que certamente serão formulados no País, para a regulamentação do fechamento de minas no Brasil.

CAPÍTULO 2. FECHAMENTO DE MINA COMO FASE DO PROJETO DE MINERAÇÃO

2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA MINERAÇÃO

O Brasil, no cenário mundial, tem posição expressiva, tanto como detentor de reservas minerais, quanto como produtor de matérias-primas de origem mineral. O País ocupa a liderança mundial como detentor de reservas de nióbio e tantalita, e se situa entre os seis maiores detentores mundiais das reservas de caulim, grafita, bauxita, talco, vermiculita, estanho, magnesita, ferro e manganês.

Quando se analisa o desempenho do Brasil na produção de matérias-primas de origem mineral, o País coloca-se na primeira posição entre os produtores mundiais de nióbio (com 92,4% do nióbio ofertado) e inclui-se entre os seis principais produtores mundiais de ferro, manganês, bauxita, caulim, grafita, tantalita, crisotila, magnesita, vermiculita, rochas ornamentais e talco (BRASIL, 2003).

Segundo FERRAZ (2002), a inclusão social com qualidade de vida é o maior desafio brasileiro e pré-requisito para que o País possa dar continuidade à solução de muitos de seus problemas e à construção das bases requeridas pela inevitável onda de novas relações econômicas, políticas e sociais que se instalaram no mundo. E isso requer um crescente e diversificado suprimento de bens minerais.

Sempre que uma tonelada de óleo, de carvão ou gás é produzida, desencadeia-se a geração dos efeitos diretos e indiretos, entre os quais a enorme receita pública de países, estados e municípios.

A construção de uma obra civil (casa, edifício, escola, hospital, estrada, aeroporto etc.) só se concretiza após a transformação da rocha em brita, do calcário em cimento, do minério de ferro em aço e vergalhão, da areia em vidro e componente da argamassa e do concreto.

Toda a cadeia da agroindústria – envolvendo não só a produção de alimentos industrializados, como também transporte, seguros, bolsas de mercadorias, embalagens e outros seguimentos –, fundamenta-se na fertilização do solo com os macro-nutrientes fósforo, potássio e enxofre retirados da Terra em algum lugar do mundo.

Na percepção de FERRAZ (2002), é o recurso mineral primário que dá início a todos os fluxos secundários e de serviços. E essa perspectiva de inevitabilidade do consumo de recursos minerais para a obtenção da inclusão social com qualidade de vida está a exigir a descoberta de novas minas para repor aquelas que estão se exaurindo. Por seu lado, a descoberta de novas minas exige grandes investimentos na formação de novas equipes de prospecção e pesquisa mineral, em novas tecnologias de produção que ajudem a aumentar a produtividade requerida pela marcha contínua e descendente dos preços.

Historicamente, a mineração sempre desempenhou papel de importância no desenvolvimento econômico e social de áreas remotas, atuando como fator de atração de novos empreendimentos. A descoberta de ouro em Sutter's Mill, na Califórnia, em 1848, provocou uma enorme migração para o Oeste. Ballarat, Bendigo, Kalgoorlie e Mount Isa, na Austrália, têm o seu desenvolvimento intimamente ligado à mineração. As minas de Stora Kopparberg, em Falun, na Suécia, a mina polimetálica de Rammelsberg, próximo a Goslar, na Alemanha, e a mina de cobre de Besshi, da Sumitomo, no Japão, são outros exemplos de minas que impulsionaram o desenvolvimento de economias nacionais (MINÉRIOS & MINERALES, 1999).

Em determinadas regiões do território brasileiro, a mineração representa uma das poucas possibilidades – quando não se constitui na única – de realização de atividades econômicas organizadas. Nesse contexto, ela se torna importante agente organizador da estrutura econômica, política e social das comunidades circunvizinhas.

O empreendimento mineiro responde pela geração de empregos diretos, indiretos e terceirizados; pela assistência médica dos funcionários, familiares e da população local; pelo abastecimento de água e fornecimento da energia elétrica às comunidades locais e regionais. Ele constrói, organiza e gerencia a vila para habitação dos funcionários e suporta toda a infraestrutura urbana (ruas calçadas, rede de esgoto e tratamento dos resíduos) e social, como a de comércio e serviços, escolas, clubes, hospital, hotel, bancos, transporte e demais estruturas necessárias à fixação dos seus funcionários, familiares, prestadores de serviços – enfim – de todos os envolvidos na lavra, beneficiamento e comercialização dos recursos minerais.

Os municípios e estados também são beneficiários diretos dos resultados da lavra, através da geração de salários (normalmente superiores à média regional), encargos sociais, royalties e tributos ou encargos que incidem sobre o faturamento (Imposto Sobre Produtos Industrializados - IPI, Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços - ICMS, Programa de

Integração Social - PIS, Contribuição Para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS, Imposto Sobre Operações Financeiras - IOF, Compensação Financeira Pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM) e sobre o lucro (Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido - CSLL, Imposto de Renda da Pessoa Jurídica - IRPJ) (ALBUQUERQUE; FERREIRA, 1997).

Além dos tributos e encargos citados, na fase de lavra é garantida ao proprietário do solo a participação nos resultados da lavra, quando o aproveitamento dos recursos minerais se faz sob os regimes de autorização e concessão ou sob o regime de licenciamento, e o minerador não é o proprietário do solo. Na fase de pesquisa mineral, os titulares de Alvarás de Pesquisa devem realizar o pagamento da denominada Taxa Anual Por Hectare em área objeto de Alvará de Pesquisa, até a entrega do Relatório Final de Pesquisa ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM.

O Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, analisando o universo da mineração brasileira através das informações contidas nos Relatórios Anuais de Lavra, no exercício de 2005, e considerando apenas o número de trabalhadores com vínculo empregatício (mão de obra direta) declarado nos Relatórios Anuais de Lavra, constatou que a mineração, no ano-base de 2004, era responsável pelo total de 121.372 pessoas ocupadas, sendo que desse total, 78.645 trabalhadores estavam nas minas e os 42.727 restantes trabalhavam nas usinas de beneficiamento. Esse número, em realidade, é maior, pois em suas estatísticas o DNPM só considera os trabalhadores com vínculo empregatício e as minas com produção anual de minério bruto superior a 10.000 toneladas/ano. (BRASIL, 2005).

Na sociedade moderna, os avanços tecnológicos da informática, das telecomunicações e da eletrônica, principalmente, fazem com que a dependência do homem, com relação aos produtos oriundos do subsolo, seja muito maior que o era na época da Revolução Industrial. Assim, a indústria extrativa mineral constitui não só uma atividade econômica de destaque para a balança comercial brasileira, como se mostra imprescindível ao desenvolvimento social e tecnológico do País.

Muitos são os desafios que, nos tempos atuais, se colocam à mineração. Dentre eles, destacam-se a premência constante pela descoberta de novas reservas minerais, a necessidade das empresas se adequarem às exigências legais – cada vez mais severas – dos órgãos públicos encarregados do fomento e fiscalização das atividades de mineração e, simultaneamente, aos

preceitos legais impostos pelos órgãos competentes responsáveis pela formulação da política ambiental do País.

O papel socioeconômico da mineração ainda é pouco reconhecido, tanto pela sociedade quanto pelos órgãos governamentais. Os produtos da indústria mineral estão presentes no nosso dia-a-dia, e os utilizamos a cada momento. Mas, quase sempre desconhecemos como foram agregados aos produtos finais, de onde provêm e como foram obtidos em algum ponto da Terra.

Há muito o setor mineral não é contemplado com incentivos governamentais diretos. Carece da formulação de uma política específica de apoio e fomento, que simplifique e dê agilidade aos processos legais de autorização e concessão de áreas e fiscalização das atividades das empresas de mineração pelos órgãos competentes, e estimule o minerador a investir na prospecção e pesquisa de novas jazidas minerais.

Apesar de todo o recente progresso científico e tecnológico que tem caracterizado o gerenciamento dos projetos de mineração, esta indústria tem recebido muitas críticas, dentre elas, a constatação de que, embora a mineração tenha um impacto positivo sobre a sociedade, na forma de geração de empregos diretos e indiretos, de tributos, encargos e royalties, promovendo o desenvolvimento regional, há impactos negativos diretamente dela decorrentes, tais como a degradação estética, sonora e ambiental, e os impactos culturais e sociais.

2.2. ASPECTOS NEGATIVOS DA MINERAÇÃO

Enquanto encontram-se desconhecidas e inertes no subsolo, as substâncias minerais constituem apenas recursos naturais, e em nada influem no atendimento das necessidades humanas. Para tornarem-se úteis ao homem, adquirirem valor econômico e, assim, transformarem-se em jazidas, os recursos minerais precisam ser descobertos, avaliados, extraídos da crosta terrestre, beneficiados e transformados em produtos que atendam às demandas da sociedade.

A mineração é a atividade humana que se encarrega de descobrir, avaliar, extrair e beneficiar as substâncias minerais, fornecendo-as como matérias-primas para que outros processos industriais as transformem em produtos requeridos pelo homem.

Enquanto as alterações da superfície terrestre provocadas pelos agentes naturais (ventos, águas, vulcões etc.) ocorrem, de modo geral, de forma lenta, as resultantes das atividades do homem se dão de forma rápida. Assim, a atividade extrativa mineral contribui para alterar, de forma rápida, o ecossistema.

A lavra, entendida como o processo de extração econômica de substâncias minerais, pode ocorrer por métodos a céu aberto ou por métodos subterrâneos.

A lavra convencional a céu aberto comporta uma seqüência ordenada e sistematizada das operações adiante mencionadas, que devem ser consideradas no plano geral dos serviços (MAIA, 1974):

- a) **desbravamento**: envolve o desmatamento (remoção de toda a cobertura vegetal de pequeno, médio ou grande porte) e destocamento, com emprego de tratores de lâminas e outros equipamentos, assim como o arranque e puxada dos tocos e raízes;
- b) **decapeamento**: pode ser prévio ou simultâneo com o desmonte do minério, mantendo suficiente decalagem para não interferir com este. Envolve prévia remoção do capeamento (material estéril que recobre a camada mineralizada);
- c) **drenagem protetora**: anterior ou posterior ao decapeamento, tem a função de captar as águas pluviais ou de infiltração nas cavas ou nas bancadas de encosta. A drenagem da água pode ocorrer apenas por gravidade ou exigir diversas captações, depósitos e bombeamentos, comumente em estágios;
- d) **desmonte**: o desmonte do material útil pode ser manual, hidráulico, mecânico ou com explosivos. Pode ser executado com emprego de tratores com lâminas, escavadoras, retroescavadoras etc;
- e) **carregamento**: pode ser manual ou mecânico. Às vezes não ocorre, sendo o material desmontado carregado hidráulicamente ou descendo, por gravidade, para *funis* inferiores;
- f) **transporte**: pode acontecer por método manual, hidráulico ou mecânico (carrinhos de mão, vagonetas, vagões em trens, caminhões, correias transportadoras, minerodutos etc);
- g) **despejo e compactação**: compreende a disposição controlada do material que recobre a camada mineralizada e das intercalações pobres ou estéreis que ocorrem no corpo da jazida. Os depósitos de estéril são devidamente controlados, drenados, nivelados com tratores e compactados com *pés de carneiro*, rolos compressores etc.;

h) **restauração:** reconstituição das condições ambientais da área para utilização superficial, incluída a urbanização.

Quando a lavra ocorre por métodos subterrâneos, a área superficial diretamente atingida é menor. Entretanto, podem ocorrer problemas de subsidências na superfície, danos a estruturas superficiais provocados por tensões inerentes ao próprio maciço rochoso ou originados a partir do uso de explosivos nas galerias subterrâneas, e ou explosões de misturas gasosas que se acumulam no interior das aberturas subterrâneas. Também cresce o grau de complexidade dos problemas de contaminação e drenagem das águas subterrâneas.

Os processos de beneficiamento dos minérios brutos, para a obtenção dos concentrados, geram grandes volumes de rejeitos. Para retê-los, normalmente são construídas barragens de contenção de grande porte, modificando as condições naturais locais.

Os impactos ambientais da mineração podem atingir o solo, as águas e o ar. Atingem o solo, através da deposição de resíduos, da remoção da capa superficial quando fértil, da intensificação dos processos de erosão e da contaminação por íons metálicos, dentre outros meios.

Por vezes, impactam as águas, contribuindo para elevar a sua turbidez e o teor de metais, modificando o pH, criando condições adversas à biota aquática, poluindo o lençol freático, alterando os cursos dos rios e diminuindo o teor de oxigênio das águas.

No ar, podem provocar aumento da concentração do material particulado em suspensão, assim como dos gases na atmosfera, e afetar os vegetais por deposição de poeiras em suas folhas. O ar pode, também, servir de meio para a transmissão de ruídos e vibrações oriundos do desmonte com uso de explosivos, da operação dos equipamentos de lavra e instalações de beneficiamento e manuseio dos minérios (IBRAM, 1987).

Dentre as características que individualizam a mineração, são particularmente relevantes a rigidez locacional, a unicidade e singularidade das jazidas e minas e o caráter finito e não-renovável das jazidas (REIS & BARRETO, 2001; LOTT, 2002).

As jazidas são concentrações anômalas de determinadas substâncias minerais, formadas em tempo e condições geológicas favoráveis, independentemente de qualquer interferência humana, e que são passíveis de aproveitamento econômico pelo homem. Podem, portanto, localizarem-se próximas dos centros urbanos ou em regiões longínquas e remotas.

Qualquer que seja a localização, os impactos desfavoráveis da mineração não se restringem apenas ao meio ambiente. Quando se localizam em regiões remotas, as minas rapidamente atraem comunidades para a região circunvizinha, atuando como agente do desenvolvimento social e econômico. Mas, lentamente, deste convívio começam a eclodir os conflitos sociais entre a mineração e a sociedade.

O rápido processo migratório que se desencadeia a partir da instalação da atividade extrativa mineral em áreas remotas traz para o ambiente, além dos impactos ambientais, impactos sociais, econômicos e culturais, destacando-se dentre eles (DIAS, 2001; CIPRIANI, 2002):

- a) **impactos sociais:** impactos visuais e sobre a saúde da comunidade, ambiente desconfortável, alterações das formas de uso do solo, alterações da dinâmica demográfica, remoção de pessoas e qualificação da mão-de-obra;
- b) **impactos econômicos:** materializados no aumento da demanda por serviços sociais e infraestrutura, aumento de preços de bens e serviços, substituição de atividades econômicas, diminuição da produtividade dos ecossistemas;
- c) **impactos culturais:** perda de patrimônio, alteração das relações socioculturais.

Quando a mineração se instala em áreas próximas aos centros urbanos, apresenta características próprias, podendo constituir-se em fonte de uma série de transtornos ambientais, econômicos e sociais.

BITAR & CHAVES (1997), estudando os efeitos indesejáveis da mineração na Região Metropolitana de São Paulo, detectaram como sendo os principais:

- a) **riscos para a saúde e segurança pública e alterações ambientais regionais:** processos erosivos que se instalaram em cavas remanescentes e abandonadas, perda das características naturais da área, escorregamentos e degradação visual, contaminação das águas subterrâneas e superficiais e riscos à saúde da população, decorrentes da disposição de resíduos (industriais e sanitários) nas cavas formadas em antigas áreas mineradas (LOPES & SÁNCHEZ, 2000);
- b) **conflitos quanto ao uso futuro do solo:** as áreas mineradas urbanas têm recebido diversos usos inadequados, como deposição de resíduos sólidos diversos, depósitos de lixo e lançamento de esgoto *in natura*, habitação de baixa renda em encostas íngremes e em antigas frentes de lavra;

- c) **depreciação de imóveis vizinhos:** consequência direta da geração de poeiras, ruídos e vibrações provenientes da mineração, do trânsito de caminhões pesados pelas rodovias e dos usos inadequados das áreas mineradas urbanas;
- d) **transtorno ao tráfego urbano:** devido ao tráfego intenso de veículos pesados, ao lançamento de resíduos e lama no asfalto, à presença de veículos e outros equipamentos abandonados e à existência de blocos de rochas instáveis nas encostas;
- e) **ocupação desordenada de áreas degradadas:** freqüentemente ocorre a ocupação desordenada em antigas áreas de mineração, inviabilizando a possibilidade de aplicação de qualquer sistema de gerenciamento, estabilidade e sustentabilidade.

Variáveis como gênese, ligações químicas entre os componentes minerais, natureza dos elementos contaminantes presentes no minério e relação estéril/minério fazem de cada jazida uma massa mineralizada individualizada, única e singular. Essas características influenciarão não só na escolha do método de lavra e do processo de beneficiamento, como também na natureza, intensidade e extensão dos impactos que poderão advir do seu aproveitamento econômico, principalmente dos impactos ambientais.

Quando se elabora o plano de aproveitamento econômico da futura mina, pode-se saber, desde já e com razoável certeza, quando o bem mineral irá se exaurir, ou a lavra irá se inviabilizar por razões técnicas, econômicas, sociais ou ambientais, ou porque o aproveitamento econômico do bem mineral deixou de ser considerado de interesse público, dentre outras razões. A fase de exaustão da mina – não contemplada com a devida importância dentro do projeto mineiro convencional – também pode causar sérios impactos, locais e regionais.

Embora constitua atividade econômica imprescindível para a continuação da existência do homem, a mineração ainda é vista como atividade potencialmente degradante do meio ambiente e fonte primária de impactos sociais, econômicos e culturais sobre as comunidades locais e circunvizinhas. Esse enfoque, entretanto, vem-se modificando, e o empreendimento de mineração passa a ser entendido como uma forma de uso temporário do solo, como atividade geradora de riqueza nacional e propagadora do desenvolvimento sustentável.

Dentro da nova concepção, torna-se compatível o aproveitamento dos recursos minerais com a preservação das condições ambientais saudáveis e a mitigação ou neutralização dos impactos sociais, econômicos e culturais negativos, tanto durante a vida produtiva, quanto após o fechamento do empreendimento mineiro.

O fechamento da mina é uma questão inevitável, consequência direta da natureza finita e não-renovável das jazidas minerais. E visto sob a moderna concepção, vem-se revestindo de importância crescente, frente às exigências legais de preservação do meio ambiente, assim como das exigências – cada vez maiores – das comunidades circunvizinhas, que recebem diretamente tanto os impactos positivos, quanto os impactos negativos do empreendimento mineiro.

Se na questão da proteção ambiental pode-se dizer que avançamos satisfatoriamente a partir da década de 80, o mesmo não ocorreu quanto à questão do fechamento das minas. Esta é a questão que atualmente começa a ser atacada pela sociedade civil organizada, pelos órgãos ambientais e por aqueles encarregados do fomento e fiscalização das atividades de mineração e pelas empresas autorizadas a realizar o aproveitamento econômico dos recursos minerais.

Dentro da nova concepção do projeto mineiro, todo projeto de aproveitamento de substâncias minerais deverá, necessariamente, contemplar o plano para fechamento da mina, incluindo a sua implantação, o gerenciamento e o posterior monitoramento das ações implantadas, como forma de garantir que os impactos advindos do projeto – quer os ambientais, quer os socioeconômicos e os culturais –, serão minimizados ou definitivamente neutralizados, após a exaustão da reserva economicamente aproveitável e o fechamento técnico e seguro da mina.

Esta nova percepção exige a reformulação do antigo conceito de projeto de mineração, que se encerrava com a inviabilidade da continuidade econômica da lavra, por diferentes razões, e raramente contemplava medidas corretivas e ou mitigadoras dos efeitos indesejáveis derivados da operação e do encerramento do projeto, como a participação da comunidade dependente da mineração no destino futuro das áreas modificadas, a implantação de atividades que contribuam para a sua sobrevivência e viabilizem a recolocação dos empregados.

Enfim, o conceito moderno de fechamento de mina vai muito além do conceito de recuperação das áreas degradadas pela mineração e da implantação de outras medidas de proteção ambiental. O fechamento de mina deve ser compreendido como um processo que se principia na fase de estudos de viabilidade do projeto, desenvolve-se durante toda a sua vida útil e só termina por ocasião da devolução do sítio à comunidade, com os processos de reutilização do solo, reorganização política, econômica e social da comunidade implantados e estabilizados.

2.3. AS FASES DO PROJETO DE MINERAÇÃO CONVENCIONAL

Pode-se conceituar a mineração como sendo *a arte de descobrir, avaliar e extrair substâncias minerais ou fósseis, existentes na superfície ou no interior da Terra.*

O seu objetivo, portanto, é a descoberta de jazidas, estudo e avaliação dos corpos potencialmente aproveitáveis e a econômica utilização daqueles que se revelarem jazidas.

Para atingir esses objetivos, um projeto de mineração convencional desenvolvia-se segundo cinco fases, a saber:

- a) **Prospecção:** a procura de uma jazida, visando a sua descoberta. É a fase inicial de um projeto de mineração, responsável pelo planejamento da procura de ocorrências minerais que, numa fase posterior, serão sistematicamente estudadas, quantificadas e avaliadas. A prospecção baseia-se em diferentes fontes primárias de informações, tais como a literatura, mapeamento e reconhecimento geológico, correlações estratigráficas, informações de terceiros e outras.
- b) **Exploração:** o estudo do corpo com potencial para tornar-se uma jazida, empreendido para o conhecimento de suas características (químicas e físicas), volume, teores e valor. Através de trabalhos sistemáticos de pesquisa geológica, envolvendo levantamento topográfico, mapeamento geológico de detalhe, coleta de amostras e análises químicas, procura-se definir e avaliar a ocorrência mineral e, a seguir, definir a sua exequibilidade econômica.
- c) **Desenvolvimento:** a preparação da jazida para possibilitar o seu aproveitamento industrial. Envolve a abertura de acessos, preparação de áreas para a disposição de estéril, remoção de capeamento, construção das redes de drenagem e das instalações de apoio, dentre outras.

Exigirá a execução de obras complexas, como abertura de poços verticais, planos inclinados e ou túneis para acesso ao corpo, galerias de transporte e ventilação, e sistemas de esgotamento, quando a lavra ocorre com emprego de métodos subterrâneos.

Nessa fase são implantadas as instalações de apoio, como oficinas, refeitórios e almoxarifados; são montadas as instalações para beneficiamento do minério e construídas as bacias para contenção dos rejeitos gerados neste processo.

Se a jazida localiza-se em região remota, o projeto mineiro, quase sempre, contempla a construção de vilas residenciais dotadas de toda a infra-estrutura necessária para garantir o conforto, o lazer, a saúde e segurança dos empregados e seus familiares.

- d) **Lavra:** o aproveitamento industrial da jazida, já provada e suficientemente desenvolvida. Compreende serviços de desmonte, carregamento e transporte do minério bruto, segurança, higiene, ventilação, iluminação, esgotamento e recuperação das áreas mineradas, além de outras providências que garantam a continuidade e a produtividade das operações de extração da substância mineral útil.
- e) **Beneficiamento:** As substâncias minerais, nas condições em que se encontram na natureza, dificilmente apresentam características, como teores, grau de pureza e tamanho de partículas, dentro das especificações exigidas pelos processos industriais destinados a produzir os produtos demandados pelo mercado. Os minérios de cobre, por exemplo, normalmente apresentam teores de cobre inferiores a 5 % (cinco por cento). O teor de ferro dos itabiritos – quando em estado bruto – é da ordem de 45 % (quarenta e cinco por cento) a 50 % (cinquenta por cento), e apresentam teores considerados altos de impurezas, como a sílica e o fósforo.

O processamento dos minerais, através de um conjunto de métodos e técnicas (como a britagem, a moagem, a classificação granulométrica em peneiras, a lavagem e o desaguamento, dentre outras), vai trabalhar a matéria-prima mineral para melhorar suas propriedades físicas e seu grau de pureza, produzindo os concentrados desejados pelo mercado e rejeitos, com a aplicação de processos que não destroem a identidade química e física dos minerais.

Processos industriais como a hidrometalurgia, a pirometalurgia e o refino do petróleo, também trabalham com matérias-primas de origem mineral e orgânica em estado bruto, mas são processos que transformam alguns ou todos os constituintes dessas matérias. O processamento de minérios aplica aos agregados naturais de mineral-minério e ganga os métodos e técnicas do processamento de minerais, para produzir os concentrados com teores, grau de pureza e tamanho de partículas, dentre outras características, de acordo com as especificações exigidas pelos clientes. O processo de beneficiamento dos minérios vai, pois, agregar valor econômico à substância mineral bruta produzida pela natureza.

Legalmente, prospecção e exploração estão englobadas na fase de pesquisa mineral. Embora o Código de Mineração não se refira ao desenvolvimento, legalmente, ele está incluído na lavra, pois é fase que se executa após a jazida estar suficientemente provada e quando já estão assegurados os direitos para a lavra (MAIA, 1974).

Por maiores que sejam as reservas quantificadas na jazida, poderá ocorrer, em determinados momentos da vida útil da mina, a suspensão temporária da lavra. E certamente chegará o instante em que a lavra se tornará inviável definitivamente, como consequência do caráter finito e não-renovável dos recursos minerais.

Entre as principais razões que poderão conduzir à suspensão temporária ou à paralisação definitiva da lavra de uma mina, estão a exaustão do corpo mineralizado e razões técnicas, econômicas ou sociais. Entretanto, a inviabilidade – temporária ou definitiva – também pode ser determinada por modismos e inovações tecnológicas que impõem a substituição de determinadas substâncias por outras, ou por seu aproveitamento econômico deixar de ser considerado de interesse público. A mina diz-se exaurida, quando se extingue a possibilidade de aproveitamento da substância mineral de interesse econômico, por uma ou algumas das razões mencionadas.

Quando se analisa o projeto de mineração sob o ponto de vista dos investimentos, vê-se que eles são crescentes à medida que se intensificam os trabalhos de pesquisa geológica dos alvos identificados na fase de prospecção, e atingem seu ápice na fase de desenvolvimento e início da produção.

A partir do início da produção, as receitas tornam-se gradativamente crescentes e o fluxo de caixa, positivo, até que se avizinha a fase de exaustão, quando se encerra definitivamente a vida útil da mina. A Figura 2.1 exemplifica o fluxo de caixa hipotético de um projeto de mineração.

Os impactos da mineração sobre o ambiente não se restringem à fase produtiva. A própria paralisação da produção da mina – temporária ou definitiva – acarreta impactos sobre o ambiente e sobre as comunidades locais e regionais onde ela está inserida, provocando alterações no ecossistema e nas ordens social, cultural e econômica das populações atingidas. O âmbito desses impactos pode mesmo atingir a economia de um país, caso o bem mineral constitua-se no único ou no principal produto de sua pauta de exportações.

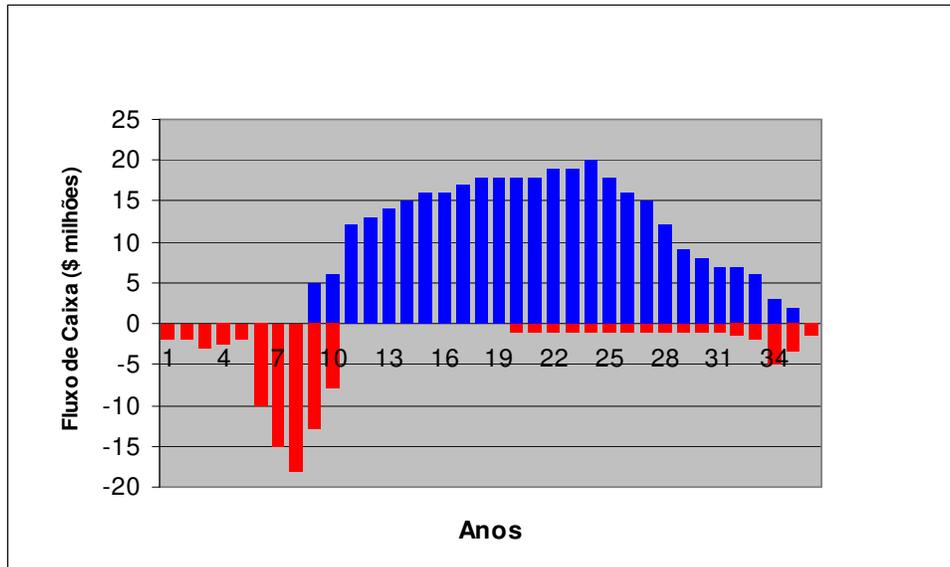


Figura 2.1. Fluxo de caixa hipotético de um projeto de mineração.
 Fonte: Adaptada de REIS FILHO, 2000.

Um projeto convencional de mineração raramente dispensava a devida importância ao fechamento de mina. Não havendo a preocupação do minerador com o sítio após a exaustão das reservas e com a preservação e continuidade das comunidades interna e externa ao projeto, a imagem da mineração continua sendo a de antigas minas abandonadas, deixando como herança, passivos ambientais e desequilíbrios sociais, culturais e econômicos às regiões mineiras.

2.4. A NOVA CONCEPÇÃO DO PROJETO DE MINERAÇÃO

Modernamente, é consenso que a intensidade dos impactos decorrentes da suspensão temporária das atividades de lavra ou do encerramento definitivo das atividades da mina deve ser mitigada, através de preceitos legais, políticas de desenvolvimento, procedimentos técnicos e outras ações que estimulem a execução de um plano adequado de fechamento de mina, de modo que o ciclo de vida do empreendimento mineiro seja acrescido de uma nova etapa: o fechamento definitivo do empreendimento. Além disso, um plano adequado de fechamento de mina deve contemplar a previsão do tempo em que o local permanecerá sob manutenção e monitoramento, até estar pronto para ser devolvido à comunidade para novos usos.

Se os impactos da paralisação da lavra ou do encerramento das atividades da mina não recaem apenas sobre o meio físico, mas também acarretam mudanças na estrutura e funcionamento das ordens econômica, social e cultural – local e regional –, o conceito de fechamento de mina torna-se muito mais abrangente que a simples desativação do empreendimento e promoção da recuperação ambiental das áreas degradadas. Ele deve incorporar ações capazes de contribuir para a estabilidade e a auto-sustentabilidade ambiental, econômica, social e cultural das comunidades circunvizinhas (CIPRIANI, 2002).

O moderno conceito de fechamento de mina estende o ciclo de vida do empreendimento mineiro até o completo fechamento da mina, após o encerramento das atividades produtivas. As preocupações e as ações da empresa de mineração devem orientar-se, também, para além dos locais de produção, alcançando as comunidades que receberam os impactos iniciais – positivos e negativos – da implantação do projeto.

O fechamento da mina deve constituir-se num processo contínuo, composto de fases ou etapas que serão implementadas ao longo de toda a sua vida útil, culminando com a recuperação das áreas mineradas não recuperadas antes do encerramento das atividades, a manutenção e o monitoramento das ações implantadas e, finalmente, a devolução do solo ao proprietário ou à comunidade, para outros usos, quando possível (OLIVEIRA JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002; LIMA & WATHERN, 1999).

Em síntese, o fechamento de mina deve ser compreendido como uma nova fase ou etapa da vida do empreendimento mineiro. De acordo com REIS & BARRETO (2001) e LIMA & WATHERN (1999), isto já ocorre em alguns países com tradição na extração de recursos minerais, particularmente na América do Norte (Estados Unidos e Canadá) e na Europa, na Austrália e, recentemente, na África do Sul. Já nos países da América Latina, nem sempre existe essa preocupação, e muitas vezes a concepção de fechamento de mina é confundida com uma simples recuperação ambiental da área (LOTT, 2002).

As fases do projeto de mineração, as principais ações mineiras e ambientais, e as ações de fechamento e pós-fechamento que normalmente integram cada uma delas são apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Principais ações mineiras e ambientais a se planejar durante cada fase do projeto de mineração.

FASE DO PROJETO DE MINERAÇÃO	PRINCIPAIS AÇÕES MINEIRAS	PRINCIPAIS AÇÕES AMBIENTAIS
PROSPEÇÃO / EXPLORAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de amostras geoquímicas (se necessário); • Realização de trabalhos geofísicos (se necessário); • Abertura das estradas de acesso aos pontos de amostragem; • Execução dos furos de sonda, abertura de poços de prova e de trincheiras; • Análises químicas das amostras; • Análise geoestatística dos resultados das análises químicas; • Delimitação, avaliação e quantificação das reservas; • Ensaios e testes para a obtenção dos concentrados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação dos impactos ambientais dos trabalhos exploratórios; • Preparação do plano de reabilitação das áreas impactadas na fase de exploração; • Obtenção da licença ambiental para a execução dos trabalhos de exploração mineral; • Implantação do plano de reabilitação aprovado pelo órgão ambiental competente.
ESTUDOS DE PRÉ-VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento preliminar dos métodos de lavra e dos processos de beneficiamento do minério e ou minerais; • Avaliação preliminar do mercado; definição preliminar do nível de produção; • Dimensionamento dos equipamentos e da infraestrutura local necessários à produção; • Seleção inicial das tecnologias de lavra e de beneficiamento; • Análise econômica das alternativas de produção viáveis; • Definição preliminar da viabilidade econômica da reserva mineral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização dos primeiros estudos ambientais básicos para a implantação do projeto; • Análise das exigências ambientais legais, das medidas de mitigação e proteção que obrigatoriamente serão implantadas; • Identificação e análise das alternativas tecnológicas disponíveis; • Análise da viabilidade econômica e ambiental do projeto; • Início do processo de licenciamento ambiental do projeto; • Início do processo de comunicação com a comunidade;
ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração dos planos de operação: plano de lavra, projetos de beneficiamento e planejamento de toda a infraestrutura necessária à operação do empreendimento; • Obtenção do título legal de autorização da lavra; • Elaboração dos projetos conceitual e final de detalhe do projeto; • Análise de custo benefício; • Contratação dos fornecedores (máquinas, equipamentos, matérias-primas e outros insumos de produção); • Início do processo de seleção e treinamento da mão-de-obra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo completo de impacto ambiental; • Elaboração do Relatório de Impacto Ambiental; • Elaboração do plano de recuperação das áreas impactadas pelo projeto; • Elaboração do plano conceitual para o fechamento da mina; • Determinação dos custos de reabilitação e fechamento; • Planejamento do fundo de garantia financeira para o fechamento; • Continuidade do processo de licenciamento ambiental do empreendimento de mineração; • Processo intenso e contínuo de comunicação com a comunidade.

Tabela 2.1. Principais ações mineiras e ambientais a se planejar durante cada fase do projeto de mineração (continuação).

FASE DO PROJETO DE MINERAÇÃO	PRINCIPAIS AÇÕES MINEIRAS	PRINCIPAIS AÇÕES AMBIENTAIS
DESENVOLVIMENTO DA MINA E IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE MINERAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Construção das vias de acesso às frentes de lavra e abertura das estradas para escoamento da produção; • Remoção da cobertura vegetal, tocos e raízes; • Preparação da área do depósito de estéril; • Preparação da rede de drenagem para as águas pluviais; • Preparação da rede de drenagem de mina; • Construção do sistema de captação de água nova; • Construção do sistema de abastecimento e distribuição de energia elétrica; • Construção dos edifícios, vilas habitacionais e demais infra-estruturas de produção; • Construção das barragens para contenção dos rejeitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação dos equipamentos para controle de poluição; • Implantação do sistema de gerenciamento ambiental (ar, água, solo, fauna, flora); • Implantação das primeiras ações de recuperação ambiental e de monitoramento da qualidade do ar, das águas, do solo, da fauna, da flora e outros elementos naturais; • Cumprimento de outros requisitos legais; • Obtenção da licença para operação. • Processo contínuo de comunicação com a comunidade, órgãos governamentais e não-governamentais, acionistas e demais envolvidos com o projeto.
LAVRA (PRODUÇÃO)	<ul style="list-style-type: none"> • Desmonte, carregamento e transporte do minério bruto; • Beneficiamento do minério e ou minerais; • Estocagem e manuseio dos produtos; • Processos metalúrgicos; • Manutenção das instalações e equipamentos; • Comercialização dos produtos; • Cumprimento das exigências legais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento global do projeto de mineração; • Avaliação da performance ambiental (auditorias ambientais); • Monitoramento e manutenção das ações implantadas; • Recuperação progressiva das áreas impactadas pelas operações mineiras; • Elaboração, revisão e atualização do plano final de fechamento; • Fechamento parcial das frentes de lavra exauridas; • Recuperação parcial e progressiva das garantias financeiras; • Comunicação à comunidade da aproximação da exaustão da mina; • Início da implantação das ações mitigadoras dos impactos culturais, sociais e econômicos do fechamento; • Discussão, revisão e atualização do plano de fechamento.

Tabela 2.1. Principais ações mineiras e ambientais a se planejar durante cada fase do projeto de mineração (continuação).

FASE DO PROJETO DE MINERAÇÃO	PRINCIPAIS AÇÕES MINEIRAS	PRINCIPAIS AÇÕES AMBIENTAIS
FECHAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontagem de todas as estruturas que não serão reutilizadas <i>in loco</i>; remoção e transporte do material aos locais de armazenagem; • Demolição das edificações que não serão reutilizadas; • Soterramento das bases; • Recuperação de ativos; • Reciclagem de materiais; • Recuperação dos leitos das rodovias e ferrovias, suavização e revegetação dos taludes; • Recuperação dos depósitos de estéril e das barragens de rejeitos; • Remanejamento da mão-de-obra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação do plano de fechamento; • Limpeza ambiental de áreas contaminadas; • Recuperação final das áreas impactadas residuais; • Avaliação do impacto final do projeto; • Revisão, atualização e implantação do plano de pós-fechamento.
PÓS-FECHAMENTO		<ul style="list-style-type: none"> • Implantação do uso pós-mineração acordado pelas partes; • Implantação de ações sociais e econômicas que consolidem a auto-sustentabilidade das comunidades locais; • Implantação do plano de monitoramento; • Implantação das ações de manutenção; • Realização de auditorias para avaliação da performance do processo de fechamento; • Obtenção do certificado de conclusão, com sucesso, do plano de fechamento e de liberação da responsabilidade por danos ambientais futuros que venham a atingir o sítio; • Recuperação da garantia financeira residual.

Fonte: modificada a partir de MORREY, 2000; LIMA, 2002

2.5. CONCEITOS

O combate à degradação ambiental, o estudo sistemático do impacto da atividade humana sobre o meio ambiente, a preocupação de harmonizar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental, o abandono do paradigma de que a degradação ambiental é o preço a se pagar pelo desenvolvimento, a introdução de fatores culturais e sociais como causa da degradação e como fatores que influenciam na preservação e defesa do meio ambiente, são preocupações relativamente recentes, que apenas nas últimas quatro décadas passaram a frequentar a pauta das discussões políticas e das reivindicações das associações civis.

Os primeiros movimentos ambientalistas, em âmbito mundial, surgiram a partir do final da década de 60, com a eclosão dos movimentos de massa, em 1968. Mas somente a partir da década de 70 é que a natureza passou a ser tratada como objeto de proteção pelo Direito.

Antes da eclosão dos movimentos ambientalistas, na década de 70, eram poucas as exigências colocadas às companhias de mineração – além de algumas poucas condições focadas, principalmente, nas questões de segurança –, quando elas resolviam encerrar o processo produtivo e renunciar à autorização para a lavra da jazida e operação das instalações integrantes do empreendimento mineiro.

A atitude geral parecia ser que, se a cava final e as barragens para contenção dos rejeitos eram cercadas, se as aberturas e passagens subterrâneas eram abatidas ou estabilizadas, o sítio estava seguro e a empresa de mineração estava liberada de suas responsabilidades futuras sobre a área e seu entorno.

As conseqüências ambientais das atividades de mineração, uma vez cessadas as operações, raramente eram consideradas. Não havia maiores preocupações quanto aos impactos ambientais existentes sobre as áreas atingidas ou quanto aos futuros impactos que poderiam atingi-las, como resultado do abandono do sítio ou fechamento das operações. O destino dos edifícios raramente era planejado. A prática era – e ainda continua sendo em muitos casos – a de remover as instalações de um local para outro, promover a venda dos edifícios, equipamentos e instalações e abandonar o que não se conseguisse reinstalar em outro local ou vender.

Essa antiga prática não é exclusiva da indústria de mineração, existindo vários exemplos de instalações industriais sobrevivendo ao seu valor como centro produtivo, e sendo dadas por fechadas sem nenhuma reabilitação. A diferença é que tais instalações normalmente situam-se próximas ou dentro de áreas metropolitanas em expansão, e são rapidamente recicladas para outras operações industriais ou residenciais. Entretanto, essa prática tem conduzido ao agravamento dos problemas ambientais deixados como herança e ao surgimento de novos problemas adicionais – não só ambientais, mas também sociais e econômicos –, dando origem a um processo de degradação intenso, crescente e contínuo dessas áreas (FARREL, 1993; WAGGIT & MCQUARE, 1994).

Até o advento dos movimentos ambientalistas, o foco principal das empresas de mineração concentrava-se no planejamento da produção e, conseqüentemente, da vida útil da mina. Assim, a mineração tem sido lembrada como uma atividade humana com alto potencial

para degradar e poluir o meio ambiente e que, muitas vezes, deixa a terra em condições que incapacitam a área para outros usos posteriores à fase produtiva da mina.

A partir da década de 1970, a mineração passa a ser considerada como um uso temporário da terra. O foco das atenções torna-se mais intenso sobre os impactos e conseqüências de longo prazo das operações de lavra das minas e do processamento de substâncias minerais, sobre o ambiente onde estão inseridas.

Os órgãos ambientais, assim como os órgãos reguladores da mineração de diversos países, paulatinamente, vêm introduzindo vários sistemas de fiscalização, avaliação e controle de impactos ambientais. As empresas de mineração, governos e sociedade concentram esforços de pesquisa nos processos e práticas de reabilitação das áreas degradadas. E a preocupação com o uso final dessas áreas após o encerramento definitivo das atividades, assim como já acontecia com a produção, passa a integrar o planejamento global da vida do empreendimento mineiro.

Gradativamente, a preocupação em eliminar ou mitigar os impactos ambientais das atividades de mineração – cuja ênfase originariamente concentrava-se na reabilitação das áreas impactadas diretamente, como a cava, pilhas de estéril e barragens de rejeitos – estendeu-se às instalações de processamento dos minerais e demais instalações e construções de suporte e infraestrutura (FARREL, 1993; WAGGITT & MCQUADE, 1994; ROBERTSON *et. al.*, 1998).

As posturas públicas, as percepções da sociedade e das empresas têm mudado radicalmente. A sociedade tende a exercer com maior intensidade seu papel de agente fiscalizador das atividades das empresas potencialmente degradantes e poluidoras do meio ambiente. Assim, a tendência é que as exigências legais impostas pelo Estado, referentes à proteção ambiental, tornem-se, gradativamente, mais severas e restritivas.

As empresas de mineração, por seu lado, estão preocupadas com a necessidade de serem reconhecidas como corporações cidadãs – o que as obriga incorporar em seus planejamentos estratégicos ações capazes de demonstrar, efetivamente, que a mineração, além de ser uma indústria econômica e ecologicamente sustentável, também é capaz de promover a sustentabilidade econômica e social das comunidades circunvizinhas às áreas onde opera, após o encerramento de suas atividades (WAGGITT & MCQUADE, 1994).

O tema *fechamento de mina* ou *desativação de mina*, dentro desse conceito de responsabilidade social e ambiental das empresas de mineração, insere-se como uma nova fase do projeto de mineração, cujos objetivos primordiais são promover a proteção à saúde do homem e

do meio ambiente, mediante a estabilidade química, física e social das áreas impactadas pelas atividades da mineração, e possibilitar, ao término do processo, o uso produtivo sustentável das áreas recuperadas, acordado previamente entre todos os agentes envolvidos no processo: comunidade, empresas de mineração, órgãos ambientais e órgãos reguladores e encarregados da regulamentação da mineração.

Apresentam-se, a seguir, os conceitos de alguns termos que são correntemente encontrados nos trabalhos relativos ao tema *fechamento de mina*, e que são empregados nesta tese.

2.5.1. RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO

Estes dois termos são comumente usados para descrever o processo de reabilitação das áreas impactadas pelas atividades de mineração.

Recuperação, em sentido amplo, relaciona-se aos aspectos físicos da movimentação de terra, recomposição topográfica e revegetação, de tal modo que, ao término do processo, as condições ambientais locais fiquem próximas àquelas anteriores à da intervenção. Trata-se, pois, de devolver ao local (mina, pilhas de estéril, barragens de rejeitos e outros) o equilíbrio, a estabilidade dos processos ambientais que ali vigoravam antes que se instalasse a atividade humana responsável pelas alterações, retornando-o à condição produtiva e auto-sustentável.

O termo *restauração* está correlacionado com a idéia de retornar o sítio às condições exatas de que ele desfrutava antes da intervenção, inclusive de relevo e de usos originais.

2.5.2. REVEGETAÇÃO E REFLORESTAMENTO

Estes são dois termos relacionados à reposição da cobertura vegetal sobre as áreas impactadas. *Revegetação* significa o processo de recolocar a cobertura original do solo, logo após os distúrbios sofridos pela propriedade. *Reflorestamento* é o processo de plantio de espécies arbóreas, algumas vezes diferentes daquelas que originariamente recobriam a área, normalmente para fins comerciais.

O processo tem por objetivo melhorar a aparência do sítio, bem como outras finalidades úteis, como a produção de alimentos, para promover a cobertura necessária ao retorno da vida selvagem, para a produção comercial de madeira, redução do processo de erosão superficial,

estabilização do solo, estabelecimento de cortinas verdes para quebrar ventos e oferecer proteção a propriedades e áreas rurais.

2.5.3. REMEDIAÇÃO

O termo *Ações Remediadoras* vem da indústria de energia atômica para designar as ações tomadas para reduzir a dose de radiação que pode, de algum modo, ser recebida em uma situação de intervenção envolvendo exposições crônicas, quando um nível especificado de radiação é excedido. São exemplos de ações remediadoras aquelas que incluem descontaminação, remoção de rejeitos e restauração ambiental de um local durante os esforços de descomissionamento e ou fechamento definitivo. Também o são as ações tomadas após a estabilização do sistema de barragem da bacia de rejeitos, de modo a permitir outros usos da área ou para restaurá-la às condições próximas das originais. *Remediação* traduz as ações intentadas para melhorar as condições da área impactada, visando a implantação, do uso alternativo desejado (ROBERTSON et al. 1998; KNOL, 1999; LIMA & WATHERN, 1999; CIPRIANI, 2002).

2.5.4. IMPACTO AMBIENTAL

Nos termos do artigo primeiro da Resolução CONAMA 01, de 23 de janeiro de 1986, publicada no Diário Oficial da União de 17 de fevereiro de 1986, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- a) a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) as atividades sociais e econômicas;
- c) a biota;
- d) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e
- e) a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986).

2.5.5. PASSIVO AMBIENTAL

Este é um termo que tem freqüentado o vocabulário da gestão ambiental há pouco tempo, para designar as obrigações relativas ao campo ambiental que uma empresa ou um indivíduo deve cumprir, em decorrência de suas atividades ou das atividades de outrem, mas que foram

objetivamente assumidas, dentro de um processo de transferência de ativos e passivos entre empresas, indivíduos ou entre indivíduos e empresas. O passivo ambiental pode ser quantificado através do *valor monetário* necessário para reparar os danos ambientais e cumprir todas as obrigações contratadas (SÁNCHEZ, 2004; SÁNCHEZ, 2005).

2.5.6. DANO AMBIENTAL

Dano, em sentido amplo, é a lesão de qualquer bem jurídico, patrimonial ou moral. É toda desvantagem ou diminuição que sofremos em nossos bens jurídicos (patrimoniais, corpo, vida, saúde, crédito, honra, dignidade, imagem etc.) (GONÇALVES, 2002). No caso em questão, o bem jurídico lesado é o meio ambiente.

O dano ambiental pode ser programado, planejado e devidamente autorizado pelo Poder Público (através de uma licença ambiental ou de outro ato administrativo), ou não autorizado previamente, seja ele voluntário ou involuntário (SÁNCHEZ, 2005). No caso do dano não autorizado, a responsabilidade do autor é objetiva, a conduta caracteriza a prática de um crime ambiental, e cria para o agente, além da obrigação de repará-lo, a sujeição às multas, sanções administrativas e penais estabelecidas na lei dos crimes ambientais (Lei Federal N. 9.605/98).

2.5.7. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E POLUIÇÃO

Os termos *degradação da qualidade ambiental* e *poluição* são conceituados no artigo terceiro da Lei N. 6.938/81 (que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências), nos incisos II e III, respectivamente:

II – *degradação da qualidade ambiental: a alteração adversa das características do meio ambiente;*

III – *poluição: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:*

- a) *prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*
- b) *criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;*
- c) *afetem desfavoravelmente a biota;*
- d) *afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;*

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

2.5.8. FECHAMENTO DE MINA

Alguns autores, dentre eles REIS & BARRETO (2001) e OLIVEIRA JÚNIOR (2001), preferem empregar a terminologia *desativação de mina*, em lugar do termo *fechamento de mina*, caracterizando esse processo como *uma das fases da mineração que tem como etapas que a compõem o descomissionamento, a reabilitação, a manutenção e monitoramento e o pós-fechamento*.

O Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM e o Sindicato Nacional das Indústrias de Ferro e Metais Básicos – SINFERBASE, também empregam o termo *desativação*, na proposta apresentada ao Ministério de Minas e Energia, para ser submetida à discussão no Congresso Nacional, como sugestão de consenso a projeto de lei que tenha por objeto modificar o Código de Mineração, criar a Agência Nacional de Mineração – ANM e o Conselho Nacional de Política Mineral – CNPM: *considera-se desativação de empreendimento mineiro, para os efeitos da presente Lei, o processo e encerramento das atividades de lavra, regularmente concedida, por motivo de ordem técnica, econômica, legal ou natural* (Capítulo do Meio Ambiente, Seção II – Da Desativação de Mina).

As Normas Reguladoras de Mineração – NRM, publicadas no Diário Oficial da União de 18 de Outubro de 2001, empregam o termo *fechamento de mina: Para efeito desta Norma o termo fechamento de mina designa a cessação definitiva das operações mineiras* (NRM-20 – Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras; item 20.2. Generalidades).

Para LIMA (2002), o fechamento de mina caracteriza o encerramento permanente das operações da mina ou instalações de beneficiamento pela empresa de mineração, após a conclusão do processo de descomissionamento e reabilitação, monitoramento e manutenção. Ressalta o autor que o fechamento final é alcançado quando, de acordo com os resultados do monitoramento contínuo, verifica-se o estabelecimento de um padrão de desempenho satisfatório no local da mina e na região circunvizinha, demonstrando que o processo de fechamento do sítio mineiro foi concluído com sucesso.

KNOL (1999) conceitua o fechamento de mina como *processo que se desenvolve durante toda a vida da mina e que, tipicamente, culmina com o abandono do sítio. Inclui o descomissionamento e a reabilitação*

CAPÍTULO 3. MOTIVOS E ETAPAS DO FECHAMENTO DE MINA

Embora a mineração constitua-se em atividade potencialmente poluidora e seus reflexos negativos recaiam sobre as comunidades circunvizinhas, a administração dos recursos ambientais não pode ignorar o desejo do homem de consumir bens de origem mineral para a sua satisfação imediata. Entretanto, as atividades de extração de recursos naturais devem ser acompanhadas e orientadas para que não conduzam à degradação do ambiente onde ocorrem e afetem a qualidade de vida nas suas vizinhanças.

Como atividade econômica que emprega técnicas modernas de exploração de recursos naturais, manuseando grandes volumes de material *in natura*, a mineração é capaz de, em pouco tempo, criar distúrbios facilmente vislumbráveis nas áreas exploradas.

Esses distúrbios, se não controlados, podem causar alterações no solo e subsolo, com conseqüências para as comunidades bióticas. As alterações, embora sejam conseqüências naturais das exigências humanas de obtenção de energia e de minerais, para uso da própria sociedade, devem ser tratadas de forma ambientalmente satisfatória.

Cientificamente tem-se demonstrado que é possível estabelecer parâmetros e procedimentos de aproveitamento econômico racional dos recursos minerais, com a implantação de usos alternativos para as áreas de mineração já exauridas, assim como para as instalações, infra-estruturas, equipamentos e servidões, promovendo a auto-sustentabilidade física, química e biológica do sítio mineiro, e a sustentabilidade econômica, cultural e social das comunidades circunvizinhas.

Da certeza do caráter finito da atividade mineral e do seu potencial para promover a degradação ambiental e social, surge a preocupação com o uso futuro da área ocupada pela mineração e com a sobrevivência do público interno e do entorno da mina, com a inevitável futura escassez do recurso mineral.

O fechamento de mina – apesar de ainda não ser considerado por todas as empresas – atualmente é compreendido com um processo que acompanha toda a vida produtiva do empreendimento mineiro. Ele encerra as atividades de desativação e reabilitação das áreas impactadas, marcando o início da fase de monitoramento e manutenção das medidas implantadas.

Os conceitos, normas e procedimentos envolvendo o fechamento de mina vêm se expandindo, em termos de escopo e responsabilidade dos principais grupos interessados. Essas questões são tratadas hoje com muito mais rigor do que há alguns anos, refletindo a mudança nas prioridades públicas e nos imperativos ambientais.

Embora ainda compreendido como uma questão predominantemente ambiental, o conceito atual de fechamento de mina inclui a consideração dos seguintes impactos (LIMA, 2002):

- a) impactos sobre os recursos do meio físico;
- b) impactos sobre os recursos biológicos e ecológicos;
- c) impactos sobre as alternativas de uso do solo;
- d) impactos sobre a qualidade de vida;
- e) impactos sobre os valores sociais e culturais; e
- f) impactos sobre o desenvolvimento econômico sustentável.

Impactos sobre os recursos do meio físico. Dentre os principais, estão aqueles associados com alterações paisagísticas (cavas, bancadas e aberturas subterrâneas, pilhas de estéril, barragens de rejeitos, infra-estrutura física e desmatamento) e poluição das águas (turbidez, geração de drenagem ácida, dispersão de íons de metais pesados, erosão, transporte e sedimentação de material particulado).

Tais impactos requerem tratamentos específicos e prolongados, e os trabalhos de manutenção e monitoramento podem tornar-se uma exigência perpétua, como no caso do controle do processo de geração e neutralização de drenagem ácida. Um programa de fechamento de mina deve propor soluções para eliminar ou mitigar esses efeitos, baseando-se no uso pós-mineração definido para a terra (ROBERTSON *et al.*, 1998; LIMA, 2002).

Impactos sobre os recursos biológicos e ecológicos. As atividades de mineração normalmente substituem ou mesmo destroem muitos recursos biológicos e ecológicos, como espécimes da flora e da fauna, *habitats* e ecossistemas raros. Daí, que os impactos biológicos e ecológicos são considerados os mais difíceis de equacionar-se no projeto de mineração, principalmente nas áreas próximas àquelas onde se concentram as operações da mina.

Mitigar esses impactos exige a prática de atividades complexas, e a estimativa da eficácia, no longo prazo, das práticas adotadas; a implantação de procedimentos especiais, como a preservação de espécies, a recriação de *habitats* naturais e cuidados para evitar a introdução de espécies estranhas àquelas originalmente existentes na área.

Impactos sobre as alternativas de uso do solo. O uso da terra para atividades de mineração, assim como o de muitas áreas imediatamente adjacentes, impede o uso dessas glebas para outras atividades econômicas, durante a vida útil do empreendimento industrial. Esse impacto ainda permanece por certo tempo, após o término das atividades produtivas – maior ou menor, muitas vezes assumindo o caráter perpétuo, em razão das atividades de mineração ali desenvolvidas, ou quando as áreas são abandonadas, sem que seja implantado um plano de fechamento.

Quando essas áreas passam por um adequado processo de reabilitação, geralmente, em prazos não muito longos, retornam às condições aceitáveis para as atividades usuais que suportavam antes da implantação da mineração. Entretanto, um plano de fechamento de mina deve considerar a possibilidade da implantação de outros usos, nas áreas impactadas, desde que eles sejam aceitáveis e auto-sustentáveis (ROBERTSON *et al.*, 1998; LIMA, 2002).

Impactos sobre a qualidade de vida. As atividades de mineração também têm impactos sobre a saúde, segurança e bem-estar das comunidades vizinhas. Esses impactos podem persistir – e outros podem surgir –, após o encerramento das operações.

A geração de drenagem ácida, a instabilidade de barragens de rejeitos e a poluição do ar e da água, são alguns dos impactos freqüentemente verificados durante a fase produtiva da mina e das instalações de processamento de minerais. Entretanto, outros problemas de saúde e segurança públicas, como as doenças pulmonares, intoxicação por metais pesados e exposição à radiação, podem persistir ou surgir, após o fechamento, e são questões que precisam ser equacionadas dentro do plano de fechamento do empreendimento.

Encerrada a fase produtiva, a manutenção da qualidade de vida exigirá o emprego de práticas ambientalmente seguras e a implantação de infra-estruturas que possam mitigar qualquer impacto adverso de longo prazo e garantir a auto-sustentabilidade ambiental, social e econômica das comunidades afetadas.

Impactos sobre os valores sociais e culturais. São mais freqüentes quando as empresas de mineração se instalam próximas a pequenas comunidades que habitam áreas relativamente isoladas, ou quando as operações têm lugar em áreas remotas, em regiões sem prévias atividades industriais que promovam outras formas de desenvolvimento, e resultam em mudanças na estrutura social e no modo de vida de sociedades primitivas, como as comunidades indígenas.

Normalmente, entre os principais impactos que se instalam sobre essas comunidades estão a passagem de um estilo de vida agrário para um estilo urbano, mudanças religiosas e nas crenças, no valor e natureza das terras indígenas, nos conceitos e relações com o ecossistema e grande intercâmbio de valores e costumes.

Esses impactos devem ser evitados ou mitigados, desde o início de operação do projeto mineiro, através de legislações, regulamentos e práticas que os previnam, eliminem ou minimizem. Deve haver a preocupação de se prover às comunidades instrumentos que as preparem para o desenvolvimento, assim como a institucionalização de políticas que dêem suporte para a conservação das tradições, crenças, cultura e outros valores.

Simultaneamente, deverão ser implantadas práticas apropriadas de reabilitação das áreas impactadas que permitam o retorno das atividades originariamente desenvolvidas nesses locais ou o estabelecimento de usos alternativos, compatíveis com a cultura local, e que permitam a retomada de estilos de vida locais aceitáveis.

A adoção de ações contínuas e preventivas ao longo da vida da mina permite que problemas graves, que poderiam manifestar-se no futuro, após o fechamento, sejam evitados. Esse procedimento também permite que os processos de descomissionamento e de reabilitação possam ser programados nas fases iniciais do projeto e executados de forma gradativa, contínua e progressiva, dentro da fase produtiva normal do empreendimento, quando o fluxo de caixa é positivo. Em consequência dessa nova percepção, cresce, entre as empresas de mineração, órgãos governamentais reguladores e lideranças comunitárias, a consciência da necessidade de se incluir o fechamento de mina como parte integrante da vida produtiva do empreendimento mineiro, levando-se em consideração, no seu planejamento, os aspectos técnicos, econômicos, ambientais, sociais e culturais (KNOL, 1999).

O processo de fechamento de mina não é procedimento simples e estanque; não se restringe às ações implantadas no próprio local da lavra. Assim como acontece por ocasião da implantação do projeto, o fechamento da mina influencia diretamente o modo de vida, a maneira

de agir e pensar no mundo social e econômico das comunidades, com reflexos no âmbito da ordem jurídica (REIS & BARRETO, 2001). Trata-se de um procedimento dinâmico que integra todo um elenco de questões sociais, econômicas e ambientais de amplo alcance. Requer planejamento detalhado e cuidadosa avaliação das responsabilidades, a partir das perspectivas técnica, social, ambiental, legal e financeira, para que as decisões tomadas tornem-se eficazes e gerem os resultados que delas se esperam (KNOL, 1999).

Quando o planejamento para o fechamento da mina não se inicia na fase de planejamento e licenciamento do projeto de mineração, a extensão total das responsabilidades ambiental, social e econômica, associadas com uma mina, pode se tornar aparente apenas próximo ao fechamento, inviabilizando economicamente a continuidade da lavra ou a execução das medidas necessárias na fase do pós-operacional (ROBERTSON *et. al.*, 1998).

Entretanto, o fracasso em se atingir sucesso no processo de fechamento de uma mina não resulta unicamente da falta de um plano de fechamento. Outras causas que podem conduzir ao insucesso do processo são apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1. Causas do insucesso no fechamento de mina.

CAUSA	PROVIDÊNCIA
Ausência de plano de fechamento.	Planejar o fechamento com a devida antecedência.
Elaboração de plano de fechamento inadequado.	Promover a revisão e adequação do plano de fechamento.
Falhas na execução do plano de fechamento.	Implementar o plano de fechamento como parte do planejamento da produção. Implantar programa de auditorias periódicas do plano de fechamento.
Execução de plano de fechamento com objetivos incorretos.	Conhecer as exigências do fechamento. Estabelecer objetivos corporativos para o processo. Elaborar o plano de fechamento com a participação de todos os atores. Promover auditorias periódicas e a revisão do plano de fechamento.

Fonte: adaptado de ROBERTSON et. al., 1998.

3.1. RAZÕES DO FECHAMENTO DAS MINAS

O fechamento de uma mina pode ter origem em fatores diversos, tais como (REIS & BARRETO, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002):

a) Fatores físicos. Por fatores físicos, entende-se qualidade e quantidade de minério. Estes são os fatores básicos necessários (mas não são, por si só, suficientes) para se iniciar o estudo de exequibilidade econômica da reserva mineral.

A massa mineral que poderá ser economicamente extraída de algumas jazidas (caso das jazidas metálicas, de fosfato e outras) é definida em função do teor de corte adotado. Os recursos remanescentes, com teores médios abaixo do teor de corte, poderão, entretanto, vir a ser lavrados, em função de avanços tecnológicos, surgimento de novas técnicas de processamento mais econômicas, aumento no preço do produto ou mudanças nas exigências e necessidades do mercado consumidor.

A relação estéril/minério constitui um dos principais fatores que influenciarão na decisão de lavar uma jazida por métodos a céu aberto ou por métodos subterrâneos. Ela também tem influência na quantificação do volume e tonelagem de minério da mina, pois os blocos que apresentam a relação estéril/minério com valores superiores àquele estabelecido como econômico para a substância mineral a ser extraída, não serão lavrados.

Para algumas jazidas (jazidas de ouro, minério de ferro, fosfato e outras), o teor e a natureza das impurezas, assim como o tipo e o grau das ligações químicas entre os componentes do minério, terão influência direta na seleção e no custo do processo de beneficiamento utilizado para a produção dos concentrados.

Em alguns casos, a inexistência de um processo de beneficiamento viável, técnica e economicamente, poderá exigir vultosas pesquisas tecnológicas, conduzindo à postergação da lavra de toda ou de parte da jazida ou ao encerramento das atividades da mina.

b) Fatores econômicos. Variações no preço do minério ou o surgimento no mercado de um produto concorrente com preço e qualidade diferenciados e favoráveis ao consumidor, o aumento dos custos de produção devido a mudanças que encareçam a lavra ou o beneficiamento do minério, podem conduzir à paralisação da produção. Além disso, na indústria mineral há casos de minérios e produtos que sofrem forte influência de modismos e inovações tecnológicas que

acabam por determinar a substituição de determinadas substâncias minerais por outras, a exemplo das rochas ornamentais.

Quando a paralisação das operações mineiras decorre da incidência de fatores de mercado, o fechamento pode ser apenas temporário, e a mina, voltar a operar, tão logo as condições mercadológicas sejam novamente favoráveis ao seu produto.

O comprometimento da saúde financeira da empresa, dentre outros imperativos econômicos, é causa que pode conduzir ao fechamento não planejado das minas. Ocorrendo a paralisação da produção em razão de dificuldades financeiras, se a empresa não dispõe de um plano para o fechamento da mina, ou não dispõe dos recursos financeiros devidamente alocados para financiar a adoção das medidas de fechamento planejadas, ou o custo do fechamento recai sobre os órgãos governamentais (federal, estadual ou municipal), ou o sítio torna-se mina órfã, com algum passivo ambiental instalado. E nessa última condição, a ação dos passivos ambiental, social e econômico pode prolongar-se sobre o sítio e região por dezenas de anos.

A solução técnico-financeira adotada pelos órgãos governamentais encarregados das políticas de regulamentação ambiental e minerária em vários países tem sido exigir que o operador do projeto de mineração apresente garantias financeiras que suportem a execução do plano de fechamento, antes de iniciar a produção, assegurando que o ônus da recuperação ambiental do sítio não recairá sobre o poder público, caso ocorra insolvência financeira do projeto, antes do término da sua vida útil planejada.

c) Fatores tecnológicos. Uma das principais características da lavra a céu aberto, responsável pela maior parcela da produção mineral mundial, é permitir que se opere com o manuseio de grandes volumes de minério bruto e de concentrados. Essa característica conduz, em princípio, a reduções nos custos de produção, à medida que se aumenta o volume de minério extraído e beneficiado.

Daí que os fabricantes de equipamentos de desmonte, carregamento e transporte, visando a economia de escala, investem na produção de máquinas com porte e capacidade cada vez maiores, mais produtivas e tecnologicamente mais avançadas.

Esses avanços também chegaram às minas subterrâneas, onde já se opera com equipamentos maiores, mais produtivos e tecnologicamente adaptados à era da informática. Também na área do processamento dos minerais, são contínuos os avanços tecnológicos,

contribuindo para o beneficiamento de minérios com teores cada vez mais baixos, para o aumento da produção, redução dos custos e maior qualidade dos produtos oferecidos aos clientes.

Esses avanços, em muitos casos, podem inviabilizar a produção de pequenas minas e instalações de beneficiamento de minerais, que não conseguem concorrer com os grandes produtores. Esse processo vem ocorrendo hoje, por exemplo, com os pequenos produtores brasileiros de minério de ferro e com os pequenos produtores de ouro em países da América Latina.

d) Fatores ambientais. A tendência mundial é que as exigências de proteção ambiental nas áreas de mineração sejam cada vez mais severas. Elas atingem minas novas e aquelas que iniciaram operação há algumas dezenas de anos, quando a preocupação ambiental ainda era incipiente.

Casos há em que os passivos ambientais são de tal monta e de tal gravidade, que as soluções exigidas para equacionar satisfatoriamente todos os impactos inviabilizam, economicamente, o projeto de mineração. Nessas condições, não resta aos órgãos ambientais e ou aos titulares dos direitos minerários, alternativa que não seja interromper a produção em caráter definitivo.

Muitas vezes o conflito se deflagra entre a empresa de mineração e a comunidade vizinha, como ocorre nos casos de certas minas instaladas nas regiões metropolitanas das grandes cidades e na lavra garimpeira, quase sempre clandestina, realizada em áreas urbanas, em reservas de proteção ambiental, em regiões remotas e ou em terras indígenas.

Freqüentemente, quando as operações são paralisadas, os danos ambientais provocados sobre a área de mineração e seu entorno já são graves, e o local é abandonado sem que nenhuma medida corretiva ou mitigadora dos impactos seja implantada. As condições ambientais, sociais e econômicas se deterioram rapidamente, e novos problemas vão-se instalando na área da antiga lavra. Mais uma vez, ficará com a sociedade civil, através dos órgãos governamentais, o ônus de recuperar a área e implantar medidas sociais que melhorem as condições sanitárias e de saúde pública das comunidades impactadas pelo projeto.

e) Fatores legais. O empreendimento mineiro pode ter as suas atividades encerradas por impedimentos legais colocados à lavra do depósito mineral por decisões de natureza administrativa, emanadas de órgãos governamentais competentes, ou de natureza judicial, conseqüência de sentenças transitadas em julgado.

As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais, e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União. A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais de energia hidráulica somente poderão ser efetuados mediante *autorização ou concessão da União, e no interesse nacional*, dentre outras condições (CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988, art. 176, caput e § 1º).

Nos termos do Código de Mineração brasileiro, instituído pelo Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 e alterado pela Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996, a autorização será recusada se a lavra for considerada prejudicial ao bem público ou comprometer interesses que superem a utilidade da exploração industrial, a juízo do Governo (CÓDIGO DE MINERAÇÃO, art. 42). Portanto, as operações da mina poderão ser encerradas, em caráter definitivo, se a lavra deixar de atender ao interesse nacional, for considerada prejudicial ao bem público, ou julgada atividade comprometedora de interesses que superem a utilidade da exploração industrial.

Entre as sanções que punem o não cumprimento das obrigações decorrentes das permissões de lavra garimpeira, das concessões de lavra e do licenciamento, o Código de Mineração prevê a caducidade do título (CÓDIGO DE MINERAÇÃO, art. 63, III), nos casos das infrações especificadas no art. 65 e alíneas, do referido dispositivo legal. Ressalte-se que a caducidade só será declarada após a aplicação gradativa das sanções previstas no Código e depois de esgotadas todas as possibilidades de recursos previstas em lei.

Nesses casos, entretanto, a paralisação das operações da mina poderá ser apenas temporária, pois o Código de Mineração prevê que, declarada a caducidade do título e expirados os prazos para os recursos, a área será colocada em disponibilidade, para fins de requerimento de autorização de pesquisa ou de concessão de lavra, mediante edital do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, publicado no Diário Oficial da União (CÓDIGO DE MINERAÇÃO, art. 65, § 1º).

f) Outros fatores. O fechamento do empreendimento mineiro pode ocorrer, ainda, em função de outras causas, tais como decisões políticas, condições operacionais de lavra do depósito mineral, problemas de infra-estrutura para transporte e comercialização do minério, motivo de força maior ou em razão de eventos da natureza que impeçam o regular funcionamento do projeto.

3.2. FECHAMENTO PARCIAL E TOTAL. PERMANENTE E TEMPORÁRIO

O fechamento da mina pode assumir o caráter parcial ou total. Pode ser permanente ou temporário. Assume o caráter parcial, quando se trata do encerramento de uma frente de lavra (uma cava, bancadas, tiras), pilhas de estéril, barragens de rejeitos e outras obras de apoio à produção. É total, quando se trata do fechamento de toda a mina. Diz-se permanente, quando não há previsão de reinício das atividades de lavra e beneficiamento que ali se desenvolviam. É temporário, quando a empresa tem a perspectiva de retomar a produção.

A retomada da produção pode ocorrer através de outra empresa, que assume os direitos de aproveitamento econômico da área para a exploração da mesma substância mineral ou de outra, distinta daquela extraída pela empresa original. Mas pode, também, se concretizar através da mesma empresa, para a mesma substância mineral, quando a paralisação ocorre, por exemplo, em função de problemas técnico-operacionais ou em razão de oscilações de preço do produto nos mercados nacional ou mundial.

Como processo contínuo que se concretiza ao longo de toda a vida da mina, o plano de fechamento deve estabelecer procedimentos técnicos e operacionais para promover o fechamento e estabilização das áreas exauridas da mina, das pilhas de estéril e barragens de rejeitos, tão logo atinjam a capacidade para que foram projetadas, bem como promover a reabilitação destas áreas degradadas e a preservação da biodiversidade, durante o processo de mineração (BRASIL MINERAL, 2003).

