

**FECHAMENTO DE MINA: ANÁLISE DE
CASOS SELECIONADOS SOB OS FOCOS
AMBIENTAL, ECONÔMICO E SOCIAL**

AUTORA: MARTA SAWAYA MIRANDA CAMELO

ORIENTADOR: Prof. Dr. Hernani Mota Lima

OUROPRETO, DEZEMBRO DE 2006.

FECHAMENTO DE MINA: ANÁLISE DE CASOS SELECIONADOS SOB OS FOCOS AMBIENTAL, ECONÔMICO E SOCIAL

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica do Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Geotécnica de Barragens**.

Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 09 de novembro de 2006, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Prof. Dr. Hernani Mota de Lima (Orientador / UFOP)

Prof. José Francisco do Prado Filho (UFOP)

Prof. Dr. Carlos Magno Muniz e Silva (UFPE)

DEDICATÓRIA

*À minha mãe, Zoraide,
sempre presente, dedicada e amorosa.
Sem seu apoio, a caminhada seria mais árdua.*

*Ao Lúcio Paulo,
Pelos ensinamentos, paciência, carinho e amor
a mim dedicados durante todo o curso.*

*Aos meus filhos Bruno, Priscila e Lúcio,
que se tornaram a razão da minha existência.*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*A DEUS,
pela permissão de realizar um grande sonho e pela
presença constante em todos os momentos da minha vida.*

*Ao meu pai,
que não se encontra mais entre nós,
mas que ilumina meu caminho com sua conduta e sua coragem.*

*A D. Rita,
pelo exemplo de vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Romero Cesar Gomes, pelo grande apoio ao longo de todo o curso;

Ao Professor Doutor Hernani Mota Lima que, com sua valiosa orientação, tornou possível a elaboração desta dissertação;

Aos colegas de curso que, com a convivência amigável, tornaram mais leve a caminhada;

Ao Geólogo e Engenheiro Sanitarista Lúcio Paulo Bernardes Camelo, pelo apoio constante;

Ao Advogado Bruno Miranda Camelo, pelos valiosos ensinamentos;

À minha família, meu eterno agradecimento e meu pedido de perdão pelo pouco tempo disponível neste período;

RESUMO

A preocupação com a questão ambiental vem se impondo há algumas décadas, tornando-se, hoje, um fenômeno mundial e provocando um repensar de atitudes em todas as atividades que interferem direta ou indiretamente no meio ambiente. Na mineração, em decorrência dessa nova consciência, a sociedade vem exigindo uma nova abordagem também para a questão do fechamento de mina (conhecido internacionalmente por *design for mine closure*). Um esforço conjunto vem se materializando, provocando ajustes nos projetos de mineração desde sua implantação até sua desativação e fechamento, bem como nos ordenamentos jurídicos que interferem nesse aspecto no Brasil. Ainda são poucos os estudos desenvolvidos nessa área, e muito ainda precisa ser feito, por isso a escolha do tema para essa dissertação. Pretende-se, no desenrolar deste trabalho: apresentar um histórico da evolução da legislação brasileira vigente; abordar alguns aspectos da legislação internacional relacionando-as com as tendências atuais; propor uma discussão sobre a efetividade do cumprimento da legislação e seus entraves no processo de fechamento de mina. Espera-se culminar esse trabalho discutindo casos concretos de fechamento de mina que permitam o aprimoramento de futuros planos de fechamento de mina.

ABSTRACT

The concern about the environment come imposing itself for a few decades, becoming today, a world phenomenon and causing a rethink of attitudes in all the activities that intervene direct or indirectly in the environment. In the mining, according to this new conscience, the society also comes demanding a new boarding for the question of mine closure (known internationally for **design for mine closure**). A joint effort has been materialized, causing adjustments in the mining projects since its implantation, until its deactivation and closing, as well as in the legal systems that intervene in this aspect in Brazil. There is still a lack of studies developed in this area and a lot still has to be done, therefore the choice of the subject for this thesis. It is intended, during this work: to present a description of the evolution of Brazilian legislation; to approach some aspects of the international legislation relating them with the current trends; to propose a discussion about effectiveness of the fulfillment of the legislation and its impediments in the process of mining closure. It is expected to culminate this work discussing concrete cases of mining closure that allow the improvement of future plans of mining closure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 –Imagem da barragem 4 (CBMM,Araxá) em fase de desativação.

Figura 4.2 –Vista da barragem 4, CBMM,em fase final de fechamento (plantação de eucalipto).

Figura 4.3 –Tanque onde é misturado o sulfato de sódio para remediação da água subterrânea.

Figura 4.4 –Vertedouro de sangramento, onde é tratada a água que é bombeada na barragem 4.

Figuras 4.5 e 4.6 –Adventure Park. Cava recuperada para uso recreativo, em Guarapari, ES.

Figura 4.7 a 4.10 –Vista do Parque do Varvito de Itu (antiga pedreira).

Figura 4.11 –Recuperação progressiva (lavra e recuperação concomitantes) Mina Butiá, RS.

Figura 4.12 –Faixa do terreno sendo aberta para extração de bauxita, Mina de Itamarati de Minas.

Figura 4.13 –Reconformação topográfica da cava, sendo preenchida por material de outra cava.

Figura 4.14 –Abertura de curvas de nível.

Figura 4.15 –Retomada do solo fértil.

Figura 4.16 –Localização da Mina do Germano (minério de ferro) da Samarco Mineração.

Figura 4.17 –Cava da Mina do Germano, atualmente utilizada como área de disposição de rejeitos do processo de beneficiamento de minério da Mina de Alegria (Mariana, MG).

Figura 4.18 –Localização das Minas de Mutuca e Capão Xavier, MBR,Nova Lima, MG.

Figura 4.19 –Cava da Mina da Mutuca utilizada para disposição de rejeito da Mina Capão Xavier.

Figura 6.1 –Localização da Mina de Águas Claras.

Figura 6.2 –Cava da Mina de Águas Claras, que está formando um lago.

Figura 6.3 – Detalhe do talude da cava da Mina de Águas Claras. O talude que está sendo modificado visando adequar o coeficiente de segurança para o fechamento.

Figura 6.4 - Seção geológica ao longo da Serra do Curral (Franca, 2001a).

Figura 6.5 – Vista aérea da Mina de Águas Claras (Franca, 2001a).

Figura 6.6 - Cadastramento geomorfológico.

Figuras 6.7 e 6.8 – Imagens “antes (1997)” e “depois (2002)” do fechamento da Mina Maria Preta.

Figura 6.9 – Mapa de situação da Mina de Inti Raymi.

Figura 6.10 – Mapa de situação da Mina de Boquira, BA.

Figura 6.11 – Imagem aérea da região de Boquira, BA.

Figuras 6.12 e 6.13 - DNPM 810.472/76 corpos “8” e “10”. Comparação entre 1995 e 2003.

Figuras 6.14 e 6.15 - DNPM 810.395/76 corpo “j”. Comparação após a lavra entre 1995 e 2003.

Figuras 6.16 e 6.17 - DNPM 831.136/81 corpo “12”. Comparação entre período de lavra (maio/1998) e após recomposição topográfica e revegetação (abril/1999).

Figura 6.18 – Mapa de situação das minas da COPELMI,RS.

Figura 6.19 – Mina Butá-Leste. Vista geral da área recuperada para pecuária.

Figuras 6.20 e 6.21 – Mina Butá-Leste paralelo entre a cava em operação e a área recuperada.

Figuras 6.22 e 6.23 – Lago formado na cava da Mina do Recreio (Bloco do Charrua).

Figura 6.24 – Mina do recreio. Lavra a céu aberto.

Figura 6.25 – Mina do recreio recuperada (plantação de acácia negra).

Figura 6.26 – Corte da cava da mina.

Figura 6.27 – Arranjo Geral do Aterro de Resíduos Sólidos.

Figura 6.28 – Vista geral da área do ARSU.

Figura 6.29 – Impermeabilização do fundo da cava, com camada de argila.

Figura 6.30 – Instalação da geomembrana.

Figura 6.31 – Cobertura protetora da geomembrana (com argila).

Figura 6.32 – Drenagem do chorume.

Figura 6.33 – Drenagem do gás.

Figura 6.34 – Vista da Estação de Tratamento de Efluente – ETE.

Figura 6.35 – Área em operação (junho de 2004)

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Definições de sustentabilidade do uso futuro

Tabela 4.2: Propostas de Usos Futuros Para Áreas Pós-Mineração

Tabela 4.3: Procedimentos utilizados para recuperação de áreas degradadas pela mineração

Tabela 4.4: Fatores para garantia do fechamento, segundo *Legislative Audit Division*

Tabela 6.1: Áreas a serem recuperadas e as respectivas atividades de recuperação

LISTA DE SIGLAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ARSU – ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
CBA – COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO
CBMM – COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO
COBRAC – COMPANHIA BRASILEIRA DE CHUMBO
CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
COPAM – CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS
COPELMI – COMPANHIA DE PESQUISAS E LAVRAS MINERAIS
CVRD – COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
DN – DELIBERAÇÃO NORMATIVA
DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
EIA – ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
ETE – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE
FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE
IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
MBR – MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS S/A

NRM – NORMAS REGULADORAS DE MINERAÇÃO

LP – LICENÇA PRÉVIA

LI – LICENÇA DE INSTALAÇÃO

LO – LICENÇA DE OPERAÇÃO

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE

RIMA – RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL

UFBA – UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ÍNDICE

Capítulo 1 – Introdução.....	1
Capítulo 2 – Metodologia	3
2.1 – Coleta de Dados	3
2.2 – Análise dos Dados e Informações	5
2.3 – Propostas e Sugestões	5
2.4 – Divisão dos Capítulos	5
Capítulo 3 – Aspectos Legais do Fechamento.....	8
3.1 – Resumo da Evolução da Legislação Mineral no Brasil.....	9
3.2 – Aspectos da Legislação Atual Sobre Fechamento de Mina	11
3.3 – Tendências da Política de Fechamento de Mina	14
3.4 – Dispositivos de Defesa dos Interesses da Sociedade	16
Capítulo 4 – Planejamento e Implementação do Fechamento de Mina.....	21
4.1 – Etapas do Fechamento de Mina.....	22

4.2 – Planejamento.....	23
4.3 – Objetivos do Plano de Fechamento de Mina.....	27
4.4 – Usos Previstos para as Áreas Mineradas.....	28
4.5 – Requisitos Técnicos Adotados P/ o Plano de Fechamento de Mina.....	37
4.6 – Implementação do Programa.....	39
4.7 – Aspectos Sócio-Econômicos.....	46
4.8 – Custos do Fechamento e Garantias Financeiras.....	49
4.9 – Avaliação do Plano de Fechamento de Mina.....	56
Capítulo 5 – Indicadores de Sucesso.....	59
5.1 – Definição dos Critérios de Fechamento.....	59
5.2 – Tempo de Monitoramento.....	60
5.3 – Indicadores Ambientais.....	61
Capítulo 6 – Estudo de Casos.....	67
6.1 – Mina de Águas Claras - MBR.....	67
6.2 – Mina Maria Preta – C.V.R.D.....	75
6.3 – Mina Inti Raymi.....	80
6.4 – Mina de Boquira - COBRAC	82
6.5 – Mina de Itamarati de Minas - CBA.....	85
6.5 – Companhia de Pesquisas e lavras Minerais/COPELMI	90
Capítulo 7 – Efetividade do Cumprimento da Legislação.....	100
7.1 – Aspectos Relativos à Legislação e aos Órgãos Públicos.....	100
7.2 – Aspectos Relativos à Política das Empresas Mineradoras.....	101
7.3 – Aspectos Relativos às Equipes de Elaboração dos Planos.....	103
7.4 – Aspectos Relativos à Opinião Pública e Suas Expectativas.....	104

Capítulo 8 – Considerações Finais.....	105
Referências Bibliográficas.....	107

1 INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade industrial, cuja vida útil é limitada por aspectos relacionados ao volume de material economicamente aproveitável. Sendo uma atividade que resumidamente compreende operações de retirada e tratamento de bens minerais, a mineração causa profundas mudanças nas características do meio físico e no aspecto socioeconômico da região onde atua. Fechamento de mina é, portanto, um aspecto importante e problemático dessa atividade. A exigência de uma filosofia de **fechamento de mina** (*design for mine closure*) é uma realidade para quem atua ou quer atuar na área da mineração.

Um esforço conjunto vem se materializando, provocando ajustes nos projetos de mineração, desde sua implantação até sua desativação e fechamento, bem como nos ordenamentos jurídicos que interferem nesse aspecto no Brasil. As exigências legais vêm se aprimorando no quadro mundial, sendo uma tendência inevitável nos países mineradores, como o Brasil. A imagem pública das empresas mineradoras, hoje, está muito vinculada à responsabilidade social que elas demonstram. Por esse motivo, muitas vezes as empresas se antecipam às exigências legais e implementam ações ambientais pró-ativas.

A importância de planejar para o fechamento tornou-se consenso. Tal planejamento ocorre desde a fase de estudos de viabilidade, sendo comum o desenvolvimento de dois tipos de planos de fechamento, durante o ciclo de vida de uma mineração (Lima, 2000):

- Um plano de fechamento conceitual, requerido durante o processo de licenciamento. Mostrando a viabilidade de um fechamento economicamente seguro técnica e socialmente.
- Um plano final, ao término da fase de operação, resultado das adaptações feitas ao plano inicial, refletindo as mudanças necessárias que ocorreram durante o processo de mineração, devido a natureza dinâmica desta atividade.

Um plano de fechamento de mina deve ter como objetivos a minimização dos impactos físicos, biológicos, econômicos e sociais decorrentes do fechamento de uma mina e a possibilidade de utilização futura da área minerada. Ele deve garantir a segurança e saúde da população e a auto-sustentabilidade física, química, biológica e social da área a ser reabilitada.

O presente trabalho tem por objetivo propor uma discussão que venha contribuir para a elaboração de planos de fechamento de mina que visem proporcionar uma nova utilização auto-sustentável à área (onde funcionou o empreendimento mineiro), minimizando os impactos ambientais e garantindo a segurança e a saúde da população local. Fazer acontecer na prática essa premissa depende de uma legislação eficiente, que conta com dispositivos e mecanismos suficientes para que a fiscalização realmente cumpra seu papel. Além disso, muitas minas no Brasil estão hoje no estágio inicial de fechamento, porém, sem contar com diretrizes definidas, pois, atualmente, os estudos desenvolvidos nesta área são incipientes, e muito precisa ser feito.

Este estudo almeja ainda poder subsidiar não só planos de fechamento de mina, como também propor reflexões que balizem novos projetos de mineração, onde desde a implantação vão estar comprometidos com o desenvolvimento sustentável. Ou seja, cessada a atividade mineradora, a empresa devolve a área reabilitada, não como o minerador a encontrou (pois isso é, muitas vezes, impraticável), mas totalmente adaptada a um novo uso futuro.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo, a metodologia adotada compreendeu as seguintes etapas: coleta de dados e análise dos dados coletados, os quais culminou na proposição e sugestões para elaboração de planos de fechamento, avaliação do grau de sucesso do fechamento, formas de garantia financeira para o fechamento e efetividade do cumprimento da legislação. A seguir são pormenorizadas as fases de coleta e análise dos dados.

2.1 COLETA DE DADOS

Os dados necessários a uma análise do atual perfil do fechamento de mina no Brasil foram obtidos em revisão bibliográfica, visitas técnicas, entrevistas com profissionais da área e pesquisa em órgãos governamentais reguladores da atividade mineral.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica sobre os aspectos legais do fechamento de mina envolveu principalmente: a Constituição Federal de 1988, A Constituição Estadual, o Código de Mineração, Regulamento e Normas Regulamentares de Mineração, Leis, Deliberações Normativas, Resoluções e Portarias da Legislação Ambiental, Código de Água, Uso e Ocupação do Solo em níveis federal e estadual, Normas Complementares para Mineração (da Associação Brasileira de Normas Técnicas –ABNT). Além de artigos e entrevistas a advogados que atuam na área;

A revisão bibliográfica para fundamentar os capítulos voltados para discussão técnica do fechamento de mina, os estudos de casos e a definição de parâmetros e indicadores de sucesso do fechamento basearam-se: nos anais de simpósios, congressos, artigos técnicos em revistas especializadas e teses de mestrado e doutorado.

VISITAS TÉCNICAS

As minerações visitadas, localizadas no estado de Minas Gerais, encontram-se listadas a seguir, na ordem cronológica em que as visitas técnicas aconteceram. A escolha desses

empreendimentos foi motivada pelo fato de terem vivenciado ou estarem em fase de fechamento de mina, bem como pela facilidade de acesso:

- Mina de Águas Claras, da empresa Minerações Brasileiras Reunidas S/A – MBR, em Belo Horizonte, em março de 2004;
- Produtos Minerai Omega Ltda, no local denominado Elvas, Município de São João Del Rei, em junho de 2004;
- Mina de Volta Grande, onde a Cia. Industrial Fluminense realiza atividade de mineração, no município de Nazareno, em junho de 2004;
- Mineração Córrego do Fundão e Sociedade Mineira de Mineração Ltda., em Coqueiros, Município de Nazareno, em junho de 2004;
- Mina de Itamarati de Minas, da Cia. Brasileira de Alumínio – CBA, no Município de Itamarati de Minas, em agosto de 2004;
- Mina Fazenda São Francisco, da Mineração Rio Pomba, no Município de Mirai, em agosto de 2005;
- Mina do Pico, da empresa Minerações Brasileiras Reunidas S/A – MBR, no Município de Itabirito, em janeiro de 2006;
- Mina de Mercês, da Mineração Rio Pomba, no Município de Mercês em março de 2006;
- Mina da Fazenda Varginha, da empresa Varginha Minerações e Loteamentos Ltda, no Município de Andradas, em abril de 2006;
- Mina de Poços de Caldas, da Cia. Brasileira de Mineração – CBA, em Poços de Caldas, em abril de 2006;
- Complexo Minerário da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração – CBMM, em Araxá.

PESQUISA EM ÓRGÃOS LIGADOS À ATIVIDADE MINERAL

Foi realizada uma pesquisa junto aos órgãos governamentais ligados à atividade mineral (Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, e Ministério Público do Estado de Minas Gerais). Também foi incluído

na pesquisa, como representante dos empreendedores, o Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM. Nessas instituições, foram entrevistados os profissionais que lidam diretamente com processos de fechamento de mina.

2.2 ANÁLISE DOS DADOS E INFORMAÇÕES

Nesta fase, os dados e informações coletados passaram por uma sistematização e uma avaliação quanto ao grau de prioridade, de significância e de relevância. Neste estágio da dissertação, foram fundamentais a participação do orientador deste trabalho e a troca de idéias com profissionais que atuam nas áreas mineral e ambiental.

2.3 PROPOSTAS E SUGESTÕES

Concluindo os estudos, foram propostas diretrizes para planos de fechamento de mina, sugestões de parâmetros de sucesso de fechamento, abordagem sobre o aspecto financeiro e uma discussão sobre a efetividade do cumprimento da legislação. Nessa etapa a experiência do orientador e de profissionais que atuaram em outros fechamentos passou a ser uma fonte imprescindível. As visitas técnicas a minas fechadas e/ou em fechamento contribuíram muito para efetivação deste item.

2.4 DIVISÃO DOS CAPÍTULOS

Para cumprir o objetivo proposto, os capítulos desta dissertação foram divididos de acordo com os temas a seguir:

ASPECTOS LEGAIS DO FECHAMENTO DE MINA

É apresentado um histórico da evolução da legislação brasileira, seguido de um resumo da legislação atual e das tendências futuras. Aborda ainda, alguns acordos e legislações adotados internacionalmente e dispositivos que auxiliam o governo e a sociedade na cobrança de uma postura do setor mineral comprometida com o desenvolvimento sustentável.

PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO FECHAMENTO DE MINA

São feitas considerações aprofundadas sobre o planejamento, a implementação, o monitoramento e a manutenção do fechamento, envolvendo formas de garantias financeiras para este propósito. Enfatiza a necessidade de se focar o aspecto socioeconômico no planejamento e na implementação do fechamento de uma mina;

INDICADORES DE SUCESSO DO FECHAMENTO DE MINA

São apontados parâmetros que podem subsidiar uma avaliação do grau de sucesso de um fechamento. Os indicadores são divididos em dois grupos:

- Indicadores ambientais, envolvendo aspectos físicos, químicos e biológicos;
- Indicadores socioeconômicos, abrangendo aspectos sociais, econômicos e relativos à saúde pública;

ESTUDO DE CASOS

São apresentados alguns casos de fechamento abordando os aspectos relacionados nos capítulos anteriores. Os casos analisados encontram-se listados a seguir:

- Mina de Águas Claras – situada em Belo Horizonte, tornou-se uma referência de plano de fechamento, por se tratar do maior empreendimento mineiro (minério de ferro) da América Latina a apresentar um plano de fechamento. A proximidade da mina ao setor urbano da capital mineira conferiu algumas características especiais a esse fechamento, inclusive o uso futuro escolhido;
- Mina Maria Preta – da Companhia Vale do Rio Doce – CVRD, localizada no Município de Santa Luz, na Bahia, o fechamento da mina de ouro é abordado neste trabalho enfocando a disparidade entre os custos previstos no plano de fechamento e os custos reais da implementação do fechamento;
- Mina Inti Raymi – mina de ouro da Bolívia, que se encontra em fase final de produção. A análise deste caso limita-se às ações que a empresa está adotando para minimizar o impacto socioeconômico que a saída do empreendimento causará na região de influência do empreendimento;

- Complexo Mínero-Metalúrgico de Boquira – situado na Bahia, para produção de ligas de chumbo. A mina foi desativada em 1992 e as atividades de fundição foram paralisadas em 1993. O aspecto abordado neste trabalho é o passivo ambiental existente, em virtude da falta de implementação do fechamento desse complexo;
- Mina de Itamarati de Minas – aborda a recuperação progressiva implementada pela CBA na exploração de bauxita, no Município de Itamarati de Minas, em Minas Gerais. A lavra de bauxita permite a convivência permanente da operação das atividades minerárias com ações voltadas para o fechamento;
- Minas de carvão da Companhia de Pesquisas e Lavras Minerais - COPELMI Mineração Ltda. – localizadas no Estado do Rio Grande do Sul, tem como enfoque os diferentes tipos de usos futuros implementados com as ações e medidas do fechamento das minas.

EFEITIVIDADE DO FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL

Este capítulo enfoca aspectos relacionados à realidade dos fechamentos de mina no Brasil, analisando sob óticas diversas, as dificuldades atualmente encontradas pelos profissionais que atuam no planejamento e na implementação do fechamento de mina.

3 ASPECTOS LEGAIS DO FECHAMENTO DE MINA

O conceito de “descomissionamento” originou-se de um requerimento formal para indústria nuclear, no Canadá e logo se estendeu para mineração de urânio e depois para outras minerações (Lima e Wathern, 1999).

Pode-se compreender o fechamento de mina como a “cessação definitiva das operações mineiras”, entendimento firmado pelo DNPM. Mina, de acordo com a definição dada pelo Código de Minas (Decreto-lei nº 227/67, art. 4o), é a “jazida em lavra”. Segundo definição do mesmo dispositivo legal, jazida é “toda massa individualizada de substância mineral ou fósil, aflorando à superfície ou existente no interior da terra, e que tenha valor econômico”. Logo, por operações mineiras devem ser entendidas as atividades realizadas na jazida em lavra. A cessação deve ser definitiva, e não temporária, o que caracterizaria a “suspensão das operações mineiras”. No entanto, será demonstrado mais adiante, nesse estudo, que o direito brasileiro permite, mesmo na cessação definitiva, a retomada das operações mineiras, numa mesma área, posteriormente. De uma maneira geral, porém, pode-se considerar a desativação de um empreendimento mineiro como um processo de encerramento das atividades de lavra por razões de ordem técnica, legal ou econômica, em virtude de esgotamento ou exaustão da reserva mineral ou em razão da inexistência de condições outras que permitam a continuidade da lavra de um depósito mineral.

Um plano de fechamento de mina é um aspecto importante do projeto de mineração e deve ser gerenciado desde os estudos de viabilidade de um projeto de mineração até o término da atividade mineradora.

A reabilitação física da área é o aspecto mais focado e de maior custo num programa de fechamento de mina, porém os planos de fechamento não podem menosprezar os impactos socioeconômicos gerados pelo encerramento da atividade de mineração, principalmente na área de sua influência.