Nesse processo, parte ou a totalidade das áreas mineradas pode ser usada para depositar estéril e ou rejeitos provenientes da própria ou de outras minas, e das instalações de beneficiamento do minério, promovendo-se, posteriormente, o plantio de gramíneas, leguminosas, arbustos e árvores nativas, com o objetivo de criar um ambiente em condições geotécnicas e geoquímicas estáveis, que proteja a saúde e a segurança humana e os recursos naturais (KNOL, 1999; OLIVEIRA JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002).

Cavas são usadas para a formação de lagos e estocagem de água para o abastecimento humano ou piscicultura. Outras áreas mineradas são destinadas à recriação de *habitat* natural próprio à retomada da vida selvagem, à instalação de empreendimentos comerciais, reflorestamentos com fins comerciais e outros usos.

Se as operações são interrompidas com o caráter temporário, a área de mineração e as instalações devem entrar numa fase de cuidados, vigilância, manutenção e monitoramento.

O Código de Mineração brasileiro prevê as possibilidades da suspensão temporária da lavra e da renúncia ao título (CÓDIGO DE MINERAÇÃO, art. 58, § 1º). Em ambos os casos, esta autorização depende de requerimento justificado dirigido ao Ministro de Estado de Minas e Energia, acompanhado de um relatório dos trabalhos efetuados e do estado da mina, e suas possibilidades futuras. E somente após verificação *in loco* por um dos seus técnicos, emitirá o DNPM parecer conclusivo para decisão do Ministro de Minas e Energia (CÓDIGO DE MINERAÇÃO, art. 58, §§ 1º, 2º e 3º).

Concedida a suspensão temporária dos trabalhos de lavra, preceitua o Código de Mineração a obrigação do titular da concessão de manter a mina em bom estado, de modo a permitir a retomada das operações, sob pena das sanções previstas no capítulo próprio do mesmo instrumento legal.

As Normas Reguladoras de Mineração – NRM, publicadas no Diário Oficial da União de 18 de outubro de 2001, abordaram a suspensão temporária da lavra e a retomada das operações mineiras, na NRM-20 – Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras.

Após reafirmarem as exigências impostas pelo Código de Mineração de 1967, as NRM criam a obrigatoriedade da apresentação de uma série de informações que devem acompanhar o requerimento de suspensão temporária da lavra, juntamente com os respectivos instrumentos comprobatórios (NRM-20, item 20.3). Elas têm o mérito de introduzir no direito minerário brasileiro as primeiras normas específicas referentes ao fechamento de mina. Criam, também, a obrigatoriedade de obediência aos preceitos referentes ao fechamento de mina, nos casos de requerimento de renúncia ao título de concessão de lavra.

Planejar o fechamento de uma mina exige definir o destino das áreas mineradas, da cava final, das instalações de apoio e infra-estruturas de produção (pilhas de estéril, barragens de rejeitos e outras). Dimensionar todo um cenário socioeconômico que se instalará na região de influência do projeto de mineração, após o encerramento das atividades de lavra. Planejar um conjunto de medidas técnicas, econômicas e sociais capazes de criar atividades econômicas sustentáveis para a região no futuro, após o fechamento da mina. E implantá-las, gradativamente, durante a vida útil e após o encerramento das atividades do empreendimento de mineração.

Dentre as principais perdas para as comunidades dependentes das atividades da empresa, correntemente incluem-se a interrupção dos serviços de assistências social, médica e odontológica, e a extinção de postos de trabalho diretos e indiretos. Para o estado e o município, o fechamento representa perda de receitas, consequência da cessação do recolhimento de encargos sociais, royalties e tributos, pela empresa de mineração e seus prestadores de serviços. E também obriga que os órgãos do governo adotem medidas para a estabilização e continuidade das comunidades.

Portanto, a minimização desses efeitos exige a adoção, com a necessária antecedência, de projetos de diversificação da atividade econômica local e regional. O objetivo é fomentar a implantação de novas empresas e negócios que assegurem a auto-sustentabilidade social, através da atração de novos investimentos, públicos e privados, para a área de influência da empresa, garantindo, no futuro, a continuidade da existência das comunidades.

O gerenciamento da implantação do plano de fechamento, seja ele parcial, total, permanente ou temporário, deve ser compreendido sob dois aspectos distintos e complementares: sob o aspecto interno e sob o aspecto externo à empresa de mineração.

Sob o aspecto interno, o gerenciamento da implantação gradativa do plano de fechamento e a avaliação dos resultados dar-se-ão através de auditorias programadas, executadas por empresas especializadas contratadas ou por equipes internas multidisciplinares. Os resultados e sugestões são apresentados sob a forma de relatórios, que devem ser divulgados ao público interno e externo à empresa.

Sob o aspecto externo, a competência para exigir a apresentação do plano de fechamento, fiscalizar a sua implantação, formular exigências e aplicar sanções, na legislação brasileira é exercida pelos órgãos governamentais encarregados da formulação, regulamentação e aplicação das legislações minerária e ambiental, sem prejuízo do direito comum, salvo as restrições impostas pelo Código de Mineração.

Também os órgãos responsáveis pela regulamentação, controle e fiscalização das políticas de proteção ambiental têm competência para realizar vistorias *in loco*, formular exigências e aplicar sanções, em questões relacionadas aos Planos de Gerenciamento Ambiental, nos quais devem inserir-se os Planos de Reabilitação das Áreas Mineradas, os Planos de Controle da Poluição e o Plano de Fechamento do empreendimento mineiro.

A avaliação antecipada do *passivo* da recuperação do sítio ao tempo do fechamento definitivo da mina está entre os principais fatores a serem analisados e avaliados, por ocasião da aquisição, fusão ou incorporação dos ativos de empresas de mineração.

O principal foco dessa avaliação recai, freqüentemente, no controle do impacto ambiental, que tipicamente é o componente de maior custo encontrado nos objetivos do fechamento de mina. Ela deve considerar as mudanças que poderão ocorrer no sítio nas próximas décadas ou até mesmo séculos, em determinados casos, e prover medidas de longo prazo que as evitem ou as minimizem.

Algum nível de monitoramento e manutenção, após o fechamento da mina e reabilitação ambiental, sempre será necessário na maioria dos sítios mineiros. Portanto, o tempo de duração desses programas – que podem, até mesmo, assumir o caráter perpétuo –, e os respectivos custos, devem ser avaliados por ocasião da aquisição, fusão ou incorporação.

A criteriosa avaliação dos passivos (presentes e futuros) existentes em uma aquisição potencial permite prover a estrutura para modificar o planejamento da mina, no interesse de se reduzir a intensidade dos passivos já instalados e evitar a instalação de novos processos de degradação ambiental e social. Conseqüentemente, esta abordagem pode resultar em benefícios financeiros significativos para a companhia, na forma de redução de custos de reabilitação, e permitindo que as despesas sejam realizadas durante os anos de fluxo de caixa positivo do empreendimento (BRODIE, 1998).

De acordo com BRODIE (1998), a auditoria para a avaliação do *passivo corrente* de um empreendimento mineiro para a sua provável aquisição em razão de seu potencial de exploração, ou de uma mina que teve as atividades paralisadas em razão dos baixos preços de mercado do metal, pode ser realizada em duas etapas, cujas atividades são resumidas no Quadro 3.2.

Quadro 3.2. Fases e níveis de esforço da auditoria de avaliação do *passivo corrente* para a aquisição de mina.

FASES	ATIVIDADES
F A S E 1	• Revisão das licenças, autorizações e concessões;
	• Contatos com os órgãos reguladores para identificar seus interesses;
	• Revisão do plano de lavra;
	• Revisão do plano de fechamento de mina;
	• Revisão dos relatórios geotécnicos;
	• Revisão dos relatórios geoquímicos e sobre a qualidade das águas;
	• Inspeção do sítio e verificação visual <i>in loco</i> da precisão dos relatórios;
	• Revisão ou desenvolvimento das medidas específicas do plano de fechamento de mina;
	• Revisão dos custos unitários de fechamento de mina;
	• Identificar deficiências do plano de fechamento de mina;
	• Listar as medidas de reabilitação exigidas e relacionar os custos unitários;
	• Sumarizar o passivo de fechamento corrente e futuro previsto;
	• Preparar relatórios de avaliação que sumarizem as condições correntes e as condições pretendidas para o sítio.
F A S E 2	• Amostragem para controle da qualidade da água ou caracterização geoquímica;
	• Avaliação do potencial para a geração de drenagem ácida ou lixiviação de íons metálicos;
	• Avaliação de barragens, vertedouros, acessos ao subsolo, pilhas de estéril, e outras instalações;
	• Mapeamento dos eventos meteorológicos, sísmicos e erosivos;
	• Preparação do plano de fechamento detalhado, considerando a participação de todos os agentes envolvidos no processo;
	• Levantamento das estimativas de custos de reabilitação dos empreiteiros; estabelecer estimativas de custos para a execução da reabilitação pela própria empresa.

Fonte: adaptado de BRODIE, 1998.

O processo de fechamento de mina exige previsão, planejamento e gerenciamento dos acontecimentos, com base numa observação científica e programada das realidades, para sobrepujar os desafios do futuro. Trata-se de processo complexo, que possui várias dimensões, a saber: técnica, legal, ambiental, socioeconômica e política, cujo principal objetivo deve ser mitigar os impactos locais, regionais e nacionais do fechamento de um empreendimento que aportava riqueza ao país, e, por outro lado, minorar os impactos sócio-ambientais, presentes e futuros, decorrentes do termo das atividades.

Para que um projeto de mineração contribua positivamente para o desenvolvimento de uma região, os objetivos relativos ao fechamento e seus impactos devem ser considerados desde a fase dos primeiros estudos para implantação do projeto.

A necessidade de se conciliar interesses divergentes das partes envolvidas no processo (investidores, órgãos governamentais, organizações civis, operadores da mina e comunidades) é fator complicador do processo de fechamento, e reforça a importância do planejamento desta fase como parte da vida da mina, tão importante como o desenvolvimento ou a lavra, isto é, desde os estudos prévios de exequibilidade econômica do projeto de mineração, até a renúncia ao título de concessão da lavra e obtenção do certificado de liberação do sítio, no período pós-mineração.

No esforço de prevenir futuras responsabilidades, os órgãos reguladores das atividades de mineração de diversos países têm adotado a prática corrente de incorporar as obrigações do planejamento do fechamento de mina nas condições exigidas para a concessão da autorização de início das operações de lavra e beneficiamento. E esta postura tem levado a indústria de mineração a demandar por modernas técnicas e estratégias que lhe auxiliem no planejamento para o fechamento das minas.

Sob o aspecto ambiental, o fechamento será planejado e gerenciado para proteger a qualidade das águas (superficiais e subterrâneas) e do ar, mitigar e controlar os processos de erosão superficial, impedir a contaminação do solo por produtos oriundos das atividades da mineração, e restituir aos sítios as condições de reutilização do solo. Dentro desse processo, quando tecnicamente viável, as áreas impactadas serão reabilitadas para prover unidades de relevo que se aproximem das condições ambientais pré-operacionais, e que sejam compatíveis com o relevo das áreas circunvizinhas; e a cobertura vegetal dessas áreas será seletivamente recomposta, de acordo com o uso pós-mineração que for atribuído a cada uma delas.

O plano de fechamento deverá levar em consideração opções inovadoras para a proteção da fauna e da flora, sempre visando atingir os objetivos propostos para o fechamento e a obtenção de custos finais decrescentes para os processos de descomissionamento, monitoramento e manutenção.

O envolvimento da comunidade no processo de fechamento é tão importante quanto a observância da legislação que rege o processo. Ele é fundamental no estabelecimento das alternativas de usos possíveis para a área reabilitada, e na escolha da alternativa aceita como a mais viável (técnica e economicamente) e adequada para o sítio, após a conclusão do processo de fechamento. Esta escolha terá influência no planejamento da fase de monitoramento e manutenção, assim como nas restrições de uso que porventura se façam necessárias para a

perenização do equilíbrio geotécnico e geoquímico do sítio, como fator de promoção da saúde e segurança humana e de proteção dos recursos naturais.

Sob o aspecto socioeconômico, o fechamento definitivo da mina deve ser precedido da implantação de medidas que contribuam para a promoção da auto-sustentabilidade das comunidades afetadas pela desativação do empreendimento, quer através do retorno da área aos usos anteriores à implantação da mineração, quer através da implantação de outras atividades econômicas e sociais que supram os empregos e outros benefícios advindos da empresa de mineração, e que deixarão de ser oferecidos com o fechamento da mina.

A responsabilidade pelo fechamento bem sucedido da mina recai, pois, sobre a indústria de mineração, órgãos reguladores e sobre a comunidade afetada pelos processos produtivos. Quando realizado ainda na fase inicial dos estudos de viabilidade econômica, o planejamento do fechamento da mina possibilita a identificação antecipada dos – senão todos, pelo menos da maioria – impactos negativos que poderão advir do projeto, não só durante a sua vida útil, mas também após o encerramento da sua fase produtiva.

A seleção das medidas necessárias à mitigação ou eliminação desses impactos influenciará de alguma forma o planejamento da lavra, a seleção do processo de beneficiamento do minério e localização das instalações, bem como a escolha das áreas destinadas à disposição de material estéril e rejeitos. Também lançará sua influência na definição dos cuidados prévios que serão necessários na preparação dessas áreas, bem como no planejamento das ações de monitoramento e manutenção que serão implantadas na fase de pós-mineração.

Conseqüentemente, esses são fatores importantes na estimativa dos custos de produção, de reabilitação, monitoramento e manutenção da mina. São fatores que não podem ser negligenciados quando se realiza uma análise prévia de viabilidade econômica, pois podem conduzir à conclusão pela inviabilidade do projeto, frente às dimensões e gravidade dos passivos, potenciais ou existentes, e dos investimentos necessários para se promover a mitigação ou eliminação dos mesmos.

O plano de fechamento da mina, assim como os planos de lavra e de reabilitação, deve ser um instrumento dinâmico, sujeito a avaliação periódica e modificações, para adaptar-se às mudanças circunstanciais e às variações de custos.

O valor histórico e cultural de um sítio pode ser uma consideração importante tanto no início, quanto no encerramento das operações de uma mina. Em alguns casos, o objetivo específico para o fechamento da mina pode ser a manutenção do antigo sítio mineiro e das respectivas instalações, devido ao seu status histórico e à necessidade de preservar nossa herança cultural e a memória da engenharia industrial, para as futuras gerações. Esses sítios, juntamente com as instalações mineiras e documentos que contêm, quando bem conservados, tornam-se atrações turísticas e instrumentos de promoção da sustentabilidade das comunidades onde se inserem.

Nestes casos, a opção pela remoção completa de toda a infra-estrutura existente, com o objetivo de se recriar na área da mina e instalações as condições necessárias para que se volte a ter um local de campo verde, por exemplo, poderia resultar na extinção de uma parte da nossa história, nossa memória, da nossa herança cultural.

3.3. ETAPAS DO FECHAMENTO DE MINA

O fechamento de um empreendimento mineiro tornou-se uma fase importante na vida de qualquer mina. Seu objetivo principal é reduzir ou eliminar o passivo oriundo do encerramento das atividades produtivas do sítio, sob todos os seus aspectos.

Em essência, é concebido como um processo complexo constituído por quatro etapas, a saber: 1) descomissionamento; 2) reabilitação; 3) monitoramento e manutenção; e 4) pós-fechamento.

3.3.1. DESCOMISSIONAMENTO

Os conceitos de *fechamento (closure)*, *comissionamento (commissioning)*, *descomissionamento (decommissioning)* e *reabilitação (rehabilitation)* originaram-se como uma exigência legal para as instalações nucleares, depois incluíram a indústria do urânio, e, rapidamente, envolveram a indústria da mineração (LIMA & WATHERN, 1999; CIPRIANI, 2002).

Na área nuclear, originariamente, o termo *comissionamento* sintetiza a autorização para o funcionamento da central, e o termo *descomissionamento*, a sua desativação programada. Na mineração, o termo *descomissionamento* vem sendo empregado para designar o conjunto de

ações necessárias para mitigar os efeitos de alteração do lençol freático, da disposição do material estéril, das obras de instalação das minas e do lançamento de efluentes nocivos ao meio ambiente, oriundos dessa atividade, com o objetivo de se promover a devolução do sítio à comunidade em condições de ser destinado a novos usos produtivos, ao término das atividades de produção mineral (LUZ & DAMASCENO, 1996). É um processo de transição entre a paralisação das atividades de produção e o fechamento definitivo do empreendimento mineiro. Inclui o desmantelamento das instalações de beneficiamento, unidades de apoio e demais instalações não necessárias para o uso futuro proposto para o sítio. Segundo SÁNCHEZ (2004), o termo *desativação* corresponde à expressão inglesa *decommissioning*, e designa as atividades necessárias para atender a todos os requisitos exigidos para se promover a cessação definitiva das operações mineiras.

Não há consenso entre os especialistas, pesquisadores e titulares do direito de lavra, quanto ao momento em que se deve começar o planejamento do descomissionamento. Em muitos casos, esta é uma questão considerada enfadonha pelo pessoal associado exclusivamente à produção. Para alguns, o melhor momento para se executar esse planejamento, seria muito próximo da paralisação das atividades. Para outros, o momento adequado seria dentro dos poucos últimos anos da vida operacional da mina. Outros, dentro de uma visão transigente, defendem que o momento para se planejá-lo dependente da vida útil prevista para o projeto de mineração: para um projeto considerado de curta duração (vida útil prevista entre cinco e dez anos), o planejamento deve começar próximo ou no momento de início de operação da mina; para um projeto de longa duração, recomenda-se que seja iniciado aproximadamente cinco anos antes do fim das operações. FARRELL (1993), dentro de uma visão mais atual e contrariamente a esses pontos de vista, defende que o planejamento para o descomissionamento deve iniciar-se – pelo menos em termos conceituais – no estágio de planejamento e estudos de pré-viabilidade econômica do projeto mineiro, isto é, antes que o projeto tenha entrado na fase operacional.

3.3.2. REABILITAÇÃO

A reabilitação é o processo através do qual são reparados os impactos da mineração sobre o ambiente. É parte essencial da política de aproveitamento dos recursos minerais, em sintonia com o princípio do desenvolvimento sustentável.

O termo *reabilitação* está associado à idéia de que o local alterado pelo empreendimento mineiro deverá ser destinado a uma dada forma de uso do solo, de acordo com um projeto previamente estabelecido com a participação de todos os atores envolvidos no processo de mineração.

Um programa de reabilitação engloba, dentre outras ações, a recomposição do relevo das áreas impactadas, retornando-o às condições necessárias para a retomada do processo de ocupação, em harmonia com os valores culturais e sociais regionais.

Trata-se, pois, de promover o reaproveitamento da área para uma nova finalidade pós-mineração (comercial, industrial, habitacional, agrícola, de preservação ou conservação ambiental), que, entretanto, não seja conflitante com a ocupação das áreas contíguas.

Para retornar com as áreas impactadas pela mineração a condições estáveis, seguras, produtivas e auto-sustentáveis, o plano de reabilitação deverá incorporar ações que sejam capazes de (KNOLL, 1999):

- a) restabelecer uma cobertura vegetal adequada para a área. Esta cobertura pode e deve ser diversificada, em função do uso pós-mineração a que cada área está destinada;
- b) promover a proteção permanente do ar e das águas superficiais e subterrâneas;
- c) promover proteção à saúde e segurança públicas;
- d) restaurar *habitats* compatíveis com o uso pós-mineração de cada área, quando destinadas a pastagem, à promoção da vida selvagem ou reservas ambientais;
- e) promover a recomposição da configuração do relevo compatível com a bacia hidrográfica regional;
- f) restabelecer a estética ambiental, promovendo qualidade visual e oportunidades de recreação;
- g) promover a auto-sustentabilidade do sítio, em termos da estabilidade física, química e biológica dos recursos naturais.

O plano de reabilitação deverá tratar, necessariamente, das questões relativas ao modelo de reabilitação superficial adotado, discutindo o destino da cobertura de solo superficial, a rede de drenagem das águas pluviais e os ângulos de talude das bancadas, cavas e vias de acesso; a desativação dos depósitos de estéril, barragens para a contenção de rejeitos e tanques de evaporação; desmobilização das instalações de água limpa e daquelas destinadas à armazenagem de águas contaminadas; medidas de proteção das águas subterrâneas; destinação das instalações e

das infra-estruturas existentes no local; selagem ou manutenção das aberturas subterrâneas e poços de mina, dentre outras questões.

A província canadense de Quebec, por exemplo, desde 1995 exige, através do Quebec Mining Act, que as empresas de mineração submetam à aprovação um plano de recuperação do sítio mineiro, antes do início das operações do empreendimento.

O plano é analisado por representantes dos Ministérios de Recursos Naturais e do Meio Ambiente, que podem requerer informações suplementares, modificações no plano de reabilitação ou revisão dos custos. O custo estimado da recuperação servirá de base para o cálculo da garantia financeira a ser depositada pelo titular do projeto, e que suportará a execução do plano de recuperação aprovado, em caso de inadimplência da empresa de mineração. O plano aprovado deve ser revisto e atualizado, no mínimo, a cada cinco anos. O Environmental Quality Act regulamenta a recuperação dos sítios mineiros abandonados antes de 1995 (AMYOT, 2003).

O planejamento prévio das atividades de recuperação das áreas impactadas permite que o processo de reabilitação seja implantado progressivamente, à medida que a lavra avança e a reserva mineral vai-se exaurindo. Conseqüentemente, o plano de reabilitação pode incorporar novas técnicas, e os custos do processo tendem ser decrescentes, quando as ações são implantadas durante a fase de produção da mina, pois há sensível redução do passivo ambiental a ser sanado após a paralisação definitiva da produção.

Importante questão que se coloca no processo de fechamento de uma mina é a definição do momento em que a área pode ser considerada reabilitada, pelos órgãos governamentais e pelas comunidades envolvidas, e a empresa, liberada da responsabilidade pelo gerenciamento e pela segurança do sítio mineiro (FARRELL, 1993).

No momento do fechamento, as empresas de mineração não desejam gastar recursos dos investidores na supervisão, monitoramento, manutenção e gerenciamento do sítio por longo tempo, após o encerramento definitivo das atividades produtivas da mina. Os órgãos governamentais e terceiros proprietários, por outro lado, têm interesse que o sítio continue sob a responsabilidade da empresa de mineração pelo maior tempo possível, como forma de se resguardarem dos danos potenciais decorrentes das operações de lavra e beneficiamento do minério, que poderão se manifestar alguns anos após o encerramento da fase operacional da mina.

A definição do momento em que o processo de fechamento da mina deva ser dado por encerrado exige a adoção de um conjunto de critérios que permitam às partes envolvidas avaliar apropriadamente o sucesso do fechamento e que garantam a transferência tranqüila da responsabilidade futura sobre o sítio adequadamente fechado.

Esses critérios devem ser suficientemente bem definidos, constituídos por indicadores mensuráveis, para garantir que os interesses e as preocupações de todas as partes envolvidas no processo de fechamento (comunidades, associações civis, mineradores, acionistas, órgãos governamentais e proprietários de terras na região circunvizinha, dentre outros) serão contemplados e adequadamente equacionados. Entretanto, não devem ser tão prescritivos e inflexíveis que se alcançar todas as metas e se atingir todos os objetivos, torne-se um ônus insuportável, técnica e ou economicamente, para a empresa de mineração.

De modo geral, o elemento-chave na avaliação da reabilitação é a exigência de que o sítio deve estar em condições adequadas ou apropriadas para um uso final previamente estabelecido para o local, na fase pós-mineração. Daí, a tendência atual é que esse uso seja produto de consenso entre as partes, e seja tratado como um dos elementos do planejamento da implantação do projeto, isto é, seja definido antes do início da fase operacional da mina.

No caso de Queensland (Austrália), os critérios de avaliação do sucesso de uma reabilitação são incluídos no plano de gerenciamento ambiental e tipicamente abrangem a densidade e diversidade da vegetação, as taxas de erosão e o perfil de desenvolvimento do solo. O desempenho do sítio, mensurado sob a ótica desses critérios, constitui a base para avaliar o sucesso do processo de reabilitação (FARRELL, 1993; WAGGITT & MCQUADE, 1994).

Quando não há exigências legais ou controles para o processo de reabilitação progressiva do sítio, a tendência das empresas de mineração tem sido estabelecer metas de reabilitação, objetivos para o fechamento e critérios para avaliação do processo, de acordo com suas políticas corporativas.

Nessas situações, não havendo a participação de todas as partes envolvidas, corre-se o risco de que nem todas as obrigações do processo de fechamento sejam enfrentadas, ou que o resultado final do processo não atenda às expectativas de algumas das partes.

O planejamento da reabilitação e do uso subsequente da terra deverá identificar e levar em consideração todos os aspectos da área diretamente impactada pelo projeto, dentre eles, o econômico, o social, o cultural, o turístico, o educacional, o histórico e o científico, e também da

área circunvizinha. Pois esses são fatores que influenciarão, direta e intensamente, o alcance da condição de auto-sustentabilidade do sítio e região, após o encerramento das atividades de mineração.

Nas áreas que estão sendo reabilitadas com proposições para a agricultura ou pastoril, os critérios são tipicamente postos em termos de produtividade. Naquelas em que a vegetação natural anterior à mineração está sendo recuperada, os critérios para avaliação do sucesso do processo de reabilitação freqüentemente incluem medidas de abundância e diversidade, ou análise estrutural da vegetação (FARRELL, 1993).

Não há como propor práticas de reabilitação genéricas e critérios universais para todas as minas. Para cada empreendimento, deverão ser definidos os objetivos do fechamento e as práticas e processos que permitirão alcançá-los; as metas que serão perseguidas e os critérios que serão empregados como instrumento de avaliação do sucesso ou insucesso das medidas implantadas.

Para cada caso, deve ser elaborada uma lista dos itens a se considerar nos processos de descomissionamento e de reabilitação. Essa lista – composta de itens mensuráveis – será de fundamental importância no planejamento das auditorias periódicas do plano de fechamento e servirá de base para o cálculo do custo de cada etapa do processo de fechamento do empreendimento mineiro.

A Tabela 3.1, adaptada de CHAMPINY & HEERDEN (1995), sumariza, a título de exemplo, alguns dos itens que devem ser considerados no planejamento de um programa de reabilitação.

Tabela 3.1. Sumário de alguns itens a se considerar nos planos de descomissionamento e reabilitação de empreendimentos de mineração.

ITEM	PROCEDIMENTO
1) Vedação de poços de mina.	➤ Deve ser feita de acordo com as especificações aprovadas pelo órgão governamental competente.
2) Demolição de edifícios e outras construções.	➤ Todos os edifícios e outras construções que não serão destinadas a outros usos, deverão ser demolidos e removidos. As fundações devem ser removidas, no mínimo, até a profundidade de 1,0 metro abaixo da superfície, ou devidamente soterradas. O material reutilizável deve ser transportado a instalações apropriadas para estocá-lo.
3) Desmonte das estruturas de aço.	➤ Todas as estruturas de aço devem ser desmontadas. O material desmontado será transportado aos locais para imediata reutilização, ou às instalações apropriadas para estocá-los.
4) Demolição dos reservatórios, instalações para tratamento de água e esgotos, silos e paióis.	➤ Aplicam-se os mesmos procedimentos recomendados para as estruturas de tijolo, concreto e aço.
5) Demolição e reabilitação das estradas de rodagem e linhas férreas.	➤ Inclui a remoção da camada de asfalto, do leito de brita e trilhos das ferrovias; descompactação do solo dos leitos; remodelagem topográfica das áreas; construção do sistema de drenagem; reposição da cobertura vegetal.
6) Desmontagem das instalações de beneficiamento, estruturas de transporte e linhas de transmissão de energia.	➤ Desmontar todas as estruturas de aço. Transportar o material aos locais de reutilização ou às instalações apropriadas para a estocagem. Aplicar os procedimentos previstos para a demolição de edifícios e outras construções em tijolo e concreto.
7) Reabilitação da área minerada (incluindo a cava final).	➤ Inclui procedimentos corretivos de descompactação da camada superficial de solo e ações corretivas das características do mesmo (recomposição de nutrientes, correção do pH e outras); suavização dos taludes das encostas e bancadas; recomposição do relevo topográfico; implantação do sistema de drenagem das águas superficiais e recomposição da vegetação, de acordo com o uso pós-mineração selecionado, dentre outras ações.
8) Reabilitação dos depósitos de estéril, barragens de rejeitos e tanques de evaporação e decantação.	➤ Drenagem dos resíduos sólidos, no caso das barragens de rejeitos; conformação (aplainamento) da superfície das pilhas de estéril; compactação do material; cobertura da superfície dos depósitos com solo orgânico, implantação de sistema de controle de erosão e drenagem superficial; semeadura de gramíneas e leguminosas, plantio de espécies arbóreas; colocação de cerca no entorno das áreas e monitoramento das águas subterrâneas.
9) Custos de reabilitação de áreas com passivo ambiental.	➤ Devem-se prever recursos para a execução dos trabalhos de reabilitação pendentes ou incompletos, associados com áreas de subsidência, bem como para a reabilitação de antigas áreas de lavra (a céu aberto ou aberturas subterrâneas). Normalmente, esses custos são mais elevados que os verificados quando se opera com o processo de reabilitação progressiva das áreas, tão logo elas são liberadas pela equipe de produção.

Tabela 3.1. Sumário de alguns itens a se considerar nos planos de descomissionamento e reabilitação de empreendimentos de mineração (continuação).

ITEM	PROCEDIMENTO
10) Tapumes.	➤ Colocação de cerca no entorno da área reabilitada ou em processo de reabilitação, para restringir o acesso de pessoas e animais, como parte dos processos de monitoramento e manutenção de áreas perigosas, ou para a reposição das características necessárias à criação de gado, por exemplo.
11) Cobertura, com gramíneas, de áreas onde a vegetação e a camada de solo foram removidas.	➤ Remodelamento topográfico, reposição da camada de solo, plantio de gramíneas e leguminosas, nas áreas onde, por alguma razão, a vegetação foi removida, como aquelas onde ocorreu a demolição de edifícios, remoção de rodovias e ou linhas férreas, dentre outras.
12) Drenagem das águas pluviais e obras para controle de erosão.	➤ Execução da rede de drenagem e de obras para controle da erosão, realizadas para a proteção das áreas reabilitadas. As águas superficiais correntes devem ser desviadas das áreas reabilitadas.
13) Manutenção e Monitoramento.	➤ Elaboração de um programa sistemático de monitoramento e manutenção das áreas reabilitadas. Em média, a cada dois ou três anos, faz-se necessário que se realize a manutenção dessas áreas, para se detectar a instalação de algum processo erosivo ou o surgimento de alguma fonte de poluição. O programa deve incluir o replantio da cobertura vegetal, controle de erosão e monitoramento contínuo dos parâmetros previamente selecionados.
14) Custo de gerenciamento.	➤ O custo da equipe de monitoramento e manutenção deve ser incluído nos custos do processo de fechamento. Usualmente, para uma mina típica, necessita-se de uma equipe com três funcionários especializados para o primeiro ano, e apenas um funcionário para os dois anos seguintes.

Fonte: modificada a partir de CHAMPINY & HEERDEN (1995).

3.3.3. MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO

Apesar dos avanços verificados nas técnicas de reabilitação de áreas impactadas por projetos de mineração nos últimos quarenta anos, muitos sítios mineiros podem tornar-se áreas contaminadas, alguns anos após o encerramento do processo de reabilitação e retirada da empresa de mineração.

O desencadeamento de processos de degradação e contaminação de antigas áreas mineradas, quando os processos de descomissionamento e reabilitação do sítio já foram considerados completos por todos os agentes envolvidos, é questão de grande impacto ambiental, social e econômico. Nesses casos, normalmente, os depósitos financeiros exigidos como garantia da execução das medidas acordadas já foram recuperados pelo minerador, e emitiu-se o respectivo certificado de liberação da responsabilidade pelo monitoramento e manutenção do sítio.

Um dos processos mais importantes e freqüentemente reportados é a geração de águas ácidas no interior de minas abandonadas, depósitos de estéril e barragens de rejeitos, como resultado da oxidação de material contendo pirita. O fenômeno é conhecido como *Drenagem Ácida de Mina* (DAM) e *Drenagem Ácida de Rocha* (DAR), e reconhecido por muitos cientistas ambientais como a maior questão ambiental contemporânea ainda a ser completamente solucionada.

O plano de fechamento de empreendimento de mineração, além de prever os possíveis impactos e riscos ambientais do empreendimento, durante a sua vida útil e no fechamento, e estabelecer as medidas necessárias para reduzir os eventuais riscos advindos de potenciais fontes de contaminação; além de garantir a minimização dos passivos ambientais, dos efeitos socioeconômicos negativos decorrentes do fechamento da mina; além de garantir que a área torne-se estável, dos pontos de vista físico, químico e biológico, reintegrando-se aos contextos local e regional, deve apresentar um plano de gestão do sítio durante certo intervalo de tempo, após o encerramento dos processos de descomissionamento e reabilitação. Na maioria dos casos, faz-se necessário algum nível de monitoramento e manutenção das áreas reabilitadas. Em alguns casos (como naqueles em que ocorre a geração de drenagem ácida), poderá haver necessidade da implantação de um programa de monitoramento e manutenção de longo prazo (SCALES, 1991).

Esse plano deverá abordar, inclusive, a proposta de zoneamento de uso da área minerada, dividindo-a em setores, e estabelecendo restrições e aptidões de uso para os meios físico, biológico e antrópico, em cada um deles. Através de uma matriz de critérios técnicos de aptidões e restrições, que poderá envolver aspectos como avaliação legal, risco geotécnico, morfologia, potencial de ocupação, hidrogeologia e relevância ecológica, dentre outros, far-se-á o estabelecimento da aptidão para usos intensivos, extensivos e de conservação dos diversos setores (BRASIL MINERAL, 2003). O plano de monitoramento das áreas reabilitadas será elaborado levando em consideração as aptidões de uso e as restrições identificadas para cada setor.

A exigência de que as empresas de mineração apresentem planos para o monitoramento e manutenção das áreas recuperadas no período pós-mineração é relativamente recente, datando dos últimos vinte anos. Através dela, estende-se a responsabilidade das empresas de mineração aos danos potenciais futuros que poderão resultar das suas operações, e estabelece-se o conceito de que, idealmente, os rendimentos presentes e futuros decorrentes da operação da mina deverão pagar, também, pelos passivos originados dessa operação, tanto por aqueles originados no passado, quanto pelos que venham se manifestar no futuro.

A avaliação do passivo ambiental potencial é componente importante na estimativa de custos das medidas necessárias para se atingir os objetivos do fechamento de uma mina com sucesso e se concretizar a transferência da custódia do sítio reabilitado.

Entretanto, essa avaliação é, no mínimo, parcialmente subjetiva, pois envolve a previsão das condições da mina no futuro. A qualidade da água, por exemplo, pode encontrar-se hoje dentro dos limites de qualidade permitidos e, posteriormente, tornar-se inaceitável, devido ao início do processo de geração de águas ácidas. Os depósitos de estéril e as barragens de rejeitos tornam-se alterações *perpétuas* do ambiente, e deve-se ter em consideração o potencial de deterioração dessas estruturas, devido a processos como terremotos, erosão, infiltrações, inundações, mudanças climáticas, colapso de serviços subterrâneos, intrusões de plantas e animais.

O planejamento financeiro deverá prever o gerenciamento do programa de monitoramento e manutenção. Entretanto, em muitos planos de fechamento, essas etapas são omitidas ou subestimadas. A conseqüência é que os custos de fechamento calculados não refletem a realidade, e o ônus financeiro dessa etapa recai sobre a empresa de mineração quando o fluxo de caixa está em declínio ou negativo. Nessa hipótese, dá-se, freqüentemente, a transferência desse ônus ao

governo ou a outra terceira parte, dependendo do que estabelecer a legislação específica governamental.

O programa de monitoramento ajudará a estabelecer a frequência das inspeções periódicas e a programar as ações de manutenção necessárias, e deverá ter continuidade até que se demonstre que não há impactos inaceitáveis originando-se a partir do sítio, como consequência das antigas operações de lavra e beneficiamento do minério (WAGGITT & MCQUADE, 1994; BRODIE, 1998).

Havendo a exigência da apresentação de garantias financeiras que suportem o plano de fechamento, caso a empresa de mineração torne-se insolvente, elas devem ser suficientes para cobrir a fase de monitoramento e manutenção planejada. Dependendo da legislação específica local, poderá haver devolução parcial dessas garantias, à medida que o programa de monitoramento demonstre que os riscos de possíveis potenciais impactos ambientais são reduzidos e aceitáveis (WAGGITT & MCQUADE, 1994; DA ROSA, 1999).

A proposta de um plano de monitoramento realiza-se com vistas a garantir que não se produzam novas situações (ou que se repitam situações anteriores) de falta de segurança ou de impactos ambientais. O programa de monitoramento deve abranger o gerenciamento, as operações, manutenção e métodos de registro das informações para todas as estruturas que, após a recuperação das áreas impactadas, permanecerão no local; a estabilidade física e química das áreas reabilitadas e as condições ambientais do sítio, de modo a que se alcancem as condições necessárias para a implantação dos usos pós-mineração acordados.

A manutenção da estabilidade física implica a estabilidade de taludes, para evitar escorregamentos catastróficos; a proteção contra a erosão eólica e de água e o transporte de material particulado e sedimentos a jusante; a estabilidade de pilhas de estéril, barragens de rejeito, taludes de estradas e outras estruturas. A manutenção da estabilidade química refere-se à contenção de substâncias químicas que representem perigo de contaminação, evitando que elas sejam introduzidas no meio ambiente (TORRENS & QUESADA, 2000; OLIVEIRA JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002).

A contaminação dos solos e águas (superficiais e subterrâneas) por substâncias químicas constitui a forma mais comum de contaminação das áreas abrangidas por projetos de mineração. As pilhas de material estéril, de minérios lixiviados, e as bacias para contenção de rejeitos, estão entre as principais fontes de contaminação ambiental.

O termo *manutenção* designa os cuidados necessários que algumas áreas da mina desativada necessitarão, exigindo monitoramento constante por um determinado período de tempo, que pode variar desde alguns meses até vários anos, ou tornar-se perpétuo (OLIVEIRA JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002).

O programa de manutenção deve prever medidas de segurança do público interno e externo, assim como a manutenção e segurança dos ativos da empresa de mineração. A manutenção da segurança pública implica a adoção de medidas que restrinjam o acesso de pessoas estranhas às instalações da empresa e as mantenham distantes de áreas que potencializem as probabilidades da ocorrência de acidentes, tais como acessos ao subsolo, cavas inundadas e áreas contaminadas com produtos químicos. A manutenção dos ativos da empresa visa preservá-los durante o processo de descomissionamento, evitando a redução do valor recuperável em caso de venda para terceiros ou garantindo que estejam em condições de uso, nos casos de reaproveitamento em outras unidades da mesma empresa; a conservação das estruturas que permanecerão no local, como as instalações de valor histórico e ou arqueológico, assim como a manutenção da documentação referente à história do sítio e do projeto de mineração; a manutenção das instalações necessárias ao tratamento de efluentes, visando à neutralização de soluções ácidas e à precipitação de metais.

A manutenção planejada de áreas impactadas por projetos de mineração exige, além das medidas anteriormente enumeradas, que delas se remova tudo aquilo que possa causar danos à saúde humana ou ao ambiente, como depósitos de resíduos tóxicos ou sucatas de qualquer espécie. Outra medida que se faz necessária, principalmente quando se trata de áreas próximas aos centros urbanos, é a implantação de um programa de vigilância, com o objetivo de impedir que nelas se instalem usos pós-mineração desordenados que intensifiquem os processos de degradação ambiental e social da antiga área de mineração e região circunvizinha (LUZ & DAMASCENO, 1996; BITAR, 1997; BITAR & CHAVES, 1997; BITAR, 2000).

3.3.4. PÓS-FECHAMENTO

O pós-fechamento tem início no momento em que a propriedade mineira está pronta para reassumir seus papéis social e ambiental, com a implantação do uso pós-mineração previamente definido. Na legislação dos países selecionados para o estudo, o processo de fechamento será considerado concluído com a emissão do certificado, pelos órgãos ambientais, atestando que o sítio foi fechado com sucesso e liberando o minerador das responsabilidades advindas de danos ambientais futuros que atinjam o sítio recuperado.

A declaração do encerramento do processo de fechamento do empreendimento mineiro significa a aceitação, por todas as partes envolvidas nos processos de produção e fechamento, de que todas as etapas previstas no plano de fechamento aprovado foram vencidas a contento, todas as ações preventivas, corretivas e ou mitigadoras de qualquer dano ambiental foram implantadas com resultados avaliados como satisfatórios; significa, ainda, a aceitação de que as comunidades atingidas pelo projeto encontram-se estabilizadas e apresentam as condições econômicas, sociais e culturais mínimas necessárias à continuidade de suas existências, e, portanto, a área recuperada pode ser entregue a terceiros para reutilização, de acordo com critérios de zoneamento e atividades afins previamente discutidos e consensualmente aceitos.

A avaliação de que todos os objetivos do fechamento foram atingidos é feita através da aplicação do conjunto de critérios de fechamento previamente estabelecido e aprovado pelos órgãos reguladores da mineração, bem como por aqueles encarregados da proteção ao meio ambiente. A decisão final sobre a conclusão do fechamento é responsabilidade dos órgãos reguladores da mineração. Nos países onde o tema encontra-se suficientemente regulamentado, há a tendência entre os órgãos governamentais para se exigir a realização de auditorias do plano de fechamento, conduzidas pelos próprios operadores dos empreendimentos mineiros.

Nesses casos, o titular dos direitos de lavra e das obrigações deles decorrentes, deve produzir um relatório final, demonstrando a conformidade entre os resultados obtidos e as condições acordadas no plano de fechamento. Em muitos casos, exige-se que esses relatórios sejam analisados e avaliados por entidades independentes e, ainda, que se submetam a uma auditoria final, realizada pela agência reguladora, para certificar-se de que todas as obrigações foram enfrentadas com resultados satisfatórios. Os órgãos reguladores, por sua vez, podem buscar

o parecer especializado de outras agências e ou de consultores independentes, e fazer exigências ao titular, para a fiel, completa e satisfatória implantação do plano de fechamento.

3.4. PLANO DE FECHAMENTO DE MINA

Teoricamente, o fechamento de um empreendimento mineiro é o oposto do comissionamento deste mesmo empreendimento. É processo que requer níveis similares de previsão, habilidade, experiência operacional, motivação, planejamento e gerenciamento dos acontecimentos, dentro de uma abordagem técnica, ambiental, econômica e social que conduza a empresa à adoção das melhores técnicas que, aplicadas no momento oportuno, previnam, eliminem ou minimizem os impactos decorrentes da operação e do fechamento da mina e demais instalações, a custos suportáveis para a empresa, e com o respaldo da comunidade (BARRETO, 2000; REIS & BARRETO, 2001; LIMA, 2002).

Um programa de fechamento de mina bem elaborado compõe-se de duas fases seqüenciais distintas e igualmente importantes: planejamento e implantação. A coordenação e gerenciamento desses dois fatores conduzirão ao fechamento sistemático, seguro e viável – técnica e economicamente – da mina.

Um passo importante no fechamento é identificar os impactos ambientais que advirão da implantação do projeto de mineração, desde o seu início, e produzir uma atualização sistemática desta avaliação, ao longo da vida útil do empreendimento.

A identificação e atualização desses impactos são essenciais, pois algumas das ações destinadas a eliminá-los e ou mitigá-los devem ser programadas e executadas durante a fase produtiva do empreendimento, enquanto que outras somente poderão ser implantadas após o encerramento das operações de produção.

Nos países onde a exigência da elaboração e apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e Plano de Controle Ambiental (PCA) é parte integrante do sistema legal de licenciamento ambiental dos projetos de mineração, este é o momento para se realizar uma avaliação ampla das condições ambientais, econômicas, culturais e sociais pré-operacionais do sítio mineiro. Ela fornecerá a base confiável e realista para a elaboração do plano de fechamento (ZENTENO, 2000).

Uma vez elaborado, o plano de fechamento será revisado, modificado e atualizado durante a vida útil da mina, adaptando-se às novas situações e necessidades que se apresentem, incorporando as evoluções tecnológicas que possam contribuir para a efetiva solução dos impactos oriundos do processo de produção, a custos que não inviabilizem, economicamente, o projeto mineiro.

Entretanto, quase sempre esta é uma tarefa difícil para aquelas minas que entraram em operação antes que a elaboração do EIA/RIMA se tornasse uma exigência legal, dentro do processo de licenciamento dos projetos de mineração (LIMA, 2002; LOTT, 2002).

Nesses casos, a preocupação com o projeto de fechamento da mina – quando existe – só ocorre próximo ao momento da paralisação da produção, quando a mitigação do passivo ambiental gerado e acumulado pelo projeto ao longo dos anos de extração – principalmente o ambiental – exigirá vultosos investimentos financeiros, no momento em que o fluxo de caixa da empresa encontra-se próximo de zero ou já é negativo.

Muitas vezes esses estudos existem, mas têm baixa qualidade técnica, não considerando questões afeitas aos fatores econômicos, à participação pública no processo de elaboração e aos usos do solo no período pós-mineração, bem como ao período de monitoramento e manutenção, após o encerramento dos processos de descomissionamento e reabilitação das áreas impactadas pelo projeto (BITAR, 1997; BITAR & CHAVES, 1997; CIPRIANI, 2002; OLIVEIRA JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002). Conseqüentemente, verifica-se evidente dissociação entre as medidas praticadas e aquelas previstas nos planos de recuperação elaborados pelas empresas.

O plano de fechamento de um empreendimento mineiro pode ser conceituado como um importante instrumento técnico-jurídico que tem por objetivo, de um lado, planejar as atividades de operação e reabilitação do sítio mineiro e, por outro lado, garantir ao minerador e à própria sociedade que o ecossistema será recuperado, que os impactos econômicos e sociais do fechamento da mina serão mitigados, e que o sítio não será fonte de nenhum risco à saúde e à segurança pública, quer durante a sua vida útil, quer após o seu fechamento definitivo.

O planejamento do fechamento de mina pode e deve iniciar-se na fase dos estudos de exequibilidade econômica e licenciamento ambiental do projeto de mineração, e continuar durante toda a fase operacional da mina, passando por reavaliações periódicas, visando garantir a auto-sustentabilidade do sítio após o encerramento da produção e fechamento definitivo da mina

(CLARK, 2000; DANIELSON & NIXON, 2000). Um plano de fechamento harmônico e bem estruturado, para atingir seus objetivos, deve contar com a participação de todos os agentes afetados pelo empreendimento. O planejamento para o fechamento deve ser considerado como um importante componente na elaboração do plano de lavra ótimo para a jazida, tendo influência na definição da melhor localização das instalações de beneficiamento, dos depósitos de estéril, das barragens de rejeitos e das infra-estruturas auxiliares (LIMA & WATHERN, 1999; KNOL, 1999; OLIVEIRA JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002; LIMA, 2002).

A responsabilidade pelo fechamento de mina deve ser eqüitativamente partilhada entre todos os envolvidos. As normas reguladoras guiam o processo e estabelecem os limites; a comunidade e as organizações formadoras de opinião que a integram participam na definição dos objetivos para o uso do sítio após o fechamento, e a empresa de mineração concilia as visões e necessidades dos outros envolvidos, dentro da estrutura de aproveitamento econômico da jazida, bem como disponibiliza os recursos financeiros necessários para se atingir os objetivos planejados.

A elaboração do plano de fechamento deve partir da adoção de alguns princípios fundamentais que se colocam para a mineração:

- a) a mineração é um uso temporário aceitável para a terra;
- b) a mineração é atividade que altera o meio ambiente;
- c) a mineração requer planejamento amplo e adequado para mitigar todos os distúrbios decorrentes de suas atividades, desde o início da produção, até o completo e definitivo encerramento das mesmas;
- d) o retorno às condições ecológicas plenas que o ambiente apresentava antes da mineração, nem sempre é possível.

A metodologia adotada na elaboração do plano de fechamento deve permitir que sejam abordados, dentre outros, os seguintes aspectos:

- 1) objetivos do fechamento;
- 2) definição das áreas direta e indiretamente afetadas e das respectivas áreas de influência;
- 3) avaliação das modificações introduzidas no uso e na ocupação do solo, na área diretamente afetada pelo projeto;
- 4) avaliação dos impactos do fechamento sobre o meio físico, sobre a qualidade do ar e da água (superficial e subterrânea);

- 5) avaliação do impacto do fechamento sobre a biota;
- 6) avaliação dos impactos socioeconômicos, diretos e indiretos, do fechamento sobre a renda, a oferta de empregos e a qualidade de vida das comunidades do município e região;
- 7) avaliação do potencial poluidor de longo prazo dos diversos resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados pelo empreendimento;
- 8) proposição de alternativas tecnológicas para o fechamento e de procedimentos para a eleição dos usos futuros da terra, no período pós-mineração;
- 9) consolidação da análise dos impactos, dos riscos e os resultados esperados das alternativas e dos procedimentos propostos;
- 10) elaboração de um plano de monitoramento e manutenção, a ser implantado após o encerramento dos processos de descomissionamento e reabilitação das áreas afetadas pelo projeto de mineração;
- 11) análise econômica preliminar das alternativas de fechamento, considerando os itens geradores de despesas e receitas, desenvolvendo simulações econômicas para cada alternativa (CLAROS, 2000; ZENTENO, 2000; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002).

O plano de fechamento constitui uma declaração de que o fechamento de uma mina é técnica e economicamente viável e, ao mesmo tempo, materializa a intenção e o compromisso do empreendedor de executá-lo e de devolver o sítio à comunidade em condições que o tornem apto para suportar outros usos posteriores, definidos em comum acordo entre todos os envolvidos nos processos de produção e de fechamento.

Constituindo documento de tal magnitude, o plano de fechamento deverá contemplar ações inerentes a cada uma das fases do fechamento de mina. Em outras palavras, equivale dizer que o plano de fechamento de um empreendimento mineiro expressa a consolidação de quatro planos, a saber: 1) plano de descomissionamento; 2) plano de reabilitação; 3) plano de monitoramento e manutenção; e 4) plano de pós-fechamento.

O plano de fechamento deve iniciar-se com uma descrição das condições econômica, social e ambiental do sítio onde será instalado o projeto e das áreas adjacentes que serão afetadas pela operação da mina e demais instalações e infra-estruturas de apoio. Essa avaliação deverá abordar, também, a tradição cultural e o uso atual da terra, nos âmbitos local e regional.

As informações sobre o volume das reservas e a localização da jazida, sobre o método de lavra, beneficiamento do minério e de disposição dos rejeitos e estéril, permitirão avaliar o porte do empreendimento mineiro, a sua provável vida útil e prever os impactos que advirão das operações de produção, no local da mina e regiões adjacentes.

Essas informações normalmente integram o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), exigido por ocasião do licenciamento ambiental do projeto. Portanto, um EIA bem elaborado fornecerá uma base sólida para a estruturação do plano de fechamento da mina.

A descrição das atividades da mina incluirá a localização das instalações de beneficiamento, das barragens de rejeitos e pilhas de estéril; dos locais de armazenagem de produtos químicos; a localização das construções civis, conjuntos habitacionais, estações de tratamento de esgotos, estações para captação de água, subestações para distribuição de energia elétrica e outras obras e infra-estruturas.

Também integrarão o plano de fechamento os estudos geotécnicos para as barragens de rejeitos, pilhas de estéril, taludes remanescentes da cava da mina e das vias de acesso e transporte do minério; estudos geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos, e adequação das estruturas de drenagem pluvial e escoamento de águas subterrâneas; avaliação das possibilidades de geração de drenagem ácida de mina e ou drenagem ácida de rocha, e alternativas de tratamento dessas águas, se for o caso; identificação das possíveis fontes de contaminação do solo e das águas (superficiais e subterrâneas); discussão das alternativas de usos futuros das áreas afetadas pelo projeto e as ações propostas para a gestão de resíduos sólidos, no fechamento da mina, e respectiva análise de riscos; o regime climático local e regional; a qualidade do ar; o nível de ruído; a qualidade do solo; a situação da fauna e da flora (terrestre e aquática); a disponibilidade de empregos e as fontes de renda da comunidade local; identificação do patrimônio natural e cultural da comunidade; e a existência de passivos ambientais gerados por atividades de mineração desenvolvidas no sítio em épocas passadas, se for o caso.

O plano de fechamento deve propor ações capazes de garantir a estabilidade ecológica da área impactada pelo projeto, de assegurar que ela estará inserida dentro do contexto regional, após o fechamento da mina, e que os efeitos socioeconômicos negativos, decorrentes do fechamento, serão adequadamente minimizados (LOPEZ GOMEZ, 2000; OLIVEIRA JÚNIOR, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR & SÁNCHEZ, 2002; BRASIL MINERAL, 2003).

O planejamento do fechamento de mina exige a abordagem de algumas questões básicas (WARHURST & NORONHA, 2000; LIMA, 2002):

- a) quais as espécies de problemas ambientais e sociais podem instalar-se continuamente durante a operação ou surgir após o término da vida útil da mina?
- b) como podem esses impactos identificados ser evitados, eliminados ou mitigados?
- c) quando esses problemas devem ser equacionados, de modo que os resultados sejam os mais efetivos, sob as perspectivas ambiental, social e econômica? e
- d) quem deverá estar envolvido no processo de planejamento do fechamento da mina?

O plano de fechamento deve integrar o ciclo de vida do projeto de mineração, adotando métodos, técnicas e meios que promovam e garantam que (WAGGITT & MCQUADE, 1994; DORAN & MCINTOSH, 1995; SASSOON, 1996; LIMA & WATHERN, 1999; SASSOON, 2000; ANZMEC, 2000; LIMA, 2002):

- 1) a saúde e a segurança públicas não serão comprometidas no futuro;
- 2) os recursos ambientais não sofrerão posterior deterioração química ou física;
- 3) o uso pós-mineração do sítio será aceitável, benéfico e sustentável no longo prazo;
- 4) quaisquer impactos socioeconômicos serão minimizados; e
- 5) o processo de eleição do uso pós-mineração acontecerá com a participação das comunidades diretamente relacionadas com as atividades da mineração.

Os principais objetivos de um plano de fechamento integrado ao gerenciamento ambiental da mina, e abrangendo todo o seu ciclo de vida, deve incluir:

- a) a redução da geração de rejeitos e o estímulo da reciclagem eficiente;
- b) o uso eficiente da energia;
- c) o uso eficiente de produtos químicos e a minimização de quaisquer riscos provenientes da utilização e manuseio desses produtos;
- d) a estabilização do estéril, dos rejeitos e demais resíduos sólidos gerados no processo produtivo;

- e) prevenção, redução ou eliminação da drenagem ácida ou de qualquer fonte de contaminação das águas (superficiais ou subterrâneas);
- f) disposição e contenção seguras dos rejeitos, de modo a eliminar riscos de acidentes por vazamentos do material depositado; e
- g) a recuperação e revegetação progressivas das áreas impactadas pelo projeto.

O plano de fechamento também tratará de garantir (WARHURST & NORONHA, 2000):

- 1) usos viáveis do solo em todas as áreas direta ou indiretamente afetadas pelo projeto de mineração, na era pós-mineração;
- 2) que não haverá impactos nocivos à saúde da comunidade local;
- 3) que a comunidade não sofrerá processo de empobrecimento, como resultado das atividades da mina ou do encerramento definitivo dessas atividades;
- 4) a alocação de recursos para a execução do plano de fechamento, incluindo a fase de monitoramento e manutenção; e
- 5) as condições necessárias para a perenização do uso sustentado da área, após o fechamento da mina.

A conclusão com sucesso de um plano de fechamento dependerá não apenas do adequado planejamento, mas também do desenvolvimento de efetiva e eficiente abordagem para financiá-lo. A garantia de previsão dos recursos financeiros necessários permitirá que os objetivos do plano de fechamento se realizem, em conformidade com os requisitos legais e com as expectativas dos investidores e das comunidades envolvidas no processo.

A consideração antecipada das questões inerentes ao fechamento da mina, como relevo final inserido na paisagem regional e estabilizado e usos benéficos e viáveis para o sítio no período pós-mineração, reduz os custos de reabilitação e evita o dispêndio de grandes esforços para o fechamento, após a efetiva paralisação das atividades da mina (TUTTLE & SISSON, 1998; LIMA, 2002). Quando o planejamento do fechamento acontece na fase inicial do projeto, as atividades subseqüentes de descomissionamento, reabilitação e fechamento definitivo, no futuro, basear-se-ão nas versões atualizadas desse planejamento, revisando e refinando os conceitos e proposições nele contidas, a intervalos regulares.

É raro que não ocorram mudanças e adaptações nos processos operacionais, durante a vida útil da mina. Conseqüentemente, essas mudanças, quase sempre, conduzirão a outras mudanças e adaptações no plano de fechamento da mina. Assim, flexibilidade é uma das

características básicas que todo plano de fechamento deve apresentar, permitindo que os planos de descomissionamento, reabilitação, monitoramento e manutenção possam ser revistos e modificados, para adaptarem-se às mudanças ocorridas nos processos produtivos ou exigidas pelos avanços tecnológicos.

O programa de fechamento de mina compõe-se de pelo menos dois planos: um plano de fechamento conceitual e um plano de fechamento executivo.

O plano de fechamento conceitual deve ser elaborado por ocasião do licenciamento do projeto de mineração. Além de demonstrar, deve ser capaz de efetivamente garantir que o fechamento é técnica, econômica e socialmente viável, sem incorrer em responsabilidades de longo prazo. Ele deve definir o objetivo preliminar para o uso da terra na fase pós-mineração e incluir a previsão dos custos de fechamento, garantindo que as ações planejadas estão contempladas dentro do planejamento global do projeto de mineração (ANDERSON, 1995; BRODIE, 1998; ROBERTSON *et al.*, 1998; LIMA, 2002).

O plano de fechamento conceitual constitui uma declaração da intenção de assegurar a mitigação dos impactos ambientais do projeto, através da definição de um conjunto de ações de descomissionamento e reabilitação que serão implantadas durante a fase operacional da mina e após a desativação do empreendimento. Portanto, cresce a confiança pública nos objetivos do projeto, quando se estabelece um eficiente sistema de comunicação entre a empresa, as comunidades e demais interessados no processo de licenciamento.

O plano de fechamento executivo regerá as fases de implantação, operação e pós-mineração do projeto mineiro. É composto por uma série de planos subsidiários, com planejamento de detalhe e especificações de construção. Tipicamente, inclui a elaboração do plano de descomissionamento, do plano de reabilitação e do plano de monitoramento e manutenção (DORAN & MCINTOSH, 1995; KNOL, 1999; ANZMEC, 2000; LIMA, 2002). E, coroando o processo, incorporará o plano de uso final da propriedade mineira, após a implantação das etapas anteriores.

Os planos de fechamento também deverão prever medidas específicas para eventuais suspensões temporárias das operações, não envolvendo descomissionamento e fechamento do empreendimento. Nesta visão, o plano de fechamento é instrumento dinâmico, que será aprimorado durante toda a vida útil do projeto de mineração.

O plano final de fechamento é baseado no nível corrente de informações biofísicas e socioeconômicas, assim como nos planos de lavra e desenvolvimento detalhados. Portanto, à medida que esses planos evoluem, os planos de fechamento serão regularmente revisados, atualizados e adaptados para atender às novas realidades da evolução tecnológica, do planejamento operacional da mina e das condições ambientais e sociais – locais e regionais (KNOL, 1999; SASSOON, 2000; LIMA, 2002).

O compromisso com a implantação de um programa de reabilitação progressiva das áreas impactadas, à medida que o plano de lavra avança, é componente chave do plano de fechamento. Associada a um ativo programa de pesquisas tecnológicas e ensaios, a implantação progressiva do plano de reabilitação pode auxiliar na minimização da contaminação contínua das áreas do projeto e na redução dos custos finais de reabilitação, confirmando ou indicando mudanças nos processos e métodos adotados ou no conjunto de critérios empregado para a avaliação do desempenho do processo de reabilitação. Também auxilia a otimização da locação da mão-de-obra qualificada e dos equipamentos, e pode influir na minimização das garantias financeiras exigidas para suportar o fechamento, caso ocorra inadimplência da empresa de mineração concessionária da autorização de lavra da jazida (COWAN, 1999; SASSOON, 2000; LIMA, 2002).

O plano de descomissionamento será implantado nos estágios finais da fase operacional do projeto de mineração. Dada a dificuldade de se precisar data exata para o encerramento da produção em caráter definitivo, recomenda-se que o início de sua implementação ocorra entre dois e quatro anos, antes da data prevista para a paralisação das atividades de produção. Ele conterá detalhes da demolição e remoção ou soterramento de todas as estruturas que, a priori, não serão reutilizadas; medidas para remoção, neutralização ou encapsulação dos resíduos contaminados; e procedimentos para executar a selagem e tornar seguras as escavações e as vias de acesso aos trabalhos de lavra subterrânea (QUILTY et al., 1991; FARRELL, 1993; WAGITT, 1998; GALARDO & RAMENZONI, 2000; LIMA, 2002).

Os planos de monitoramento e manutenção são elaborados e implantados para demonstrar que os objetivos propostos para o fechamento foram alcançados, através da aferição do conjunto de critérios de avaliação de desempenho previamente adotado. Onde o monitoramento demonstra que os objetivos propostos não foram satisfatoriamente alcançados, far-se-á necessário implantar um plano de ações remediadoras que viabilize alcançá-los.

Se os critérios para avaliação do desempenho indicam que os objetivos do fechamento foram alcançados, dar-se-á a transferência da responsabilidade sobre o sítio reabilitado e a liberação da empresa de mineração pela sua manutenção e guarda.

Quando ocorre o fechamento súbito ou não planejado do empreendimento mineiro, faz-se necessário implantar no sítio um plano de fechamento acelerado. Esse acontecimento exigirá a elaboração e implantação de um plano de descomissionamento e outro de reabilitação, dentre outras ações emergenciais, baseados no plano de fechamento conceitual pré-existente e levando em consideração o status do sítio no momento em que ocorre a ruptura operacional.

A maior dificuldade que normalmente se enfrenta nesse cenário é a existência de fundos insuficientes para garantir o fechamento adequado ou, em condições extremas, a inexistência de provimento de fundos para o fechamento (KNOL, 1999; LIMA, 2002).

Circunstâncias operacionais, ambientais, econômicas, técnicas, mineralógicas, geológicas, hidrogeológicas, incêndios e outros acidentes, podem conduzir a uma suspensão temporária das atividades de lavra na mina e de beneficiamento do minério nas instalações industriais. Uma parada dessa natureza pode ser ou não planejada, mas pressupõe que as atividades operacionais serão reiniciadas. Esse cenário exige a preparação e implantação imediata de um plano de descomissionamento, um plano de reabilitação e outro de monitoramento e manutenção, levando em consideração o potencial futuro do sítio, de forma a mantê-lo em condições de retomada imediata da produção, tão logo deixe de existir a causa (ou as causas) que determinaram a suspensão temporária das atividades produtivas.

Quase sempre, o evento conduzirá à revisão do plano principal para o fechamento definitivo. E, caso as circunstâncias adversas que determinaram o fechamento temporário mostrem-se irreversíveis, o plano de fechamento definitivo deverá ser implantado (KNOL, 1999; LIMA, 2002).

As tendências correntes no planejamento do fechamento de mina envolvem a revisão das técnicas disponíveis, a análise de risco e do custo / benefício das alternativas mais adequadas, tanto sob a ótica técnica da engenharia, quanto em termos ambientais (ASTILL, 1994; BAILEY, 1994; FARREL, 1994; LIMA, 2002).

O número e a qualidade das informações sobre o sítio mineiro, consolidadas no plano de fechamento, devem permitir a análise do projeto de mineração em bases amplas, tais como: aspectos econômicos e sociais; estabilidade química e física; o gerenciamento de soluções

originadas no processo de beneficiamento; a seleção e implantação de coberturas vegetais e o uso pós-mineração da infra-estrutura instalada para viabilizar o projeto mineiro.

A elaboração de um plano de fechamento de mina bem estruturado, técnica e economicamente exequível, e que atenda às expectativas de todos os envolvidos no processo, exige a análise de diferentes cenários, o equacionamento de um grande número de informações legais, ambientais, técnicas, sociais, econômicas e outras (ROBERTSON & SHAW, 1998). Dentre as diferentes etapas do processo de elaboração do plano de fechamento, destacam-se:

- 1) **estudo das opções de fechamento.** Muitas vezes, esta tarefa é realizada por uma equipe de consultores externos, cobrindo a exequibilidade do projeto sob todos os seus aspectos, analisando todos os riscos potenciais, os resultados e as conseqüências que poderão advir para todos aqueles que sofrerão qualquer impacto – direto ou indireto – do projeto. A escolha da opção a ser implantada deve ser totalmente isenta, e a opção recomendada não estará, necessariamente, direcionada à opção preferencial de uma das partes envolvidas no processo de fechamento.
- 2) **processo consultivo.** Envolve ouvir as comunidades locais, os órgãos reguladores e outras associações e organizações formadoras de opinião, com o objetivo de conhecer a visão que essas entidades têm do projeto, quais as suas expectativas sobre a compensação de todos os impactos que o projeto provocará nas comunidades e no ambiente, qual o uso preferencial para as áreas diretamente afetadas pela mina, instalações e servidões, na fase pós-mineração, dentre outras informações. Dentro deste mesmo processo, simultaneamente, a empresa informará seus interlocutores suas intenções, planos, ações e limitações.
- 3) **exposição dos objetivos do fechamento.** É o compromisso da empresa com os resultados e responsabilidades advindas de suas atividades e do fechamento da mina. Pode ser elaborada a partir do estudo de opções, mas outros fatores, como exigências legais, preferências da comunidade, o princípio do agir com precaução e a cultura corporativa, também influenciarão na formulação desses objetivos. É a declaração de intenções da companhia, após ouvir, analisar e acomodar todos os *inputs*.
- 4) **programa de estudos e testes.** Tem por objetivo confirmar ou não qualquer suposição inerente à exposição dos objetivos do fechamento, reduzir as incertezas sobre alguma das opções de fechamento, e investigar novas tecnologias ou modelos socioeconômicos.

Os primeiros passos desse ciclo ocorrem durante a fase de Estudo de Impacto Ambiental, mas uma revisão regular do plano normalmente conduz a revisões ou confirmações dos objetivos do fechamento, dos custos e necessidades de novas pesquisas.

O plano de fechamento deve abordar todos os aspectos necessários para garantir o desenvolvimento sustentável do sítio de mineração, da região circunvizinha e das comunidades a ele associadas. Portanto, não só as questões técnicas serão contempladas, mas também as questões legais, ambientais, econômicas, culturais e sociais serão identificadas e analisadas dentro do processo de planejamento global do empreendimento mineiro. Decorre daí que a elaboração e execução do plano de fechamento de mina são tarefas a serem cumpridas por equipe multidisciplinar e interdisciplinar, e os procedimentos específicos a elas associados devem integrar os procedimentos operacionais durante toda a vida útil da mina (ROBERTSON & SHAW, 1998). Um time estruturado e motivado, reportando-se a um gerente de projeto, o estabelecimento de regras claras e a definição inequívoca das responsabilidades, são fatores fundamentais para o sucesso na implantação de um plano de fechamento (DAHLSTRAND, 1995).

A análise de riscos é uma importante ferramenta a ser empregada no planejamento do fechamento de mina, pois encerra ampla gama de questões e abordagens, incluindo atividades para prevenir ou mitigar danos ou perdas. Na operação e fechamento de mina, ela será dirigida a investigar questões tais como:

- a) o que pode dar errado?
- b) como, provavelmente, isto irá dar errado? e
- c) se isto der errado, quais serão as conseqüências?

A principal vantagem da aplicação desse instrumento na avaliação das opções para o fechamento de uma mina é o auxílio na seleção das opções de práticas de remediação, com custos efetivos suportáveis pela empresa de mineração.

Os riscos associados com o fechamento de mina vão além daqueles inerentes ao fracasso ou à responsabilidade pelos danos potenciais que se manifestem no longo prazo. Outras incertezas estão correlacionadas com a eficácia das tecnologias; planejamento e desenvolvimento do processo; certeza quanto às normas reguladoras e restrições; e exigências das normas reguladoras e preferências corporativas (MORREY & VAN ZIL, 1994).

No fechamento de mina, a análise de riscos é ferramenta que se aplica aos estudos envolvendo a contaminação de solos e águas por metais pesados, ao controle de fluxos de mina geradores de drenagem ácida, à classificação e avaliação do potencial de risco que os depósitos de estéril, depósitos de resíduos perigosos e barragens de rejeitos apresentam para a saúde e segurança humanas. A principal vantagem da sua aplicação na avaliação das opções para o fechamento de mina é o auxílio que ela pode prestar na seleção das opções de práticas de remediação, com custos efetivos suportáveis pela empresa de mineração.

- 5) **estimativa de custos do fechamento.** Deve, sempre que possível, refletir os custos reais para o fechamento definitivo da mina. A estimativa do custo total será o somatório dos custos de descomissionamento, reabilitação, monitoramento e manutenção, implantação do uso pós-mineração, reparação e compensação dos impactos sociais e econômicos significativos e irreversíveis (GALLARDO & RAMENZONI, 2000; LIMA, 2002). Adicionalmente, a manutenção da garantia financeira adequada, nos países onde ela é exigida, é outro item de custo a ser considerado pela empresa de mineração, pois equivale a manter imobilizada considerável quantia de recursos financeiros por razoável tempo, aplicada em algum dos instrumentos de seguro usualmente aceitos (depósitos em bancos, bônus de desempenho, carta de crédito, fundos de investimento específicos, propriedade e ativos, certificados de depósito, contas de poupança, bônus do governo, garantias de terceiros) (VALLE, 2000; LIMA, 2002; VALLE, 2003).

Os componentes mais onerosos do custo global de fechamento normalmente estão relacionados à reabilitação física dos distúrbios da mina, mitigação das exigências de manutenção de longo prazo e outras responsabilidades além do fechamento (MORREY & VAN ZIL, 1994; MORREY et al., 1995; MORREY, 2000; LIMA, 2002). Entretanto, o custo final pode ser significativamente reduzido quando a reabilitação e o fechamento progressivos das diferentes unidades e componentes da mina são adotados como prática corrente e integrante do plano de aproveitamento econômico da mina e do sistema de gerenciamento ambiental e social do projeto de mineração como um todo.

CAPÍTULO 4. IMPACTOS DO FECHAMENTO DE MINA

As atividades da mineração têm impactos positivos e negativos sobre as comunidades e o ambiente onde se desenvolvem.

Durante a fase produtiva, os projetos de mineração transformam-se em fontes de geração de empregos, renda e arrecadação de tributos para os governos local, estadual e federal. Geralmente, também contribuem para o desenvolvimento da infra-estrutura social local, através de ações voltadas para o lazer, educação, segurança e saúde dos funcionários e seus familiares, e de atividades de apoio que fomentem o desenvolvimento econômico regional.

Por outro lado, as atividades mineiras são fontes de diversos impactos sobre o meio ambiente, dentre eles, modificações da configuração hidrológica, destruição e deslocamento de solos, aumento do risco de erosão e deslizamento de terrenos, emissão de poeiras, ruído e vibrações, contaminação química ou radioativa, drenagem ou contaminação da água subterrânea, destruição da vegetação e *habitats* da vida animal, alterações do relevo natural, redução das áreas agricultáveis e ou destinadas à agropecuária.

Cada fase do ciclo de vida da mina, cada tipo de lavra, gera efeitos particulares sobre o ambiente. Cada comunidade sofrerá impactos socioeconômicos distintos, originados da implantação do projeto de mineração, dependendo da sua localização, do tipo da população, da sua composição social e grau de coesão (ROBERTSON, 1989; BARRETO, 2000; WARHURST et al., 2000; AMYOT, 2003).

Os vários impactos que podem manifestar-se durante as fases de exploração, desenvolvimento, lavra, fechamento e pós-fechamento de uma mina, particularmente os ambientais e socioeconômicos, podem assumir caráter permanente ou temporário, e são, muitas vezes, difíceis de ser claramente descritos e quantificados, sem que um grande número de investigações e análises seja levado a termo.

Vários são os agentes envolvidos no ciclo de vida de uma mina, e são afetados de forma desigual pela gama de impactos, positivos e negativos, associados ao projeto. Essa diversidade de agentes e dos impactos dificulta a avaliação integrada das conseqüências da mineração para a sociedade e para o ambiente, tornando tarefas difíceis os processos de seleção da metodologia para se alcançar um compromisso adequado entre os aspectos positivos e negativos e de escolha

das alternativas técnicas mais viáveis para eliminar ou mitigar os efeitos negativos e tornar perenes os efeitos positivos das atividades de mineração.

A escolha ótima entre as diversas metodologias e alternativas mais viáveis exige que se conheça o ambiente físico e social onde o projeto está inserido, os materiais e recursos disponíveis, as técnicas conhecidas que já comprovaram a sua eficiência, bem como aquelas que ora se encontram em desenvolvimento e estão sendo testadas.

Um plano eficaz de fechamento de mina, além de abordar as questões relativas à reabilitação das áreas impactadas, ao descomissionamento, monitoramento e manutenção do sítio mineiro na fase pós-fechamento, necessariamente deverá abordar outras questões, como as relativas ao uso futuro do solo após o fechamento definitivo da mina e o papel a ser desempenhado pela empresa de mineração no apoio à comunidade, com o objetivo de desenvolver estratégias de novas atividades econômicas que diminuam o impacto do fim da vida útil da mina, no período de transição entre a paralisação das atividades e o fechamento definitivo. A empresa não deve se furtar a discutir a importância da sua participação no desenvolvimento de ações efetivas para lidar com as questões sociais e éticas que advêm do fechamento de uma mina e recaem sobre o seu público interno (funcionários e seus familiares) e externo (comunidades locais e regionais). O plano de fechamento também deverá incluir a análise das alternativas de usos para todas as estruturas, infra-estruturas e equipamentos que permanecerão no local, e identificar as políticas que serão implantadas para garantir a continuidade da rede social e das atividades econômicas da comunidade, após o fechamento (MUÑOZ, 2000; ROBERTS *et al.*, 2000).

A exigência da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) como parte do processo de licenciamento ambiental do projeto de mineração é prática corrente na maioria dos países com tradição nas atividades de mineração. Entretanto, ainda são poucos os sistemas legais que fazem semelhante exigência para a avaliação dos impactos socioeconômicos que poderão atingir a área e região, em particular, por ocasião do fechamento definitivo da mina.

Decorre dessa política que, na América Latina e em outras partes do mundo, os impactos ambientais da mineração são hoje mais facilmente detectados e resolvidos pelas empresas que os impactos sociais e econômicos. Em conseqüência, apesar de os padrões técnicos empregados para se avaliar o sucesso de um programa de reabilitação de áreas degradadas pela mineração terem se

aprimorado consideravelmente nos últimos trinta anos, cresceu, também, a hostilidade da sociedade para com estas empresas, materializada no aumento das exigências legais para que os mineradores obtenham as licenças para operação dos empreendimentos mineiros (ROBERTS *et al.*, 2000).

As comunidades que convivem com projetos de mineração estão expostas a diversos tipos de impactos – tanto durante a fase operacional quanto, em particular, durante a fase de fechamento definitivo da mina, destacando-se, entre eles, os impactos ambientais, econômicos e sociais.

A natureza dos impactos e as suas dimensões, em cada caso específico, estarão relacionadas a alguns fatores, tais como o tipo de minério, as características da jazida, o método de lavra adotado, a localização da área (área urbana ou rural), o porte do empreendimento e a vida útil da mina, as características particulares do ecossistema (ecossistemas ambientalmente vulneráveis) e as características socioculturais da comunidade onde o projeto está inserido (comunidades indígenas, povos nativos) (BARRETO, 2000).

4.1. IMPACTO AMBIENTAL DO FECHAMENTO DE MINA

As permanentes e crescentes pressões da sociedade sobre a mineração têm transformado esta indústria numa daquelas mais severamente reguladas, nos países industrializados com tradição na extração de recursos minerais. Essas pressões têm forçado as empresas a incorporarem termos, como capacidade de suporte do meio ambiente e desenvolvimento sustentável, ao seu dia-a-dia, e a desenvolverem políticas que ajustem suas ações à conduta que a sociedade espera de uma empresa comprometida com o bem-estar social.

Tornam-se cada vez mais restritivos os termos e condições que detalham como uma empresa deve proceder para instalar, operar e fechar suas minas, refletindo o aumento de sensibilidade da sociedade acerca dos impactos sociais, econômicos e ambientais da mineração. Pode-se afirmar que as exigências da sociedade para que essa indústria torne-se mais saudável está forçando as empresas a adotarem práticas gerenciais cada vez mais eficazes e seguras, para mitigar os seus impactos sobre o ambiente e sobre todas as formas de vida e valores relacionadas às suas operações. (ROBERTS *et al.*, 2000).

Dentre as fontes de riscos ambientais que têm origem no abandono ou no fechamento inadequado de sítios mineiros, destacam-se (CLAROS, 2000; PIMIENTO, 2000):

- a) descarte indiscriminado de óleos e graxas, dentro e fora das instalações da usina de concentração e oficinas mecânicas;
- b) disposição desordenada e dispersa de todo tipo de resíduos e ou refugos de natureza diversa (metálicos, orgânicos, plásticos e, inclusive, produtos químicos). Esses materiais podem dispersar-se por ação antrópica, aumentando ainda mais seu potencial efeito contaminador;
- c) emissão e sedimentação de poeiras, dando origem a superfícies com grande quantidade de material particulado fino não estabilizado, susceptível de ser carreado pelo vento;
- d) fechamento inapropriado dos acessos às frentes de lavra, permitindo o trânsito de pessoas estranhas em regiões de elevado risco físico de acidentes;
- e) instabilidade de taludes e rampas da cava final, gerando riscos à saúde e segurança humana, como consequência de rupturas ou deterioração em terrenos instáveis ou afetados por processos degenerativos;
- f) fluxos de soluções com potencial para poluir solos e águas, originadas a partir de drenagem ácida de mina ou de drenagem ácida de rocha;
- g) ruptura de barragens de rejeitos, com descarga do material armazenado, causando danos ambientais e à saúde e segurança humana;
- h) ruptura de pilhas de estéril, provocando efeitos semelhantes aos acidentes com barragens de rejeitos;
- i) contaminação das águas e do solo, originada a partir da dispersão de íons de metais pesados no interior do sítio mineiro e região circunvizinha (contaminação por mercúrio e outros metais).
- j) abandono do sítio com a vegetação destruída e alterada, e com os padrões de drenagem natural completamente modificados;
- k) mistura do solo com outros estratos escavados e compactação da superfície do terreno, tornando-o impróprio, por exemplo, para a agricultura;
- l) contaminação dos cursos de água por solo e outros estratos escavados; introdução de modificações no consumo de água em regiões áridas;
- m) redução da produtividade agrícola das regiões circunvizinhas, devido à contaminação das águas para irrigação e deposição de poeiras sobre os vegetais;

- n) danos à saúde humana, originados a partir de doenças, principalmente respiratórias, provocadas por poeiras e partículas geradas durante e após o encerramento das operações de lavra e beneficiamento dos minérios e minerais, ou por exposição à radiação originada da área da mina ou das instalações industriais;
- o) combustão de antigos depósitos de estéril, causando contaminação do ar, riscos à segurança e instabilidade (como acontece nas minas de carvão);
- p) impossibilidade de uso de grandes áreas superficiais para fins agrícola, pastoril e residencial, devido ao risco de abatimento inesperado de antigas aberturas subterrâneas abandonadas;
- q) intoxicações provocadas por gases acumulados em antigas galerias de minas subterrâneas abandonadas.

Um plano exequível de fechamento de mina deverá, portanto e no mínimo, assegurar os padrões de qualidade do ar e da água, a minimização do impacto visual e a proteção dos *habitats* naturais, além de prover procedimentos capazes de assegurar a imediata neutralização da ação de riscos não previstos e nocivos à saúde e segurança de homens e animais – não só durante a fase operacional, mas também após o fechamento completo e seguro do empreendimento mineiro.

4.2. IMPACTO ECONÔMICO DO FECHAMENTO DE MINA

Para a empresa, o advento do fechamento de uma mina representa gastos vultosos, numa fase em que as receitas estão próximas de zero ou já cessaram completamente. Quando a empresa dispõe de um plano de fechamento de mina adequado, elaborado com a devida antecedência e colocado em prática progressivamente durante a fase de produção da mina, o processo encerrar-se-á sem maiores atropelos. Mas, se o evento do fechamento não for planejado ou, se planejado, as ações previstas não forem efetivamente implantadas; se ocorrer a interrupção abrupta da produção como consequência, por exemplo, da falência da empresa, o passivo econômico, social e ambiental deixado como herança, normalmente assume proporções catastróficas, obrigando a sociedade a arcar com todo o ônus da implantação das ações possíveis para mitigar os danos – principalmente, os sociais e os ambientais.

A exigência da apresentação de garantias financeiras que suportem os custos do fechamento da mina, nos termos do plano de fechamento aprovado por ocasião do processo de licenciamento técnico e ambiental, é o instrumento corrente que vem sendo empregado em alguns países, para garantir-se que as áreas impactadas por empreendimentos de mineração serão convenientemente

reabilitadas. Esta é uma forma de obrigar as empresas de mineração a internalizarem todo o custo ambiental decorrente das suas atividades. Também é uma forma de estimular as empresas a buscarem novas técnicas operacionais e gerenciais que minimizem os efeitos e os custos dos impactos negativos potenciais, oriundos da produção e do fechamento de suas minas.

As legislações dos países onde essas garantias são exigidas normalmente admitem a constituição de um ou mais tipos (seguros, fianças, cartas de crédito, cauções e outros), e os critérios acerca do tipo, natureza e condições das garantias são estabelecidos de acordo com as exigências impostas pela legislação de cada país.

O valor da garantia é também um aspecto delicado, pois cada projeto tem as suas especificidades, que resultarão da análise de uma série de fatores, tais como o tipo da jazida e do minério, dimensões das reservas, nível de produção planejado, localização da jazida e vida útil da mina, localização das instalações industriais e tecnologia de beneficiamento adotada, dentre outras variáveis que terão influência sobre os impactos ambientais e socioeconômicos diferenciados (BARRETO, 2000; ROBERTS *et al.*, 2000).

Para o estado e o município, o fechamento da mina representa a cessação do recolhimento de impostos, taxas e royalties, originados diretamente nas empresas de mineração e, indiretamente, nos prestadores de serviços à mineradora; e diminuição na arrecadação dos tributos originados no comércio local, como consequência do empobrecimento da comunidade economicamente dependente do empreendimento mineiro.

Outro impacto econômico do fechamento de uma mina, que freqüentemente recai sobre a administração pública municipal, é a assunção obrigatória de diversos serviços antes oferecidos à comunidade pela empresa de mineração, como transporte, tratamento e abastecimento de água potável, fornecimento de energia elétrica e serviços de saúde e educação, e que passam à responsabilidade da administração municipal, como consequência do fechamento da mina e retirada da empresa de mineração da vida cotidiana da comunidade. Assim, após o fechamento, os governos são obrigados a gastar quantias consideráveis a cada ano, para readaptar a estrutura econômica das antigas cidades mineradoras.

No passado, o papel das empresas e do governo, após o fechamento da mina, estava concentrado em como mitigar a perda de renda dos municípios, os riscos à saúde e segurança pública e os danos ambientais. Porém, a maior pressão da sociedade sobre o governo e as empresas, decorrente da conscientização da primeira quanto aos impactos negativos da mineração

sobre ela, vem ampliando o escopo dessas questões, para incluir entre elas temas como a minimização dos efeitos socioeconômicos do fechamento das minas sobre as comunidades locais.

4.3. IMPACTO SOCIAL DO FECHAMENTO DE MINA

Os impactos sociais do fechamento de mina variam consideravelmente, e os efeitos podem ser observados e analisados nos diferentes níveis da estrutura social, isto é, no indivíduo, na família e na comunidade.

O equacionamento de soluções para esses impactos, assim como o exige a busca de soluções para os outros impactos da mineração, requer a participação de todos os envolvidos, dentro de uma estrutura em que todos possam expressar suas preocupações e interesses, e comunicar sua avaliação relativa de valores sobre os impactos positivos e negativos do projeto.

As soluções das questões relevantes para a indústria, o governo e os interesses comunitários locais, como a perda de renda, a mobilidade de trabalhadores, a necessidade de treinamento para novas funções, a criação de alternativas de trabalho e o bem-estar físico e mental dos empregados e familiares, deverão resultar do consenso de todos os envolvidos no processo de licenciamento, operação e fechamento do empreendimento de mineração.

A adequada avaliação dos impactos do fechamento de uma mina sobre uma comunidade deve incluir um processo de comunicação contínuo entre a empresa, os órgãos governamentais e as pessoas e instituições que serão diretamente afetadas pelo encerramento das operações. Igual consideração deve ser dispensada a todos aqueles que terão sua qualidade de vida indiretamente impactada pelo evento.

A exclusão de qualquer dos atores envolvidos do processo pode tornar o plano de fechamento incapaz de cumprir todos os objetivos colocados para o fechamento da mina, tecnicamente correto, ambientalmente seguro, economicamente exequível e socialmente aceitável.

4.3.1. IMPACTO DO FECHAMENTO DE MINA SOBRE OS INDIVÍDUOS

Os impactos socioeconômicos da dispensa de trabalhadores provocada pelo fechamento de empresas de mineração são sérios e têm sido analisados e documentados por cientistas que se ocupam do estudo do comportamento humano.

O impacto psicológico da perda do emprego freqüentemente conduz a um quadro de aumento da pressão sanguínea e dos níveis de colesterol, aumento do consumo de álcool e drogas, dos casos de violência doméstica e dos pedidos de divórcio. Verifica-se também que, nesses casos, há um aumento do número de suicídios e homicídios, dos quadros de doenças provocadas pelo estresse, bem como o aumento dos atendimentos hospitalares e de saúde mental.

A maioria dos empregados da mineração enfrenta forte barreira cultural para mudar de atividade profissional, e esse fator constitui outra dificuldade para a recolocação do trabalhador demitido no mercado de trabalho. Uma vez desempregados, eles tendem a obter empregos com menor *status* ocupacional e menor salário, com efeitos particularmente desastrosos sobre a auto-estima de cada indivíduo.

Normalmente, a redução do quadro de empregados ocorre de forma gradual e progressiva. Esse fato tem efeito negativo sobre a produtividade daqueles que permanecem na empresa e passam a viver, dia-a-dia, a incerteza da continuidade dos empregos. Acirram-se as diferenças, divisões e rivalidades entre empregados, e os efeitos prejudiciais desse clima organizacional refletem-se nas famílias.

O fechamento da mina tem impactos negativos sobre os empregados, mesmo nos casos em que há a garantia da continuidade dos empregos, mas em outras unidades da mesma empresa.

Nesses casos, o funcionário e seus familiares terão que deixar a comunidade onde vivem e adaptarem-se a outras, muitas vezes com características muito diversas daquelas de onde provêm. O empregado tem que se adaptar à estrutura da nova unidade operacional, onde dificilmente irá exercer as mesmas funções ou trabalhar sob coordenação da mesma gerência operacional direta.

A interrupção da fonte de renda mensal e, muitas vezes, a redução dos serviços de transporte mantidos pela empresa limitam a mobilidade dos trabalhadores para a pesquisa por novos empregos.

4.3.2. IMPACTO DO FECHAMENTO DE MINA SOBRE A FAMÍLIA

O estresse, a baixa auto-estima e os problemas econômicos causados pela perda do emprego têm um forte impacto não só sobre o indivíduo, mas também sobre a família.

Pesquisas sobre os impactos socioeconômicos da perda do emprego em decorrência do fechamento de mina têm demonstrado que os trabalhadores do sexo masculino tendem a descarregar, imediatamente, em suas famílias, toda a decepção advinda da perda da atividade profissional.

Esse fato, combinado à tendência para o aumento do consumo de álcool e uso de drogas, induz a que os maridos abusem – física e mentalmente, com maior frequência – de suas esposas e filhos.

A súbita baixa auto-estima tem conduzido muitos homens desempregados a problemas físicos e ou mentais e emocionais. Nesses casos, a responsabilidade pela manutenção da casa e dos padrões sociais e econômicos da família fica, exclusivamente, a cargo da mulher.

Entretanto, o que as pesquisas têm demonstrado é que, diante da deterioração do *status* socioeconômico do marido, a mulher tende a responder deixando seu emprego ou adiando o retorno para o mercado de trabalho. E essa escolha pode agravar a já abalada saúde financeira e emocional da família, culminando na desagregação do núcleo familiar, na fase mais crítica do processo de deterioração.

As empresas de mineração instaladas em regiões remotas costumam colocar à disposição de seus empregados uma gama de benefícios, como parte do denominado programa de benefícios sociais. Dentro desses pacotes, normalmente os empregados e seus familiares têm acesso à aquisição de produtos com preços subsidiados, são providos com escolas, clubes recreativos, hospitais, serviços médicos e odontológicos, distribuição de medicamentos, serviços de transporte gratuitos e outros elementos da infra-estrutura econômica e social.

Com o advento do desemprego, dá-se a perda de todos esses benefícios, e a família tem afetada sua mobilidade para a busca de novo emprego, bem como para prover o abastecimento e suprimento de bens para a casa, nos mercados locais e regionais, com implicações para a nutrição dos seus membros, principalmente para a saúde e desenvolvimento das crianças (ROBERTS *et al.*, 2000; WARHURST *et al.*, 2000).

Quando o empregado é transferido para outras unidades da empresa, ocorre ruptura dos vínculos familiares com os parentes, dos vínculos sociais com os vizinhos e amigos, os colegas de escola e outros membros do meio em que a família estava inserida. Interrompem-se, abruptamente, os vínculos culturais com a comunidade de onde, muitas vezes, os membros da família nunca se afastaram.

Todos esses fatores, aliados à incerteza e à insegurança de se dirigirem a um ambiente novo e desconhecido, são causas de estresse e outros distúrbios que impactam as famílias nessa fase de transição.

4.3.3. IMPACTO DO FECHAMENTO DE MINA SOBRE A COMUNIDADE

Nem sempre é pacífica a convivência entre a mineração e as comunidades onde ela se instala. Quase sempre, os membros dessas comunidades consideram que as atividades da mineração contaminam o solo, reduzem as terras originariamente usadas nas atividades agropecuárias, expropriam terras agricultáveis, contaminam o ar e as águas, e dão origem a riscos à saúde e à segurança de homens e animais (MUÑOZ, 2000). Vêm, enfim, a mineração como agente responsável por graves impactos sobre os seus principais recursos naturais comunitários e sobre a sua estrutura socioeconômica e cultural.

Quando implantada de forma desorganizada e clandestina, em vez de tornar-se agente do desenvolvimento social e econômico, a mineração transforma-se em agente de empobrecimento da comunidade, conduzindo à gradativa e contínua deterioração das condições econômicas, sociais e ambientais do meio onde se instala.

Esses impactos negativos persistem e tendem a se agravar, quando as antigas áreas mineradas são abandonadas, sem nenhuma preocupação com os danos ambientais causados por anos de atividades ambiciosas.

A comunidade, como aqui considerada, é constituída pelos funcionários da empresa de mineração e seus familiares e por toda a infra-estrutura social – pré-existente ou que se forma na região circunvizinha à mina, após a instalação do projeto de mineração.

O público externo às atividades da mina é igualmente afetado – tanto pelos impactos positivos, quanto pelos impactos negativos –, e precisa ser considerado no planejamento das operações e do futuro fechamento da mina.

Os impactos potenciais do fechamento de mina sobre uma comunidade variam consideravelmente, dependendo do número de empregos que deixarão de existir em relação ao porte da comunidade afetada, sua composição social e seus níveis internos de coesão.

O desemprego é um dos principais impactos negativos decorrentes do fechamento, afetando não apenas o indivíduo e a família, mas tendo um efeito muito significativo sobre a coesão da comunidade, ao provocar a segregação entre os empregados e seus familiares e os desempregados e suas respectivas famílias.

Os efeitos do fechamento da mina ou da redução drástica do quadro de funcionários sobre a demanda pela mão-de-obra flutuante serão tanto maiores, quanto maior for o grau de dependência da comunidade local em relação às atividades da mina.

Nas regiões onde as atividades mineiras são isoladas, mas fortemente integradas à comunidade e ao governo local, através do pagamento de tributos, da provisão de facilidades ou do favorecimento à circulação econômica, a partir da sua contribuição para assimilar a demanda por empregos, o fechamento da mina e o desemprego podem ter um efeito potencial devastador sobre a comunidade local. Quando a influência econômica e social da mina extrapola os limites da comunidade local, os efeitos do fechamento tendem a assumir caráter regional.

A vida útil prevista para o empreendimento mineiro é outro fator que influenciará o grau e a magnitude dos problemas socioeconômicos decorrentes do fechamento de uma mina. Os trabalhadores que reconhecem a natureza temporária do seu trabalho, normalmente tendem a estabelecer vínculos mais fracos e instáveis com a comunidade situada no entorno da mina. Nas comunidades que têm se envolvido há gerações com as atividades de mineração, é muito forte o grau de dependência destas em relação àquela, e as diversificações de oportunidades de trabalho são limitadas. Os vínculos entre comunidade e empresa de mineração são muito mais fortes e, conseqüentemente, são maiores as probabilidades de que estas comunidades enfrentem sérios problemas sociais e econômicos, por ocasião do fechamento da mina.

Em alguns casos, as divergências entre empresa de mineração e comunidade, ou entre os empregados da mineradora e os membros da comunidade local, têm origem no período produtivo da mina, e tornam-se mais intensos com o advento do fechamento. Assim, as questões relativas aos impactos socioeconômicos do fechamento sobre a comunidade têm amplas implicações para o planejamento das políticas destinadas a assistir às comunidades, locais ou regionais, na busca de alternativas que as auxiliem na superação das conseqüências do desfecho deste evento inevitável.

Excetuados os traumas pessoais e familiares, muitos dos problemas que estão associados com o fechamento definitivo das minas e comunidades mineiras podem ser prevenidos ou minimizados, através do planejamento e gerenciamento competentes. Esses processos exigem que as comunidades envolvidas, os órgãos governamentais e as empresas de mineração sejam capazes de reforçar a infra-estrutura do ambiente social e econômico, através de amplos e contínuos programas de apoio às comunidades, durante toda a vida produtiva da mina, com maior ênfase no início e ao longo de todo o processo de fechamento.

As comunidades afetadas por esses processos, em função das suas diversidades, não podem ser tratadas como um caso genérico ou como um grupo social homogêneo. Cada uma tem características (população; qualificação da mão-de-obra; extensão da oferta de empregos; capacidade para gerar oportunidades alternativas de trabalho na agricultura, manufatura e serviços; extensão da oferta de empregos no setor público e outras) distintas, sua própria história e cultura. Essas diversidades devem constituir o ponto de partida para a elaboração, proposição e desenvolvimento das políticas comunitárias, municipais, estaduais, da União e das empresas de mineração, destinadas a prevenir e ou mitigar os impactos sociais e econômicos do fechamento das minas (ROBERTS *et al.*, 2000; WARHURST, 2000).

Algumas questões de natureza ética, técnica, econômica e social deverão balizar o planejamento e o gerenciamento dos processos de implantação, operação e fechamento dos empreendimentos de mineração (ROBERTS *et al.*, 2000; NYAMEKYE, 2000):

- 1) as atividades de mineração trazem benefícios e desvantagens para as comunidades instaladas no seu entorno;
- 2) a Ética exige que a empresa de mineração identifique a natureza e a extensão de suas obrigações para com os membros dessas comunidades;
- 3) a empresa de mineração deve responder aos anseios dos interessados em cinco questões principais:
 - a) a implantação do projeto de mineração exige a participação voluntária de muitos indivíduos diferentes. Essa participação voluntária deve ser uma escolha consciente;
 - b) a empresa é, eticamente, obrigada a revelar qualquer informação que possa afetar as decisões dos interessados relacionados ao projeto;
 - c) a empresa deve identificar todos os interessados involuntários nas suas atividades, e determinar a extensão do impacto da instalação da mina sobre a qualidade de vida deles;

- d) a Ética exige que a empresa comprometa-se a distribuir satisfatoriamente, entre todos os interessados, os custos e benefícios que o empreendimento vai gerar para a comunidade; e
 - e) uma empresa ética tem a obrigação de evitar a prática de ações que causem danos aos interessados (internos e externos).
- 4) o planejamento do projeto deve fundamentar-se sobre a definição confiável e o monitoramento e reavaliação constantes das reservas minerais da mina;
- 5) a empresa de mineração deve:
- a) contribuir para a implantação de outras indústrias similares, na comunidade mineira, que possam suportar as atividades socioeconômicas desta, após a exaustão da mina;
 - b) incorporar às suas atividades principais, a adoção e a prática de programas integrados de mitigação dos impactos sociais;
 - c) estabelecer um fundo para financiar a implantação de novas atividades econômicas e de outras alternativas de sustentabilidade na comunidade, bem como para viabilizar a implantação das ações mitigadoras dos impactos sociais, por ocasião do fechamento; e
 - d) oferecer garantias financeiras que suportem o fechamento seguro do empreendimento mineiro, conforme proposto e aprovado por ocasião do seu licenciamento técnico e ambiental.

4.3.4. AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOCIAL DE PROJETO DE MINERAÇÃO

A identificação de todos os impactos – potenciais e previsíveis – do projeto de mineração deve começar a ocorrer na fase de avaliação da sua exequibilidade técnica, ambiental e econômica. As informações obtidas através dessa avaliação permitirão a seleção das ações preventivas, corretivas e mitigadoras necessárias ao gerenciamento da operação da mina e instalações, e fundamentarão a elaboração do plano de fechamento futuro do empreendimento.

A inclusão da variável social na análise da exequibilidade do projeto de mineração trouxe a necessidade do desenvolvimento de uma nova ferramenta, que permitisse identificar as conseqüências, no futuro, das ações correntes ou propostas no projeto de mineração, sobre os indivíduos, organizações e macrossistemas sociais que com ele se inter-relacionam.

A ferramenta especificamente desenvolvida para facilitar este processo é a Avaliação de Impacto Social (AIS). Ela permite prover medidas na direção de: 1) identificação e compreensão dos prováveis impactos advindos da mudança na estrutura social da comunidade; 2) previsão e

mitigação dos prováveis impactos advindos da mudança de estratégias ou desenvolvimento dos projetos que serão implantados; 3) desenvolvimento de programas adequados de monitoramento para identificar e gerenciar impactos sociais não previstos, que poderão se desenvolver como resultado de mudanças sociais.

A prática da Análise de Impacto Social (AIS) vem se generalizando dentro da indústria de mineração, e já é uma exigência de muitas legislações ambientais e agências multilaterais e bilaterais.

O processo exige, basicamente, a elaboração de uma matriz, relatando as variáveis da avaliação dos impactos sociais nas diferentes fases da vida do empreendimento: na exploração, na implantação e operação, no fechamento e no pós-fechamento (WARHURST *et al.*, 2000).

A caracterização social e cultural de uma comunidade requer que se conheça, avalie e se compare a sua situação antes da implantação do projeto, com aquela verificada em cada uma das fases anteriormente citadas.

Assim, a Avaliação de Impacto Social deverá considerar uma ampla gama de variáveis, através da execução de uma série de procedimentos previamente estabelecidos pela metodologia adotada, abrangendo:

A) AVALIAÇÃO HISTÓRICA LOCAL E REGIONAL

- A.1) **objetivo:** levantar as características históricas da comunidade, inclusive suas antigas experiências com a mineração, e projetar a influência da implantação do projeto sobre ela.
- A.2) **procedimentos:** determinar as tendências de desenvolvimento – locais e regionais – antes da implantação; e compará-las com as expectativas de desenvolvimento, após o início de operação; situar a mineração no processo de desenvolvimento da área e região; avaliar as trocas sociais e culturais que ocorrerão no futuro.

B) AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA

- B.1) **objetivo:** identificar a população por idade e sexo; avaliar a maturidade educacional, ocupacional, social, cultural e econômica da comunidade.

B.2) **procedimentos:** caracterizar a localização da comunidade diretamente afetada, em relação a outros assentamentos humanos e em relação à área do projeto; determinar a densidade e a taxa de crescimento populacional, considerando a migração de indivíduos que será induzida pela atividade de mineração; estabelecer o nível educacional da população e a capacitação da mão-de-obra para o trabalho na mineração; identificar os tipos e as causas de enfermidades, as causas de mortes, o número e as razões das internações hospitalares; determinar as atividades ocupacionais da população antes da implantação do projeto; cruzar as informações obtidas na fase anterior ao projeto com os indicadores econômicos e sociais verificados ao longo da vida da mina.

C) AVALIAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DISPONÍVEL

C.1) **objetivo:** monitorar o impacto da implantação do projeto sobre a infra-estrutura educacional, cultural e social, originariamente existente na comunidade; projetar a capacitação da mão-de-obra necessária ao projeto; promover o bem-estar físico e mental dos funcionários e familiares; prevenir choques culturais entre funcionários que migram e comunidade local; avaliar o impacto social do projeto para a comunidade.

C.2) **procedimentos:** promover o levantamento das escolas primárias e secundárias, das universidades, casas de cultura, teatros e cinemas; dos postos de saúde, hospitais e dos profissionais de saúde que atuam na comunidade, antes da instalação do projeto. Avaliar os recursos materiais e tecnológicos da infra-estrutura existente.

D) AVALIAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES COMUNITÁRIAS E DOS PROCESSOS PARTICIPATIVOS

D.1) **objetivo:** identificar e caracterizar os diferentes grupos envolvidos no projeto de mineração; identificar as lideranças comunitárias e avaliar a influência de cada uma sobre a comunidade; planejar o processo de comunicação com os grupos identificados, em particular, e com a comunidade, como um todo; avaliar o grau de interação da comunidade com as atividades de mineração; identificar a origem e as causas de conflitos internos; avaliar as experiências anteriores da comunidade com a mineração;

planejar as ações técnicas, econômicas e sociais, bem como o processo de comunicação da empresa com seu público interno e externo.

D.2) **procedimentos:** cadastrar as associações comunitárias, os clubes de serviço, as organizações governamentais e não-governamentais e as comunidades étnicas especiais, presentes na área e no seu entorno; identificar e analisar as experiências da comunidade com outros processos participativos, ocorridos no passado; avaliar a interação da comunidade com as suas associações, com os responsáveis pela administração municipal e com a empresa de mineração responsável pelo projeto.

E) ANÁLISE DOS ATORES ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E FECHAMENTO DO EMPREENDIMENTO MINEIRO

E.1) **objetivo:** identificar toda a diversidade de atores envolvidos nas diferentes fases do projeto de mineração; definir os tipos e a intensidade dos impactos sobre cada grupo; planejar as ações preventivas, corretivas e ou mitigadoras a ser implantadas em cada fase; levantar informações que subsidiem a elaboração do plano de fechamento.

E.2) **procedimentos:** identificar todos os atores, distintos das organizações locais, presentes antes do início das operações; definir a posição e o papel de cada um na estrutura social da comunidade; identificar os novos atores que se instalam no processo, a partir do início da produção; estabelecer a relação desses novos agentes com os anteriores à lavra e com as organizações locais; definir aqueles que permanecerão e os que sairão, após o fechamento da mina, bem como o papel de cada um na comunidade e no processo de fechamento.

F) AVALIAÇÃO DOS CONFLITOS

F.1) **objetivo:** fundamentar o planejamento de ações preventivas, corretivas e ou mitigadoras, para solucionar os conflitos existentes e potenciais; balizar o planejamento da implantação, operação e fechamento do empreendimento mineiro, através de

procedimentos tecnicamente corretos, ambientalmente seguros, economicamente exequíveis e socialmente aceitáveis.

- F.2) **procedimentos:** identificar e avaliar os conflitos entre empresa e comunidade, ou entre empregados daquela e membros dessa, em todas as fases do projeto de mineração; programar ações capazes de evitá-los, eliminá-los ou mitigá-los; planejar o processo de monitoramento do desenvolvimento desses conflitos e da implantação das soluções adequadas; estabelecer correlações e articulações entre os conflitos decorrentes do relacionamento entre empresa de mineração e comunidade e outros conflitos existentes na área e na região (conflitos armados, luta pela posse da terra, exploração de outros recursos naturais).

G) AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS CULTURAIS

- G.1) **objetivo:** contribuir para a preservação dos valores culturais, históricos e patrimoniais da comunidade local; monitorar as modificações ocorridas nestes valores durante a vida do empreendimento; auxiliar no planejamento de ações que garantam a continuidade econômica, histórica, cultural e social da comunidade, após o fechamento da mina.

- G.2) **procedimentos:** avaliar em que medida os valores tradicionais têm sido influenciados pela implantação do projeto de mineração; identificar a natureza das mudanças ocorridas; avaliar o sentimento de integração dos indivíduos na comunidade, especialmente da população migrante; identificar, avaliar e monitorar as alterações ocorridas nos patrimônios cultural, histórico, arqueológico, arquitetônico, ambiental e paisagístico da comunidade, as conseqüências destas afetações, e propor ações que eliminem ou minimizem esses impactos.

A Avaliação de Impacto Social é mais uma ferramenta colocada à disposição dos tomadores de decisões, para auxiliá-los na identificação de soluções efetivas para questões como: a) quais são os mecanismos capazes de impulsionar a formação de parcerias entre a indústria, o governo e as comunidades envolvidas, com o propósito de facilitar uma distribuição mais eqüitativa dos benefícios e dos custos da mineração?; b) como formular estratégias de desenvolvimento que, no longo prazo, irão promover o

bem-estar socioeconômico e tornar ecologicamente sustentável uma comunidade? (ROBERTS *et al.*, 2000).

4.3.5. AÇÕES MITIGADORAS DOS IMPACTOS SOCIAIS DO FECHAMENTO DE MINA

O planejamento do descomissionamento da mina para o fechamento deve acontecer mesmo antes do início da operação. Dentro desse processo de planejamento, um dos primeiros cuidados deve ser evitar o estabelecimento de comunidades no entorno da mina, baseadas exclusivamente na exploração de recursos naturais não-renováveis, na prática de atividades de mineração clandestinas e de atividades sociais escusas, como a prostituição.

As políticas sociais da empresa e do governo municipal terão importante influência no processo de fechamento. As primeiras podem auxiliar os empregados a lidar com questões como a aquisição de casa própria (favorecendo a aquisição), mobilidade para conseguir um novo emprego, desenvolvimento de novas atividades de iniciativa própria, preparação e treinamento de mão-de-obra e outras ações que favoreçam o desenvolvimento e a diversidade econômica e social da comunidade. O poder municipal pode atuar oferecendo incentivos que atraiam novas empresas para o município, atuando em parceria com a empresa de mineração para a instalação de centros de formação e treinamento de mão-de-obra, coibindo a ocupação desordenada de áreas desativadas por projetos de mineração, atuando na coordenação do uso e ocupação do solo de antigas áreas mineradas, e mediando conflitos desencadeados entre pequenos empreendimentos de mineração e comunidades agrícolas, em áreas próximas aos centros urbanos, por exemplo.

Empresas de mineração, grupos organizados da comunidade e empresas que têm outras atividades econômicas, distintas da mineração, podem, em conjunto, planejar futuras utilizações para as áreas anteriormente ocupadas pelo projeto, com resultados criativos e interessantes para a comunidade. A mina pode transformar-se em área para a prática de esportes e lazer ou sítio de atração turística; destinar-se à instalação de centros de saúde e reabilitação, clubes de pesca e fazendas para criação de animais; recepcionar o estabelecimento de centros comerciais e ou residenciais; ou tornar-se fonte para abastecimento urbano de água, dentre as muitas alternativas de uso.

Além das medidas para mitigar os impactos socioeconômicos do fechamento, que podem e devem ser adotadas antes e durante a operação da mina, outras necessitarão ser implantadas, quando o fechamento tornar-se acontecimento iminente. São ações que incluem o oferecimento,

por parte da empresa, de um pacote adequado de benefícios sociais e financeiros, para assistir os empregados e seus familiares no processo de recolocação, e compensá-los por futuras perdas de rendas; aconselhamento profissional para superar o estresse psicológico do desligamento e a assunção do estado de desempregado; treinamento dos empregados envolvidos diretamente nas operações de lavra e beneficiamento, para capacitá-los para o exercício de outras funções e atividades, melhorando suas oportunidades de emprego em outras empresas; e contratação de empresa de consultoria, para auxiliar no processo de recolocação dos empregados desligados.

Complementando o pacote de mitigação dos impactos sociais do fechamento da mina, a empresa poderá oferecer suporte financeiro e administrativo para facilitar as pesquisas e cobrir as despesas com a busca por nova colocação profissional, elaborar com antecedência a relação dos empregados que serão colocados em disponibilidade e inventariar os prováveis empregadores que poderão absorvê-los, levantar informações sobre custos e padrão de vida em outras regiões para onde parte de seus funcionários será transferida, e oferecer-lhes treinamentos específicos para que adquiram as habilidades necessárias ao desempenho das novas funções, em empresas do próprio grupo ou em outras indústrias (ROBERTS *et al.*, 2000; WARHURST *et al.*, 2000).

Embora seja um processo traumático, o fechamento de uma mina pode ser planejado com antecedência e ser adequadamente gerenciado – inclusive nos seus aspectos sociais –, através da prática de ações técnicas e administrativas eficientes e específicas, e da adoção de estruturas legais e fiscais apropriadas.

CAPÍTULO 5. FECHAMENTO DE MINA NA LEGISLAÇÃO DE ALGUNS PAÍSES SELECIONADOS

A mineração tem sido fonte de riqueza para os principais países industrializados do mundo. Mas tem, também, deixado um legado de acidentes ambientais que põem em risco a capacidade de recomposição e produção do meio ambiente, exigindo a aplicação de imensas parcelas de capital nas operações de limpeza e minimização dos impactos provocados por atividades conduzidas sem nenhuma preocupação com os valores ambientais.

Os grandes acidentes ambientais e o crescimento da consciência de que a capacidade de recuperação do meio ambiente estava seriamente comprometida conduziram os principais países industrializados, em termos mundiais, a efetivamente iniciar a estruturação de seus sistemas de leis e regulamentos para a conservação e recuperação ambientais, responsáveis pelas importantes mudanças que têm marcado a condução das operações de mineração desde a década de 1970.

A evolução das práticas de fechamento de mina nos países grandes produtores de recursos minerais, como Estados Unidos, Austrália e Canadá, teve início paralelamente ao crescimento dessa consciência da necessidade de preservação do meio ambiente, como condição para a continuidade da vida, não só nos grandes núcleos urbanos, mas também nas ainda imensas áreas rurais. Assim, em muitos deles, os sistemas técnicos e legais que regulamentam o fechamento de mina têm sido incorporados, com maior ou menor grau de exigências, ao ciclo de vida de todos os projetos de mineração.

Neste Capítulo, faz-se a revisão dos principais aspectos da regulamentação que rege o fechamento de mina nos Estados Unidos – com ênfase no Estado do Colorado; na Austrália – com ênfase no Estado de Queensland; e no Canadá – com ênfase nas províncias de Ontario e British Columbia.

São países que há anos vêm estruturando e aprimorando suas legislações e regulamentos sobre o assunto, e têm grande experiência na abordagem das questões técnicas e na aplicação dos sistemas legais.

Os sistemas legais analisados incorporam três princípios básicos, encontrados nas legislações de quase todos os países que se preocupam com a adoção de políticas de proteção e preservação ambientais: a) as empresas de mineração que provocam danos ambientais devem ser responsáveis por todos os custos de limpeza necessários para saná-los; b) caracteriza imprudência

proceder-se à implantação e desenvolvimento de um projeto de mineração, antes que se tenha analisado todas as conseqüências que poderão advir da sua operação; e c) o aproveitamento dos recursos naturais deve reger-se pelo princípio do desenvolvimento sustentável, isto é, os retornos econômicos e sociais, advindos do aproveitamento dos recursos minerais, devem ser acompanhados da maximização da proteção dos recursos ambientais.

Nos Estados Unidos, mineração e fechamento de mina são assuntos regidos por ampla variedade de leis e regulamentos, tanto federais quanto estaduais.

O Bureau of Land Management cuida da regulamentação das atividades de mineração nas terras federais. Na maioria dos Estados, o assunto é regido pelo *Mined Land Reclamation Act* ou outros institutos legais similares.

A imposição de exigências para o fechamento de minas nos Estados Unidos teve início com a promulgação do Surface Mining Control and Reclamation Act of 1977 (SMCRA), que rege a mineração de carvão a céu aberto, a partir de 1978.

A mineração de carvão é regida por leis federais, enquanto que as minas metálicas estão sujeitas às leis estaduais. Entretanto, desde os problemas ambientais associados com a mina de ouro de Summitville, no Estado do Colorado, ocorridos na década de 1990, tem-se proposto a promulgação de uma legislação nacional para a recuperação das minas metálicas.

A questão está em discussão no congresso americano. Por outro lado, os principais estados americanos com tradição na mineração e que ainda adotam leis de recuperação consideradas deficientes, estão em processo de elaboração e aprovação de leis mais severas.

Os processos de licenciamento de novos projetos de mineração exigem que os titulares apresentem às agências estaduais, um plano para o fechamento da futura mina. Os operadores ou titulares das minas em operação quando a lei entrou em vigor, estão obrigados a elaborar seus planos de fechamento e submetê-los ao processo de aprovação, nos prazos estipulados pelas agências, com base no texto da lei.

O principal objetivo de muitas das agências é prevenir a degradação desnecessária e excessiva da terra e garantir a estabilidade química de longo prazo de todas as unidades que compõem o empreendimento mineiro, especialmente pilhas de lixiviação, poços de acesso, lagos e barragens de rejeitos (JONES, 1996; LIMA, 2002).

A legislação do Canadá exige o planejamento dos trabalhos técnicos de reabilitação, descomissionamento, manutenção e monitoramento ambiental da propriedade mineira, no pós-fechamento, antes da implantação e operação da mina. A aprovação do planejamento e o acompanhamento da implantação desses programas são da competência das agências de cada província ou território. As exigências específicas variam com a jurisdição que se aplica à região onde a mina está localizada.

Geralmente, as exigências e condições impostas ao fechamento são formalizadas por ocasião do processo de licenciamento da operação e recuperação – antes da implantação e desenvolvimento da mina –, podendo integrar o processo de avaliação de impacto ambiental (DORAN & MCINTOSH, 1995; BORAUSSA, 1996; COWAN, 1996; DAIGNEAULT & ROSENSTEIN, 1996; LIMA, 2002).

O desenvolvimento das práticas de fechamento de mina na Austrália ocorreu a partir da década de 1970, paralelamente ao crescimento das preocupações com a necessidade de pôr em prática políticas que resguardassem as condições ambientais existente nas propriedades, antes da implantação das atividades de mineração (FARRELL, 1993; LIMA, 2002).

A legislação relativa ao fechamento de mina na Austrália está estruturada no âmbito dos estados e territórios. No nível federal, existem apenas diretrizes colocadas para os casos específicos de fechamento de minas de minérios radioativos.

O órgão encarregado da regulamentação da mineração é o responsável pela coordenação do processo de fechamento. Costumeiramente, o processo envolve consultas às empresas de mineração, a outras agências, autoridades e conselhos locais.

A segurança é o principal elemento considerado nos processos de fechamento instituídos pelos *Mining Acts*, em todos os estados e territórios australianos.

O amplo poder dado aos ministros responsáveis pela mineração é feição comum da legislação australiana. Muitas vezes, eles são investidos de autoridade para impor condições de reabilitação, específicas, particulares, nas licenças de operação de determinadas minas (FARRELL, 1993; CLARK, 2000; LIMA, 2002).

As questões inerentes ao fechamento de mina nesses países, tais como os mecanismos legais e de regulamentação, os processos de licenciamento e de revisão das licenças, os sistemas de garantias financeiras, os critérios de fechamento adotados e a definição das responsabilidades

– na fase de produção, durante e após o processo de fechamento – constituem o conteúdo dos tópicos seguintes deste Capítulo.

5.1. FECHAMENTO DE MINA NOS ESTADOS UNIDOS

No sistema legislativo federal americano, o fechamento de mina para a denominada *Hard Rock Mining* (que inclui as minas metálicas e de outros recursos minerais, excluídos o petróleo, gás e carvão) é competência de cada estado, sendo complexa e muito heterogênea a experiência de cada um deles na estruturação legal da questão.

Alguns programas foram implantados há duas décadas ou um pouco mais, dispendo de corpo técnico experiente, razoável nível de recursos financeiros e significativa experiência prática com as nuances do planejamento do fechamento de mina. Outros estados apenas recentemente adotaram programas de fechamento, e encontram-se na fase de estruturação e institucionalização de seus sistemas de normas reguladoras.

Embora existam muitos e diferentes sistemas de fechamento de mina nos Estados Unidos, todos ou virtualmente todos, partilham de alguns conceitos básicos. A instalação e operação de novos projetos de mineração não serão autorizadas sem que o (s) proponente (s) do projeto submetam (submetam) à aprovação um plano de recuperação que demonstre, dentro dos conceitos da engenharia, a configuração final dos sítios, quando cessarem as operações de lavra; identifique os prováveis impactos potenciais da mina; e proponha medidas específicas para mitigá-los. Os projetos que estavam em operação à época em que a lei entrou em vigor, em geral são requeridos a apresentar seus planos de recuperação e fechamento, dentro dos prazos estipulados pelo órgão governamental.

Cada agência desenvolve seus próprios padrões técnicos para orientar a elaboração desses planos, baseados em sua experiência e nas condições particulares de clima, geografia e tipos de minas existentes em cada região. Os padrões, quase sempre, têm um caráter geral, em razão das grandes diferenças regionais e da multiplicidade de tipos e dimensões das operações mineiras existentes no País. Entretanto, servem para transmitir aos titulares e operadores de minas alguns objetivos gerais que deverão, obrigatoriamente, ser atingidos; contribuem para o aprimoramento das práticas adotadas, distinguindo aquelas que têm se demonstrado funcionais daquelas comprovadamente ineficazes; e auxiliam na tarefa de estabelecer alguns limites ao poder discricionário da administração.

A concessão da licença está condicionada, dentre outros requisitos, à revisão técnica e legal do plano proposto e à comprovação da sua conformidade com as exigências técnicas e com os padrões legais vigentes no estado.

A participação pública no processo de licenciamento está prevista em quase todos os sistemas de regulamentação. O requerente é obrigado a promover a divulgação pública do projeto que pretende licenciar, abrindo oportunidade para que o plano seja discutido, revisto e aprimorado. Frequentemente, convocam-se audiências públicas para a apresentação e discussão do projeto. Esta oportunidade, entretanto, não se destina à discussão e contestação, pelo público, sobre o uso da terra ou da propriedade mineira, após o fechamento da mina. As questões discutidas limitam-se aos aspectos relacionados à conformidade do plano com os padrões técnicos e preceitos legais, e à efetiva capacidade das medidas propostas para que sejam alcançadas as condições pós-mineração almejadas no plano de recuperação.

Todos os sistemas legais, reconhecendo que a mineração é um processo dinâmico, que a vida útil de algumas minas pode atingir muitas dezenas de anos, e que inevitavelmente ocorrerão mudanças operacionais durante a fase produtiva, proporcionam um processo flexível para permitir a revisão do plano de fechamento e a conseqüente emenda da licença de recuperação, de modo a mantê-la sempre atualizada e adaptada à realidade operacional da mina.

Quase todos os sistemas exigem que os titulares ou operadores das minas coloquem à disposição do Estado alguma forma de garantia financeira. Não se trata de uma garantia para suportar toda e qualquer obrigação em que a empresa de mineração possa incorrer, mas simplesmente uma segurança de que as ações do minerador manterão estrita conformidade com os planos de recuperação e fechamento propostos e aprovados. A maioria dos estados adota como prática a correção periódica do montante da garantia, de modo que ela reflita a quantidade de trabalho pendente de execução e mantenha-se atualizada, frente ao processo inflacionário do país.

A agência responsável deve ser comunicada, quando a empresa acredita ter completado a recuperação do sítio, nos termos do plano de fechamento aprovado. A agência, por seu lado, deve atestar a rigorosa e íntegra execução desse plano. A declaração favorável da agência reguladora qualifica o operador para requerer a liberação da garantia financeira remanescente e o desobriga de responsabilidades adicionais, com relação ao sítio recuperado.

Os relatórios constituem o principal meio para que a empresa de mineração comunique aos órgãos estaduais as atividades de recuperação que foram concluídas, aquelas que estão em implantação e, ao final, a conclusão do plano de recuperação.

Cada estado tem autonomia para definir a regularidade da apresentação dos relatórios. A maioria deles estabelece a periodicidade anual.

Os relatórios periódicos são suplementados por inspeções periódicas do sítio mineiro, executadas pela equipe técnica da agência oficial. Muitas vezes, a equipe de inspeção é integrada, também, por inspetores federais e por representantes das partes afetadas pelo projeto de mineração.

A empresa de mineração, dentro do plano de recuperação, deve apresentar um plano de manutenção e monitoramento da propriedade mineira, após o fechamento, para garantir que os critérios de fechamento foram alcançados e que os resultados tornaram-se perenes. Não há consenso entre os estados, comunidades e empresas de mineração, quanto ao tempo durante o qual esses programas deverão ser aplicados, para se garantir a estabilidade e a auto-sustentabilidade do sítio. Também não há consenso sobre quem será responsável pela condução dos programas, nos casos em que a previsão é que sejam aplicados por várias décadas.

5.1.1. SISTEMA LEGAL AMERICANO PARA A RECUPERAÇÃO E FECHAMENTO DE MINA

Desde a década de 1970, a legislação americana, nos níveis federal e estadual, vem dedicando especial atenção aos impactos da mineração sobre o meio ambiente. O reflexo desta preocupação é a existência de vários instrumentos legais destinados à regulamentação de tais questões, destacando-se dentre eles: a) o National Environmental Policy Act of 1969 (NEPA); b) o Clean Air Act of 1970; c) o Clean Water Act of 1972 (CWA); d) o Federal Land Use Policy and Management Act of 1976; e) o Surface Mining Control and Reclamation Act of 1977; f) o Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act of 1980 (CERCLA ou Superfund); e g) o Superfund Amendments and Reauthorisation Act of 1986 (SARA) (BIGGS, 1990; LIMA, 2002).

A multiplicidade de licenças e permissões necessárias para se pôr em operação um projeto de mineração é uma característica geral da regulamentação ambiental americana. Entretanto, em alguns estados e para certos tipos de minas, não há abordagem regulamentar específica para a

recuperação e, conseqüentemente, para o fechamento. Assim, o Surface Mining Control and Reclamation Act of 1977 (SMCRA) estabelece as exigências para a recuperação de todas as minas de carvão a céu aberto que entraram em operação depois de 1978. Mas não há um código semelhante, a nível federal, que regulamente a recuperação das minas metálicas em terras federais.

O Department of Interior's Bureau of Land Management (BLM) é o gerente da maior parte das terras públicas dos Estados Unidos. A autoridade governamental para regular o impacto ambiental da mineração nas terras sob a administração do Bureau of Land Management é proveniente do Federal Land Policy and Management Act of 1976 (FLPMA). Nos termos do FLPMA, a Secretary of the Interior é encarregada de adotar qualquer ação necessária prescrita pela regulamentação ou, não havendo uma prescrição específica, prevenir a degradação desnecessária ou excessiva das terras federais.

Embora a maior parte das leis ambientais e regulamentos que afetam a mineração americana tenham sido promulgados a partir da década de 1970, ainda é a Mining Law of 1872 que governa a mineração de metais e outros recursos naturais, excetuados os combustíveis (carvão, óleo e gás) e o fosfato, que foram retirados da sua jurisdição no início do século XX.

O governo americano possui cerca de 662 milhões de acres de terras públicas, 29% da terra localizada na zona rural – a grande parte delas localizadas no Oeste americano. E a Mining Law of 1872 estabelece a mineração como um uso preferencial das terras públicas, indiferentemente de outros usos ou recursos concorrentes, ou da sensibilidade ambiental da área.

A lei Mineira de 1872 – um estatuto antigo – não contempla provisões destinadas à proteção ambiental ou exigências que obriguem à recuperação das áreas perturbadas pelas atividades de mineração. Esses aspectos também estão ausentes das fracas normas reguladoras contidas na *Seção 3809* do Code of Federal Regulations, adotado em 1977 (LIMA, 2002).

Conseqüentemente, nos termos destes estatutos legais, o governo federal tem autoridade limitada para prevenir ou controlar os impactos ambientais adversos, oriundos da denominada *Hard Rock Mining*. Mas o poder federal americano dispõe de outros instrumentos que lhe conferem autoridade para agir nesses casos, como o Clean Air Act, o Clean Water Act, o Resource Conservation and Reclamation Act (RCRA) e o Federal Land Policy and Management Act (FLPMA) (MPC, 1993; LIMA, 2002).

O sistema americano de recuperação de áreas impactadas por atividades de mineração tem suas origens na experiência de degradação ambiental e geração de riscos para a saúde e segurança pública, criados pelas minas de carvão do Leste americano.

O desenvolvimento e a disseminação de idéias sobre o fechamento de minas tiveram início com as descrições de alguns problemas de drenagem ácida de mina, originada a partir de áreas de carvão mineradas e abandonadas – fenômeno que se constitui num dos principais problemas ambientais desse tipo de mineração.

No território americano, diferentemente do que acontece com outros tipos de minas, a recuperação de minas de carvão está submetida a um sistema regulador nacional, baseado sobre padrões nacionais de desempenho desenvolvidos pelo Office of Surface Mining, uma agência ligada ao United States Department of Interior.

O Surface Mining Control and Reclamation Act of 1977 (SMCRA) – que se aplica à mineração de carvão –, é um típico exemplo de instrumento legal do tipo *comando e controle* na lei americana (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002). O Código expõe um programa nacional destinado a proteger o público e o ambiente dos efeitos adversos da mineração de carvão; estabelece padrões nacionais mínimos para regulamentar os efeitos em superfície dessas minas e disponibiliza assistência aos estados americanos, para que eles desenvolvam programas de regulamentação para a recuperação das áreas mineradas no passado e ainda não recuperadas.

A responsabilidade primária pela regulamentação da mineração a céu aberto de carvão e das operações de recuperação ambiental das áreas por ela impactadas repousa com o poder federal. Os estados podem elaborar e pôr em prática padrões ambientais mais rigorosos que os padrões federais, mas não podem adotar padrões menos restritivos que aqueles.

Havendo conflito entre os padrões propostos pelos estados e os padrões federais, a agência federal tende a decidir-se em favor dos mais severos dentre eles.

Os estados podem ser autorizados a administrar os programas de recuperação ambiental das minas de carvão, dentro de suas fronteiras. Mas devem fazê-lo em conformidade com os padrões nacionais (ou com os padrões elaborados pelo estado e aprovados pelo órgão federal) e sob a estrita supervisão nacional.

As regras federais têm caráter essencialmente prescritivo, determinando a frequência mínima para as inspeções do programa de recuperação, prevendo a participação dos oficiais federais – sem a necessidade de aviso prévio – nas inspeções estaduais, e regulamentando a

revisão dos relatórios de inspeção estaduais, por inspetores federais, para certificarem-se de que os padrões nacionais obrigatórios estão sendo cumpridos.

A agência nacional tem poder para revogar a autorização concedida ao estado para administrar o programa de recuperação, caso ele mostre-se incapaz de atingir, em bases contínuas, os padrões nacionais de desempenho.

A opinião pública supervisiona a ação dos inspetores estaduais e federais. Qualquer membro da comunidade, desde que tenha apresentado uma reclamação que envolva a empresa de mineração, é autorizado a acompanhar os inspetores. Todos os relatórios das inspeções são mantidos em arquivo e disponibilizados para consulta pública dos interessados (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002).

O sistema prescreve um conjunto de penalidades, inclusive monetárias, para quase todas as violações cabíveis.

As políticas de regulamentação das minas metálicas e de outras substâncias minerais que não o carvão, o gás e o petróleo, diferem muito daquelas existentes para as minas de carvão. Cada estado tem autonomia para instituir sua regulamentação própria e específica, ou, mesmo, não adotar nenhum programa para esses casos.

Uma visão conjunta da Mining Law of 1872, do frágil arcabouço de muitos dos programas de regulamentação estaduais e dos vagos regulamentos contidos na *Seção 3809* do Code of Land Management, dificilmente conduzirá à identificação de um sistema nacional de controle efetivo para o fechamento das denominadas *Hard Rock Mines*. Entretanto, segundo HAYES (1994), as provisões legais do Forest Service e do Bureau of Land Management têm suprido a lacuna de orientações, onde o estado deixa a desejar no cumprimento da tarefa de elaborar suas próprias provisões. Por outro lado, o Clean Air Act, o Clean Water Act e o Solid Waste Disposal Act têm afetado profundamente os rumos de condução da mineração durante a fase de operação, com implicações positivas sobre o planejamento do fechamento (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002).

Deixando à parte as exigências nacionais, vários programas de fechamento de mina nos Estados Unidos têm sido conduzidos por iniciativas das próprias empresas de mineração. Esses programas apresentam entre as suas principais características o fato de não se basearem em padrões essencialmente prescritivos – como os programas nacionais para as minas de carvão –, mas em padrões fundamentados no desempenho das ações adotadas, o que implica em um alto

nível de arbítrio para os administradores dos programas. Assim, os regulamentos adotados para a mineração de carvão têm sido considerados inadequados pelas indústrias de mineração que se ocupam dos outros recursos minerais. Elas têm preferido adotar programas que identificam como mais favoráveis a seus interesses, promulgados com o suporte de amplos setores da indústria, com vigência no âmbito dos estados e baseados em padrões gerais de desempenho, como alternativa à adoção de uma abordagem reguladora federal e altamente prescritiva. Por outro lado, nos últimos tempos tem crescido a pressão da comunidade ambiental para a promulgação de uma legislação nacional que regulamente a reabilitação das minas cobertas pela denominação genérica de *Hard Rock Mines* (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002).

Cada estado no território americano tem as suas próprias exigências para a recuperação das áreas perturbadas pelas atividades de mineração. Os sistemas são muito heterogêneos, variando desde as provisões extremamente restritivas encontradas em Washington, àquelas classificadas como mínimas, em vigor no Estado do Arizona (exceto, com relação à proteção dos recursos aquíferos subterrâneos).

O Estado do Colorado tem o mais antigo conjunto de normas sobre a questão, e a agência estadual conta com um dos quadros técnicos mais experientes do País.

Todos os programas estaduais requerem que os operadores das minas deixem os sítios em condições estáveis, controlem a erosão e a sedimentação de material particulado, adotem medidas de prevenção da drenagem ácida – durante e após o término das operações de lavra –, protejam a qualidade do ar e das águas – superficiais e subterrâneas –, e não afetem excessivamente o balanço hidrológico local. Todos eles adotam sistemas de inspeção das minas, instalações e demais facilidades, prescrevendo sanções administrativas pelo descumprimento das normas impostas ou dos planos aprovados, que podem culminar com a suspensão ou até mesmo a revogação das licenças de operação e recuperação, sem prejuízo das sanções de caráter civil.

A exigência para que os proponentes de novos projetos de mineração apresentem um plano de recuperação ambiental para a área impactada pelas operações está presente nos principais estados americanos com tradição nas atividades mineiras, como o demonstram os exemplos abaixo:

a) Arizona

O Mined Land Reclamation Act of 1994 exige a submissão à aprovação de um plano de recuperação e a apresentação de garantias financeiras que assegurem a sua execução, para a operação de todas as minas metálicas que provoquem perturbações em área de aproximadamente 2 (dois) acres (mais ou menos 0,8 hectare) ou superior. As exigências são válidas tanto para a fase de exploração, quanto para a de produção, e aplicam-se apenas às minas metálicas.

O Aquifer Protection Permitting requer a elaboração de um *plano de pós-fechamento* conceitual que *elimine, na maior extensão exequível, qualquer probabilidade razoável de descargas remanescentes das instalações, e que excedam os padrões estabelecidos para a qualidade da água, de acordo com os valores de conformidade.*

b) Colorado

O Estado do Colorado aprovou sua legislação sobre a recuperação ambiental em meados da década de 1970. Tem hoje, portanto, um dos programas estaduais mais maduros e acumula grande experiência na sua administração.

O Mined Land Reclamation Act of 1977 institui que *qualquer operador, ao propor o início de operação de uma nova mina, deve obter uma licença (ou permissão) de recuperação (reclamation permit)*, o que requer a submissão à aprovação de um plano de recuperação. O plano deverá indicar a evolução planejada para o programa de recuperação em fases de 5 (cinco) anos, e ser capaz de mitigar *distúrbios, de modo a prevalecer o balanço hidrológico e a qualidade da água, nos sistemas superficial e subterrâneo, durante e após as operações de mineração e durante a recuperação.*

c) Montana

Nos termos do Metal Mine Reclamation Act of 1971, *no plano de recuperação, acompanhando o requerimento da licença de operação (operation permit), o requerente deverá fornecer à Comissão informações suficientemente detalhadas sobre os métodos de disposição dos resíduos.* Quanto à recuperação, o instrumento legal prescreve que ela *deverá ser concomitante com o desenvolvimento ou com as operações de lavra, sempre que possível.*

d) Novo México

O Mining Act of 1977 estatui que, no processo de requerimento da licença de recuperação, todas as novas minas devem submeter à aprovação um plano de recuperação, que incluirá a descrição de *como todo o rejeito, unidades de gerenciamento de rejeitos, poços, pilhas, enchimentos e quaisquer outras pilhas de estocagem serão manejados, planejadas, localizadas e construídas, de modo que se facilite ao máximo a recuperação contemporânea e sejam (sic) consistentes com um plano de recuperação aprovado.*

e) Nevada

O Mining Reclamation Act of 1989 prescreve que todas as operações mineiras devem obter uma licença, cuja concessão está condicionada à proposição de um plano de recuperação ao processo de aprovação. As atividades específicas de recuperação *devem ser conduzidas simultaneamente com as operações de lavra, dentro do praticável.*

O Surface Mine Control and Reclamation Act of Colorado foi promulgado em 1997, e hoje tem mais de 1.900 minas licenciadas sob os seus preceitos.

O objetivo fixado no programa público de recuperação de minas do Colorado, base da construção de sua legislação específica, *é recuperar a terra afetada pelas operações de mineração, de modo que elas possam ser colocadas a um uso benéfico do povo deste estado.*

Além desse objetivo, a legislação estadual do Colorado fixa outras metas para o programa de recuperação. Dentre elas, estão: prevenir a degradação desnecessária e excessiva do meio ambiente, estabelecer a cobertura vegetal e estabilizar o solo; mitigar os efeitos visuais pós-fechamento; proteger a saúde e a segurança pública; garantir um ecossistema auto-sustentável, seguindo o fechamento; prover que as minas *não exijam um tratamento muito longo para a qualidade da água.*

O Surface Mining Act nacional, aplicável às minas de carvão americanas, contém uma longa lista de padrões de desempenho, incluindo a restauração da área minerada a condições capazes de suportar os usos a que se destinavam antes da mineração ou outros usos aceitáveis; restauração do relevo da superfície, tornando-o próximo do relevo original; estabilização das áreas superficiais, para controlar a poluição do ar e da água; minimização dos efeitos das operações de mineração sobre o balanço hídrico e sobre a qualidade e quantidade da água nos

sistemas superficial e subterrâneo; e proteção das áreas circunvizinhas, evitando escorregamentos e outros danos (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002).

Uma importante característica da indústria de mineração americana é a grande diversidade das substâncias minerais que são produzidas. Como consequência, os estados americanos têm desenvolvido vários sistemas distintos de licenciamento.

As distinções entre os diferentes tipos de licenças de operação e de recuperação repousam, basicamente, sobre três fatores: a) diferenças nas tecnologias aplicadas; b) grau de suscetibilidade ambiental da área, antes da implantação do projeto de mineração; e c) diferenças na escala de produção ou, ainda, alguma combinação desses fatores.

Por necessidade, os estados americanos que produzem recursos carboníferos e não-carboníferos têm, no mínimo, dois sistemas distintos de recuperação e fechamento das minas. Se o estado decidiu criar seu próprio programa para gerenciar as operações e a recuperação das minas de carvão, sob a supervisão e fiscalização federal, ele será mais um dos muitos procedimentos, regras específicas e exigências, rigorosamente monitorados pelas autoridades nacionais, sempre atentas a qualquer sinal de falha dos estados na execução de seus programas.

Não é incomum que alguns estados tenham mais de dois sistemas distintos de regulamentação. Assim, o estado pode ter uma lei específica para reger a operação e recuperação das minas que usam cianeto no seu processo, e outro código específico para a lavra de placer e operações de dragagem, por exemplo.

O Estado do Colorado tem três leis que se aplicam à recuperação de sítios de mineração: o Colorado Coal Mine Reclamation Act (que se aplica às minas de carvão), o Colorado Mined Land Reclamation Act (que rege todas as espécies de minas, incluindo a denominada *Hard Rock Mining*) e o Colorado Land Reclamation Act for the Extraction of Construction Materials (que se aplica à areia, brita, rocha, saibro e outros materiais de construção).

Cada estado pode, também, instituir tipos distintos de licenças de recuperação, em razão do tamanho, das diferentes tecnologias empregadas e dos riscos que a mina representa para o meio ambiente.

A lei do Estado do Colorado reconhece, em essência, cinco tipos de licenças, que se distinguem entre si pelo porte do empreendimento mineiro, emprego de ácidos ou outros produtos químicos no processo, e pelo potencial da mina e instalações para a geração de drenagem ácida ou produção de resíduos tóxicos.

As licenças para as minas de materiais destinados à construção civil distribuem-se em três níveis, a saber: grandes operações; pequenas operações; muito pequenas operações; e uma categoria especial, que se aplica às minas de materiais de construção destinados aos projetos governamentais de construção de estradas.

O Estado de Montana tem o título *exclusão de pequeno minerador* no seu Metal Mine Reclamation Act. Não significa que o pequeno minerador está isento de promover a recuperação ambiental, de acordo com os padrões gerais; ele está isento, apenas, de ter que requerer uma licença específica, para iniciar as operações. Entretanto, se o pequeno operador usa ou estoca cianeto no sítio mineiro, ele estará obrigado a obter uma licença especial para operá-lo.

O Estado de Nevada adota um formulário simplificado, contendo as exigências aplicáveis à operação de pequena escala, instalações piloto e de testes, lavra de placer, ou outras instalações que empreguem apenas métodos físicos de separação para o beneficiamento do minério.

O Estado do Arizona – um dos últimos dos principais estados produtores de recursos minerais a implantar o planejamento do fechamento de mina – ainda adota um sistema unitário de licenciamento, talvez porque as forças que conduziram os outros estados à diversificação, ainda não tiveram tempo de influenciar seus órgãos reguladores. O sistema legislativo está em fase de desenvolvimento e aprimoramento, aplica-se a distúrbios superficiais em áreas de 5 (cinco) acres (aproximadamente 2 (dois) hectares) ou mais, e somente às minas metálicas.

Sob o ainda novo Mined Land Reclamation Act do Estado do Arizona, todas as novas minas metálicas – tanto na fase de exploração, quanto na fase de produção, cujas áreas se enquadrem nas especificações da lei –, estão obrigadas a submeter seus planos de recuperação, devidamente instruídos com as garantias financeiras propostas, ao processo de análise e aprovação da agência estatal.

No Estado de Nevada, as regulamentações foram promulgadas em 1989, e estabelecem que o planejamento, a construção, operação e fechamento de projetos de mineração necessitam de prévia permissão do órgão estatal, para garantir que as águas, no território do estado, não serão degradadas por qualquer atividade relacionada à mineração (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002).

A questão chave no sistema de regulamentação da recuperação no Estado de Nevada é o conceito de *estabilidade*, conceituada como *a condição que resulta quando os agentes poluidores que compõem um material são confinados ou contidos, para evitar que degradem as águas,*

mantendo-as em condições ambientais que, razoavelmente, pode-se esperar existir na área (JONES, 1996).

O processo de fechamento da mina tem início nos procedimentos para a obtenção da *Water Pollution Control Permit* e apresentação do respectivo plano conceitual de fechamento. O plano final deverá ser apresentado, para aprovação, 2 (dois) anos antes do início do processo de fechamento. Contemplará todas as fontes potenciais de contaminação da propriedade mineira e das adjacentes, incluindo edifícios, estruturas, instalações, estradas e demais facilidades, independente de estarem diretamente relacionadas com o processo ou não (BLM, 1994; JONES, 1996).

O sistema californiano sofre variações, dependendo de como são classificados os rejeitos produzidos na mina: Tipo A (rejeitos perigosos); Tipo B (uma variedade de tipos diferentes de rejeitos que podem conduzir a violações nos padrões estabelecidos para a qualidade da água); Tipo C (incluindo aqueles rejeitos que não se espera venham causar efeitos adversos outros na qualidade da água, que não turbidez) (DAHLSTRAND, 1995; LIMA, 2002).

O California Surface Mining Reclamation Act, entretanto, não se aplica aos projetos de mineração cujos impactos recaiam sobre área de 1 (um) acre (aproximadamente 0,4 hectare) ou menos, e o volume de capeamento é inferior a 1.000 jardas cúbicas (O'BRYANT, 1995; LIMA, 2002).