3.1 RESUMODA EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO MINERAL NO BRASIL

A Constituição de 1934 é um marco para a atividade mineral no Brasil, pois aborda um código de mineração avançado para a época, onde foi desvinculado, juridicamente, o solo do subsolo brasileiro. Este código assegurou o domínio privado sobre as minas em lavra ou paralisadas e estabeleceu o regime de concessão para o aproveitamento recursos minerais. Nesta época, foi criado o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, inicialmente vinculado ao Ministério da Agricultura, para os assuntos ligados à mineração.

A legislação mineral, desde então, sofreu modificações na Constituição de 1937, no Código de Minas de 1940, na Constituição de 1946 e no Código de 1967. Em 1981, a edição da Política Nacional de Meio Ambiente passa a ser um grande avanço e vai incentivar a elaboração das regulamentações legais e normativas consecutivas (Barros e Monticelli, 1998).

O Código de Mineração vem detalhar a maneira de como realizar a pesquisa e a lavra de bens minerais (Barros e Monticelli, 1998). No Código são definidos: a pesquisa mineral, jazida, a classificação das jazidas, a maneira de realizar relatórios e de se dirigir aos órgãos públicos fiscalizadores. Várias foram as leis ordinárias e diversos foram os decretos-lei e decretos que alteraram, acrescentaram ou complementaram as disposições do Código de Minas, atualizando-o, entre eles o Decreto-Lei nº 318/67, a Lei nº 6.403/76, a Lei nº 6.567/78, Lei nº 7.085/82, Lei nº 7.805/89, Lei nº 7.886/89, Lei nº 8.876/94, Lei nº 8.901/94, Lei nº 8.982/95, Lei nº 9.827/99 e Decreto nº 3.358/2000.

A preocupação com a questão do fechamento de minas só ganhou notoriedade a partir da década de 1980. Praticamente no mundo inteiro, a função dos Códigos de Minas até essa época era a de normatizar os vários regimes de exploração de recursos minerais, estabelecer os procedimentos administrativos, bem como os órgãos responsáveis pela atribuição de títulos minerários e competentes para a fiscalização, determinar direitos e deveres dos mineradores, etc. Não havia enfoque algum na questão da desativação de minas e no dever

de recuperação das áreas degradadas. Toda a atenção era voltada para o aproveitamento mineral em si.

A situação passou a mudar com o advento da Lei nº 6.938/81, da Constituição Federal de 1988 (quando ganharam importância o Estudo e o Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA), do Decreto nº 97.632/89 e também da Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98). Esses diplomas legislativos foram fundamentais na introdução de uma nova cultura na tradição minerária brasileira, cultura esta inspirada pela importância dada ao desenvolvimento sustentável no mundo inteiro. Diga-se que a mineração adquiriu, pelo menos no plano teórico, um caráter de responsabilidade jamais visto em toda a história brasileira, embora ainda haja muito a ser regulamentado.

A mineração, como algumas atividades humanas, interfere sobremaneira no meio ambiente, ocasionando, entre outros fatores, a alteração dos recursos naturais, tornando necessária a avaliação prévia da compatibilidade do seu desenvolvimento com a preservação ambiental, evitando danos irreversíveis ao meio ambiente.

Com efeito, para se efetivar a exploração de bens minerais é necessária a existência de dois processos distintos de licenciamento: “Licenciamento Mineral” e “Licenciamento Ambiental”.

O Licenciamento Mineral constitui um conjunto de procedimentos administrativos, que resultam em regimes de exploração e aproveitamento dos recursos minerais, abertos à livre iniciativa e concedidos pela União.

O Licenciamento Ambiental, por outro lado, é o conjunto de procedimentos administrativos que permitem uma avaliação dos impactos ambientais decorrentes da exploração mineral proposta e a ser executada, sendo a decisão final dessa avaliação, peça indispensável para se concretizar o efetivo direito de exploração do bem mineral. Em Minas Gerais, a

Deliberação Normativa do Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais – COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004, estabelece critérios para 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. De acordo com essa deliberação, a atividade em discussão está sujeita às licenças Prévia (LP), de Instalação (LI) e de Operação (LO).

3.2 ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO ATUAL SOBRE FECHAMENTO DE MINA

Este tópico apresenta um resumo dos principais aspectos legais que atualmente norteiam o fechamento de mina no país (Souza, 2003; Martins, 2003).

Art. 225 § 2º da Constituição. “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão competente, na forma da lei”.

Este artigo da Constituição imputa ao minerador uma obrigação de reabilitar o ambiente degradado pela atividade mineral. Ou seja, terminada a fase de lavra, a recuperação da área degradada pela mineração deverá ocorrer conforme a solução técnica exigida pelo órgão público competente.

Neste mesmo artigo, o § 3º estabelece três esferas distintas de responsabilidade jurídica aos infratores que desenvolverem atividades lesivas ao meio ambiente: penal, administrativa e civil.

Também o art. 19 da Lei 7.805/89 (que altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, regulamentando o regime de permissão de lavra garimpeira) responsabiliza o minerador legalmente autorizado pela recuperação dos danos causados ao meio ambiente, sem distinguir a sua natureza (civil, administrativa ou penal).

Uma medida eficaz (Souza, 2003) foi a aprovação da Lei de Crimes Ambientais do Brasil, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que prevê pesadas sanções penais para os crimes contra o Meio Ambiente, contra a Administração Pública e o Patrimônio Cultural, além de incentivar a cooperação internacional nas questões ambientais, podendo levar os infratores a cumprir penas privativas de liberdade bem como a possibilidade da punição a pessoa jurídica pelos crimes cometidos em seu nome. Os artigos 44 e 55 dessa lei abordam a exploração de recursos minerais:

“Art. 44. Extrair de florestas de domínio público, ou considerada de preservação permanente, sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou quaisquer espécie de minerais: Pena – detenção de seis meses a um ano e multa”.

“Art. 55 – Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida: Pena – detenção de seis meses a um ano, e multa”.

Parágrafo único. Nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente

Apesar de citada várias vezes como exigência, a recuperação ambiental não conta com uma lei infraconstitucional específica regendo-a. Porém, ela está regulamentada pelo Decreto-Lei 97.632, de 10/04/1989, que dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, devendo-se destacar desse decreto:

Art. 1º – “Os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental

(EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), submeter à aprovação do órgão ambiental competente, plano de recuperação de área degradada.”

Art. 3º – A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.”

Pode-se ver que o artigo 3º configura a solução técnica exigida pelo órgão público competente, como aquela cujo objetivo é estabelecer uma nova forma de utilização da área minerada, conforme um plano preestabelecido para o uso do solo.

O órgão federal responsável pelos assuntos ligados à mineração é o DNPM, autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia, responsável por promover o planejamento e o fomento da exploração mineral e o aproveitamento dos recursos minerais, bem como assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional.

A Portaria nº 237, editada pelo Diretor Geral do DNPM, em 18/10/2001 e alterada pela Portaria nº 12, de 22/01/2002 institui Normas Reguladoras de Mineração (NRM), entre elas a nº 20, que disciplina os procedimentos administrativos e operacionais em caso de fechamento de mina (definitivo ou temporário). Na NRM nº 20, o Plano de Fechamento de Mina deve fazer parte do Plano de Aproveitamento Econômico da jazida, ou poderá ser exigida a apresentação para aqueles empreendimentos que tiveram aprovação anteriormente, sem o referido plano.

Verifica-se que o Plano de Fechamento de Mina exigido pelo DNPM prevê que as etapas de desativação e fechamento sejam consideradas desde o início do empreendimento, ainda na fase de implantação. Outro aspecto a se observar é que este plano pode ser atualizado e flexibilizado, de acordo com o desenvolvimento das fases de mineração, porém não se pode

modificar a solução para recuperação da área, previamente aprovada pelo órgão ambiental competente.

3.3 TENDÊNCIAS DA POLÍTICA DE FECHAMENTO DE MINA EM MG

Ciente da necessidade de aprimorar a legislação neste aspecto, o Ministério das Minas e Energia está se empenhando em fomentar os setores competentes para complementar as leis, decretos e normas reguladoras, tal como vem acontecendo em diversos locais, principalmente nos países em desenvolvimento. Um passo nesta direção foi a criação de comissões compostas por membros de órgãos responsáveis por mineração e meio ambiente, para elaboração de normas e termos de referência sobre fechamento de mina. Atualmente, em Minas Gerais, os trabalhos dessas comissões encontram-se paralisados, aguardando uma reestruturação dos membros participantes. Mesmo assim, os primeiros resultados dos trabalhos das comissões sobre o assunto apontam para as seguintes diretrizes:

- O Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM) deverá deliberar sobre o plano de fechamento da mina;
- O COPAM deverá ter um prazo de seis meses (a partir da data de protocolo na FEAM) para analisar e emitir o Certificado de Aprovação ao interessado;
- Caso o COPAM sinta necessidade de complementação de informações, poderá solicitar essas informações ao interessado uma única vez, sendo que durante esse tempo o processo ficará suspenso;
- O custo da análise de um plano de fechamento será cobrado do interessado, baseado nos parâmetros da Deliberação Normativa nº 74, de 9 de setembro de 2004;
- Durante o desenvolvimento da atividade de mineração, o plano de fechamento deverá ser atualizado periodicamente, no que couber, podendo ser flexibilizado sem, contudo, alterar o uso previsto para a área (que foi anteriormente aprovado);
- O plano de fechamento de mina, bem como as alterações efetuadas deverão estar na mina, disponíveis para a fiscalização, em qualquer estágio de funcionamento da mesma.

A incerteza sobre o futuro da política mineral e a demora para o ajustamento de uma legislação específica podem comprometer o sucesso dos planos de fechamento. Legislações inadequadas, que vão se ajustando ao longo da vida de uma mineração, podem gerar pressões de natureza variada na gestão ambiental, principalmente de ordem econômica, podendo inviabilizar um determinado empreendimento. Infelizmente, esta dificuldade não é exclusiva do Brasil. Vários países, em particular os países em desenvolvimento, estão passando por estes ajustes na política mineral (Wahurst e Noronha, 2000). Vê-se como uma tendência mundial que as legislações:

- Sejam mais exigentes na eficácia das medidas que promovem a recuperação/reabilitação da área degradada;
- Alonguem mais o tempo de custódia da área pela empresa após o fechamento;
- Exijam garantias financeiras para o fechamento, desde o início da atividade mineradora;
- Incentivem a participação da comunidade na elaboração dos planos de fechamento, especialmente na escolha do uso futuro da área e no processo de avaliação do grau de sucesso do fechamento.

Algumas práticas podem antever e antecipar essa mudança de mentalidade, facilitando os ajustes na vida dos empreendimentos de mineração ao longo do tempo (Wahurst, 2000):

- Incluir o plano de fechamento nos estudos de viabilidade do empreendimento;
- Desenvolver uma gestão ambiental comprometida com o desenvolvimento sustentável;
- No projeto de extração e beneficiamento do minério, primar na escolha e na adoção de tecnologias atualizadas e que evitem ou minimizem a degradação ambiental;
- Promover formas de garantias financeiras para o fechamento, durante a vida útil do empreendimento;
- Buscar um relacionamento de parceria e confiança com a comunidade afetada pela mineração, desde o início de suas atividades.

- Criar condições favoráveis para que o plano de fechamento de uma mina seja fruto de uma ampla negociação entre minerador, Poder Público e sociedade (Martins, 2003).

3.4 DISPOSITIVOS DE DEFESA DOS INTERESSES DA SOCIEDADE

A favor da sociedade na luta contra danos ambientais, pode-se enumerar vários dispositivos, instrumentos de gestão e acordos internacionais que direta ou indiretamente interferem nas ações dos empreendimentos de mineração em relação ao meio ambiente. A seguir são descritos esses dispositivos, instrumentos e acordos:

DISPOSITIVOS LEGAIS

Os dispositivos legais que permitem a sociedade interferir diretamente nos empreendimentos, em razão de danos ambientais, são a Ação Civil Pública, Ação Popular e Mandado de Segurança.

Ação Civil Pública - É um instrumento processual de proteção contra o dano ambiental e outros, que permite a pessoas, que não sofreram o dano diretamente, ingressarem em juízo contra os responsáveis pelo dano. Podem ser partes legítimas para propor ação: Ministério Público (pode ser provocado por um cidadão comum ou um servidor público), União, estados e municípios, autarquias, empresas públicas, fundações, sociedades de economia mistas, associações legalmente constituídas e em funcionamento há pelo menos um ano e que incluam nas suas funções proteção ao meio ambiente. O objeto da ação é a condenação em dinheiro e/ou o cumprimento de obrigações de fazer ou de não fazer.

Ação Popular - É um dispositivo para obter invalidação de atos administrativos ou de entidades, em que o Estado participe, lesivos ao patrimônio público, à moralidade administrativa, ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e artístico. Qualquer eleitor é parte legítima para obter esta invalidação. A função da Ação Popular é prevenir e reprimir as atividades lesivas expostas acima.

Mandado de Segurança - É um dispositivo para proteger o direito individual ou coletivo, inclusive envolvendo o meio ambiente. Pessoas físicas ou jurídicas, ou entidades com capacidade processual podem ingressar em juízo. De acordo com as colocações dos juristas entrevistados, o mandado de segurança não tem sido tão eficientemente usado, como defesa de meio ambiente, comparando-o com os outros dois dispositivos citados acima.

INSTRUMENTOS DE GESTÃO AMBIENTAL

Alguns instrumentos de gestão ambiental de empreendimentos compreendem um reforço para a defesa dos interesses da sociedade em relação ao meio ambiente, sem necessitar de uma interferência direta da sociedade, concorrendo para uma postura que facilita a fase de fechamento de mina. São eles, segundo Bitar e Ortega (1998):

Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA /RIMA)– Constituem uma série de procedimentos visando diagnosticar a área de influência do projeto, identificando e avaliando os impactos ambientais decorrentes do futuro empreendimento. Um EIA detalhado deve fornecer informações que possibilitem a definição de medidas mitigadoras e compensatórias dos impactos negativos e a elaboração de planos de acompanhamento das medidas a serem implementadas, juntamente com seu monitoramento (Wahurst e Noronha, 2000).

Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) – Propõe o conjunto de soluções técnicas exigidas pelo órgão ambiental competente, cujo objetivo é estabelecer uma nova forma de utilização da área minerada, depois de cessada a atividade de mineração, definindo um plano para o uso do solo. Em termos gerais, o PRAD tem os mesmos objetivos dos planos de fechamento, ou seja, proteger o meio ambiente, garantir a segurança e a saúde pública reabilitando o local da mina a um estado de uso futuro adequado. Porém, com diferentes modos de propor e elaborar (Lima, 2000).

Licenciamento Ambiental – A Licença Ambiental emitida pela agência ambiental do estado em que o recurso mineral se localiza é obrigatória para pesquisa, instalação e operação de qualquer atividade de mineração. Os tipos de licenças ambientais requeridos são nomeados: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). A LP é outorgada para o estágio de planejamento de projetos preliminares de mineração, de acordo com os planos definidos pelo município, estado ou federação para o uso do solo e devem ser de acordo com os padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). A LI autoriza o início da implementação do projeto de mineração. A LO autoriza, após a confirmação da implantação das medidas de controle ambiental, o início das atividades licenciadas e funcionamento dos equipamentos de controle de poluição previstos no plano de mineração (Lima, 2000).

Monitoramento Ambiental – Consiste em realizar medições e observações específicas dirigidas a alguns indicadores e parâmetros ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar impactos ambientais e/ou a eficácia das medidas reparadoras implantadas.

Auditoria Ambiental – Consiste em uma análise sistemática, periódica, documentada e objetiva da conformidade existente entre as práticas de uma empresa e as exigências ambientais estabelecidas.

Análise de Riscos Ambientais – Compreende a estimativa prévia da probabilidade de ocorrência de um acidente e a avaliação das conseqüências ambientais, econômicas e sociais.

Investigação do Passivo Ambiental – Corresponde à identificação e avaliação de todos os problemas ambientais preexistentes, frente a um novo empreendimento ou um novo dono e serve particularmente para evitar que futuros proprietários assumam, sem conhecimento prévio, responsabilidades por alguma degradação ambiental, causada por anteriores.

Seguro Ambiental – Instrumento que tem a finalidade de garantir a reparação de danos pessoais ou materiais causados involuntariamente a terceiros, decorrentes de poluição ambiental. Este mecanismo é um fator influente, já que as companhias seguradoras, exigem de seus clientes severos requisitos prévios ao empreendimento. Por exemplo, garantias financeiras para o fechamento de mina

ACORDOS E LEGISLAÇÕES INTERNACIONAIS

Com a crescente integração econômica entre os países, os acordos e as legislações internacionais passam a ter um peso maior, também na área ambiental. Assim, na Europa, as diretrizes para os resíduos sólidos, por exemplo, passam a interferir na legislação interna de cada país.

Além dos acordos entre governos de países, outras esferas de acordos têm influenciado sobremaneira a mudança de postura em relação ao meio ambiente, de vários países, inclusive o Brasil. Podemos citar como exemplo a certificação ambiental, explicada abaixo (Bitar e Ortega, 1998):

Certificação Ambiental – o Sistema de Gestão Ambiental é um dispositivo, inspirado na normatização técnica inglesa, que se traduz na montagem de uma estrutura organizacional, cujo objetivo primordial é promover ações voltadas à melhoria contínua do desempenho ambiental. Esse modelo serviu de referência para elaboração da série de normas técnicas editadas pela *International Organization for Standardization* (ISO 14.000). O [Bureau Veritas Quality International \(BVQI\)](#), através de órgãos credenciados em vários países, serve-se deste sistema de gestão para promover a certificação ambiental da empresa. No Brasil a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e o Instituto de Metrologia (INMETRO) são credenciados pelo BQVI. A importância internacionalmente reconhecida de uma certificação ambiental tem estimulado empresas do ramo de mineração a adotarem este sistema de gestão.

Associações de Administração Ambiental – A partir de 1985, muitas empresas inovadoras de vários países juntaram-se em associações de administração ambiental. Várias

associações, por sua vez, constituíram uma Rede Internacional para a Administração Ambiental, cujo maior objetivo é fazer com que o maior número de empresas pratique a administração ambiental, o mais rápido possível. Pode-se citar como exemplo dessas associações nos Estados Unidos e Canadá a SIF – *Fórum de Investimentos Sociais*; a *Global Environmental Management Initiative* (GEMI). Na Alemanha, Áustria e Suécia, a *Bunderdeuscter Asbeitskrein fur Umwelbvusstes* (BAUM) é uma associação semelhante às duas citadas anteriormente. No Brasil, a Sociedade para o Incentivo ao Gerenciamento Ambiental – SIGA foi criada nos moldes da BAUM.

Organizações Não Governamentais – As ONGs, de várias naturezas, têm incentivado a responsabilidade ambiental, auxiliando na disseminação de práticas ecologicamente corretas.

4. PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO FECHAMENTO DE MINA

A mineração é uma atividade realizada no Brasil desde o período colonial é responsável por uma considerável parcela do PIB nacional, gerando renda, emprego e desenvolvimento. O tempo de vida de um empreendimento minerário é relativamente curto. Sendo assim, o fechamento de uma mina é inevitável e, algumas vezes, é um fenômeno complexo e traumático. A limitação da vida útil de uma mina é acarretada por razões de exaustão de reservas minerais, ou por motivos de ordem econômica. Além disso, a atividade mineral é causadora de profundas mudanças no meio físico onde atua. Todas essas características somadas, seja do ponto de vista ambiental ou do sócio-econômico, tornam imprescindível que esse tipo de empreendimento contemple a fase de fechamento, desde seu projeto inicial. Ou seja, o plano de fechamento da mina deve ser elaborado de modo integrado ao próprio projeto de mineração.

Planejar para o fechamento beneficia a comunidade e a companhia mineradora. Fechamento de mina sem um planejamento correto pode trazer sérias conseqüências à comunidade local, devido à grande dependência que tem a atividade mineradora ao meio ambiente que habita. Em contra partida, a mesma falta de planejamento trará para a mineradora mais despesas e trabalho na ocasião do fechamento e ainda dificultará a possibilidade de tornar a área minerada auto-sustentável. Pode-se assim citar os seguintes benefícios que um bom plano de fechamento pode trazer (Wahurst, 2000a):

- Assegurar que o ar, água e solo da região sejam utilizados pelas futuras gerações;
- Promover um ambiente saudável onde os mineradores possam trabalhar e viver aumentando a produtividade da mineração;
- Reduzir o extenso e dispendioso serviço de remediação/recuperação;
- Reduzir riscos;
- Incentivar na empresa uma conduta de responsabilidade ambiental;
- Reduzir tensões e conflitos com a comunidade local.

O programa de fechamento consiste em duas seqüências de fases distintas, que ocorrem coordenadas e às vezes concomitantemente: planejamento e implementação.

4.1 ETAPAS DO FECHAMENTO DE UMA MINA

O planejamento do fechamento de uma mina deve ter início ainda na fase de viabilidade econômica do empreendimento, onde os impactos ambientais que ocorrerão começam a ser avaliados. O complexo universo que envolve as responsabilidades econômicas e sociais associadas à mineração pode aflorar apenas no momento do fechamento da mina, porém, o planejamento antecipado pode minimizar o problema. Segundo Robertson e Kirsten (1989), o ideal seria planejar o fechamento dividindo o local da mineração em várias áreas separadas e promovendo a recuperação progressivamente. Com essa conduta obtêm-se os seguintes benefícios:

- Poder avaliar o fechamento em cada área recuperada, descobrindo “defeitos ocultos” previamente e propiciando mudanças de projeto para as áreas subseqüentes;
- Promover a execução de parte das medidas enquanto o empreendimento ainda é rentável;
- Permitir a transferência da custódia paulatinamente;
- Diminuir os riscos para o sucessor da custódia, permitindo que a comprovação do sucesso fechamento aconteça enquanto a empresa ainda atua na área;
- Reduzir o tempo de custódia da área recuperada.

Outra recomendação feita ao minerador refere-se ao tempo de fechamento e custódia da área. Quando se planeja, elabora-se um cronograma com projeção no futuro. No caso do fechamento de mina, deve-se levar em conta que o tempo para se atingir o pleno fechamento de uma mina pode vir a se tornar muito mais longo do que se havia previsto, com as mudanças de critérios governamentais. A tendência é que esses critérios fiquem cada vez mais exigentes, como foi apresentado no segundo capítulo.

A reabilitação de uma área, quando do fechamento de mina, passa por três estágios, que são apresentados a seguir segundo Lima e Wathern (1999). Esses estágios não apresentam uma distinção muito clara entre si e muitas vezes podem ocorrer concomitantemente:

1º Estágio ⇒ Planejamento - O planejamento do fechamento deve acontecer o mais cedo possível, de preferência integrado ao planejamento da própria mina. Algumas ações mitigadoras já devem ser tomadas no tempo de vida útil da mina. O plano de fechamento deve ser atualizado e corrigido, de acordo com as alterações que a atividade de mineração for sofrendo ao longo de sua vida.

2º Estágio ⇒ Ações Efetivas. Durante a lavra e imediatamente após cessar as atividades de mineração, deve-se implementar um conjunto de ações que visem a reabilitação da área para o novo objetivo escolhido.

3º Estágio ⇒ Monitoramento e manutenção. Corresponde ao período destinado ao acompanhamento do programa de reabilitação, visando demonstrar e garantir o sucesso do fechamento da mina.

4.2 PLANEJAMENTO

O planejamento deve contemplar as seguintes etapas:

- definição da equipe;
- definição de objetivos;
- caracterização da área;
- caracterização da mina;
- descrição dos passivos ambientais;
- destinação futura da área;
- definição dos requisitos técnicos para o plano de recuperação ambiental;
- escolha das medidas a serem adotadas para a recuperação ambiental das áreas degradadas pela atividade mineral;

- estimativa de custos.