A diversidade das licenças, em função dos diferentes tipos de minas, permite aos governos estaduais alocarem os custos de requerimento da licença, revisão do licenciamento, vistorias, taxas anuais e outras atividades de competência das agências, de forma mais racional – custos esses que são mais elevados para certos tipos de licenças que para outros.

As metas almejadas pelas legislações estaduais variam de estado para estado: *recuperar a terra afetada pelas operações de mineração, de maneira que ela possa ser colocada a um uso benéfico ao povo deste estado...* (Colorado); *prevenção da degradação desnecessária e excessiva do ambiente* (Alasca); *estabelecer a cobertura vegetal e a estabilidade do solo* (Montana); *mitigar os efeitos visuais no pós-fechamento* (Nevada); *proteção à saúde e segurança pública* (South Dakota); *alcançar um ecossistema auto-sustentável, após o fechamento* (New Mexico); *garantir que as minas não coloquem mais uma ameaça à qualidade da água* (Califórnia) (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002).

Todas essas leis, independentemente da diversidade das metas estabelecidas, têm como princípio básico comum que a determinação do uso pós-mineração da terra permanece na competência do proprietário privado do solo, e não está sujeita aos ditames do governo, exceto no que disser respeito a provisões oriundas do zoneamento local, planejamento ou outras regulamentações de uso da terra. Entretanto, se ele não pode contribuir para a criação de um *ecossistema auto-sustentável* ou para *estabelecer uma cobertura vegetal e estabilizar o solo*, ou se ele *não é benéfico para a população do estado*, o uso proposto será recusado.

Portanto, na essência, a autoridade governamental responsável pela reabilitação das áreas de mineração não define o uso da terra, após a mineração, mas se ocupa dos meios e técnicas propostos para que o processo de recuperação do sítio torne possível o uso final por ela aprovado.

Na maioria dos estados americanos, a decisão de conceder ou negar a licença baseia-se na avaliação técnica do planejamento da recuperação proposta, que, ao final, deverá viabilizar a implantação do uso pós-mineração definido para a propriedade, em conformidade com os requisitos da lei, regulamentos e procedimentos processuais vigentes.

As agências governamentais têm competência para comunicar ao requerente qualquer desconformidade legal verificada no requerimento da licença, exigir que ele modifique o conteúdo do plano de recuperação, de modo a adaptá-lo aos requisitos legais e aos objetivos do programa de recuperação do estado, ou, ainda, propor exigências de recuperação específicas para uma mina em particular. Na última hipótese, elas condicionarão a concessão da licença e passarão a integrá-la, para todos os fins, direitos e obrigações.

No Estado do Colorado, a concessão da licença está vinculada à capacidade do plano de recuperação para promover a implantação do uso pós-mineração definido para a propriedade mineira. O requerimento será indeferido se o proponente não promover a apropriada divulgação pública do projeto que pretende implantar; se o requerente deixou de efetuar o pagamento de multas decorrentes de violações anteriores às leis ambientais; se a análise técnica concluir que o plano de recuperação não assegura, com razoável grau de confiabilidade, que o uso pós-mineração planejado será alcançado; ou quando o plano deixar de contemplar qualquer provisão da legislação específica aplicável ao projeto proposto (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002).

Conceituar, inequivocamente, o que é *mina, mineral e mineração*, é uma questão controversa na legislação americana para o fechamento de mina. Daí que, sob os sistemas legais de muitos estados – se não de todos eles –, as exigências de fechamento aplicam-se aos processos de lavra e beneficiamento conduzidos no sítio mineiro. Mas não podem ser igualmente aplicadas a uma operação de beneficiamento de minérios independente, que acontece em uma propriedade distinta, distante do sítio mineiro propriamente dito, e que pode receber minério de diferentes minas.

De acordo com DANIELSON & NIXON (2000), o lógico seria impor as exigências de fechamento a essas operações, pois o caráter dos impactos ambientais raramente é diferente, quando ocorrem acidentes na propriedade que abriga apenas operações de beneficiamento dos minérios.

A legislação de alguns estados exige a aprovação de um plano de recuperação, para autorização dos trabalhos de exploração mineral (pesquisa geológica), capaz de prevenir ou mitigar os impactos ambientais dessas operações. A natureza e intensidade dos distúrbios variam de acordo com a metodologia de prospecção e pesquisa aplicada. Geralmente, não se requer a apresentação do plano, quando se aplicam métodos aéreos de prospecção geofísica magnética – que não causam distúrbios na superfície da área investigada – ou quando as atividades de prospecção se restringem à coleta de fragmentos de minérios ou de minerais, em afloramentos naturais.

Os programas de recuperação prevêm o planejamento do fechamento desde o início das operações das novas minas, ou a partir de modificações importantes ocorridas nas operações daquelas já existentes. Colocam exigências reduzidas para as minas que estavam em operação quando a lei estadual entrou em vigor, e estipulam pouca ou nenhuma recuperação para os sítios onde as operações de produção já haviam cessado completamente, quando a lei foi promulgada.

O Abandoned Mine Reclamation Fund, instituído pelo Título IV do Federal Surface Mining Act, foi criado com o objetivo específico de promover a recuperação dos sítios mineiros abandonados. O Fundo é mantido por uma taxa nacional, cobrada à mineração de carvão. Os recursos são distribuídos aos estados qualificados, para que promovam a recuperação dos sítios abandonados, dentro de suas fronteiras.

A maioria dos programas estaduais de fechamento de mina contempla a participação pública no processo de licenciamento do empreendimento. As partes interessadas devem ser notificadas do requerimento da licença, pelo titular do projeto proposto, por meio de publicação em jornais, notícia afixada nos escritórios governamentais locais, fixação de avisos em locais próximos ao sítio mineiro proposto, notificações enviadas pelo correio aos proprietários das terras adjacentes e a outras pessoas designadas como interessadas, ou, em certos casos, uma combinação de dois ou mais desses tipos.

Alguns estados definem classes relativamente estreitas de pessoas que serão notificadas. No Colorado, serão notificados somente os proprietários de terras dentro do perímetro de 200 pés (60 metros, aproximadamente) em torno da área que será afetada pelo projeto. No Estado de Wyoming, esse raio é de meia milha (0,8 km, aproximadamente). Mas a tendência geral das agências é para a definição mais ampla das *partes interessadas*, interpretando qualquer dúvida em favor da permissão do reclamante.

O nível de participação pública varia enormemente. Enquanto alguns procedimentos, em certos estados, atraem centenas de pessoas e organizações interessadas, outros atraem pouca ou nenhuma atenção.

Se o requerimento da licença não é contestado dentro do prazo previsto na lei, a permissão para a instalação do projeto é julgada aprovada.

Quando a mina troca de titular, normalmente o novo operador simplesmente adquire a licença já concedida e as obrigações do antigo. Alguns estados, entretanto, aproveitam a ocasião para desenvolver um processo de revisão da adequação da garantia financeira anteriormente disponibilizada.

A certeza jurídica que os titulares e operadores de mina esperam do Estado é que, desde que se mantenham em conformidade com as normas, regulamentos e termos colocados na licença, ele não tenha o poder legal de impor-lhes exigências adicionais ao fechamento.

O Estado do Colorado reconhece dois tipos de mudanças para as licenças existentes: a emenda e a revisão técnica.

A emenda implica substancial mudança nas operações da mina, como adição de nova área àquela anteriormente licenciada. Deve ser acompanhada de muitas das informações exigidas por ocasião do requerimento da licença original, e está sujeita ao processo de notificação e participação pública, como se exige para as novas permissões.

A revisão técnica tem por objetivo principal manter a conformidade entre a licença outorgada e as operações da mina. A revisão aplica-se aos casos em que as mudanças propostas não afetam profundamente os recursos que estão sendo impactados, os riscos apresentados pela operação e os custos da recuperação. Geralmente, é coordenada pelo corpo técnico da agência (DANIELSON & NIXON, 2000).

Outra característica marcante dos sistemas legais que regulamentam o fechamento de mina nos Estados Unidos é a exigência de que os requerentes das licenças de operação e recuperação coloquem à disposição do Estado alguma forma de garantia financeira, cujo montante deve ser bastante e suficiente para cobrir os custos estimados da recuperação, caso os titulares ou os operadores da mina fiquem impossibilitados de executá-la ou se neguem a promovê-la.

Os estados, geralmente, aceitam uma gama de instrumentos financeiros específicos para garantir as obrigações do fechamento, entre eles, apólice de fiança, certificado de depósito, fundo de investimento específico, carta de crédito irrevogável, apólice de seguro, escritura de hipoteca, disponibilidade de bens à penhora, gravando bens reais ou propriedades pessoais, e depósito à vista, colocados sob a guarda do Tesouro estadual. Alguns estados autorizam que companhias financeiramente saudáveis, após submeter-se a testes que a comprovem, emitam certificados de auto-seguro, dando-se em garantia (HAYES, 1994).

Alguns sítios mineiros apresentam sérios problemas ambientais adversos, que não podem ser sanados a ponto de ser declarados livres de manutenção e auto-sustentáveis, de acordo com as normas ambientais – pelo menos com a tecnologia disponível no presente e a custos considerados suportáveis pela empresa. Essa constatação conduz à necessidade de se dispor de provisões legais, externas à estrutura das normas e regulamentos do fechamento de mina, que resguardem o meio ambiente dos problemas originados a partir dessas áreas, destacando-se entre eles o Clean Water Act, o Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) e o Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA) (BIGGS, 1990).

Pode-se afirmar que o princípio básico que fundamenta a maioria dos sistemas reguladores do fechamento de mina nos Estados Unidos e demais países grandes produtores de bens minerais, é que, com planejamento oportuno e adequado, podem ser alcançadas condições ambientais aceitáveis pelas partes envolvidas, a custos suportáveis pela empresa de mineração.

5.1.2. CONTEÚDO DOS PLANOS DE FECHAMENTO DE MINA

Como cada estado tem autonomia para criar critérios próprios para regulamentar o fechamento de mina no território sob a sua jurisdição, geralmente as normas são conhecidas dos operadores e titulares de minas localizadas no estado e dos consultores que os assessoram na elaboração dos planos de fechamento. Entretanto, apenas em alguns poucos casos, os critérios são publicados e divulgados fora do estado que os elabora e aplica (DANIELSON & NIXON, 2000; LIMA, 2002).

O Estado do Colorado, dentro do processo de aprovação do plano de recuperação e liberação da licença de operação de uma mina, exige que o titular apresente ao órgão governamental: a) plano de recuperação, que definirá o uso benéfico do sítio no período pós-mineração, detalhando aspectos técnicos, como as condições pré-operacionais da área e configuração final planejada para a superfície do terreno, as medidas que serão adotadas para garantir a estabilidade geotécnica, o controle da drenagem e da erosão do solo, e a recomposição da cobertura vegetal; b) plano operacional da mina; c) mapas que detalhem o planejamento da produção e do programa de recuperação da mina (localização das pilhas de estéril, capeamento e de estocagem de minérios; estradas; barragens de rejeitos; estruturas para a armazenagem de produtos químicos e outras instalações e facilidades da mina); d) informações sobre os recursos aquíferos, solos, vegetação, clima e vida selvagem; e) estimativa do custo do programa de reabilitação e fechamento; f) relação de outras permissões e licenças de que o requerente é titular e daquelas que estão em processo de requerimento e aprovação; g) comprovação de que está assegurado o direito de acesso da empresa de mineração às propriedades que serão impactadas, para a execução dos trabalhos de recuperação; h) identificação de todas as estruturas edificadas pelo homem, existentes no interior e adjacências da área que será impactada; i) plano de proteção ambiental para as operações que apresentam perigo particular para o meio ambiente, em razão do potencial para a geração de drenagem ácida ou do uso de produtos químicos, incluindo um plano de reação de emergência para atender aos casos de derramamentos, extravasamentos ou outros acidentes com produtos químicos perigosos; j) identificação de todos os proprietários de terras na região circunvizinha, com interesse na propriedade mineira; k) identificação de todas as municipalidades existentes dentro do raio de duas milhas (aproximadamente 3 km); e l) prova de

que os oficiais do governo promoveram a notificação da petição de licença. Cada elemento de instrução será elaborado de acordo com os procedimentos prescritos na lei.

O Estado exige a apresentação de dois planos, que devem trabalhar de forma conjunta e coordenada: o plano de recuperação – que definirá o uso benéfico a que se destinará o sítio no período pós-mineração, com os detalhes acima descritos –, e o plano de operação – elaborado para a produção de minério em condições eficientes, seguras e econômicas, conduzindo à configuração final da terra exigida no plano de fechamento proposto.

Basicamente, as mesmas exigências do Estado do Colorado estão presentes nos sistemas reguladores de outros estados.

5.2. FECHAMENTO DE MINA NA AUSTRÁLIA

O fechamento de mina tornou-se, hoje, uma etapa importante dentro do processo de planejamento e operação das minas australianas.

No passado nem tão remoto, bastava que a empresa removesse os equipamentos e as estruturas que pudessem ser usadas em outro local, e implantasse algumas medidas simples, destinadas a tornar o sítio seguro. E o descomissionamento era uma reflexão que só se fazia tardiamente, quando o encerramento das operações já era uma realidade.

Muitos operadores de minas, ainda hoje, questionam a necessidade de elaborarem planos de fechamento para seus empreendimentos, sob a alegação de que as atividades de mineração ocupam menos de 0,02 % da superfície territorial da Austrália e que muitas minas e instalações de beneficiamento de minérios e minerais estão localizadas em áreas remotas, onde dificilmente ocorrerá um processo subsequente de desenvolvimento. Mas essa não é a visão da maioria das comunidades. Padrões que orientem e conduzam à adequada reabilitação das áreas perturbadas pelas atividades de mineração vêm sendo estabelecidos pelas comunidades, e sua adoção, garantida pela imposição das normas legais, oriundas dos governos federal (Commonwealth), estaduais e locais (CLARK, 2000).

Para FARRELL (1993), a evolução das práticas de fechamento de mina na Austrália teve início na década de 1970, paralelamente ao crescimento da consciência da proteção ambiental. Até essa época, eram poucas as exigências impostas às empresas de mineração, quando elas decidiam encerrar as operações de produção, em caráter definitivo, e renunciar à licença concedida para o aproveitamento econômico da jazida. As empresas de mineração eram

obrigadas a prover a segurança do sítio, através da construção de cercas que limitassem o acesso de pessoas e animais à área e da selagem ou capeamento dos poços verticais. Os edifícios deviam ser demolidos; os equipamentos, desmontados e transportados a outros sítios ou locais de armazenagem ou vendidos em leilões realizados no próprio sítio.

As duas décadas seguintes trouxeram o crescimento da consciência pública sobre a necessidade da preservação ambiental. A mineração passou a ser entendida como uma forma de uso temporário do solo, implicando que a área deveria retornar às condições originais de uso, após o encerramento das atividades de mineração.

Nesta época, a ênfase, entretanto, ainda recaía apenas sobre a reabilitação das barragens de rejeitos, depósitos de estéril e terrenos perturbados pela mineração, com o objetivo de retornar a área a algum estado aceitável, através da minimização dos processos de erosão e transporte de material particulado, e prevenir posterior poluição, principalmente das águas (superficiais e subterrâneas).

Desde meados da década de 1980, vem crescendo na Austrália um movimento no sentido de aumentar as responsabilidades dos órgãos reguladores das questões ambientais, ligados aos departamentos de recursos minerais, através da revisão dos Mining Acts, com o objetivo de reforçar as obrigações e exigências ambientais, criar novos departamentos e estabelecer novos níveis de funções ligadas à proteção ambiental.

5.2.1. ESTRUTURA LEGAL DO FECHAMENTO DE MINA NA AUSTRÁLIA

Três ordens governamentais estão envolvidas no processo de licenciamento dos empreendimentos mineiros na Austrália: o Commonwealth Government (federal); os governos individuais dos estados e territórios; e as autoridades governamentais locais.

O Commonwealth Government tem poder legislativo sobre a plataforma continental australiana, incluindo a exploração e extração submarina de minerais.

O controle legislativo das atividades de mineração em terras do continente australiano, de modo geral, está sob a responsabilidade dos governos dos estados e territórios e a aprovação do planejamento, sob a jurisdição das autoridades do governo local. A responsabilidade originária pelas questões ligadas ao fechamento de mina e, em particular, a regulamentação da indústria mineral, incluindo as exigências para o fechamento, repousa com os estados e territórios, sendo o Commonwealth Government responsável pelas atividades de mineração nas terras federais.

Enquanto o Minerals Council of Australia cuida de desenvolver uma estratégia global para a indústria, muitas das importantes questões envolvidas requerem o envolvimento ativo dos States Minerals Councils e das Chambers of Mines (CLARK, 2000; LIMA, 2002).

5.2.2. LEGISLAÇÃO CORRENTE SOBRE O FECHAMENTO DE MINA

O Commonwealth Government não tem legislação específica, em relação ao fechamento de mina. Entretanto, o Department of the Environmental, Sport and Territories tem um conjunto de diretrizes específicas para o fechamento das operações que envolvem materiais radioativos. Essas diretrizes regulam a disposição de rejeitos de minas e da moagem de minérios radioativos. Mas, trazem um conjunto limitado de condições referentes às questões gerais do fechamento de minas.

Em cada estado ou território há, de modo geral, certo número de agências envolvidas no processo de elaboração do conjunto de critérios para a avaliação do processo de fechamento de mina. Esse número varia de 6 (seis) agências em Victoria a 3 (três) em New South Wales e 1 (uma) agência em Northern Territory.

Em muitos estados, a agência principal é aquela responsável pela regulamentação da mineração, em estreita associação com as autoridades encarregadas da água e agências de proteção e conservação ambiental.

Todos os estados têm um Mining Act, que normalmente adota a segurança como o principal elemento do processo de fechamento. Assim, as preocupações primárias desses institutos legais incluem a redução dos perigos físicos e dos riscos de contaminação química que podem atingir os sítios mineiros, como a geração de drenagem ácida e a contaminação do solo e das águas por metais pesados.

O órgão regulador da atividade de mineração é responsável pela coordenação do processo de fechamento que, invariavelmente, envolve consultas às empresas de mineração, a outras agências governamentais e aos conselhos comunitários locais. Na maioria dos casos, o ministro responsável tem autoridade ampla para até mesmo impor condições de reabilitação específicas para determinada concessão de mineração.

Tendo em vista a grande diversidade de usos finais das propriedades mineiras e a significativa variação das condições de solos e clima existentes na Austrália, não há a adoção de um conjunto de critérios ou padrões comuns para a orientação do fechamento de mina em todos

os estados e territórios. O consenso é que os padrões devem ser estabelecidos para cada sítio específico. Entretanto, existem certos preceitos que são pacíficos entre todos os estados e territórios. Por exemplo, o elemento chave no processo de reabilitação é a exigência de que o sítio mineiro, no momento do abandono pela empresa de mineração, encontre-se nas condições desejáveis (ou apropriadas) para a implantação do uso final do solo. E na maioria dos casos, esse uso é acordado entre as partes, antes da concessão da licença para a instalação do projeto.

Por outro lado, as agências de vários estados vêm mérito na adoção de um processo nacional padronizado, tanto para o estabelecimento de critérios de fechamento projeto a projeto, como para a avaliação do sucesso da reabilitação (WAGGITT & MCQUADE, 1994; CLARK, 2000; LIMA, 2002).

O Western Australia Mining Act não se refere aos trabalhos de reabilitação em propriedades privadas. Os órgãos reguladores não têm envolvimento na composição das metas de reabilitação, e só têm autoridade para agir nas questões que dizem respeito aos impactos oriundos do projeto que atinjam a região externa ao sítio mineiro. Porém, a empresa de mineração é responsável pela garantia de que o sítio reabilitado está fisicamente seguro.

Queensland inclui a densidade e diversidade da vegetação, taxas de erosão e perfil de desenvolvimento do solo, no conjunto de critérios que devem ser considerados no plano de gerenciamento ambiental, e que constituirá a base para a avaliação do sucesso do processo de reabilitação.

As empresas, por outro lado, quando se deparam com situações em que não há exigências legais ou controles específicos para a reabilitação, vêm, progressivamente, tentando estabelecer suas próprias metas para a reabilitação e objetivos para o fechamento, baseados em suas políticas corporativas (CLARK, 2000).

Freqüentemente, o processo para a obtenção da licença para operação de novos projetos requer a divulgação pública das propostas para a reabilitação e fechamento, podendo o processo estender-se à instalação de audiências públicas, quando se tratar de projetos polêmicos.

O risco financeiro de que o ônus da implantação do processo de reabilitação recaia sobre a comunidade, em caso de fechamento abrupto ou não planejado, é reduzido através da exigência da apresentação de uma garantia financeira que financie o fechamento da mina, nos termos do plano aprovado, no evento de o operador falir ou deixar de cumprir com as obrigações acordadas por ocasião da concessão da licença operacional.

O método para se calcular o montante da garantia financeira varia imensamente de estado para estado. Em alguns casos, esse cálculo é feito com base em um valor fixo estipulado por unidade de área ocupada pelo projeto, mas a tendência é que o valor da apólice de seguro ou do depósito em espécie seja calculado para cada projeto específico, levando em consideração as características individuais de cada caso.

Alguns estados, como Queensland, oferecem taxas de desconto no montante da garantia financeira, como uma forma de incentivo ao cumprimento de todas as obrigações assumidas pela empresa de mineração. O valor da taxa de desconto é função do desempenho da reabilitação já implantada pela empresa e da solidez financeira que ela demonstra no momento presente. Outros, como Western Australia, consideram que oferecer descontos nessa linha aumenta o risco do governo vir a financiar, no futuro, a reabilitação do sítio mineiro.

De modo geral, incentiva-se a implantação da reabilitação progressiva da área perturbada, simultaneamente com as operações de lavra, oferecendo-se, para isso, a possibilidade de redução progressiva do montante da garantia financeira disponibilizada, à medida que o trabalho de reabilitação é executado, considerado completo e satisfatório pelas agências reguladoras envolvidas (CLARK, 2000; DANIEL & NIXON, 2000).

Há consenso entre todos os estados e territórios que os processos de reabilitação e fechamento devem garantir, basicamente:

- a) a segurança e a estabilidade do sítio mineiro;
- b) o retorno da terra às condições necessárias para a implantação do uso final acordado;
- c) a ausência de poluição, especialmente com referência aos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos;
- d) a devolução do sítio ao estado, território ou ao proprietário privado, livre de manutenção e auto-sustentável, quando estas metas forem viáveis.

A avaliação do sucesso alcançado nos processos de reabilitação e fechamento da mina é responsabilidade do órgão regulador da mineração. O processo para avaliação é baseado na inspeção *in loco* e posterior emissão de parecer elaborado por especialistas, que podem ser de outras agências governamentais ou membros de consultorias privadas.

A tendência entre os órgãos reguladores australianos é no sentido de exigir que a auditoria dos processos de reabilitação e fechamento seja promovida pelas próprias empresas operadoras das minas. Nesses casos, similar à exigência contida no South African 1991 Act, o operador (ou

operadores) fica obrigado a apresentar ao órgão governamental um relatório final dos processos, demonstrando o cumprimento satisfatório de todas as condições impostas na aprovação do plano de fechamento. Outra tendência crescente entre os órgãos reguladores é de que se promovam auditorias dos cenários do fechamento da mina, em diferentes momentos do ciclo de vida do projeto, para garantir-se que todas as obrigações assumidas estão sendo cumpridas (CLARK, 2000; LIMA, 2002).

O órgão governamental, dentro do processo de análise do relatório final, pode requerer que o sítio e o relatório sejam objetos de auditoria e análise, respectivamente, realizadas por membros de uma consultoria independente, antes de submetê-lo à auditoria final, esta realizada pelo próprio órgão regulador.

Os requerentes da licença para a instalação e operação de um projeto mineiro são, quase sempre, requeridos a firmarem acordos pré-operacionais, onde são estabelecidos os objetivos e as metas a se alcançar ao término do processo de fechamento. Entretanto, eles podem reservar-se a opção de revisar esses planos, à luz das mudanças tecnológicas e dos cenários econômico e político. Mas a aceitação dos planos revisados exige a aprovação de todas as partes originalmente envolvidas no processo de licenciamento.

Não há um tempo – mínimo ou máximo –, fixado para o encerramento do processo de fechamento definitivo. O objetivo que se impõe é que o sítio reabilitado retorne ao uso acordado entre as partes interessadas, após o encerramento do processo de reabilitação e fechamento.

Quando o órgão regulador der-se por satisfeito e entender que o ponto final estabelecido para o fechamento foi alcançado, o titular da mina poderá requerer, ao órgão regulador, o certificado de renúncia à licença de operação, e resgatar o montante da garantia financeira ainda à disposição do governo. O tempo necessário para a conclusão do processo variará em função do clima, tipo de solo, vegetação e grau de intervenção humana na área.

New South Wales exige que a vegetação seja auto-sustentável, para liberar o operador da responsabilidade pela manutenção do sítio. Entretanto, avaliar e garantir que essa condição foi alcançada, é processo que pode durar duas ou mais décadas.

Em Western Australia, o período de avaliação varia entre 5 (cinco) e 10 (dez) anos. Em outros estados, a expectativa dos órgãos reguladores é que a garantia financeira remanescente permaneça por um período de tempo não inferior a 1 (um) ano e, em alguns casos, até superior a 6 (seis) anos, depois que os trabalhos de reabilitação foram dados por concluídos.

Em Queensland, o processo de avaliação da reabilitação e do fechamento pode levar de 5 (cinco) a 10 (dez) anos para se completar. Isso porque o titular deve demonstrar o sucesso do processo implantado e que atendeu a todos os critérios de conclusão do fechamento que lhe foram impostos – e por ele aceitos –, através do acordo pré-operacional firmado com os órgãos reguladores. Complementarmente, o sítio deve manter perenes as condições de auto-sustentabilidade alcançadas por um período adicional de 2 (dois) anos, antes que o titular da mina seja considerado liberado de suas responsabilidades.

Encerrado o processo de fechamento definitivo da mina, normalmente o titular requer ao órgão regulador a renúncia ao título de autorização. Aceito o pedido, a licença operacional é extinta, e o proprietário primário da terra, o indicado como proprietário futuro, o estado ou o território, reassume a responsabilidade sobre a antiga propriedade mineira (CLARK, 2000; LIMA, 2002).

Não há uma regulamentação nacional para definir a responsabilidade pelos problemas ambientais que atinjam o sítio, após o fechamento definitivo, a liberação da empresa de mineração e da respectiva garantia financeira. A imposição desta responsabilidade varia de estado para estado ou território, conforme o demonstra a Tabela 5.1 abaixo, modificada a partir de WAGGITT & MCQUADE (1994); CLARK (2000) e LIMA (2002).

Tabela 5.1. Responsabilidade legal pelo sítio mineiro, após o fechamento, na legislação australiana.

ESTADO / TERRITÓRIO	RESPONSÁVEL PELO SÍTIO MINEIRO
<i>Northern Territories</i>	Quando a empresa de mineração abandona o sítio, a responsabilidade permanece com o proprietário da terra.
<i>Victoria</i>	A responsabilidade permanece com o proprietário do solo, mas a empresa de mineração pode ser processada, se surgem problemas relacionados com as atividades de mineração, e seja necessária uma limpeza ambiental adicional.
<i>New South Wales (carvão)</i>	O detentor do título minerário permanece responsável pelo sítio.
<i>New South Wales (minerais)</i>	A responsabilidade permanece com o proprietário do solo.
<i>Queensland</i>	A responsabilidade permanece com o proprietário do solo, mas a empresa de mineração pode ser responsabilizada, nos termos do Conservation Act, se surgem problemas subseqüentes ao fechamento e abandono do sítio.
<i>South Australia</i>	A responsabilidade permanece com o proprietário da terra, a menos que outra disposição tenha sido contratada no processo de licenciamento e fechamento.
<i>Tasmania</i>	A responsabilidade recai sobre a Coroa, após cessar a responsabilidade corporativa e consumir-se a renúncia ao título de arrendamento.

Fonte: modificada a partir de WAGGITT & MCQUADE (1994); CLARK (2000); LIMA (2002).

Os defensores do retorno da responsabilidade pela conservação do sítio ao proprietário do solo argumentam que alguns problemas – como a geração de drenagem ácida e fluxo de poluentes na água – podem tornar-se aparentes apenas algum tempo após o fechamento. Os adversários defendem que a responsabilidade deve permanecer com a empresa de mineração, pois não julgam coerente que o proprietário da terra seja chamado a assumir os custos de qualquer recuperação ambiental (e, normalmente, são custos elevados), após o fechamento, especialmente quando eles não participaram das operações da mina, nem contribuíram para a instalação do problema subseqüente ao fechamento (CLARK, 2000).

As empresas de mineração, de modo geral, encarregam-se de colocar em prática um programa de inspeção, manutenção e monitoramento consensual, durante as fases de operação e reabilitação progressiva e na fase pós-reabilitação. Os órgãos reguladores têm autoridade para realizarem vistorias *in loco* e avaliarem a evolução dos programas de reabilitação e fechamento, bem como dos demais compromissos assumidos pela empresa.

Em alguns estados não há exigência da apresentação de um programa de monitoramento para o sítio como um todo. Eles são elaborados e implantados para o acompanhamento de casos específicos, quando e onde a empresa de mineração ou o órgão regulador julgar necessário.

Outros estados, notadamente Queensland e New South Wales, exigem que o titular da mina apresente um programa para o monitoramento do sítio, após o fechamento definitivo.

As atividades de monitoramento devem prosseguir até que fique demonstrado que não há nenhum impacto inaceitável instalando-se no sítio, como consequência das operações de mineração. Alguns estados, como New South Wales, oferecem a possibilidade de redução progressiva do montante da garantia financeira disponibilizada, à medida que os programas de reabilitação e monitoramento avançam, e os resultados demonstram que os riscos e perigos da instalação de impactos ambientais imprevistos são reduzidos e aceitáveis.

Em todos os estados e territórios australianos, os regulamentos e leis relativos ao meio ambiente estão em processo contínuo de revisão e aperfeiçoamento. Os debates concentram-se, na maioria das vezes, sobre quem assumirá o ônus legal da responsabilidade pelo sítio, após o fechamento definitivo, e qual deve ser a duração desta assunção; sobre a conveniência e viabilidade da adoção de padrões nacionais para o fechamento de mina; e sobre a adoção, em todos os estados e territórios, do princípio do ajuste do montante da garantia financeira ao longo da vida útil da mina, com base na performance ambiental, na implantação do programa de reabilitação progressiva e monitoramento contínuo do sítio mineiro (CLARK, 2000).

Também as empresas têm se empenhado na elaboração de suas próprias diretrizes e códigos de práticas para o bom gerenciamento ambiental, incluindo o descomissionamento das minas e a reabilitação das áreas impactadas pelas operações mineiras. Quanto às Câmaras de Minas, elas têm atuado no sentido de desenvolverem políticas voltadas para a proteção ambiental e promulgarem códigos específicos para a área e diretrizes que orientem os mineradores na elaboração e implantação dos planos de fechamento de mina (CLARK, 2000; FARRELL, 1994).

5.2.3. REGULAMENTAÇÃO DO FECHAMENTO DE MINA NO ESTADO DE QUEENSLAND

O processo de fechamento de mina no Estado de Queensland inicia-se durante a fase de avaliação da viabilidade do projeto e conclui-se com a renúncia à ocupação do sítio mineiro (QMC, 2001).

O Queensland Department of Natural Resources and Mines (DNRM) é responsável pela concessão e administração da posse das minas, através do Mineral Resources Act 1989, e a Environmental Protection Agency (EPA) é responsável pela regulamentação ambiental da indústria, através do Environmental Protection Act 1994.

O Environmental Protection Act 1994 requer que o candidato à outorga ambiental para operar uma mina considerada potencialmente capaz de causar significativo dano ambiental, apresente um programa de reabilitação. O programa de reabilitação será detalhado no plano de operação, apresentado ao órgão governamental, antes do início da implantação do projeto.

Ao requerer a renúncia à ocupação do sítio, o operador apresentará um Relatório Final da Reabilitação, contendo informações sobre a situação do processo de reabilitação, uma declaração de concordância e aceite do proprietário da terra, e detalhes de qualquer monitoramento residual ou exigências de gerenciamento, onde for julgado relevante.

A Environmental Protection Agency (EPA), dentro do processo de avaliação da reabilitação, realizará visitas ao sítio, antes de conceder o certificado de renúncia.

O Department of Natural Resources and Mines (DNRM) fica impossibilitado de conceder a renúncia à posse, até que a Environmental Protection Agency (EPA) tenha procedido ao encerramento da licença ambiental, certificando que todas as condições de gerenciamento ambiental e demais compromissos foram cumpridos.

O operador da mina pode, voluntariamente, solicitar à EPA a aprovação de um programa de gerenciamento ambiental – ou a agência pode exigir que ele o apresente – para gerenciar quaisquer condições ambientais excepcionais ou compromissos específicos, que se estabeleçam após a renúncia à concessão.

O Environmental Protection Act 1994 exige que o titular do projeto de mineração apresente uma garantia financeira capaz de suportar a execução do plano de reabilitação das áreas impactadas, nos casos de fechamento não planejado da mina ou quando o titular recusar-se a cumprir as exigências impostas pelo órgão ambiental, por ocasião do licenciamento, ou os compromissos assumidos, através da aprovação do plano de fechamento.

O montante da garantia estipulado será colocado à disposição do Tesouro do Estado antes do início das operações, e poderá ser revisto, a qualquer tempo, pelo operador da mina ou pela Environmental Protection Agency.

No momento em que o titular da mina fechada demonstrar ter cumprido todas as obrigações impostas pela regulamentação de Queensland, o órgão governamental responsável emitirá o Certificado de Renúncia, que o libertará das responsabilidades pelo sítio e o habilitará a requerer o reembolso do montante da garantia financeira depositada. A responsabilidade pelo gerenciamento e conservação da propriedade transferir-se-á, então, ao proprietário do solo.

As agências governamentais australianas têm elaborado um número considerável de diretrizes destinadas a orientar a indústria de mineração no planejamento ambiental e operacional das suas minas.

Em Queensland, as diretrizes reguladoras fundamentais estão contidas no Environmental Protection Regulation 1998 e nos vários Códigos de Conformidade Ambiental, desenvolvidos em consonância com aquelas diretrizes. Essas regulamentações e códigos tornaram-se legalmente efetivas em 01 de janeiro de 2001, quando o novo regime ambiental entrou em vigor (QMC, 2001).

As diretrizes reguladoras exigem que as terras significativamente perturbadas pelas atividades de mineração sejam recuperadas e alcancem as condições contratadas na licença ambiental. Se a licença ambiental não especifica condições relativas ao processo de reabilitação, a área impactada deverá retornar ao seu estado imediatamente anterior às atividades de mineração, na conclusão do processo de reabilitação.

Os Códigos de Conformidade Ambiental apresentam uma gama de ações que sugerem sejam adotadas no processo de reabilitação. Mas não apresentam uma estrutura ou estabelecem uma direção para o planejamento do fechamento de mina ou renúncia à posse do sítio de mineração.

Também o Queensland Department of Natural Resources and Mines (DNRM) publicou, em 1995, um conjunto de diretrizes para o gerenciamento ambiental da exploração mineral e das atividades de mineração em Queensland, com o objetivo de prover orientações para o planejamento, gerenciamento ambiental e reabilitação de mina, de modo que esses processos atendam às exigências do Mineral Resources Act 1989.

A Environment Australia, em conjunto com a indústria da mineração e com a Australian Minerals and Energy Environment Foundation (AMEEF), tem publicado uma coleção de pequenos livros, denominada *The Best Practice Environmental Management in Mining Series*.

A série é constituída por um número de pequenos livros, com abordagem específica para temas como planejamento, consulta à comunidade, conformação do relevo, reabilitação e revegetação, e gerenciamento de riscos ambientais. Muitos deles constituem elementos-chave para o processo de fechamento de mina.

Muitos outros documentos destinados a orientar os operadores de minas na elaboração dos planos de reabilitação, gerenciamento ambiental e fechamento de mina, estão disponíveis na Austrália, a saber:

- Mine Closure Policy (Minerals Council of Australia);
- Strategic Framework for Mine Closure (Australian and New Zealand Minerals and Energy Council – ANZMEC and minerals Council of Australia);
- Australian Minerals Industry Code for Environmental Management (Minerals Council of Australia);
- Mine Close out Criteria: life of mine planning objectives (Northern Territory DME);
- Mine Closure Guidelines for Minerals Operations in Western Australia (Chamber of Mines and Energy of Western Australia);
- Environmental Management Systems – Specifications with guidance for use (International Standards Organization) (QMC, 2001).

5.2.4. PLANO DE FECHAMENTO DE MINA EM QUEENSLAND

Queensland estabelece que os planos de fechamento de mina para os novos projetos devem ser elaborados no estágio de avaliação (técnica, econômica e legal) e implantados desde o início das operações de produção. Para as minas mais antigas e em operação, os planos de fechamento devem ser desenvolvidos o mais cedo possível, na primeira oportunidade, de modo a disponibilizar tempo suficiente para a discussão, entre os envolvidos, de todas as questões que serão contempladas no plano de fechamento e a seleção das soluções consensuais que serão adotadas para cada uma delas.

O Guidelines for Mine Closure Planning in Queensland orienta que o caminho mais efetivo para se obter o envolvimento de todos os interessados externos, que serão afetados pelo projeto, é constituir um fórum, como um Comitê de Fechamento ou Grupo de Fechamento, que se reúna – formal ou informalmente – para discutir as questões relativas ao tema. A constituição desse Comitê garantirá que os membros da comunidade local, as agências governamentais, as

organizações não-governamentais e os conselhos comunitários locais, discutam os planos futuros para a mina, em nível de igualdade, contribuindo para um processo transparente (QMC, 2001).

As agências governamentais são, em última instância, os órgãos encarregados de elaborar as normas legais e as diretrizes para disciplinar os processos de aprovação da reabilitação e aceitação do requerimento de renúncia à licença ambiental, após o fechamento da mina.

O Guideline for Mine Closure Planning, publicado pelo Queensland Mining Council (QMC), apresenta uma relação com os itens que o Conselho considera sintetizar o conteúdo básico relevante para um plano de fechamento das minas localizadas no Estado de Queensland. O documento ressalta que nem sempre será possível a aplicação integral do conteúdo sugerido a todos os sítios mineiros. Em muitos casos, ele deverá ser adaptado às condições locais, para garantir o sucesso do processo de fechamento em cada caso específico. O conteúdo e a sequência propostos pelo Conselho obedecem à seguinte estrutura:

I) INTRODUÇÃO

- Descrição da área a ser ocupada e o tempo de vida previsto para o projeto de mineração;
- Fixação dos objetivos do fechamento da mina, incluindo o uso da terra no pós-fechamento;
- Identificação do proprietário da terra (governo estadual, proprietário privado corrente, proprietário futuro proposto).

II) INFORMAÇÕES BÁSICAS

- Sumário do histórico do sítio e das informações disponíveis, como o histórico do uso da terra, relatórios de monitoramento e pesquisa implantados no sítio, no passado.

III) EXIGÊNCIAS REGULATÓRIAS

- Sumário das exigências regulamentares específicas, segundo o órgão ambiental; condições impostas para o licenciamento; legislação especial existente que se aplica ao caso (Special Agreement Act);
- Exigências firmadas em acordo formal com o proprietário corrente ou com o proposto como futuro proprietário da terra, onde e quando for relevante.

VI) ENVOLVIMENTO DOS INTERESSADOS

- Sumário do envolvimento dos interessados (atividades do Comitê de Fechamento e outras interações comunitárias);

- Descrição das expectativas dos interessados no projeto, com relação aos objetivos e estratégias propostas para a reabilitação e o fechamento.

V) AVALIAÇÃO DE RISCO

- Identificação das fontes de riscos e perigos potenciais, baseada na segurança, no ambiente e custos;
- Sumário dos cenários de reabilitação e fechamento (técnicas aplicáveis, técnicas escolhidas, projetos propostos etc.), das incertezas e pretensões.

VI) CRITÉRIOS DE CONCLUSÃO

- Estabelecer os critérios de conclusão para o fechamento da mina;
- Estabelecer os indicadores de sucesso para todos os tipos de distúrbios que serão trabalhados.

VII) CUSTOS DO FECHAMENTO

- Identificação realista dos custos para cada aspecto do planejamento, abrangendo todas as fases: operacional, descomissionamento, manutenção e monitoramento;
- Identificação da garantia financeira disponibilizada para cada item de custo, e de como o fechamento (planejado ou não-planejado) está contemplado dentro do montante da garantia.

VIII) CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

- Apresentar o cronograma para a implantação das ações planejadas;
- Estabelecer os marcos que caracterizarão cada fase do plano global.

IX) PESQUISA E FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS DA ATIVIDADE

- Montar um banco de dados dos recursos humanos, materiais, financeiros e de equipamentos;
- Manter um banco de dados geográficos das atividades desenvolvidas no sítio mineiro;
- Criar um banco de dados e procedimentos para a documentação, comunicação e registro das informações, como antigos trabalhos de pesquisa e resultados de programas de monitoramento.

X) PLANO DE REABILITAÇÃO

- Preparar mapas, detalhando as informações topográficas, hidrológicas e biológicas referentes ao sítio, por ocasião do fechamento;

- Elaborar mapas, detalhando os dados topográficos, hidrológicos e biológicos, para os trabalhos completados a cada ano;
- Descrever as estratégias de reabilitação, a seqüência cronológica e as técnicas escolhidas para se alcançar o sucesso na reabilitação, bem como os critérios de fechamento que serão adotados na avaliação do sucesso desse processo;
- Apresentar os objetivos e descrever a metodologia de qualquer pesquisa ou experiência de reabilitação a ser conduzida na área;
- Detalhar os recursos materiais, operacionais e financeiros, incluindo quaisquer mudanças necessárias para integrar o plano de fechamento no dia-a-dia operacional da mina;
- Estruturar um programa de monitoramento para avaliar o sucesso, tendo por base de comparação os critérios de aceitação da renúncia à licença de operação da mina (por exemplo, estabilidade, resistência à erosão, densidade e diversidade das espécies, e qualidade da água).

XI) PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO

- Relacionar as áreas e equipamentos que requererão o descomissionamento;
- Descrever a estratégia de descomissionamento, o cronograma de implantação e as técnicas escolhidas para remover e dispor dos equipamentos e das infra-estruturas;
- Descrever quaisquer procedimentos especiais ou precauções a serem usados para garantir a segurança durante o descomissionamento (por exemplo, remoção e tratamento de materiais contaminados; procedimentos para tornar seguras as aberturas subterrâneas e para selar os acessos aos trabalhos subterrâneos);
- O plano de descomissionamento deverá ser elaborado, no mínimo, 2 (dois) anos antes da data planejada para o fechamento da mina.

XII) PLANO PÓS-FECHAMENTO

- A elaboração de um plano pós-fechamento é necessária apenas quando há conhecimento da necessidade de gerenciamento do sítio, após a retirada da empresa de mineração, ou quando há exigência antecipada (através das normas legais ou de acordos) para a sua apresentação;

- O plano deverá detalhar a manutenção necessária no pós-fechamento, nomeando o responsável técnico pela sua execução; ou indicar as pessoas que serão responsáveis pelo gerenciamento deste programa, detalhando as responsabilidades de cada um no processo;
- Desenvolver, como apropriado, os planos de reabilitação, manutenção ou monitoramento, os planos de gerenciamento da terra e as diretrizes de conservação, que serão adotadas pelo proprietário subsequente ao fechamento.

Por ocasião da apresentação do requerimento de renúncia à licença de operação, o requerente deverá apresentar ao órgão governamental o Relatório Final de Reabilitação. A Environmental Protection Agency (EPA) publicou um conjunto de diretrizes, denominado Final Rehabilitation Report and Environmental Audit Statement for Non Standard Exploration, Mineral Development and Mining Lease Projects, para auxiliar os operadores de minas na elaboração desse documento.

A recomendação da EPA é que o Fórum dos Interessados participe, discuta e contribua para a elaboração do Relatório Final de Reabilitação. As questões relativas ao destino das infra-estruturas, gerenciamento da terra e às responsabilidades pela manutenção e conservação do sítio, deverão ser discutidas conjuntamente. Deverão ser identificadas as pessoas físicas ou entidades que herdarão a infra-estrutura remanescente ou as responsabilidades futuras, registrando-se, formalmente, a aceitação desses interessados das condições ou diretrizes imperativas que a empresa de mineração lhes transfere, juntamente com o sítio fechado.

O operador da mina, através de consulta a todos os interessados, deverá verificar se existe qualquer compromisso ainda pendente de solução, ou se há exigências (ou necessidades) de manutenção contínua do sítio mineiro após o fechamento, antes de requerer o certificado de renúncia ao órgão regulador.

Quando são identificadas questões pendentes no processo de reabilitação, e que não poderão ser solucionadas antes do abandono da área, elas deverão ser discutidas e equacionadas com a Environmental Protection Agency (EPA).

A comunicação dos resultados do fechamento aos interessados formaliza o término do processo de fechamento da mina (QMC, 2001).

5.3. FECHAMENTO DE MINA NO CANADÁ

A indústria da mineração desempenha papel de destaque na economia canadense. O País situa-se entre os maiores produtores mundiais de minerais, e coloca-se entre os grandes exportadores desses recursos naturais.

O planejamento e a implantação do processo de reabilitação dos sítios mineiros canadenses estão sob a responsabilidade das agências das províncias ou dos territórios. As exigências específicas variam de acordo com a jurisdição na qual a mina está localizada.

Muitas das províncias canadenses já dispõem de sistemas reguladores estruturados, ou estão preparando diretrizes para o fechamento e aprovando legislação e exigências globais para a regulamentação do fechamento de mina.

As exigências para o fechamento geralmente são formalizadas dentro do processo de licenciamento prévio ou do processo de planejamento da lavra da mina, podendo integrar a avaliação de impacto ambiental do empreendimento (DORAN & MCINTOSH, 1995; BORAUSSA, 1996; COWN, 1996; DAIGNEAULT & ROSENSTEIN, 1996; LIMA, 2002).

As empresas de mineração canadenses estão legalmente obrigadas a apresentar o planejamento técnico prévio dos trabalhos de reabilitação, descomissionamento e proteção ambiental, que integrarão o processo de fechamento definitivo da mina. Também estão obrigadas a apresentar garantias financeiras prévias que assegurem a execução de todos os trabalhos planejados, dentro de padrões aceitáveis e em conformidade com o plano de fechamento.

Nos termos da Constituição canadense, os governos das províncias são responsáveis pela regulamentação da mineração, desde a exploração mineral, passando pelo desenvolvimento mineiro e a lavra, até a reabilitação e fechamento da mina, dentro das suas respectivas jurisdições.

A legislação provincial geral também cobre as atividades minerais na esfera ambiental, da segurança operacional do local de trabalho e da segurança do trabalho.

O impacto direto do governo sobre a indústria de mineração é limitado e específico em sua natureza. Ele inclui o urânio, no contexto do ciclo do combustível nuclear, atividades de mineração em terras federais e em áreas marítimas.

Os poderes constitucionais do governo federal canadense incluem os assuntos aborígenes, taxaço, a pesca, negócios interprovinciais e internacionais, transporte interprovincial e polítics monetária, fiscal e comercial.

Os níveis provincial e territorial compartilham jurisdição em certo número de áreas, incluindo a área ambiental, e muitas das leis federais que afetam a indústria referem-se à proteção ambiental.

De modo geral, ao término do processo de planejamento do empreendimento mineiro e antes do início da produção, é exigida a apresentação de uma garantia financeira – cujo montante é acordado entre as partes – bastante e suficiente para assegurar a recuperação final do sítio mineiro e demais instalações, caso ocorra o abandono abrupto da mina pelo titular, prevenindo que a responsabilidade pela recuperação – física e financeira – recaia sobre a Coroa (LIMA, 2002).

Aborda-se, nos parágrafos seguintes, a estrutura legal do fechamento de mina nas províncias canadenses de Ontario e British Columbia.

Outras províncias canadenses têm importantes atividades de mineração. Entretanto, Ontario e British Columbia, além de se incluírem entre as principais províncias mineradoras do Canadá, têm maior experiência com a regulamentação do processo de fechamento de mina naquele País.

5.3.1. REGULAMENTAÇÃO DO FECHAMENTO DE MINA NA PROVÍNCIA DE ONTÁRIO

Antes do ano de 1991, a recuperação dos sítios mineiros era tratada pelo Ontario Mining Act de 1980, em sua parte IX. Entretanto, quanto ao fechamento de mina, esta era uma abordagem limitada em seu escopo. Exigia-se que os titulares das minas apresentassem planos para estabilizar as áreas com depósitos de estéril, recuperar as áreas perturbadas pelas operações mineiras e instalações de beneficiamento, incluindo a revegetação dessas áreas, no prazo mínimo de 1 (um) ano antes da data prevista para o encerramento das atividades produtivas. O titular da mina também estava obrigado a apresentar ao Ministro do Trabalho (Ministry of Labor), uma apólice de seguro ou o comprovante de depósito em espécie da importância suficiente para garantir a conclusão dos trabalhos programados, caso a empresa viesse a falir ou se negasse a executar as ações previstas nos planos aprovados.

Dentre as exigências de caráter técnico, os titulares ou arrendatários das minas estavam obrigados a: 1) tornar seguros os acessos aos trabalhos subterrâneos, como poços verticais e rampas, vedando suas entradas; 2) providenciar cercas ou quaisquer outras medidas de segurança capazes de impedir o acesso inadvertido de estranhos às aberturas subterrâneas, cavas, prédios, demais instalações e a outras áreas perigosas da mina.

O Ministro, entretanto, não detinha poder para impor exigências de reabilitação, até o estágio final das operações da mina – quando as empresas, muitas vezes, não têm capacidade para constituir fundos para a reabilitação e fechamento.

Também não havia no Mining Act de 1980, instrumentos que permitissem ao Ministro impor exigências de fechamento para neutralizar ou mitigar os perigos derivados das minas abruptamente abandonadas pelos titulares.

A moderna legislação sobre reabilitação de mina na província de Ontário entrou em vigor em 1991, após amplo processo de discussão e negociação que envolveu o Ministry of Northern Development and Mines, a indústria da mineração e o público em geral, e tendo como principal objetivo gerenciar e garantir: 1) risco mínimo para a segurança e saúde pública; 2) risco mínimo para o ambiente; 3) aumentar a responsabilidade das empresas privadas e limitar a acumulação posterior de responsabilidade pública; e 4) idealmente, um uso pós-mineração produtivo para o sítio mineiro.

As cláusulas da Parte VII do Mining Act de 1991 fixaram os direitos e as responsabilidades da indústria de mineração. A pedra fundamental desta legislação foi e continua sendo a obrigação da apresentação do plano de fechamento de mina (COWAN, 1996; COWAN, 1999).

Nos termos do Mining Act de 1991, o plano de fechamento deve incluir entre os seus principais componentes: a) descrição detalhada do projeto; b) objetivos do fechamento; c) as medidas de reabilitação progressiva; d) os planos de reabilitação, monitoramento e gerenciamento do sítio no longo prazo, quando necessário; e e) o comprovante da disponibilidade da garantia financeira (ONTARIO, 1995).

As minas que iniciaram operação após a entrada em vigor do Mining Act de 1991, ficaram obrigadas a ter seus planos de fechamento aprovados (Approved Closure Plans) pelo Director of Mine Rehabilitation, antes do início da produção. Esta exigência estendeu-se aos proponentes de projetos de exploração avançada (Advanced Exploration Projects), dentro e sob o

poder discricionário do Diretor. Para as minas que já se encontravam em operação quando o Mining Act de 1991 entrou em vigor, a lei estabeleceu um prazo para que, obrigatoriamente, submetessem seus planos de fechamento à aprovação do Director of Mine Rehabilitation. Foi estipulado o prazo máximo de 7 (sete) anos, contados a partir do ano de 1992, para que os titulares ou arrendatários dessas minas preparassem seus planos. As datas para a apresentação foram negociadas caso a caso, em função da escala de produção, complexidade, riscos e expectativa de longevidade operacional de cada empreendimento (DORAN & MCINTOSH, 1995; COWAN, 1996; COWAN, 1999; LIMA, 2002).

Complementando o processo, o Ontario Ministry of Northern Development and Mines editou um volume de diretrizes destinado a orientar os proponentes na elaboração dos planos de fechamento, denominado *Rehabilitation of Mines Guidelines for Proponents* (ONTARIO, 1995).

Em 1995, o governo de Ontário mudou. O novo governo trouxe com ele novos princípios, que conduziram a importante programa de revisão do Mining Act de 1991, conduzido pela Mines and Minerals Division of the Ministry of Northern Development and Mines.

Nesse processo de revisão, foi introduzida uma emenda ao corpo legislativo de Ontário, denominada *Savings and Restructuring Act 1996*, dando maior poder ao Ministro nas questões relacionadas com as *minas perigosas*, permitindo-lhe agir em situações de emergência e ser pró-ativo nos casos em que essas minas estão sendo transferidas ou naqueles em que as licenças que autorizam as suas operações estão próximas de expirar.

As emendas introduzidas no Mining Act de 1991, que originaram o Mining Act de 1996, trouxeram maior flexibilidade, maiores ônus e responsabilidades para as empresas de mineração. Os pontos mais importantes deste novo instrumento, com respeito ao planejamento dos processos de reabilitação e fechamento de mina, visaram atingir os seguintes objetivos: a) aumento do ônus do setor privado e da responsabilidade pela reabilitação de mina; b) diminuição dos custos do governo com o processo de aprovação dos planos de fechamento de mina, através da troca do sistema de aprovação governamental negociada do plano de fechamento da mina (*Approved Closure Plans*) para o processo de certificação do plano de fechamento pelo proponente (*Certified Closure Plans*) e implantação do processo de auditoria; c) prescrição de uma gama maior de instrumentos para estabelecer a garantia financeira e a previsão de meios para que companhias financeiramente fortes possam dar-se como garantia da execução do plano de

fechamento; e d) criação de um instrumento legal para regulamentar o retorno dos sítios reabilitados à responsabilidade da Coroa.

O Mining Act de 1996 trouxe maior responsabilidade para as empresas, quanto ao conteúdo do plano de fechamento de mina, ao passar do sistema de aprovação governamental negociada para um processo em que o proponente assume a responsabilidade plena pelo conteúdo do plano. O processo de submissão e aceite do plano de fechamento inclui a certificação, por parte da alta gerência da empresa, bem como de alguns profissionais necessários, de que o plano apresentado atende às exigências do Código e respectiva regulamentação, com respeito ao projeto das estruturas para contenção de rejeitos, disposição de estéril, testes de tamponamento e ou enchimento de poços verticais, avaliação da estabilidade de pilares e projeto de reabilitação, hidrogeologia e monitoramento das águas subterrâneas e superficiais, dentre outras exigências e diretrizes.

A fiscalização, necessária para garantir a submissão dos proponentes a todas as ações e providências descritas no plano de fechamento aceite, ficou a cargo dos Inspectores de Reabilitação, designados pelo Ministro, e investidos de autoridade para acessar todas as áreas e dependências das minas, instalações de beneficiamento e edifícios, fazer inspeções e obter informações referentes ao projeto de mineração.

Outra emenda ao Mining Act de 1991 diversificou as formas aceitas para a prestação da garantia financeira, considerada como parte integrante do fechamento de mina, instituindo que ela poderá ser apresentada em espécie; sob a forma de carta de crédito emitida por um banco credenciado pelo Banking Act do Canadá; de apólice de uma companhia de seguros credenciada pelo Guarantee Companies Securities Act; ou outra forma corrente de garantia aceitável – incluindo o penhor de ativos; constituição de um fundo específico de reabilitação, como definido na Lei do Imposto de Renda do Canadá (*Income Tax Act*) ou royalties por tonelada – que seja aceita pelo Diretor (BOURASSA, 1996; COWAN, 1996; COWAN, 1999; ZENTENO, 1999).

Também foi criada a possibilidade de que as grandes corporações se dêem em garantia do cumprimento do plano de fechamento aceite, desde que elas se submetam a um teste financeiro corporativo prescrito, baseado no teste empregado pela United States Environmental Protection Agency (COWAN, 1996; ZENTENO, 1999).

O Ministry of Northern Development and Mines (MNDM) é responsável pela coordenação da revisão dos planos de fechamento, juntamente com o Ministry of Natural Resources (MNR), o Ministry of Labor (MOL) e o Ministry of Environment and Energy (MOEE). Durante o processo de análise do plano de fechamento, pode ser identificada a necessidade da autorização de outros ministérios e, nesses casos, o proponente deverá tratar diretamente com o ministro apropriado.

Sob o Mining Act de 1996, o arrendatário ou o titular é responsável pela reabilitação, independentemente de quando ou de quem deu origem ao risco ambiental que atinge um sítio mineiro. Nesse caminho, o Código concedeu poder ao governo para manter o titular ou arrendatário do sítio responsável pela reabilitação por um período adicional de dois anos, após expirar a licença de arrendamento. O proprietário da terra também é responsável, no caso de ser o concessionário ou se ele participa das operações da mina. O Ministro tem poder discricionário para aceitar ou recusar a devolução voluntária à Coroa dos terrenos que foram objeto de operações para a produção de bens minerais, depois de dado por concluído o processo de reabilitação.

Compete ao titular ou arrendatário de um projeto de mineração requerer ao Ministro a emissão de um *certificado de fechamento* ou *certificado de exoneração de responsabilidade*, denominado *exit ticket*. A emissão desse certificado está condicionada a certas exigências impostas pelo Ministro, referentes à reabilitação e fechamento; dentre elas, que o fechamento tenha ocorrido com o cumprimento de todas as ações e obrigações estabelecidas no plano de fechamento e que os recursos financeiros necessários ao cumprimento de quaisquer obrigações de longo prazo em bases contínuas – incluindo o monitoramento no pós-fechamento, a manutenção e os cuidados de longo prazo, quando necessários –, estão garantidos, através de depósito bancário em conta específica, para atender a essas obrigações.

Nas áreas onde será necessário monitoramento de longo prazo, cuidados e manutenção permanentes, a determinação dos custos dessas operações constitui um fator de alto risco, e a possibilidade da reversão da responsabilidade financeira do titular ou arrendatário privado para o setor público, será uma variável importante, com influência na tomada de decisão pelo aceite ou recusa das áreas reabilitadas.

Entretanto, o certificado de fechamento (*exit ticket*) constitui um incentivo para que o titular ou arrendatário cumpra com todos os requisitos do plano de fechamento e com os padrões governamentais para a reabilitação das áreas perturbadas pela mineração, pois sua emissão libera o requerente das responsabilidades ambientais que poderiam provir da aplicação da Lei de Proteção Ambiental de Ontário (Ontario Environmental Protection Act). Se existem razoáveis motivos para se acreditar que não se cumpriu o plano de fechamento ou que não foram atendidos os padrões de reabilitação impostos pelo governo, o Ministro pode recusar o aceite dos terrenos. Recusando a outorga do *exit ticket*, o Ministro mantém o titular sujeito às obrigações advindas do plano de fechamento e dos padrões exigidos para a reabilitação (BOURASSA, 1996; COWAN, 1996; ZENTENO, 1999).

Originariamente, o Mining Act de 1991 obrigava o titular ou arrendatário a apresentar informes anuais ao Diretor de Reabilitação de Mina (Director of Mine Rehabilitation), preparados na forma prescrita na Lei, informando, dentre outros itens, a natureza e extensão dos trabalhos de reabilitação implantados no ano-base; a natureza e extensão dos trabalhos de reabilitação planejados para o próximo exercício; os resultados do plano de monitoramento proposto no plano de fechamento; quaisquer mudanças no projeto original que pudessem afetar o plano de fechamento para os próximos três anos, bem como quaisquer mudanças que pudessem afetar a reabilitação de um projeto de exploração avançada que não estivesse sujeito a um plano de fechamento.

A reforma de 1996 eliminou da Lei essa obrigatoriedade. Entretanto, o proponente do plano de fechamento está obrigado a informar ao Diretor de Reabilitação: a) o início do fechamento definitivo do sítio; b) qualquer expansão ou alteração planejada para o projeto; c) mudanças no domínio, ocupação, manejo ou controle do projeto; e d) qualquer outra mudança material ocorrida e com potencial para originar adequação no plano de fechamento original (ZENTENO, 1999).

5.3.2. REGULAMENTAÇÃO DO FECHAMENTO DE MINA NA PROVÍNCIA DE BRITISH COLUMBIA

British Columbia foi uma das primeiras jurisdições no Canadá a aprovar uma legislação específica para a recuperação de áreas de mineração, e a primeira a estender esta política à exploração mineral de jazidas.

Nesta província, as minas estão sob a responsabilidade do Ministro do Emprego e Investimento (Ministry of Employment and Investment).

A estrutura normativa jurídica que trata da gestão dos impactos da mineração na fase pós-operacional abrange tanto a legislação propriamente ambiental, quanto a legislação propriamente minerária.

Em termos da legislação ambiental propriamente dita, o Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental (Environmental Impact Assessment), contemplado na Lei de Avaliação Ambiental e seus regulamentos, refere-se ao plano de mineração e ao programa de recuperação.

Quanto à legislação minerária propriamente dita, o Mines Act of British Columbia, que integra os Revised Statutes of British Columbia de 1996, refere-se ao planejamento da reabilitação dos terrenos e cursos de água, em sua seção relativa às licenças prévias necessárias para o início das operações de uma mina. Por outro lado, o Código de Saúde, Segurança e Recuperação de Minas (Health, Safety and Reclamation Code) – normalmente referido apenas como *O Código* – dedica sua Parte 10 à Recuperação e Fechamento (Reclamation and Closure) (ZENTENO, 1999).

O Mines Act revisado, o Código (Health, Safety and Reclamation Code) e as regulamentações a eles associadas, formam a estrutura da legislação básica aplicável ao fechamento de mina e recuperação de áreas de mineração na província de British Columbia (OVERHOLT & DOWNS, 1996; LIMA, 2002).

O planejamento do fechamento de uma mina na província de British Columbia tem início muito antes de ela entrar em operação. O Mines Act requer que, antes do início das operações, o titular, o agente ou gerente obtenha a permissão do Inspetor Chefe das Minas (Chief Inspector of Mines), consubstanciada na licença de recuperação.

Do requerimento da licença devem constar, nos termos do Mines Act, a descrição detalhada do trabalho proposto, um programa de proteção e recuperação dos terrenos e cursos de água afetados por ele e um plano de fechamento conceitual para o empreendimento. A aprovação do requerimento resulta na homologação do sistema de trabalho proposto e na emissão de uma licença ou permissão de recuperação ou reabilitação.

As licenças ou permissões são outorgadas condicionadas às condições e exigências que o Inspetor Chefe considere necessárias para se atingir os objetivos da recuperação e a proteção da propriedade e dos cursos de água afetados pelas operações das minas, e podem ser alteradas no correr do tempo (OVERHOLT & DOWNS, 1996).

O proprietário, agente ou gerente da mina pode ser convocado a apresentar uma garantia financeira, como pré-requisito para a obtenção da licença ou permissão de reabilitação. A garantia financeira, em cada caso, deve ser no montante, forma e condições especificadas pelo Inspetor Chefe, e destina-se a cobrir os custos da recuperação das áreas da mina e demais instalações, e a prover a proteção e mitigação dos riscos para os cursos de água afetados pela mina, caso o titular da mina torne-se impossibilitado para executar o plano de fechamento ou se negue a fazê-lo.

O Inspetor Chefe poderá, anualmente, rever a necessidade de aumentar o montante da garantia já prestada e, se assim o decidir, o titular será convocado a integralizar a quantia estipulada como complementação.

O processo de obtenção da permissão para as minas que estavam em operação quando a legislação entrou em vigor, exige que o titular apresente um formulário de notícia de trabalho em propriedade mineira e, além da licença de recuperação, elas precisam obter a aprovação governamental para o seu sistema de trabalho. Dentre outras informações necessárias ao processo para a obtenção da licença de recuperação e aprovação do sistema de trabalho, o titular deverá apresentar um plano conceitual de recuperação final para o fechamento da mina, acompanhado da estimativa do custo total das obrigações e ações de reabilitação pendentes, e que deverão ser cumpridas durante a vida útil restante planejada para o projeto, incluindo os custos dos cuidados, manutenção e monitoramento de longo prazo. Também nesses casos, o Inspetor Chefe poderá exigir a apresentação de uma garantia financeira que suporte os custos das ações de recuperação programadas para essas minas.

Embora o Mines Act declare que as empresas de mineração *podem ser* requeridas a apresentar a garantia financeira que assegure a adequação da performance, com respeito às exigências da regulamentação e à execução das ações previstas no plano de reabilitação, na prática, a sua apresentação é sempre requerida para todos os trabalhos, tanto de exploração de jazidas, quanto de operação das minas.

O único limite existente, com respeito ao montante da garantia financeira que pode ser exigida, é que ele deve ser suficiente para cobrir os custos da reabilitação, proteção e mitigação dos riscos para os cursos de água afetados pela mineração e garantir a observância de todos os mandamentos e diretrizes prescritos para a reabilitação. A definição do montante da garantia está sob o poder discricionário do Inspetor Chefe (Chief Inspector). O Mines Act não prevê qualquer processo de apelação desta decisão, mas o titular poderá apresentar petição, pedindo a revisão judicial do montante exigido pelo órgão governamental. Entretanto, este procedimento não constitui um processo de apelação.

As formas de garantia que normalmente são aceitas pelo governo da Província são o depósito em espécie; apólices emitidas pelo governo federal ou pelo governo da província, ou outro título governamental, com maturidade não superior a 3 (três) anos; penhora de ativos sob custódia acordada; apólice de seguro emitida nos termos do Bonding Act e das cláusulas do Financial Administration Act; e carta de crédito emitida por um banco canadense credenciado.

Se a reabilitação progressiva das áreas atinge os padrões acordados com o Inspetor Chefe (Chief Inspector), ou se o Inspetor convence-se de que houve redução nos custos correntes projetados para a recuperação, o titular da mina pode requerer ao governo a liberação de parte da garantia depositada. Concluído o processo de recuperação, ele requererá ao Inspetor Chefe o encerramento ou fechamento da licença de recuperação. Após a realização de vistoria *in loco*, e comprovando que o programa de reabilitação foi concluído de acordo com as exigências especificadas na licença ou permissão de recuperação, o Inspetor emitirá uma carta de liberação, declarando encerrada a licença de recuperação e autorizando a liberação da garantia financeira depositada, incluindo ao montante qualquer ganho financeiro que lhe tenha sido agregado.

O Mines Act não menciona, especificamente, a questão fechamento de mina, além da imposição de preparação e apresentação de um programa de reabilitação, antes do início das operações da mina.

O Health, Safety and Reclamation Code traz algumas poucas previsões, estabelecendo os padrões relativos à recuperação das minas, com o objetivo de promover a limpeza e o monitoramento contínuos dos sítios e, conseqüentemente, o retorno da terra e dos cursos de água aos seus níveis históricos de produtividade.

O Código, dentre outros tópicos, aborda as questões referentes a: a) objetivos da produção; b) estabilidade das estruturas a longo prazo; c) exigências de reabilitação; d) objetivos para a qualidade da água, das áreas de disposição de estéril e barragens de rejeitos; e) sistema coletor de metais; f) exigências para a prevenção e controle de drenagem ácida; e g) exigências de monitoramento.

Na prática, o proponente apresenta ao Inspetor Chefe um Plano Final de Fechamento, antes que ocorra a paralisação das atividades da mina. Este plano apresentará a consolidação das informações básicas sobre as condições ambientais da mina, incluindo topografia, geologia, clima, vegetação, vida selvagem, cursos de água e recursos pesqueiros, e uma descrição da situação da mina, das instalações associadas e dos impactos ambientais decorrentes das operações mineiras. Será incorporado ao plano de fechamento um sumário das ações a ser implantadas antes do descomissionamento e durante o programa de fechamento e reabilitação complementar do sítio mineiro.

Se o plano de fechamento é relativamente simples e o Inspetor Chefe julga improvável que as ações previstas venham provocar significativo interesse público, ele o aprovará, e ele será incorporado à licença ou permissão de recuperação.

Se o Inspetor Chefe entende que o projeto apresenta riscos que podem justificar significativa preocupação e interesse público, ele encaminhará o plano ao Mine Development Review Comitee competente, que procurará auscultar o consenso público sobre o seu conteúdo, em bases informais.

O governo da Província pode instituir comitês públicos, que terão a função de analisar os planos finais de fechamento da mina e opinar nas questões relativas às opções e alternativas de fechamento, à definição dos padrões para avaliação do sucesso das ações de reabilitação e ao conteúdo e eficácia do programa de monitoramento proposto e implantado.

Os cuidados para estabelecer claramente as responsabilidades e obrigações do titular, com relação à segurança ambiental do sítio, têm início na outorga da licença ou permissão de recuperação. Dentre as condições impositivas que a acompanham, encontram-se, normalmente,

as referentes ao uso e produtividade da terra recuperada, ao monitoramento e manutenção do sítio, à apresentação de relatórios anuais, e à atualização regular do programa de recuperação e do montante da garantia financeira, conforme estabelecido pelo Inspetor Chefe.

O Inspetor Chefe tem poderes para realizar vistorias e certificar-se de que os objetivos da recuperação estão sendo atingidos, com relação ao uso do solo e das águas, estabilidade das estruturas remanescentes, após o fechamento, e outros fatores relativos à segurança do sítio.

O uso do solo recuperado pode ser negociado. Entretanto, o ponto de partida para essa negociação, é que o nível de produtividade da terra, a ser alcançado no período pós-mineração, não deve ser inferior àquele verificado antes da mineração, a menos que o proprietário, agente ou gerente possa demonstrar a concordância do Inspetor Chefe com a impraticabilidade do retorno do solo às condições de produtividade existentes antes da implantação do projeto de mineração.

Com respeito à paralisação das atividades da mina, o Código estabelece a obrigatoriedade do titular notificar ao Inspetor do Distrito (District Inspector), por escrito, no prazo mínimo de 7 (Sete) dias, qualquer intenção de paralisar as operações de produção em caráter permanente, indefinidamente ou por período superior a 30 (trinta) dias.

Dentre as diversas medidas específicas que o Código impõe que sejam consideradas nos casos de fechamento, incluem-se: a) depósito dos planos para o futuro da mina, no prazo de 90 (Noventa) dias após o fechamento; b) remoção e disposição dos explosivos, produtos químicos e reagentes; e c) especificação das medidas de proteção que serão adotadas para evitar o acesso inadvertido de pessoas estranhas às áreas da mina fechada e demais dependências.

Se a paralisação das operações ocorre por período superior a 1 (um) ano, o proprietário, agente ou gerente é obrigado a dar continuidade à implantação das medidas impostas na licença ou permissão de recuperação outorgada para a mina, ou requerer emenda a esta permissão, incluindo na nova licença as alterações necessárias.

Os proprietários correntes são responsáveis pelos trabalhos de recuperação que não foram completados, ainda que não tenham sido responsáveis pelos distúrbios que se instalaram no sítio em outras épocas.

O Mines Act autoriza que o Inspetor Chefe cancele a licença de recuperação e ordene ao proprietário que interrompa as operações da mina, caso o proponente não cumpra com todos os termos, deveres e obrigações advindos da outorga da licença, do Mines Act, do Código e da respectiva regulamentação.

Se o Inspetor Chefe julgar necessário a realização de determinado trabalho em uma mina fechada ou abandonada, como forma de evitar riscos e perigos para as pessoas e ou para a propriedade ou, ainda, para mitigar a poluição ambiental instalada no sítio, ele poderá exigir que o titular o execute. O governo da província poderá executar os trabalhos necessários, com recursos financeiros provenientes de fundo criado especificamente para cobrir essas despesas, e, posteriormente, cobrá-los ao titular ou proprietário do sítio mineiro. Nesses casos, nenhuma operação envolvendo a transferência da titularidade ou qualquer outra transação que tenha por objeto as áreas de risco, será autorizada, antes que ocorra a quitação do débito.

O Mines Act não dispõe de mecanismo legal para compelir o proprietário do solo ou o operador a realizar trabalhos de recuperação adicionais nas minas fechadas ou abandonadas, quando, anteriormente, ocorreu transferência da titularidade da propriedade. Entretanto, o Waste Management Act dispõe de provisões sob as quais os proprietários correntes de uma propriedade mineira podem ser responsabilizados pela introdução (ou permitir que sejam introduzidos) de materiais perigosos no local, ou pelos danos decorrentes da implantação de medidas de recuperação inadequadas, durante a fase produtiva da mina.

A legislação relativa aos sítios contaminados (Contamination Sites Legislation), por seu lado, define as várias categorias de pessoas responsáveis (Responsible Persons) pela recuperação dessas áreas. A relação dos responsáveis nomeia os proprietários correntes e passados e ou os operadores do projeto, independentemente se o sítio estava ou não sob o seu domínio, quando ocorreu a contaminação. Portanto, uma parte pode ser declarada responsável por todos os custos da recuperação ambiental, independentemente de sua contribuição pessoal para a instalação do problema que se manifesta no presente.

A jurisdição de British Columbia, diferentemente de outras jurisdições, como a de Ontário – onde a tendência geral é pela adoção da auto-regulamentação nas questões referentes ao fechamento de minas –, continua perseguindo a implantação de uma política de forte regulamentação, baseada na aplicação do modelo de *comando e controle*.

A Tabela 5.2, adaptada a partir de CLARK & CLARK, 2002, sintetiza as provisões legais para o fechamento de mina nas províncias e territórios da Austrália e Canadá, na Ásia (Japão), Europa e Estados individuais dos Estados Unidos da América.

Tabela 5.2. Provisões legais para o fechamento de mina no Japão, províncias e territórios da Austrália e Canadá, na Europa e em estados individuais dos Estados Unidos.

País, Estado, Território ou Província	Provisões Específicas Para a Reabilitação	Exigência do EIA no Processo de Licenciamento	Exigência de Garantia Financeira	Provisões Para o Abandono	Provisões Para a Não-conformidade do Titular
Ásia					
Japão	X	X	X	X	X
Austrália					
New South Wales	X	X	X	-	X
Northern Territory	X	X	X	-	X
Queensland	X	X	X	X	X
South Australia	X	X	X	X	X
Victoria	X	X	X	X	X
Western Australia	X	X	X	X	X
Canadá					
British Columbia	X	X	X	X	X
Manitoba	X	-	X	-	X
New Brunswick	X	X	X	-	-
Northwest Territories	X	X	X	-	X
Nova Scotia	X	X	X	X	X
Ontario	X	X	X	X	X
Quebec	X	X	-	-	-
Saskatchewan	X	X	-	-	-
Yukon Territory	X	X	X	-	X
Europa					
Germany	X	X	X	-	X
Ireland	X	X	X	X	X
United Kingdom	X	X	X	X	X
Wales	X	X	X	X	X
Estados Unidos					
Alaska	X	X	X	-	X
Arizona	X	X	-	-	X
California	X	X	-	X	X
Montana	X	X	X	-	X
Nevada	X	X	X	-	-
New Mexico	X	X	-	-	X
Utah	X	X	-	X	X
Washington	X	X	-	-	X
Wyoming	X	X	-	X	X

Fonte: modificada a partir de CLARK & CLARK, 2002.

CAPÍTULO 6. FECHAMENTO DE MINA NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

As atividades da mineração apresentam inegável interface com o meio ambiente, face à impossibilidade de se atingir o subsolo sem interferir na superfície da área em que se encontra a jazida mineral e no seu entorno.

Os mais diversos ordenamentos jurídicos reconhecem que o simples exercício das atividades da mineração provoca degradação ambiental. Entretanto, também reconhecem a importância do papel econômico, político e social desempenhado pela mineração, consagram o interesse público existente no aproveitamento econômico dos recursos minerais e declaram a mineração como atividade lícita, impondo, entretanto, ao minerador a responsabilidade de *recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei* (Constituição Federal de 1988, Art. 225, § 2º). Também no campo legal, a mineração possui esse caráter híbrido.

Nos termos do artigo 20 da Constituição Federal de 1988, os recursos minerais são bens da União, inclusive os do subsolo, competindo privativamente à União legislar sobre as jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia (Constituição Federal de 1988, Art. 22, XII), e a pesquisa e a lavra desses recursos somente poderão ser efetuadas mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras, e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei (Constituição Federal de 1988, Art. 176, caput; Constituição Federal de 1988, Art. 176, § 1º).

Enquanto compete à União legislar sobre as jazidas, as minas e sobre outros recursos minerais, compete, concorrentemente, à União, aos Estados e ao Distrito Federal, legislar sobre defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição (Constituição Federal de 1988, Art. 24, VI), cabendo aos Municípios a competência para suplementar a legislação federal e a estadual no que couber. Compete, portanto, ao órgão ambiental não somente licenciar a atividade de mineração, mas também aprovar a solução técnica necessária à reabilitação do meio ambiente degradado pela atividade de mineração, para uso futuro, e que contemple a função social da propriedade correspondente.

Dentro dessa estrutura legal, foram criados vários órgãos federais, estaduais e municipais, com a função de regulamentar e fiscalizar as atividades da mineração, tanto nos aspectos de autorização e concessão para o aproveitamento dos recursos minerais, quanto nos aspectos referentes ao licenciamento ambiental dos empreendimentos de mineração.

Na prática, correm dois processos, simultaneamente e de forma interligada, pois muitas vezes, uma exigência do processo de licenciamento mineral implica que se tenha percorrido algumas das etapas do processo de licenciamento ambiental e vice-versa (a outorga da concessão de lavra, por exemplo, está condicionada à apresentação, pelo empreendedor, das Licenças de Instalação e de Operação, emitidas pelo órgão ambiental).

Esta duplicidade de órgãos competentes para a normatização, controle e fiscalização do setor mineral tem dificultado os processos burocráticos para o exercício das atividades de mineração, no que se refere à obtenção dos títulos, duplicidade de exigências, diversidade de competência e insegurança jurídica, com relação às novas obrigações legais que serão paulatinamente impostas – principalmente no âmbito da legislação ambiental.

De um lado, colocam-se os órgãos responsáveis pela regulamentação, fiscalização e fomento do setor mineral (Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, autarquia ligada ao Ministério de Minas e Energia; secretarias estaduais de mineração e metalurgia e outros) e, de outro lado, os órgãos ambientais, responsáveis pela regulamentação e controle do meio ambiente (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, secretarias estaduais de meio ambiente, fundações estaduais de meio ambiente e outros).

A questão não se restringe apenas à fase operacional, mas atinge a fase de fechamento das minas, impondo-lhe, também, um caráter claramente híbrido – mineral e ambiental.

6.1. LEGISLAÇÃO MINERÁRIA BRASILEIRA

A proclamação da república e a promulgação da Constituição de 1891 trouxeram importantes mudanças ao setor mineral brasileiro, pois as minas passaram a pertencer aos proprietários do solo, salvo as limitações que fossem estabelecidas por lei, no interesse da exploração deste ramo da indústria. Com a Constituição de 1891, o *Regime Dominial* (sob o qual a Coroa portuguesa detinha amplos e totais poderes sobre as riquezas minerais existentes nos domínios ultramarinos, especialmente sobre os resultados de sua exploração), que imperou por mais de três séculos no Brasil, foi substituído pelo *Regime de Acesso* (sob o qual os recursos

minerais deixaram de integrar o patrimônio do Estado, foram agregados à propriedade superficiária, transformando-se em acessórios do solo, e a propriedade sobre ambos unificou-se em favor do proprietário do imóvel superficiário). A Constituição de 1891, entretanto, não eliminou de vez o interesse do Estado no aproveitamento dos recursos minerais, criando a possibilidade de a lei estabelecer limitações à propriedade das minas, tendo em vista o desenvolvimento da mineração, atribuindo ao Congresso Nacional a competência para legislar sobre terras e minas de propriedade da União e determinando pertencerem ao Estado-Membro, as terras devolutas e as minas respectivas situadas em seus territórios.

As primeiras tentativas de se estruturar o regime legal das minas no Brasil datam de 1897, ainda na Primeira República, quando foram apresentados vários projetos de leis, destacando-se, dentre eles, aqueles apresentados por João Pandiá Calógeras.

O trabalho de Calógeras – considerado avançado para a sua época –, foi convertido na Lei n. 2.933, em 6 de janeiro de 1915 (denominada *Lei Calógeras*) que, entretanto, não entrou em execução, por falta de regulamentação.

A denominada *Lei Simão Lopes*, promulgada em 15 de janeiro de 1921 e regulamentada pelo Decreto n. 15.211, de 28 de dezembro de 1921, representou, na prática, o primeiro *Código de Minas* a vigorar no Brasil. Ela dispôs sobre a propriedade e a forma de exploração das minas, regulamentando o conceito de mina e suas partes integrantes; a descoberta e registro de minas; os trabalhos de pesquisa e as operações de lavra, também em minas pertencentes à União, quando foi admitida a outorga destas a particular, por meio de concessão de lavra; polícia administrativa e outras normas inovadoras.

Uma das maiores inovações da *Lei Simões Lopes* foi considerar a mina como propriedade distinta da propriedade do solo, ao permitir a separação deste para fins de alienação, arrendamento ou hipoteca, embora continuasse a manter o princípio constitucional da mina como propriedade acessória do solo.

Com a Constituição de 1934, a idéia da dicotomia jurídica entre a propriedade do solo e as riquezas do subsolo finalmente ganhou *status* constitucional, após ter sido timidamente ensaiada pela doutrina durante o Império e tomado corpo na *Lei Simões Lopes*, sendo confirmada pelas constituições subseqüentes. Com ela, nascia o *Regime de Concessão* para o aproveitamento dos recursos minerais, que pode ser considerado um dos principais instrumentos jurídicos de fomento para o desenvolvimento da mineração no País.

Em 20 de julho de 1934 – quatro dias após a promulgação da Constituição de 1934 –, foi publicado o *Código de Minas*, instituído pelo Decreto n. 24.642, de 10 de julho de 1934. Novo *Código de Minas* foi editado, mediante o Decreto-Lei n. 1.985, de 22 de janeiro de 1940, que resultou no aprimoramento do *Código de Minas de 1934*, preservando, porém suas estruturas fundamentais.

Dentre outras alterações, o *Código de Minas de 1940* retirou do seu âmbito de atuação a disciplina do aproveitamento das jazidas de petróleo, gás natural, rochas betuminosas e pirobetuminosas, remetido à legislação específica, consubstanciada no Decreto n. 3.236, de 7 de maio de 1941, que instituiu o novo regime legal para o aproveitamento dessas substâncias minerais.

O *Código de Minas* estabeleceu os conceitos de jazida e mina, sua classificação e regime de aproveitamento; regulou a separação jurídica entre a propriedade do solo e a do subsolo; estabeleceu os sistemas de outorga e extinção de direitos minerários; instituiu sanções, direitos e garantias ao minerador; e determinou a fiscalização pelo governo.

O *Código de Minas* editado em 1940 vigorou por vinte e sete anos. Recepcionado pela Constituição de 1946, somente em 1967 veio a ser substituído pelo *Código de Mineração*.

Ainda no ano de 1934, marco inicial da nova fase da legislação minerária brasileira, foi criado o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM (hoje Departamento Nacional de Produção Mineral, Autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia), órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, com o papel de administrar os recursos minerais no País, tendo como atribuição, dentre outras, a outorga das autorizações de pesquisa e das concessões de lavra.

A Constituição de 1946 havia conferido ao proprietário do solo o direito de preferência para a exploração das jazidas. Entretanto, esse princípio não foi recepcionado pela Constituição de 1967, nem tampouco pela Emenda n.1, de 1969.

O *Código de Mineração de 1967* foi instituído pelo Decreto-Lei n.227, de 28 de fevereiro de 1967, sendo regulamentado pelo Decreto n.62.934, de 2 de julho de 1968. Foi elaborado tendo como base uma política nitidamente desenvolvimentista, implantada pelo Governo Federal a partir de 1964, sendo considerado por alguns doutrinadores como o instrumento de coroamento da série de mecanismos legais instituídos com o objetivo de incrementar a atividade de mineração no País, dentre as quais se pode citar a Lei n. 4.425, de 8 de outubro de 1964, que criou o Imposto

Único sobre Minerais e instituiu o Fundo Nacional de Mineração, e o Decreto n. 55.837, de 12 de março de 1965, que criou o Plano Decenal de Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil.

O Código de Mineração, em conformidade com as disposições da Constituição de 1967, incorporou a participação do proprietário do solo no produto da lavra das minas, manteve a distinção entre o solo e o subsolo para efeito de exploração ou aproveitamento industrial e restabeleceu o princípio do livre acesso aos recursos minerais, ao instituir o direito de prioridade àquele que primeiro viesse a requerer área livre para pesquisa mineral (em contraposição ao artigo 153, § 1º, da Carta de 1946, que conferia ao proprietário do solo o direito de preferência para exploração das jazidas) (SOUZA, 1995).

Promulgados em épocas em que os preceitos de proteção ambiental ainda não integravam as preocupações constitucionais e infraconstitucionais da maioria das nações desenvolvidas, os Códigos de Minas de 1934 e 1940, assim como o Código de Mineração de 1967, não dispensaram atenção especial a essas questões ou àquelas relacionadas ao fechamento das minas.

O Código de 1940 estabelecia em seu artigo 56 que *Quando o DNPM verificar que é perigoso ou prejudicial o estado da mina, ordenará seja susgado o prosseguimento da lavra até a realização de trabalhos de garantia à segurança e à saúde do pessoal ou à proteção do solo.*

O Código de Mineração de 1967, em seu artigo 47, preceitua que o titular da concessão de lavra ficará obrigado, além das condições gerais que constam do referido Código, ainda, às seguintes, sob pena das sanções nele previstas no capítulo próprio:

- a) *Executar os trabalhos de mineração com observância das normas regulamentares* (inciso V);
- b) *Responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem direta ou indiretamente, da lavra* (inciso VIII);
- c) *Promover a segurança e a salubridade das habitações existentes no local* (inciso IX);
- d) *Evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos* (inciso X);
- e) *Evitar a poluição do ar ou da água, que possa resultar dos trabalhos de mineração* (inciso XI);
- f) *Proteger e conservar as fontes, bem como utilizar as águas segundo os preceitos técnicos quando se tratar de lavra de jazidas da classe VIII* (jazidas de águas minerais) (inciso XII);
- g) *Manter a mina em bom estado, no caso de suspensão temporária dos trabalhos de lavra, de modo a permitir a retomada das operações* (inciso XV).

Obrigações idênticas eram impostas aos titulares de concessões de lavra, pelo Código de Minas de 1940, através do artigo 34.

A Lei n. 8.876, de 2 de maio de 1994, autorizou o Poder Executivo a instituir o Departamento Nacional de Produção Mineral como Autarquia, e a sua competência foi estabelecida no artigo 3º da referida Lei: *Artigo 3º: A Autarquia DNPM terá como finalidade promover o planejamento e o fomento da exploração e do aproveitamento dos recursos minerais, e superintender as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral, bem como assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o Território Nacional, na forma que dispõe o Código de Mineração, o Código de Águas Minerais, os respectivos regulamentos e a legislação que os complementa.*

Entre as competências que lhe são atribuídas, em especial, estão: a) *promover a outorga, ou propô-la à autoridade competente, quando for o caso, dos títulos minerários relativos à exploração e ao aproveitamento dos recursos minerais, e expedir os demais atos referentes à execução da legislação minerária* (inciso I); b) *formular e propor diretrizes para orientação da política mineral* (inciso IV); c) *fomentar a produção mineral e estimular o uso racional eficiente dos recursos minerais* (inciso V); d) *fiscalizar a pesquisa, a lavra, o beneficiamento e a comercialização dos bens minerais, podendo realizar vistorias, autuar os infratores e impor sanções cabíveis, na conformidade do disposto na legislação minerária* (inciso VI); e) *baixar normas, em caráter suplementar, e exercer fiscalização sobre o controle ambiental, a higiene e a segurança das atividades de mineração, atuando em articulação com os demais órgãos responsáveis pelo meio ambiente e pela higiene, segurança e saúde dos trabalhadores* (inciso VII).

A intenção do legislador, portanto, é que o órgão encarregado do fomento e da fiscalização da mineração e aqueles encarregados da proteção ao meio ambiente atuem de forma harmônica e complementar, possibilitando a conciliação da exploração e aproveitamento responsáveis dos recursos minerais com os princípios constitucionais para o exercício do desenvolvimento sustentável.

Depois de vigorar por quase trinta anos, após o advento da Constituição de 1988 e da revisão constitucional realizada a partir de 1993, o Código de Mineração de 1967 foi alterado, através da Lei n. 9.314, de 14 de novembro de 1996, publicada no Diário Oficial da União de 18 de novembro de 1996.

Dentre as principais alterações introduzidas no Código de Mineração de 1967 pela Lei n. 9.314/96, pode-se citar: a) o requerimento de pesquisa passou a ser dirigido ao Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, e não mais ao Ministro de Minas e Energia; b) revogação da exigência legal de que a empresa se constituísse em *empresa de mineração*, para realizar o aproveitamento de jazidas minerais no Território Nacional; c) revogação da classificação das jazidas em classes; d) dispensa dos elementos comprobatórios de nacionalidade, estado civil, número de inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas, atestado de capacidade financeira etc.; e) permissão para livre transação dos Alvarás de Autorização de Pesquisa Mineral; f) flexibilização do prazo de validade do alvará de pesquisa, em função do tamanho da área autorizada e do tipo de substância mineral requerida; g) obrigação do recolhimento dos emolumentos, que incluem taxa de publicação do alvará de pesquisa no Diário Oficial da União; h) extinção do direito à devolução da importância relativa aos emolumentos recolhidos, quando o requerimento de autorização de pesquisa for indeferido; i) extinção da isenção de pagamento da taxa anual por hectare, anteriormente prevista na lei, para as áreas concedidas para pesquisa e inferiores a 1.000 (um mil) hectares; j) criação da possibilidade de despacho declarando a *inexequibilidade temporária da lavra*, face à ausência de tecnologia adequada ao aproveitamento da substância mineral ou inexistência de mercado interno ou externo para a substância mineral, por ocasião da análise e decisão sobre o Relatório Final de Pesquisa apresentado ao DNPM; k) criação da possibilidade de se estabelecer limites em profundidade para as jazidas, por plano horizontal, através de procedimento específico, a partir do titular mais antigo; l) retirada do âmbito do Código de Mineração dos trabalhos de movimentação de terras e desmonte de materiais *in natura* necessários à abertura de vias de transporte, obras gerais de terraplenagem e de edificações, desde que não haja comercialização das terras e materiais resultantes desses trabalhos e que eles sejam aproveitados na própria obra.

Apesar das consideráveis mudanças realizadas no Código de Mineração de 1967 pela Lei n. 9.314/96, com o objetivo de modernizá-lo e adaptá-lo aos novos tempos, sob a égide da Constituição de 1988, mais uma vez o legislador infraconstitucional não se ocupou das questões relativas ao fechamento das minas.

A principal preocupação dos *Códigos de Minas* ou *Códigos de Mineração*, até a década de 1980, era a de regulamentar as diversas modalidades de exploração dos recursos minerais, determinando os procedimentos administrativos, os direitos e deveres do minerador, e definindo

competências dos diferentes órgãos responsáveis pela atribuição e fiscalização dos títulos minerários. Não se preocupava o Poder Público, de forma explícita, com outros aspectos dos projetos de mineração, como o fechamento gradual das frentes de lavra ou a recuperação das áreas degradadas, após a exaustão da reserva mineral.

Apenas no ano de 2001, o interesse específico do Poder Público nas questões referentes ao fechamento das minas, dentro da filosofia de transformar os projetos de mineração em atividades auto-sustentáveis, em harmonia com a legislação ambiental e considerando os interesses da sociedade, manifestou-se no sistema legal que rege a mineração no Brasil, através da Portaria n. 237, de 18 de outubro de 2001, publicada no Diário Oficial da União de 19 de outubro de 2001, visando regulamentar o Código de Mineração brasileiro.

As Normas Reguladoras de Mineração são constituídas por um conjunto de vinte e duas normas que abordam os mais diversos aspectos da atividade mineira, indo desde normas gerais, passando pela lavra a céu aberto; lavras especiais; aberturas subterrâneas; ventilação; vias e saídas de emergência; prevenção contra incêndios, explosões, inundações e gases; prevenção contra poeiras; sistemas de comunicação, iluminação; sinalização de áreas de trabalho e circulação; circulação e transporte de pessoas e materiais; máquinas, equipamentos e ferramentas; instalações; e topografia de minas, até as normas que tratam de aspectos mais diretamente relacionados com a questão ambiental e o fechamento de mina, como o são as normas que tratam do beneficiamento, da disposição de estéril, rejeitos e produtos, da suspensão dos trabalhos de lavra, fechamento de mina e retomada das operações mineiras, da reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas, culminando com o tratamento da proteção ao trabalhador.

A NRM 20 aborda as questões relativas à suspensão, fechamento de mina e retomada das operações mineiras. As questões diretamente relacionadas ao fechamento de mina são tratadas no item 20.4 da referida norma.

Nos termos da NRM 20, o fechamento de mina deverá ser precedido de comunicação prévia e de pleito ao Ministro de Estado de Minas e Energia, através de requerimento justificativo acompanhado de instrumentos comprobatórios nos quais constem:

- a) relatório dos trabalhos efetuados;
- b) caracterização das reservas remanescentes;
- c) plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infra-estrutura do empreendimento mineiro, indicando o destino a ser dado aos mesmos;

- d) atualização de todos os levantamentos topográficos da mina;
- e) planta da mina na qual constem as áreas lavradas recuperadas, áreas impactadas recuperadas e por recuperar, áreas de disposição do solo orgânico, estéril, minérios e rejeitos, sistemas de disposição, vias de acesso e outras obras civis;
- f) programa de acompanhamento e monitoramento relativo a: I) sistemas de disposição e de contenção; II) taludes em geral; III) comportamento do lençol freático; IV) drenagem das águas;
- g) plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores;
- h) plano de controle de lançamento de efluentes, com caracterização de parâmetros controladores;
- i) medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interditar com barreiras os acessos às áreas perigosas;
- j) definição dos impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento, levando em consideração os meios físico, biótico e antrópico;
- k) aptidão e intenção de uso futuro da área;
- l) conformação topográfica e paisagística, levando em consideração aspectos sobre a estabilidade, controle de erosões e drenagens;
- m) relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento mineiro; e
- n) cronograma físico e financeiro das atividades propostas.

O plano de fechamento deve ser atualizado periodicamente, no que couber, e estar disponível na mina para a fiscalização.

A NRM 20 é vaga e omissa no que se refere ao momento para a apresentação do plano de fechamento e aos prazos para análise e manifestação do Departamento Nacional de Produção Mineral e outros órgãos governamentais sobre o plano apresentado, estabelecendo, apenas, no item 20.4.2 que *Para toda mina que não tenha plano de fechamento contemplado em seu PAE (Plano de Aproveitamento Econômico), a critério do DNPM, fica o seu empreendedor obrigado a apresentar o referido plano conforme o item 20.4.1.*

Nos termos do item 20.5, *O requerimento de renúncia ao título de concessão de lavra implicará no cumprimento do disposto no item 20.4*. Portanto, em nenhum momento fica claro que o plano de fechamento de mina dependerá de uma manifestação de aprovação pelo órgão governamental, podendo-se inferir ser suficiente o cumprimento burocrático da apresentação do quanto exigido no item 20.4 e seus subitens, próximo do fim da vida útil da mina, para autorizar o minerador a encerrar suas atividades. As Normas Reguladoras de Mineração também não definem um prazo para que o órgão responsável pela análise do plano se manifeste sobre sua aprovação ou apresente novas exigências.

O Quadro 6.1 apresenta a sinopse estrutural das Normas Reguladoras de Mineração.

Quadro 6.1. Sinopse das normas reguladoras de mineração.

Norma	Tema	Conteúdo
NRM 01	Normas Gerais	Objetivos; disposições gerais; aplicação; das responsabilidades e direitos; mecanismos e instrumentos de informação e controle; fiscalização
NRM 02	Lavra a céu aberto	Generalidades; bancadas e taludes; controles topográficos e geológico-geotécnicos; estabilidade de taludes
NRM 03	Lavras especiais	Lavra com dragas flutuantes; lavra com desmonte hidráulico
NRM 04	Aberturas subterrâneas	Generalidades; aberturas lineares (poços, planos inclinados, rampas e galerias); aberturas não-lineares; pilares, lajes e faixas de segurança.
NRM 05	Sistemas de transporte e tratamentos	Generalidades; tratamento de maciço; tratamento e suporte; diretrizes gerais para a montagem dos sistemas de suporte ou fortificação; materiais usados para sistemas de suporte ou fortificação; poços; inspeção de tetos, laterais e pisos; manutenção e troca de elementos dos sistemas de suporte ou fortificação; procedimentos face a irregularidades; recuperação dos sistemas de suporte ou fortificação
NRM 06	Ventilação	Generalidades, qualidade e quantidade de ar; velocidade do ar; portas, viadutos e tapumes; instalação de sistema de ventilação; ventilação auxiliar; controle da ventilação
NRM 07	Vias e saídas de emergência	Número mínimo de vias de acesso à superfície; locação, sinalização, estrutura mínima disponível; vistorias periódicas das vias de acesso; plano de emergência
NRM 08	Prevenção contra incêndios, explosões, gases e inundações	Prevenção contra incêndios e explosões acidentais; prevenção contra inundações; prevenção contra gases

Quadro 6.1. Sinopse das normas reguladoras de mineração (continuação).

Norma	Tema	Conteúdo
NRM 09	Prevenção contra poeiras	Prevenção contra poeiras minerais; prevenção contra poeiras inflamáveis ou explosivas
NRM 10	Sistemas de comunicação	Obrigatoriedade da instalação de sistema de comunicação padronizado para as minas subterrâneas; obrigatoriedade da interligação dos setores da mina listados através de rede telefônica ou outros meios de comunicação
NRM 11	Iluminação	Iluminação em subsolo; iluminação das instalações de superfície; iluminação de emergência; iluminação de depósitos de explosivos; iluminação em minas com ocorrência de gases explosivos ou inflamáveis
NRM 12	Sinalização de áreas de trabalho e circulação	Sinalização das vias de circulação e acesso das minas; sinalização das áreas de utilização de material inflamável ou com risco para a ocorrência de explosões ou incêndios; sinalização dos tanques e depósitos de substâncias tóxicas, de combustíveis inflamáveis, de explosivos e de materiais passíveis de gerar atmosfera explosiva; sinalização de áreas mineradas ou desativadas que ofereçam riscos; sinalização de poços de pesquisa mineral
NRM 13	Circulação e transporte de pessoas e materiais	Normas para a regulamentação do transporte de materiais, produtos e pessoal, em minas subterrâneas ou a céu aberto, dentro e fora da área do empreendimento mineiro
NRM 14	Máquinas, equipamentos e ferramentas	Generalidades; máquinas, equipamentos e ferramentas; equipamentos de guindar; cabos, correntes e polias; transportadores contínuos através de correias; escadas; equipamentos radioativos
NRM 15	Instalações	Instalações auxiliares; instalações elétricas
NRM 16	Operações com explosivos e acessórios	Generalidades; transporte e manuseio; armazenagem; desmonte de rocha com uso de explosivos
NRM 17	Topografia de minas	Obrigatoriedade do levantamento topográfico e representação em plantas adequadas das minas a céu aberto ou minas subterrâneas; diretrizes para a elaboração dos levantamentos topográficos e dos mapas, plantas e trabalhos correlatos
NRM 18	Beneficiamento	Generalidades; disposição e manutenção dos equipamentos; usina de beneficiamento; lixiviação
NRM 19	Disposição de estéril, rejeitos e produtos	Generalidades; depósitos de substâncias sólidas; depósitos de rejeitos líquidos

Quadro 6.1. Sinopse das normas reguladoras de mineração (continuação).

Norma	Tema	Conteúdo
NRM 20	Suspensão, fechamento de mina e retomada das operações mineiras	Objetivos; generalidades; suspensão das operações mineiras; fechamento de mina; renúncia ao título de concessão; retomada das operações mineiras
NRM 21	Reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas	Objetivos; generalidades
NRM 22	Proteção ao trabalhador	Generalidades; organização de locais de trabalho; superfícies de trabalho; operações de emergência; informação, qualificação e treinamento.

Desde a sua publicação, em 19 de outubro de 2001, as Normas Reguladoras de Mineração têm sofrido revisões periódicas, inicialmente realizadas por uma Câmara Permanente de Gestão das NRM e, posteriormente, por um Grupo de Trabalho, constituído por representantes do governo, dos empregadores e empregados que atuam no Setor Mineral brasileiro.

O Diário Oficial da União de 29 de janeiro de 2002 publicou a Portaria n. 12, de 22 de janeiro de 2002, do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral, que alterou diversos itens, subitens e alíneas das normas originais, considerando as propostas de correção apresentadas no Anexo I da Portaria n. 237, de 18 de outubro de 2001, debatidas e estabelecidas por consenso em reunião do Grupo de Trabalho constituído por representantes do governo, dos empregadores e empregados que atuam no Setor Mineral.

Após a publicação das Normas Reguladoras de Mineração, o Departamento Nacional de Produção Mineral demonstrou interesse em aprofundar o estudo das questões referentes ao fechamento de mina, conforme o demonstram as Portarias n. 375, de 21 de agosto de 2002, publicada no Diário Oficial da União de 23 de agosto de 2002, e n. 002, de 08 de janeiro de 2003, publicada no Diário Oficial da União de 10 de janeiro de 2003, ambas do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral.

A Portaria n. 375/2002 cria um Grupo de Trabalho que, no prazo de 120 (cento e vinte) dias a contar da publicação da referida Portaria no Diário Oficial da União, deveria elaborar uma proposta de diretrizes governamentais para o Setor Mineral sobre *Desativação de Empreendimento Mineiro*, abrangendo:

- I) um diagnóstico sobre a situação no Brasil a respeito de:
- minas abandonadas;
 - minas com operações suspensas temporariamente;
 - minas com pedidos de suspensão temporária ou definitiva;
 - minas que já suspenderam definitivamente suas atividades sem terem apresentado plano de fechamento adequado ao porte do empreendimento;
 - projetos de fechamento de mina para empreendimentos em atividade ou em fase de requerimento de lavra;
 - sistemas de disposição de rejeito e estéril face ao projeto de fechamento de mina;
 - áreas mineradas reabilitadas, em fase de reabilitação ou abandonadas;
 - outras situações.
- II) diretrizes para elaboração de uma proposta de ação integrada de gerenciamento ambiental, a ser definido e executado pelas empresas que atuam no Setor Mineral, através de suas associações e entidades respectivas;
- III) elaboração de proposta de um Guia Nacional sobre *alternativas tecnológicas aplicadas ao fechamento de mina* e outro sobre *Gestão de áreas de disposição de rejeitos e estéril*;
- IV) um estudo preliminar sobre alternativas de uso para as áreas mineradas, levando em conta os aspectos técnicos e econômicos envolvidos, bem como o aproveitamento futuro dessas áreas;
- V) um estudo sobre a necessidade de provimento de recursos para fazer face aos compromissos assumidos no plano de fechamento de mina;
- VI) uma análise das legislações, no âmbito federal e estadual, sobre o fechamento de mina e sistemas de disposição de rejeito e estéril, com sugestões para seu aperfeiçoamento e divulgação;
- VII) sugestões para o estabelecimento de parcerias entre instituições governamentais, bem como entre as empresas de mineração e suas entidades, envolvendo universidades e centros de pesquisa.

O artigo segundo da Portaria 375/2002 enumera os integrantes do Grupo de Trabalho:

- I) dois representantes titulares e respectivos suplentes do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, sendo um dos quais, seu Coordenador Executivo;

- II) um representante titular e um suplente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA;
- III) um representante titular e um suplente do Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho – DSST;
- IV) um representante titular e um suplente do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM;
- V) um representante titular e um suplente do Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM;
- VI) um representante titular e um suplente da Associação Nacional de Empresas Produtoras de Agregados para a Construção Civil – ANEPAC;
- VII) um representante titular e um suplente da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS
- VIII) um representante titular e um suplente da Indústria de Águas Minerais – ABINAM;
- IX) um representante titular e um suplente do Sindicato Nacional da Indústria Cimenteira – SNIC.

A Portaria n. 002/2003, considerando as sugestões do Grupo de Trabalho criado pela Portaria n. 375/2002, dá nova redação ao artigo primeiro da Portaria n. 375/2002, estabelecendo diretrizes mais específicas, aperfeiçoando seu conteúdo, instituindo como missão do Grupo de Trabalho elaborar, no prazo de 120 (cento e vinte) dias a contar da data de publicação da Portaria n. 002/2003, proposta de *Manual de Desativação de Empreendimentos Mineiros*.

O artigo segundo da Portaria n. 002/2003 estabelece que o referido manual deverá conter diretrizes, determinações e orientações técnicas relativas a:

- I) aspectos gerais sobre encerramento de operações mineiras;
- II) diretrizes relativas ao controle de impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento;
- III) determinações quanto às condições do estado de segurança do empreendimento;
- IV) determinações relativas ao plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos;
- V) determinações relativas aos sistemas de disposição;
- VI) diretrizes sobre o plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infra-estrutura do empreendimento;
- VII) determinações quanto ao programa de acompanhamento e monitoramento dos sistemas de disposição e de contenção, taludes, lençol freático e drenagem das águas;

- VIII) determinações sobre a reabilitação da área;
- IX) orientações sobre a aptidão e intenção de uso futuro da área;
- X) mapas, plantas e desenhos;
- XI) demais aspectos técnicos considerados pertinentes e ou necessários.

O artigo terceiro da Portaria n. 002/2003 individualizou e nomeou os representantes das entidades relacionadas na Portaria n. 375/2002, que integram o Grupo de Trabalho.

Três aspectos do conteúdo das Portarias n. 375/2002 e n. 002/2003 despertam atenção: 1) o prazo de 120 (cento e vinte) dias não seria suficiente para que o Grupo de Trabalho apresentasse resultados consistentes, face aos amplos objetivos colocados para a tarefa a ser executada pelo grupo; 2) a ausência entre os integrantes do Grupo de Trabalho de, pelo menos, um representante das Instituições de Ensino Superior que têm cursos correlacionados com o tema fechamento de mina – que, certamente, poderiam prestar valiosa colaboração ao projeto; 3) não há indicação de nenhum representante de organismos sociais, que representem a comunidade, para compor o Grupo de Trabalho.

Com a posse do novo governo federal, ao assumir o DNPM em janeiro de 2003 o novo Diretor-Geral suspendeu as atividades do Grupo de Trabalho formado pelo governo anterior, tendo como meta para a retomada dos trabalhos, a ampliação do número de participantes, ampliando a participação para os representantes municipais e para os trabalhadores, visando dar ao grupo um cunho mais democrático, que permitisse maior visibilidade das ações do Órgão.

As atividades do Grupo de Trabalho continuam suspensas, e o DNPM não dispõe das informações básicas para fundamentar qualquer ação concreta de trabalho como, por exemplo, o número de concessões de lavra com as atividades paralisadas nos estados, ou o número de requerimentos de autorização de paralisação de lavra – temporária ou definitiva – protocolizado nos Distritos.

6.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E FECHAMENTO DE MINA

A preocupação com a proteção do meio ambiente é tema que despertou a preocupação da sociedade e o interesse do Direito a partir do século passado, com maior destaque e ênfase a partir da década de 1960. Daí que as constituições mais antigas, como a norte-americana, a francesa e a italiana, não cuidam, especificamente, da matéria. No Brasil, apenas a partir de 1988 o tema assumiu caráter constitucional.

A Constituição Federal de 1988 dedicou ao tema ambiental todo o Capítulo VI do Título VIII, integrando-o como matéria específica da ordem social.

A preocupação constitucional com a proteção do meio ambiente não se resume aos dispositivos enunciados no artigo 225 da Carta de 1988, mas está presente em outros preceitos inseridos no texto de vários artigos integrantes dos diversos títulos e capítulos da Constituição, em razão do caráter multidisciplinar da matéria.

Dentre as várias obrigações enumeradas à incumbência do Poder Público na Carta de 1988, para assegurar a efetividade do direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, destacam-se a exigência do estudo prévio de impacto ambiental, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, a que se dará publicidade (art. 225, IV); a criação da obrigatoriedade de recuperar o meio ambiente degradado, para aquele que explorar recursos minerais (art. 225, § 2º); e a tipificação como crime das condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, sujeitando os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados (art. 225, § 3º).

A análise da evolução histórica do impacto ambiental da mineração no Brasil demonstra que evoluímos da completa inobservância de qualquer conduta de preservação ambiental, na época dos ciclos do ouro e das pedras preciosas, para o ciclo caracterizado pela preocupação geral com os problemas da poluição, na década de 1970. Passamos pelo advento das primeiras legislações ambientais elaboradas no final da década de 1970 e durante a década de 1980 – quando o enfoque foi ampliado para a antecipação e prevenção dos impactos e problemas ambientais dos empreendimentos mineiros e industriais – e entramos nos anos de 1990 preocupados com o destino dos sítios mineiros e dos empreendimentos de mineração como um todo, quando a mina entra no processo de exaustão das reservas minerais. E na década atual observamos a expansão dessa preocupação, voltando-se o foco para o equacionamento dos danos decorrentes do denominado passivo ambiental. Movimenta-se a sociedade, agora, no sentido de recortar e enquadrar no arcabouço jurídico nacional todas essas questões.

As idéias que deram origem ao movimento de proteção do meio ambiente surgiram na Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, no período de 05 a 16 de junho de 1972, considerada o marco inicial da conscientização da

humanidade quanto à necessidade de proteção de seus recursos naturais para sua própria sobrevivência e garantia da saudável qualidade de vida.

Logo após a Conferência de Estocolmo, o Brasil instituiu a Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA, criada pelo Decreto n. 73.030, de 30 de outubro de 1973. Em 14 de agosto de 1975, sob orientação da SEMA, foi editado o Decreto-Lei n. 1.413/75 que, embora de forma setorial, instituiu o controle da poluição ambiental provocada pela atividade industrial.

A implementação de uma legislação ambiental ampla e sistematizada na esfera federal só aconteceu a partir da década de 1980, quando foi editada a Lei n. 6.803, de 02 de julho de 1980, que estabeleceu as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição. A seguir, foi publicada a Lei n. 6.902, de 27 de abril de 1981, que instituiu as unidades de conservação (*Estação Ecológica e Área de Proteção Ambiental –APA*). Em 31 de agosto de 1981, foi editada a Lei n. 6.938, que veio dispor sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus objetivos e mecanismos. Em 05 de junho de 1984, foi instalado o Conselho Nacional do Meio Ambiente, órgão deliberativo e consultivo de política ambiental, que efetuou a integração do governo federal com os estados e a sociedade civil, responsável pela edição da Resolução CONAMA n. 001/86, que regulou o sistema de licenciamento ambiental.

A partir daí, a consciência sobre a necessidade de proteção do meio ambiente só avançou no País.

É interessante observar que, em razão da ausência inicial de diretrizes gerais na órbita federal, a matéria ambiental começou a receber tratamento legal através das legislações estaduais, mediante a edição, pelos Estados-Membros, de normas de política ambiental regionais, promulgadas com base na competência supletiva que lhes fora conferida pela Emenda Constitucional n. 1, de 1969, para legislar sobre a tutela do meio ambiente. Assim, foram promulgadas normas ambientais estaduais, como a de São Paulo (Lei n. 997/76 e Decreto n. 8.468/76); Alagoas (Lei n. 4.090/79); Santa Catarina (Lei n. 5.793/80); Minas Gerais (Lei n.7.772/80); Bahia (Lei n. 3.858/80); e a do Rio Grande do Sul (Lei n. 7.488/81) (SOUZA, 1995).

Constata-se que a matéria *fechamento de mina* vem recebendo idêntico tratamento, isto é, na ausência de uma legislação federal que regulamente o assunto, os Estados-Membros vêm inserindo o tema na sua legislação de proteção ambiental e propondo outros mecanismos que garantam o completo, correto e seguro fechamento das minas em exaustão ou abandonadas, como o demonstram os parágrafos seguintes.

a) Estado de São Paulo

O Governo do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais, editou o Decreto n. 47.400, de 04 de dezembro de 2002, que regulamenta dispositivos da Lei Estadual n. 9.509, de 20 de março de 1997, referentes ao licenciamento ambiental, estabelece prazos de validade para cada modalidade de licenciamento ambiental e condições para sua renovação, determina prazo para a análise dos requerimentos de licenciamento ambiental, institui procedimento obrigatório de notificação de suspensão ou encerramento de atividade, e regulamenta o recolhimento de valor referente ao preço de análise.

Nos termos do artigo quinto do Decreto 47.400/2002, os empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental deverão comunicar ao órgão competente do SEAQUA (Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais) a suspensão ou o encerramento das suas atividades. A comunicação deverá ser acompanhada de um Plano de Desativação que contemple a situação ambiental existente e, se for o caso, informe sobre a implementação de medidas de restauração e de recuperação da qualidade ambiental das áreas que serão desativadas ou desocupadas (art. 5º, § 1º). O órgão competente do SEAQUA deverá analisar o Plano de Desativação, verificando a adequação das propostas apresentadas, no prazo de 60 (sessenta) dias (art. 5º, § 2º). Após a restauração e ou recuperação da qualidade ambiental, o empreendedor deverá apresentar um relatório final que comprove a implantação do Plano de Desativação e os resultados alcançados, acompanhado das respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica (art. 5º, § 3º). As restrições ao uso impostas à propriedade, após a recuperação da área, devem ser averbadas no Registro de Imóveis competente (art. 5º, § 6º), e os órgãos estaduais competentes somente poderão proceder ao encerramento das empresas sujeitas ao licenciamento ambiental após a comprovação da apresentação do relatório final previsto no parágrafo terceiro do supracitado artigo, conforme estabelece o artigo sétimo do Decreto.

O Decreto n. 47.400/2002 abrange uma ampla gama de empresas (todos os empreendimentos sujeitos ao processo de licenciamento ambiental) e não estabelece, por exemplo, o momento em que o Plano de Desativação deverá ser apresentado ao órgão competente. O titular de um empreendimento de mineração não dispõe de nenhuma diretriz que o oriente na definição do conteúdo mínimo do referido Plano de Desativação, o que certamente dificultará a análise dos planos propostos, pela inexistência de critérios que orientem sua análise.

O procedimento deliberativo também não define o termo formal legal que deverá declarar o encerramento do processo de restauração e ou recuperação da área e, conseqüentemente, promover a liberação do titular do empreendimento das responsabilidades pela manutenção e monitoramento da área restaurada e ou recuperada.

Outra importante deliberação paulista está consubstanciada na Decisão da Corregedoria Geral de Justiça do Estado de São Paulo, com caráter normativo, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo de 12 de junho de 2006.

Através do Processo CG N. 167/2005, o Ministério Público do Estado de São Paulo e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB apresentaram consulta à Corregedoria Geral de Justiça a respeito da viabilidade de recepção e arquivamento nas Serventias de Registro de Imóveis do Estado de São Paulo do *Cadastro de Áreas Contaminadas* elaborado pela CETESB, a fim de que todas as certidões emitidas pelos oficiais registradores apontem, quando for o caso, o fato de o imóvel correspondente estar situado em área identificada como contaminada por produtos tóxicos e perigosos.

A decisão da Corregedoria Geral foi pela viabilidade da averbação enunciativa ou de mera notícia, no Estado de São Paulo, de *termo* ou *declaração* de área contaminada, emitido oficialmente pela CETESB, nas matrículas dos imóveis atingidos por contaminação de produtos tóxicos e perigosos, devendo constar a referência *parcial* na escrituração da averbação, sem especificação da área contaminada, quando apenas parte da área total esteja contaminada.

b) Estado de Minas Gerais

No Estado de Minas Gerais, está em vigor a Deliberação Normativa DN 74/2004, de 09 de setembro de 2004, do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, e publicada no Diário Oficial do Estado de 02 de outubro de 2004.

A DN 74/2004 substituiu a DN 01/90, e estabelece critérios para a classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências.

A DN 74/2004 estabelece prazo de validade para a licença de operação, variando entre o mínimo de 4 (quatro) anos e o máximo de 8 (oito) anos, levando-se em consideração na fixação do prazo da licença, o Plano de Controle Ambiental e o desempenho ambiental do

empreendimento durante a vigência da licença. Mas não trata da questão da desativação dos empreendimentos que regulamenta.

O Diário Legislativo do Estado de Minas Gerais publicou o Projeto de Lei n. 2.194/2005, encaminhado à Assembléia Legislativa pelo Governo do Estado, que dispõe sobre a concessão de garantias reais, no curso do licenciamento ambiental, pelos empreendimentos causadores de significativo dano ao meio ambiente.

Nos termos do Projeto de Lei n. 2.194, o licenciamento ambiental de empreendimentos cuja instalação ou operação representem potencial risco de danos significativos ao meio ambiente ou à saúde humana, fica sujeito à concessão, pelos empreendedores, de garantias reais para fazer face à recuperação de eventuais danos ambientais ou à implantação de medidas que os previnam (art. 1º). As garantias aceitas, conforme especificado no parágrafo primeiro do artigo anteriormente referido, são a hipoteca ou penhor, nos termos da legislação civil, que poderão ser concedidas isolada ou cumulativamente.

O Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM é designado como o órgão competente para o cálculo dos custos presumíveis da recuperação e da indenização dos eventuais danos, bem como pela aprovação dos bens que comporão o conjunto de garantias reais, podendo exigir dos empreendedores que ofereçam outros bens diferentes dos originalmente apresentados à gravação com ônus reais (art. 2º, § 2º) ou a exclusão daqueles cujo valor se deprecie de modo a torná-los economicamente inservíveis à efetiva recuperação das áreas degradadas, a fim de que se mantenha o valor das garantias, enquanto perdurar a possibilidade de danos (art. 2º, § 3º).

As atividades de mineração são especificamente nomeadas no parágrafo único do artigo sexto e no parágrafo terceiro do artigo sétimo: *No caso de atividades minerais, além da exigência de Plano de Gestão de Riscos, será exigido Plano de Fechamento, de acordo com as soluções técnicas exigidas pelo COPAM* (art. 6º, parágrafo único). No caso dos empreendimentos minerários, além do descumprimento total ou parcial das obrigações de prevenção dos possíveis danos ambientais inerentes à atividade desenvolvida pelo empreendedor ou a ocorrência de danos ambientais sem a recuperação voluntária, o descumprimento total ou parcial das obrigações assumidas no Plano de Fechamento é, também, condição para a execução das garantias constituídas a favor do Estado (art. 7º, § 3º). O projeto cria a possibilidade para que o empreendedor ofereça, separados ou conjuntamente com as garantias reais de que trata a lei, carta

de fiança bancária ou seguro ambiental, a critério do empreendedor e dependendo da aprovação do órgão seccional competente do COPAM (art. 10).

A preocupação central do Projeto de Lei n. 2.194/2005 é a criação de um instrumento de garantia financeira, quando esse instrumento deve ser mais uma ferramenta de garantia da execução do plano de fechamento, dentro do arcabouço legal instituído para reger o fechamento de mina. Não apresenta nenhuma diretriz sobre o conteúdo do plano de fechamento, não inclui o Departamento Nacional de Produção Mineral no processo de aprovação, execução e fiscalização do plano de fechamento de empreendimentos mineiros, nem se preocupou em estabelecer o processo de liberação do empreendedor das responsabilidades assumidas, ou de liberar os bens dados em garantia, ao término das atividades do empreendimento mineiro ou industrial.

A proposta foi recebida pelos empresários mineiros, representados pela Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG e pelo Sindicato das Indústrias Extrativas de Ouro, Metais Preciosos, Diamantes e Pedras Preciosas, Areias, Pedras Ornamentais, Madeiras, Minerais Metálicos e Não-Metálicos do Estado de Minas Gerais – SINDIEXTRA como mais um ônus que se pretende impor à mineração, podendo transformar-se em uma barreira para investimentos no Estado de Minas Gerais. Segundo a FIEMG, o assunto precisa ser discutido e amadurecido, e os empresários defendem que, se uma legislação nesse sentido tem que ser promulgada, que o seja através de lei federal, pois não há legislação similar em nenhum estado brasileiro, e a apresentação de projeto de lei federal permitiria a discussão da questão em todo o País.

c) Estado do Rio de Janeiro

A Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro – Alerj recebeu uma proposta de projeto de lei inovadora, no Dia Mundial do Meio Ambiente. No dia 05 de junho de 2006, a Comissão Especial, criada para o fim específico, apresentou à Assembléia Legislativa do Estado o anteprojeto do Código Ambiental do Estado do Rio de Janeiro – CAERJ. O trabalho foi desenvolvido pelo Setor de Direito Ambiental do Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO (NIMA – JUR), e propõe a criação de um Código Ambiental abrangendo os mais variados aspectos da questão ambiental e estruturado conforme apresentado no Quadro 6.2.

O artigo quinto do anteprojeto do Código Ambiental do Rio de Janeiro prevê que a desativação de empreendimentos ou atividades potencialmente poluidoras dependerá de Licença de Desativação, conforme o previsto na legislação federal e estadual, inclusive nas normas editadas pelo CONAMA e pelo CONEMA, ou o determinado pelo órgão ambiental encarregado do licenciamento. A Licença de Desativação (LD) será concedida com base em vistoria ou outros meios técnicos de verificação, atendidas as condições de adequado destino dos resíduos, o cronograma físico e financeiro de reparação ou compensação por danos ambientais, as condições de saúde da população vizinha e dos trabalhadores, e o cumprimento das condicionantes das licenças, sem prejuízo de outras exigências determinadas pelo órgão ambiental (art. 51, caput; incisos I, II e III). Nos termos do artigo 52, o encerramento de atividades antes da obtenção da Licença de Desativação, quando esta for necessária, será considerado conduta lesiva ao meio ambiente, configurando infração administrativa, e sujeitará os infratores, independentemente das sanções criminais e da obrigação de reparar o dano, à multa de R\$ 15.000,00 (quinze mil) a R\$ 1.000.000,00 (um milhão).

O anteprojeto não se refere especificamente à mineração em nenhum momento, e, conseqüentemente, não se ocupa da apresentação do plano de fechamento para os empreendimentos de mineração. Por outro lado, ao estipular o valor da multa para o encerramento de atividades antes da obtenção da Licença de Desativação variando entre os valores de R\$ 15.000,00 e R\$ 1.000.000,00, não indica nenhum critério que oriente a gradação dessa multa entre os valores mínimo e máximo previstos.

Quadro 6.2. Estrutura do projeto de código ambiental do Estado do Rio de Janeiro.

TÍTULO	CONTEÚDO	CAPÍTULO	CONTEÚDO	SEÇÃO	CONTEÚDO
I	Das disposições preliminares	I	Dos princípios, objetivos e diretrizes da proteção do meio ambiente	-	-
		II	Da educação, informação e participação ambiental	-	-
II	Dos instrumentos de proteção ambiental	I	Do planejamento e gestão ambiental	I	Do zoneamento ambiental
				II	Do uso e ocupação do solo
				III	Da avaliação ambiental estratégica
				IV	Do gerenciamento costeiro
				V	Do planejamento energético
		II	Do licenciamento ambiental	I	Das disposições preliminares
				II	Das espécies de licenças ambientais
				III	Dos prazos de validade e da renovação das licenças ambientais
				IV	Da publicidade
				V	Dos prazos para manifestação do órgão ambiental licenciador
				VI	Do licenciamento ambiental municipal
				VII	Das disposições gerais
		III	Do estudo prévio de impacto ambiental	I	Das disposições gerais
				II	Das audiências públicas
		IV	Dos termos de ajustamento de conduta	-	-
		V	Das auditorias ambientais	-	-
		VI	Dos fundos e incentivos	-	-

**Quadro 6.2. Estrutura do projeto de código ambiental do Estado do Rio de Janeiro
(continuação).**

TÍTULO	CONTEÚDO	CAPÍTULO	CONTEÚDO	SEÇÃO	CONTEÚDO
III	Do controle da poluição	I	Da qualidade ambiental	-	-
		II	Da poluição do ar	-	-
		III	Da poluição da água	-	-
		IV	Da poluição do solo	-	-
		V	Da gestão de resíduos sólidos	-	-
		VI	Da poluição sonora	-	-
		VII	Da poluição visual	-	-
IV	Da proteção da sociobiodiversidade	I	Da biodiversidade	I	Dos espaços territoriais especialmente protegidos
				II	Da proteção da flora
				III	Da autorização para supressão e manejo da flora
				IV	Da proteção da fauna
				V	Do patrimônio biológico e genético
				VI	Da biossegurança
		II	Do patrimônio cultural	-	-
V	Das disposições finais e transitórias	-	-	-	-

Finalizando a análise dos instrumentos legais que, de alguma forma, estão relacionados com a questão do fechamento de mina, há que se mencionar a Resolução CONAMA n. 369/2006.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente n. 369, de 28 de março de 2006, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP.

As atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais nessas áreas são disciplinadas na Seção II da Resolução, constituída pelo artigo sétimo, seus incisos e parágrafos. Embora a Resolução afirme que a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Proteção Permanente para a extração de substâncias minerais fica sujeita à apresentação do Estudo Prévio de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente – RIMA no processo de licenciamento ambiental, em nenhum momento refere-se à apresentação do Plano de Fechamento da mina, dentro do processo de licenciamento ambiental ou em qualquer outro momento.

CAPÍTULO 7. ESTUDO DE CASOS

A vida útil de uma mina pode variar de alguns poucos anos até algumas dezenas deles, podendo chegar à casa das centenas de anos, em casos especiais.

Grandes minas a céu aberto de minério de ferro – e algumas importantes minas subterrâneas – brasileiras chegam agora à fase de exaustão. São minas que têm suas histórias ligadas à trajetória e evolução da mineração no Brasil, e contribuíram para a consolidação econômica das cidades e estados onde se inserem.

Quando essas minas entraram em operação, eram outros os cenários nacional e mundial: a) eram mínimas ou inexistentes as preocupações com a preservação do meio ambiente, com a saúde e segurança do trabalhador e com a saúde e segurança pública; b) O porte e a tecnologia dos equipamentos empregados na lavra e no beneficiamento dos minérios e minerais eram diferentes, assim como eram outras as técnicas operacionais; c) era precário o processo de comunicação e transparência entre empresas e comunidades; d) não se exigia que as empresas apresentassem planos de controle ambiental dos empreendimentos, quer para o início de operação, quer para o fechamento das minas; e e) a ênfase do empreendimento recaía principalmente sobre o processo de produção, gerador de receitas para o caixa da empresa e de lucros para os empresários e acionistas.

Algumas dessas minas conseguiram adaptar-se aos novos conceitos e exigências, e encontram-se, hoje, em processos de fechamento aprovados pelos órgãos governamentais (ambientais e responsáveis pela mineração) e levados ao conhecimento da sociedade. Outras apresentam sérios problemas para o fechamento – e buscam soluções para equacioná-lo dentro de um processo que permita a devolução do sítio à sociedade, em condições adequadas para a implantação de novos usos.

Cinco minas foram selecionadas para a estruturação e redação deste Capítulo:

- 1) Mina de minério de ferro de Águas Claras, cujos direitos de lavra pertencem à MBR – Minerações Brasileiras Reunidas S.A.;
- 2) Mina de minério de ferro de Capão Xavier, cujos direitos de lavra também pertencem à MBR – Minerações Brasileiras Reunidas S.A.;
- 3) Mina de urânio Osamu Utsumi, cujos direitos de lavra pertencem à INB – Indústrias Nucleares do Brasil S.A.;

- 4) Mina de areia de titularidade da VCN Empresa de Mineração Ltda; e
- 5) Mina de areia e caulim cuja lavra é executada pela Mineração Horri Ltda.

A escolha desses empreendimentos mineiros foi realizada levando em consideração os recursos financeiros disponíveis para as viagens e algumas características das minas e das substâncias minerais extraídas, a saber:

a) importância das substâncias minerais produzidas para a economia nacional e ou regional brasileira.

O minério de ferro constitui um dos principais itens da pauta de exportação do Brasil. As minas em operação no Quadrilátero Ferrífero, Estado de Minas Gerais, na sua maioria, são de grande porte, com vida útil da ordem de uma a três décadas, havendo minas que operam há mais de meio século.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é o maior mercado consumidor de agregados para a construção civil do País, destacando-se, dentre eles, a areia (com um consumo da ordem de 33 milhões de toneladas no ano de 2003).

b) são minas que se encontram próximas a grandes e importantes núcleos urbanos e ou em regiões ambientalmente sensíveis.

A mina de Águas Claras está localizada nos limites da área urbana da cidade de Belo Horizonte e nos contornos da Serra do Curral – um dos símbolos e marco histórico da capital mineira.

A mina de Capão Xavier situa-se nas proximidades do núcleo urbano do Bairro Jardim Canadá, no município de Nova Lima e Região Metropolitana de Belo Horizonte, é limítrofe com o Parque Estadual da Serra do Rola Moça, está na região de quatro mananciais que, juntos, respondem por 5 % do total da água consumida em Belo Horizonte, e próxima da Rodovia BR 040, que interliga as cidades de Belo Horizonte e Rio de Janeiro.

A mina Osamu Utsumi está no município de Caldas, na região sul do Estado de Minas Gerais, inserida numa região conhecida nacionalmente pelo seu potencial turístico, derivado do patrimônio paisagístico natural regional e de suas instâncias hidrominerais.

As minas de areia das empresas VCN Empresa de Mineração Ltda e Mineração Horri Ltda situam-se nos municípios de Biritiba Mirim e Jundiapéba, respectivamente, na Região Metropolitana da cidade paulista de Mogi das Cruzes, em áreas que gozam de alguma forma de proteção ambiental do Estado, e que enfrentam conflitos na definição do uso prioritário do solo e

subsolo, divididos entre a mineração de agregados – principalmente da areia – e as atividades agrícolas – principalmente a horticultura, a floricultura e a produção comercial de frutas.

c) algumas das minas selecionadas estão em processo de fechamento.

O processo de uma delas – a mina de Águas Claras – tem sido citado como modelo para o planejamento do fechamento de grandes minas. O planejamento para o fechamento de outra – a mina de Capão Xavier – vem sendo apontado como exemplo da mudança de paradigma nessas questões, por tratar-se da primeira grande mina brasileira a elaborar o plano de fechamento e submetê-lo à apreciação dos órgãos governamentais (Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM e Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM), dentro do processo de licenciamento técnico e ambiental da futura mina, incluindo o planejamento do destino da cava final de lavra e de toda a área que abriga o projeto de mineração.

A descoberta da jazida de urânio de Caetité fez com que a INB – Indústrias Nucleares do Brasil S.A. encerrasse a produção na antiga mina localizada no município de Caldas (MG) e transferisse suas atividades para a nova mina, localizada no sul da Bahia, entre as cidades de Caetité e Lagoa Real. A antiga mina não possuía um plano de fechamento, e convive hoje com os impactos, principalmente os ambientais, decorrentes das atividades de lavra e beneficiamento de um produto tão delicado como o minério de urânio.

A mina está em processo de descomissionamento, e a INB define a contratação de uma empresa com experiência internacional no fechamento de minas de urânio, para elaborar o plano de fechamento definitivo do empreendimento – tarefa delicada, frente aos impactos ambientais instalados, como a geração de águas ácidas e a contaminação dos equipamentos da instalação de tratamento do minério –, e os impactos sociais, como a manutenção e o destino da mão-de-obra (técnica e especializada e não especializada) ainda instalada na antiga mina, com todas as funções produtivas paralisadas, em caráter definitivo, desde dezembro de 1995.

d) facilidade de acesso às empresas e de obtenção das informações.

A MBR e a INB são empresas que têm divulgado os problemas que enfrentam e as soluções que propõem para concluir, com sucesso, os processos de fechamento de suas minas. A divulgação dessas questões vem ocorrendo não só nas publicações especializadas nos temas da mineração, como também através de dissertações de mestrado e teses de doutorado que têm suas minas como objetos de estudo. São empresas que têm estreito intercâmbio científico com os

núcleos de pesquisa das principais universidades brasileiras, e com eles procuram manter uma saudável troca de experiências.

A escolha das minas de agregados para a construção civil (uma, produtora de areia; e a outra, produtora de areia e caulim) abordadas nesta tese deu-se em razão das atividades profissionais do orientador, como estudioso e consultor do setor de agregados no Estado de São Paulo, e do intercâmbio estabelecido entre ele e os órgãos ambientais regionais paulistas, como o Departamento de Proteção dos Recursos Naturais (DEPRN) – Regional de Mogi das Cruzes.

e) disponibilidade de recursos financeiros.

Os recursos financeiros necessários para cobrir as despesas das viagens previstas no projeto foram fornecidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), através de Projeto de Auxílio à Pesquisa elaborado pelo orientador, tendo o doutorando como membro da equipe de pesquisa. O projeto originalmente apresentado previa a visita a um número maior de minas, para a redação do capítulo *Estudo de Casos*. Entretanto, o número original proposto teve que ser reduzido, de modo a atender às sugestões, comentários, críticas e recomendações propostas pela FAPESP para a aprovação do projeto – o que só ocorreu no término de mês de fevereiro de 2005.

As visitas às minas foram orientadas por um *checklist*, previamente elaborado, apresentado no Anexo 1, no qual se procurou sintetizar os tópicos que seriam investigados, com o objetivo de se responder às seguintes questões:

- 1) as minas dispõem de um plano de fechamento submetido à aprovação dos órgãos governamentais?
- 2) os planos elaborados atendem às exigências mínimas de um plano de fechamento, de acordo com a boa prática?
- 3) há previsão dos custos do fechamento?
- 4) há provisão financeira, por parte das empresas, para o fechamento das minas?
- 5) quais os usos futuros planejados para as áreas, na fase pós-mineração?
- 6) os planos de fechamento foram discutidos com os envolvidos no processo (governo, comunidades, acionistas, órgãos não governamentais e outros)?
- 7) há planos de monitoramento e manutenção das unidades do empreendimento durante e após o fechamento das minas?
- 8) qual o tempo de monitoramento e manutenção previsto?

- 9) quais foram os critérios adotados para nortear os planos de fechamento? e
- 10) qual o parecer dos órgãos governamentais sobre os planos de fechamento submetidos ao processo de aprovação?

O *Estudo de Casos* também contempla a abordagem dos principais problemas e do estágio em que se encontram os trabalhos de recuperação e proteção ambiental das áreas de extração de carvão mineral localizadas na bacia carbonífera de Criciúma, Estado de Santa Catarina.

Apresenta-se, a seguir, a síntese de cada um dos casos incluídos neste estudo. Descreve-se o plano de fechamento das minas que já os elaboraram ou os têm em fase de implantação, e analisa-se a situação e o estágio daquelas que ainda não os elaboraram oficialmente.

7.1. FECHAMENTO DA MINA DE ÁGUAS CLARAS

A MBR – Minerações Brasileiras Reunidas S.A. – vem operando grandes minas de minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero (MG) desde a década de 1940 – quando Augusto Trajano de Azevedo Antunes, fundador do grupo empresarial Caemi, adquiriu os direitos de lavra da Mina do Pico, no município de Itabirito, juntamente com outras minas da Saint John Del Rey Mining Company.

Em 1965, a empresa – até então denominada Icominas – passou à denominação de Minerações Brasileiras Reunidas. No ano de 1962, colocou em operação a Mina de Mutuca (situada a aproximadamente 12 Km da Mina de Águas Claras), que operou até o ano de 2001. Em 1973, iniciou as operações de lavra e beneficiamento de minério na Mina de Águas Claras (cuja cava dista aproximadamente 500 metros do Parque das Mangabeiras, uma das áreas residenciais e comerciais nobres da cidade de Belo Horizonte), cujas reservas exauriram-se em 2002.

No início da década de 1990, a MBR iniciou a implantação de um novo complexo operacional, composto por três outras minas, situadas no município de Nova Lima, denominadas Capitão do Mato, Tamanduá e Abóboras. Finalmente, em meados de 2004, teve início a lavra na Mina de Capão Xavier, também localizada no município de Nova Lima, e distante 3 Km, aproximadamente, da cava da Mina de Mutuca e 16 Km da cava de Águas Claras. A Figura 7.1 apresenta um mapa de situação do conjunto de minas e instalações operadas pela MBR na região.

A reserva de hematita da pioneira Mina do Pico exaurir-se-á em 2008. A partir desse ano, a mina dará início a um novo ciclo de produção, lavrando uma reserva da ordem de 600 milhões de toneladas de itabiritos, suficiente para mantê-la em operação por um período de aproximadamente mais 25 anos.

Para viabilizar o novo projeto, a empresa construirá uma nova usina de beneficiamento de minério, um mineroduto, com 5 Km de extensão, para transportar o concentrado de ferro sob a forma de polpa, e uma usina para pelotização do minério de ferro. O investimento previsto para o período de 2005 a 2008 é da ordem de R\$ 760 milhões.

O fechamento de todas essas unidades, localizadas próximas a núcleos urbanos, em ambientes sensíveis e ou em áreas que abrigam importantes mananciais, está equacionado dentro dos planos de fechamento de minas da MBR, de curto, médio e longo prazo.

A MBR tornou-se a maior empresa de mineração do Estado de Minas Gerais, a partir da conclusão do processo de transferência de todo o seu núcleo gerencial da cidade do Rio de Janeiro (RJ) para as instalações situadas em Águas Claras (MG), aumentando o PIB e melhorando a performance econômica do Estado. É responsável por 10 % das exportações de Minas Gerais, responde por 3.200 empregos diretos e 27 mil empregos indiretos, e mantém ampla gama de programas sociais no Estado (MINÉRIOS & MINERALES, 2005b).

A Mina de Águas Claras está situada na porção sul da Serra do Curral, no município de Nova Lima, dentro da Região Metropolitana da cidade de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais. A cava está situada a aproximadamente 10 Km do centro da capital mineira, sendo considerada uma operação urbana. Entre os anos de 1973 e 2002, a mina produziu 290 milhões de toneladas de hematita, com teor médio de 68 % de ferro.

Com o encerramento das atividades de lavra e beneficiamento de minério de ferro no final do ano de 2002, seu processo de descomissionamento, reabilitação, monitoramento e manutenção das áreas impactadas pelas atividades de mineração integram um dos mais importantes projetos de fechamento de mina brasileiros (FRANCA, 2001).

Desde o início das operações de lavra até a exaustão das reservas, além dos 290 milhões de toneladas de minério, Águas Claras movimentou 170 milhões de toneladas (200 milhões de metros cúbicos, aproximadamente) de material estéril, transportadas e dispostas em 6 pilhas de estéril construídas durante a vida útil da mina. As pilhas foram construídas em camadas, com 20

metros de altura e talude final de 1V:2H, sistema de drenagem interna construído com blocos de rocha e sistema de drenagem superficial construído por canaletas periféricas ao longo das bermas.

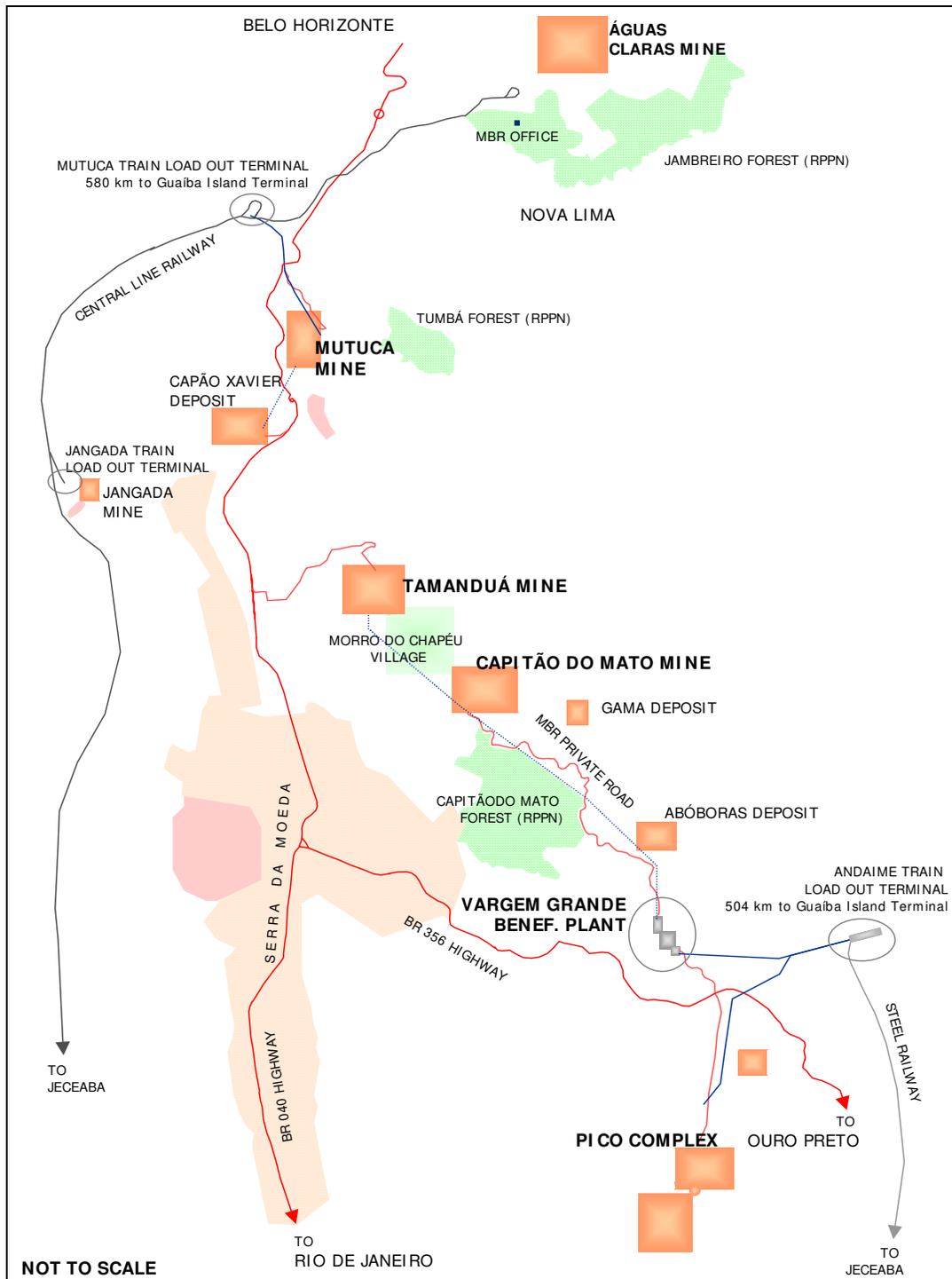


Figura 7.1 Mapa de situação do conjunto de minas e instalações operadas pela MBR no Quadrilátero Ferrífero (MG). Fonte: MBR.