Definição da equipe – Deve-se escolher criteriosamente uma equipe multidisciplinar para planejar o fechamento da mina. A experiência pessoal dos membros da equipe conta muito, pois as diretrizes para o fechamento não são muito claras. Com base nas entrevistas realizadas e na análise dos planos de fechamento estudados, pode-se concluir que uma equipe inexperiente pode errar grosseiramente na escolha das medidas para reabilitação e na previsão orçamentária, causando grandes prejuízos às empresas. No Brasil e no exterior, as estimativas de custos com o fechamento têm apresentado valores bem divergentes dos gastos reais. O fechamento da Mina de Maria Preta, segundo Oliveira Júnior (2002), teve seus custos totais de projeto orçados inicialmente em R\$ 229.519,16. Estes custos foram amplamente subestimados. Os custos com a recuperação ambiental, desde janeiro de 1998 até julho de 2001, somaram R\$ 1.150.425,00 e no total, deverá ser gasta um valor aproximado de R\$ 2.144.278,62, ou seja, 9,3 vezes mais do que o inicialmente orçado.

A experiência internacional aponta para um outro grave problema em relação às equipes que elaboraram planos de fechamento de mina, conforme apresentado em MMSD (2001). Algumas vezes, essas equipes priorizam o objetivo de fazer relatórios dentro das normas, facilitando os trâmites legais, porém não se preocupam em representar a realidade. Este tipo de equipe, apesar de aparentemente ágil e econômica na fase de obtenção das licenças ambientais, pode causar elevados danos e custos para a sociedade e para o próprio minerador, quando chegar o momento de implementar o fechamento.

Definição dos objetivos – A definição dos objetivos é uma importante fase do trabalho, pois influenciará o plano de fechamento como um todo. Os objetivos devem ser definidos claramente antes da elaboração do plano de fechamento. Eles serão discutidos com mais profundidade em um item à parte.

Caracterização da área – Nesta etapa identificam-se o(s) proprietário(s) da(s) terra(s), descreve-se a localização da área, seus principais elementos. Esse diagnóstico inclui um detalhamento sob os pontos de vista regional e local dos aspectos físicos (clima, fisiografia, geologia, geomorfologia, hidrogeologia, hidrologia, pedologia); bióticos (relativos à flora e à fauna) e antrópicos (socioeconômicos, legais e patrimoniais). É importante que se caracterize com o máximo de dados possíveis as intervenções realizadas na área durante a vida útil da mina. O EIA/RIMA e dados do programa de monitoramento formam bancos de dados para essa etapa.

Caracterização da mina – Constitui-se na descrição de todas as atividades desenvolvidas na área ao longo da atividade de mineração. Inclui processo de beneficiamento; áreas de lavra (cavas e pilhas de estéril); barragem para disposição do rejeito; oficinas; escritórios; alojamentos, paióis, estação de energia, equipamentos, etc.

Destinação futura da área – Deve-se fazer uma análise cuidadosa para se decidir qual a melhor condição de reabilitação para a área. Nesta etapa, deve-se envolver intensamente a população local, promovendo debates e discussões para se saber das suas aspirações a respeito do assunto. Robertson, Devenny e Shaw (2002) propõem a criação de um “*Mine Planning Goup*”, onde os apoiadores discutem junto com os técnicos da mineração o melhor uso futuro para as áreas a serem recuperadas e também as formas de prover esses custos. Ao pensar em cada área, deve-se ter em mente um plano regional de desenvolvimento, anteriormente discutido e aprovado pelo “*Regional Planning Groups*” (composto por autoridades locais e regionais, representantes dos diversos setores da comunidade, órgãos reguladores e companhias mineradoras). O tipo de uso previsto para a área após o fechamento irá interferir visivelmente nos objetivos da reabilitação. Este aspecto será discutido à parte, mais à frente, com mais detalhes.

Descrição do passivo ambiental – Nesta etapa deve-se identificar todas as áreas onde se farão necessárias intervenções corretivas, fornecendo dados suficientes para se avaliar a

magnitude do impacto ambiental ocorrido em cada um desses locais e passíveis de ocorrer quando do fechamento.

Escolha das medidas a serem adotadas – A escolha dessas medidas deve levar em consideração não somente o passivo ambiental e o impacto do fechamento, como as exigências da legislação ambiental. A magnitude das operações de fechamento, seus custos e a duração do programa de fechamento devem ser estimados com o maior critério. Essas medidas devem contemplar ações que promovam a estabilização das áreas da mina (cavas, sistemas de disposição de rejeito, estéreis e demais resíduos); aproveitamento ou desmobilização da infra-estrutura; reabilitação ambiental; comunicação, etc. Um detalhamento dessas medidas será feito adiante no item que aborda a implementação do programa.

Monitoramento e Manutenção – O monitoramento e a manutenção da área constituem uma fase importante do fechamento, pois devem demonstrar, por meio de análises de parâmetros ambientais a eficiência das medidas adotadas e o grau de sucesso do fechamento obtidos com a remediação e a restauração da área. O programa de monitoramento é elaborado tomando como referência os impactos ambientais previstos no EIA e que emergiram durante o ciclo de vida da mineração (Warhurst,2000a e Ricks,1997). Ambos, impactos ambientais ocasionados pela mineração e objetivos do plano de fechamento, permitem estabelecer critérios e indicadores de sucesso e para isso deve-se escolher, em cada caso, os indicadores que melhor demonstrarão a recuperação da área em questão. Esse programa estabelece que dados devem ser coletados, quais os pontos de amostragem, quais análises devem ser procedidas, etc. À medida que se obtém os dados, deve-se compará-los com os resultados anteriores e armazená-los no banco de dados da mina. O tempo de monitoramento de uma área recuperada/reabilitada é outro ponto polêmico, pois deve durar o necessário para avaliar o sucesso do fechamento, variando de acordo com cada situação e será discutido no capítulo quatro, mais detalhadamente. Os pontos de amostragem e parâmetros devem ser previamente definidos para água, solo e ar. Os resultados levantados durante o monitoramento devem ser passados periodicamente aos órgãos reguladores e outros apoiadores do processo.

Previsão de custos – prever os custos de todas as ações propostas, de modo realista, é fator primordial para que o processo de fechamento ocorra como esperado. A importância deste aspecto será discutida em um item à parte.

4.3 OBJETIVOS DO PLANO DE FECHAMENTO DA MINA

As empresas mineradoras ainda dão pouca ênfase para o planejamento do fechamento da mina, devido à falta de legislação e diretrizes específicas e pelo próprio caráter da indústria que embora conheça a provável vida útil da mina, ainda dispensa baixa prioridade nas providências relacionadas ao aspecto do fechamento. As estruturas organizacionais das empresas servem para reforçar essas falhas, deixando a responsabilidade de gerenciar o

planejamento do fechamento para indivíduos ou departamentos atribuídos com outras obrigações, podendo, portanto dedicar pouco tempo ao assunto (Warhust e Noronha, 2000). A mesma cultura foi identificada, com as entrevistas realizadas nos órgãos públicos, onde as equipes e/ou pessoas responsáveis por elaborar normas para o fechamento já têm seu tempo comprometido com outras tantas funções. As entrevistas e visitas às empresas e aos órgãos públicos deixaram este aspecto evidenciado.

Delimitar os objetivos do fechamento vai influenciar sobremaneira todo o planejamento da mina. Apesar das diferentes perspectivas de cada empreendimento mineiro, algumas premissas básicas devem nortear os planos de fechamento (MMSD, 2001; Ricks, 2000; Lima e Curi, 2002):

- A área afetada pela atividade de mineração deve oferecer, após o fechamento, condições plenas de segurança e saúde pública ao longo do tempo;
- O meio ambiente não pode ficar sujeito a agentes de deterioração química ou física;
- A drenagem natural da área deve ser restaurada e monitorada;
- A recomposição da vegetação deve ser buscada sempre que o uso previsto permitir;
- O sucesso do fechamento deve ser comprovado por um programa de acompanhamento e monitoramento pós-fechamento;
- O uso da área, definido para depois do fechamento, deve ser benéfico e sustentável ao longo do tempo;
- Os impactos socioeconômicos advindos do fechamento devem ser minimizados;
- Os benefícios socioeconômicos devem ser maximizados.

4.4 USOS PREVISTOS PARA AS ÁREAS PÓS-MINERADAS

As medidas a serem implementadas no plano de fechamento são fortemente influenciadas pelo tipo de uso definido para a área após o fechamento. Deve-se optar sempre por um uso futuro auto-sustentável ao longo do tempo, pelo menos para a maior parte da área. Caso a opção de auto-sustentabilidade não seja viável, a empresa, com auxílio da comunidade e

das autoridades governamentais, pode buscar apoiadores para o projeto e juntos definirem a melhor forma de garantir a sustentação econômica da área ao longo do tempo. Um outro fator a ser considerado é que, para qualquer uso escolhido, as condições de saúde e segurança serão prioritárias. Além disso, as atividades de monitoramento e manutenção das medidas implementadas deverão ser detalhadamente especificadas nos planos de fechamento assim como os responsáveis pelos serviços. Robertson, Devenny e Shaw (2002) propõem uma discussão de uso sustentável, que apresentada resumidamente na tabela a seguir:

Tabela 4.1: Definições de sustentabilidade do uso futuro

TERMO	DEFINIÇÃO
Uso sustentável	Uso ou usos que podem ser sustentados indefinidamente com os recursos provindos (inclusive recursos fiscais) ou que podem ser gerados pelo próprio uso. Exemplos: silvicultura, aproveitamento de recursos hídricos, recreações comerciais.
Uso auto-sustentável	Usos que são sustentados por um processo natural, não requerendo ações do homem. Exemplos: reflorestamento ou reservas naturais.
Uso sustentável c/ medidas passivas	Uso que requer intervenções ocasionais do homem para sua manutenção. Exemplo: pastagens.
Uso sustentável c/ medidas ativas	Uso que requer freqüentes e contínuos esforços para manter a sustentabilidade. Exemplo: operação e manutenção de tratamento de água para remover descargas de poluentes como é realizado

	na barragem 4 da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração – CBMM (Figuras 4.1 a 4.4).
Áreas intactas	Áreas que não foram modificadas pela atividade mineral.
Áreas de recuperação inviáveis	Áreas cujas perturbações sofridas foram tão intensas, seja nas suas características físicas, químicas ou biológicas, que tornaram inviável a recuperação/remediação, expondo a riscos de segurança ou saúde do homem o seu aproveitamento. Exemplos áreas contaminadas por chumbo.

Fonte: *Post Mining Sustainable Use Plans vs Closure Plans*, Robertson et al (2003)

As figuras 4.1 a 4.4 foram obtidas na visita técnica realizada na CBMM, em Araxá. A barragem enfocada apresenta problema de contaminação (de bário) das águas que por ela percolam. Foi a primeira barragem a ser construída, no empreendimento, para armazenar o rejeito gerado no processo de concentração do minério de nióbio. Destinava-se também ao armazenamento e recuperação de parte da água utilizada no processo, preservando os mananciais da região.

Está em fase de fechamento, seu projeto de desativação foi protocolado na FEAM há mais de um ano. Até 1981, os rejeitos da unidade de concentração foram depositados e a cobertura do rejeito foi executada com material estéril da mina. Em seguida, foi feito o plantio de eucalipto no talude de montante, paralelamente à crista da barragem.



Fig. 4.1 – Imagem da barragem 4 (CBMM, Araxá) em fase de desativação.

Fonte – <http://earth.google.com> (acesso em 10/08/2006)



Figura 4.2 – Vista da barragem 4, CBMM, em fase final de fechamento (plantação de eucalipto).



Figura 4.3 – Tanque onde é misturado o sulfato de sódio para remediar a contaminação da água subterrânea.



Figura 4.4 – Vertedouro de sangramento, onde são tratadas as águas que bombeadas na barragem 4 e as águas pluviais que circundam a barragem.

A tabela a seguir exemplifica algumas opções adotadas para uso após o fechamento:

Tabela 4.2: Propostas de Usos Futuros Para Áreas Pós-Mineração

USO PROPOSTO	CONSIDERAÇÕES
Restauração da área lavrada às condições anteriores à atividade mineral.	Difícilmente toda a área afetada por uma mineração pode ser restaurada às suas condições originais. A própria natureza da atividade mineradora é causadora de profundo impacto na paisagem local. Este tipo de uso é previsto algumas vezes para partes menos afetadas da área, que podem ser revertidas às formas originais.
Preparação para reaberturas de minas	Muitos são os motivos que podem paralisar as atividades de mineração em um dado momento, mesmo sabendo que a área apresenta potencial para uma futura mineração. Alterações no preço de mercado, espera da evolução da tecnologia, presença de bens minerais diversificados numa mesma área, etc. Portanto, algumas vezes aparecem planos de fechamento que propõem medidas preparando a área para o desenvolvimento de uma posterior atividade mineradora. Neste caso, o plano de fechamento propõe medidas temporárias e paliativas, servindo somente para melhorar as condições temporariamente.
Agricultura e Pecuária	É muito comum a reabilitação de áreas mineradas para uso agrícola e para criação de gado. No capítulo dedicado ao estudo de casos, as minas de Maria Preta, na Bahia (Oliveira Júnior, 2002), de bauxita, em Itamarati de Minas (Abreu, 2003) e de Butiá-Leste, no Rio Grande do Sul (Grigorieff, 2004) são exemplos desta escolha de uso futuro.
Piscicultura	Também tem sido freqüente a inclusão de tanques para piscicultura, nos planos de fechamento de mina, aproveitando escavações inundadas, que são preenchidas com água (Mina do Recreio, RS).
Recreação	Formação de bosques, parques, lagos, visando a recreação e o turismo, podem ser boas opções para áreas mineradas próximas a núcleos urbanos ou que tem potencial turístico (Pedreira Adventure Park, ¹ ES).

Continua...

¹ É um parque temático, localizado a apenas 5km da cidade de Guarapari, Espírito Santo. A atividade mineral da região, extração de granito, foi responsável pela formação de um lago circundado por um canyon com 55 m de altura, onde esportes radicais são praticados. No local, também são promovidos eventos de grande porte, AMBIENTEBRASIL, 2006 (Figuras 4.5 a 4.7).

Tabela 4.2: Propostas de Usos Futuros Para Áreas Pós-Mineração (continuação)

USO PROPOSTO	CONSIDERAÇÕES
Reservas Ecológicas	As áreas mineradas podem ser recuperadas para se tornarem habitat propícios para o desenvolvimento de espécies a serem preservadas, ou viveiro de mudas silvestres.
Fins Cultural e Educacional	Locais que foram minerados podem servir de museus aproveitando a infra-estrutura existente, bem como de material didático para aulas práticas. Por exemplo, deixando expostas cavas e taludes que servirão para aulas nas áreas de geologia, engenharia de minas e outras. Neste caso, deve-se adequar os fatores de segurança para os taludes e outras estruturas. Como exemplo, cita-se o Parque do Varvito ² , em Itu, Estado de São Paulo, Souza, 2005.
Empreendimento Turístico/Comercial	Em minerações localizadas em áreas nobres, altos investimentos podem ser viáveis (Mina de Águas Claras).
Industrial	Sabendo do declínio econômico que o fechamento de um empreendimento mineiro gerará na área onde atua, a substituição desta atividade por uma outra industrial pode resolver sérios problemas sócio-econômicos locais e/ou regionais. Um esforço bem planejado, antecipando o fechamento, envolvendo a companhia mineradora, agências governamentais, líderes políticos da região e a comunidade em geral podem tornar atrativa a implantação de uma indústria no local. A mina poderia facilitar cedendo inclusive sua infra-estrutura, o governo oferecendo incentivos fiscais e lideranças locais viabilizando cursos de treinamento de mão-de-obra (Ricks, 1997; MMSD, 2001).

Continua...

Tabela 4.2: Propostas de Usos Futuros Para Áreas Pós-Mineração (continuação)

USO PROPOSTO	CONSIDERAÇÕES
---------------------	----------------------

² Varvito é o nome utilizado pelos geólogos para denominar um tipo especial de rocha sedimentar formada pela sucessão repetida de lâminas ou camadas, cada uma delas depositada durante o intervalo de um ano, típica de ambiente lacustre glacial. A origem da extração de varvito na pedreira de Itu, Estado de São Paulo, é contemporânea do início do povoamento da região, no século XVII. Com o passar dos anos ela se constituiu em uma significativa atividade econômica. O Parque do Varvito (Fig. 4.8 a 4.11) foi criado tendo em vista a grande importância dessa pedreira como documentário da História Geológica do Brasil. O projeto museológico do Parque do Varvito foi desenvolvido pelo poder público municipal em 1993 (Souza, 2005).

Área Isolada

Em alguns locais, torna-se perigoso reabilitar a área para qualquer tipo de uso, devendo-se tomar os cuidados necessários para o isolamento total dessa área. Neste caso, uma sinalização adequada e bem visível é de grande importância, bem como um rigoroso programa de fiscalização dessas áreas. Dois grandes problemas são o tempo necessário de isolamento e quem assumirá a custódia desta área

Geração de



...cem boas
...eólica. A
...de energia
...Enquanto
...s originais,
...de energia

Fontes: Abre
(2002); Rabe

Oliveira Jr

A seguir, sã

ri, ES.



Figuras 4.5 e 4.6 –Adventure Park. Cava de mina recuperada para uso recreativo.

As fotos a seguir ilustram o exemplo de área degradada para mineração, recuperada para fins cultural e educacional (Parque do Varvito, Itu, SP).

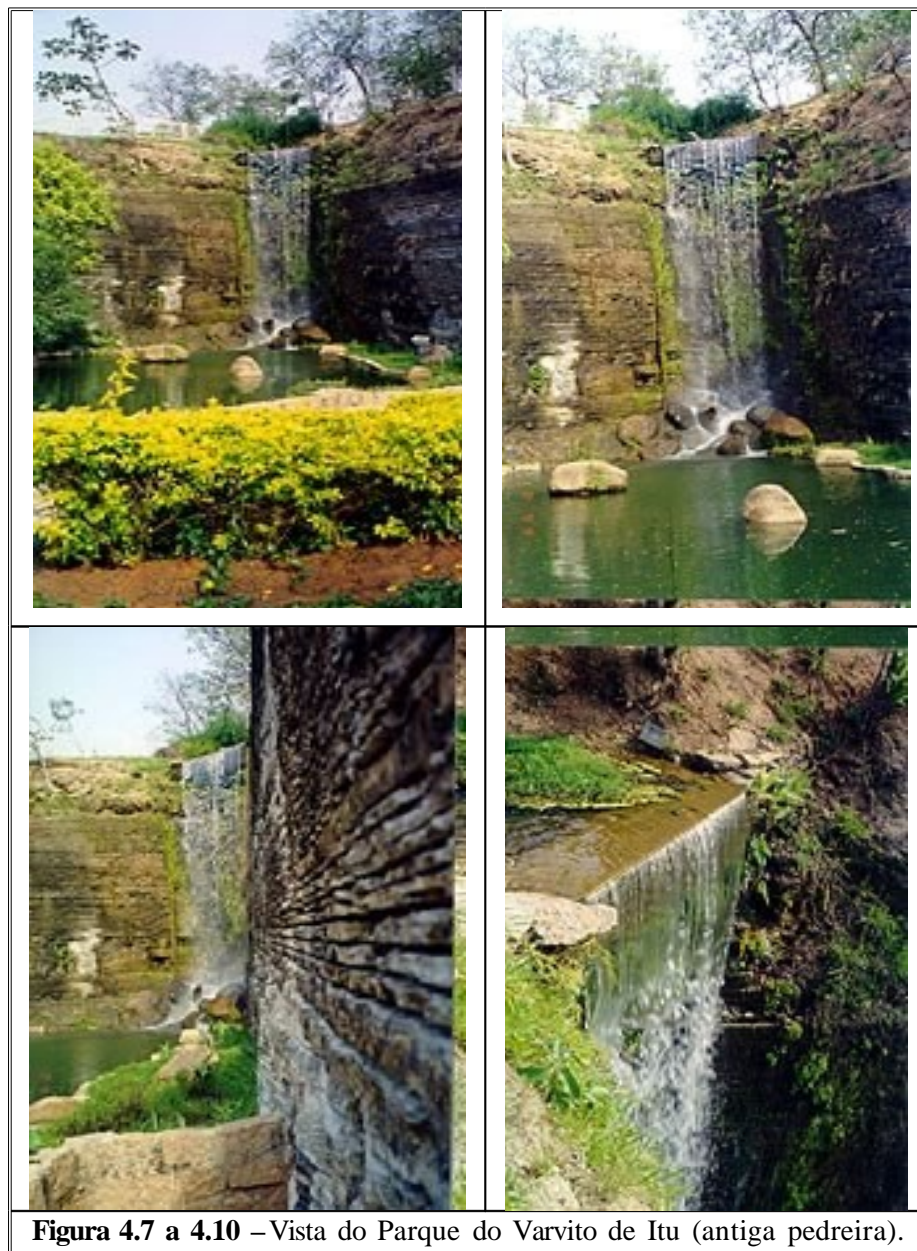


Figura 4.7 a 4.10 – Vista do Parque do Varvito de Itu (antiga pedreira).

4.5 REQUISITOS TÉCNICOS ADOTADOS/ O PLANO DE FECHAMENTO

Uma importante consideração para planejamento dos aspectos ambientais do fechamento de mina é a designação de critérios e parâmetros que serão adotados para cálculos e procedimentos. Esses parâmetros devem considerar as várias condições críticas e também

irão servir de balizamento quando se efetuar a avaliação do sucesso do fechamento. A idéia de padronizar nacionalmente fechamentos é um paradoxo para os regulamentos da mineração. Sempre que ocorre esta tentativa, chega-se a conclusão que, na maioria dos aspectos, não há lugar para generalizações. Porém, no que se refere a critérios de projetos de fechamento, não há como deixar de estabelecer padrões mínimos e aspectos a serem observados visando a segurança local (Clarck, 2000). Alguns mais relevantes serão abordados resumidamente a seguir:

Tempo de Recorrência – Os cálculos para obras hidráulicas nas minerações, inclusive para algumas barragens, leva em consideração um tempo de recorrência³ relativamente baixo (geralmente 100 anos). Este tempo é compatível com a vida útil relativamente curta de uma mina (as minerações trabalham com uma estimativa de poucas décadas de exploração). Porém, as atividades de fechamento trabalham com previsões bem maiores de tempo, requerendo uma revisão do tempo de recorrência adotado durante a atividade de exploração e conseqüentemente correções em suas obras hidráulicas. No caso de barragens, devido ao risco potencial que representa, a tendência mundial é de se fazer os cálculos que utilizam precipitações e vazões máximas, considerando eventos decamilenares (tempo de recorrência de 10.000 anos).

Fator de Segurança – Os fatores de segurança adotados em análise de estabilidade de taludes e outras estruturas durante a atividade de mineração são baixos, devido muitas vezes ao breve tempo de vida dessas estruturas. Porém, quando se projeta para o fechamento, o tempo de estimativa passa a ser maior e as implicações com os riscos também, portanto os fatores de segurança devem ser revistos e as intervenções necessárias para estabilizar as estruturas devem ser efetuadas.

³ Entende-se por **tempo de recorrência** para dimensionamento de obra hidráulica, como o tempo que será levado em consideração para se estipular a maior cheia que ocorre nesse período e que a obra deverá estar capacitada para suportar.

Controle de Águas Ácidas – Sulfetos nas rochas quando expostas ao oxigênio do ar oxidam-se e a geração de águas ácidas ocorre quando a quantidade de sulfetos no estéril gera mais ácido que os álcalis são capazes de consumir. Com o aumento da acidez na água, a capacidade de dissolver os metais das rochas e dos rejeitos aumenta. Com o aumento da dissolução vai haver mais lixiviação para o meio ambiente e podem estar em uma concentração na água que a torna insalubre (Caldwell e Robertson,1986). Apesar de conhecida há tempos, só recentemente teve reconhecido o poder de interferência ambiental e extensão do passivo ocasionado com a geração de água ácida na mineração. Principalmente, por que o problema pode demorar a ser detectado ou pode ser intensificado com o passar do tempo. Na verdade, a capacidade de prever todas as condições que resultem em drenagem ácida ainda são incertas. Também não se tem segurança quanto à eficácia, ao longo do tempo, de algumas medidas mitigadoras.

Histórico das Análises da Qualidade da Água e Solo – O desenvolvimento da drenagem ácida e a contaminação do solo e da água são geralmente as maiores preocupações ambientais em áreas mineradas, e as medidas para reverter o processo são de considerável ordem financeira. Portanto, sem dúvida, esses parâmetros serão fundamentais para avaliar o grau de sucesso do fechamento de qualquer mineração. Como cada região tem seus parâmetros naturais específicos, os dados só poderão ser analisados comparando-os com dados locais levantados antes durante e após a atividade de mineração. Para isso ocorrer, é importante a mineração construir ao longo do tempo uma série histórica da área com os resultados dessas análises. É importante, que as minerações apresentem análises com o mesmo grau de confiabilidade, devendo assim, existir laboratórios credenciados pelas agências reguladoras.