A reserva de hematita da pioneira Mina do Pico exaurir-se-á em 2008. A partir deste ano, a mina dará início a um novo ciclo de produção, lavrando uma reserva da ordem de 600 milhões de toneladas de itabiritos, suficiente para mantê-la em operação por um período de aproximadamente mais 25 anos.

Para viabilizar o novo projeto, a empresa construirá uma nova usina de beneficiamento de minério, um mineroduto, com 5 Km de extensão, para transportar o concentrado de ferro sob a forma de polpa, e uma usina para pelotização do minério de ferro. O investimento previsto para o período de 2005 a 2008 é da ordem de R\$ 760 milhões.

O fechamento de todas essas unidades, localizadas próximas a núcleos urbanos, em ambientes sensíveis e ou em áreas que abrigam importantes mananciais, está equacionado dentro dos planos de fechamento de minas da MBR, de curto, médio e longo prazo.

A MBR tornou-se a maior empresa de mineração do Estado de Minas Gerais, a partir da conclusão do processo de transferência de todo o seu núcleo gerencial da cidade do Rio de Janeiro (RJ) para as instalações situadas em Águas Claras (MG), aumentando o PIB e melhorando a performance econômica do Estado. É responsável por 10 % das exportações de Minas Gerais, responde por 3.200 empregos diretos e 27 mil empregos indiretos, e mantém ampla gama de programas sociais no Estado (MINÉRIOS & MINERALES, 2005b).

A Mina de Águas Claras está situada na porção sul da Serra do Curral, no município de Nova Lima, dentro da Região Metropolitana da cidade de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais. A cava está situada a aproximadamente 10 Km do centro da capital mineira, sendo considerada uma operação urbana. Entre os anos de 1973 e 2002, a mina produziu 290 milhões de toneladas de hematita, com teor médio de 68 % de ferro.

Com o encerramento das atividades de lavra e beneficiamento de minério de ferro no final do ano de 2002, seu processo de descomissionamento, reabilitação, monitoramento e manutenção das áreas impactadas pelas atividades de mineração integram um dos mais importantes projetos de fechamento de mina brasileiros (FRANCA, 2001).

Desde o início das operações de lavra até a exaustão das reservas, além dos 290 milhões de toneladas de minério, Águas Claras movimentou 170 milhões de toneladas (200 milhões de metros cúbicos, aproximadamente) de material estéril, transportadas e dispostas em 6 pilhas de estéril construídas durante a vida útil da mina. As pilhas foram construídas em camadas, com 20

metros de altura e talude final de 1V:2H, sistema de drenagem interna construído com blocos de rocha e sistema de drenagem superficial construído por canaletas periféricas ao longo das bermas.

Os rejeitos do processo de beneficiamento do minério, compostos por ferro, sílica, minerais de argila e outros minerais e elementos químicos, numa polpa com 40% de sólidos e partículas com tamanho médio da ordem de 0,01mm, foram depositados em duas barragens de rejeitos (Barragem 5 e Grota 3 PFF), com capacidade da ordem de 11.300.000 m³ e 4.200.000 m³, respectivamente.

A lavra foi executada a céu aberto, em cava, pelo método convencional: perfuração das bancadas e desmonte com o uso de explosivos, carregamento e transporte mecanizados do minério para a instalação de beneficiamento. As operações de lavra durante os aproximadamente 30 anos de vida útil da mina deram origem à formação de uma cava final com 1.200 metros de comprimento, 800 metros de largura e 250 metros de profundidade (Foto 7.1).

A usina de beneficiamento de Águas Claras é uma instalação antiga, com capacidade instalada para 11 milhões de toneladas/ano de minério de ferro, em bases úmidas, composta por equipamentos de britagem, peneiramento, lavagem e filtragem de produtos. Os prédios principais abrigam instalações para suporte e desenvolvimento de pessoal, recursos humanos e finanças, saúde e segurança do trabalho, restaurante, laboratórios, oficinas para equipamentos leves e pesados, instalações para lubrificação e outros, ocupando uma área de aproximadamente 14.000 m² (LIMA, 2002; MINÉRIOS & MINERALES, 2003b).

A localização da mina, na Serra do Curral, que bordeja a cidade de Belo Horizonte e onde está localizado o Pico do Patrimônio, tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), e a proximidade com a população urbana, sempre caracterizaram a lavra como uma operação delicada – que exigirá cuidados de monitoramento e manutenção especiais no período pós-fechamento.

A propriedade pertence à MBR e tem área total de aproximadamente 2.000 hectares, dos quais 912 hectares constituem a Reserva Particular do Patrimônio Natural da Mata do Jambreiro, criada pela empresa em 1988. No interior dessa Reserva, com espécies diversificadas da fauna e uma riquíssima flora, a empresa instalou um Centro Educacional, criado em parceria com a Associação Mineira de Defesa do Ambiente (AMDA), para difundir noções de respeito ambiental, através de cursos básicos para a formação de monitores ambientais, cursos de

educação ambiental e programas de visitas orientadas. As atividades de mineração ocupam área correspondente a 18,4% da propriedade.



Foto 7.1. Vista geral da cava da Mina de Águas Claras, em 1998, incluindo a barragem de rejeitos (Barragem 5) à direita e dique de rejeitos (Grota 3 PFF) à esquerda. Fonte: MBR.

A operação da Mina de Águas Claras foi planejada de 1968 a 1973, quando começou a produzir, e, desde o início, o projeto adotou medidas de proteção ambiental – mesmo antes da existência de legislação específica –, implantando processos de monitoramento das condições ambientais do solo, água e ar, nas áreas das operações de lavra e beneficiamento.

O plano de fechamento de Águas Claras teve início com a elaboração de uma matriz de trabalho que procurou levantar as questões mais importantes relativas aos aspectos ambientais, para cada condição de fechamento da mina. Foram enumerados os seguintes elementos de estudos: áreas da mina (cava e taludes); pilhas ou depósitos de estéril; barragens para contenção de rejeitos; encostas naturais; Reserva Particular de Proteção Natural (RPPN) do Jambreiro; e a ocupação antrópica do entorno da área de influência da mina. Cada elemento foi analisado sob as perspectivas dos meios físico, biológico e antrópico.

A estrutura matricial envolveu estudos de geologia, geomorfologia, geotecnia, hidrogeologia, clima, qualidade do ar e da água, nível de ruído, contaminação do solo, situação da flora e fauna terrestre, ictiofauna, fitoplâncton, zooplâncton e zoobenton, função ecológica ou dinâmica ambiental, uso e ocupação do solo, emprego e renda e patrimônio cultural natural. Também foram realizados levantamentos bibliográficos e executadas várias campanhas de campo, para a obtenção de dados primários e atualização de relatórios sobre temas específicos. A equipe encarregada do diagnóstico envolveu mais de quarenta especialistas.

O documento final apresentou uma caracterização ampla do empreendimento representado pela Mina de Águas Claras, constituído por capítulos que tratam de temas como cenários de fechamento, impactos ambientais e avaliação dos riscos ambientais potenciais no fechamento, programas de fechamento e zoneamento de usos do solo na fase pós-fechamento (áreas possíveis de usos intensivos, extensivos e de conservação). O plano conceitual de fechamento da mina foi elaborado durante dois anos, sendo apresentado à Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (FEAM) no início do ano de 2001.

Estudo realizado por professores do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) no início da década de 1970, quando a mina entrou em operação, relatou a existência de 108 espécies de aves nos 912 hectares da Reserva Particular do Patrimônio Natural da Mata do Jambreiro. Levantamento mais recente (2003), realizado pela empresa Brandt Meio Ambiente, relacionou a existência de 174 espécies na referida área (MINÉRIOS & MINERALES, 2003b; MINÉRIOS & MINERALES, 2005a).



Foto 7.2. Detalhe do lago em formação na cava da Mina de Águas Claras. Ao fundo, vista do Pico do Patrimônio. À direita, ilustração gráfica do futuro lago (Fonte: MBR).

A questão mais polêmica no processo de fechamento de Águas Claras está no destino final planejado para a cava da mina. A empresa adotou a solução (aprovada pelos órgãos governamentais) de enchimento da cava com a água proveniente do próprio lençol freático que, no correr das últimas décadas de operação da mina, foi sendo rebaixado, para permitir a lavra do minério de ferro existente abaixo dele. O lago em formação está com 105 metros de profundidade. O resultado final do processo de enchimento será a formação de um lago com 240 metros de profundidade e capacidade para armazenar 59 milhões de metros cúbicos de água de boa qualidade, situado numa altitude de 866m a 1.105m acima do nível do mar, que deverá estar completamente formado no prazo de 15 anos (Foto 7.2).

Toda a área impactada pelas atividades de mineração está sendo preparada para aproveitamento futuro, muito embora a empresa ainda não tenha decidido quais as atividades finais serão incluídas no projeto. O que se tem como princípio é que a área deverá ser incorporada em um projeto multifacetado, incluindo-se aí o aproveitamento do lago.

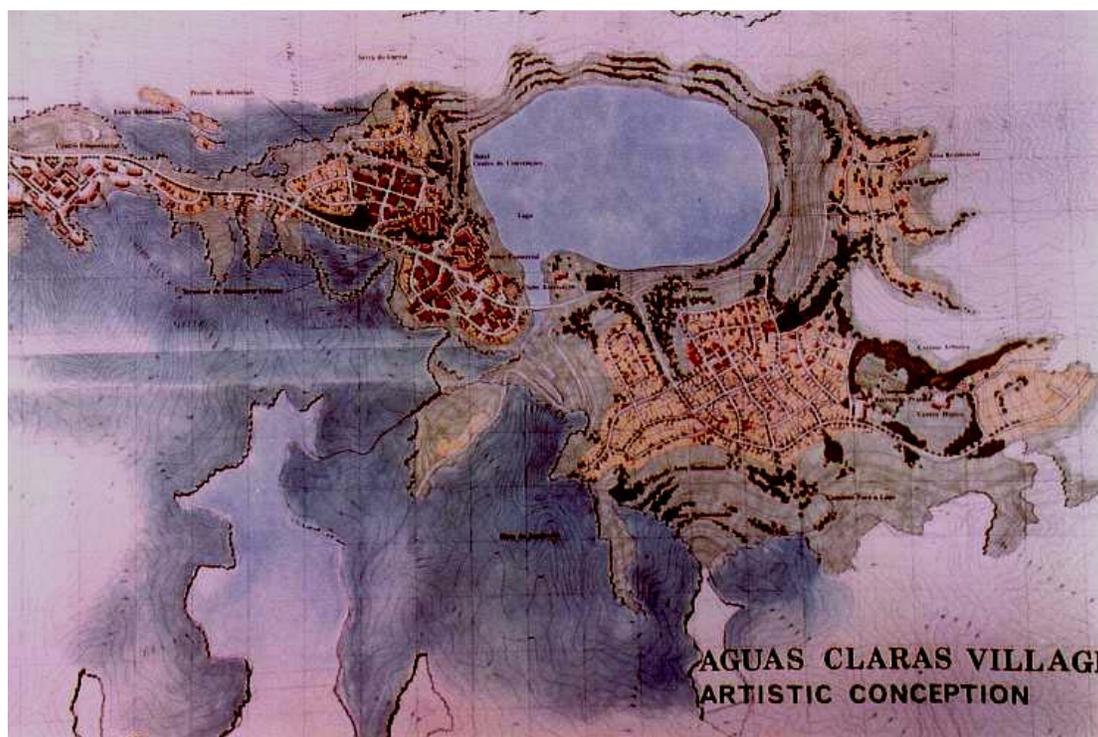


Figura 7.2. Concepção artística inicial do condomínio Vila de Águas Claras. Fonte: MBR

O uso pós-mineração da propriedade onde se insere a mina também ainda não está bem definido. A primeira proposta era promover a integração do lago à paisagem local e a um empreendimento turístico/hoteleiro de alto nível, a ser construído na região (Figura 7.2). Mas novas alternativas de uso, tais como a construção de um centro de convenções, a integração da área como uma extensão do Parque das Mangabeiras, situado na área urbana de Belo Horizonte e limítrofe com a propriedade da MBR, ou anexá-la como uma extensão da área de preservação da Mata do Jambreiro, também vêm sendo estudadas pela empresa. A meta é promover a máxima integração da área com o ambiente natural circunvizinho, com o mínimo impacto sobre esse ambiente (LIMA, 2002; BRASIL MINERAL, 2003).

No final do ano de 2005, a MBR consolidou o processo de transferência de sua sede da cidade do Rio de Janeiro (RJ) para Águas Claras (Nova Lima, MG), fechando seu escritório naquela cidade e transferindo o pessoal para as instalações de Águas Claras. A sede está agora instalada num casarão em estilo colonial, com vista panorâmica para a Mata do Jambreiro, uma área remanescente da Mata Atlântica, onde a mineradora já havia instalado o Centro de Educação Ambiental (CEA), para difundir conhecimentos sobre meio ambiente, ecologia e desenvolvimento sustentável. O projeto futuro, em linhas gerais, indica a habilitação da área para a construção de escritórios, shoppings, centro de convenção, universidades, ou seja, usos mais voltados para a área de serviços, com menor foco no uso residencial (BRASIL MINERAL, 2005; MINÉRIOS & MINERALES, 2005b; MBR, 2006).

A decisão da empresa de encher a cava da mina com água enfrentou resistências. Segundo o Representante do Ministério Público, a decisão atendeu à questão econômica, em detrimento de soluções mais tradicionais e tecnicamente adequadas para o enchimento de uma cava de mina, como a recomposição topográfica utilizando material removido de outras áreas de mineração. Também foi levantado por ele o temor de contaminação da água no futuro e da instalação de situações de riscos para a comunidade, oriundas do armazenamento de um volume tão grande de água em uma cava formada a partir da extração de um recurso natural durante três décadas.

A MBR argumentou que a Mina de Águas Claras situa-se a quilômetros de distância de possíveis fontes de fornecimento de material estéril e ou rejeitos para a recomposição topográfica da cava, e que este foi um fator determinante na escolha – não apenas o viés econômico. O enchimento da cava de Águas Claras com material estéril proveniente da Mina de Capão Xavier, ou mesmo com rejeitos gerados nas instalações de beneficiamento da Mina de Mutuca, exigiria

outros trinta anos, com intensa atividade de caminhões e máquinas e grande movimentação de materiais, impactando negativamente o tráfego nas rodovias e a população dos bairros circunvizinhos. Além do mais, os benefícios da recuperação e recomposição paisagística da mina só seriam perceptíveis muitos anos depois de encerrado o processo (BRASIL MINERAL, 2003).

7.1.1. PROGRAMA DE REABILITAÇÃO

A MBR – Minerações Brasileiras Reunidas S.A. pratica, desde a década de 1970, o processo de reabilitação progressiva das áreas impactadas, em todas as suas de minas, com o objetivo de reduzir a erosão, promover a estabilidade física e a recomposição paisagística das áreas impactadas e reduzir os passivos para o momento do fechamento definitivo. Diversas técnicas e métodos são empregados para a revegetação, incluindo o plantio manual de mudas, a hidrossemeadura e a fixação de placas de grama com emprego de malhas metálicas ou estacas.

As medidas comumente adotadas, não só na Mina de Águas Claras, mas em todas as outras minas da empresa, são: 1) revegetação dos taludes acima do nível final previsto para o lago, no caso de Águas Claras, por sementeira, fixação de placas de gramíneas, e plantio de mudas; 2) suavização, gradação, sementeira e plantio dos taludes das pilhas de material estéril; 3) drenagem, preparação da superfície e revegetação das barragens de rejeitos; 4) monitoramento do sucesso da revegetação nos taludes da cava, pilhas de estéril, barragens de rejeitos e taludes de rodovias e ferrovias; 5) manutenção das bermas não revegetadas, para permitir o acesso dos veículos durante o programa de monitoramento da revegetação; e 6) implantação e manutenção do sistema de drenagem das bermas e taludes das bancadas da cava da mina.

7.1.2. DESCOMISSIONAMENTO

O programa de descomissionamento envolve a desmontagem dos prédios e equipamentos da usina de beneficiamento, oficinas e demais estruturas desnecessárias à manutenção da sede da empresa na área. Os equipamentos empregados na lavra foram transferidos para outras unidades ou vendidos como sucata. O terminal ferroviário, utilizado para carregamento dos vagões e escoamento da produção do minério beneficiado, foi desmontado; e os taludes do leito da ferrovia estão em processo de estabilidade, drenagem e revegetação.

7.1.3. MONITORAMENTO

Desde o início das operações, a MBR implantou um amplo programa de monitoramento na Mina de Águas Claras, planejado para prover informações para a revisão periódica do plano de gerenciamento ambiental e indicar alguma alteração necessária nesse plano, de modo a garantir a proteção ambiental de todo o projeto.

O principal objetivo do programa é acompanhar a performance das ações implantadas, assim como demonstrar a conformidade com as exigências legais. Ele inclui o monitoramento da estabilidade dos taludes, da qualidade do ar e da água superficial e subterrânea, estabilidade das pilhas de estéril e barragens de rejeitos, assim como dos níveis de ruído, controle de vibrações e sucesso da reabilitação.

Os mesmos programas de monitoramento e manutenção implantados na fase operacional continuam na fase de fechamento, com frequência mensal. Prismas instalados nas paredes da área da cava, nos taludes ao longo da pêra ferroviária, nas pilhas de estéril e barragens de rejeitos, detectam e registram movimentos do solo. Monitores instalados em vários pontos no entorno da área industrial e da cava controlam a qualidade do ar. Pontos de monitoramento controlam a qualidade da água, a jusante das barragens de rejeitos. Amostras de águas superficiais são analisadas para verificação do nível de oxigênio, presença de óleos e graxas, sólidos totais em suspensão, condutividade elétrica, ferro solúvel, sedimentos sólidos, oxigênio dissolvido, manganês solúvel, temperatura da água, pH, turbidez, cor e odor. O controle de ruído e vibração é feito conforme a necessidade de cada local.

O sucesso da revegetação é monitorado anualmente, antes do início da estação chuvosa. A manutenção inclui nova semeadura ou plantio de mudas onde o processo de reposição da vegetação não apresenta os resultados esperados, a reconstrução de cercas e o controle de ervas daninhas e de incêndios.

Os riscos potenciais associados com a cava estão relacionados à eventual instabilidade dos taludes do Pico do Patrimônio, no setor noroeste, e no setor sudeste; a qualidade da água armazenada no lago e a segurança da área, com relação ao trânsito de intrusos. A proximidade de casas do setor noroeste da cava, localizadas a menos de 500 metros, potencializa o problema. As faces norte e noroeste da cava podem ser atingidas, com relativa facilidade, através do Parque Municipal das Mangabeiras e de várias trilhas, a partir dos bairros vizinhos. A diferença de nível

máxima entre o topo do Pico Patrimônio e o fundo da cava é de 500 metros, e as bancadas nesta face têm 32 metros de altura. O risco de acidentes envolvendo pessoas é alto, pois o local é atrativo para a prática de esportes relacionados com o ciclismo, o motociclismo e caminhadas.

As medidas de segurança envolvem a construção de cercas, a sinalização de toda a área, e a veiculação de campanhas educativas, alertando para os riscos potenciais que o sítio oferece.

O programa de avaliação de riscos potenciais desenvolvido pela MBR incluiu, também, os danos potenciais que seriam provocados por ondas geradas no lago, caso ocorresse ruptura de taludes das paredes da cava e o material atingisse a superfície da água armazenada.

O plano de monitoramento contempla cada uma das diversas estruturas que compõem o projeto Águas Claras:

a) ***pilhas de estéril***. Cada uma das seis pilhas de estéril foi inspecionada, para avaliação dos riscos potenciais e definição das medidas para garantir os objetivos do fechamento. O principal risco potencial do fechamento desses componentes decorre da sua exposição à degradação por atividades humanas. A minimização desses problemas exige severa vigilância, como forma de garantir a segurança física das áreas e impedir a prática de atividades humanas, como instalação de acampamentos, a caça, natação e a pesca. As medidas de reabilitação incluem nivelamento e gradação da superfície, semeadura e plantio dos taludes finais, seguido pela implantação e manutenção de sistemas de drenagem superficial, no topo das bermas e taludes das bancadas (Foto 7.3).

b) ***barragens de rejeitos***. A Mata do Jambreiro envolve a Barragem de Rejeitos 5 – o que vem facilitando a invasão da área da barragem desativada por espécies de plantas nativas da mata local. A barragem, de terra, está localizada no vale do córrego Águas Claras, tendo 92 metros de altura e 400 metros de largura segundo o eixo. As características geotécnicas dos rejeitos, tais como distribuição do tamanho de partículas (96% a 98% abaixo de 0,075mm), densidade *in situ* (2,9t/m³) e permeabilidade (1,4x10⁻⁴cm/sec), devem atuar favoravelmente à sedimentação das partículas na bacia, após a drenagem do material. Mas, como medida de segurança, desaconselha-se a construção de qualquer espécie de edificação na área, como forma de prevenir e mitigar responsabilidades futuras.



Foto 7.3. Pilha de estéril Grota 1, após reconformação topográfica e revegetação.

A ação destrutiva de longo prazo da erosão, do intemperismo físico e da atividade biótica sobre a barragem constitui o principal risco potencial. Essas forças, combinadas, podem frustrar os esforços da empresa para alcançar a estabilidade de longo prazo, e haverá necessidade de monitoramento, manutenção e cuidados, periódicos e constantes, para se prevenir a falência física da estrutura. O contínuo e perpétuo processo de erosão pela ação da água deve ser a principal preocupação de longo prazo – não só com as áreas das barragens de rejeitos, mas também com aquelas das pilhas de estéril.

Os eventos de curta duração, mas de alta capacidade destrutiva, tais como inundação, incêndios e terremotos, aplicam a estas estruturas forças com valores superiores àqueles para os quais elas foram planejadas, e devem ser monitorados. Atenção especial deve ser dispensada à prevenção de incêndios florestais, principalmente por tratar-se de área inabitada.

O cenário final da Barragem de Rejeitos 5 será a formação de um lago a jusante dos diques transversais, seguido por uma área revegetada situada a montante dos diques. A denominada Barragem Grota 3 PFF será completamente drenada e revegetada. Esse processo reduzirá consideravelmente as forças que trabalham contra a estabilidade do dique (Foto 7.4).



Foto 7.4. À esquerda, vista geral da Barragem de rejeitos 5 com lago remanescente ao fundo. À direita, vista a partir do eixo da Barragem 5, com detalhe da revegetação nativa, espontânea, que hoje recobre a praia de rejeitos.

c) **usina de beneficiamento.** A usina de beneficiamento de minério de ferro de Águas Claras é uma instalação antiga, da década de 1970. Os equipamentos que ainda têm alguma vida útil serão transferidos para outras unidades da empresa. Os demais serão vendidos como sucata. As estruturas metálicas serão desmontadas; as estruturas em alvenaria e concreto, demolidas; e as fundações, removidas, antes que a superfície seja descompactada e preparada para a revegetação. Não haverá necessidade de operações de limpeza ambiental para descontaminação do solo, pois a tecnologia de processamento do minério de ferro praticada não utiliza produtos químicos perigosos (Foto 7.5).



Foto 7.5. Vista geral da antiga usina de beneficiamento de minério de Águas Claras.

d) **ramal ferroviário**. A construção do ramal ferroviário, destinado ao escoamento da produção da Mina de Águas Claras, criou instabilidade no maciço próximo à entrada principal da cava da mina. A estabilidade desse talude vem sendo monitorada desde 1992, quando ocorreu um acidente, com deslizamento de material. Com a exaustão da mina, o ramal ferroviário foi desativado e removido, e a MBR iniciou o processo de recuperação e revegetação do talude, com o objetivo de melhorar suas condições de estabilidade no longo prazo (Foto 7.6).



Foto 7.6. À esquerda, vista do talude da pêra ferroviária; à direita, detalhe do sistema de revegetação de taludes.

e) **responsabilidades potenciais de longo prazo**. A estabilidade do Pico do Patrimônio, um marco tombado pelo IPHAN, constitui uma das responsabilidades de longo prazo a ser assumidas pela empresa. Os taludes da cava situados acima da superfície do lago também irão requerer monitoramento e manutenção, não só durante a formação do lago, mas também no correr dos próximos anos.

A estabilidade da Barragem de Rejeitos 5 – com seus diques transversais e vertedouro – exigirá a implantação de cuidadoso plano de monitoramento e manutenção (monitoramento de níveis de água no interior do maciço, vazões pelo dreno de fundo e vertedouro, deslocamentos superficiais, inspeções visuais freqüentes, batimetria do reservatório e monitoramento ambiental), com ênfase no uso futuro da área, considerando seu alto grau de vulnerabilidade aos processos de erosão.

Idênticos cuidados e atenção serão dispensados ao dique da Barragem 3 PFF, às seis pilhas de estéril recuperadas e às bacias para retenção e sedimentação de sólidos.

Com a transferência da sede da empresa para as instalações de Águas Claras, toda a área, totalizando aproximadamente 2.000 hectares, deverá permanecer sob a responsabilidade da MBR – pelo menos nos próximos trinta a quarenta anos. Se no futuro vier a ocorrer transferência da custódia, o novo proprietário a assumirá tendo conhecimento das responsabilidades e restrições de uso que incidem sobre a propriedade (MBR, 2006).

f) **segurança e saúde pública**. As dimensões da propriedade que abriga a cava da mina, as barragens de rejeitos, as pilhas de estéril, a área de preservação natural e demais estruturas do projeto Águas Claras, assim como sua proximidade com áreas de elevada densidade populacional, faz da segurança uma preocupação constante e de longo prazo, com o objetivo de prevenir acidentes com intrusos e a ocorrência de incêndios (que poderão ter origem em causas naturais ou ser resultado da ação humana) nesse ambiente tão sensível (Foto 7.7).



Foto 7.7. Vista geral do Complexo de Águas Claras, destacando interface da Mata do Jambreiro com comunidades locais; vista da barragem 5, da cava da mina e de pilhas de estéril (ao fundo).

7.2. PLANO DE FECHAMENTO DA MINA DE CAPÃO XAVIER

Capão Xavier é uma das últimas grandes jazidas de minério de ferro da MBR a entrar em operação no Quadrilátero Ferrífero (MG). Com reservas de 176 milhões de toneladas de minério de ferro (hematita) de alto teor (teor médio de 67% de ferro), apresenta algumas características raras entre as minas brasileiras: 1) trata-se da primeira grande mina brasileira a elaborar e apresentar aos órgãos governamentais o plano de fechamento da mina, dentro do processo de autorização e licenciamento do empreendimento no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e na Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) do Estado de Minas Gerais; 2) o processo de licenciamento provocou a participação da comunidade e de organizações não-governamentais (através de audiência pública), do Ministério Público e do Poder Judiciário (no âmbito das ações judiciais) e do Poder Legislativo Estadual (através da instauração de Comissão Parlamentar de Inquérito); 3) devido à proximidade da Mina de Capão Xavier com a Mina de Mutuca (aproximadamente 3 Km), cuja exaustão ocorreu no ano de 2001, todo o minério será tratado na usina de beneficiamento de Mutuca, enquanto que todo o material estéril de Capão Xavier e o rejeito da usina de beneficiamento de Mutuca, serão utilizados na recomposição topográfica da cava da última mina.

Capão Xavier entrou em operação em junho de 2004. A previsão de produção é de 10 milhões de toneladas/ano de minério beneficiado (cerca de 20% da produção anual da MBR), até o ano de 2022 (a vida útil prevista para a mina é de 18 anos). O minério bruto, assim como o material estéril, é transportado por estrada asfaltada particular, construída pela empresa para esse fim, até a Mina de Mutuca. São empregados caminhões com capacidade para 45 toneladas para o transporte do minério e estéril da mina.

O planejamento da mina prevê a implantação, no futuro, de um sistema de britagem primária na Mina de Capão Xavier com transporte do minério britado até as instalações de beneficiamento de Mutuca por um sistema de correias transportadoras.

O projeto Capão Xavier contempla a utilização sinérgica de toda a infra-estrutura de beneficiamento e transporte existente na Mina de Mutuca. Mesmo com as atividades de lavra paralisadas desde 2001, depois de 40 anos de produção, Mutuca continuará em operação para beneficiamento e escoamento da produção do minério de Capão Xavier.

As operações de lavra na Mina de Mutuca deram origem a uma cava com 1.600 metros de comprimento, 800 metros de largura e 350 metros de profundidade, que será topograficamente recuperada através da disposição no seu interior do material estéril removido da Mina de Capão Xavier e dos rejeitos produzidos na usina de beneficiamento de Mutuca (Foto 7.8).

A proximidade entre as duas minas faz de Capão Xavier um projeto de referência no planejamento da abertura e fechamento de minas no Brasil. Comparado com outros projetos de mineração de ferro de porte semelhante, ele pode ser considerado como de baixo impacto ambiental, pois não é composto por diversas estruturas típicas dessa atividade, como pilhas de estéril, barragens de rejeitos e instalações para beneficiamento do minério, além de contribuir com o processo de recuperação de outra mina (BRASIL MINERAL, 2004a).

A face polêmica do Projeto Capão Xavier, assim como ocorreu com Águas Claras, está no destino planejado para a cava final da mina. Ao término da sua vida útil, a cava, com 2000 metros de comprimento, 1000 metros de largura e 250 metros de profundidade, abrigará um lago com profundidade média de 75 metros e 170 metros de profundidade máxima, com capacidade para armazenar 60 milhões de metros cúbicos de água, que irá se formar naturalmente na cava, no correr de um período de tempo inicialmente previsto em 13 anos (MBR, 2006).

O projeto exigirá investimentos da ordem de R\$ 260 milhões. A arrecadação de tributos para os cofres públicos está orçada em R\$ 90 milhões. Estima-se que o projeto tem potencial para gerar 700 empregos diretos e 6 mil empregos indiretos (BRASIL MINERAL, 2004b; BRASIL MINERAL, 2005).

A mina está inserida num ecossistema bastante sensível: localiza-se nas vizinhanças do Parque Estadual da Serra do Rola Moça – o que pressupõe a existência de grande biodiversidade. Está próxima de quatro mananciais (Mutuca, Fechos, Catarina e Barreiro) que, juntos, produzem cerca de 5 % do total da água consumida na cidade de Belo Horizonte; e é vizinha do bairro Jardim Canadá e da BR 040, que interliga as cidades de Belo Horizonte e Rio de Janeiro (Foto 7.9).

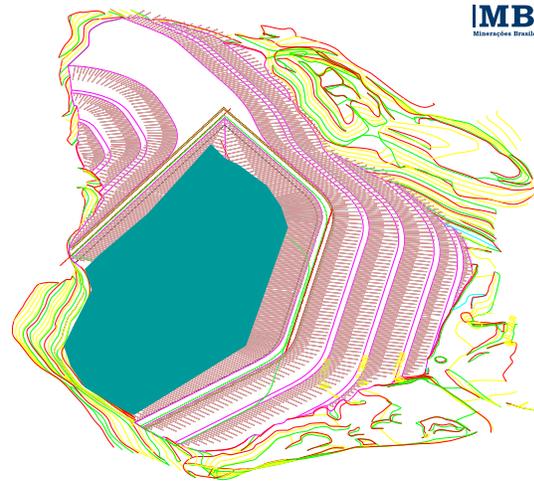


Foto 7.8. Cava final da Mina de Mutuca (à esquerda). À direita, o projeto de reconformação topográfica da cava.
Fonte: MBR.

Os estudos para a abertura e fechamento da Mina de Capão Xavier tiveram início em 1992, com a contratação de um completo levantamento hidrogeológico regional, sob a coordenação do professor Rafael Fernandez Rubio, catedrático em hidrogeologia da Universidade de Madri (Espanha).



Foto 7.9. À esquerda, situação atual da cava da Mina de Capão Xavier (setor norte). À direita, pilha de estéril que funcionará como barreira visual e sonora para o Bairro Jardim Canadá, construída no limite da cava final projetada (setor sul).

A previsão da necessidade de rebaixamento do nível do lençol freático por volta do terceiro ano da operação, para permitir a continuidade das operações de lavra abaixo dele, fez com que os especialistas projetassem uma rede detalhada de monitoramento para toda a região, que permitirá a identificação imediata de qualquer alteração que ocorra na vazão das nascentes regionais. Os estudos foram conduzidos entre os anos de 1993 e 1997, e em 1998, a COPASA (Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais) e a MBR assinaram um termo de compromisso, no qual a empresa de mineração dá todas as garantias técnicas e jurídicas à COPASA, de que a lavra de Capão Xavier será desenvolvida sem prejuízo da qualidade e quantidade das águas captadas pela segunda, e se obriga a fazer a reposição, no mínimo, da mesma quantidade de água que porventura venha a ser subtraída dos mananciais que abastecem o sistema de fornecimento de água da cidade de Belo Horizonte.

Em 2002, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) de Capão Xavier foram apresentados à Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (FEAM), com descrição detalhada de todas as fases do empreendimento, inclusive o destino proposto não só para a cava, mas para toda a propriedade que abriga o projeto de mineração.

O plano de controle e recuperação ambiental contempla, além dos estudos habituais de identificação e quantificação das espécies da fauna e da flora encontradas na área, o monitoramento destas espécies e de seu *habitat*, durante a vida da mina. Esses estudos já permitiram identificar dois gêneros de microcrustáceos existentes na área, sendo um deles até então desconhecido da ciência.

Outro projeto de preservação da empresa conduziu à assinatura de um convênio entre a MBR e a Fundação Zoobotânica, de Belo Horizonte, cujo objeto é o estudo detalhado dos campos rupestres da região e da denominada *flora de canga*, vegetação típica de campos de minério de ferro, com o objetivo da sua preservação e o domínio das técnicas de sua reprodução, para que possa ser utilizada na recuperação das áreas impactadas pela mineração – local e outras que apresentem as mesmas características ambientais que ela.

Os estudos hidrogeológicos tiveram como objetivo verificar os efeitos do rebaixamento do nível do lençol freático na vazão e qualidade das águas dos mananciais operados pela COPASA. O planejamento operacional prevê que parte da água captada nos poços perfurados para

possibilitar o rebaixamento será redirecionada para os mananciais, regularizando o efeito das estiagens sobre o abastecimento da capital mineira.

Capão Xavier foi a primeira mina do Estado de Minas Gerais a ter suas medidas compensatórias aprovadas pela Câmara de Proteção à Biodiversidade do Instituto Estadual de Florestas (IEF). Entre as ações propostas pela empresa e aprovadas pelo IEF, destaca-se a doação de uma área de aproximadamente 1.000 hectares para integrar o Parque Estadual da Serra do Rola Moça, numa proporção de área preservada versus área minerada de 10:1 (serão preservados 10 m² para cada metro quadrado de área minerada). Inicialmente foram doados 783 hectares para a formação do parque, e outros 235 hectares serão doados após o fechamento, incluindo a área do lago (110 hectares, aproximadamente), totalizando 1.018 hectares.

Após a exaustão da mina, a cava será naturalmente inundada pela água do lençol freático, formando um grande reservatório situado a 1.350 metros de altitude (a cidade de Belo Horizonte está a 800 metros acima do nível do mar), que integrará o sistema de abastecimento de água da capital mineira. Toda a área recuperada será incorporada ao Parque Estadual da Serra do Rola Moça. Terminado o processo de fechamento das Minas de Capão Xavier e Mutuca, as duas áreas estarão perfeitamente integradas ao ambiente circunvizinho e protegidas sob a égide do Parque Estadual (Foto 7.10).

A MBR já investiu mais de R\$ 1 milhão, desde 1993, apenas em pesquisas e monitoramentos ambientais na região do empreendimento. Outros investimentos, superiores a R\$ 12 milhões, serão destinados ao custeio de ações sociais e ambientais que contemplarão o Bairro Jardim Canadá com melhorias na infra-estrutura urbana, dentre elas, a recuperação de trechos da BR 040, pavimentação de ruas, construção de passarelas de travessia sobre a rodovia, iluminação de ruas e a construção de áreas destinadas ao lazer da comunidade, à educação e à prática de esportes.

Todo o processo tem sido implantado com a participação da comunidade de Jardim Canadá, com o objetivo de se buscar alternativas e soluções conjuntas para a melhoria da qualidade de vida local.

O processo de licenciamento do empreendimento seguiu rigorosamente todas as etapas legais adotadas pelos órgãos governamentais com capacidade para analisar a documentação e aprovar o licenciamento dos projetos de mineração no Estado de Minas Gerais. Foi aprovado por unanimidade pelos membros da Câmara de Atividades Minerárias do Conselho Estadual de

Política Ambiental (COPAM) e recebeu o aval de todos os órgãos ambientais envolvidos no processo de licenciamento. Entretanto, até o início de produção da mina, em 16 de junho de 2004, o projeto enfrentou resistências de membros da sociedade, do Ministério Público e do Poder Legislativo do Estado.

Em 25 de março de 2003 foi realizada a Audiência Pública para apresentação e discussão do projeto, com a participação de 1.200 pessoas que, na maioria, mostraram-se favoráveis à instalação da mina.

Durante o processo de concessão da Licença de Instalação, em dezembro de 2003, três cidadãos contrários ao projeto entraram com uma Ação Popular na Justiça Estadual. Por ocasião da concessão da Licença de Operação, dois deputados estaduais entraram com outra Ação Popular, desta vez na Justiça Federal, tentando impedir a operação da mina. Finalmente, instalou-se na Assembléia Legislativa de Minas Gerais uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) de Capão Xavier, cujo objetivo foi investigar falhas e supostas irregularidades no processo de licenciamento do projeto. Os membros da CPI, no Relatório Final da Comissão, concluíram pela total legalidade do processo de licenciamento da mina em questão.

Dentre as principais alegações que fundamentaram todas essas ações, destacam-se: a) o projeto fere a Lei nº 10.793/92, que proíbe a instalação de uma série de atividades, dentre as quais a mineração, em áreas de mananciais destinados ao abastecimento público, desde que tais empreendimentos venham a comprometer os padrões mínimos de qualidade das águas; b) a questão econômica, assim como ocorreu no caso do fechamento de Águas Claras, foi o fator que prevaleceu na definição do uso da cava final (formação do lago), em detrimento de uma solução mais tradicional e tecnicamente adequada para o enchimento desse espaço. Segundo o Representante do Ministério Público, a própria MBR respaldaria essa opinião, quando se propõe executar a recomposição topográfica da cava da Mina de Mutuca com o estéril removido da Mina de Capão Xavier e os rejeitos produzidos nas instalações de beneficiamento da própria Mutuca; c) haverá um aumento do custo de tratamento da água, para colocá-la em condições de abastecer a população, dada à excelente qualidade demonstrada pelos mananciais, antes da implantação da mineração; d) teme-se a contaminação da água e a instalação do processo natural de aumento de matéria orgânica, ao término das atividades da mina; e) um lago com as dimensões planejadas para o de Capão Xavier (e daquele em formação na cava de Águas Claras) cria condições de riscos permanentes para a segurança da comunidade; e f) os questionamentos formulados que

alegavam parcialidade dos estudos de impacto ambiental e do processo de licenciamento ambiental do projeto (BRASIL MINERAL, 2003; MINÉRIOS & MINERALES, 2003a; BRASIL MINERAL, 2005; MINÉRIOS & MINERALES, 2005a; MBR, 2006).

Analisando-se todo o processo de licenciamento de Capão Xavier, conclui-se que o projeto passou por um longo período de maturação, durante o qual a sociedade, os órgãos públicos e a empresa de mineração debateram as alternativas para a implantação da mina e aprovaram aquelas que foram consideradas as melhores para o desenvolvimento tecnicamente viável, ambientalmente seguro e socialmente aceitável para a instalação da mina – desde a sua implantação até o fechamento, incluindo-se no planejamento o destino de toda a área, no período pós-fechamento.

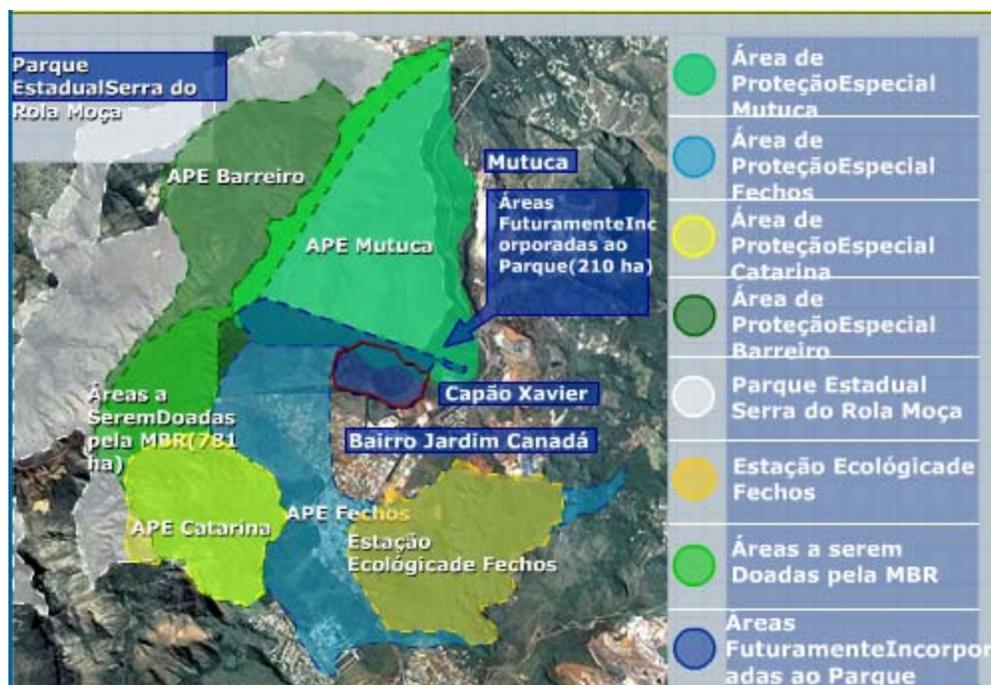


Foto 7.10. Projeto de Gestão Ambiental previsto para as áreas que compreendem as Minas de Mutuca e Capão Xavier. Fonte: <http://www.mbr.com.br/capao/index2.html>

7.3. MINAS DE AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

O Estado de São Paulo é o maior produtor de areia do País, respondendo por 32,8 % da produção nacional desse produto. Segundo GOMI (2005), o consumo foi da ordem de 33 milhões de toneladas, no ano de 2003.

A Região Metropolitana de São Paulo é a principal consumidora do País, e importa toda a areia que consome de fontes produtoras distantes até 100 Km ou mais. Em certos casos, o custo do frete pode representar até 2/3 do preço final do produto.

No comércio varejista da capital paulista, o preço médio do metro cúbico da areia situa-se entre R\$ 30,00 e R\$ 32,00. Nas fontes produtoras, o preço varia entre R\$10,00 o metro cúbico, nas áreas mais distantes da RMSP, como Guararema e Biritiba Mirim, a R\$ 20,00, nas áreas produtoras mais próximas, como Guarulhos e Itaquaquecetuba.

A denominada Porção Leste da Região Metropolitana de São Paulo abriga importantes jazidas de areia, que são exploradas há mais de 50 anos, e reservas que irão garantir o abastecimento e o desenvolvimento regionais nas próximas décadas. Abrange oito municípios (Biritiba Mirim, Guararema, Mogi das Cruzes, Salesópolis, Arujá, Guarulhos, Itaquaquecetuba e Suzano) e, segundo GOMI (2005), detém uma reserva total de aproximadamente 102 milhões de metros cúbicos de areia, distribuídos conforme demonstrado na Tabela 7.1, adaptada de GOMI (2005).

Tabela 7.1. Reservas minerais de areia na porção leste da região metropolitana de São Paulo.

MUNICÍPIO	RESERVA (m ³)			TOTAL (m ³)
	Medida	Indicada	Inferida	
<i>Biritiba Mirim</i>	1.251.800	600.000	300.000	2.151.800
<i>Guararema</i>	1.995.032	-	-	1.995.032
<i>Mogi das Cruzes</i>	42.667.362	18.910.000	1.800.000	63.377.362
<i>Salesópolis</i>	259.862	380.000	490.000	1.129.862
<i>Arujá</i>	5.222.128	1.714.894	851.915	7.788.937
<i>Guarulhos</i>	1.219.680	537.750	-	1.757.430
<i>Itaquaquecetuba</i>	4.998.005	-	-	4.998.005
<i>Suzano</i>	13.263.628	6.370.000	-	19.633.628
TOTAL	70.877.497	28.512.644	3.441.915	102.832.956

Fonte: modificada a partir de GOMI (2005).

A produção de areia na Região Metropolitana de São Paulo enfrenta alguns conflitos importantes com outras atividades humanas, a saber: 1) a tendência de crescimento industrial conduz à expansão populacional e conseqüente avanço da ocupação urbana e industrial sobre as áreas das jazidas de areia; 2) o denominado cinturão verde de São Paulo, constituído por uma faixa contínua entre as cidades de Suzano, Mogi das Cruzes e Biritiba Mirim, é responsável por grande parte do abastecimento de verduras, legumes, frutas e flores ao mercado paulistano; e a vocação agrícola da região, associada à importância econômica dessa produção, são os fatores que estão nas origens dos conflitos entre agricultores e produtores de areia; e 3) dentre as características ambientais da área abrangida pela Porção Leste da RMSP, encontram-se extensas áreas cobertas com vegetação remanescente da Mata Atlântica – fato que levou à criação de algumas Unidades de Conservação –, e a drenagem de dois importantes mananciais hídricos: a drenagem do Rio Tietê (Bacia Hidrográfica do Alto Tietê) e a do Rio Parateí, pertencente à Bacia do Rio Paraíba do Sul.

A Porção Leste da RMSP abrange Áreas de Preservação Permanente (Municípios de Mogi das Cruzes, Salesópolis, Biritiba Mirim, Guarulhos, Guararema, Arujá, Itaquaquecetuba, Suzano), que visam à proteção das vegetações ciliares; Áreas de Proteção de Mananciais (Municípios de Mogi das Cruzes, Salesópolis, Biritiba Mirim, Guarulhos, Guararema, Arujá, Itaquaquecetuba e Suzano), que visam compatibilizar o uso do solo com o abastecimento público de água; e a Área de Proteção Ambiental da Várzea do Tietê (Municípios de Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Itaquaquecetuba e Guarulhos), que constitui uma unidade de conservação de uso sustentável, dentre outros tipos de instrumentos de conservação que incidem sobre a região.

No ano de 2004, a Prefeitura Municipal de Mogi das Cruzes iniciou a elaboração de um plano de implementação para a Zona Urbana Predominantemente Industrial – ZUPI do Taboão, onde deverá ser implantado um Plano Diretor para Mineração, visando dirimir futuros conflitos entre atividades industriais e a exploração mineral.

Além das restrições acima transcritas, encontram-se registrados outros casos isolados em que a implantação de projetos de mineração tornou-se inviável em função de restrições ambientais, da esterilização das jazidas pela implantação de arruamentos, da expansão de rede elétrica, em razão da construção de projetos sociais e pela implantação de loteamentos.

Há áreas extensas com vegetação nativa preservada, cobertas por vegetação de porte alto a médio, que inclui vegetação nativa de porte arbóreo e de reflorestamento, vegetação de porte baixo a rasteiro e a vegetação de porte médio a baixo.

As áreas reflorestadas mais preservadas encontram-se ao sul dos municípios de Suzano, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis, nas proximidades da Serra do Mar e sobre a Serra do Itapeti, no município de Mogi das Cruzes.

Na produção agrícola (produção de frutas, hortaliças, legumes e flores), destacam-se os municípios de Mogi das Cruzes, Suzano, Biritiba Mirim e Salesópolis.

O Rio Tietê tem suas nascentes localizadas em Salesópolis, e sua rede de drenagem cruza sequencialmente os municípios de Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Itaquaquecetuba, antes de atingir o município de São Paulo. Em Mogi das Cruzes situa-se, também, a nascente do Rio Parateí, que integra a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, cujo sistema de drenagem está orientado no sentido do Rio de Janeiro.

O processo de liberação da atividade de mineração no Estado de São Paulo, incluindo a extração de areia, depende da obtenção de três autorizações: 1) título de autorização da lavra, emitido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM/MME; 2) licença ambiental, expedida pela Secretaria do Meio Ambiente – SMA/CETESB; e 3) certidões de conformidade (ou não) do empreendimento com as leis de zoneamento e ordenamento de uso do solo, emitidas pelos órgãos municipais.

Todas as empresas que se dedicam às atividades de mineração no Estado de São Paulo estão obrigadas a apresentar à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA) um projeto de recuperação ambiental para as áreas mineradas, quer no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), quer através do Relatório de Controle Ambiental/Plano de Controle Ambiental (RCA/PCA) ou através do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

Segundo BITAR (1997) e GOMI (2005), nem sempre as medidas propostas atendem a real aptidão natural do terreno ou são adequadas à implantação dos usos pós-mineração do solo propostos pelas empresas. Em certos casos, visam apenas atender aos preceitos estabelecidos por legislações genéricas ou atender às normas de zoneamento urbano ou ambiental.

A maioria das empresas é de pequeno a médio porte, com produção mensal variando de 2000 m³ a 15.000 m³, sendo que a produção média é da ordem de 5.000 m³ a 8.000 m³. A estrutura administrativa é a familiar, e as técnicas de produção utilizadas foram desenvolvidas de forma empírica. Muitas das empresas não estão preparadas para o encerramento das atividades de suas minas, embora as frentes de lavra encontrem-se nos limites das áreas licenciadas, podendo-se inferir que, ocorrendo a exaustão, o resultado do processo de recuperação das áreas impactadas pelas atividades de mineração estará seriamente comprometido, tanto por fatores de ordem econômica, quanto por questões técnicas.

Dentre as principais propostas das empresas para a recuperação das áreas impactadas pelas operações de lavra e beneficiamento da areia na Porção Leste da Região Metropolitana de São Paulo, identificadas por GOMI (2005), destacam-se: a) ocupação rural voltada para o lazer, como chácaras de veraneio, clubes de campo e campos de golfe; b) doação da área pela empresa à prefeitura municipal para a implantação de parques municipais; c) doação da área pela empresa à prefeitura municipal para a construção de acessos rodoviários municipais; d) formação de áreas verdes, através do remodelamento da superfície topográfica, da construção de viveiros de mudas

e do plantio de espécies nativas da região e do reflorestamento com eucaliptos; e) implantação de aterro de materiais inertes nas cavas secas exauridas; f) criação de áreas alagadas com a formação de lagos nas cavas submersas, com usos voltados para a preservação ambiental; g) reconstrução topográfica de áreas de disposição de rejeitos e construção de indústrias e atividades afins, principalmente na Zona Urbana Predominantemente Industrial – ZUPI de Mogi das Cruzes; h) implantação de projetos agrícolas: produção de hortaliças, legumes, frutas, cogumelos e madeira para a fabricação de papel e celulose; i) enchimento de cavas secas com terra e regolito de operações próximas e, após conformação topográfica da superfície, construção de galpões para a produção de flores ornamentais; j) preenchimento da cava seca com material inerte, recuperação topográfica da superfície e posterior destinação à ocupação urbana; e k) estabilização física do terreno, plantio de gramíneas para a formação de pastagem e posterior destinação do terreno para a criação de gado.

A proposta de aterramento das cavas secas mineradas é menos freqüente, pois, para ser economicamente viável, exige a disposição de resíduos sólidos – o que gera outros impactos, considerados incompatíveis com a perspectiva de preservação em áreas, por exemplo, de proteção de mananciais. A proposta de recuperação através do aterro das cavas com rejeitos ou material argiloso e posterior recobrimento com solo orgânico, está condicionada à mobilização de áreas de empréstimo que forneçam o material argiloso e a terra (e que, necessariamente, terão que ser posteriormente recuperadas), o que torna a operação economicamente desinteressante.

Nas áreas preferencialmente destinadas à implantação de projetos industriais, ou naquelas tradicionalmente usadas para fins agrícolas, onde os terrenos são mais valorizados, os proprietários têm demonstrado maior interesse no acompanhamento da execução do processo de recuperação das áreas impactadas pelos projetos de mineração, com o objetivo de garantir o reaproveitamento desses terrenos, após a transferência da custódia da área da empresa de mineração para o proprietário do solo, após a exaustão da reserva de areia. Em muitos casos, as empresas de mineração que detêm os direitos de lavra são, também, as proprietárias do solo, evitando, assim, o conflito quanto ao uso prioritário da propriedade.

A maioria das empresas que adota o desmonte hidráulico como método de lavra tem optado por utilizar as cavas exauridas para a disposição dos rejeitos originados no processo de beneficiamento, e assim promover a recuperação topográfica das aberturas finais, pois elas

conferem maior estabilidade aos tanques, reduzindo os riscos de acidentes ambientais decorrentes do rompimento das barragens, enquanto os tanques de decantação estão na fase de enchimento.

A reabilitação progressiva das áreas mineradas, tão logo elas sejam liberadas, assim como dos tanques de decantação ou barragens para a contenção dos rejeitos, à medida que atinjam a capacidade máxima para a qual foram projetados, ainda não constitui prática rotineira, dentro do plano operacional das minas. Também ainda não faz parte da cultura operacional regional, separar a camada superficial de solo e restos orgânicos, para ser reutilizada na posterior recuperação da área a ser lavrada ou no processo de reabilitação de outras cavas anteriormente exauridas, ou barragens de rejeitos desativadas.

Embora os projetos de licenciamento ambiental contemplem a criação de bancos de solo, a grande maioria das empresas de mineração não adota a prática planejada. Todo o material removido na preparação para a lavra do pacote de areia tem sido transportado por caminhões basculantes e utilizado na construção das barragens para contenção dos rejeitos provenientes do processo de beneficiamento do material bruto.

Segundo GOMI (2005), muitas das empresas em operação ainda não têm definido, claramente, o uso final a que destinarão as áreas do projeto, na fase pós-mineração.

O projeto de aproveitamento econômico da areia é composto por três unidades operacionais básicas: a) a cava, onde ocorrem as operações de remoção do material estéril e a lavra do pacote de areia bruta; b) as instalações de beneficiamento e estocagem da areia lavada; e c) as barragens ou tanques de decantação, para a contenção dos rejeitos gerados no processo de beneficiamento.

Dois são os métodos de lavra aplicados na lavra das jazidas de areia, dependendo da profundidade do nível local do lençol freático: o desmonte hidráulico em cava seca e a dragagem de sucção em cava submersa.

Na lavra por desmonte hidráulico, normalmente a remoção do material estéril que recobre a jazida é feita com o emprego de tratores de esteira e pás carregadeiras ou de escavadeiras, que desmontam e carregam o material estéril em caminhões basculantes. A desagregação do material mineralizado é executada com o emprego de um jato de água sob alta pressão. O material desagregado forma uma polpa (mistura de sedimentos e água), que é conduzida, por gravidade, a reservatórios localizados próximos das frentes de lavra, onde uma draga estacionária

(normalmente acionada por motor diesel) promove o recalque da polpa para a instalação de beneficiamento.

À medida que a lavra avança, forma-se um talude que, em alguns casos, evolui para a formação de uma cava.

O processo de recuperação ambiental consiste no enchimento da cava final, após a exaustão da mina, ou no enchimento progressivo de porções dela, à medida que vão sendo liberadas pela operação, com o objetivo de promover a recomposição topográfica da superfície e prepará-la para a recolocação da camada de solo orgânico e recomposição da cobertura vegetal, de modo a deixá-la nas condições necessárias para a implantação do uso pós-mineração aprovado no processo de licenciamento técnico e ambiental. O enchimento pode ser executado com material argiloso removido da própria área, durante a fase de desenvolvimento das frentes de lavra; com material extraído de outras áreas em preparação para a lavra; com material inerte produzido em áreas urbanas próximas; ou, ainda, com os rejeitos provenientes da própria instalação de beneficiamento da areia.

A lavra da areia em cava submersa exige que a jazida apresente duas características: 1) o nível do lençol freático local deve localizar-se a pequena profundidade; e 2) o material mineralizado deve ser constituído por partículas facilmente desagregáveis pela ação da água sob pressão.

A lavra é executada por uma draga adaptada a um flutuador e dotada, na parte inferior, de um sistema de tubulação, constituído por dois tubos de aço: um destinado a direcionar o jato de água sob pressão contra o fundo e ou as paredes da cava, promovendo a desagregação do material, e outro, destinado a aspirar a polpa e conduzi-la, por bombeamento, à instalação de beneficiamento. Os finos da lavagem são devolvidos ao interior da cava de extração, trabalhando em circuito fechado.

O método de dragagem apresenta algumas limitações, destacando-se, dentre elas, a dificuldade para se executar a lavra em cavas mais profundas e a impossibilidade de se conduzir uma extração mais racional da areia bruta, em razão da falta de visualização dos pacotes sedimentares submersos.

Como a lavra ocorre abaixo do nível do lençol freático, os projetos de recuperação para as cavas exauridas propõem a criação de várias áreas alagadas, formando lagos, com usos voltados para a preservação ambiental. Esse uso, entretanto, não atende o interesse dos agricultores, que desejam ver a área restituída à prática da agricultura.

O beneficiamento do material bruto extraído tem função de complementar a desagregação das partículas da polpa, remover fragmentos maiores, como pedregulhos, pastilhas de argila compactada e restos orgânicos, através do peneiramento, e promover a lavagem e a classificação da areia, separando os sedimentos mais finos, como silte e argila, que constituem os rejeitos do processo.

Quando a lavra é executada com emprego do desmonte hidráulico, a polpa é previamente peneirada e, posteriormente, direcionada às caixas de lavagem.

As caixas de lavagem são tanques construídos em chapas de ferro ou em alvenaria, dotados de ligeira inclinação, onde ocorre a decantação das partículas de cascalho e areia (grossa e fina), enquanto que os sedimentos finos, constituídos por silte e argila, são mantidos em suspensão e direcionados para as barragens de rejeitos ou tanques de decantação.

Os silos para a estocagem da areia são construídos em chapa de ferro, com a forma cúbica, e terminados como uma pirâmide invertida na parte inferior. Geralmente, têm capacidade para armazenar 25m³ de areia e são providos de uma peneira estática e tampa.

O desaguamento dos silos junta-se à polpa de material fino das caixas de lavagem, sendo conduzido ao tratamento de efluentes, onde ocorre a sedimentação das partículas e a clarificação da água, que será reutilizada no processo de lavagem.

As barragens para a contenção dos rejeitos são construídas em terra, normalmente utilizando o material estéril removido de sobre o leito a ser lavrado.

Em alguns casos, as cavas exauridas são utilizadas para a disposição dos rejeitos e, quando necessário, a elevação do nível do reservatório é promovida por barragem de terra. O volume de rejeitos a ser disposto é grande, exigindo a disponibilidade de áreas extensas para armazená-los.

Quando a lavra é executada com emprego de dragas de sucção, operando em cava submersa, o processo de beneficiamento é mais simples que o anteriormente descrito, constituindo-se, basicamente, no peneiramento e classificação da areia nos silos (GOMI, 2005).

O processo de recuperação das barragens de rejeitos exige a drenagem do material armazenado, a disposição de solo orgânico no topo dos sedimentos dispostos e o posterior plantio de gramíneas, leguminosas e de espécies arbóreas (preferencialmente, espécies nativas regionais).

Os principais impactos ambientais associados à lavra e beneficiamento de areia são:

- a) remoção da cobertura vegetal e do solo orgânico: a extração da camada de areia exige a remoção de toda a vegetação, do solo orgânico e do material argiloso que recobrem o pacote mineralizado. As modernas técnicas de lavra a céu aberto e de reabilitação de áreas mineradas recomendam que a camada de solo orgânico – rica em nutrientes e microorganismos – seja preservada e adequadamente armazenada, para reutilização posterior na recuperação da área minerada, ou imediatamente destinada à recuperação de outras áreas impactadas pelo projeto de mineração.
- b) poluição dos cursos de água e mananciais com sedimentos em suspensão: o material particulado pode ser carregado das frentes de lavra, originar-se em processo ineficiente de decantação das partículas nas barragens de rejeitos, ou ser liberado do local de confinamento, devido ao rompimento do maciço de terra do tanque de decantação. A dispersão de material originado nas frentes de lavra pode ser controlada através da construção de um eficiente sistema de drenagem das águas provenientes das cavas, conduzindo-as a bacias de decantação onde sofram a clarificação, antes de ser lançadas na rede hídrica regional. O rompimento dos maciços de terra pode ser evitado através do emprego de técnicas modernas de construção de barragens, da observação do volume máximo para o qual o reservatório foi planejado e da implantação de um processo de monitoramento e manutenção periódicos dos maciços de terra e do entorno dos reservatórios. O controle do processo de decantação das partículas nos tanques pode ser realizado através da implantação de diversos estágios de decantação, até o transbordo final da água limpa, ou, em casos especiais, pela adição de cal ao tanque, para controle do pH, e criação das condições propícias ao processo de aglutinação das partículas muito pequenas.
- c) emissão de material particulado: ocorre, principalmente, na época mais seca do ano, devido ao trânsito de veículos sobre o leito das estradas com piso de terra e à ação dos ventos sobre essas vias, frentes de lavra, barragens de rejeitos desativadas e outros locais onde a cobertura vegetal foi removida. A minimização desses impactos é feita com do isolamento das áreas da

mina, através da implantação de cortinas vegetais, e da aspersão de água nos pisos das estradas, frentes de lavra e pátios de circulação.

- d) poluição por óleos e graxas: esses produtos são oriundos da operação e manutenção dos veículos de transporte e equipamentos de beneficiamento da areia. Esses impactos são minimizados através da adequada manutenção dos motores, da troca de óleo e abastecimento dos veículos em locais apropriados e do armazenamento, manuseio e destinação dos produtos usados de acordo com as boas práticas de proteção ambiental.
- e) formação de taludes instáveis: o desmonte hidráulico promove o corte irregular das frentes de lavra, originando a formação de taludes geotecnicamente instáveis, que expõem homens e equipamentos ao risco de acidentes.
- f) contaminação das águas subterrâneas: esse é um risco presente principalmente quando a lavra ocorre abaixo do nível do lençol freático, com o emprego de dragagem em cava submersa. Quando se adota esse tipo de lavra, o destino final da cava exaurida é, quase sempre, a formação de um lago perene, a partir da água do lençol freático; e o risco de contaminação permanece mesmo após o encerramento da vida útil do sítio de produção.

Além dos riscos e transtornos acima transcritos, outros impactos têm sido descritos em áreas de produção de areia, dentre eles: impacto visual, criação de áreas susceptíveis de acidentes, emissão de ruídos, aumento do tráfego de caminhões nas rodovias, questões relacionadas com a re colocação das redes públicas de esgoto e de transmissão de energia elétrica, alteração da qualidade da água, alteração do nível do lençol freático, interferência na flora e na fauna locais e ocupação urbana intensa, não planejada e desordenada, de áreas de lavra antigas.

Foram selecionadas duas minas de agregados para a elaboração do estudo de casos, ambas situadas na Região Metropolitana de Mogi das Cruzes, no Estado de São Paulo. A primeira é produtora de areia, e o direito de lavra é outorgado à VCN Empresa de Mineração Ltda. A segunda, cujo direito de lavra é outorgado à Mineração Horii Ltda, promove, na mesma mina, a extração de areia e caulim.

Ambas as minas encontram-se em processo de licenciamento ambiental, destinado à autorização para o desmatamento necessário à abertura de novas frentes de lavra e ou expansão da cava de lavra atual. As visitas aconteceram em companhia de um grupo de Técnicos do Departamento de Proteção dos Recursos Naturais (DEPRN/DUSM) – Regional de Mogi das Cruzes, de Técnicos e Consultores representantes dos produtores de areia e brita da região e,

especificamente, dos representantes dos titulares dos direitos de lavra das duas minas visitadas. Os integrantes são participantes do denominado Grupo II – Alto Tietê.

As duas empresas de mineração têm alguns pontos de semelhança entre as suas principais características: as estruturas organizacional e gerencial são eminentemente familiares; são empresas fornecedoras do mesmo setor da economia – a construção civil (embora a Mineração Horii tenha o caulim como seu produto principal); ambas as empresas podem ser classificadas como de pequeno a médio porte; atuam dentro ou estão situadas nas vizinhanças de áreas de proteção ambiental; e estão localizadas dentro do denominado Cinturão Verde do Estado de São Paulo, grande produtor de verduras, legumes e frutas que abastecem o mercado da capital. Nessa região, são freqüentes os conflitos entre os agricultores – que desejam usar as áreas para a produção agrícola, e as empresas de mineração – principalmente os produtores de areia –, interessadas em implantar nas mesmas áreas, projetos de extração dos recursos naturais existentes, e atender à crescente demanda da Região Metropolitana de São Paulo por esses insumos.

O órgão ambiental regional estruturou um amplo programa de visitas a todas as minerações em operação na região e de reuniões com todos os titulares das minas, com o objetivo de realizar completo diagnóstico da situação ambiental dentro da área sob a responsabilidade de cada grupo, assessorar os mineradores na formulação das políticas ambientais e na busca de soluções técnicas, econômicas e ambientalmente aceitas para os problemas relacionados com a recuperação ambiental das áreas mineradas, assim como promover a divulgação e troca de experiências entre eles.

O Departamento de Proteção dos Recursos Naturais - DEPRN, resumidamente, tem como política básica de atuação promover a união dos mineradores regionais, não só para a implantação das melhores políticas para a recuperação das áreas mineradas, mas também de outras ações compensatórias, que vão além da recuperação das próprias áreas, como a adoção de escolas de educação ambiental e outras medidas de caráter social; a implantação de testes pilotos de medidas de recuperação e a divulgação dos resultados obtidos.

Dentre as propostas de política regional para a recuperação de áreas degradadas por atividades de mineração adotadas pelo órgão ambiental, destacam-se: a) o licenciamento para desmate e expansão da área de lavra ocorre para parcelas da área total autorizada através de decreto ou portaria, e não através de um processo único que licenciaria toda a área autorizada

para lavra. O processo de autorização e licenciamento leva em consideração o desempenho da empresa na recuperação ambiental da área anteriormente autorizada e já minerada ou em fase de lavra; b) os técnicos do DEPRN vêm discutindo com os mineradores e incentivando a implantação do sistema de reabilitação progressiva das áreas mineradas, em processo concomitante com as operações de lavra; c) a implantação da técnica de separação prévia e estocagem da sarapilheira removida das áreas em preparação para a lavra, que será imediatamente utilizada na recuperação de outras áreas anteriormente mineradas ou na recuperação posterior da própria área de onde foi removida.

7.3.1. VCN EMPRESA DE MINERAÇÃO

A VCN Empresa de Mineração Ltda lavra uma mina de areia no Município de Biritiba Mirim, localizada a aproximadamente 30 km da cidade de Mogi das Cruzes, na direção da nascente do Rio Tietê. O projeto, localizado dentro da Área de Proteção Ambiental do Rio Tietê, ocupa uma área licenciada de aproximadamente 4,5ha. A área ocupada pela cava atual é de aproximadamente 3,8ha.



Foto 7.11. Extração de areia em cava alagada com emprego de draga de sucção, da VCN Mineração.

O projeto foi implantado em 1976, sendo anterior à lei que instituiu as Áreas de Proteção Ambiental. O licenciamento ambiental vem sendo feito para porções da área total autorizada para lavra, e, no momento, a empresa requer a licença ambiental para desmate de uma nova área, destinada à ampliação da cava atual de lavra.

A extração da camada de areia é feita com emprego de uma draga de sucção. O produto aspirado é bombeado para um conjunto de peneiras, onde passa por um processo de lavagem. O produto do processo de classificação (areia grossa e areia fina) é armazenado em silos e, posteriormente, carregado em caminhões e transportado para entrega aos clientes. O material fino, que constitui o rejeito, retorna para bacias de decantação construídas em áreas anteriormente mineradas, dentro do processo de recuperação e reabilitação dessas áreas (Foto 7.11).

O perfil típico da jazida é constituído por: a) cobertura de solo, com espessura variando entre 0,0m e 1,0m; b) camada de material argiloso, com espessura variando entre 2,0m e 3,0m; c) camada de areia, com espessura entre 7,0m e 8,0m, repousando sobre o leito de rocha fresca; e d) rocha fresca. A produção mensal de areia é da ordem de 4.500m³.



Foto 7.12. Antiga cava em recuperação (VCN Mineração).

7.3.1.1. Recuperação ambiental

A proposta de reabilitação da área minerada ao término da lavra da areia é retornar com ela a condições muito próximas daquelas originalmente existentes e mantê-la em condições que permitam o retorno da vida silvestre. O processo de reabilitação prevê que, ao final, 74% da área impactada pelas operações de lavra estarão recobertos por vegetação nativa da região e os 26% restantes permanecerão inundados pela água do lençol freático, formando um lago perene, com profundidade variável de local para local, atingindo o máximo de 12,0m.

O processo de licenciamento e autorização para desmate da nova área pretendida para lavra inclui a implantação experimental da reabilitação progressiva das áreas mineradas, como procedimento sistemático e contínuo do processo de reabilitação. O processo experimental inclui a remoção prévia da serapilheira (camada constituída pela mistura de folhas, galhos e outros restos de matéria orgânica, com terra, que recobre o solo das matas), para emprego imediato na recuperação de áreas anteriormente mineradas ou emprego futuro na recuperação da área que ora se prepara para a lavra.

Apesar de existir uma proposta acordada entre a mineração e o órgão ambiental para o destino final da área ao término das operações de lavra, não existe um plano de fechamento tecnicamente elaborado e formalmente aprovado, nem um estudo de alternativas de uso futuro da área impactada que leve em consideração, por exemplo, a sua vocação original e a vocação da região onde ela está inserida.

Há cerca de três anos, a VCN Empresa Mineração promoveu a recuperação topográfica e a revegetação de uma antiga cava, localizada próximo da cava atual. A eficácia do processo de reabilitação vem sendo monitorada nesta área, e ela deverá continuar sendo trabalhada como um laboratório, recebendo, inclusive, parte da serapilheira que será removida da área que se pretende agora licenciar para a continuação das operações futuras da mina (Foto 7.12).