Levantamento da Biota da Região – Levantamentos das espécies de animais e vegetais que compõem a área afetada pela mineração, também devem ser feitos regularmente, formando uma série histórica de dados antes, durante e após atividade mineradora, com finalidade de comparação para inferir o grau de sucesso do fechamento.

4.6 A IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA

Ações especificamente planejadas para reabilitar a área devem ser tomadas, tendo como referencial os objetivos listados no início deste capítulo. Deve-se ter o cuidado de documentar todas as alterações de projeto que vão acontecendo ao longo da implementação do programa de recuperação, bem como todas as variações que ocorreram entre as estimativas de custos e o custo real.

As medidas mitigadoras a serem tomadas podem ser divididas em dois grupos distintos (Lima e Curi, 2002):

- Tecnologias passivas – englobam medidas que uma vez implantadas, requerem monitoramento e manutenção;
- Tecnologias ativas – medidas que requerem constante operação e/ou monitoramento e manutenção.

RECUPERAÇÃO PROGRESSIVA DA ÁREA MINERADA

De acordo com Robertson *et ali* (2002), a mina pode ser dividida em áreas distintas (*Reclamation Units*) para recuperação, implementando a recuperação progressiva e a transferência parcial de custódia, ficando para a fase pós-mineração somente as medidas finais. As primeiras unidades recuperadas vão servindo de parâmetro de avaliação para o fechamento final. Assim, as responsabilidades são reduzidas, a eficiência da tecnologia adotada no fechamento pode ser demonstrada, e “defeitos ocultos” podem ser descobertos previamente pelo sucessor da custódia. Neste caso, os riscos enfrentados pela empresa de mineração e pelo sucessor da custódia são reduzidos. O sucessor da custódia beneficia-se em testar a capacidade de sustentabilidade do uso pós-mineração enquanto o empreendedor ainda está operando na região. Para o minerador, o encorajamento desta prática deve-se às vantagens listadas a seguir (Ricks, 2000):

- Custos, comprovadamente menores;
- Medidas de fechamento ocorrendo integradas com as operações rotineiras;

- Implementação de monitoramento como parte da rotina do gerenciamento ambiental;
- Custos distribuídos concomitantemente com as operações e cobertos pelo rendimento da mina;
- Possibilidade de detecção rápida dos efeitos ambientais adversos, possibilitando uma intervenção mais fácil;
- Tempo de fechamento final mais curto;
- No caso de falência do empreendimento, o passivo ambiental deixado será muito menor;

Em algumas atividades minerais a possibilidade de se colocar em prática a recuperação progressiva é muito reduzida. A exploração ocorre em cavas localizadas que vão sendo aprofundadas com o tempo, até a exaustão do minério. Somente no final da lavra é possível implementar medidas de recuperação, no local da mina. É o caso das minas de ferro do Quadrilátero Ferrífero.

Outras ocorrências minerais criam maiores possibilidades de avançar com a recuperação progressiva da área. É o caso da extração de minério em tiras, como do carvão (Figura 4.11) e da bauxita (Figuras 4.12 a 4.15). As camadas mineralizadas normalmente atingem poucos metros de espessura e são quase superficiais, abrangendo extensas áreas. Por esse motivo, essas minerações não implicam em cavas profundas ou encostas cortadas em bancadas, mas em faixas de solo mineradas, uma de cada vez. Tal fato possibilita a reabilitação das áreas concomitantemente com o desenvolvimento da lavra, pois enquanto uma faixa de solo está sendo minerada, a faixa anterior já pode estar sendo reabilitada.



Figura 4.11 –Recuperação progressiva (lavra e recuperação ocorrendo concomitantemente)
Mina Butiá –Leste, RS da COPELMI(Gregorieff, 2004)

A seguir, são apresentadas as fotos da Mina de Itamarati da Companhia Brasileira de Alumínio – CBA, localizada no município mineiro de Itamarati de Minas, mostrando a seqüência dos trabalhos de exploração e recuperação de faixas do solo, concomitantemente (Abreu, 2003).



Figura 4.12 – Faixa do terreno da Mina de Itamarati, sendo aberta para extração de bauxita.



Figura 4.13 – Reconformação topográfica da cava com preenchimento do material retirado de outra faixa a ser lavrada.



Figura 4.14 – Abertura de curvas de nível.



Figura 4.15 – Retomada do solo fértil.

IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS MITIGADORAS

Implementar um plano de fechamento é, em grande parte, efetuar medidas de recuperação/remediação, tornando a área degradada apta à sustentar um uso futuro pré-estabelecido. A seguir, são apresentados alguns procedimentos para recuperação de áreas degradadas, citados na bibliografia utilizada para elaboração desta dissertação, ou observados nas visitas técnicas realizadas:

Tabela 4.3: Procedimentos utilizados para recuperação de áreas degradadas pela mineração

ÁREA	PROCEDIMENTOS
Barragens de rejeito	Os maiores riscos com uma barragem de rejeito, ao longo do tempo são referentes às ações erosivas do vento, da drenagem pluvial, e das forças atuantes no maciço do barramento. Deve-se, portanto, construir estruturas de drenagem pluvial que protejam a barragem e mantenham-na seca; recobrir com vegetação a lama depois de seca auxilia no controle da ação do vento; estabilizar o talude de jusante, podendo inclusive utilizar “ <i>rip rap</i> ”. Propor um rigoroso programa de manutenção das estruturas de drenagem e o monitoramento das águas superficiais e de percolação. Propor mudanças em sua geometria.
Locais das cavas secas	Pode-se retornar às condições originais ou melhorar a segurança: <ul style="list-style-type: none"> - com preenchimento das cavas seguido de revegetação (Mina de Maria Preta, na Bahia). Exemplo também é o projeto de preenchimento das cavas da Mina do Germano, em Mariana (SAMARCO) e da Mina da Mutuca, em Nova Lima (MBR) para disposição do rejeito de outra mina (Fig. 4.17 a 4.20); - suavizando os talude das cavas, garantindo sua estabilidade ao longo do tempo e cercar cuidadosamente para evitar acidentes com pessoas e animais, sinalizando devidamente.
Cavas inundadas pelo lençol freático	Fazer intervenções visando estabilizá-las, sem considerar um novo uso. Ou, aproveitar como lago para recreação, turismo, piscicultura ou outros usos. Deve-se preocupar em cercar e sinalizar o local devidamente (Mina do Recreio, Bloco Charruá, Rio Grande do Sul, Gregorieff, 2004).
Depósitos de combustíveis ou produtos químicos e explosivos	Devem ser removidos da área. Qualquer vazamento desses produtos deve ser devidamente tratado, assim como qualquer evidência de contaminação do solo e/ou da água. Nos casos de contaminação do solo, uma medida comum é a remoção da parte contaminada para co-processamento.

Continua...

Tabela 4.3: Procedimentos utilizados para recuperação de áreas degradadas pela mineração (cont.)

ÁREA	PROCEDIMENTOS
Instalações civis	Deve-se considerar como instalações civis as construções, estradas,

	<p>suprimento elétrico, oleodutos, etc. Pode ser de interesse a reutilização das edificações para centros comunitários, culturais, ou atividades industriais. Caso contrário, deve-se demolir e revegetar a área.</p>
Minas com escavações subterrâneas	<p>Deve-se vedar poços galerias e aberturas de ventilação, de modo a evitar entrada de pessoas. No caso de mina de carvão, uma outra preocupação é impedir a formação de metano e sua acumulação nas galerias. Para minas subterrâneas, de modo geral, deverão ser preservados e mantidos (especialmente no DNPM e FEAM) registros de dados topográficos, acervos de mapas, plantas, desenhos e demais informações de escavações e construções, seus limites, posições dos pilares e demais estruturas de segurança, acessos principais e secundários, escavações diversas, para facilitar as ações de controle e monitoramento da área.</p>
Pilhas de estéreis	<p>Para o fechamento, é importante a estabilização dessas pilhas, adequando os fatores de segurança dos taludes. A bioengenharia pode ser usada para melhorar, não só a segurança, mas o efeito estético.</p> <p>Se na pilha houver contaminantes, deve-se acomodá-las em locais impermeabilizados e protegidos da ação de agentes intempéricos, evitando a lixiviação e possíveis infiltrações dos contaminantes no solo e na água subterrânea. Nas pilhas resultantes da ustulação de minério (geralmente ricas em Pb, Fe, Zn, Cu As) pode-se fazer a neutralização da acidez com adição de material alcalino. Outros procedimentos comuns são: o reaproveitamento das pilhas (extraíndo o mesmo minério ou outros secundários), o preenchimento de locais escavados com o material que estava estocado nas pilhas, ou reflorestamento das mesmas.</p>

Fontes: *Caldwell et alli, 1986; Gregorieff, 2004; Lima, 2000; Lima e Curi, 2002; Lima et Wathern, 1999; MMSD, 2001; Pereira et all, 2002; Rabello, 2002; Ricks, 2000; Robertson e Kirsten.,1989.*



Figura 4.16 –Localização da Mina do Germano (minério de ferro) da Samarco Mineração



Figura 4.17 –Cava da Mina do Germano, atualmente utilizada como área de disposição de rejeitos do processo de beneficiamento de minério da Mina de Alegria (Mariana, MG).



Figura 4.18 –Localização das Minas de Mutuca e Capão Xavier, da MBR, Nova Lima, MG.



Figura 4.19 –Cava da Mina da Mutuca, que será utilizada para disposição do rejeito proveniente da Mina Capão Xavier.

4.7 ASPECTOSSOCIOECONÔMICOS

Sempre que uma grande corporação, com forte presença física num local específico, está por encerrar suas atividades, crescem as expectativas da comunidade circundante, quanto aos impactos socioeconômicos. Tal situação é observada especialmente nas regiões em que os residentes dispõem de pouco ou nenhum meio de segurança econômica disponível além das atividades da empresa.

Inevitavelmente, as empresas de mineração ocorrem no âmbito da oferta de uma determinada substância. Neste sentido, tanto a empresa, como a comunidade, dependem da oferta de recursos naturais disponíveis no local. No entanto, há uma distinção significativa no sentido de que a empresa de mineração posteriormente fechará as operações e irá para outro lugar, o que não sucede com a comunidade.

Sabendo que a vida da mina é finita, a comunidade e a empresa mineradora devem desenvolver a prática de trabalharem em conjunto elaborando um plano estratégico a fim de assegurar uma transição sem acidentes (uma vez esgotados os recursos da mina). Um exemplo dessa transição é o retorno à atividade de subsistência em substituição à atividade da indústria mineral.

Em virtude de existirem diferentes definições do termo "comunidade", uma dificuldade é definir o próprio conceito. Nas ciências Sociais uma "comunidade" é um subgrupo tendo muito das características de sociedade, mas numa menor escala e com interesses comuns coordenados. Assim, as formas de comunidade têm implícitos vínculos específicos ligando seus membros. Esses vínculos podem ser naturais (parentescos, por exemplo) ou de outra natureza. Geralmente, têm um elevado grau de interesse, conhecimento e contato interpessoal (Lahiri-Dutt,1999).

A tendência de comportamento das novas comunidades ligadas por interesses comuns de consciência ambiental tem como características um desenvolvido senso de democracia, com cidadãos participativos e aptos a buscar soluções melhores para a região.

É importante, no processo de envolvimento da comunidade, quando se planeja o fechamento de uma mina, a identificação daqueles segmentos que representam o bem comum e não interesses pessoais como, por exemplo, o intuito eleitoral, em períodos de eleição. Aconselha-se a formação de um grupo para estudar, identificar e preparar um documento que defina as relações entre o setor mineiro e a comunidade, e o próprio conceito de comunidade (CAMMA, 2000; Knol,1999; Alberts e Grasmick, 2000; Lahiri-Dutt,1999).

A busca da participação da comunidade em todas as etapas de planejamento do fechamento da mina proporciona uma experiência muito rica, pois se de um lado os membros da comunidade têm uma perspectiva ética, tradicional e orgânica, por outro lado a companhia mineradora tem uma visão de economia e eficiência, culminando em projetos com tecnologias avançadas atendendo a objetivos bem definidos.

Apesar de todos terem a consciência de que o plano de fechamento de uma mina deve passar pela aprovação da comunidade local, ainda não se sabe como efetivamente envolver a comunidade no processo de aprovação do plano. Em outros países, já estão se formando parcerias entre a empresa mineradora e a comunidade, onde o papel relevante que esta última tem nas decisões dos projetos assistenciais da empresa evita a política do paternalismo e assistencialismo e desenvolve verdadeiras parcerias entre a empresa e as instituições beneficiadas.

No Brasil algumas iniciativas neste sentido estão começando a acontecer, como é o caso da empresa Rio Paracatu Mineração, que faz parte do Grupo Minerações Rio Tinto. A empresa promove encontros, onde podem participar os poderes constituídos do município, entidades representativas das áreas de saúde, educação, cultura e meio ambiente, representações eclesiais, clubes de serviço e entidades que já haviam solicitado apoio à empresa no decorrer do ano. Não podem participar pessoas ou entidades com vinculação político-

partidária, candidatos (no período pré-eleitoral) e associações de moradores, que são potenciais “currais” de certos candidatos. A participação das instituições credenciadas tem sido maciça (Meio Ambiente, 2006). Experiências deste tipo, durante a vida útil da mina, exercitam as parcerias e os debates, facilitando o trabalho participativo que é tão necessário durante o planejamento e a implementação do fechamento da mina.

Muitas companhias de mineração patrocinam diretamente serviços essenciais às comunidades locais, tais como assistência médica, escolas, etc, durante as operações de extração mineral. Pensando no fechamento, essas companhias devem ir se antecipando e reunindo com representantes do governo e líderes locais para definir como esses serviços podem ter continuidade após o fechamento. A criação de fundações para dar prosseguimento ao processo em longo tempo pode ser uma saída, como, por exemplo, as fundações Escondida, em Antofagasta, no Chile e a Rossing Foundation, na Namíbia (MMSD,2001).

Com os envolvidos comprometidos no processo de fechamento (“*stakeholders*”), é possível descobrir uma nova vocação auto-sustentável em longo prazo, para as comunidades adjacentes. A criação de centros de treinamento regionais pode auxiliar no preparo de funcionários da mineração e outros populares para se engajarem em novos tipos de atividades econômicas, quando a mina fechar. Nos Estados Unidos ocorreu uma experiência semelhante com a criação do Ridgeway Mine in South Califórnia (Ricks, 1997: MMSD, 2001).

Pode-se incluir como envolvidos em uma operação de mineração (incluindo o fechamento) a própria mineradora, os órgãos governamentais em questão, os credores e seguradores, e a comunidade local (geralmente representada por suas lideranças). A segurança das operações de mineração beneficia todos os envolvidos citados. Portanto, deve-se incluir no processo de planejamento do fechamento e, também em sua revisão, todos estes agentes,

num processo democrático aberto e sincero de consultas e discussões (Warhust et Noronha, 2000).

Em Minas Gerais, desde o início da década de noventa, criou-se uma grande expectativa em torno do impacto socioeconômico que seria provocado com o fechamento das minas de ferro da CVRD, em Itabira. A evolução histórica e o desenvolvimento econômico do Município de Itabira estão intrinsecamente ligados à atuação da CVRD no local.

Em Itabira, existem três complexos de ocorrência mineral, denominados: Mina do Cauê, Mina do Meio e Mina da Conceição. A proximidade da exaustão da Mina do Cauê despertou a polêmica em torno do fechamento das minas locais.

A atividade de lavra da Mina do Cauê cessou em 2004. Nesta mesma ocasião, a empresa fez uma reavaliação geológica das ocorrências minerais já citadas, concluindo que existe a possibilidade de se prolongar a vida útil das minas do Meio e Conceição por mais setenta e cinco anos. Mesmo assim, as lideranças políticas de Itabira continuam mobilizadas, sensibilizando a empresa a auxiliá-los na busca de uma alternativa econômica independente da extração mineral, não encontrada até o momento.

4.8 CUSTOS DO FECHAMENTO E GARANTIAS FINANCEIRAS

A execução de um projeto de recuperação ambiental de uma mina após o fechamento é muito mais dispendiosa do que se fosse executada paulatinamente, durante a vida útil. Devido à multiplicidade de operações, torna-se necessário recuperar terrenos alterados, incluindo desmontes, movimento de rochas e solos, instalação de drenagens, preparo do terreno e revegetação, sinalização e manutenção. Estes custos compreendem mão-de-obra, explosivos, equipamentos de perfuração, carregamento e transporte, matérias-primas de drenagens e agrícolas (sementes, mudas, viveiros, corretivos de solos e adubos, etc.), séries de fotografias aéreas e análises químicas na etapa de monitoramento.

PLANEJAMENTO DE PROVISÃO FINANCEIRA E GARANTIA FINANCEIRA

Antes de se efetuar qualquer provisão financeira, deve-se ter em mente uma clara idéia do que serão os custos com o fechamento.

Algumas diretrizes devem nortear as decisões que se referem a custos com o fechamento:

- As estimativas de custos do fechamento devem levar em conta todos os aspectos ambientais e socioeconômicos e devem ser baseadas em planos de fechamento realistas.
- É importante ter uma previsão do tempo efetivo do fechamento e do monitoramento, pois esses fatores influenciam muito nos custos;
- Uma auditoria regular e independente deve promover a revisão periódica do plano de fechamento:
- A inspeção periódica feita por agências reguladoras interfere na garantia financeira do programa. Para se efetuar uma inspeção eficiente, deve existir uma boa comunicação entre as companhias e as agências reguladoras, com o objetivo de identificar antecipadamente falhas nos planos de fechamento e problemas na implementação dos mesmos;
- Os planos de fechamento devem incorporar uma tecnologia atualizada, pois dificilmente planos “baratos” promovem um fechamento com sucesso ao longo do tempo;
- O fundo de reserva para os custos com o fechamento deve ser construído ao longo das operações da mina;
- Se os trabalhos de reabilitação e o fechamento parcial da mina forem conduzidos durante a vida útil da mina (reabilitação progressiva), seus custos serão reduzidos significativamente (Robertson et ali, 2002).
- Estimativas de custos de fechamento devem fazer parte dos documentos financeiros da empresa e serem acessíveis ao público;

Conforme publicação da *Mining Minerals and Sustainable Development* – MMSD (2001) pode-se dividir os custos com o fechamento em duas partes:

- Custos com empregados, desde os gastos com cortes e demissões até despesas com recolocações e projetos sociais;
- Custos ambientais, incluindo os gastos com todo o passivo ambiental. Deve-se ressaltar que a tendência da legislação é aumentar as exigências de proteção ambiental, refletindo não só nos custos de operação ao longo do tempo, como também no custo do fechamento.

Existem várias formas de se estimar os custos do fechamento. As mais utilizadas são apresentadas a seguir (Nazari, 2000):

Proporcional ao tamanho da área minerada - Algumas empresas fazem os cálculos estabelecendo um valor pela unidade de área que sofre o distúrbio ambiental. Este tipo de cálculo confirma a cultura de se julgar o fechamento de uma mina como um projeto apenas de recuperação e reabilitação física da área, esquecendo-se do aspecto socioeconômico. Nos Estados Unidos, esta referência de cálculo é muito comum em minas de carvão.

Proporcional à produção da mina - No Brasil, este cálculo tem sido muito utilizado. O problema nesse caso é a dificuldade de se estabelecer o percentual sobre a produção para cada empresa, já que aplicar uma taxa fixa sobre o valor da produção pode induzir a disparidades entre o que foi reservado e os custos reais (cada tipo de mineração gera um passivo ambiental diferenciado, implicando em custos também diferenciados).

Proporcional ao projeto atual de fechamento - Os estudiosos sobre o assunto vêem esta forma de cálculo como a mais correta. Para se ter uma boa aproximação entre a reserva construída ao longo do tempo de mineração e os custos efetivos do fechamento, é primordial que os planos de fechamento sejam periodicamente atualizados e seus orçamentos refeitos, recomenda-se pelo menos uma atualização por ano. Neste caso, as

contribuições para o fundo devem variar, ao longo da vida da mina, para cima ou para baixo, refletindo as mudanças propostas nas atualizações dos planos de fechamento. Um exemplo, que se pode citar é do aparecimento de drenagem ácida na mina, pois isto vai requerer uma série de medidas para o tratamento da água, gerando um incremento considerável no orçamento do plano de fechamento.

Outro fato que se deve ter em mente é que governo e mineradora devem optar por calcular os custos com o fechamento, prevendo a pior situação em termos de custos. Segundo a *Legislative Audit Division of Montana* (US) os cálculos para garantia financeira deveriam levar em conta os fatores apresentados na tabela abaixo:

Tabela 4.4:Fatores para garantia do fechamento, segundo *Legislative Audit Division* (1997)

CUSTOS COM O FECHAMENTO	FATORES PARA CÁLCULO
Custos diretos com o fechamento	Calculado usando condições que representam o custo máximo.
Custos indiretos com o fechamento	Calculado de acordo com a equipe de projeto e com o local específico.
Mobilização	1 a 5 % dos custos diretos.
Contingências	Incertezas de projetos eventos inesperados, 2 a 5% dos custos diretos.
Engenharia e projetos	Replanejamento para refletir as condições em decorrência do processo, 2 a 10% dos custos diretos
Lucros e despesas gerais	Lucros e despesas gerais não incluídas nos cálculos, 3 a 14% dos custos diretos.
Gerenciamento do fechamento	Inspeção e supervisão, 2 a 7 % dos custos diretos

Fonte: *Lima et ali, 2003.*

Sabendo que garantia financeira para fechamento de mina é tão somente uma garantia que o plano de fechamento será implementado, deve-se ter em mente que governo e companhia mineradora necessitam estimativas detalhadas de quanto custará realizar todas as atividades requeridas para o fechamento (Lima, et ali, 2003). Cada estimativa deve ser tão exata quanto possível para que efetivamente forme as bases na escolha do instrumento mais adequado para a garantia financeira em uma dada mineração.

Falta, no Brasil, como em vários outros países, uma política para implementação de garantias financeiras para o fechamento de minas. Alguns princípios, citados a seguir, devem nortear o desenvolvimento dessas políticas:

- Garantias financeiras devem cobrir tanto os custos da reabilitação, como do monitoramento do fechamento;
- As diversas esferas do governo devem estar prevenidas para a ocorrência de “abandonos de minas”, em decorrência de falência das empresas mineradoras;
- A legislação do país deve se adequar para dirigir as reservas financeiras para um investimento seguro e que seja destinado ao fechamento, independente de qualquer outra necessidade da empresa, mesmo em caso de falência, não permitindo a sua utilização para outras finalidades;
- A forma de reservar suprimentos financeiros para custear o fechamento deve ter razoável liquidez, ser de fácil acesso para as autoridades reguladoras (em caso de falência da empresa), bastando para isso comprovar o adequado destino que se dará ao suprimento;
- As autoridades reguladoras devem se certificar da boa reputação e da saúde financeira das empresas (seguradoras, bancos) que estão se comprometendo a assumir os passivos ambientais do empreendimento.

A falta de legislação específica adequada que obrigue a empresa a estimar os custos de fechamento e a fazer uma provisão financeira, leva a duas situações:

- Empresas chegam ao final de suas atividades e não conseguem buscar fundos para as despesas com o fechamento. Ou o que é pior, encerram suas atividades por falência e deixam todo o passivo ambiental para trás;
- Empresas se preparam para o fechamento, acumulam provisões paulatinamente, mas cada uma tem seu método de calcular os custos com o fechamento e apesar de bem intencionadas, podem subestimar estes custos.

Em Minas Gerais, em 2003, após o rompimento da barragem de lixívia, em Cataguases, o Governador, em exercício, Clésio Andrade, apresentou o Projeto de Lei nº 2194/2005. Este Projeto de Lei (PL) dispõe sobre a concessão de garantias reais a serem apresentadas no curso do licenciamento ambiental por empreendimentos potencialmente causadores de dano significativo ao meio ambiente.

Em abril de 2005, o PL 2194/2005 foi anexado ao PL 578/2003, devido às semelhanças de propósito. Atualmente, encontra-se em tramitação, aguardando parecer da Comissão de Meio Ambiente. Porém, acompanhando o teor das discussões já ocorridas, nota-se uma forte tendência para o arquivamento do projeto. O argumento que pende para a não aprovação do projeto, é que essa exigência funcionará como mais um entrave para implantação de novos empreendimentos no Estado. Os parlamentares alegam que essa lei deve ser aprovada na esfera federal, para que não prejudique um estado em relação ao outro.

RISCOS COM AS PROVISÕES E GARANTIAS FINANCEIRAS

Fechamentos inesperados - Os fechamentos inesperados são geralmente grandes complicadores devido à falta de provisões. Os motivos para ocorrerem fechamentos repentinos são muito variados, porém sempre ligados às condições financeiras do empreendimento, por exemplo, queda nos preços do bem mineral explorado, dificuldades financeiras da empresa levando-a a falência. Os problemas gerados são tanto de ordem ambiental (grandes áreas necessitando reabilitação física, tratamentos para remover impactos químicos) como socioeconômico (desemprego repentino da força de trabalho e impacto social nas comunidades circundantes). Mesmo quando o fechamento é apenas temporário, em virtude de circunstâncias inesperadas, ele é preocupante, pois não se sabe qual será o tempo de espera real e quais os complicadores que ocorrerão neste tempo. Deve-se ter em mente que em uma mina fechada temporariamente, o aspecto dinâmico do meio ambiente pode maximizar alguns problemas relativos à segurança ou à saúde de populações adjacentes, como evolução dos processos erosivos, assoreamento dos cursos

d'água e aumento de áreas contaminadas. A forma de minimizar esses efeitos seria, fazer recair a responsabilidade de gerenciar o fechamento sobre as esferas governamentais. Portanto, as agências reguladoras devem estar preparadas para enfrentá-las, se precavendo com possibilidades de obter fundos. A idéia exposta anteriormente, de envolver na responsabilidade com o passivo ambiental, três tipos de companhias (contratante, de seguro e financeira), pode ser a solução para este tipo de risco.

Alterações nos objetivos do fechamento – Se durante a vida da mina os objetivos do fechamento necessitarem ser reestruturados, em virtude de mudanças nos padrões ambientais exigidos ou da legislação, pode acontecer um disparate entre as provisões e o programa de fechamento. Se a empresa mantém uma conduta aberta, clara, transparente, realista, pode chegar a um acordo com as autoridades reguladoras e a comunidade local, delineando um ponto comum, ditado pelo bom senso, na solução de tal impasse (Nazari, 2000).

Alterações significativas no projeto da mina – Durante a operação da mina, pode haver alterações relevantes em seu projeto, refletindo no plano de fechamento. A prática de revisões periódicas nos planos de fechamento das empresas mineradoras vai auxiliar na detecção de incompatibilidade financeira entre o proposto e os fundos de reserva, possibilitando assim redirecionar reservas financeiras, em tempo hábil, para promover o fechamento.

Redirecionamento dos fundos de reserva – O risco de redirecionar fundos do fechamento para outras necessidades imediatas da empresa, só pode ser evitado com uma legislação clara e objetiva regendo o destino deste fundo unicamente para o fechamento.

Herança de responsabilidades ambientais – Recentemente, existe a preocupação de se inventariar os passivos ambientais de uma área, em especial as áreas onde se desenvolveu uma atividade mineraria, quando há mudança de dono, para continuar o mesmo tipo de

atividade, ou mudar de ramo. A prática da investigação dos passivos ambientais tende a diminuir cada vez mais o problema de herança de passivos ambientais desconhecidos ou sub-dimensionados.

4.9 AVALIAÇÃO DO PLANO DE FECHAMENTO DE MINA

O processo de avaliação de um Plano de Fechamento de Mina ainda é algo que está por se definir no Brasil. Os órgãos diretamente envolvidos com a questão já estão se mobilizando para se adequar à exigência da NRM 20 do DNPM, porém grandes dificuldades para se atingir essa meta foram detectadas durante a coleta de dados desta pesquisa. Em Minas Gerais, a situação em relação ao tema é a seguinte:

- Ambos, Departamento Nacional da Produção Mineral DNPM e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), até o momento, não estabeleceram critérios de julgamento para aprovação ou não dos planos a eles submetidos. Foram formadas Comissões/Grupos de Trabalho (como o que foi instituído pelo Diretor do DNPM, através da Portaria nº 375, de 21 de agosto de 2002) para estudar e estabelecer esses critérios. Apesar de saberem da urgência e necessidade deste trabalho, poucos avanços foram conquistados por esses grupos de trabalho. Há mais de um ano o grupo foi desfeito e ficou a intenção de uma nova estruturação da equipe, que não aconteceu ainda;
- As pessoas que fazem parte das comissões instituídas para elaborar os termos de referência e as normas reguladoras sobre o fechamento, nem sempre estão familiarizadas com o assunto e encontram-se atribuladas com outras responsabilidades, não podendo se dedicar integralmente a essa tarefa;
- Nas comissões acima referidas, não se percebeu a preocupação de inclusão de pessoas, que apesar de não fazerem parte desses órgãos públicos, estão se dedicando a estudar este assunto já há alguns anos e poderiam auxiliar agilizando o processo;
- Ambos, DNPM e FEAM, não dispõem de equipamentos ou recursos financeiros para efetivar a fiscalização e o acompanhamento do fechamento de minas;

- Os primeiros planos de fechamento que deram entrada no DNPM e na FEAM (tal como o caso da Mina de Águas Claras em Minas Gerais, que está desde o ano de 2000 para ser analisado) têm servido mais de parâmetro e modelo do que de objeto de análise, julgamento e aprovação por estes órgãos;
- São necessários ajustes e mudanças na legislação, no que se refere tanto ao estabelecimento de normas, quanto de critérios. Por exemplo, por quanto tempo o monitoramento da área recuperada deve ser efetuado? Quais os tipos e como devem ser distribuídas as vegetações a serem implantadas numa determinada área? Após quanto tempo é possível considerar uma barragem de rejeitos fechada? Apesar da Deliberação Normativa do COPAM – DN87/05 ter sido um avanço na legislação de barragens de rejeito, em Minas Gerais, a questão do fechamento dessas estruturas ainda necessita de diretrizes complementares.

ONDE E QUANDO APRESENTAR O PLANO DE FECHAMENTO

Apesar dos entraves apontados acima, o que já existe na legislação estadual indica que o plano de fechamento de uma mina deverá ser protocolizado no DNPM e na FEAM, que são os órgãos diretamente envolvidos com as responsabilidades de aprovar, acompanhar e fiscalizar as atividades de mineração e seus desdobramentos no impacto ambiental, em Minas Gerais.

Segundo a NRM nº 20 do DNPM e o que já está sendo acordado pelas comissões técnicas de estudos sobre o fechamento de mina, o plano de fechamento deverá ser apresentado segundo os critérios descritos abaixo:

Para novos empreendimentos - a legislação estabelece que o Plano de Fechamento seja apresentado juntamente com o Plano de Aproveitamento Econômico da área a ser minerada (NRM 20) e com o requerimento da licença ambiental pertinente (LI).

Os empreendimentos que já deram entrada ao requerimento - se estiverem em processo de licenciamento, deverão se enquadrar na nova legislação (NRM nº 20).

Para empreendimentos em operação - os trabalhos das comissões apontam para a necessidade deles se enquadrarem, elaborando um plano de fechamento, no prazo máximo de cinco anos após a publicação dos termos de referência ou das NRMs que estão sendo preparadas.

Para empreendimentos com as atividades suspensas - as diretrizes são semelhantes às dos empreendimentos em operação.

5. INDICADORES DE SUCESSO

O monitoramento das medidas mitigadoras dos impactos previstos no EIA e outros que apareceram no decorrer do ciclo de vida da mineração é crucial para avaliação do fechamento de uma mina. Só o “feedback” deste monitoramento pode efetivamente subsidiar a avaliação do processo de fechamento e assegurar o seu sucesso (Warhurst e Noronha, 2000).

5.1 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE FECHAMENTO

A avaliação do fechamento é, em todos os locais que a legislação prevê tal processo, uma responsabilidade da (ou das) agência(s) reguladora(s) da mineração. Como não é possível padronizar os critérios para definição de indicadores de sucesso para todos os fechamentos, “*cada caso é um caso*”, as agências reguladoras devem buscar elementos em outras experiências e/ou consultar outras agências mais avançadas. Uma auditoria independente também costuma ser um grande auxílio na escolha dos critérios de fechamento. Os debates entre mineradora, comunidade e agências reguladoras servem para estabelecer quais critérios devem efetivamente comprovar o fechamento (Warhurst, 2000).

Um sistema de avaliação eficiente depende de medição, informação e análise dos dados relevantes. As medições precisam ser uma decorrência da estratégia da organização, abrangendo os principais processos, bem como seus resultados. As informações vêm de todos os segmentos implicados no processo. E a análise extrai das informações conclusões importantes para apoiar a avaliação e a tomada de decisões. O estado-da-arte da gestão é atingido num sistema em que estes elementos estruturais são tratados com bases científicas, dando credibilidade ao processo (Andrade, 2000). Também a gestão do fechamento de mina deve ser submetida à avaliação de seu sucesso. Como elementos de medição, têm-se os **indicadores de sucesso da recuperação ambiental**, relativos aos fatores físicos, químicos, biológicos, sociais, econômicos, de saúde, etc.

Indicadores de sucesso da recuperação ambiental são parâmetros, passíveis de quantificação, por meio dos quais pode-se identificar mudanças implantadas ao local da mineração, sejam elas de ordem física, química, biológica, cujo objetivo é tornar a área apta a uma nova forma de utilização.

Usualmente, os padrões e critérios ambientais são estabelecidos em resposta à má prática, erros grosseiros ou ao acontecimento de alguma tragédia. A legislação a ser desenvolvida não deve se ater a estabelecer critérios e padrões e sim normas de conduta que levem, em cada caso específico, ao estabelecimento dos próprios critérios de sucesso.

Fatores como localização da mina, variações climáticas e de solo, tipo de bem mineral lavrado, sistema de beneficiamento utilizado, legislação local, conscientização da população envolvida, influenciam muito na expectativa do desfecho com o fechamento da mina, e conseqüentemente na escolha dos indicadores apropriados. O rol de indicadores mais adequados a cada fechamento deve surgir a partir de amplas discussões entre empresa, comunidade adjacente e autoridades reguladoras, levando em conta a expectativa, os medos e os anseios da comunidade, o uso futuro da área, a legislação vigente e as condições específicas locais.

5.2 TEMPO DE MONITORAMENTO

O tempo de monitoramento de uma área recuperada/reabilitada é outro ponto polêmico, pois deve durar o necessário para avaliar o sucesso do fechamento/reabilitação, variando de acordo com cada situação. O “tempo necessário” mencionado deve ser estipulado a partir de resultados satisfatórios obtidos na fase de monitoramento, acordado entre a empresa de mineração e as agências reguladoras. Segundo Ricks (1997), o tempo mínimo de dois anos deve ser estendido, dependendo dos cuidados passivos ou ativos que acontecerem no fechamento e com os dados que forem sendo obtidos com as análises. Clarck (2000) concorda com Ricks quanto ao entendimento de “tempo necessário” e cita alguns exemplos, como o caso de New Salt Wales, cuja auto-sustentação da vegetação necessitou de vinte anos. Bell (1993) sugere de 12 a 14 anos, o tempo necessário para julgamento da auto-sustentabilidade da área. No oeste da Austrália, o período adotado varia geralmente entre cinco a dez anos e na maioria dos outros locais as agências reguladoras não esperam tempos de monitoramento menores que um ano ou maiores que seis anos.

5.3 INDICADORES AMBIENTAIS

Uma abordagem breve apontando alguns indicadores ambientais mais uniformemente aplicáveis é desenvolvida a seguir. Para maior abrangência do tema e melhor compreensão

do texto, optou-se por separar os parâmetros em quatro grupos – indicadores de estabilidade química, física, biológica e sócio-econômica.

INDICADORES DE ESTABILIDADE QUÍMICA

Utilizando-se técnicas usuais de laboratórios de análises químicas para água e solo, pode-se fazer análises periódicas em amostras coletadas nos mesmos locais, ao longo do tempo, após o fechamento. Comparando-se as análises feitas antes e durante a lavra, com as análises após o fechamento, pode-se inferir o quanto a mineração impactou o meio ambiente e com que eficiência as medidas mitigadoras reabilitaram a área. Essas análises no início do fechamento devem ser feitas com maior frequência (geralmente 3 a 4 vezes por ano, no primeiro ano) e depois podem se tornar mais espaçadas, até que elas apresentem os resultados esperados. É importante que as agências reguladoras credenciem laboratórios que possam efetuar essas análises, para que os resultados tenham sempre o mesmo padrão de confiabilidade.

Solos - Durante a lavra, o solo pode sofrer impacto químico com o lançamento de rejeitos da usina de beneficiamento do minério extraído, assim como com as operações de lixiviação e neutralização em pilhas. As contaminações mais frequentes do solo são com arsênio, cianeto e metais pesados além de óleos e graxas. Portanto, as coletas de amostras de solo devem ser feitas principalmente nos locais onde ocorreram as operações de lixiviação e neutralização em pilhas e nos locais onde foram lançados os rejeitos. O estudo geoambiental, nas minerações de ouro e scheelita do Rio grande do Norte, desenvolvido por Pereira *et ali* (2002), mostra que problemas de contaminação de solos por minerações, no Brasil, ainda são muito frequentes e sérios.

Outro ponto crítico de contaminação é nas proximidades dos reservatórios de combustíveis e produtos químicos e nos oleodutos. Neste caso, os contaminantes principais são os óleos e graxas. Detectado o problema de contaminação, as medidas usadas são variadas e vão desde colocação de camada fértil, ou a remoção do solo e algumas vezes sua incineração (nos casos de óleos e graxas), até o uso de fitorremediação (para reduzir o teor de metais

pesados como cádmio e chumbo). Esta última técnica consiste no uso de plantas capazes de absorver metais pesados do solo. Após esse processo, as plantas são incineradas em locais contendo filtros, a fim de evitar a contaminação da atmosfera por gases provenientes da queima das plantas.

Água Superficial e Subterrânea - Amostras de água para análises químicas devem ser coletadas principalmente nos locais onde pode haver geração de drenagem ácida ou em locais onde o solo possa ter sido contaminado. Portanto, deve-se coletar a jusante e a montante das barragens de rejeito, das pilhas de minério lixiviado, e nos locais citados para coleta de solo. É importante que se distingam as coletas das águas de escoamento superficial, das águas subterrâneas. Os parâmetros a serem monitorados dependem do tipo de minério e dos reagentes que são adicionados no seu beneficiamento, porém, os mais comuns são: alcalinidade total, alumínio, arsênio, mercúrio, chumbo, zinco, cloretos, cianeto livre e total, cobre, DBO e DQO, dureza total, ferro solúvel, e total, manganês total, níquel, óleo e graxas, pH, sulfatos, fosfatos, temperatura, turbidez (Ricks, 1997).

INDICADORES DE ESTABILIDADE FÍSICA

Durante a fase de mineração os fatores de segurança utilizados são relativamente baixos, principalmente devido ao caráter temporário das obras. Porém, na fase de fechamento, todos os fatores de segurança devem ser revistos e adota-se, então fatores mais elevados, pensando no aspecto definitivo. Pode-se inferir assim o primeiro indicador de estabilidade física: a comprovação de fatores de segurança compatíveis nos taludes, cavas, pilhas, barragens de rejeito e outras estruturas que permanecerem.

A recuperação física da área que passou pelo fechamento de uma mina, no tocante a fatores paisagísticos, pode ser inferida, adaptando a metodologia proposta por Santo (2002) utilizando o geoprocessamento. Ou seja, a partir de fotografias aéreas geram-se mapas, que utilizando os recursos do geoprocessamento, podem constituir instrumentos de análise

permitindo a identificação e a mensuração dos indicadores citados abaixo. Pode-se proceder a confecção desses mapas num intervalo de dois ou três meses, no primeiro ano de acompanhamento. Assim, pode-se comparar os resultados medidos com os anteriores e estabelecer taxas de recuperação da área. Com o passar do tempo, as atualizações dos mapas podem ocorrer com uma periodicidade maior. A seguir, são apresentadas tais metodologias.

Avanço da revegetação do solo - possibilita a inferência da taxa de crescimento (anual, semestral, ou bimestral) da área, anteriormente degradada, recoberta pela vegetação, potencializando a inversão do processo de degradação e influenciando sensivelmente o modo de vida da população local. Indicadores como densidade de espécie, taxa de crescimento, número de espécies invasoras, e outras devem ser aplicadas.

Reaparecimento de nascentes - com a implementação das medidas de recuperação, pode ocorrer o reaparecimento de várzeas, brejos e nascentes. A melhoria dessa condição pode ser analisada como um indicador de sucesso da recuperação.

Variações do canal do rio - geralmente as atividades de mineração contribuem para o assoreamento mais rápido dos cursos d'água e um conseqüente alargamento do canal. A paralisação dessas atividades, seguida da implementação de medidas reabilitadoras, conduz a uma desaceleração do assoreamento e o alargamento do canal passa a diminuir, podendo mesmo reverter o processo.

Reversão do processo de erosão - as escavações, as remoções de solo e outras atuações na área minerada aceleram os processos erosivos na área. Com a aplicação das medidas reabilitadoras, as áreas erodidas passam a se recuperar paulatinamente. A mesma metodologia de geoprocessamento pode se tornar um instrumento de mensuração desta recuperação, possibilitando a estimativa de taxas percentuais de recuperação.

INDICADORES DE ESTABILIDADE BIOLÓGICA

A estabilização biológica da área depende das características físicas e químicas do local, sendo consequência direta das estabilizações descritas anteriormente. Esta também está intrinsecamente ligada ao uso futuro da área após o fechamento. De qualquer maneira, sempre envolve a revegetação e a restauração de grandes áreas, contribuindo para a melhoria das condições de vida para várias espécies. O monitoramento deve demonstrar que o crescimento das plantas e que o solo está se tornando auto-sustentável para a vegetação e para a fauna local (Ricks, 1997). Baseado no exposto pode-se definir como indicadores:

Avanço da revegetação do solo – da mesma maneira que esse é um indicador físico, também pode ser considerado um indicador biológico.

Diversificação de espécies da flora – o aumento da diversidade de espécies de plantas que vão se adaptando a área, principalmente quando essas espécies já fazem parte do habitat original da região, é um poderoso indicador do sucesso da recuperação da área. O levantamento fitossociológico permite avaliar a contribuição de cada família vegetal dentro da área.

Diversificação de espécies da fauna – semelhante ao item anterior, pode-se citar o aumento tanto da população quanto de espécies da fauna terrestre ou aquática. O aumento de população/espécies no meio aquático também pode ser um indicador de estabilização química do meio. A metodologia mais adequada para os diversos grupos da fauna local deve ser escolhida pela equipe especializada.

INDICADORES DE ESTABILIDADE SOCIOECONÔMICA

É consenso que a saída da atividade mineradora gera não só impactos ambientais físicos, químicos e biológicos na região onde atua, como, geralmente, provoca um sério declínio na

economia local e adjacente, gerando problemas de ordem socioeconômica. Portanto, todo plano de fechamento deve contemplar essa perspectiva, tentando encontrar alternativas que possibilitem revertê-la. Buscar uma nova identidade socioeconômica para o local e promover a auto-sustentabilidade dos projetos sociais de primeira necessidade para as comunidades envolvidas, consistem em atitudes determinantes para o sucesso do fechamento.

Em decorrência desse fato, indicadores socioeconômicos devem fazer parte da avaliação do grau de sucesso do fechamento. Porém, por não fazer parte do escopo deste trabalho, a abordagem deste item será feita resumidamente.

Baseando nas diretrizes de gestão ambiental propostas por Andrade (2000), podem ser implementados no contexto deste tipo de empreendimento indicadores inerentes aos aspectos:

- Sociais – incluindo dados populacionais, especialmente os que se referem aos processos migratórios (taxas de ingresso, taxas de egresso, tendências sazonais e motivação);
- Econômicos – podem ser estabelecidos parâmetros relacionados aos padrões ocupacionais (força de trabalho, taxas de emprego, oferta de trabalho), aos serviços de infra-estrutura (trânsito e circulação, meios de transporte disponíveis, ligações rodoferroviárias e outros serviços públicos), aos padrões de vida (níveis salariais, renda familiar) e ao perfil patrimonial (tamanho das propriedades, produção por área, valor da terra);
- Saúde pública – pode ser inferida estabelecendo indicadores relativos ao saneamento básico e a assistência médico-hospitalar disponíveis à população.

6. ESTUDO DE CASOS

Neste item, serão apresentados casos de fechamento, divulgados em congressos e outros eventos da área de mineração. Em cada um dos exemplos citados, aspectos diferentes foram enfocados, de acordo com a relevância dada nas publicações consultadas. Assim sendo, a abordagem dada a cada caso analisado é elencada a seguir:

- Mina de Águas Claras – enfoque no uso futuro, nas medidas a serem adotadas e nos indicadores de sucesso do fechamento;
- Mina Maria Preta – análise do Plano de Fechamento elaborado inicialmente e da disparidade entre custos previstos e custos reais;

- Mina Inti Raymi – abordagem do aspecto sócio-econômico do fechamento da mina;
- Mina de Boquira – discussão sobre o “abandono” da mina e a contaminação química da área minerada;
- Mina de Itamarati de Minas – enfoque na recuperação progressiva, possibilitando a ocorrência simultânea da lavra e da recuperação da área;
- Minas da COPELMI – exemplos de recuperação de cavas de mina para usos futuros diferenciados.

6.1 MINADE ÁGUASCLARAS- MBR

A Mina de Águas Claras pertencente à Minerações Brasileiras Reunidas S.A. – MBR está localizada a dez quilômetros da cidade de Belo Horizonte (Figura 5.1).

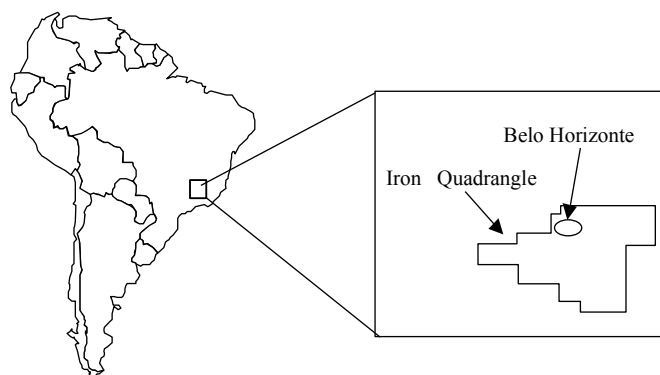


Figura 6.2 – Localização da Mina de Águas Claras (Franca, 2001a)

O PROJETO DO FECHAMENTO

A mineração, por se situar em local privilegiado (apesar de ocorrer em uma região ambientalmente sensível, na encosta da Serra do Curral), tornou viável a aplicação de altos investimentos (Franca, 2001b). Os cerca de 400 hectares que abrigam as atividades industriais de Águas Claras das Minerações Brasileiras Reunidas (MBR), em Nova Lima, região metropolitana de Belo Horizonte, darão lugar nos próximos anos a um novo projeto urbanístico que mudará o perfil local. Com o encerramento das atividades de lavra e beneficiamento de minério de ferro na área, a empresa pretende formar um centro comercial com espaço para feiras, hotéis, centro de escritórios e até um campus

universitário. A preservação da Mata do Jambreiro e a criação de um lago preenchendo a cava fomentarão o interesse turístico (Figuras 6.2 e 6.3).



Figura 6.2 –Cava da Mina de Águas Claras, que está sendo preenchida para formar um lago.



Figura 6.3 –Detalhe do talude da cava da Mina de Águas Claras. O talude que está sendo modificado visando adequar o coeficiente de segurança para o fechamento.

São três as fontes hídricas para o enchimento do lago: águas subterrâneas que afluem à cava, após interrupção do funcionamento dos poços de bombeamento; água superficial aduzida de um curso d'água vizinho à área da mineração (Ribeirão do Prata) e a precipitação pluviométrica, a qual incide sobre a cava durante a estação chuvosa.

Embora esteja geograficamente situado próximo à área urbana de Belo Horizonte, o lago encontra-se separado da mesma pela Serra do Curral. Desta forma não ocorre nenhuma influência antrópica em sua bacia de drenagem, a menos naturalmente da atividade minerária.