7.3.2. MINERAÇÃO HORII

A Mineração Horii Ltda produz caulim e areia em sua mina localizada no município de Jundiapéba. O desmonte hidráulico é o método empregado, tanto para a remoção e transporte do material estéril, quanto para o desmonte dos produtos nas frentes de lavra. Aproximadamente

35% da massa manuseada constituem os rejeitos. Esse material é bombeado para as áreas mineradas e empregado no processo de sua recuperação. A vida útil prevista para a mina é de dezoito anos.

Assim como a VCN Empresa de Mineração, a Mineração Horii está em processo de expansão das atuais frentes de lavra, com o processo de licenciamento e autorização para desmate de uma nova área tramitando no órgão ambiental municipal.

7.3.2.1. Recuperação ambiental

Os trabalhos de recuperação ambiental até agora executados pela empresa encontram-se em dois estágios distintos: um implantado e em fase de monitoramento e outro, em fase de implantação.

O primeiro é constituído por antigo depósito de material estéril, com área de aproximadamente 3ha, utilizado pela empresa no passado, e localizado em terreno contíguo com uma área de proteção ambiental. Esse depósito foi revegetado com gramíneas e espécies arbóreas nativas da região, cujo desenvolvimento vem sendo monitorado pela empresa e pelo órgão ambiental. O segundo é representado por parte da cava de lavra atual, já minerada, que vem recebendo depósitos tanto do material estéril removido das frentes de lavra, através de desmonte hidráulico, quanto do material fino proveniente do processo de lavagem da areia e do caulim, com o objetivo de se realizar a reconstituição topográfica da área para futuro plantio de gramíneas e de espécies arbóreas, dentro do processo de reabilitação planejado (Foto 7.13).

O planejamento futuro prevê a implantação da prática da reabilitação progressiva das áreas mineradas, à medida que forem sendo liberadas pela equipe de produção, com o emprego, inclusive, da serapilheira previamente removida e estocada, por ocasião da preparação para a lavra.



Foto 7.13. À esquerda, antigo depósito de estéril revegetado com gramíneas e espécies arbóreas nativas da região. À direita, área minerada em processo de preparação para reabilitação (Mineração Horii).

A mineração não dispõe de um plano de fechamento para sua mina. Também não há nenhuma definição quanto ao uso do solo, após a exaustão das reservas. Entretanto, a Mineração Horii é a promotora de uma bem sucedida experiência de utilização de áreas degradadas pelos trabalhos de mineração. O grupo empresarial responsável pela mineração implantou um complexo hoteleiro de alto nível, voltado para o setor turístico, dotado de um campo de golfe de 18 buracos e de outro menor, para principiantes, em antiga área de extração de areia, localizada nas vizinhanças da sua mina atual. Próximo ao complexo hoteleiro, encontra-se uma represa, hoje responsável pelo fornecimento de água potável para várias cidades da região, e localizada dentro da área de antigo projeto de mineração de areia (Foto 7.14).



Foto 7.14. Vista panorâmica do complexo hoteleiro construído em antiga área de extração de areia.

7.4. A MINERAÇÃO DO CARVÃO NA BACIA CARBONÍFERA SUL DE SANTA CATARINA

7.4.1. BREVE HISTÓRICO

A mineração do carvão sempre exerceu papel de relevância na economia da região sul do Estado de Santa Catarina.

A participação da indústria carbonífera no produto interno bruto (PIB) regional – que foi de 30 % na década de 1970 – atingiu seu auge na década de 1980, quando alcançou 33,3 %, e a indústria chegou a empregar cerca de 13.000 trabalhadores diretos e responder pela subsistência de mais de 66.000 pessoas.

A descoberta das ocorrências de carvão na região de Santa Catarina data de 1822. A mineração teve início por volta de 1885. Na região de Criciúma, a lavra do carvão teve início por volta de 1913, com a produção de carvão energético em pequenas minas, com o emprego do método de câmaras e pilares e lavra manual, gerando pequenos impactos ambientais e algumas centenas de empregos diretos.

Após a Segunda Guerra Mundial, com a inauguração da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), instalada na cidade de Volta Redonda (RJ), e o início de produção do lavador central de Capivari (Tubarão) para a produção de carvão para os fornos da CSN, e de carvão grosso para as locomotivas, navios e termelétricas, deu-se a mudança no enfoque da indústria, passando-se à produção do carvão metalúrgico como produto principal e do carvão energético como subproduto.

Na década de 1950, mais de vinte empresas instalaram-se na região. Entretanto, até o ano de 1960, a grande maioria das minas fazia a mineração seletiva do banco de carvão, sendo o produto da lavra, com 34 % de cinzas e 8 % de enxofre, encaminhado para o lavador de Capivari.

Com a mudança de enfoque e crescimento da produção, a maior parte do carvão passa a ser produzido em minas subterrâneas, pelo método de câmaras e pilares convencional, com operações mecanizadas ou semi-mecanizadas, e algumas experiências com aplicação do método longwall semi-mecanizado.

A expansão da produção foi acompanhada de grandes impactos ambientais, decorrentes da deposição descontrolada de rejeitos contendo sulfetos (pirita), originados nos pré-lavadores instalados nas bocas das minas, para a produção do denominado *carvão pré-lavado*, sem nenhuma preocupação com o potencial desse material para a geração de drenagem ácida. Também contribuíram para o crescente impacto ambiental, a ruptura de aquíferos subterrâneos, em consequência dos trabalhos de lavra subterrânea, e acidificação das águas; a ocorrência de subsidências superficiais, originadas pelo abatimento do teto das aberturas subterrâneas; e a recuperação ou a ruptura acidental de pilares de sustentação do teto das galerias e frentes de lavra. Nessa época, também cresceram os impactos sociais, com o incremento do número de acidentes do trabalho e de registros de doenças associadas às atividades mineiras, principalmente a pneumoconiose.

Na década de 1970, deu-se a ampliação do mercado do carvão para além da siderurgia e termelétricas, e o produto passou a atender os mercados da petroquímica, cimento, alimentação, papel, celulose, fumo, cerâmica e outros. Com as crises energéticas de 1973 e 1979, aumentaram os incentivos governamentais à indústria do carvão, e o consumo brasileiro atingiu 8 milhões de toneladas em 1986 – valor correspondente a três vezes o consumo registrado em 1975.

O declínio econômico do carvão brasileiro e a consequente crise da indústria carbonífera tiveram início em 1988, com a suspensão de qualquer subsídio ao carvão, atingindo o ápice em 1990, com a desregulamentação do setor – fato que praticamente decretou o fim do mercado de carvão metalúrgico no Brasil.

A partir da década de 1990, a mineração do carvão sofreu nova mudança de foco. Dentro da nova política – que permanece nos dias atuais – a lavra do carvão concentrou-se quase que exclusivamente nas minas subterrâneas, com emprego do método de câmaras e pilares convencional e abandono permanente e obrigatório dos pilares de sustentação do teto das aberturas subterrâneas, e a introdução – ainda em fase experimental – do emprego de mineradores contínuos para o corte e transporte do carvão, desde as frentes de lavra até a superfície.

Sob esse novo enfoque, a produção anual brasileira de carvão estabilizou-se entre 5 milhões e 6 milhões de toneladas anuais, toda ela destinada, praticamente, à geração de energia elétrica.

As principais conseqüências desta nova política de produção do carvão catarinense são:

- 1) redução dos impactos ambientais;
- 2) introdução de métodos de disposição controlada do estéril e dos rejeitos de beneficiamento, incluindo, entre as técnicas adotadas, a recuperação e novo beneficiamento de antigas pilhas de rejeitos;
- 3) implantação de técnicas de tratamento dos efluentes originados nas minas e instalações de beneficiamento do carvão;
- 4) adoção da prática de preservação, em caráter definitivo e obrigatório, dos pilares de sustentação do teto das escavações subterrâneas, evitando o abatimento do céu de mina;
- 5) controle da drenagem no subsolo, com vedação de aberturas por polímeros expansivos e construção de barragens no subsolo, para contenção, na origem, das águas contaminadas, enviando-as para estações de tratamento, antes de retorná-las aos cursos de água superficiais;
- 6) exigência da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e elaboração do Diagnóstico de Impacto Ambiental, quando for o caso;
- 7) implantação do Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA) e das certificações ISO 14.000 e ISO 18.000;
- 8) erradicação da pneumoconiose – doença pulmonar que se origina na inalação de poeiras geradas nos processos de lavra e manuseio do carvão;
- 9) declínio do número de acidentes do trabalho; e
- 10) produção quase que exclusivamente de carvão do tipo energético, destinado à produção de energia elétrica.

As reservas brasileiras de carvão são estimadas em 32,3 bilhões de toneladas. Desse total, a Região Sul do Estado de Santa Catarina detém, aproximadamente, 3,4 bilhões de toneladas, mais de 10 % das reservas totais, com qualidade média de 65 % de cinzas e 5 % de enxofre. O Estado é o segundo maior produtor brasileiro, e a mineração do carvão responde, atualmente, por aproximadamente 3.700 empregos diretos (mineiros). No ano de 2002, a produção de carvão bruto foi de 5,9 milhões de toneladas, que deram origem a 2,26 milhões de toneladas de carvão lavado.

Dez empresas são as maiores produtoras de carvão no Estado de Santa Catarina, operando nove minas subterrâneas e duas minas a céu aberto. A produção total do estado é complementada pelo carvão extraído em outras seis pequenas minas e pelos trabalhos de recuperação de algumas antigas pilhas de rejeitos.

A capacidade instalada para a produção de energia elétrica com o emprego de carvão, no ano de 2002, era de 857 MW, e a previsão é que se alcance 1.297 MW, em 2007.

Na avaliação da Japan International Cooperation Agency (JICA), em 1988, a Região da Bacia Carbonífera de Santa Catarina era a 14^a área nacional com condições ambientais críticas, com rios poluídos, estimativa de 5.500 hectares de áreas degradadas e um passivo ambiental estimado da ordem de US\$ 200 milhões.

A política efetiva de recuperação ambiental de áreas degradadas pela mineração e beneficiamento do carvão teve início em meados do ano de 2000, quando, em consequência de ação judicial promovida pelo Representante do Ministério Público Federal, tendo por objeto a recuperação dos danos ambientais promovidos pelas empresas de mineração de carvão no estado, foram condenados, através de sentença judicial, a União, o Estado de Santa Catarina e as empresas produtoras de carvão.

Os agentes nomeados na ação judicial cuidaram, então, de elaborar um amplo Projeto de Recuperação Ambiental de Áreas Degradadas pela Mineração de Carvão na Bacia Carbonífera Sul de Santa Catarina. O gerenciamento do programa de recuperação ficou a cargo de um Comitê Gestor, integrado por representantes do Núcleo de Meio Ambiente do Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina (SIECESC), do Governo Federal, através da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e das empresas mineradoras de carvão. O suporte à gestão do projeto é operacionalizado através de convênios (o convênio firmado com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) / Universidade Estadual de Santa Catarina (UNESC) / Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) / Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA) já está implantado. O convênio EPAGRI / Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) / Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) encontra-se em fase de implantação) e parcerias com prefeituras municipais, comitês de bacias hidrográficas e outras instituições interessadas na recuperação ambiental regional.

7.4.2. IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À MINERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DO CARVÃO

Os impactos ambientais negativos mais significativos gerados na lavra e beneficiamento do carvão na Região Sul de Santa Catarina são:

- a) poluição hídrica, causada pela drenagem ácida decorrente da percolação da água da chuva através do material estéril e rejeitos contendo sulfetos (pirita), gerados nas atividades de lavra e beneficiamento do carvão e que, posteriormente, contamina os corpos hídricos superiores e ou subterrâneos;
- b) poluição hídrica provocada pela drenagem ácida originada no interior de antigas minas de carvão abandonadas, em razão da exposição do material contendo sulfetos ao contato com o ar e com as águas de percolação;
- c) poluição hídrica provocada pela drenagem ácida originada no interior de antigas cavas de lavra a céu aberto;
- d) contaminação do solo de áreas cobertas por material estéril e ou por rejeitos oriundos da lavra e beneficiamento do carvão; e
- e) contaminação do ar, associada com o manuseio de material particulado produzido nos processos de lavra e beneficiamento do carvão, e com a geração e emissão de SO_x e NO_x , a partir da combustão espontânea dos depósitos de rejeitos.



Foto 7.15. Vista aérea de uma instalação de beneficiamento de carvão e áreas adjacentes na bacia carbonífera de Santa Catarina. Observar drenagem ácida no curso d'água natural. Fonte: (CETEM, 2001).

Além das fontes diretamente relacionadas ao carvão (Foto 7.15), outras fontes de poluição hídrica regional têm sido identificadas, destacando-se, dentre elas, as indústrias cerâmicas, químicas, alimentícias, as atividades agroindustriais, a mineração de argila e fluorita, as indústrias mecânicas que trabalham metais e o lançamento de esgotos domésticos, industriais e comerciais, nos cursos de água da região.

Dois tipos de rejeitos são gerados no processo de beneficiamento do carvão, classificados como rejeitos grosseiros e rejeitos finos.

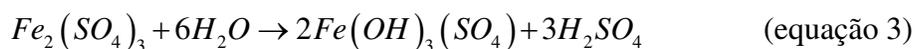
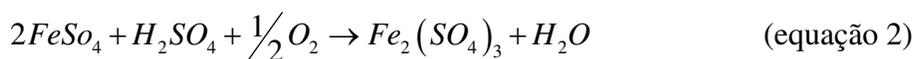
Os rejeitos grosseiros são produzidos nos jigues, e são classificados como rejeitos piritosos, rejeitos xistosos e rejeitos argilosos. Os rejeitos grosseiros, juntamente com o material estéril produzido na lavra do carvão, são estocados nas pilhas. Os rejeitos finos são produzidos nos ciclones e nas espirais de classificação, e são estocados em bacias de decantação.

A geração de drenagem ácida na mineração de carvão está condicionada à ocorrência de três condições: a) existência de minerais contendo sulfetos; b) exposição desses minerais ao oxigênio, provocando a sua oxidação; e c) contato do material oxidado com as águas superficiais ou subterrâneas.

Existindo, portanto, a presença de minerais contendo sulfetos, o combate à geração da drenagem ácida exige a eliminação de uma das outras duas condições.

Presentes as três condições simultaneamente, a reação química que se desencadeia produz sulfato ferroso e ácido sulfúrico (equação 1). O sulfato ferroso, posteriormente, pode ser oxidado e produzir sulfato férrico (equação 2). O sulfato férrico, por sua vez, pode passar a hidróxido férrico (equação 3), ou a sulfato básico de ferro (equação 4).

REAÇÕES GERADORAS DE DRENAGEM ÁCIDA



Sob as condições favoráveis, ocorre a oxidação do sulfato ferroso (pirita) presente na camada de carvão e nas rochas encaixantes, dando origem à geração de águas ácidas. A água passa, então, a ser corrosiva e o ecossistema fluvial, local e regional, degrada-se até que se torna inviável para muitas formas de vida aquática, e aumenta a solubilidade dos metais pesados nestas águas.

As principais fontes de geração de drenagens ácidas são as antigas minas subterrâneas de carvão abandonadas, as antigas cavas a céu aberto exauridas e abandonadas, e os antigos depósitos estéril e de rejeitos, localizados no interior de antigas minas subterrâneas, ou em áreas superficiais, construídos sem nenhuma técnica ou preocupação com a proteção ambiental.

A contaminação do solo não ocorre apenas nas áreas onde se localizam os depósitos estéril e rejeitos grosseiros, ou as bacias de rejeitos finos. A mineração de carvão pode contaminar o solo de áreas não cobertas por esses materiais, através da inundação de regiões livres de contaminação por águas acidificadas e sedimentos finos contaminados.

7.4.3. ESTIMATIVAS DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Três bacias hidrográficas são consideradas impactadas pela atividade de mineração do carvão no Estado de Santa Catarina: a) Bacia do Rio Araranguá, responsável por 80% da produção de carvão da região; b) Bacia do Rio Tubarão; e c) Bacia do Rio Urussanga (Figuras 7.3 e 7.4).

Os estudos e levantamentos que vêm sendo realizados no Estado de Santa Catarina nos últimos trinta anos, com a finalidade de avaliar os impactos ambientais associados à mineração do carvão, estimam ser da ordem de 370 milhões de metros cúbicos o volume de material estéril e de rejeitos depositado em áreas dessas três Bacias Hidrográficas, assim distribuído:

- Bacia do Rio Araranguá: 223 milhões de metros cúbicos;
- Bacia do Rio Tubarão: 91 milhões de metros cúbicos;
- Bacia do Rio Urussanga: 58 milhões de metros cúbicos.

A área total ocupada por materiais contaminados é calculada em 4,7 mil hectares e assim distribuída:

- Bacia do Rio Araranguá: 2.900 hectares;
- Bacia do Rio Tubarão: 1.200 hectares;
- Bacia do Rio Urussanga: 600 hectares.

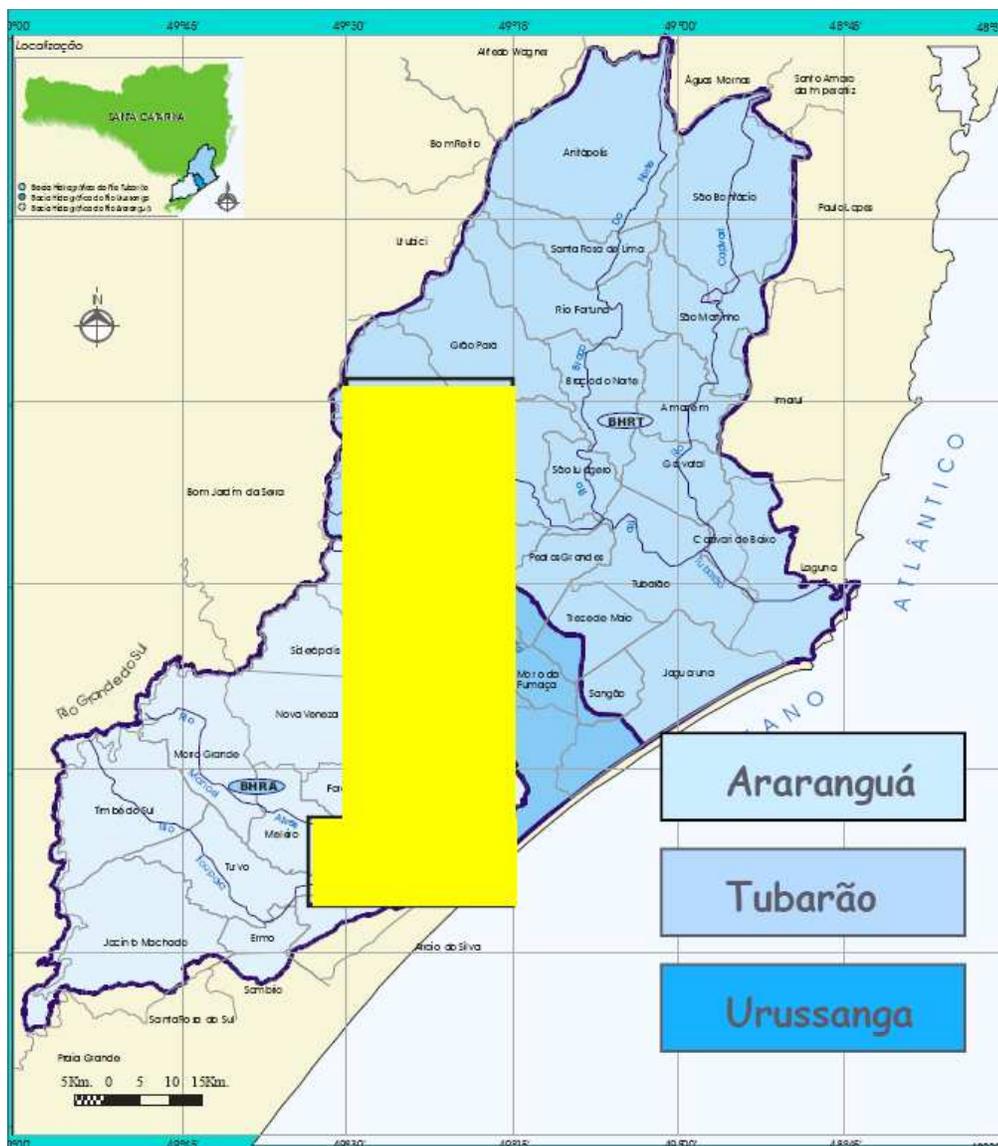


Figura 7.3. Área do projeto de recuperação ambiental em Santa Catarina (detalhe em amarelo), abrangendo minas de carvão em atividades e minas desativadas nas três principais bacias hidrográficas impactadas. Fonte: (ZANCAN & GOMES, 2004).

O projeto de cadastramento das minas abandonadas, desenvolvido pelo Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina (SIECESC), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e outros parceiros e conveniados, estima existir mais de 1000 *bocas de minas* (entendendo-se por *bocas de minas* qualquer abertura em superfície que dê acesso ao subsolo, como os furos de sondagens, fraturas, trincheiras, poços verticais, túneis, galerias, poços para coleta de amostras volumétricas e outras) sem vedação, no município de Criciúma, mas admite que o número real pode chegar ao dobro do estimado.

Levantamentos de campo realizados no Bairro de Naspoli, como parte da primeira fase de um projeto piloto, conduziram ao cadastramento de 173 aberturas de minas, dispostas ao longo de 33.000 m de afloramentos, e, numa segunda fase, ao cadastramento de outras 125 aberturas, situadas na localidade denominada Morro Siderópolis.

O mapeamento das áreas degradadas pelas atividades de mineração do carvão no município de Criciúma conduziu aos seguintes resultados:

- áreas mineradas a céu aberto: 2.770 hectares
- depósitos de material estéril e rejeitos: 2.730 hectares
- lagoas ácidas: 58 hectares
- **total:** **5.558 hectares**

No ano de 2000, o Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina (SIECESC) elaborou um mapa preliminar da Região Carbonífera do Estado de Santa Catarina, na escala 1:50.000, abrangendo as Bacias Hidrográficas dos Rios Araranguá, Tubarão e Urussanga, nas suas porções atingidas pela mineração de carvão, apresentando a localização dos rios e estradas principais, cidades, localidades, áreas mineradas a céu aberto e depósitos de rejeitos, bacias de águas ácidas, localização das minas subterrâneas e instalações de beneficiamento de carvão.

O mapa foi elaborado com base nos dados apresentados no Relatório da Japan International Cooperation Agency (JICA), datado de outubro de 1997, e estruturado a partir de levantamento aerofotogramétrico realizado em 1996, e das informações contidas no Relatório do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), datado de dezembro de 1999 (que abrangeu apenas a Bacia do Rio Araranguá).

Esse mapa, no presente, vem sendo continuamente atualizado e aprimorado, com base em fotos de satélites georeferenciadas, complementadas por dados fornecidos pelas empresas carboníferas e, quando necessário, por informações coletadas diretamente no campo.

O diagnóstico e a gestão das condições ambientais das áreas impactadas pela mineração no Estado de Santa Catarina, em síntese, vêm sendo realizados através de vários projetos, que se complementam, a saber:

- a) mapeamento da localização das áreas degradadas;
- b) projeto de monitoramento da qualidade e vazão das águas superficiais;
- c) projeto de localização, cadastramento e mapeamento das minas abandonadas; e
- d) projeto hidrogeológico da Bacia do Rio Araranguá.

O Projeto Conceitual para a Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera Sul de Santa Catarina está estruturado segundo quatro etapas.

Etapa 1: Caracterização

O objetivo é localizar e caracterizar as fontes potenciais de contaminação e as trajetórias ao longo das quais os agentes poluentes podem ser transportados e estabelecer o risco para a saúde humana, a partir dessas informações, como indicador da qualidade do meio ambiente. Essa fase também auxilia na futura seleção de alternativas de engenharia de recuperação e classificação das áreas, para efeito da implantação das ações corretivas, e também contribui para a formação de uma base de dados de monitoramento das soluções de recuperação adotadas. Contempla investigações de campo e trabalhos de laboratório.

Os trabalhos de campo para a caracterização das fontes potencialmente poluidoras incluem:

- a) inventário das minas ativas e abandonadas;
- b) levantamento da situação atual das minas ativas, incluindo as práticas de lavra e beneficiamento, de disposição dos resíduos sólidos e de lançamento de efluentes;
- c) quantificação da taxa de geração de resíduos das minas ativas;
- d) identificação e inventário dos pontos de descarga de efluentes;
- e) determinação da distância entre as fontes poluidoras e os mananciais superficiais e subterrâneos;

- f) localização de furos de sondagens, fendas e fraturas, que possam contribuir para a contaminação das águas subterrâneas e ou para a formação de drenagem ácida;
- g) investigação de emissões gasosas (SO_x , NO_x) e de materiais particulados; e
- h) localização e caracterização de pontos de lançamento de efluentes líquidos (medidas de vazão de descargas de efluentes, pH, Eh, oxigênio dissolvido, sólidos em suspensão, sulfatos e metais dissolvidos, dentre eles, arsênio, cádmio, cobalto, cobre, mercúrio, manganês, níquel, chumbo, zinco e ferro). Além desses, também são usualmente utilizados como indicadores de impactos da águas superficiais originados nas operações das empresas carboníferas, a condutividade elétrica, turbidez, acidez total, sólidos totais, demanda biológica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), detergentes, fosfato total, teor de nitrogênio e óleos e graxas.

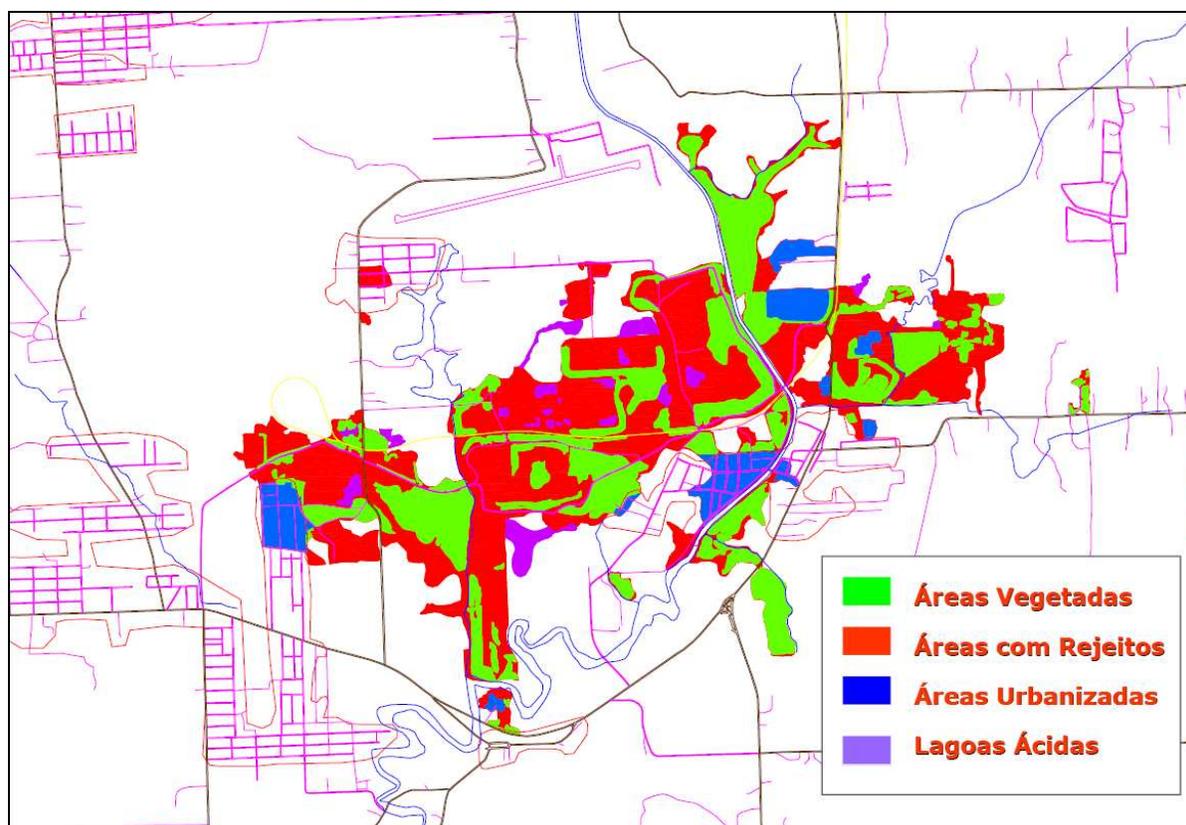


Figura 7.4. Áreas impactadas em Criciúma, com detalhe para a dimensão destas e a interface com áreas urbanizadas e drenagem regional principal. Fonte: (ZANCAN & GOMES, 2004).

Os trabalhos de laboratório envolvem ensaios físicos (permeabilidade, análise granulométrica e ensaios geotécnicos), ensaios químicos (enxofre, dosagem de metais e teor de matéria orgânica) e ensaios especiais (potencial para a geração de drenagem ácida: balanço ácido-base, caracterização de agentes neutralizantes; caracterização mineralógica; e ensaios de lixiviação), tendo por objeto os resíduos sólidos.

Para cada tipo de agente instalado ou com potencial para causar poluição do ambiente, são definidos os indicadores ambientais considerados convenientes para a avaliação segura de seus efeitos nocivos. Com base nessa avaliação, faz-se a classificação das áreas para a implantação das ações corretivas dos danos identificados.

Os principais agentes, os impactos a eles relacionados e os indicadores utilizados, são relacionados no Quadro 7.1.

Quadro 7.1. Principais agentes de degradação relacionados com a mineração de carvão, seus impactos e indicadores ambientais

AGENTES	IMPACTOS AMBIENTAIS	INDICADORES AMBIENTAIS
1. DRENAGEM ÁCIDA	Acidificação de águas superficiais; redução de produtividade biológica nos rios; contaminação de águas subterrâneas; contaminação dos solos.	pH, Eh, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, concentração de metais pesados, sólidos em suspensão, concentração de sulfato, extensão de rio impactado, número de poços com qualidade de água inadequada para consumo humano, área agricultável perdida, balanços de massa de materiais nas bacias hidrográficas.
2. REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO	Redução da disponibilidade de recursos hídricos; riscos de subsidência de construções superficiais.	Número de poços secos, mudança de nível do lençol freático, análises químicas da água, fator de segurança, estabilidade física dos taludes.
3. EROSIÃO	Formação de voçorocas; instabilidade física das margens dos rios; aumento da carga de sólidos em suspensão nas águas superficiais; subsidências.	Sólidos em suspensão, fator de segurança (estabilidade física dos taludes) e extensão de rio assoreado.
4. REMOÇÃO DE PILARES DE SUSTENTAÇÃO	Subsidências.	Área superficial atingida
5. BOCAS DE MINAS E POÇOS VERTICAIS	Segurança; potencial para início de geração de águas ácidas	Número de bocas de minas e poços (abertos e fechados), número de minas de encostas abertas.
6. COMBUSTÃO DE REJEITOS	Evolução da emissão de SO _x e NO _x ; evolução da emissão de particulados; evolução da emissão de hidrocarbonetos.	Qualidade do ar, extensão da área impactada, extensão da área-fonte.

Fonte: modificado a partir de CETEM, 2001.

Etapa 2: Definição de soluções de engenharia e das alternativas de recuperação. Essa etapa envolve as seguintes ações:

- 1) definição e avaliação técnica das opções de recuperação;
- 2) avaliação comparativa de custos e entre as diferentes opções de recuperação;
- 3) avaliação dos impactos socioeconômicos da recuperação sobre as comunidades vizinhas;
- 4) definição do uso futuro para as áreas recuperadas; e
- 5) planejamento do monitoramento para a avaliação da eficácia do plano de recuperação adotado.

Etapa 3: Seleção das opções de recuperação ambiental para cada área impactada. As opções selecionadas deverão permitir atingir os objetivos gerais:

- a) estabilização química dos contaminantes;
- b) estabilização física das áreas de disposição de resíduos e das minas abandonadas;
- c) recuperação paisagística da área (retaludamento e revegetação);
- d) construção de sistemas de drenagem que evitem a contaminação das águas ou o seu descarte nos corpos hídricos regionais, sem prévio tratamento;
- e) exame das alternativas de aproveitamento do carvão, com redução da geração de rejeitos sólidos; e
- f) estabilização química dos contaminantes (mitigar a geração e dispersão da contaminação ambiental, através da intervenção diretamente na fonte geradora).

Para as minas subterrâneas, as ações adotadas devem garantir a estabilidade das áreas submetidas a escavações subterrâneas e que apresentem riscos de subsidência (tanto nas minas ativas, quanto nas minas abandonadas), assim como o fechamento das bocas de minas subterrâneas abandonadas e ainda com livre acesso ao subsolo.

A minimização da geração de drenagem ácida envolve tanto o ataque do problema diretamente na sua origem, através de ações que impeçam o contato do oxigênio e da água com os sulfetos presentes nas rochas encaixantes e no material estéril depositado no interior das minas, quanto no emprego de técnicas que previnam a contaminação de novas áreas pelas águas já acidificadas.

No segundo caso, a rede de drenagem deve conduzir as águas ácidas a unidades de tratamento (para correção do pH e precipitação dos metais dissolvidos), não permitindo sua emissão direta nos mananciais superficiais ou que contaminem os depósitos de águas subterrâneas, quer por meio do escoamento superficial, quer através do processo de percolação.

Quanto aos rejeitos, os métodos e técnicas para se impedir o contato desses materiais com o oxigênio e a água, incluem:

- 1) alagamento das áreas de disposição de rejeitos ou elevação do nível d'água sobre elas (coberturas úmidas);
- 2) cobertura dos rejeitos com materiais que inibam a penetração da água e do oxigênio até eles (coberturas secas). Normalmente, uma cobertura seca típica é composta, da superfície para a base, pelas seguintes unidades: a) camada que suporta a vegetação e que constitui uma

barreira à erosão pela ação dos ventos e das águas; b) camada de drenagem, constituída por areia e brita, cuja função é prevenir o movimento da água no sentido ascendente, a partir dos rejeitos. Essa barreira pode ser coberta por um geotextil, de forma a prevenir o entupimento pelos finos da camada superior, e deve ser projetada para dar vazão a pelo menos cinco vezes a infiltração que ocorre a partir da superfície; c) barreira de infiltração, com 40 cm a 1,0 m de espessura, constituída por material de granulometria suficientemente fina (argila, em geral), capaz de bloquear o fluxo de oxigênio e água para dentro do material isolado.

- 3) instalação de poços de desaguamento. Os poços de desaguamento são usados para drenar a água, rapidamente, para fora das áreas potencialmente geradoras de drenagem ácida. Pode-se drenar a água limpa, evitando que seja acidificada pelo contato com os sulfetos oxidados, ou remover a água ácida, encaminhando-a para unidades de tratamento.

As técnicas de minimização dos impactos da geração de águas ácidas incluem: a) isolamento dos resíduos com potencial para a geração de águas ácidas, com o objetivo de evitar o contato entre o material e as águas – tanto superficiais, quanto aquelas provenientes do interior das minas. Esse isolamento pode ser realizado através da implantação de uma eficiente rede de drenagem ao redor das áreas contaminadas, que conduza as águas limpas para fora delas; b) selagem de minas subterrâneas; c) coleta e tratamento das soluções ácidas junto ao local de geração. O processo de tratamento desenvolve-se, basicamente, segundo três fases: 1) coleta das águas ácidas; 2) bombeamento e tratamento perpétuo e contínuo, para elevação do pH, antes do lançamento das águas nos mananciais regionais; e 3) precipitação dos metais, na forma de lama de alta densidade, e posterior descarte desses resíduos; d) sistemas de tratamento passivo, biológico e não biológico. Os sistemas de tratamento passivo são aqueles que permitem as reações químicas e bioquímicas naturais – que auxiliam o tratamento da drenagem ácida – ocorram em um ambiente controlado.

Os sistemas de tratamento passivo são classificados em bióticos (áreas inundadas aeróbicas, áreas inundadas compostas ou anaeróbicas) e abióticos (constituídos por canais abertos de calcário, poços de desvio, drenos anóxicos de calcário (DAC) e reatores de fluxo vertical (REV)).

Etapa 4: Monitoramento da recuperação e sistemas de gestão ambiental. Os planos de monitoramento das alternativas de recuperação adotadas são elaborados com base nas ações e técnicas selecionadas, e têm como principal objetivo permitir a avaliação das soluções implementadas e o planejamento das ações corretivas, tendo por meta final o sucesso pleno do plano de recuperação.

O Sistema de Gerenciamento Ambiental na Região Carbonífera de Santa Catarina depende, fundamentalmente, do gerenciamento dos sistemas de gestão ambiental implantados em cada uma das minas em operação.

Cada um desses sistemas, além de contemplar a gestão da qualidade das águas e dos resíduos sólidos em cada mina, deve propor planos de contingência para a imediata identificação e correção de desvios no gerenciamento dos efluentes, quer decorram da omissão humana, quer de acidentes para os quais não concorra a interferência humana, tendo sempre por meta alcançar e manter as condições ideais de operação.



Foto 7.16. Mina de carvão em operação em 1986, reconformação topográfica e preparação para revegetação em 1990 e área revegetada em 1991. Fonte: (CETEM, 2001)

Um eficiente Sistema de Gestão Ambiental exige, também, o irrestrito compromisso dos gestores de cada unidade operacional com o aprimoramento dos processos produtivos associados à extração e beneficiamento do carvão na região, como um importante instrumento para mitigar a geração de impactos e reduzir os custos associados às ações de recuperação ambiental (CETEM, 2001; ZANCAN & GOMES, 2004). A Foto 7.16 ilustra e comprova a viabilidade de se retornar com as antigas áreas mineradas a condições em que elas voltem a cumprir seu papel ambiental e social.

7.5. O COMPLEXO INDUSTRIAL DO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS

No Brasil, a INB – Indústrias Nucleares do Brasil S.A., é a empresa encarregada de realizar todas as atividades que dizem respeito à produção do combustível nuclear para a geração de energia elétrica, pelas usinas nucleares brasileiras. O conjunto dessas atividades, que tem início com a lavra do minério de urânio e termina com a montagem do elemento combustível, é, na sua maioria, realizado no País, propiciando, além da complementação da nossa matriz energética, a utilização de nossa reserva de urânio – a sexta maior no mundo –, correspondente a aproximadamente 309 mil toneladas de U_3O_8 .

A INB é detentora dos direitos de lavra de reservas de minério de urânio localizadas nos Estados do Ceará (depósito de Itataia, situado no Distrito Fósforo-Uranífero do Ceará, a 45 Km a sudoeste da cidade cearense de Santa Quitéria) e Bahia (na região sudoeste do Estado, nos municípios de Caetité e Lagoa Real, está situada uma das maiores e mais importantes províncias de urânio brasileiras). A empresa também é titular de uma unidade de lavra e beneficiamento físico de areias contendo minerais pesados, localizada no município de São Francisco de Itabapoana, no Estado do Rio de Janeiro, onde se produzem concentrados de ilmenita, rutilo, zirconita e monazita, insumos indispensáveis às indústrias de tecnologia de ponta.

7.5.1. BREVE HISTÓRICO

As primeiras notícias da ocorrência de radioatividade em minerais do Planalto de Poços de Caldas (MG) datam de 1948, quando Técnicos do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, detectaram radioatividade em amostras de minerais de zircônio, provenientes desta província mineral.

Em 1952, Técnicos da United States Geological Survey constataram a presença de urânio em amostras de caldasitos, oriundas da mesma província. Em 1965, foi descoberta a jazida de urânio associado ao molibdênio, denominada Campo do Agostinho. E em 1970, foram identificadas as ocorrências de urânio do Campo do Cercado, localizadas no município de Caldas, que deram origem ao Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas – CIPC.

A pesquisa geológica da província foi realizada com o emprego de sondagens e pelo método de aberturas subterrâneas, com acesso ao subsolo realizado através de poço vertical e a abertura de galerias, a partir dele, para o estudo dos corpos mineralizados e a coleta sistemática de amostras para análises químicas.

Em 1976, a NUCLEBRAS – Empresas Nucleares Brasileiras S.A., empresa holding do setor nuclear brasileiro naquela época, contratou a empresa francesa URANIUM PECHINEY UGINE KUHLMAN para a execução do projeto básico da mina e instalações de beneficiamento físico do minério e tratamento químico para a produção do concentrado, no Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas, visando produção de 500 toneladas/ano de concentrado de urânio, expresso em U_3O_8 , durante 10 anos. Em 1977, iniciaram-se as operações de decapeamento dos corpos mineralizados, com remoção de 5 milhões de metros cúbicos de material estéril, com o objetivo de viabilizar a lavra da jazida em cava a céu aberto. E finalmente, em fevereiro de 1982, entrou em operação o primeiro complexo minero-industrial para a produção de concentrado de urânio no Brasil.

A INB – Indústrias Nucleares do Brasil foi criada em 1988, para suceder a NUCLEBRAS, dentro de um programa do governo federal de reorganização do setor nuclear brasileiro.

O conjunto mina/instalações industriais operou até dezembro de 1995, quando ocorreu a paralisação, em caráter definitivo, das atividades de lavra e beneficiamento físico do minério e do tratamento químico da polpa para a produção do concentrado de urânio.

O complexo encontra-se em fase de descomissionamento, em função do esgotamento das reservas minerais da jazida de Caldas e da descoberta das reservas de Caetité, estimadas em 100 mil toneladas exclusivamente de urânio, sem outros minerais de interesse associados, e com potencial de aumentar substancialmente esta tonelagem, através da continuidade das atividades de prospecção e pesquisa regionais. As instalações industriais para a produção do concentrado de urânio por processos químicos serão utilizadas para atender outros projetos, dentre eles, o tratamento químico da monazita e a produção de cloretos de terras raras, nessa primeira etapa.

A unidade de Caldas produziu concentrado de urânio em quantidade que atendeu, basicamente, a demanda de recargas do reator de Angra I e de programas de desenvolvimento tecnológico. Além da importância das reservas minerais, foi nas instalações de Caldas que a indústria brasileira iniciou o desenvolvimento da tecnologia do ciclo do combustível nuclear e a produção do concentrado de urânio (yellow cake), sob a forma de diuranato de amônia.

Dentro do contexto político e histórico em que o complexo mineiro-metalúrgico de Caldas foi implantado, foram observadas, desde o início, as regras, medidas, controles e procedimentos adotados internacionalmente para a prevenção e monitoramento das emissões de materiais radioativos para o ambiente, contenção dos resíduos sólidos e tratamento dos efluentes líquidos, originados no processo químico para a produção do concentrado de urânio (yellow cake) nas especificações exigidas para a carga dos reatores destinados à geração de energia elétrica. Entretanto, não houve a precaução de se proceder à caracterização mineralógica detalhada do material que constituía o capeamento da mina, do minério e das rochas encaixantes do corpo mineralizado. Assim, não se detectou o alto potencial de todo esse material para a geração de drenagem ácida, quando exposto ao contato com o oxigênio e com as águas – superficiais e ou subterrâneas. Houve, também, a preocupação com a adoção de medidas de proteção ambiental, pois a importância desta questão já havia despontado na sociedade e na legislação brasileiras, mas não houve a preocupação de se elaborar um plano para o fechamento futuro da mina.

Nesse cenário, a deposição do capeamento e do material estéril, removidos para viabilizar a lavra dos corpos mineralizados, ocorreu sem a adoção de técnicas que minimizassem ou impedissem a instalação das condições necessárias para a geração de drenagem ácida: existência de material contendo sulfetos, contato desse material com o oxigênio, oxidando-se e produzindo ácido sulfúrico, e contato do material oxidado com as águas superficiais ou subterrâneas. O processo instalou-se na cava da mina, nas pilhas de estéril e nos pátios destinados à estocagem de minérios, exigindo que a empresa instalasse todo um sistema para captação dessas águas contaminadas e bombeamento das mesmas para uma estação de tratamento contínuo, onde se promove a sua neutralização e posterior precipitação dos metais dissolvidos, sob a forma de uma lama, além de uma ampla rede de monitoramento das águas subterrâneas e superficiais, dentro da área ocupada pela mina e complexo industrial, até a interface com o ambiente externo, de modo a assegurar a qualidade das águas regionais.

Como o processo de geração de drenagem ácida, uma vez instalado, tende a tornar-se contínuo e perpétuo, se não ocorrer a eliminação de, pelo menos, uma das três condições necessárias para o início do processo, a INB, embora tenha paralisado a lavra, o beneficiamento físico e o tratamento químico do minério de urânio no Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas, em caráter definitivo, mantém no local uma equipe permanente de aproximadamente 160 funcionários, próprios e terceirizados, com a função de exercer a fiscalização do acesso de terceiros nas áreas da mina e instalações industriais, executar os programas de manutenção e monitoramento de toda a área impactada pelo projeto mínero-metalúrgico e o controle e monitoramento das emissões de materiais radioativos para o ambiente, e que possam representar riscos para a saúde e segurança humana.

Simultaneamente, a empresa está contratando um consórcio empresarial com experiência internacional no fechamento de minas de urânio, que deverá elaborar e executar o plano de descomissionamento, desmantelamento, recuperação e fechamento definitivo das suas unidades, exceto das instalações de tratamento químico. Os estudos encontram-se na fase de planejamento do descomissionamento de cada unidade, coleta dos dados e realização dos primeiros estudos para a elaboração do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

7.5.2. UNIDADES DO COMPLEXO INDUSTRIAL

O Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas é constituído pelas seguintes unidades:

- a) cava da mina;
- b) pilhas de material estéril;
- c) pátio de estocagem e instalações de beneficiamento físico do minério de urânio;
- d) instalações para o tratamento químico do minério e produção do concentrado de urânio;
- e) barragem de Rejeitos;
- f) estação para tratamento das águas contaminadas;
- g) instalações para o tratamento dos efluentes originados na produção do concentrado de urânio (rejeitos líquidos e rejeitos sólidos);
- h) área para estocagem de materiais radioativos;
- i) subestações para distribuição de energia elétrica;
- j) tanques para estocagem de ácidos, cal hidratada, floculantes e outros produtos químicos;

- k) tubulações diversas (para condução de água, de polpa de minério, de rejeitos e de reagentes);
- l) estações de bombeamento de águas contaminadas; e
- m) instalações administrativas e infra-estrutura de apoio à produção.

7.5.2.1. Cava da mina

Os aproximadamente 13 anos de operações de lavra do denominado corpo E deram origem a uma cava a céu aberto com dimensões da ordem de 200 metros de profundidade e 1000 metros de diâmetro aproximado (Foto, 7.17).

A cava, que além da água oriunda do lençol freático – contaminada pelo contato com o material contendo sulfetos oxidados – também armazena as águas ácidas drenadas nas bases das pilhas de estéril, de antigas pilhas de minério dispostas no interior da área de lavra e no pátio de estocagem de minérios, e de outros pontos da área impactada pelo empreendimento, encontra-se parcialmente alagada, em caráter permanente, com a lâmina de água apresentando espessura média de 25 metros e pH médio da ordem de 3 (três).



Foto 7.17. Vista parcial da cava inundada, corpo E.

Toda a água ali represada é continuamente bombeada para a estação de tratamento, onde tem o pH elevado para 10, através da adição de solução de cal hidratada dissolvida em água, e é submetida a processo de decantação dos metais dissolvidos, antes de ser liberada para o ambiente externo ao complexo industrial.

As principais questões que, necessariamente, terão de ser enfrentadas na elaboração do Plano de Fechamento, dizem respeito ao controle da drenagem ácida, ao adequado descomissionamento e fechamento da barragem de rejeitos, à metodologia para a adequada vedação das antigas aberturas subterrâneas executadas na fase de pesquisa geológica do depósito, e ao destino final da cava da mina e dos equipamentos que não puderem ser descontaminados, e, portanto, representarão risco à saúde do ser humano.

Com relação ao destino final da cava da mina, duas alternativas têm sido consideradas, preliminarmente, com maior atenção: a) formação de um lago permanente, a partir da água do lençol freático, como forma de impedir o contato dos materiais contendo sulfetos com o oxigênio do ar e interromper, após algum tempo, a geração de drenagem ácida na cava; e b) promover o retorno das antigas pilhas de material estéril ao interior da cava, onde também seriam depositados os materiais e equipamentos das instalações de beneficiamento que não puderem ser descontaminados e reutilizados, leiloados ou vendidos como sucata, promovendo-se, posteriormente, a vedação de toda a área, como forma de impedir o acesso da água e do oxigênio ao material contaminado por elementos radioativos e ao material contendo sulfetos, fonte de geração de drenagem ácida.

7.5.2.2. Pilhas de estéril

Estima-se em 100 milhões de toneladas (ou, aproximadamente, 45 milhões de metros cúbicos) a massa de material estéril, contendo sulfetos, depositadas em 16 pilhas, localmente denominadas *bota-fora*, ocupando uma área total de aproximadamente 1.393.313 m², e exposta ao contato permanente com o oxigênio e à ação das águas de infiltração. A drenagem ácida surge na base das pilhas ou em pontos relativamente distantes delas. As águas ácidas são permanentemente bombeadas para o interior da cava do corpo E e, daí, para as instalações de tratamento de águas ácidas.

O Plano de Fechamento deverá propor soluções para a erradicação ou a minimização da geração da drenagem ácida, ou, se for o caso, indicar a necessidade e conveniência de se manter o atual sistema de bombeamento, neutralização e precipitação dos metais dissolvidos, em caráter perpétuo (Foto 7.18).

7.5.2.3. Instalações de beneficiamento físico do minério

O processo de produção do concentrado de urânio envolve dois tipos de beneficiamento e tratamento do minério: o beneficiamento físico do minério bruto, para redução da granulometria e preparação do produto, sob a forma de polpa, para o envio ao tratamento químico; e o tratamento químico, onde será produzido o concentrado de urânio (yellow cake) e gerados dois tipos de rejeitos (rejeitos sólidos e rejeitos líquidos).

As instalações destinadas ao beneficiamento físico do minério bruto são constituídas por um pátio para estocagem e blendagem de minérios, estação de britagem primária, com capacidade para tratar 500 toneladas/hora de minério bruto, uma estação de britagem secundária e outra de britagem terciária. O produto da britagem alimentava duas linhas de moagem, equipadas com moinhos de barras e com capacidade individual para tratar 60 toneladas/hora. O produto dos moinhos era enviado aos tanques condicionadores de polpa, de onde era transferida, por tubulações adequadas, para as instalações de tratamento químico, onde se dava o ataque do minério moído pelo ácido sulfúrico.

Nestas instalações eram tratadas, em média, 300 toneladas/dia a 400 toneladas/dia de minério bruto.



Foto 7.18. À esquerda, vista parcial do Bota-Fora 4. À direita, vista da bacia para captação da drenagem ácida gerada no Bota-Fora 4.

Os rejeitos sólidos (contendo, basicamente, material estéril, sulfatos, pirolusita, rocha fosfática, calcário, cal hidratada, ferro, alumínio e outros materiais) e os efluentes líquidos (contendo, basicamente, metais pesados) gerados no processo de tratamento químico, eram neutralizados, e os resíduos sólidos, enviados à barragem de rejeitos.

Os equipamentos que puderem ser utilizados em outras unidades da empresa, serão desmontados e transferidos, sempre com a observância das normas e regulamentos que regem o desmantelamento de instalações que serviram ao beneficiamento de minérios radioativos. Aqueles que não puderem ser reutilizados, mas cuja descontaminação demonstre-se técnica e economicamente viável, serão descontaminados e vendidos como sucata (Foto 7.19).

O Plano de Fechamento deverá equacionar o destino a ser dado aos equipamentos que podem trazer riscos à segurança e à saúde daqueles que os manusearem, levando em consideração, necessariamente, as normas e regulamentos estabelecidos pela Comissão de Energia Nuclear – CNEN, órgão encarregado da fiscalização de todas as operações que envolvam materiais radioativos e seus derivados.

O destino de algumas antigas pilhas de minério de urânio localizadas no pátio de estocagem das instalações de beneficiamento físico e o processo de descontaminação de toda a área são dois outros aspectos que deverão ser equacionados dentro do plano de fechamento da mina Osamu Utsumi.



Foto 7.19. À esquerda, instalações de britagem secundária. À direita, detalhe da instalação de moagem.

7.5.2.4. Instalações de tratamento químico do minério

As instalações para o tratamento químico do minério e produção do concentrado de urânio não serão descomissionadas neste momento (Foto 7.20).

A INB instaurou processo de licenciamento dessas instalações perante o IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, para operar ali o tratamento químico da denominada *Torta II* – subproduto gerado durante o beneficiamento da monazita nas instalações da NUCLEMON, em São Paulo, por processo alcalino, contendo essencialmente compostos de tório, urânio e terras raras –, em consórcio com o minério de urânio de baixo teor, armazenado no pátio de estocagem do Complexo industrial de Caldas.

A areia monazítica é tratada nas instalações da INB em Buena, no Estado do Rio de Janeiro, com produção e comercialização de concentrados dos minerais ilmenita, rutilo e zirconita, e armazenamento da monazita gerada.

As instalações industriais para tratamento químico do Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas passaram, em 1996, por um processo de adaptação e instalação de novos equipamentos, para viabilizar o tratamento da *Torta II* e produção de concentrados de terras raras (fluoreto de tório, hidróxido de cério e cloreto de lantânio).



Foto 7.20. Vista geral das instalações de tratamento químico para produção de concentrado de urânio.

7.5.2.5. Barragem de rejeitos

A INB estima, segundo dados de 1999, ter sido de 2.473.140 toneladas a massa total de sólidos enviada à barragem, constituída por mesotório em tambores (depositados pela CNEN), rejeitos sólidos originados no tratamento químico do minério de urânio (constituídos, basicamente, por material estéril, sulfato, pirolusita, rocha fosfática, calcário e cal hidratada) e da *Torta II*; frações sólidas dos rejeitos líquidos dos processos de tratamento químico do minério e da *Torta II*, e pela fração sólida do tratamento das águas marginais.

A bacia para contenção dos rejeitos não deve ser descomissionada de imediato, continuando a atender às necessidades da empresa para a produção do concentrado de terras raras e disposição dos resíduos sólidos originados no processo de tratamento das águas. Entretanto, nos termos dos acordos assinados pela INB com os órgãos ambientais encarregados do licenciamento das instalações, o Plano de Fechamento, cuja elaboração ora se inicia, deverá contemplar o fechamento definitivo da barragem de rejeitos (Foto 7.21).



Foto 7.21. Vista geral da barragem de rejeitos do processo industrial para produção do concentrado de urânio.

7.5.2.6. Estação de tratamento e programa de monitoramento das águas

A empresa mantém em operação uma unidade exclusiva para tratamento permanente das águas contaminadas, originadas dentro da área ocupada pelo Complexo Minerio Metalúrgico de Caldas. A massa total das águas ali tratada é proveniente da cava da mina, dos depósitos de material estéril, do entorno e contorno dessas pilhas e das áreas do pátio de estocagem e instalações para o beneficiamento físico do minério de urânio.

O processo consiste, basicamente, no tratamento das águas ácidas com uma solução de cal hidratada, fazendo com que o pH – da ordem de 3,0 – se eleve até 10,0. A seguir, com o auxílio da adição de flocculantes, dá-se a precipitação e decantação dos metais dissolvidos, antes que as águas retornem ao ambiente externo ao projeto (Foto 7.22).

O volume de águas ácidas drenadas na base do denominado Bota-Fora 4 é da ordem de 50 m³/dia a 80 m³/dia. Esse volume é permanentemente bombeado para o interior da cava do corpo E e, daí, para a estação de tratamento. O volume de água diariamente tratado na estação é da ordem de 300 m³/hora, sendo 190 m³ originados na mina e o restante, proveniente da drenagem do Bota-Fora 4.

A relação de consumo de cal hidratada é da ordem de 1,40 kg de cal/m³ de água. No ano de 2005, tratou-se um volume total de 2.100.297 m³ de água, consumindo-se 2.921.660 kg de cal hidratada (consumo médio da ordem de 200 toneladas/mês) e 1.534 kg de floculante (polieletrólito). O custo mensal do tratamento, considerando-se apenas o consumo desses dois insumos, varia entre R\$ 800.000,00 e R\$ 900.000,00.

O resultado final do tratamento é o extravasamento de uma água com pH médio da ordem de 10,0, que retorna ao ambiente, e a decantação de uma lama residual contendo, basicamente, manganês, alumínio, ferro, fluoretos e pequena porcentagem de urânio (aproximadamente 0,3%).

A água tratada, com pH médio da ordem de 10,0, encontra outras águas fugidias acidificadas, no seu percurso em direção ao ambiente externo, de forma que o pH das águas descartadas, na interface entre os dois ambientes (o ambiente do complexo industrial e o ambiente externo) oscila entre 6,5 e 6,7.



Foto 7.22. À esquerda, vista geral da instalação de tratamento ativo das águas geradas no complexo. À direita, vista do sistema de tratamento passivo por áreas alagadas.

A necessidade da certificação do controle ambiental das águas dentro da área do projeto industrial conduziu ao planejamento e implantação de um amplo programa de monitoramento contínuo da qualidade das águas superficiais, dentro da área do projeto e nas regiões de interface com o ambiente externo, bem como de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, através de poços de controle.

Basicamente, o programa de monitoramento da qualidade das águas inclui:

- a) coleta de duas amostras diárias (manhã e tarde), para controle do pH;
- b) preparação de uma amostra composta mensal, para análise e dosagem dos teores contidos de material particulado, minerais radioativos e chumbo;
- c) preparação de uma amostra composta mensal, para análise e dosagem dos teores de manganês, alumínio, ferro, flúor, sódio, potássio, cloro, bário, cálcio, sulfetos e solúvel;
- d) amostras para análises trimestrais provenientes de outros pontos de amostragem;
- e) Análises trimestrais para amostras de águas subterrâneas;
- f) Amostras mensais das águas armazenadas na cava da mina;
- g) análises de amostras de sedimentos, coletadas ao longo dos cursos de água, em bacias de decantação e lagos, dentro e fora da área da propriedade do Complexo Industrial. As amostras são coletadas a cada semestre, no período chuvoso e na época de seca; e
- h) programa de monitoramento de produtos agropecuários, de solos e dos peixes (com a captura de exemplares a cada semestre).

7.5.2.7. Instalações administrativas e infra-estrutura de apoio à produção

Assim como as instalações industriais para a produção do concentrado de urânio, as instalações físicas que atendem a área administrativa e a infra-estrutura de apoio à produção, permanecerão em atividade, dando suporte às operações para a produção dos concentrados de terras raras, após o processo de licenciamento dessa nova atividade – ainda em fase de análise pelos órgãos governamentais competentes. Entretanto, o destino dessas estruturas, quando ocorrer a paralisação de toda e qualquer atividade de mineração e metalurgia na área do complexo industrial de Caldas, deverá ser equacionado no Plano de Fechamento.

7.5.3. O TERMO DE COMPROMISSO E O TERMO DE REFERÊNCIA

A pretensão da INB – Indústria Nucleares do Brasil S.A. de submeter ao tratamento químico, nas instalações da Unidade de Tratamento de Minérios – UTM do Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas – CIPC, de imediato e a título de testes, 400 toneladas de monazita, seguindo-se aos testes, o processamento imediato e contínuo da monazita, mediante licença concedida pelo IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, conduziu a Compromissonária (INB) à assinatura de um Termo de Compromisso com o Compromitente (IBAMA), referente ao licenciamento ambiental das instalações do Complexo Industrial, tendo como intervenientes, a CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear, a FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente e o Município de Caldas, com o objetivo de viabilizar os testes de processamento das 400 toneladas e estabelecer as diretrizes para o licenciamento ambiental do processamento contínuo da monazita. O Termo de Compromisso, assinado em dezembro de 2002, criou para a Compromissonária, dentre outras obrigações, a de definir medidas efetivas para recuperar as áreas degradadas existentes na Unidade de Tratamento de Minérios – UTM de Caldas, decorrentes das atividades anteriores às atualmente pretendidas pela empresa (produção de concentrados de terras raras).

Em fevereiro de 2004, em atendimento à cláusula nona do Termo de Compromisso assinado em 2002, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, juntamente com a Comissão Nacional de Energia Nuclear, elaborou um *Termo de Referência Para Elaboração e Apresentação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD Para o Complexo Mineral Industrial do Planalto de Poços de Caldas – CIPC, Atualmente Denominado de Unidade de Tratamento de Minérios – UTM.*

O Termo de Referência foi editado com o objetivo de determinar a abrangência, os procedimentos e os critérios para a elaboração do Plano de Recuperação das Áreas Degradadas, em atendimento à Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (que *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências*) e ao Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989 (que *Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências*), para a recuperação de áreas degradadas, e como parte de um plano geral de descomissionamento da

Unidade de Tratamento de Minérios – UTM localizada no município de Caldas, e pertencente à INB – Indústrias Nucleares do Brasil S.A.

7.5.4. PREVISÃO DE TEMPO E CUSTOS PARA O FECHAMENTO

Ainda em razão do momento histórico e político em que o projeto estatal para a produção de concentrado de urânio, a partir do minério extraído na mina Osamu Utsumi, foi implantado, não houve previsão ou provisão de recursos financeiros para cobrir os custos de recuperação, remediação e fechamento definitivo da mina, instalações industriais e demais unidades que compõem o Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas. Estima-se, hoje, entre 10 e 15 anos, o tempo necessário para a execução de todo o processo de fechamento.

Embora não deva ocorrer, de imediato, o descomissionamento e fechamento das instalações industriais destinadas ao tratamento químico e da barragem de rejeitos – pois deverão atender ao tratamento da denominada Torta II para a produção dos concentrados de terras raras –, de acordo com o Termo de Compromisso firmado pela empresa no ano de 2002, o plano de recuperação de áreas degradadas e de fechamento definitivo deverá englobar estas unidades.

As primeiras estimativas da INB – Indústrias Nucleares do Brasil avaliam em 30 milhões de dólares o custo de fechamento do Complexo Industrial instalado no município de Caldas (MG) (IBAMA, 2004; INB, 2005).

CAPÍTULO 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fechamento da mina é uma questão inevitável, conseqüência direta da natureza finita e não-renovável das jazidas minerais. Dentro do conceito de responsabilidade social e ambiental da mineração, insere-se como uma nova fase do projeto mineiro, cujos objetivos primordiais são promover a proteção à saúde do homem e do meio ambiente, mediante a estabilidade química, biológica, física e social das áreas impactadas pelas atividades da mineração, e possibilitar, ao término do processo, o uso produtivo sustentável das áreas recuperadas, acordado previamente entre todos os agentes envolvidos no processo. Sob a moderna concepção do projeto de mineração, o fechamento de mina vem-se revestindo de importância crescente, frente às exigências legais de preservação do meio ambiente, assim como das exigências – cada vez maiores – das comunidades que recebem, diretamente, tanto os impactos positivos, quanto os impactos negativos dos empreendimentos mineiros.

A necessidade de se conciliar interesses divergentes das partes envolvidas é fator complicador do processo de fechamento, e reforça a importância do planejamento desta fase como parte da vida da mina. Essa responsabilidade deve ser eqüitativamente partilhada entre todos os envolvidos. As normas reguladoras guiam o processo e estabelecem os limites; a comunidade e as organizações formadoras de opinião que a integram participam na definição dos objetivos do fechamento e da escolha do uso da propriedade após o fechamento; e a empresa de mineração concilia as visões e necessidades dos atores envolvidos, dentro da estrutura de aproveitamento econômico da jazida, bem como disponibiliza os recursos financeiros necessários para se atingir os objetivos planejados.

O estudo da legislação que rege o fechamento de mina nos países selecionados e da ainda esparsa legislação hoje existente no Brasil permitiu a formulação de algumas considerações, que são abaixo sintetizadas.

Não há consenso entre os órgãos reguladores dos diversos países com tradição no fechamento de mina, sobre o tempo necessário para que se possa concluir, com segurança, que os sítios mineiros recuperados alcançaram a estabilidade e a sustentabilidade desejadas. A principal dificuldade é a impossibilidade de se estabelecer um conjunto de indicadores de estabilidade (ambientais, sociais etc.) aplicável ao fechamento de toda e qualquer mina. O conjunto adotado

em cada caso deverá ser instituído levando-se em consideração as características específicas de cada mina e da região na qual ela se insere.

As exigências impostas para o fechamento de mina nos países selecionados variam bastante de uma unidade política para outra, desde as consideradas mais severas e restritivas, até aquelas consideradas mínimas. Nos Estados Unidos, cada estado tem autoridade para até mesmo não adotar nenhum programa legal para esses casos. Em nenhum dos países estudados há a adoção de um sistema legal federal e único, para regular a recuperação e o fechamento de todos os tipos de minas.

Todos os países estudados têm leis federais que regulam alguns aspectos da recuperação e fechamento de mina. Em nenhum deles há adoção de um conjunto de critérios ou padrões comuns para a orientação do fechamento de mina em todas as unidades políticas. Os padrões e exigências desenvolvidos em cada uma delas têm, quase sempre, um caráter geral, em função das grandes diferenças regionais de geografia, clima, tipos de solo, tipos de minas, dimensões das operações, técnicas de processamento dos minérios e usos finais do solo.

A maioria dos sistemas legais estaduais exige que a empresa de mineração apresente alguma forma de garantia financeira que suporte a execução dos planos de recuperação e fechamento aprovados, no evento da insolvência da empresa ou da recusa do titular ou operador da mina em cumprir as obrigações acordadas no processo de licenciamento ambiental e operacional do projeto. Os instrumentos de garantia aceitos em cada unidade política são enumerados na legislação pertinente. Cada sistema legal normalmente adota um sistema de revisão e correção periódica do montante da garantia, como medida necessária para mantê-la sempre atualizada, frente ao processo inflacionário do país. Como forma de incentivar a adoção da prática da reabilitação progressiva e simultânea com a lavra, a maioria dos sistemas adota mecanismos que permitem a liberação parcial e gradativa da garantia financeira colocada à disposição do Governo, à medida que o plano de recuperação e fechamento vai sendo executado e os programas de auditorias periódicas demonstram que os resultados alcançados são sustentáveis e satisfatórios. Também é prática comum nas unidades políticas estudadas que os sistemas legais permitam que as empresas financeiramente saudáveis se dêem em garantia do cumprimento dos planos aprovados, após submeter-se a um processo de certificação da sua saúde financeira, executado pelo governo.

Verifica-se uma tendência entre as empresas de mineração de se anteciparem à regulamentação governamental, adotando práticas que entendem ser mais favoráveis a seus interesses e em consonância com suas metas próprias estabelecidas para a reabilitação e os objetivos para o fechamento, e baseadas em suas políticas corporativas e culturas, sempre que elas se deparam com situações em que não há exigências legais ou controles específicos colocados para a reabilitação e ou fechamento.

A tendência legislativa, em algumas unidades políticas, é pela adoção da auto-regulamentação nas questões referentes ao fechamento de mina, como acontece hoje, por exemplo, na província canadense de Ontário. Em outras, continua-se perseguindo a implantação de uma política de forte regulamentação, baseada no modelo *comando e controle*, cujos exemplos são a legislação para a recuperação e fechamento de minas de carvão nos Estados Unidos e a adotada para a recuperação e fechamento das minas na província canadense de British Columbia.

Nos termos da Constituição Federal de 1988, compete privativamente à União legislar sobre jazidas e minas, outros recursos naturais e metalurgia. Fica, portanto, afastada a possibilidade de que, no Brasil, os Estados-Membros venham a estabelecer legislações próprias e específicas para regular o fechamento das minas dentro de seus territórios. Entretanto, ainda nos termos da Constituição Federal, compete concorrentemente à União, aos Estados e ao Distrito Federal, legislar sobre defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, cabendo aos Municípios a competência para suplementar as legislações federal e estadual, no que couber. Como a mineração possui inegável interface com o meio ambiente, os Estados, dentro de suas legislações ambientais, têm procurado regular o exercício da mineração, incluindo o fechamento de mina, diante do reconhecimento pacífico de que o simples exercício das atividades da mineração provoca degradação ambiental. Entretanto, essas iniciativas estaduais têm por objeto todos os projetos sujeitos ao licenciamento ambiental, e não abordam a mineração como atividade de destaque ou se aprofundam nas questões relativas ao fechamento de mina. Esta duplicidade de competências para o licenciamento dos projetos de mineração traz sérias dificuldades para o setor mineral e incertezas jurídicas sobre o grau das exigências e a competência funcional dos órgãos que as formulam. A tendência é que as exigências impostas pelos estados tornem-se cada vez mais severas e que o grau de dificuldade a ser vencido para a operação de projetos de mineração seja ainda maior no futuro.

Os Códigos de Minas e o atual Código de Mineração foram instituídos em épocas em que os preceitos de proteção ambiental ainda não integravam as preocupações constitucionais e infraconstitucionais, e eram outras as técnicas de mineração aplicadas. A principal preocupação desses códigos, até a década de 1980, era regulamentar as diversas modalidades de exploração dos recursos minerais, determinando os procedimentos administrativos, estabelecendo direitos e deveres do minerador e definindo a competência dos diferentes órgãos responsáveis pela atribuição dos títulos minerários e pelas atividades de fiscalização. Portanto, não se preocuparam em regulamentar o fechamento de mina.

As Normas Reguladoras de Mineração constituem o primeiro e importante passo para a sistematização legal das atividades de fechamento das minas. Entretanto, elas o fazem de maneira ainda tímida e simplificada. Esse fato fica evidente quando se analisa a legislação em vigor em outros países, como a Austrália, o Canadá e os Estados Unidos. Essa análise explicita a carência de uma legislação federal específica para o fechamento das minas brasileiras, levando em consideração os tipos de minas e as especificidades de cada uma delas, definindo as competências dos órgãos envolvidos no licenciamento técnico e ambiental dos projetos de mineração – ambientais e minerários; federais, estaduais e municipais – e nas atividades de fiscalização dos planos de operação, recuperação e fechamento dos sítios mineiros.

Entre os países selecionados para o estudo, o Brasil é o único onde a mineração é regida por um sistema legal federal unificado em todo o seu território, sendo nula a competência dos Estados Federados e dos Municípios para legislar sobre o assunto, independentemente dos tipos de minas que abrigam ou de outras características particulares e específicas da mineração, dentro de seus territórios.

Como não existe uma legislação madura regulamentando o fechamento de mina, os mineradores não dispõem da publicação de diretrizes que os orientem no estabelecimento do conteúdo mínimo dos planos de fechamento. Os órgãos ambientais e aqueles encarregados da mineração não têm instrumentos que os orientem na análise dos planos apresentados pelas empresas. E os técnicos encarregados da análise da adequação, do conteúdo e da viabilidade desses planos, não dispõem de elementos técnicos e legais bastantes e suficientes para fundamentar seus pareceres sobre a conveniência da aprovação desses planos, com a celeridade e segurança jurídica que as empresas de mineração esperam e necessitam para dar andamento à implantação de seus projetos de mineração.

A análise das informações das minas que integram o *Estudo de Casos* permitiu estabelecer um breve panorama sobre a situação e tendências do fechamento de mina na prática da mineração brasileira, que se apresenta nos parágrafos seguintes.