Em sua configuração final, o Lago de Águas Claras possuirá uma área de 0,67 km², um volume total de 58 milhões de m³ e a profundidade máxima de 234 m, que lhe conferiria atualmente a posição de lago mais profundo do país (Von Sperling, 2004). Sua

profundidade relativa será de 25 %, que é um valor extremamente alto, indicando a ocorrência futura de condições de meromixia.

A figura 6.4 apresenta o perfil geológico original da Serra do Curral onde está situada a Mina de Águas Claras e a Figura 6.5 mostra uma visão aérea à esquerda da Mata do Jambreiro tendo ao centro a barragem de rejeitos e ao fundo a cava da mina. No lado direito é apresentado um esboço do projeto de urbanização realizado no final dos anos 80 para uso futuro da área, tendo como componentes o lago a ser deixado e a barragem de rejeitos.

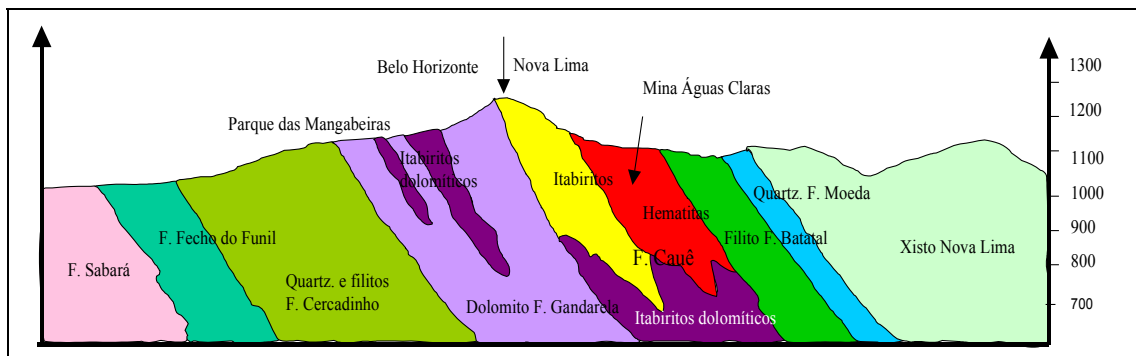


Figura 6.4 - Seção geológica ao longo da Serra do Curral (Franca, 2001a)

Embora ainda não totalmente definida, vislumbra-se a continuação da ocupação antrópica da área do empreendimento mineiro, após encerramento das atividades. Para a consecução deste objetivo, diversas tarefas foram consideradas:

- Desmontagem/demolição das instalações industriais;
- Reabilitação e revegetação de áreas;
- Programas de desativação;
- Formação do lago na cava;
- Zoneamento dos usos futuros.



Figura 6.5 – Vista aérea da Mina de Águas Claras (Franca, 2001a)

O processo de demolição/desmontagem das estruturas industriais já foi iniciado. A demolição da estrutura de concreto do antigo britador primário, situado na extremidade noroeste da cava, já foi efetuada. Desde junho/2001, a planta de beneficiamento foi substituída por uma planta móvel menor, e a transferência dos equipamentos para outras minas vem acontecendo. Os demais prédios, tais como oficinas, restaurante, escritórios, etc, serão desmontados seguindo cronograma pré-estabelecido, de forma a atender os requerimentos do uso futuro da área. A Figura 6.6 mostra o cadastramento geomorfológico da área com vistas a definições de áreas próprias e impróprias para urbanização.

Simultaneamente, à operação da mina, as áreas trabalhadas vinham sendo reabilitadas e revegetadas. Este é, por exemplo, o caso das pilhas de estéril reabilitadas, à medida que cada banco era concluído. Algumas das áreas, entretanto, deverão ser objeto de reabilitação específica, em função das necessidades do plano de uso futuro. Algumas das encostas naturais, por exemplo, deverão ter sua drenagem reavaliada, caso venham a ter algum tipo de ocupação.

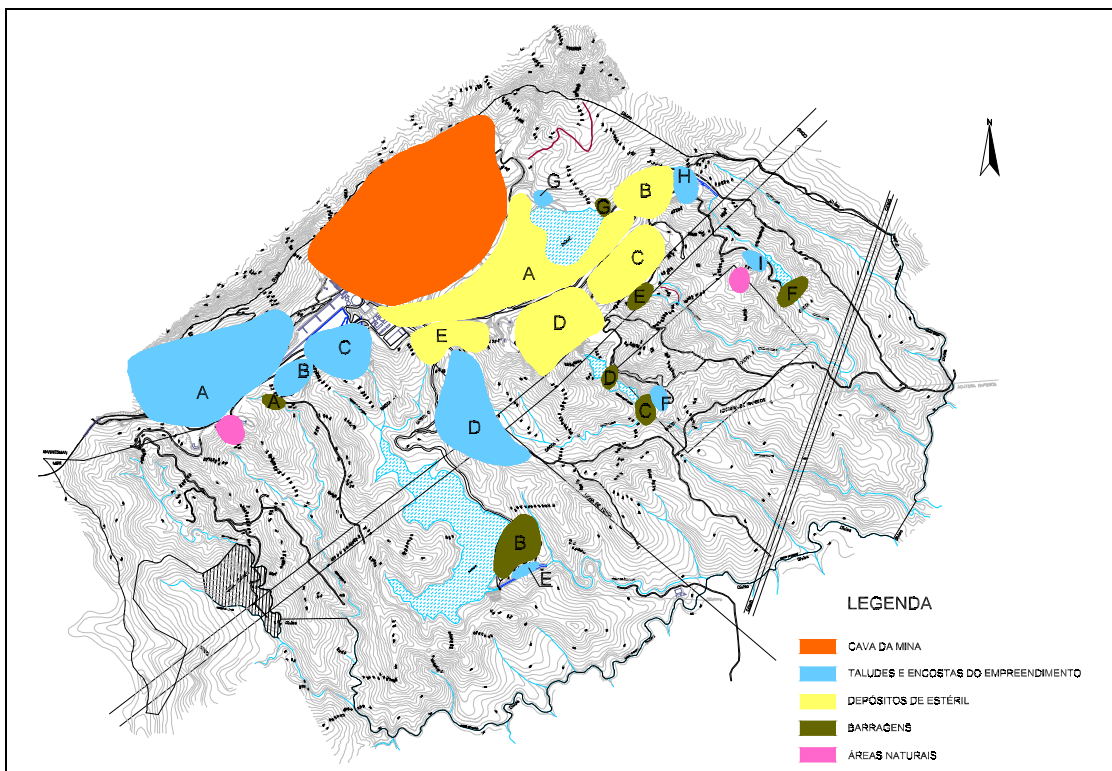


Figura 6.6 - Cadastramento geomorfológico

Os programas de desativação aqui mencionados envolvem, por exemplo, programas de descontaminação. As áreas onde havia tanques de combustível ou estoques de material de laboratório passarão, se necessário, por programas de descontaminação.

No local onde está a cava da mina, será formado um lago, que se estabilizará a cerca de 1.100 metros de altitude e terá capacidade para armazenar 50 milhões de m³. O prazo para o enchimento do lago deve variar em torno de 12 anos, em função de fatores ambientais e climáticos como a disponibilidade de mananciais para bombeamento. Segundo dados da empresa, os estudos comprovam a boa qualidade da água, que poderá ser usada, por exemplo, para lazer e abastecimento público, entre outras utilidades (Rabelo, 2002).

É o maior fechamento de mina de minério de ferro em andamento no Brasil. Foram necessários dois anos para concluir o projeto, baseado em uma série de pesquisas de campo e de diagnósticos ambientais da região. A parte do processo que prevê o encerramento da lavra e a transferência dos equipamentos para a usina de beneficiamento instalada na mina do Mutuca e na usina de Vargem Grande, teve um orçamento inicial de US\$ 10 milhões. O valor inclui os gastos com drenagem e estabilização da área.

A Mina de Águas Claras teve seu auge de produção na década de 80, quando atingiu a marca de 14,5 milhões de toneladas de minério de ferro por ano, com 1.300 empregados diretos. Hoje, o quadro não passa de 120 trabalhadores, incluindo terceirizados. Com o fechamento, o pessoal que atuava no local foi transferido para outras unidades da empresa, uma vez que a produção está sendo substituída pela do Complexo Tamanduá, que inclui as minas de Tamanduá e Capitão do Mato e a unidade de beneficiamento de Vargem Grande, localizadas também em Nova Lima (Lima, 2000 e Rabello, 2002).

Os Indicadores de Sucesso do Fechamento

Como principais critérios de qualidade do fechamento foram identificados:

a) Qualidade das Águas

Foram utilizados os dados históricos de monitoramento da qualidade das águas desenvolvidos pela MBR, de março/1974 a junho/1999, adotando-se o Índice de Qualidade de Água – IQA, desenvolvido pela National Sanitation Foundation, EUA e adaptado pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. No seu cálculo são considerados os parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitratos, fosfatos, temperatura da água, turbidez e sólidos totais, gerando um índice com valores variando de 0 a 100.

O monitoramento da qualidade da água do lago em enchimento requer um cuidado especial. O ponto de amostragem foi definido na superfície do lago, em sua região central. A partir

de setembro/2001, quando a profundidade já era superior a 10 m, foram também realizadas coletas nas camadas de fundo. As amostragens, a partir de 2001, foram realizadas com frequência mensal, seguindo-se os métodos analíticos preconizados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). A determinação hidrobiológica do fitoplâncton e do zooplâncton foi feita de forma quantitativa e qualitativa, com classificação taxonômica até o nível de espécie, quando possível. Para tanto, foram utilizadas chaves de identificação disponíveis na literatura clássica especializada.

A análise dos resultados do monitoramento de agosto/2001 a setembro/2003 encontra-se detalhada no trabalho de von Sperling et alii, 2004. Resumidamente, pode-se concluir que:

- Os resultados das campanhas de monitoramento até agora realizadas, avaliados em conjunto, permitem concluir pelo predomínio de uma qualidade de água muito boa no lago em formação. Trata-se de um ambiente bem oxigenado, inclusive nas camadas profundas, com baixos teores de cor e turbidez, de pH levemente alcalino, com um restrito grau de mineralização (baixa alcalinidade, dureza e condutividade elétrica) e reduzidos teores de nutrientes. As águas na cava estão livres de contaminação mineral e orgânica, o que é evidenciado pelos baixos valores de DBO, nitrogênio amoniacal e coliformes, assim como pela ausência de metais pesados e de outros agentes tóxicos. Dentre os parâmetros constantes dos Padrões de Qualidade para Corpos d'Água (Resolução CONAMA 20/86), quase todos os resultados do monitoramento do lago de Águas Claras situam-se abaixo dos limites fixados para a Classe 2. O único parâmetro que não está em conformidade plena com a referida legislação é o fósforo total, cuja presença natural nos solos da região é significativa;

- No aspecto hidrobiológico, observa-se claramente a forte instabilidade do ambiente em formação, notadamente com relação à seqüência do predomínio de grupos de algas e à alternância entre rotíferos e crustáceos na comunidade do zooplâncton;

- De maneira geral, constata-se a tendência à obtenção de um equilíbrio nos valores de vários parâmetros, à medida que o lago vai adquirindo uma certa estabilidade na sua estrutura físico-química.
- Os parâmetros hidrobiológicos e aqueles que estão associados à dinâmica de crescimento de organismos, como nutrientes, por exemplo, deverão ainda experimentar sensíveis variações ao longo do tempo, decorrentes do próprio processo de formação do lago.
- O prognóstico favorável com relação à qualidade da água no lago de Águas Claras, cria possibilidades de uso futuro do lago para atividades de recreação (natação, pesca, vela), harmonia paisagística e abastecimento de água para comunidades vizinhas. Porém, devido à elevada profundidade do lago, o exercício de recreação de contato primário deverá estar vinculado a estritas normas de segurança.

b) Avanço e Diversidade da Cobertura Vegetal

Tem como base o mapa biótico que apresenta a compartimentação vegetal da área da Mina de Águas Claras. A Mata do Jambreiro de 912 ha, com presença de mata atlântica, é a reserva mais importante.

c) Diversidade da Fauna

Constando de estudos que incluem a mastofauna, avifauna, herptofauna, ictiofauna. Um fato interessante, relacionado com a preservação da mata do Jambreiro, deu-se com a contagem de espécies de aves, na década de 70, havia 108 espécies de aves na região e hoje, já foram identificadas 174 espécies no local (Rabello, 2002).

6.2 MINAMARIAPRETA–C.V.R.D.

A Mina Maria Preta situa-se no município de Santa Luz, nordeste da Bahia, distante 250 km de Salvador. Produziu 3.563,45 kg de ouro de 1990 a 1996.

O Plano de Desativação da mina, denominado de “*Plano de Fechamento e Monitoramento Ambiental para o Encerramento das Atividades na Unidade Operacional da Fazenda Maria Preta no município de Santa Luz, Estado da Bahia*”, foi desenvolvido por uma empresa de consultoria, no prazo de um ano. Neste período, foram realizadas as atualizações dos levantamentos topográficos e fotográficos, visitas de campo, coleta e análise de amostras de água e solo e preparo do plano. Este plano seguiu um “*Roteiro para Elaboração de Plano de Fechamento de Mineração de Ouro e Monitoramento Ambiental*” desenvolvido pela empresa contratante.

Segundo Oliveira Júnior (2002), o plano de fechamento só foi elaborado após o término das operações mineiras, e teve como finalidade principal reduzir os riscos de contaminação do solo e dos aquíferos. Esta estratégia sugeriu ações reparadoras que foram implementadas a partir de 1998 e se estenderam até 2003. Durante a vida útil da mina (seis anos), nenhum trabalho de recuperação foi realizado.

PASSIVOS AMBIENTAIS DA MINA MARIA PRETA

A seguir são listados os principais itens do passivo ambiental da mina:

- 41 cavas, ocupando 49 ha, sendo 7 ha em cavas que atingiram o lençol freático. A profundidade das cavas varia entre 2,0 a 35,0 m;
- Pilhas de estéril, em número de 40 e ocupando uma superfície de 49ha;
- Pilhas de minério lixiviado, em número de 9, com altura variando entre 3,0 a 20,0 m, ocupando uma área de 26 ha. Estas pilhas apresentavam teores de cianeto residual entre 0,23 a 1,33 ppm;
- Bacia de rejeitos, com 5,1 ha e diques de segurança com área de 0,38 ha.

No levantamento realizado, as áreas de infra-estrutura e as construções civis não foram reconhecidas como itens de passivo ambiental, os tanques de cianetação foram retirados e os equipamentos desmontados e deslocados para outras unidades da empresa.

PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Plano de Recuperação Ambiental para as áreas da empresa foi definido de acordo com cada passivo ambiental, conforme demonstrado a seguir, nas fotos (Figuras 6.7 e 6.8) e na Tabela 5.1.

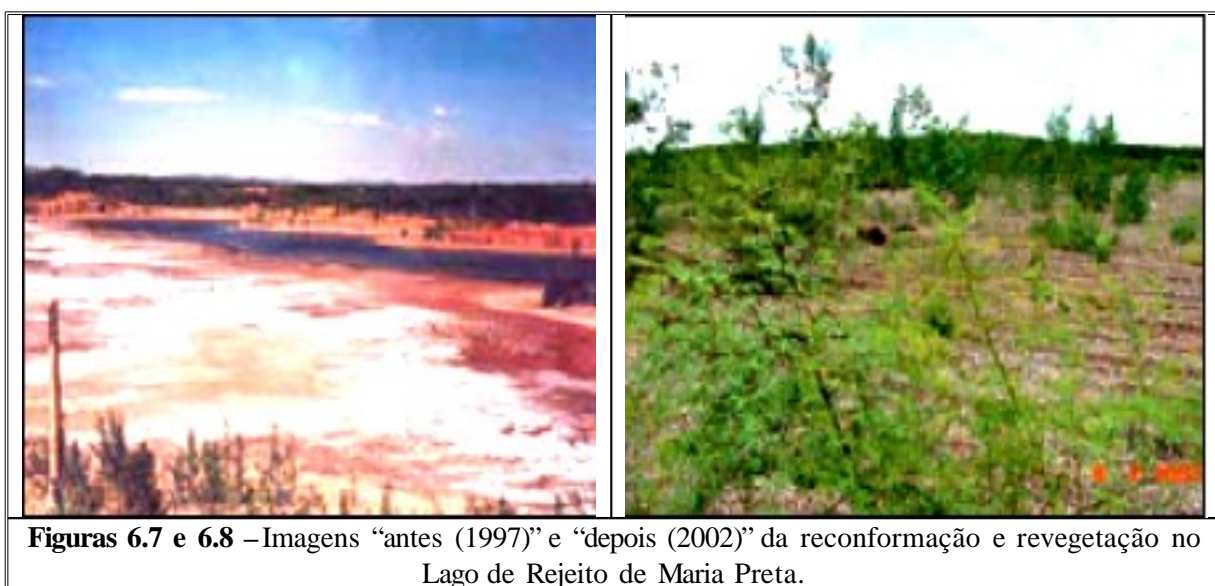


Tabela 6.1: Áreas a serem recuperadas e as respectivas atividades de recuperação

ÁREAS A SEREM RECUPERADAS	ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO
Cavas secas com desmonte	Remoção da cobertura vegetal no entorno das cavas; Decapeamento e armazenagem da camada de solo fértil; Perfuração e desmonte para o retaludamento das cavas; Instalação das drenagens superficiais; Tratamento da superfície final do solo e revegetação; Isolamento das bordas das cavas (cercas); Manutenção.
Cavas secas sem desmonte e inundadas	Instalação das drenagens superficiais; Tratamento da superfície final do solo e revegetação; Isolamento das bordas das cavas (cercas); Manutenção.
Pilhas de estéril	Tratamento da superfície final do solo e revegetação; Manutenção.
Reservatórios de lixiviação, pilhas de minério lixiviado e bacia de rejeitos e diques de segurança.	Medidas de segurança e sinalização; Monitoramento; Tratamento da superfície final da bacia de rejeitos, pilhas e piscina de lixiviação; Revegetação; Manutenção.
Planta de beneficiamento	Retirada dos equipamentos reutilizáveis; Tratamento da superfície final do solo; Revegetação; Manutenção.

Fonte: Modificado da HISA (1997)

Os Custos

A implantação de um projeto de recuperação ambiental de uma mina após o seu fechamento é mais dispendiosa do que se fosse executada paulatinamente. A multiplicidade de operações, torna necessário recuperar terrenos alterados, incluindo desmontes,

movimento de rochas e solos, instalação de drenagens, preparo do terreno e revegetação, sinalização e manutenção. Estes custos compreendem mão-de-obra, explosivos, equipamentos de perfuração, carregamento e transporte, matérias-primas de drenagens e insumos agrícolas (sementes, mudas, viveiros, corretivos de solos e adubos, etc.) e análises químicas na etapa de monitoramento.

ANÁLISE DO PLANO DE FECHAMENTO DA MINA MARIA PRETA

Na Mina Maria Preta, o plano de desativação não foi suficientemente detalhado, quer pela falta de experiência da equipe, quer pela falta de conhecimento e vivência de uma desativação. Esta foi a primeira desativação de uma mina no Estado da Bahia e não existiam parâmetros para balizar a preparação do plano de desativação. Na execução, as falhas no seguimento do plano deveram-se a impedimentos de ordem econômica ou a falta de infra-estrutura para a realização da recuperação de acordo com o plano pré-determinado.

Os custos com vigilância e reformas das instalações civis não foram previstos, porque não ficou definido no plano qual a destinação final das instalações civis, ainda estava em negociação com o superficiário o futuro destas instalações. Quanto à vigilância, o plano foi incapaz de prever o desfecho das negociações e passou ao largo destas negociações, cumprindo apenas a função burocrática de preparar um documento ao órgão ambiental.

Os custos de recuperação foram subestimados, primeiro porque a empresa sub-dimensionou os custos das atividades necessárias para recuperar a área. Segundo, porque resolveu mudar as etapas previstas para a recuperação das cavas, usando a retomada das pilhas para o enchimento de 1/3 das cavas. Por último, porque não previu os custos com vigilância e o remodelamento das instalações civis, como ficou demonstrado no comparativo dos custos planejados, executados e a executar.

A desativação da mina não causou muito impacto na comunidade, porque a maior parte dos funcionários da CVRD veio da Mina Fazenda Brasileiro, a 80 km de distância. A lavra

havia sido terceirizada, cabendo à CVRD o serviço de geologia e o beneficiamento do ouro. Outro fator que contribuiu foi a duração do empreendimento, apenas seis anos, sendo pouco tempo para influenciar a economia da região, predominantemente agrícola e baseada no plantio e colheita de sisal. Ainda assim, como a comunidade local não foi chamada a opinar, a decisão foi unilateral.

Por outro lado, este caso mostra a importância de planejar cuidadosamente a desativação, não somente por razões de execução do plano, mas principalmente para o planejamento financeiro da operação.

No caso da Mina Maria Preta, Oliveira Júnior (2002) apresenta uma análise dos custos do fechamento, onde é possível calcular o percentual de acréscimo nos custos de produção, permitindo fazer uma provisão adequada para as despesas com o fechamento, através da fórmula:

$$P = (CR/Q*CP) * 100,$$
 Onde P é o percentual de acréscimo nos custos de produção;

CR é o custo de recuperação;

Q, quantidade de minério extraído na mina e processado e

CP, custo de produção de um determinado bem mineral.

De acordo com a equação já citada, se a CVRD começasse a se capitalizar com a aplicação de uma certa quantia a uma taxa anual de 8% (bastante conservadora para as atuais condições do mercado financeiro brasileiro) no início da vida útil da mina, teria despendido menos dinheiro e teria uma renda anual por cinco anos (tempo previsto para a recuperação) para realizar os trabalhos de recuperação. Como isto não foi feito, a empresa ficou dependente de planejamento e reorganização dos seus custos para poder implementar a recuperação da mina. Por outro lado, este caso mostra a importância de planejar cuidadosamente a desativação, não somente por razões de execução do plano, mas também

para o planejamento financeiro da operação. Se no caso de Maria Preta, os valores despendidos não foram muito elevados e estão certamente dentro da capacidade financeira da empresa, o mesmo pode não ser verdade para pequenas ou médias empresas de mineração, podendo levar a uma situação de inadimplência. Nesta hipótese o meio ambiente e a comunidade seriam os perdedores, ou caberia ao Poder Público arcar com os custos da recuperação ambiental. Demonstra-se, desta forma, que o bom planejamento técnico, econômico e financeiro da desativação de uma mina é de interesse não só da empresa mineradora, mas da coletividade (Oliveira Júnior, 2002).

6.3 MINAINIRAYMI

A Mina Inti Raymi, de extração de ouro, localiza-se na Bolívia e encontra-se em fase final de produção.

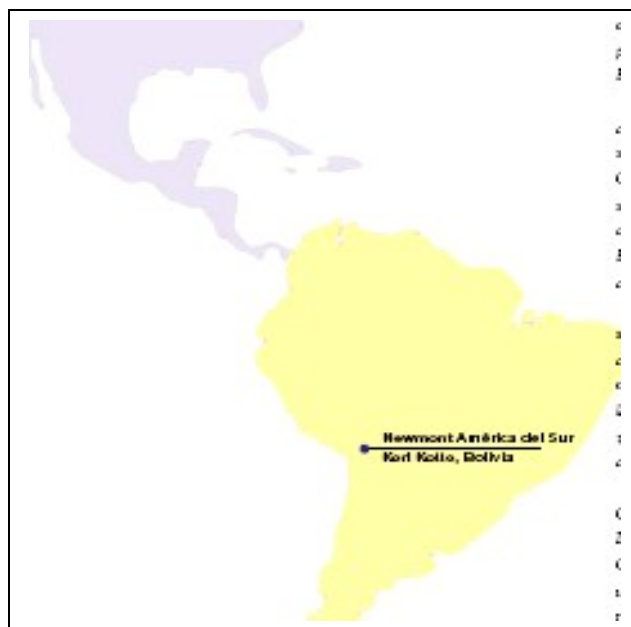


Figura 6.9 – Mapa de situação da Mina de Inti Raymi.