O conteúdo dos planos de fechamento apresentados pelas empresas e sua adequação ao fechamento dos sítios mineiros – principalmente os usos pós-mineração propostos para as propriedades recuperadas – têm sido motivo de controvérsias e conflitos entre as empresas de mineração, o Ministério Público, os órgãos ambientais, as comunidades, as organizações não-governamentais e representantes da classe política.

As grandes empresas de mineração, titulares dos direitos de lavra sobre as maiores minas, vêm se adaptando ao novo conceito de projeto de mineração e se antecipando às exigências legais, particularmente no que se refere ao fechamento de mina. Elas têm procurado estruturar os seus planos de fechamento com a adoção das melhores técnicas, procedimentos e práticas adotadas nos países mineiros com tradição no fechamento de mina. Algumas dessas minas, com mais de meio século de operação, têm procurado, através de seus planos de fechamento, resguardar a memória dos primórdios da instalação da mineração no Brasil.

Há, nos dias atuais, maior atenção e preocupação da sociedade brasileira com as questões relativas ao licenciamento técnico e ambiental de novas minas. A participação comunitária nesses processos tem crescido mais por pressão das comunidades, das organizações não-governamentais e do Ministério Público, que por iniciativa das empresas de mineração. Entretanto, o envolvimento da sociedade ainda é pequeno, com referência ao fechamento das minas antigas que se aproximam da exaustão.

A concepção do fechamento de mina como um processo amplo e integrante de toda a vida útil das minas ainda não alcançou as pequenas mineradoras – normalmente empresas com alguns poucos sócios e estrutura familiar – que contemplam em seus planos mais os aspectos de produção e os ambientais, que as preocupações inerentes ao fechamento propriamente dito de suas minas.

Algumas empresas de mineração brasileiras (como exemplo, MBR/CVRD e INB) têm procurado formar equipes internas próprias, capacitadas para gerenciarem os processos de fechamento de suas minas. Com esse objetivo, intensificam sua interação com as universidades que oferecem cursos de graduação e pós-graduação nas áreas de interesse e afins, e incentivam seus profissionais a ingressarem nesses cursos – principalmente na pós-graduação – escolhendo

como temas de pesquisa os problemas que enfrentam para aperfeiçoar suas operações, antecipar impactos indesejáveis e equacionar o futuro fechamento de suas minas. Simultaneamente, têm procurado divulgar seus planos de fechamento e incentivar a pesquisa de novas técnicas e soluções dentro das instituições de ensino e pesquisa, colocando à disposição dos pesquisadores os desafios que precisam vencer no planejamento do fechamento de mina e os bancos de dados técnicos que formaram ao longo dos muitos anos de operação. Essa é uma parceria que pode dar bons resultados para ambos os lados, e que merece ser incentivada e intensificada.

O principal conflito que ora se instala entre comunidades, órgãos ambientais, Ministério Público e empresas de mineração refere-se ao uso das áreas mineradas, ao término do processo de recuperação da propriedade mineira. No caso das grandes minas a céu aberto de minério de ferro, localizadas no Quadrilátero Ferrífero (MG), as empresas são proprietárias do solo, e o conflito se desencadeia em razão da opção de algumas delas de transformarem as cavas exauridas em grandes reservatórios de água, formados a partir da elevação do nível do próprio lençol freático. No caso das cavas de extração de areia e argila localizadas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), normalmente situadas dentro ou próximas de áreas de proteção ambiental, o conflito se instala no momento do licenciamento técnico e ambiental e abertura das minas, pois a maioria das jazidas está localizada em áreas que, originária e tradicionalmente, são usadas para fins agrícolas – normalmente, para a produção industrial de hortaliças ou flores. Mesmo quando as mineradoras são proprietárias do solo, os conflitos se estabelecem entre os órgãos ambientais, que normalmente querem que as empresas retornem com as áreas recuperadas a condições muito próximas daquelas que existiam antes da mineração – repondo, inclusive a vegetação nativa que recobria a área – e as empresas, que gostariam de destiná-las ao uso agrícola, tradicional nas propriedades circunvizinhas.

Há, ainda, na mineração brasileira, de modo geral, grande resistência para a divulgação dos seus planos para a recuperação e fechamento de suas minas (quando esses planos existem) e fornecimento de dados e informações sobre a participação de suas minas na economia mineral regional ou no desenvolvimento econômico e social das comunidades onde estão instaladas.

A tendência – principalmente entre os pequenos mineradores – é para a execução de avaliações de impacto ambiental, elaboração de relatórios de impacto ambiental e de planos de recuperação de áreas degradadas que atendam às exigências legais. Nem sempre esses estudos e planos são os mais adequados àquele caso específico e, na maioria das vezes, não refletem a

cultura das empresas e ou não correspondem às práticas que os fiscais dos órgãos ambientais encontram durante as vistorias realizadas *in loco*.

As empresas de mineração têm externado suas preocupações com a regulamentação legal do fechamento de mina, a ser instituída na legislação brasileira, em razão da morosidade e das inúmeras dificuldades que têm que ser vencidas hoje, pelo minerador, dentro do processo de licenciamento técnico e ambiental para a abertura de suas minas. Eles receiam que o fechamento transforme-se em mais um ato burocrático – lento e oneroso – que demande anos e grandes despesas financeiras, até a sua consumação.

A incerteza jurídica e administrativa justifica a forte resistência que as empresas têm demonstrado, quando o assunto é a instituição da obrigação de o minerador colocar à disposição do Governo alguma forma de garantia financeira que suporte a execução do plano de fechamento aprovado. Elas fundamentam seus receios com o argumento de que essa medida representará mais um pesado ônus financeiro para o minerador e demonstram insegurança quanto à gestão e o destino do considerável montante de capital que seria gerenciado por órgãos governamentais.

Não há transparência, por parte dos órgãos de fiscalização e fomento da mineração ou dos órgãos ambientais, na divulgação dos planos de fechamento propostos pelas empresas. Também não há sintonia na atuação desses órgãos e do Ministério Público, verificando-se duplicidade na requisição de informações e antagonismos na imposição de *condicionantes* ao licenciamento de novos projetos e na imposição de condutas, métodos e práticas a se adotar na recuperação e fechamento das minas.

A lavra de urânio no Planalto de Poços de Caldas e a extração de carvão na Bacia Carbonífera de Santa Catarina são dois exemplos brasileiros dos impactos sociais e ambientais que podem advir da mineração, quando se privilegia a produção ou a importância estratégica e política dos recursos extraídos, em detrimento de outros aspectos operacionais, ambientais e sociais, que deveriam ser tratados com igual importância, dentro da concepção dos projetos. Uma análise profunda desses projetos na fase de avaliação técnica e econômica, com aplicação das ferramentas da análise de risco e da avaliação dos impactos sociais e ambientais de projetos de mineração, teria evitado a instalação de muitos dos passivos ambientais que hoje impactam a área e contribuído para a mitigação de outros tantos, ainda na fase inicial de vida da mina. Essas práticas redundariam em considerável economia nos investimentos que atualmente são feitos para

controle da drenagem ácida e de outros impactos, reduziriam o tempo necessário para o fechamento definitivo do empreendimento e certamente simplificariam esse processo.

A União, os Estados e Municípios, a quem compete instituir a legislação que reja e oriente o fechamento das minas brasileiras, estão hoje sendo responsabilizados, judicialmente, pelos danos ambientais e sociais instalados nessas regiões, e têm sido condenados a promover a recuperação de extensas áreas de terras e de bacias hidrográficas regionais, juntamente com as empresas titulares dos direitos de lavra – privadas ou estatais –, como vem ocorrendo na Bacia Carbonífera de Santa Catarina.

A conjugação de esforços das ONGs, do Ministério público, da associação das indústrias que atuam na extração do carvão no Estado de Santa Catarina (que tem seu quadro de pessoal integrado por profissionais qualificados da área da geologia, da engenharia de minas, da administração, economia e outras ciências) e da União (através do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM) tem apresentado bons resultados no controle dos impactos ambientais decorrentes da mineração de carvão e na reversão do grave quadro de degradação ambiental que se instalou em toda a região carbonífera. Entretanto, apesar de tantos esforços, diante das dimensões e conseqüências dos impactos ambientais e sociais já instalados, grandes investimentos, intensas pesquisas e muito tempo, certamente ainda serão necessários, até que se atinja uma situação social e ambiental regional que possa ser considerada satisfatória, dentro do programa de recuperação da bacia carbonífera daquele estado.

Todas as etapas metodológicas propostas no projeto de pesquisa foram vencidas com sucesso e em consonância com o cronograma nele apresentado. As pesquisas desenvolvidas pelo doutorando, no correr do programa de pós-graduação, confirmaram a hipótese inicial elaborada. O conjunto de diretrizes para orientação do fechamento de minas no Brasil – contribuição pessoal do autor para a discussão das questões relativas ao fechamento de minas e futura regulamentação da matéria no País – é apresentado no Apêndice 2. Conclui-se, pois, que o objetivo proposto para o projeto de pesquisa foi integralmente atingido.

O fechamento de mina, como o demonstra esta tese, constitui um novo e relevante campo de estudos e pesquisas que se abre aos pesquisadores, órgãos governamentais e mineradores brasileiros. Dentre as muitas questões relacionadas ao tema, destacam-se, como sugestões para futuros estudos e pesquisas:

- 1) estudo comparado da legislação relativa ao fechamento de minas nos países com tradição nas atividades de mineração: aprofundamento desses estudos, com ênfase no instituto legal da garantia financeira para o fechamento e nos instrumentos aceitos, pois essa será uma das questões mais delicadas e controversas que se colocará ao ordenamento jurídico do fechamento de minas no Brasil;
- 2) estudo contínuo da arte do fechamento de minas no Brasil, com ênfase nas minas localizadas no Estado de Minas Gerais, através dos seguintes procedimentos: a) participação em Grupos de Trabalho - para a estruturação técnica e legal do fechamento de mina na legislação brasileira; b) contribuir, em colaboração com os Distritos do DNPM, para a elaboração do Banco de Dados básico que permita a análise da situação da mineração brasileira, em especial no Estado de Minas Gerais, com relação ao fechamento de mina: levantamento do número de títulos minerários com a lavra temporariamente paralisada; levantamento dos títulos minerários com a lavra paralisada em caráter definitivo; levantamento dos sítios paralisados cujos titulares são desconhecidos; cadastro das minas em vias de exaustão; cadastro das minas com planos de fechamento protocolados nos órgãos governamentais e análise dos planos apresentados; cadastro dos sítios mineiros classificados como áreas contaminadas; cadastro dos sítios mineiros fechados; acompanhamento dos planos de fechamento em implantação, e de outras ações que contribuam para o melhor conhecimento da arte do fechamento de minas no Estado de Minas e no Brasil; acompanhamento e análise das tendências e ações referentes ao fechamento de minas, adotadas por iniciativa das empresas de mineração e pelas legislações estaduais.
- 3) estudo das técnicas e alternativas para o fechamento de pequenas minas, tais como minas de agregados para a construção civil; lavra de pequenas minas de ouro, topázio, quartzito e outros recursos minerais, através de pequenos mineradores e das cooperativas de garimpeiros.

APÊNDICE 1

ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DO PLANO DE FECHAMENTO DE MINA

APÊNDICE 1

ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DO PLANO DE FECHAMENTO	COMENTÁRIOS
1. INTRODUÇÃO	
1.1. Identificação do projeto	
1.2. Decreto de lavra	
1.3. Licenças ambientais	
2. CONDIÇÕES AMBIENTAIS ATUAIS	
2.1. Uso do solo	
2.2. Clima e qualidade do ar	
2.3. Geologia e Mineralogia	
2.4. Topografia	
2.5. Hidrologia e Hidrogeologia	
2.6. Qualidade da água e sedimentos	
2.7. Solos	
2.8. Fauna e Flora	
3. NO OPERACIONAL E HISTÓRIA	
3.1. História do local e projeto	
3.2. Prédios e infra-estrutura	
3.3. Desenvolvimento de mina	
3.4. Lavra	
3.5. Tratamento de minérios	
3.6. Disposição de rejeitos e estéreis	
3.7. Gerenciamento e tratamento de água	
3.8. Gerenciamento de resíduos sólidos	
3.9. Gerenciamento de produtos químicos, óleos e graxas	

ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DO PLANO DE FECHAMENTO	COMENTÁRIOS
4. ALTERNATIVAS DE REABILITAÇÃO	
5. PLANO DE REABILITAÇÃO	
5.1. <i>Segurança do local</i>	
5.2. <i>Usina, equipamentos, prédios e infra-estrutura</i>	
5.3. <i>Cava</i>	
5.4. <i>Barragens de rejeitos e pilhas de estéreis</i>	
5.5. <i>Sistemas de captação, armazenamento e tratamento de água</i>	
5.6. <i>Sistema de gerenciamento de rejeitos e outros efluentes</i>	
5.7. <i>Disposição de resíduos sólidos</i>	
5.8. <i>Produtos químicos, óleos e graxas</i>	
5.9. <i>Demais produtos perigosos (explosivos)</i>	
6. ESQUEMA DE REABILITAÇÃO	
6.1. <i>Reabilitação progressiva</i>	
6.2. <i>Reabilitação para cada estágio de fechamento</i>	
7. PROGRAMA DE MONITORAÇÃO	
7.1. <i>Estabilidade física</i>	
7.2. <i>Estabilidade química e qualidade da água</i>	
7.3. <i>Biomonitoramento</i>	
7.4. <i>Gerenciamento do local</i>	
8. CONDIÇÕES E USOS ESTIMADOS	
8.1. <i>Uso da área</i>	
8.2. <i>Topografia</i>	
8.3. <i>Fontes de água</i>	
8.4. <i>Fauna e flora</i>	

ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DO PLANO DE FECHAMENTO	COMENTÁRIOS
9. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL	
<i>9.1. Política ambiental e guias</i>	
<i>9.2. Pessoal</i>	
<i>9.3. Leis ambientais e procedimentos</i>	
<i>9.4. Orçamento ambiental</i>	
<i>9.5. Treinamento ambiental</i>	
<i>9.6. Envolvimento de terceiros</i>	
<i>9.7. Sistemas de coleta e estocagem de dados</i>	
<i>9.8. Relações públicas em termos ambientais</i>	
<i>9.9. Programas de sugestões internas</i>	
10. PROCEDIMENTO DE EMERGÊNCIA	
<i>10.1. Documentação dos procedimentos</i>	
<i>10.2. Escopo e detalhes dos procedimentos</i>	
<i>10.3. Relacionamento com órgãos ambientais</i>	
<i>10.4. Estudos demográficos</i>	
<i>10.5. Desastres naturais</i>	
<i>10.6. Treinamento de pessoal</i>	
APÊNDICES	
<i>I – Custos</i>	
<i>II – Seguros</i>	
<i>III – Projetos, mapas e fotos</i>	
<i>IV – Relatórios técnicos</i>	

APÊNDICE 2

DIRETRIZES PARA A NORMATIZAÇÃO DO FECHAMENTO DE MINAS NO BRASIL

DIRETRIZES PARA A NORMATIZAÇÃO DO FECHAMENTO DE MINAS NO BRASIL

GENERALIDADES

I. O plano de fechamento deverá estabelecer os objetivos do fechamento e as metas a se alcançar para a transferência final da responsabilidade pelo sítio a outrem. Dentre os objetivos, deve-se incluir o uso pós-mineração proposto para o sítio mineiro. O processo individual deverá eleger alguns passos básicos, dentre eles:

I.A) Estabelecer as metas do projeto. O plano de fechamento deverá estabelecer os objetivos gerais e específicos que se pretende alcançar ao término do processo, tais como:

- Operar segundo práticas ambientalmente seguras e responsáveis;
- Recuperar o relevo a bases contínuas e harmônicas com o relevo das áreas adjacentes;
- Prover um relevo que será química e fisicamente sustentável no longo prazo;
- Prover um ecossistema sadio, condizente com o uso acordado para a terra no período pós-mineração;
- Alcançar a recuperação, o uso pós-mineração e a transferência da custódia, através de práticas tecnicamente viáveis, econômicas, oportunas e seguras.

I.B) Estabelecer um procedimento para selecionar as opções. O processo de identificação, classificação e seleção das opções deve:

- Envolver conhecimento dos fatores relevantes;
- Envolver *inputs* multidisciplinares;
- Cobrir todo o ciclo de vida de todos os componentes que se inter-relacionam ou interagem entre si;
- Identificar os benefícios (operacionais e econômico-financeiros), correlacionando-os com o tempo necessário para alcançá-los, para cada opção;
- Ter habilidade para demonstrar a viabilidade das opções selecionadas;

- Estabelecer a metodologia de monitoramento da performance e implantação das medidas corretivas, se necessário, de modo a garantir o sucesso do processo de recuperação do sítio mineiro;
- Incluir a análise das probabilidades dos riscos potenciais: a) do trabalho a ser executado; b) da planilha preliminar de custos elaborada; c) de sucesso (ou insucesso) das opções selecionadas;
- Considerar os riscos econômicos prováveis de todas as ações planejadas, sobre o ciclo de vida do empreendimento.
- Estabelecer um sistema de auditoria por pares independentes, que realize a análise dos dados, as conclusões e os resultados das opções e procedimentos implantados, sugerindo as correções de rota e mudanças nos procedimentos, quando for o caso.

I.C) Estabelecer a rota do fechamento.

- Estabelecer, antes do início da vida útil do empreendimento, a rota de fechamento do projeto como um todo. Este planejamento deverá permitir que a rota estabelecida seja ajustada ao longo da vida útil do empreendimento, em função das variações no planejamento operacional, do desenvolvimento de novas tecnologias, do conhecimento de novos parâmetros ou características da jazida até então desconhecidas e ou outros fatores que justifiquem a revisão dos métodos e técnicas de recuperação e fechamento.
- Quando o plano de fechamento for elaborado para o empreendimento já em operação, ele deverá identificar o passivo ambiental já instalado no sítio mineiro, propor ações corretivas e ou mitigadoras capazes de corrigi-lo e estabelecer a rota de fechamento, a partir da sua aprovação
- Deverão compor a equipe encarregada do planejamento da rota de fechamento todos os atores afetados pelo processo de mineração (comunidades, órgãos governamentais e não-governamentais, poder judiciário, empresa de mineração e outros), que também serão chamados a participar na elaboração do plano final de fechamento, com o objetivo de aumentar, assim, a probabilidade de que a rota traçada seja viável, segura e durável.

- I.D) Estabelecer indicadores de sucesso para o fechamento e transferência da custódia do sítio para terceiros.
- Firmar contratos com os envolvidos e com o responsável pela custódia final do sítio mineiro estabelecendo o que será considerado sucesso, ao término de cada etapa do processo de fechamento. Estabelecer os deveres e as obrigações de cada uma das partes durante e após o fechamento. O titular do projeto de mineração tem o direito de saber quais são as regras do jogo e de garantir-se de que as regras estabelecidas sejam estáveis e seguras, e o poder público ou a comunidade não irão impor exigências técnica ou economicamente inviáveis ou excessivas para a recuperação do sítio mineiro.
 - Sempre que possível e quando solicitado, o poder público participará do processo, através de parcerias que não onerem os cofres públicos, para facilitar o progresso das ações requeridas para se alcançar o fechamento com sucesso satisfatório.
- I.E) Identificar o titular da custódia do sítio mineiro no período pós-fechamento, relacionar seus direitos e obrigações (de fazer e de não fazer) e estabelecer os mecanismos para a transferência da custódia da área reabilitada, ao término do processo de fechamento.
- I.F) Criar os critérios, regras, mecanismos e procedimentos para o estabelecimento de uma dotação monetária capaz de suportar a manutenção residual de longo prazo (ou perpétua, conforme o caso), definindo as responsabilidades das partes, após a transferência da custódia (caso ocorra), sempre que esta for a opção a ser, necessariamente, adotada para o sítio em questão.
- I.G) Estabelecer os mecanismos para identificação e transferência do passivo residual (corrente ou potencial)
- Identificar os passivos (correntes ou prováveis);
 - Estabelecer as responsabilidades e o *valor* de cada uma delas;
 - Definir o(s) responsável (responsáveis) por cada uma delas;

- Identificar as exigências para a apresentação das garantias financeiras, quando o sistema legal para o fechamento as exigir;
- Identificar o valor do ativo do projeto ao longo da sua vida útil e ao final da fase operacional;
- Apresentar o valor da dotação necessária para suportar o monitoramento e a manutenção de longo prazo (ou perpétua), quando for o caso. Estabelecer o uso sustentável possível para a terra, bem como as limitações de uso, em razão dos riscos potenciais existentes.
- Firmar termo de acordo com os terceiros que assumirão a custódia do sítio, estabelecendo os direitos, deveres e obrigações de cada uma das partes;
- Estabelecer os mecanismos de fiscalizações periódicas por representantes dos órgãos governamentais.
- Implantar sistema legal que garanta o conhecimento de terceiros das operações que foram desenvolvidas no sítio e das restrições de uso que, porventura, venham a incidir sobre ele.

I.H) Criar mecanismos para a revisão técnica independente (Auditorias Periódicas) do Plano de Fechamento, com o objetivo de facilitar a aceitação do fechamento do sítio mineiro e a transferência da custódia para terceiros:

- Adequação dos planos para o fechamento final e transferência da custódia do sítio;
- Adequação dos indicadores de sucesso do fechamento;
- Atestado de que as condições adequadas e satisfatórias para o sucesso do fechamento foram atendidas;
- Identificação da existência de passivo residual e existência de planos para tratar com ele;
- Avaliação se as quantificações econômicas das opções de fechamento são realistas;
- Estabelecimento do *valor* do passivo ambiental;

- Estabelecimento do montante que deve ser destinado ao fundo de dotação monetária para prover a manutenção de longo prazo do sítio – perpétua, se necessário;
- Certificação de que a propriedade está pronta para a transferência da custódia e que os termos associados com ela e acordados com as partes são razoáveis, suficientes e exequíveis;
- Emissão de parecer sobre a conveniência do recebimento da custódia sobre o sítio mineiro recuperado.
- Sempre que o exercício das atividades de mineração implicar na imposição de restrições de uso futuro ao proprietário superficiário do sítio reabilitado/recuperado, o órgão ambiental emitirá Termo em que especificará as restrições impostas à propriedade, que será inscrito na matrícula de registro do imóvel no Cartório de Registros competente.

- II. O planejamento da reabilitação e de qualquer uso subsequente da terra deverá, necessariamente, reconhecer e levar em consideração o significado turístico, educacional, científico e histórico do sítio, bem como as suas características e estruturas geológicas.
- III. Nos casos em que o aproveitamento do recurso mineral depender de autorização do proprietário do solo, este será responsabilizado pela reabilitação e fechamento do sítio mineiro, caso o titular dos direitos minerários não o faça.
- IV. Se o aproveitamento da substância mineral de que trata o item III for realizado pelo poder público, federal, estadual ou municipal, este será responsável pela completa recuperação do sítio mineiro, antes do retorno da posse e uso da terra ao proprietário superficiário.
- V. Efetuada a transferência da custódia do sítio mineiro, a responsabilidade pela estabilidade física do sítio recuperado, dentro das condições acordadas na transferência da custódia, será sempre do proprietário superficiário corrente do solo.
- VI. O proprietário corrente de um sítio mineiro fechado, que o tem sob a sua custódia, responderá pelos danos advindos da introdução ou de permitir que se introduza no sítio, qualquer substância ou resíduos que venham a causar danos ambientais ao local ou às propriedades circunvizinhas. Igualmente responderá pelos danos advindos de qualquer obra

ou serviços executados por terceiros dentro do sítio fechado, ainda que tenha, temporariamente, transferido a outrem a sua posse. A responsabilidade decorrente de tais condutas será sempre objetiva.

TOMO I: DA DESATIVAÇÃO E DO FECHAMENTO

1. O Plano Conceitual de Fechamento de Mina deverá atender às seguintes especificações:
 - I. Ser elaborado e apresentado ao órgão encarregado da fiscalização e fomento das atividades da mineração (DNPM) e aos órgãos ambientais, dentro do processo de licenciamento técnico e ambiental do empreendimento mineiro;
 - II. Fundamentar-se, originariamente, no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) elaborados por ocasião do licenciamento técnico e ambiental do empreendimento;
 - III. Contemplar todas as unidades integrantes do processo produtivo e sistemas por ele impactados, direta e indiretamente;
 - IV. Contemplar os impactos do projeto de forma ampla, entendendo-os como processos modificadores do meio ambiente, bem como dos parâmetros sociais, culturais e econômicos das comunidades locais e regionais;
 - V. Constituir-se de um conjunto de ações que serão sequencialmente implantadas durante a vida útil da mina e demais instalações integrantes do processo produtivo;
 - VI. Especificar os indicadores (ambientais, sociais, culturais e econômicos) que serão utilizados na avaliação do resultado das ações implementadas em consonância com o Plano de Fechamento de Mina pré-estabelecido e aprovado;
 - VII. Contemplar o uso futuro do solo pós-mineração, das instalações administrativas, das instalações de apoio e de beneficiamento do minério e demais obras integrantes do empreendimento mineiro como um todo.

Parágrafo Único: os estudos de que trata o caput deverão indicar as alternativas estudadas e justificar a escolha da alternativa eleita para implantação;

2. O Plano de Desativação e Fechamento do empreendimento mineiro será elaborado por equipe multidisciplinar e interdisciplinar, própria ou contratada.

Parágrafo Único: A complexidade do plano, o grau e a natureza das exigências, serão compatíveis com o porte do empreendimento mineiro, de acordo com a sua classificação estabelecida na legislação ambiental vigente no País.

3. A implantação do Plano de Desativação e Fechamento da Mina ocorrerá sob a responsabilidade de equipe multidisciplinar e interdisciplinar, constituída para este fim.

Parágrafo Único: A equipe a que e refere o caput será responsável pelo acompanhamento da implantação do plano, pela proposição das medidas corretivas e pela elaboração dos relatórios periódicos.

4. O titular do empreendimento mineiro nomeará aos órgãos governamentais a relação dos responsáveis técnicos pela elaboração, implantação e acompanhamento do Plano de Desativação e Fechamento, atualizando-a junto a estes órgãos sempre que ocorrerem alterações no quadro técnico.

5. A equipe multidisciplinar e interdisciplinar promoverá a revisão, adaptação e a atualização do plano original, tendo por base os resultados das auditorias periódicas programadas.

6. As conclusões das auditorias periódicas programadas, as adaptações e atualizações promovidas no plano original serão, obrigatoriamente, informadas aos órgãos governamentais competentes, nos Relatórios Anuais de Lavra.

7. O Plano de Desativação e Fechamento elaborado para um conjunto de minas reunidas sob a égide do Grupamento Mineiro ou Consórcio de Mineração, deverá estabelecer as medidas específicas e o respectivo cronograma de implantação, para cada mina, de acordo com o Plano de Lavra proposto e aprovado para o Grupamento Mineiro ou Consórcio de Mineração.

Parágrafo Único: Tratando de Grupamento Mineiro ou Consórcio de Mineração, as informações referentes às auditorias periódicas, adaptações e ou atualizações do plano

original aprovado serão apresentadas para cada jazida ou mina integrante do Grupamento Mineiro ou Consórcio de Mineração.

8. Toda e qualquer modificação a ser promovida no Plano de Desativação e Fechamento de Mina aprovado dependerá de prévia aprovação dos órgãos competentes.
9. Preferencialmente, o Plano de Desativação e Fechamento de Mina, submetido aos órgãos governamentais para aprovação, será levado ao conhecimento das comunidades afetadas pelo projeto, através de Audiências Públicas, realizadas sob a mediação do órgão competente.
10. As Audiências Públicas poderão ser convocadas mediante requerimento do órgão competente, da representação das comunidades interessadas ou da empresa titular dos direitos de lavra ou seus sucessores.
11. O Plano de Desativação e Fechamento, obrigatoriamente, contemplará:
 - I. A descrição dos diferentes componentes do empreendimento, identificação e avaliação do seu impacto ambiental em seus aspectos físicos, químicos, biológicos, bióticos e sócio-econômicos;
 - II. As ações de caráter preventivo que serão, obrigatória e imediatamente, implantadas por ocasião de ocasionais paralisações temporárias das operações de lavra, e que terão por objetivo prevenir a degradação do meio ambiente e manter a mina, equipamentos e instalações nas condições necessárias à retomada das operações, tão logo cessem as causas que provocaram a paralisação;
 - III. As alternativas de desativação consideradas e as soluções propostas, devidamente justificadas;
 - IV. Os programas de monitoramento e manutenção a ser implantados, inclusive o tratamento e a metodologia de análise dos resultados obtidos;
 - V. O plano de emergência, com as ações que serão implantadas em caso de acidente ambiental, com os respectivos responsáveis pela implantação de cada uma das ações previstas;

- VI. Planejamento do programa de auditorias periódicas programadas, destinado a verificar os resultados, avaliar o progresso das medidas implantadas e propor correções ao plano de desativação e fechamento;
- VII. A relação dos indicadores selecionados para a avaliação da eficácia do controle ambiental e da sustentabilidade econômica e social das comunidades, após a desativação e fechamento do empreendimento mineiro;
- VIII. A indicação dos investimentos necessários à desativação e fechamento;
- IX. Os responsáveis pela implantação, as eventuais parcerias institucionais e os cronogramas físico e financeiro relativos às atividades de implementação dos respectivos projetos e programas de desativação e fechamento;
- X. A indicação das fontes dos investimentos necessários à desativação e fechamento, bem como a apresentação das garantias financeiras que suportarão a execução do plano proposto, quando o sistema legal assim o exigir.

Parágrafo Único: Sem prejuízo para as operações de produção, a recuperação/reabilitação progressiva das áreas mineradas, das bacias de rejeitos, dos depósitos de estéril e demais áreas impactadas pelo empreendimento mineiro, constituirá a prática padrão a ser adotada e implantada durante a vida útil da mina.

TOMO II: DA COMPETÊNCIA PARA A FISCALIZAÇÃO

- 12. A competência para fiscalizar a execução dos Planos de Desativação e Fechamento será do Poder Federal, exercida através do órgão competente, sem prejuízo da competência atribuída por lei aos órgãos ambientais, federais e estaduais.

Parágrafo Único: A competência de que trata o caput poderá ser delegada ao nível estadual, desde que fique comprovado que a legislação estadual é mais restritiva que a federal.

- 13. Delegada a competência ao nível estadual, o Poder Federal resguardará para si o direito de monitorar as operações estaduais.

14. Verificada e comprovada a inoperância do exercício da competência para fiscalizar, por parte do órgão estadual, o Poder Federal reassumirá a competência fiscalizadora do empreendimento.
15. Será obrigatória a apresentação anual da evolução da implantação do Plano de Desativação e Fechamento do empreendimento mineiro ao órgão federal, por ocasião da apresentação do Relatório Anual de Lavra, ainda que a fiscalização esteja sendo exercida pelo órgão estadual.
16. A ocorrência de qualquer incidente (ou acidente) durante o processo de operação, desativação e fechamento da mina, e que afete o Plano de Desativação e Fechamento do empreendimento, será imediatamente informado aos órgãos competentes, com a indicação das medidas corretivas ou mitigadoras implantadas.

TOMO III: DO RELATÓRIO FINAL DE DESATIVAÇÃO E FECHAMENTO DE EMPREENDIMENTO DE MINERAÇÃO

17. O titular dos direitos de lavra fica obrigado a apresentar aos órgãos encarregados da fiscalização e fomento das atividades de mineração e aos órgãos ambientais, o Relatório Final de Desativação e Fechamento, demonstrando o cumprimento do Plano de Fechamento aprovado e os resultados alcançados.
18. Recebido o Relatório Final de Desativação e Fechamento, os órgãos competentes promoverão a vistoria *in loco* da implantação do Plano de Desativação e Fechamento, comprovando os resultados alcançados.

Parágrafo Primeiro: O titular do Plano de Desativação e Fechamento poderá contratar empresa externa para a realização da vistoria de que trata o *caput*, desde que credenciada pelo órgão competente, que emitirá laudo sobre a implantação do plano aprovado e resultados obtidos;

Parágrafo Segundo: Havendo controvérsias sobre a execução fiel e completa do plano aprovado ou sobre os resultados obtidos na implantação do plano, a vistoria externa poderá ser requerida pelo minerador ou pelo órgão governamental competente;

Parágrafo Terceiro: Em qualquer caso, os custos da vistoria correrão por conta do titular do empreendimento mineiro;

Parágrafo Quarto: Realizada a vistoria *in loco*, os órgãos governamentais competentes emitirão decisão favorável à aprovação do Relatório Final de Desativação e Fechamento ou requerendo a realização de ações complementares, quando for o caso;

Parágrafo Quinto: Sendo o parecer pela aprovação do Relatório Final, o titular dos direitos minerários dará notícia pública do fechamento da mina, que será publicada em diário de circulação, no mínimo, estadual;

Parágrafo Sexto: Decorrido 60 (sessenta) dias da notícia pública, e não havendo contestação ao processo de fechamento, os órgãos competentes, de fomento e fiscalização da mineração e os ambientais, farão publicar, nos Diários Oficiais, a aprovação do Relatório Final de Desativação e Fechamento.

TOMO IV: DO TERMO DE RESTRIÇÃO DE USO E DO SEU REGISTRO

19. Sempre que das atividades produtivas do empreendimento mineiro resultar restrições ao uso futuro da propriedade recuperada/reabilitada, o órgão ambiental competente emitirá o respectivo *Termo de Restrição de Uso*, que será devidamente averbado na matrícula do imóvel no Cartório de Registros competente.

Parágrafo Único: O Relatório Final de Desativação e Fechamento deverá apresentar o zoneamento de uso para toda a área recuperada, levando em consideração a intensidade de uso futuro ou o destino que poderá ser dado a cada porção da área recuperada, em função das restrições de uso recomendadas.

TOMO V: DO TERMO DE ENCERRAMENTO DE RESPONSABILIDADE

20. Publicada no órgão de imprensa a aprovação do Relatório Final de Desativação e Fechamento, o titular do empreendimento mineiro ou seus sucessores requererá aos órgãos governamentais competentes a emissão do *Termo de Liberação de Responsabilidade*, que habilitará o titular ou sucessores a promover a transferência da posse e tutela do sítio mineiro recuperado/reabilitado.

Parágrafo Único: A transferência da posse e tutela ocorrerá através de termo formal e dará ciência ao proprietário do solo das restrições de uso que forem imposta ao imóvel, em razão das operações de mineração nele desenvolvidas.

21. Sempre que houver a necessidade de manutenção e monitoramento de longo prazo ou perpétuo, será lavrado, por ocasião do fechamento final do empreendimento, *Termo de Responsabilidade*, especificando as ações de monitoramento e manutenção de longo prazo ou perpétuas necessárias, as restrições de uso impostas à propriedade, os responsáveis pela programação e execução das ações e a fonte dos recursos financeiros e materiais necessários.

Parágrafo Único: O termo de Responsabilidade será devidamente averbado na escritura do imóvel, no Cartório de Registro de Imóveis competente.

TOMO VI: DA COMUNICAÇÃO DO INÍCIO E DO TÉRMINO DA DESATIVAÇÃO E FECHAMENTO DE EMPREENDIMENTO DE MINERAÇÃO

22. O titular da mina ou seu sucessor comunicará, por escrito, aos órgãos ambientais e aos órgãos encarregados do fomento e da fiscalização da mineração, o início do processo de desativação e implantação do Plano de Fechamento Definitivo da mina, no prazo de 60 (sessenta) dias antes do início do processo de desativação e fechamento.

Parágrafo Único: O comunicado de desativação e fechamento será acompanhado de Relatório Operacional Circunstanciado que conterà, dentre outras, as seguintes informações:

- a) Área total minerada;
- b) Área total impactada;
- c) Área total recuperada/reabilitada durante a vida útil da mina;
- d) Área total a ser recuperada/reabilitada no processo de desativação e fechamento definitivo;
- e) Localização, situação e área total dos depósitos de estéril, depósitos de resíduos químicos e barragens de rejeitos;
- f) Existência e localização de áreas contaminadas que exigirão ações complementares de descontaminação, se for o caso;

- g) Informações sobre o destino da mão-de-obra própria empregada no projeto;
- h) Destino dos equipamentos de mina, das instalações de beneficiamento, das áreas de estocagem de produtos químicos, das instalações administrativas e demais infra-estruturas que integram o projeto;
- i) Cronograma de execução das ações de desativação e fechamento final do empreendimento;
- j) Custo previsto para o fechamento final do empreendimento;
- k) Restrições para o uso futuro do solo, dentro da área ocupada pelo empreendimento, assim como nas áreas de servidão legalmente constituídas, quando elas existirem, e demais áreas direta e ou indiretamente impactadas pelo projeto de mineração;
- l) Identificação do proprietário (ou proprietários) do solo, após a conclusão do fechamento e retirada do minerador da área do empreendimento;
- m) Indicação do uso pós-mineração acordado para a área do empreendimento;
- n) Potencial da área para suportar outros empreendimentos de mineração no futuro.

TOMO VII: DOS EMPREENDIMENTOS EM OPERAÇÃO

23. Os empreendimentos mineiros em operação por ocasião da entrada em vigor destas diretrizes e que ainda não apresentaram seus planos conceituais de fechamento aos órgãos governamentais competentes, ficam obrigados a apresentá-los por ocasião da primeira apresentação de requerimento de renovação da Licença de Operação aos órgãos ambientais.

Parágrafo Primeiro: Nos casos em que o prazo entre a entrada em vigor das diretrizes e a expiração do prazo de validade da Licença de Operação for insuficiente para que o titular elabore e apresente o Plano de Desativação e Fechamento do empreendimento, novo prazo poderá lhe ser concedido pelos órgãos governamentais.

Parágrafo Segundo: Sendo concedido novo prazo para que o titular apresente o Plano de Desativação e Fechamento, o prazo de validade da Licença de Operação será automaticamente prorrogado até o vencimento do prazo acordado entre o minerador e os órgãos governamentais.

Parágrafo Terceiro: A Licença de Operação não será renovada sem que o titular do empreendimento mineiro ou seu sucessor apresente o Plano de Desativação e Fechamento.

Parágrafo Quarto: O requerimento de renovação da Licença de Operação deverá ser instruído, obrigatoriamente, com o relatório circunstanciado dos trabalhos de recuperação/reabilitação progressiva das áreas mineradas/impactadas, de outras medidas implantadas e integrantes do Plano de Desativação e Fechamento, bem como da síntese dos resultados obtidos.

TOMO VIII: DOS PRAZOS PARA ANÁLISE DOS PLANOS DE DESATIVAÇÃO E FECHAMENTO

24. Recebidos os Planos Desativação e Fechamento, quer tratem de novos empreendimentos, quer de empreendimentos em operação, dentro do prazo de 120 (cento e vinte) dias, os órgãos competentes emitirão parecer sobre os mesmos, aprovando-os ou apresentando exigências complementares, quando for o caso.

Parágrafo Primeiro: Será de 60 (sessenta) dias o prazo para que os requerentes cumpram as exigências de que trata o *caput*.

Parágrafo Segundo: A critério do órgão responsável pela exigência, o prazo de que trata o parágrafo primeiro poderá ser prorrogado, mediante requerimento justificado do minerador e a critério do órgão governamental.

25. Não se manifestando o órgão competente sobre o Plano de Desativação e Fechamento apresentado, no prazo de 120 (cento e vinte) dias, fica subentendida a aprovação tácita do referido plano.

Parágrafo Único: Tratando-se de pedido de renovação da Licença de Operação, não se manifestando o órgão no prazo estabelecido no *caput*, deverá ele emitir a renovação da licença requerida, desde que nenhuma outra causa impeditiva pese sobre o empreendimento mineiro.

TOMO IX: DAS RESPONSABILIDADES

26. Ocorrendo o arrendamento dos direitos de operação do empreendimento mineiro a terceiros, no todo ou em parte, o titular do título de autorização ou concessão responderá, solidariamente, pela execução do Plano de Desativação e Fechamento aprovado.

27. A aquisição dos direitos minerários referentes ao empreendimento mineiro já implantado, em fase de implantação ou na fase de licenciamento, implicará na assunção, pelo adquirente, da responsabilidade integral pelo passivo ambiental existente, bem como pela execução do Plano de Desativação e Fechamento anteriormente aprovado.

Parágrafo Primeiro: É assegurado ao adquirente dos direitos minerários e obrigações dos empreendimentos de que trata o caput, o direito de regresso contra o cedente, nos termos e extensão que prescreverem a legislação em vigor.

Parágrafo Segundo: A execução do Plano originariamente aprovado e a implantação das medidas corretivas e mitigadoras que se mostrarem necessárias, por parte do adquirente, dar-se-ão independentemente de haver sido ou não proferida decisão final referente ao exercício do direito de regresso de que trata o parágrafo anterior.

28. O cedente dos direitos minerários responderá, subsidiariamente, e pelo prazo de 05 (cinco) anos, contados a partir da data do instrumento de cessão dos direitos e obrigações, pelo passivo ambiental que se manifeste na área impactada pelo empreendimento mineiro, em virtude das ações e ou omissões do adquirente com relação ao Plano de Desativação e Fechamento, apresentado pelo titular original e devidamente aprovado pelos órgãos competentes.

Parágrafo Único: O adquirente responderá, com exclusividade, pelos danos de qualquer natureza, advindos de alterações executadas no Plano original sem aprovação dos órgãos competentes, assim como por modificações por ele propostas ao Plano original, e aprovadas pelos referidos órgãos.

29. O titular da lavra (ou seus sucessores) responderá pelos danos ambientais que atinjam o sítio mineiro e que decorram direta ou indiretamente das operações mineiras, pelo período de 5 (cinco) anos, contado a partir da publicação da aprovação do Relatório Final de Desativação e Fechamento no órgão de imprensa oficial;

Parágrafo Único: Decorrido o prazo de que trata o *caput*, e não havendo nenhum fato impeditivo, os órgãos competentes emitirão o *Termo de Encerramento de Responsabilidade*, liberando o minerador de toda e qualquer responsabilidade de monitoramento e manutenção do sítio mineiro.

30. Nos casos em que um novo empreendimento mineiro venha a ser implantado em um sítio minerado e recuperado no passado, o titular do novo empreendimento responderá por todos os danos e passivos ambientais que venham se instalar na área direta ou indiretamente impactada pelo novo projeto, independentemente se os impactos originaram-se de atividades desenvolvidas no passado.

TOMO X: DA PARTICIPAÇÃO DO PODER PÚBLICO

31. O Departamento Nacional de Produção Mineral, através de seus Distritos, manterá cadastro atualizado dos empreendimentos mineiros com operações de lavra temporariamente suspensas e legalmente permitidas.

Parágrafo Primeiro: O cadastro de que trata o *caput* será atualizado anualmente.

Parágrafo Segundo: Sempre que o empreendedor deixar de apresentar o Relatório Anual de Lavra, o DNPM promoverá vistoria *in loco*, para verificar as condições em que se encontra a mina e demais instalações e, se for o caso, notificá-lo.

Parágrafo Terceiro: A vistoria *in loco* também ocorrerá sempre que o órgão governamental receber denúncia da paralisação indevida ou abandono do sítio mineiro.

Parágrafo Quarto: Expirado o prazo de suspensão temporária da lavra autorizado e o titular não reiniciando as operações produtivas, o DNPM o notificará para iniciar imediatamente a implantação do Plano de Desativação e Fechamento definitivo aprovado.

32. O Departamento Nacional de Produção Mineral, com a participação dos órgãos ambientais estaduais, elaborará o Cadastro Nacional de Minas Abandonadas nos Estados da federação, estabelecendo a sua localização em mapas e levantando as principais características do passivo ambiental em cada uma delas.

Parágrafo Único: Procurar-se-á, sempre que possível, identificar o último responsável pelas operações de mineração no sítio, ou os seus sucessores.

33. O Governo Federal, com a participação dos Estados e dos Municípios, instituirá o Fundo Para a Recuperação/Reabilitação de Minas Abandonadas.

Parágrafo Primeiro: Os recursos que constituirão o Fundo de que trata o *caput* provirão da participação de cada um dos entes políticos responsáveis pela sua instituição na partilha da Compensação Financeira Pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM.

Parágrafo Segundo: Lei específica estabelecerá a participação financeira de cada ente político na constituição e manutenção do Fundo, bem como a sua organização, gerenciamento e aplicação dos recursos.

Parágrafo Terceiro: Os recursos do Fundo Para Recuperação/Reabilitação de Minas Abandonadas, em nenhuma hipótese, serão aplicados para atender outros fins que não exclusivamente os propostos nestas diretrizes.

Parágrafo Quarto: Os trabalhos de recuperação/reabilitação das minas abandonadas serão executados, preferencialmente, pelos Estados e Municípios, com recursos provenientes do Fundo Para Recuperação, sob supervisão do Órgão Federal.

34. A União incentivará a adoção e recuperação/reabilitação de áreas de mineração abandonadas, pelas empresas de mineração em atividade, através do oferecimento de redução do imposto de renda devido e de outros incentivos fiscais, nos termos que dispuser a lei.

Parágrafo Primeiro: Sempre que uma empresa de mineração adotar e recuperar/reabilitar um área de mineração abandonada, ser-lhe-á reservado o direito de divulgação do trabalho executado, das técnicas empregadas e dos resultados obtidos.

Parágrafo Segundo: As multas aplicadas às empresas mineradoras pelos órgãos de fiscalização e fomento da mineração, bem como pelos órgãos de proteção do meio ambiente, poderão ser convertidas, no todo ou em parte, na obrigação de recuperar áreas de

mineração abandonadas, a critério do órgão que aplicou a multa, que indicará a área a ser recuperada e aprovará o plano de recuperação/reabilitação a ser executado.

TOMO XI: DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

35. O Fechamento de Mina será instituído por lei federal, passando a compor o Código de Mineração brasileiro, e regulamentado através de Portarias do Ministro de Minas e Energia, cabendo aos Estados e Municípios promulgarem a legislação que complemente o sistema legal federal, naquilo que os couber, tendo em vista as características específicas de cada região produtora de recursos minerais.

36. O sistema legal federal para o fechamento de minas aplicar-se-á sem prejuízo das legislações federal, estaduais e municipais, referente à proteção do meio ambiente.

Parágrafo Único: As ações dos órgãos de fiscalização e fomento da produção mineral e dos órgãos encarregados da proteção do meio ambiente reger-se-ão pelo princípio da colaboração harmônica entre si, buscando, no que couber e sempre que possível, ouvir as comunidades envolvidas e as organizações representativas da sociedade, bem como tendo em vista o papel econômico, tecnológico, político e social que a mineração representa para a sociedade. O objetivo maior será sempre o exercício da atividade de mineração em harmonia com a sociedade e a prática do desenvolvimento sustentável.

37. O Poder Federal estudará a viabilidade da criação da Câmara de Fechamento de Minas, órgão multidisciplinar, que será constituído por representantes do Departamento Nacional de Produção Mineral, do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, das Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e outros órgãos governamentais a ser indicados pelo Poder Federal.

Parágrafo Primeiro: O Governo Federal poderá convidar para compor a Câmara de Fechamento, representantes das instituições de ensino superior, bem como especialistas de notório saber, nas áreas que julgar necessárias, com o objetivo de compor uma equipe capacitada para receber, analisar e emitir parecer sobre a consistência e viabilidade dos

planos de fechamento propostos pelas empresas de mineração, acompanhar a implantação desses planos e realizar vistorias nos sítios mineiros, quando necessário.

Parágrafo Segundo: Nos casos que julgar necessário, a Câmara de Fechamento poderá contratar consultor *ad hoc* para emitir parecer sobre aspectos específicos do Plano de Desativação e Fechamento de Mina, para realizar vistorias *in loco* e elaborar parecer conclusivo, para verificação *in loco* do Relatório Final de Desativação e Fechamento, para emitir parecer sobre alterações propostas pela empresa ao Plano de Desativação e Fechamento, para orientar o planejamento da recuperação/reabilitação das minas abandonadas e outras tarefas de consultoria que se fizerem necessárias para a operação e o fechamento tecnicamente viável, ambientalmente seguro e economicamente suportável das minas no Território Nacional.

38. O Departamento Nacional de Produção Mineral estruturará e manterá o Cadastro Nacional das Minas Fechadas, contendo, dentre outras as informações:

- I) Localização do sítio mineiro;
- II) Indicação do responsável pela recuperação/reabilitação;
- III) Indicação da substância (ou substâncias) que foram extraídas;
- IV) Localização das barragens de rejeitos, das pilhas de estéril e dos depósitos de resíduos sólidos recuperados/reabilitados;
- V) Síntese das principais características do sítio recuperado/reabilitado, tais como o zoneamento do solo para fins de uso no período pós-mineração, restrições de uso que recaiam sobre cada uma delas e o potencial do sítio mineiro para a exploração de outros recursos minerais.

Parágrafo Único: Sempre que a constituição de uma área de servidão mineira for requerida abrangendo, no todo ou em parte, um sítio mineiro fechado, a análise do pedido levará em conta as informações constantes no Cadastro Nacional das Minas Fechadas.

39. Considerar-se-á recuperado/reabilitado, podendo, portanto dar-se por findo o processo de fechamento, o sítio que demonstre a sustentabilidade do uso pós-mineração implantado, de acordo com os critérios de sustentabilidade previamente estabelecidos, não havendo mais necessidade de monitoramento ou manutenção de qualquer espécie, a não ser que agentes

antrópicos venham a desencadear novos processos de degradação, quebrando o equilíbrio que fora restabelecido através do processo de fechamento.

40. O Departamento Nacional de Produção Mineral disponibilizará as Diretrizes para a Desativação e Fechamento de Minas aos interessados, através dos meios e em condições idênticas àquelas que regem as demais publicações da Autarquia.

41. As Diretrizes para a Desativação e Fechamento de Minas serão periodicamente revisadas e atualizadas.

Parágrafo Primeiro: O órgão (ou os órgãos) governamental responsável pela elaboração, implantação e fiscalização das Diretrizes para Desativação e Fechamento de Minas determinará a periodicidade das revisões e nomeará a equipe encarregada de realizá-las.

Parágrafo Segundo: O órgão (ou órgãos) de que trata o parágrafo primeiro funcionará como órgão consultivo para dirimir as dúvidas dos usuários sobre a elaboração e implantação dos Planos de Desativação e Fechamento de Minas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G. A. S. C.; FERREIRA, G. E. “Custo tributário no setor mineral”. In: **Revista Brasil Mineral**, n. 147; ano XIV, jan./fev. 1997. São Paulo: Signus Editora. p. 42-43.

AMYOT, G. “Reclamation of mine site in Quebec – the Cambior experience”. In: **Seminário Brasil-Canadá de Recuperação Ambiental de Áreas Mineradas**. Editores: Juliano Peres Barbosa, Paulo Sérgio Moreira Soares, Brenda Dixon e Bryan Tish. Florianópolis, Brasil. Dezembro, 1-3, 2003. p. 7-21.

ANDERSON, D. M. “Management environmental liability during mine closure and post-closure utilization or property transfer”. In: **Mine Closure: Creating Productive Public and Private Assets**(eds), p. 59-63. Nevada, 1995.

ANZMEC – THE AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND MINERALS AND ENERGY COUNCIL. **Strategic framework for mine closure**. Downloaded from www.natural-resources.org/.../csr/docs/csr/. Canberra, 2000.

ASTILL, M. J. “Managing environmental risks – legal requirements”. In: **4th Large Open Pit Mining Conference**(eds), p.16-27. The Australian Institute of Mining and Metallurgy. Perth 5-9, september, 1994.

BAILEY, P. “A look at environmental risks to mine projects with special reference to the role of governments”. In: **4th Large Open Pit Mining Conference**(eds), p.39-41. The Australian Institute of Mining and Metallurgy. Perth 5-9, september, 1994.

BARRETO, M. L. “Fechamento de mina: a procura de um tratamento legal”. In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 99-112.

BIGGS, F. R. “U.S. superfund mining sites: impacts, issues and research”. **Acid Drainage: Design for closure**. 1990. p. 487-495.

BITAR, O. Y. “Reabilitação de áreas degradadas em minas urbanas: o caso de agregados na metrópole de São Paulo, Brasil”. In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 488-498.

_____. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. 1997. 183p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BITAR, O.Y.; CHAVES, A. P. “Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo”. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/062. São Paulo: EPUSP, 1997. 32p.

BLM – BUREAU OF LAND MANAGEMENT (1994). **Preparation requirements and guidelines permanent closure plans and final closure reports.** Document downloaded from http://www.nv.blm.gov/Minerals/Permitting/Guidance/Permanent_Closure_Plans.htm. Bureau of Land Management (BLM), Nevada State Office, 1998.

BORAUSSA, M.J. “Ontario’s mine closure plans: 1996 revisions to Part VII of the Mining Act”. **Mine Closure Plans and Liability Issues.** Insight Press, Toronto, Ontario, 1996. p. 13-58.

BRASIL MINERAL, ano XX – jun. 2003, n. 217. Edição Especial Mineração e Meio Ambiente. São Paulo: Signus Editora, 2003. **Em Águas Claras e Capão Xavier, dois exemplos pioneiros.** P. 16-21.

BRASIL MINERAL, ano XX – jun. 2004, n. 228. Edição Especial Mineração e Meio Ambiente. São Paulo: Signus Editora, 2004b. **O capítulo polêmico das licenças ambientais.** P. 14-25.

BRASIL MINERAL, ano XX - set. 2004, n. 232. “Mineração Puxa Crescimento”. São Paulo: Signus Editora, 2004a. **Mineração e Metalurgia impulsionam crescimento.** P. 14-24.

BRASIL MINERAL, ano XXII – nov./dez. 2005, n. 245. “MBR 40 anos: Novos planos”. São Paulo: Signus Editora, 2005. **MBR faz 40 anos e inicia nova expansão.** P. 16-25.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N. 1,** de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente e o relatório de impacto ambiental EIA/RIMA. Brasília, 1986.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil:** promulgada em 5 de outubro de 1988. Colaboradores: Antônio Luiz de Toledo Pinto, Márcia Cristina Vaz dos Santos Windt e Luiz Eduardo Alves de Siqueira. 27ed. São Paulo: Saraiva, 2001. (coleção Saraiva de Legislação).

_____. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Anuário mineral brasileiro, 2005.**

_____. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Normas reguladoras de mineração.** Portaria n. 237, de 18 de outubro de 2001, do Diretor Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral.

_____. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Sumário mineral, 2003.**

BRODIE, M. J. “Acquisitions and mine closure liability”. In: **Canadian Mining Journal,** v.119, n.4, p.21-24, august 1998.

CETEM/MCT – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL/MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Projeto conceitual para recuperação ambiental da bacia carbonífera sul catarinense,** v. I. RT 33/2000 – Relatório Técnico elaborado para o SIECESC. Revisão 01 – jan.

2001. Arquivo baixado do site http://www.siecesc.com.br/meio_ambiente/volume_001.pdf, em 24/04/2006.

CHAMPIGNY, N.; HEERDEN, R. J. VAN. "Mine closure in South Africa". In: **Mining Environmental Management**, p.25-26, march 1995.

CIPRIANI, M. **Mitigação dos impactos sociais e ambientais decorrentes do fechamento definitivo de minas de urânio**. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Tese de doutorado. Campinas, São Paulo, 2002. 332p.

CLARK, A. L.; CLARK, J. C. "An international overview of legal frameworks for mine closure". **Mineral Resources Assessment, Development and Management Series**, v.8, part 1, cap. VIII, p.67-77. 2002. Documento baixado do site http://www.natural-resources.org/minerals/CD/escap_v8.htm, em 11/06/2005.

CLARK, I. "Planning for closure: the case of Australia". In: **Environmental Policy In Mining: Corporate Strategy and Planning for Closure**, p.441-454. Alyson Warhurst, and Ligia Noronha. Lewis Publishers, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2000.

CLAROS, F. J. C. "Cierre de minas en la pequeña minería boliviana". In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 541-550.

COWAN, W. R. "New directions for mine rehabilitation legislation in Ontario". **Mine Closure Plans and Liability Issues**. Insight Press, Toronto, Ontario, 1996. p.121-140.

_____. "Planning for mine rehabilitation in Ontario, Canada". In: **Mining and the Environment: Sudbury'99**(eds), p.645-650. 1999.

DA ROSA, C. "Financial planning for mine closure". In: **Mining Environmental Management**, v.7, n.2, p.10-13, march 1999.

DAHLSTRAND, A. "Closure concerns at Sonora Mining's Jamestown Mine". In: **Mining Engineering**, v.47, n.3, p. 236-239, march 1995.

DAIGNEAULT, R.; ROSENSTEIN, L. "Mine closure plans in Quebec: the new requirements one year later". **Mine Closure Plans and Liability Issues**. Insight Press, Toronto, Ontario, 1996. p.59-80.

DANIELSON, L.; NIXON, M. "Current regulatory approaches to mine closure in the United States". In: **Environmental Policy In Mining: Corporate Strategy and Planning for Closure**, p.311-350. Alyson Warhurst, and Ligia Noronha. Lewis Publishers, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2000.

DIAS, E. G. C. S. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no Estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento**.2001. 283p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

DORAN, J. R. R.; MCINTOSH, J. A. S. “Preparation, review and approval of mine closure plans in Ontário, Canada”. In: **Sudbury’95 Conference on Mining and the Enviromental**, p.281-289. Sudbury, Ontario, may 28th – June 1, 1995.

FARRELL, T. P. “Quantifying and managing environmental financial risk from mining operations”. In: **4th Large Open Pit Mining Conference**(eds). The Australian Institute of Mining and Metallurgy, p.1-8. Perth, 5-9 september, 1994.

_____. “Some considerations in planning for mine decommissioning”. In: **Environmental Workshop: Australian Mining Industry Council**(eds), p. 235-247. Dickson, 1993.

FERRAZ, C. P. “Inclusão social, qualidade de vida e suprimento mineral”. In: **Revista Brasil Mineral**, n. 206; jun./2002. São Paulo: Signus Editora. p. 22-25.

FRANCA, P. Decommissioning of the Águas Claras Mine. In: **Proceedings of the Tenth International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection**. New Delhi/India/November, 19-21, 2001. Raj K. Singhal and Bhaskar P. Singh editors. Oxford and IBH Publishing Co.

FREIRE, W. **Código de mineração anotado e legislação complementar mineral e ambiental em vigor**. 2^a ed., rev., atual. e ampl. Belo Horizonte: Mandamentos, 2001. 688p.

GALLARDO, O.; RAMENZONI, F. “Análisis de la legislacion chilena sobre el cierre y abandono de faenas mineras”. In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 153-165.

GOMI, C. Y. **Subsídios para o zoneamento da mineração de areia na porção leste da região metropolitana de São Paulo**. 2005. 77p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências.

GONÇALVES, C. R. **Direito Civil: direito das obrigações** (parte especial), v. 6, tomo II: responsabilidade civil. 2. ed. atual. de acordo com o novo Código Civil (Lei n. 10.406, de 10/1/2002). São Paulo: Saraiva, 2002 (coleção sinopses jurídicas). P. 73-116.

HAYES, C. “Reclamation accounting and practical considerations in funding reclamation obligations”. **Rocky Mountain Mineral Law Institutes**, v.9, n.40. p.9.1-9.32. 1994.
INB – INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Informação pessoal**. Informações coletadas pelo autor durante visita técnica à Mina Osamu Utsumi, realizada no período de 22 a 25 de novembro de 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. COMISSÃO TÉCNICA DE MEIO AMBIENTE. **Mineração e meio ambiente: impactos previsíveis e formas de controle**. 2ed., rev.. Belo Horizonte, 1987.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Termo de referência para elaboração e apresentação do plano de recuperação de áreas degradadas – PRAD para o Complexo Minerário Industrial do Planalto de Poços de Caldas – CIPC, atualmente denominado de Unidade de Tratamento de Minério – UTM.** Brasília, fev. 2004.

JONES, D. A. “Mine closure regulations and activity: Nevada style”. In: **Tailings and Mine Waste’ 96** (eds). Balkema, Colorado, 1996. p.21-27.

KNOL, R. “Planning for mine closure: responsibility of regulators, community or industry?” In: **1999 Minerals Council of Australia Environmental Workshop**, p. 69-83. Australia, 1999.

LIMA, H. M. **Liability assessment: a tool for mine closure planning.** University of Wales, Aberystwyth, 2002. PhD Tese. 196p.

LIMA, H. M.; WATHERN, P. “Closure: a conceptual review”. In: **Mining Engineering**, v. 51, n. 11, p.41-45, november 1999.

LOPEZ G.; MARIA E. “Importancia del cierre de mina en las explotaciones del oro de veta en Colombia-Oro Verde para el desarrollo sostenible”. In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica.** Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 333-345.

LOPEZ, A. G.; SÁNCHEZ, L.E. “Proposta de gerenciamento ambiental de uma área degradada nos municípios de Mauá e Ribeirão Pires – Região Metropolitana de São Paulo”. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP.** Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/115. São Paulo: EPUSP, 2000. 20p.

LOTT, D. M. da C. “Desativação de minas”. In: **Revista de Direito Ambiental**, ano 7, n. 26, abr./jun. 2002. Publicação oficial do Instituto “O Direito Por Um Planeta Verde”. Coordenadores: Antônio V. Benjamin; Edis Milaré. p. 92-122.

LUZ, A. B. da; DAMASCENO, E. C. **Desativação de minas.** Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1996. 18p. (Série Tecnologia Ambiental, 14).

MAIA, J. **Pesquisa mineral (notas e roteiro).** Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas e Metalurgia. Curso de Geologia Econômica. Convênio PLANFAP/UFOP, 1974. 212p.

MBR – MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS S.A. **Informação pessoal.** Informações fornecidas ao autor, através do e-mail: paulo.franca@caemi.com.br, em 06 de março de 2006.

MINÉRIOS & MINERALES, ano XXI, edição n. 270, mai./jun. 2003. São Paulo: Univers, 2003a. **Projeto Capão Xavier da MBR: referência em empreendimento minerário.** P. 35-37.

MINÉRIOS & MINERALES, ano XXI, edição 271, jul./ago. 2003. “60 Anos da Mineração Brasileira Moderna”. São Paulo: Univers, 2003b. **O grande empreendimento do “rei do ferro”.** P. 42-44.

MINÉRIOS & MINERALES, ano XXII, edição 238, n. 18, maio 1999. São Paulo: Univers, 1999. **Mineração na web**. P. 24-26.

MINÉRIOS & MINERALES, ano XXIII, edição 282, mai./jun. 2005. São Paulo: Univers, 2005a. **Começo, meio e fim integrados**. P. 44-45.

MINÉRIOS & MINERALES, ano XXIX, edição 285, nov./dez. 2005. São Paulo: Univers, 2005b. **Empresa completa 40 anos dando largada ao projeto itabiritos**. P. 42-44.

MORREY, D. R. “Integrated planning for economic environmental management during mining operations and mine closure”. In: **Environmental Policy in Mining: Corporate Strategy and Planning for Closure**, p.243-255. Alyson Warhurst and Ligia Noronha. Lewis Publishers, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2000.

MORREY, D. R.; VAN ZYL, D. “Including uncertainty in mine closure”. In: **5th Western Regional Conference on Precious Metals, Coal and the Environment**(eds), p.1-11. Society for Mining, Metallurgy and Exploration. Black Hills, South Dakota, 1994.

MORREY, D. R.; VAN ZYL, D.; GADSBY, J. W. “Principal components of economic mine closure”. In: **1st Conference on Mining and Environment in Zimbabwe**, p.185-194. 1995.

MPC – MINERAL POLICY CENTER (1993). “Burden of Gilt – the legacy of environmental damage from abandoned mines and what America should do about it”. **Mineral Policy Center**, 1993. p.1-2.

MUÑOZ, M. L. “Impactos socioambientales en las comunidades campesinas de zonas mineras y desarrollo rural sostenible: un estudio a partir de las percepciones de comuneros/as campesinos/as”. In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 207-224.

NYAMEKYE, E. “Socioeconomic impact of mine closures: a case study of Gana”. In: **Environmental Policy in Mining: corporate strategy and planning for closure**, p.397-413. Alyson Warhurst and Ligia Noronha. Lewis Publishers, Boca Raton, London, New York, Washington D.C., 2000.

O’BRYANT, D. J. “State regulatory programs and a BLM state office perspective”. In: **Mine Closure: Creating Productive Public and Private Assets** (eds). Nevada, 1995. p.365-368.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. B de. **Desativação de empreendimentos mineiros: estratégias para diminuir o passivo ambiental**. 2001. 179p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. B. de O.; SÁNCHEZ, L. E. “Desativação de empreendimentos mineiros: estratégias para diminuir o passivo ambiental”. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/158. São Paulo: EPUSP, 2002. 20p.

ONTARIO. MINISTRY OF NORTHERN DEVELOPMENT AND MINES. **Rehabilitation of mines: Guidelines for proponents**. Queen's Printer for Ontario, 1995.

OVERHOLT, D. H.; DOWNS, L. "Mine closure plans in British Columbia". **Mine Closure Plans and Liability Issues**. Insight Press, Toronto, Ontario, 1996. p.81-120.

PIMIENTO, E. V. "Indicadores de sostenibilidad y su aplicación a las empresas mineras". In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 354-380.

QUEENSLAND MINING COUNCIL (QMC). **Guidelines for mine closure planning in Queensland**. Documento baixado do site http://www.qrc.org.au/_dbase_upl/closure.pdf, em 11/06/2005. QMC, 2001. 16p.

QUILTY, J. A.; WALTA, H.; CARR, W. M. B. "Decommissioning of Leschenault Peninsula". In: **Annual Environmental workshop – Minerals Council of Australia 1991**(eds), v.1, p.250-259. Minerals Council of Australia, Perth, 1991.

REIS FILHO, E. "Princípios econômicos da mineração". In: **Revista Minérios & Minerales**, ed. 249, Ano 19, jun./2000. São Paulo: Univer, 2000. p. 10-13.

REIS, N. L.; BARRETO, M. L. **Desativação de empreendimento mineiro no Brasil**. São Paulo: Signus Editora, 2001. 48p.

ROBERSON, A. M. "Long-term liability of mine wastes". In: **Continuing Legal Education Seminar: Environmental Liability and Hazardous Waste Management**. Paper downloaded from <http://www.infomine.com/rgroup/rgc/papers.html>(eds). Vancouver, B.C., 1989. p. 1-5.

ROBERTS, S.; VEIGA, M.; PEITER, G. S.; BARRETO, M. L.; EZEQUIEL, G. "Preenchendo o vazio: a mudança da fisionomia da reabilitação de áreas mineradas nas Américas". In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 11-45.

ROBERTSON, A. M.; DEVENNY, D.; SHAW, S. C. "Post mining sustainable use plans vs closure plans". In: **22nd Annual BC Mine Reclamation Symposium**. Paper downloaded from <http://www.infomine.com/rgroup/rgc/paprs.html>(eds). Penticton, BC. Canada, 1998. 15p.

ROBERTSON, A. M.; SHAW, S. C. "Alternatives analysis for mine development and reclamation". In: **Proceedings of 22nd Annual BC Mine Reclamation Symposium**. Paper downloaded from <http://www.robertsongeoconsultants.com/papers/publicationlist.asp>. Penticton, BC, Canada, september, 14-17, 1998.

SÁNCHEZ, L. E. "Planejamento do ciclo de vida de uma mina e redução dos riscos ambientais". In: **Semana Ibero-Americana de Engenharia de Minas**. São Paulo, 9-13 agosto de 2004. p. 347-352.

SÁNCHEZ, L. E. **Curso interdisciplinar de direito ambiental**. Arlindo Philippi Jr., Alaôr Caffé Alves, editores. Barueri, SP: Manole, 2005. p. 262-293.

SASSOON, M. “Closure or abandonment?” In: **Mining Magazine**, p.96-100, august 1996.

_____. “Effective environmental impact assessment”. In: **Environmental Policy in Mining: corporate strategy and planning for closure**. Alyson Warhurst, and Ligia Noronha, p.101-116. Lewis Publishers, Boca Raton, London, New York, Washington D.C., 2000.

SCALES, M. “Departing with dignity”. In: **Canadian Mining Journal**, p.33-37, may 1991.

SOUZA, M. G. **Direito minerário e meio ambiente**. Belo Horizonte: Del Rey, 1995. 181p.

TORRENS, R. B.; QUESADA, R. W. “Abandono y cierre de minas”. In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 274-286.

TUTTLE, S.; SISSON, R. “Closure plan for the proposed millennium Project”. In: **Mine Planning and Equipment Selection 1998**, p.747-760. Singhal. Rotterdam, Balkema, 1998.

VALE, E. “Fechamento de minas: módulo econômico e financeiro”. In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 383-399.

_____. “Garantias financeiras e o fechamento de minas”. In: **Seminário Brasil-Canadá de Recuperação Ambiental de Áreas Mineradas**. Editores: Juliano Peres Barbosa, Paulo Sérgio Moreira Soares, Brenda Dixon e Bryan Tish. Florianópolis, Brasil. Dezembro, 1-3, 2003. p. 291-301.

WAGGITT, P. W. “The decommissioning and rehabilitation of the Nabarlek Uranium Mine”. In: **Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production, P**. p.431-436. Ozgenoglu(eds). Balkema, 1998.

WAGGITT, P. W.; MCQUADE, C. V. “Mine close-out criteria – present guidelines and future trends in Australia”. In: **1994 AusIMM Annual Conference: Australian Mining Looks North, the Challenges and Choices**(eds), p.407-410. Australian Institute of Mining and Metallurgy, Darwin, 5-9 August 1994.

WARHURST, A.; MACFARLANE, M.; WOOD, G. “Issues in the management of the socioeconomic impacts of mine closure: a review of challenges and constraints”. In: **Environmental Policy in Mining: Corporate Strategy and Planning for Closure**, p.81-100. Alyson Warhurst and Ligia Noronha. Lewis Publishers, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2000.

WARHURST, A.; NORONHA, L. “Integrated environmental management through planning for closure from the outset: the challenges”. In: **Environmental Policy in Mining: Corporate**

Strategy and Planning for Closure, p.13-31. Alyson Warhurst and Ligia Noronha. Lewis Publishers, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2000.

ZANCAN, F.; GOMES, C. B. **Projeto para recuperação ambiental da bacia carbonífera de Santa Catarina**. Apresentação técnica elaborada pelo SIECESC. Criciúma, nov. 2004. Arquivo baixado do site http://www.siecesc.com.br/meio_ambiente, em 24/04/2006.

ZENTENO, P. G. “Tratamiento normativo de la fase minera post-operacional”. In: **Cierre de Minas: experiencia en Iberoamerica**. Editores: Roberto C. Villas Bôas e Maria Laura Barreto. CYTED/IMAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 2000. p. 113-135.

_____. **Tratamiento normativo de la fase minera post operacional em los países mineros latinoamericanos y la planificación de cierre**. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 1999. 121p. Documento baixado do site http://www.iipm-mpri.org/biblioteca/docs/cochilco_anexjurid4.pdf, em 14/05/2005.