ASPECTO SOCIOECONÔMICO DO FECHAMENTO

A direção da Mina Inti Raymi criou a Fundación Inti Raymi, em 1991, para promover o desenvolvimento sustentável mediante a criação de uma parceria entre os setores público, privado e social (civil). Preocupada com a proximidade do fechamento da mina, a fundação

tem o desenvolvimento de base como objetivo-chave. Ir aos poucos desvinculando as atividades da área da própria mineração passou a ser uma meta. Ela tem buscado conseguir a continuidade na formulação, financiamento e implementação de programas sociais, de forma que, mesmo depois do fechamento da mina, a fundação continue suas atividades. A organização trabalha com as comunidades nas adjacências da mina em duas áreas temáticas principais. A primeira, chamada investimento produtivo, centraliza-se em pequenas empresas e oportunidades de geração de renda e inclui projetos tais como incubador de microempresas e um programa de microcrédito. A segunda, chamada investimento social ou qualidade de vida, focaliza a atribuição de poder à comunidade por meio de projetos que fortaleçam a capacidade de liderança e atendam às prioridades de infra-estrutura identificadas pela população local.

Neste sentido, uma idéia atualmente em estudo é a criação de um fundo de doações como capital semente da empresa, descentralizado que atenderia às propostas de projetos da comunidade, capitalizado em conjunto, compartilhando a meta comum de desenvolvimento comunitário.

Outras fontes de financiamento estão sendo estudadas. Além da auto-suficiência organizacional, a Inti Raymi está considerando a sustentabilidade específica dos projetos, tais como o programa de microcrédito. Outro fator importante no planejamento de longo prazo é o desenvolvimento de uma liderança sustentável. Atrair líderes visionários para dirigir a fundação poderá ser mais difícil, quando não houver mais interesse da empresa em apoiar a organização.

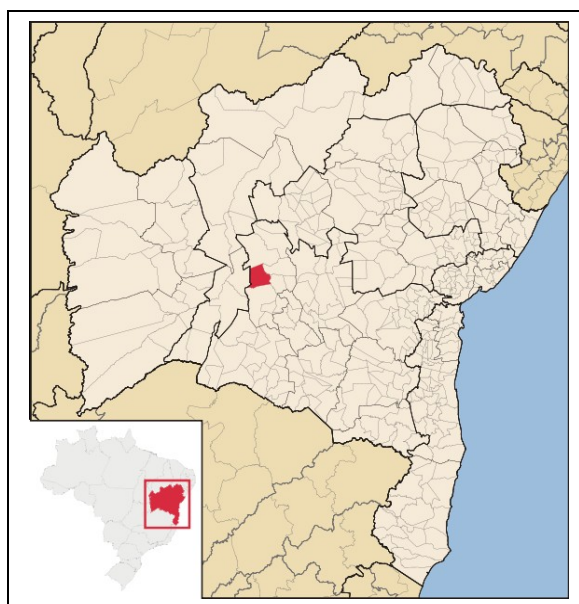
Como resposta, a Inti Raymi espera abrir sua diretoria tanto a membros da comunidade como a líderes de destaque nacional, aumentando assim o conjunto de talentos e a visibilidade da gestão da fundação. Certas questões de procedimento já foram planejadas em conjunto com a colaboração da comunidade, tais como propriedade da terra e pagamento/compensação pelo uso da terra. Graças à presença da mina há muitos anos, a

região goza de uma boa infra-estrutura, como estradas, eletricidade, aeroporto, etc. Essa pode ser a porta para o novo uso produtivo da terra. Uma vez fechada a mina, possíveis instituições de substituição são um parque industrial, uma universidade ou um habitat de vida silvestre. Seja qual for a opção adotada, contará com a força do consenso da comunidade para apoiá-la (Inti Raymi, 2003; Fundacion Inti Raymi, 2003)

6.4 MINADE BOQUIRA

O complexo mineiro-metalúrgico para produção de ligas de chumbo (Pb) na Bahia (Figuras 6.10 e 6.11) era composto da lavra e beneficiamento do minério de chumbo no Município de Boquira, sudoeste do estado, e produção de ligas de chumbo pela usina metalúrgica em Santo Amaro da Purificação, no Recôncavo Baiano.

A empresa francesa PENARROYA Oxide SA que, atualmente, é líder mundial na produção de óxidos de chumbo destinados à fabricação de baterias, cristais, plásticos e tubos de televisão, criou em 1958, para atuar no Brasil, a subsidiária COBRAC - Companhia Brasileira de Chumbo. Em 1989, a COBRAC foi vendida e incorporada à empresa Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda, pertencente ao Grupo Trevo.



[EMBED Word.Picture.8](#)

Figura 6.10 – Mapa de situação da Mina de Boquira, BA.



Figura 6.11 – Imagem aérea da região de Boquira, BA.

Fonte – <http://earth.google.com> (08/11/2006)

No ano de 1960, a COBRAC iniciou suas atividades em Santo Amaro da Purificação, distante 100 km de Salvador, na forma de uma usina para produzir lingotes de chumbo. Neste período, foram produzidas e comercializadas cerca de 900 mil toneladas de liga de chumbo, gerando um passivo ambiental de milhões de toneladas de rejeito e cerca de 500 mil toneladas de escória com 3% de concentração de chumbo. Pelos valores atuais do chumbo no mercado mundial, o empreendimento instalado naquela cidade baiana, durante sua vida útil, faturou cerca de US\$450 milhões (Mazoni e Minas, 2004).

O minério de chumbo beneficiado em Santo Amaro da Purificação era extraído de uma mina subterrânea localizada no Município de Boquira, na Chapada Diamantina, BA. A sua implantação provocou, pouco tempo depois, uma série de reclamações de residentes locais,

em relação à morte de gado bovino e de eqüinos e à perda de produção de hortas. O processo judicial solicitou o fechamento da fundição por poluir o Rio Subaé. A indústria resolveu o impasse adquirindo dos fazendeiros as terras mais próximas à fábrica. A mina foi desativada em 1992 e as atividades de fundição foram paralisadas em 1993, após 33 anos em operação.

Durante o período de produção de ligas de chumbo e escórias (1960-1993), o processo metalúrgico empregado (sinterização e redução do sinter) resultou em forte contaminação do meio ambiente por meio de material particulado expelido pela chaminé, por efluentes líquidos despejados diretamente no rio Subaé e por transbordamento da bacia de rejeito.

Os problemas gerados com a poluição e a contaminação pelo chumbo (Pb) e cádmio (Cd), despertaram interesse em pesquisadores e desde 1993 a Universidade Federal da Bahia – UFBA e a Universidade de São Paulo – USP vêm desenvolvendo trabalhos de pesquisa pesquisas toxicológicas e epidemiológicas nas populações afetadas.

Com relação à plumbemia, constatou-se que a população está contaminada com concentrações de Pb e Cd no sangue, acima dos índices permitidos pela Organização Mundial de Saúde – OMS. A maioria das crianças residentes no raio de 900 metros, a partir da chaminé, tinha concentração de cádmio no sangue acima do valor normal de referência. O nível de Pb e de Cd no cabelo da população amostrada aumentava proporcionalmente ao aumento das concentrações desses metais pesados no solo, demonstrando inequivocamente o elevado grau de contaminação ambiental na região de Santo Amaro da Purificação.

Os principais efeitos da contaminação (contato, inalação e ingestão) por chumbo em Santo Amaro da Purificação são os seguintes: problemas respiratórios, renais e hepáticos, anemia e perda parcial da memória. A leucemia também é mencionada.

A mina foi “abandonada”, não tendo sido implementado o seu fechamento. Os estudos e avaliações efetuados ao longo dos últimos 25 anos demonstram a diminuição, mas não a eliminação, dos níveis de contaminação por Pb e Cd em Santo Amaro da Purificação. As medidas e procedimentos implementados no sentido de remediar a contaminação foram aplicados de forma tecnicamente incorreta e/ou restaram parcialmente ineficazes. Ações que efetivem o fechamento da mina ainda estão sendo negociadas.

6.5 MINADE ITAMARATI DE MINAS – CBA

Em Itamarati de Minas, MG, ocorre a exploração de bauxita. As camadas mineralizadas atingem poucos metros de espessura e são quase superficiais. Por esse motivo, a exploração da bauxita não implica em cavas profundas ou encostas cortadas em bancadas, mas em extensas áreas que são mineradas em faixas consecutivas. A extração do minério em faixas consecutivas possibilita a reabilitação das áreas concomitantemente com o desenvolvimento da lavra.

RECUPERAÇÃO PROGRESSIVA – LAVRA E REABILITAÇÃO PARALELAS

O desenvolvimento da lavra inicia-se pela supressão da vegetação e decapeamento da cobertura de solo, deixando exposta a camada mineralizada de bauxita, que estará pronta para ser lavrada. O capeamento é estocado para ser utilizado posteriormente na recobertura da área lavrada, na etapa de reabilitação. A lavra ocorre em faixas ou fatias que vão sendo retiradas, uma de cada vez. Assim que uma faixa do terreno é lavrada, prepara-se outra faixa para iniciar a lavra e inicia-se a recuperação da faixa exaurida.

A reabilitação da área ocorre concomitantemente com a lavra, ou seja, após o término da 1ª faixa em lavra, inicia-se o trabalho de reabilitação dessa faixa, enquanto vai ocorrendo a lavra da 2ª faixa. Terminada a lavra da 2ª faixa, inicia-se a sua reabilitação, enquanto prepara a 3ª faixa para ser lavrada e assim, sucessivamente. A reabilitação da área passa por uma reconformação topográfica da área lavrada, construção de terraços, curvas de nível e o lançamento do solo orgânico anteriormente armazenado.

Em essência, o processo de revegetação almeja atingir uma paisagem estável, em que a degradação é minimizada, a terra volta a ser auto-suficiente e produtiva, o habitat da fauna é restabelecido (Abreu, 2003). A seqüência de fotos apresentada a seguir (Figuras 6.12 a 6.17) permite a comparação entre áreas degradadas pós-mineração e áreas pós-recuperação em Itamarati de Minas (CBA).





FIGURAS 6.12 e 6.13 - DNPM 810.472/76 corpos "8" e "10". Comparação entre 1995 e 2003





FIGURAS 6.14 e 6.15 - DNPM 810.395/76 corpo “j”. Comparação após a lavra entre 1995 e 2003





FIGURAS 6.16 e 6.17 - DNPM 831.136/81 corpo “12”. Comparação entre período de lavra (maio de 1998) e após recomposição topográfica e revegetação (abril de 1999).

6.6 COMPANHIA DE PESQUISA E LAVRAS MINERAIS – COPELMI

A COPELMI atua no Rio Grande do Sul explorando, principalmente, carvão em lavra a céu aberto. Em 1980, a empresa implantou o “Programa de Controle Ambiental e Política de Educação Ambiental” permitindo alguns resultados, que se tornaram referências de ações ambientais, inclusive para fechamentos de mina.

A seguir são apresentados quatro casos de fechamento de mina, implementados pela COPELMI, com previsões de usos futuros diversificados (Grigorieff, 2004).

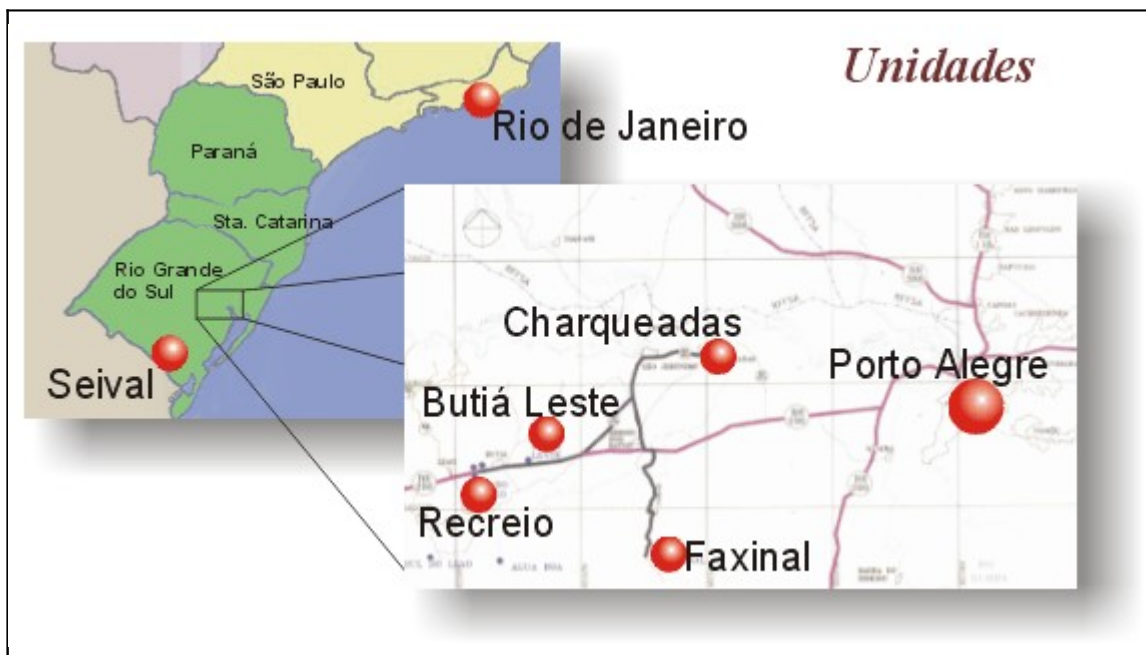


Figura 6.18 –Mapa de situação das minas da COPELMI,RS.

MINA DO BUTIÁ-LESTE – PLANTIO DE PASTAGEM PARA PECUÁRIA

A Mina do Butiá-Leste (Figuras 6.19 a 6.21) operou entre 1987 e 1991 e teve o primeiro EIA/RIMA de mineração elaborado no Rio Grande do Sul (1986-1987). A recuperação da área lavrada ocorreu paralelamente às atividades de lavra (recuperação progressiva), com plantio de gramíneas e eucalipto. Foi devolvida ao superficiário em 1998. Em 1999, houve o primeiro corte de eucalipto, seguido do plantio de pastagem para pecuária.



FIGURA 6.19 – Mina Butá-Leste. Vista geral da área recuperada para pecuária.



FIGURAS 6.20 e 6.21 – Mina Butá-Leste paralelo entre a cava em operação e a área recuperada

MINA DO RECREIO (BLOCO CHARRUA) – FONTE DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PISCICULTURA

A Mina do Recreio (Bloco Charrua) operou entre 1992 e 1994. A cava foi recuperada com a formação de um lago (Figuras 6.22 e 6.23), no período de 1993 a 1996. Devido à grande seca ocorrida na região em 1997, a água do lago foi analisada pelos órgãos competentes tendo sido aprovada para o uso de água bruta para abastecimento urbano. Os órgãos governamentais requisitaram o lago para abastecimento da cidade de Butiá.

Neste mesmo lago, foi implantada em 1999, uma estação experimental de piscicultura, com criação de tilápias.



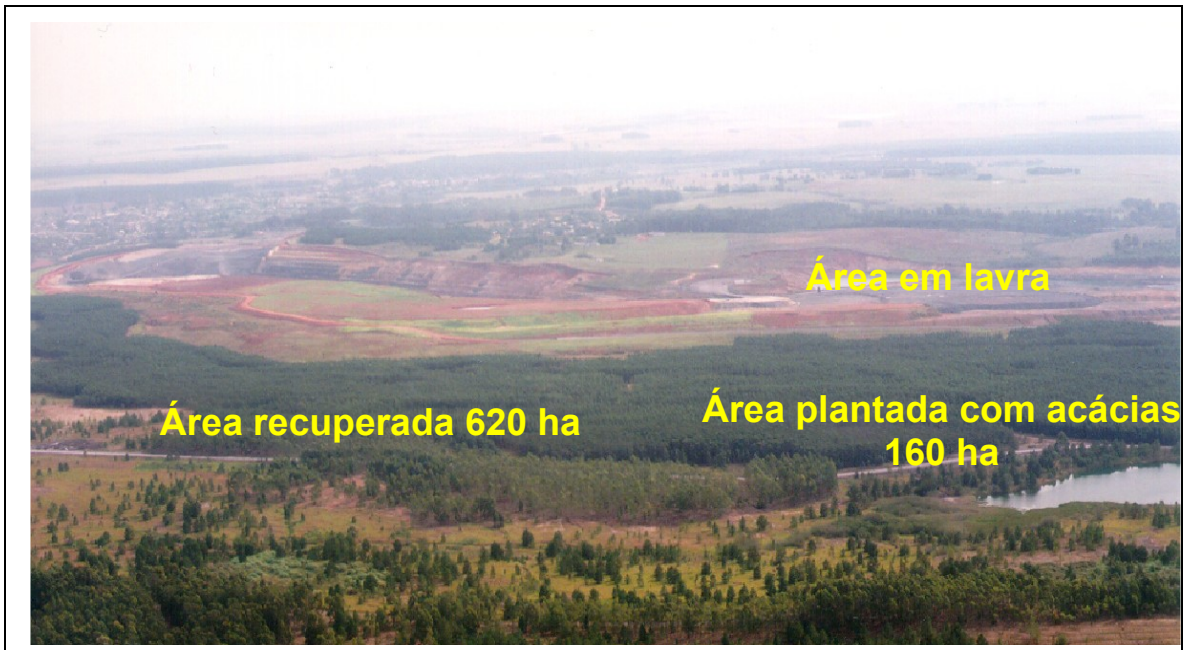
FIGURAS 6.22 e 6.23 – Lago formado na cava da Mina do Recreio (Bloco do Charrua)

MINA DO RECREIO – FORMAÇÃO DE MATAS

A recuperação da área da Mina do Recreio (Figuras 6.24 e 6.25) iniciou em 1993. Dessa área, 160 ha foram transformados em mata de acácia negra. Em 1998, foi celebrado um convênio entre a empresa e o Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, visando melhoria da qualidade da mata plantada. Em 2000 teve início a exploração econômica das matas plantadas.



FIGURAS 6.24 – Mina do recreio.Lavra a céu aberto



FIGURAS 6.25 – Mina do recreio recuperada (plantação de acácia negra).

MINA DO RECREIO – UTILIZAÇÃO DA CAVA P/ ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A cava da mina do Recreio foi transformada para ser utilizada como Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos – ARSU, com capacidade para 5.500.000 m³, atendendo 25 municípios. O projeto foi licenciado pelo órgão ambiental competente, entrando em operação em 2001. A defesa do projeto baseou-se no efeito duplamente benéfico:

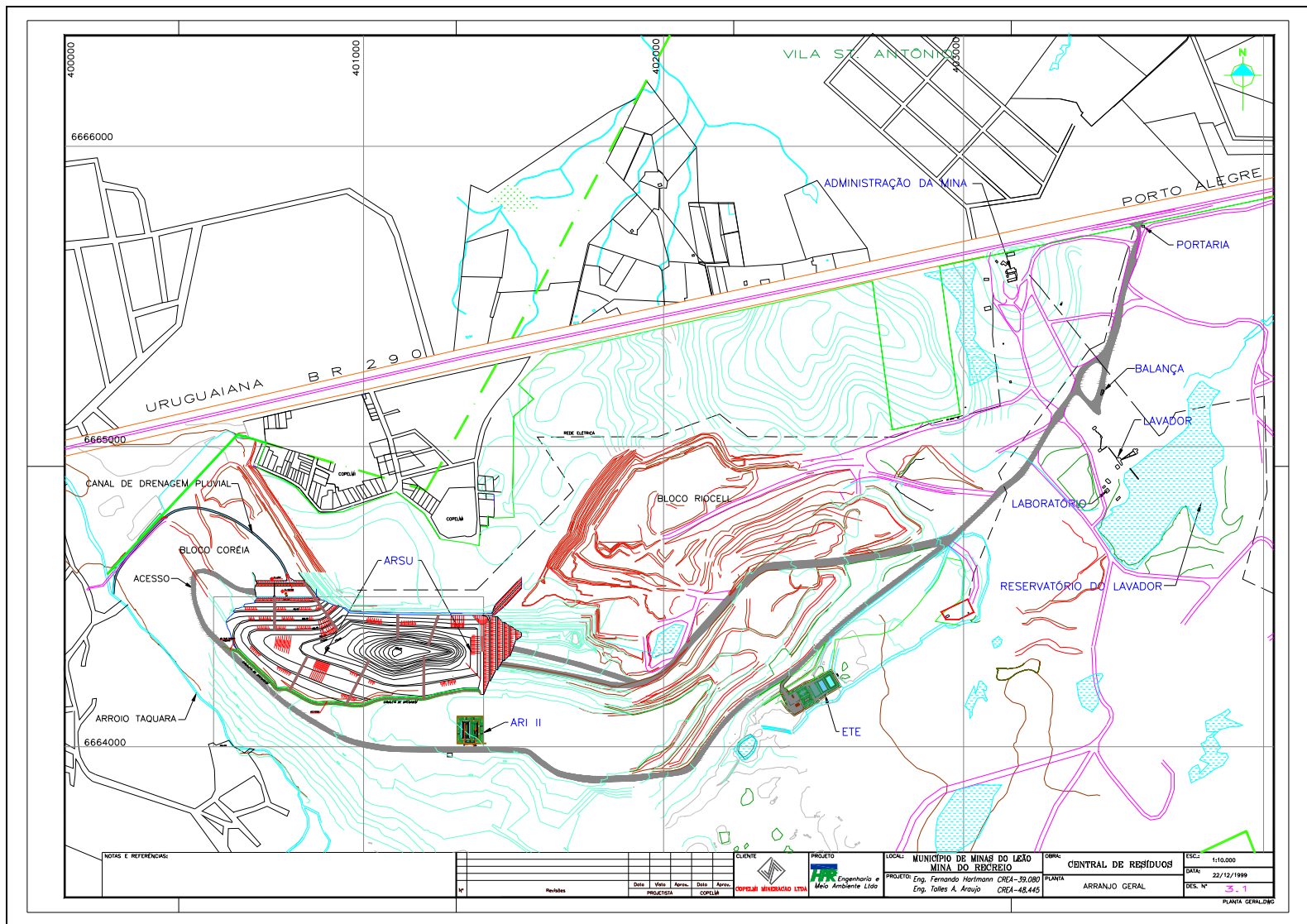
- Possibilitar um uso futuro para a área de grande extensão que era a cava da mina, tornando-a inclusive rentável economicamente;
- Evitar a utilização de outras áreas sem contaminação, que seriam destinadas à implantação de aterros sanitários de 25 municípios da região.

As fotos apresentadas a seguir ilustram a seqüência de obras para a implantação do aterro sanitário dentro da cava exaurida, da Mina do Recreio.



FIGURAS 6.26 – Corte da cava da mina

FIGURA 6.27 – Arranjo geral do Aterro de Resíduos Sólidos

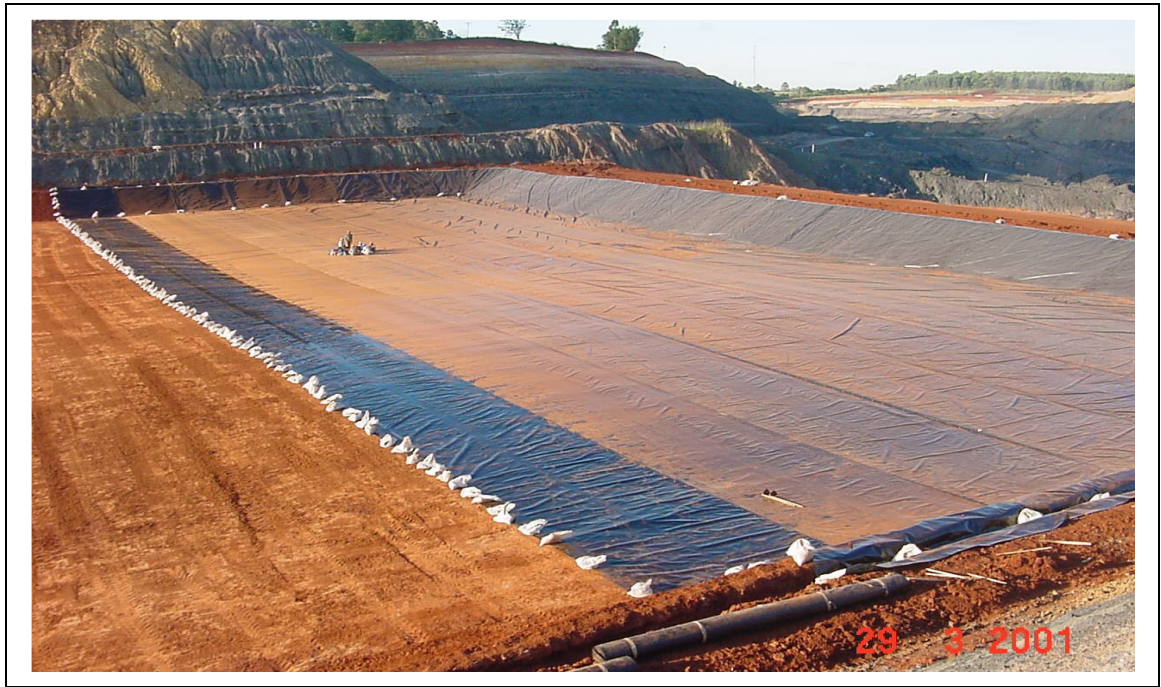




FIGURAS 6.28 – Vista Geral da área do ARSU



FIGURAS 6.29 – Impermeabilização do fundo da cava, com camada de argila



FIGURAS 6.30 - Instalação da geomembrana



FIGURAS 6.31 - Cobertura protetora da geomembrana (com argila)



FIGURAS 6.33 - Drenagem do gás



FIGURAS 6.34 - Vista da Estação de Tratamento de Efluente - ETE
(Chorume)



FIGURAS 6.35 - Aterro em operação (junho de 2004)

7. EFETIVIDADE DO FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL

No Brasil existem poucos casos de fechamento estudados e publicados. Até a bem pouco tempo, as minerações paralisavam as suas atividades e “abandonavam” a área, deixando para trás todo um passivo ambiental gerado pelos anos de extração mineral. Baseado nos dados levantados por esta pesquisa, pretende-se a seguir, discutir alguns pontos mais marcantes que dificultam ou possam vir a dificultar fechamentos. A abordagem em tópicos é apresentada a seguir:

7.1 ASPECTOS RELATIVOS À LEGISLAÇÃO AOS ÓRGÃOS PÚBLICOS

- A legislação e as agências reguladoras têm sido as chaves motoras da prática de fechamento de mina em todo o mundo. Muitos países não contam com uma legislação completa e de fácil compreensão no tocante ao fechamento de mina e não incluem as formas de garantia financeira para esse processo, entre eles o Brasil.
- Apesar de citada várias vezes como exigência na legislação atual, a recuperação ambiental não conta com uma lei infraconstitucional específica regendo-a suficientemente, mesmo estando regulamentada pelo Decreto 97.632, de 10/04/1989,
- Existem leis específicas regulamentando temas como: a execução do EIA (Estudo de Impacto Ambiental), gerenciamento e disposição final de resíduos perigosos, leis que dispõem sobre crimes ambientais e as normas que estabelecem padrões para emissões atmosféricas e níveis de tratamento de efluentes. Apesar disto, a lei muitas vezes não inclui sanções civis, ou criminais para quem não seguiu-as, sendo em sua maioria sanções administrativas como a multa pecuniária (Gonçales, 2002);
- Um grande entrave na efetivação dos fechamentos é a sobreposição de responsabilidades dos organismos públicos reguladores. Outro entrave é a comunicação ineficiente entre eles. Esses dois aspectos são observados ou refletidos em todos os níveis: nacional, estadual e municipal. A solução passa por uma reestruturação e/ou reorientação dos papéis das autoridades competentes, apoiadas pelos ambientalistas. Um caminho seria a criação de mecanismos de harmonização, coordenação ou

reestruturação dos segmentos envolvidos, dependendo da situação política e econômica do país.

- Os órgãos reguladores não conseguem cumprir integralmente sua função de fiscalizar os empreendimentos mineradores devido às sérias limitações de recursos financeiros, de domínio do estado-da-arte, de conhecimento e disponibilidade de infraestrutura e pessoal.
- A falta de normas claras para o fechamento de minas no Brasil faz com que empresas comprometidas com o meio ambiente formulem suas próprias estratégias e criem seus próprios modelos de planos de fechamento;
- A falta de orientações fornecidas pelos órgãos ambientais competentes faz com que as experiências vividas em fechamentos bem sucedidos sejam os únicos parâmetros a serem seguidos para outros fechamentos, como é o caso da Mina Fazenda Brasileiro, que está se espelhando no fechamento da Mina Maria Preta. Porém, deve-se levar em conta que a realidade das minerações são bem diferenciadas. Por isso, nem sempre um fator que concorreu para o sucesso de uma mina, serve para outra;
- A falta de inclusão dos aspectos socioeconômicos na legislação do fechamento de mina não tem incentivado a inserção das comunidades locais na elaboração dos planos de fechamento das minas. Porém, todos reconhecem que esta prática passou a ser uma necessidade para evitar vários problemas administrativos e legais para a empresa (Warhurst, 2000; MMSD, 2001; Ricks, 1997);
- A inexistência de um instrumento legal que obrigue o empreendedor a construir uma provisão financeira para o fechamento de um empreendimento minerário. Ou seja, uma garantia financeira para assegurar a recuperação das áreas degradadas pelo desenvolvimento dessas atividades.

7.2 ASPECTOS RELATIVOS À POLÍTICA DAS EMPRESAS MINERADORAS

- Apesar de se notar uma grande evolução na postura de grande parte das empresas de mineração brasileiras no tocante à gestão ambiental, ainda é evidente que boa parte das

iniciativas empresariais decorre como resposta às exigências legais, seja pela via administrativa, seja pela via judicial (Oliveira Júnior, 2002);

- Grande parte das companhias de mineração de porte internacional têm tido facilidade na aprovação de seus planos de fechamento. Elas têm trabalhado com uma política cooperativista, apresentando seus planos com um padrão de qualidade uniforme, independente do grau de exigência da legislação local. Esta atitude tem contribuído para que no Brasil, assim como em outros países, os primeiros planos de fechamento sirvam de modelo para os órgãos reguladores, que ainda não se encontram preparados para emitir julgamentos sobre a qualidade dos mesmos (Warhurst, 2000).
- As empresas mineradoras, de um modo geral, ainda dão uma pequena ênfase para o planejamento do fechamento da mina, pois ele não é bem entendido, resultando em uma baixa prioridade nas providências relacionadas a este aspecto. As estruturas organizacionais das empresas servem para reforçar essas falhas, deixando a responsabilidade de gerenciar o planejamento do fechamento para indivíduos ou departamentos atribuídos com outras obrigações, podendo, portanto dedicar pouco tempo ao assunto.
- Os primeiros planos de fechamento têm sido elaborados somente no final da lavra, e por isso têm sido muito dispendiosos. Com as novas minerações, essa postura irá mudar, pois o plano de fechamento deve ser apresentado junto com o de aproveitamento econômico das mesmas, provocando uma atitude mais comprometida com o meio ambiente desde o início da lavra.
- Segundo Robertson et alli (2002), existe uma tendência das empresas mineradoras elaborarem “Plano de Uso da Terra Sustentável Pós Mineração”, ao invés de “Planos de Fechamento”, preocupando-se com os aspectos físicos, mas desprezando os aspectos sócio-econômicos.
- Mesmo com todo o esforço de muitas empresas, a falta de conscientização, aliada ao desconhecimento de como tratar a questão do fechamento de forma adequada (devido à complexidade dos fatores técnicos e econômicos envolvidos), inegavelmente vem acarretando sérios prejuízos de ordem ambiental e econômica para a sociedade.

- Enquanto existem empresas preocupadas com o fechamento desde o planejamento das operações da mina, alguns problemas antigos e crônicos de “abandono” de mina continuam sendo debatidos, sem uma solução concreta, é o exemplo da Mina de Chumbo de Boquira na Bahia.
- A falta de uma provisão financeira construída ao longo da vida útil da mineradora torna inviável às pequenas e médias empresas promoverem um fechamento de suas minas sem prejuízos ambientais e socioeconômicos consideráveis. As ações típicas do fechamento ocorrem quando a entrada de recursos cessa. As grandes mineradoras têm usado como fluxo de caixa para o fechamento, os lucros de outras minas pertencentes ao grupo. É muito importante, porém, que as companhias mineradoras levantem fundos para custear os projetos de fechamento, desde o início de sua arrecadação com cada uma de suas minas.
- A política paternalista e assistencialista, característica das minerações no Brasil, não estimulou o desenvolvimento de projetos sociais e particulares que fossem desvinculados da presença da mineração no local. Não se pensou em estimular a auto-suficiência organizacional dos projetos sociais mantidos ou financiados pela empresa e muitas vezes não se considerou a sustentabilidade específica desses projetos.
- A mesma política paternalista dificultou a tomada decisão participativa, referente a projetos da empresa, conjuntamente com as comunidades. Essa cultura unilateral das minerações dificulta a participação efetiva das comunidades locais na elaboração dos seus planos de fechamento. A natureza desse relacionamento frente aos projetos tem que mudar. Agora é necessário canalizar o apoio para a criação de opções alternativas de desenvolvimento, de maneira que, no final da vida útil da mina, a atividade econômica da comunidade esteja assegurada.
- Grande parte das empresas acredita que o fechamento de uma mina se limita à aplicação de medidas que recuperem e/ou reabilitem a área. Essa crença leva ao descaso em relação aos aspectos socioeconômicos e culturais das comunidades direta ou indiretamente envolvidas com o fechamento.

- Grande parte das empresas ainda planeja o fechamento para toda a área como uma atividade pós-mineradora, enquanto o correto seria dividir a área em “unidades de recuperação”, executando a reabilitação de forma progressiva (Robetson et ali, 2002).

7.3 ASPECTOS RELATIVOS ÀS EQUIPES DE ELABORAÇÃO DOS PLANOS

- No Brasil, alguns planos de fechamento foram elaborados por empresas de consultoria, especializadas em gestão ambiental e/ou em recuperação de áreas degradadas. A falta de experiência dessas empresas no tocante a planos de fechamento faz com que os orçamentos iniciais apresentados para a recuperação das áreas sejam exageradamente subestimados, como no exemplo citado por Oliveira Júnior (2002) da Mina Maria Preta.
- Embora seja óbvio no entendimento das empresas de mineração, uma estratégia de fechamento bem planejada deveria fazer parte de todos os esforços da equipe que o planeja. Porém, são comuns equipes que elaboraram planos de fechamento de mina, com o único propósito de fazer relatórios dentro das normas, facilitando os trâmites legais, sem se preocuparem com o fato das medidas propostas serem as mais adequadas ou terem sua implementação possível.

7.4 ASPECTOS RELATIVOS À OPINIÃO PÚBLICA E SUAS EXPECTATIVAS

- Em virtude de existirem diferentes definições do termo "comunidade", uma dificuldade é definir o seu próprio conceito, identificando aqueles segmentos que representam o bem comum e não interesses pessoais. Aconselha-se a formação de um grupo para estudar, identificar e preparar um documento que defina as relações entre o setor mineiro e a comunidade, e o próprio conceito de comunidade (CAMMA, 2000; Knol, 1999; Alberts e Grasmick, 2000; Lahiri-Dutt, 1999).
- Enumerar todos os apoiadores do processo de fechamento (*stakeholders*), também é outra dificuldade que os líderes locais devem vencer. Pode-se citar como apoiadores – a própria companhia, as autoridades reguladoras, os diversos segmentos da comunidade local, as ONGs, etc.

- A opinião pública pode influenciar os objetivos da recuperação/reabilitação da área minerada. Durante os últimos anos esta tendência tem sido acentuada, e é possível notar o esforço de algumas comunidades em participarem efetivamente do processo de fechamento da mina, utilizando inclusive os dispositivos legais disponíveis, discutidos no segundo capítulo;
- A postura das companhias mineradoras em não disponibilizar informações importantes às comunidades locais e adjacentes tem dificultado o relacionamento entre estes dois segmentos, dando margem a interpretações incorretas e desgastando a convivência. Porém, mudanças neste sentido já acenam no cenário nacional, de acordo com alguns exemplos citados no presente trabalho.
- A busca de uma nova identidade auto-sustentável para as comunidades adjacentes, após o fechamento da mina, tem sido a maior expectativa dessas comunidades, em relação aos projetos de desenvolvimento regional desenvolvidos pela empresa de mineração.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tal como as corporações têm um ciclo de vida organizacional, o mesmo sucede aos programas de responsabilidade sócio ambiental criados por elas. Talvez, nenhuma outra operação saiba melhor que os projetos têm um início, meio e fim do que uma empresa de mineração. Assim, o fechamento de uma mina deve ser considerado desde o início de cada projeto como um planejamento formal, constituindo elemento necessário para contribuir ao desenvolvimento sustentável, ao mesmo tempo em que viabiliza a existência de condições estáveis e claras para se alcançar o bem-estar econômico, ambiental e social.

A legislação brasileira referente ao fechamento e a muitas outras questões ambientais tem que ser revista e complementada para que os órgãos reguladores tenham mecanismos legais e recursos financeiros suficientes para atuar. O caminho da solução ‘passaria por:

- Revisar as legislações internacionais mais avançadas (principalmente dos Estados Unidos, Canadá, e Austrália);
- Promover debates e estudos de casos nacionais e internacionais, fazendo uma análise de suas vantagens e seus erros, e;
- Desenvolver um modelo de políticas e regulamentos apropriados ao caso brasileiro.

Deve-se, também, estabelecer um órgão único (ou órgãos que trabalhem de forma integrada), com recursos financeiros, técnicos e humanos, que representem o governo em todas as esferas, desde a fase de licenciamento de projetos de mineração até seu fechamento. Para fortalecer essas instituições, deve-se fornecer treinamento e assistência cooperativa técnica para funcionários públicos, empresas privadas e outras partes interessadas. O governo, além de seu papel regulamentador e fiscalizador, deve aumentar sua presença nas regiões mineradoras. A autoridade de mineração deve contar com um orçamento que permita fornecer serviços de informações, participar em resoluções de conflitos e agir como catalisador. Dessa forma, a ação governamental atenderia às necessidades básicas das comunidades ligadas aos projetos de mineração (CAMMA,2000).

Os passivos ambientais da mineração devem ser avaliados (minas, instalações, depósitos, pilhas de estéril, barragens de rejeito e outros), independentemente de quem seja o responsável e classificadas em ordem de prioridade baseadas em: risco de saúde e segurança e níveis de danos ambientais.

Devido, principalmente às dificuldades e ao alto custo para implantação de medidas de reabilitação, as experiências com o fechamento têm servido às grandes mineradoras de balizamento para a gestão de novos empreendimentos. Essa política salienta a preocupação com a recuperação do meio ambiente desde o planejamento da lavra e tem servido de estímulo para a adoção de uma provisão financeira, visando precaver-se para os futuros gastos com o fechamento.

O setor de mineração nem sempre mantém relações abertas e flexíveis com todos os setores sociais em nível nacional, regional ou local, deixando de compartilhar informações relevantes e oportunas e não assegurando um tratamento justo para todos os grupos da população (CAMMA, 2000). Esse tipo de comportamento tende a mudar, pois para as corporações que participam de programas socialmente responsáveis, há uma curva de aprendizado que pode ser acelerada pela parceria com instituições que tenham experiência em participação comunitária. O exercício desse relacionamento possibilita uma negociação para o fechamento, com responsabilidade, eficiência e economia.

Durante o processo de avaliação da viabilidade dos projetos de mineração, os parâmetros técnicos e administrativos devem considerar o planejamento do uso da terra e assegurar o uso pleno dos mecanismos legais de participação pública. Além disso, os planos de uso da terra devem incluir considerações sobre o potencial de mineração do solo e subsolo, o que fortaleceria sua aplicabilidade e utilidade (CAMMA, 2000).

REFERÊNCIAS

1. ABREU, C.A.V. **Relatório Técnico Fotográfico da Mina de Itamarati de Minas**. Companhia Brasileira de Alumínio –CBA,Itamarati de Minas, 2003.
2. ALBERTS, D. e GRASMICK, M.K. **Community Involvement at Nicolet Minerals**. Technical Papers, Mining Engineering, novembro de 2000.
3. AMBIENTEBRASIL Disponível em:<http://www.ambientebrasil.com.br/estadual/index.htm>. Acesso em: 25 de nov. 2006.
4. ANDRADE, R.O.B. **Gestão Ambiental: Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo, Makron Books Ltda, 2000.
5. BARROS, F.P. e MONTICELLI, J.J. Aspectos Legais. In: OLIVEIRA, A. M. S. e BRITO, S. **Geologia de Engenharia**, São Paulo, ABGE, 1998.
6. BELL, L. **Biological Aspects of the Rehabilitation of Waste Rock Dumps**. In: SYMPOSIUM ON THE MANAGEMENT AND REABILITATION OF WASTE ROCK DUMPS, Camberra, 1993.
7. BITAR, O.Y. e ORTEGA, R. Gestão Ambiental. In: OLIVEIRA, A. M. S. e BRITO, S. **Geologia de Engenharia**, São Paulo, ABGE, 1998.
8. BRASIL, Constituição,1934, Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1934.
9. BRASIL, Constituição (1937). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1937.
10. BRASIL, Constituição (1946). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1946.
11. BRASIL, Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.
12. BRASIL. Decreto Nº 97.632 – 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 10 de abril de 1989.
13. BRASIL. Lei Nº 7.805 – 18 de julho de 1989. Altera o Decreto-Lei nº227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime da permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 18 de julho de 1989.

14. BRASIL. Lei Nº 9.605 – 12 de fevereiro de 1998. Prevê sanções penais para os crimes contra o Meio Ambiente, contra a Administração Pública e o Patrimônio Cultural, além de incentivar a cooperação internacional nas questões ambientais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 12 de fevereiro de 1998.
15. BRASIL. Lei Nº 6.938 – de 31 de agosto de 1981,, cria o regime da permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 18 de julho de 1989.
16. CALDWELL, J. A. e ROBERTSON, A.M. **Geotechnical Stability Considerations in the Design and Reclamation of Tailings Impoundment**. In: SYMPOSIUM OF GEOTHECNICAL STABILITY I SURFACE MINING. Alberta, Canadá,1986.
17. CAMMA. **Vª Conferência Anual dos Ministérios de Minas das Américas (2000)**, Vancouver 2000.
18. CLARCK, I. **Planning for Closure: The Case of Australia**. Oxford University Press, 2000
19. CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Câmara Técnica de Águas Subterrâneas. **Ata da 3ª Reunião**, Brasília, 2000.
20. DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral. **Código de Mineração** (versão atualizada). Brasília, DF. 1996.
21. DNPM – Departamento nacional da Produção Mineral. Portaria 237/2001. Institui Normas Reguladoras de Mineração. Brasília, DF. 18 de outubro de 2001.
22. DNPM – Departamento nacional da Produção Mineral. Portaria 12/2002. Altera a Portaria 237/2001. Brasília, DF. 22 de janeiro de 2002.
23. FRANCA, P.R. **Decommissioning of the Águas Claras Mine**. In: Internacional Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Nova deli, India, nov. 2001a.
24. FRANCA, P.R. **Plano de Desativação da Mina de Águas Claras**. In: Seminário Serra do Curral e Belo Horizonte – Um Diagnóstico Fundamentado, Belo Horizonte, ago. 2001b.
25. FUNDACION Init Raymi. Bolívia, 2003. **Mina de Ouro de Init Raymi** Disponível em:<<http://www.iaf.gov/grants/downloads/initraymi>>. Acesso em: 25 jan. 2003.
26. GONÇALES, J.S.L. **Mineração e Legislação Ambiental Na América Latina: Integração ou Conflito?**. In: *10º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL*, Ouro Preto, 2002.

27. GREGORIEFF, A. **Mina a Céu Aberto, Sua Contribuição à Qualidade de Vida de Cidades de Grande Porte.** In: III Congresso Brasileiro de Mina a Céu Aberto, Belo Horizonte, 2004.
28. HISA (HIDRAÚLICA E SANEAMENTO). 1997. **Plano de fechamento e monitoramento ambiental para o encerramento das atividades na unidade operacional da Fazenda Maria Preta, em Santa Luz, Bahia.** Salvador, v. 1. (Relatório Final).
29. INTI RAYMI. **El Ciclo de Vida de los Progamas de Responsabilidad Social Empresaria: la Mina de Oro Inti Raymi.** Disponível em: <<http://www.iaf.gov/grants/downloads/intraymi>> Acesso em 22 fev. 2003.
30. KNOL, R. **Planning For Mine Closure: Responsibility of Regulators, Comunity or Industry?.** MINERAL COUNCIL OF AUSTRALIA ENVIRONMENTAL WORKSHOP. Sydney, Austrália, 1999.
31. LAHIRI-DUTT, K. **what is the Community?** Technical Papers, Minning Engeneering, novembro de 1999.
32. LIMA, H. M. **Águas Claras Mine Closure Liability Assessment Report.** University of Wales, Aberystwyth, 2000.
33. LIMA, H.M. e CURI, A. **Mine Closure Principles.** In: 10^o CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL, Ouro Preto, 2002.
34. LIMA, H.M. *et alli.* **Financial Guarantee for Mine Closure.** Revista da Escola de Minas –REM, Ouro Preto, jul.set. 2003.
35. LIMA, H.M. e WATHERN, P. **Mine Closure: a conceptual review.** Technical Papers, Minning Engeneering, novembro de 1999.
36. MARTINS, D.L. **Aspectos Legais do Fechamento de Mina.** Ddisponível em: <http://www.odebate.com.br>. Acesso em: 20 mai. 2003.
37. MAZONI, P. e MINAS, R. **Poluição por chumbo em Santo Amaro da Purificação.** Disponível em www.ida.org.br/meio_ambiente/chumbosantoamaro.htm. Acesso em: 10 de nov. 2004.
38. MEIO AMBIENTE. Disponível em:< <http://www.riotinto.com.br/meioac.htm>>. Acessos em: 2 mar. 2002 e 15 nov. 2006.
39. MMSD – Mining, Minerals and Sustainable Development Project. **Mine Closure – Draft Working Paper,** London, 2001.

40. NAZARI, M.M. **Financial Provisioning For Mine Closure**. Technical Papers, UNEP Industry and environment, London, 2000.
41. OLIVEIRA JR, J.B.O. **Desativação da Mina de Ouro de Maria Preta, Teofilândia, - Bahia**. In: *10^o CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL*, Ouro Preto, 2002.
42. PEREIRA, L.B.F; JESUS, E.A. e NETO, J.A.S. **Aspectos Geoambientais dos Depósitos de W e Au do Rio Grande do Norte**. In: *10^o CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL*, Ouro Preto, 2002.
43. RICKS, G. **Environmental Considerations in Mine Closure Planning**. Technical Papers, UNEP Industry and environment, London, 2000.
44. RABELLO, J. O. **Plano para a Mina de Águas Claras**. Disponível em: <<http://www.mbr.com.br/jornal/65>>. Acesso em: 30 nov. 2002.
45. RICKS, G. **Environmental Considerations in Mine Closure Planning**. Technical Papers, UNEP Industry and environment, London, 2000.
46. ROBERTSON, A.M. e KIRSTEN, S.R. **Long Term Liability of Mine Waste**. SEMINAR: ENVIRONMENTAL LIABILITY AND HAZARDOUS WASTE MANAGEMENT, Vancouver, B.C. 1989.
47. ROBERTSON, A.M; DEVENNY, D. e SHAW, S.C. **Post Mining Sustainable Use Plans vs Closure Plans**. Disponível em: <http://www.infomine.com.html>. Acesso em: 5 out. 2002.
48. SANTO, E.L. **Determinação de Indicadores de Impactos Ambientais Cumulativos Decorrentes da Mineração de Areia no Vale do Paraíba Através de Geoprocessamento** In: *10^o CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL*, Ouro Preto, 2002.
49. SOUZA, M.G. **Fechamento de Mina: Aspectos Legais**. Belo Horizonte, 2001. disponível em: <http://www.odebate.com.br>. Acesso em: 2 de fev. 2003.
50. SOUZA, J. S. **Museu e desenvolvimento econômico: O caso do Parque do Varvito**. Itu, SP, 2005. disponível em: http://www.antropologia.com.ar/turismo_cultural/congreso/ponencias Acesso em: 15 de nov. 2006.
51. WARHURST, A. **Planning for Closure: Towards Best Practice in Public Policy and Corporate Strategy in Managing the Environmental and Social Effects of Mining**. Oxford University Press, 2000.

52. WARHURST, A. **Mining, Mineral Processing, and Extractive Metallurgy: An Overview of the technologies and Their Impaction the Physical Envionment.** Oxford University Press, 2000.
53. WARHURST, A. e NORONHA, L. **Integrated Envionmental Management Through Planning for Closure from the Outset: Challenges.** Oxford University Press, 2000.